

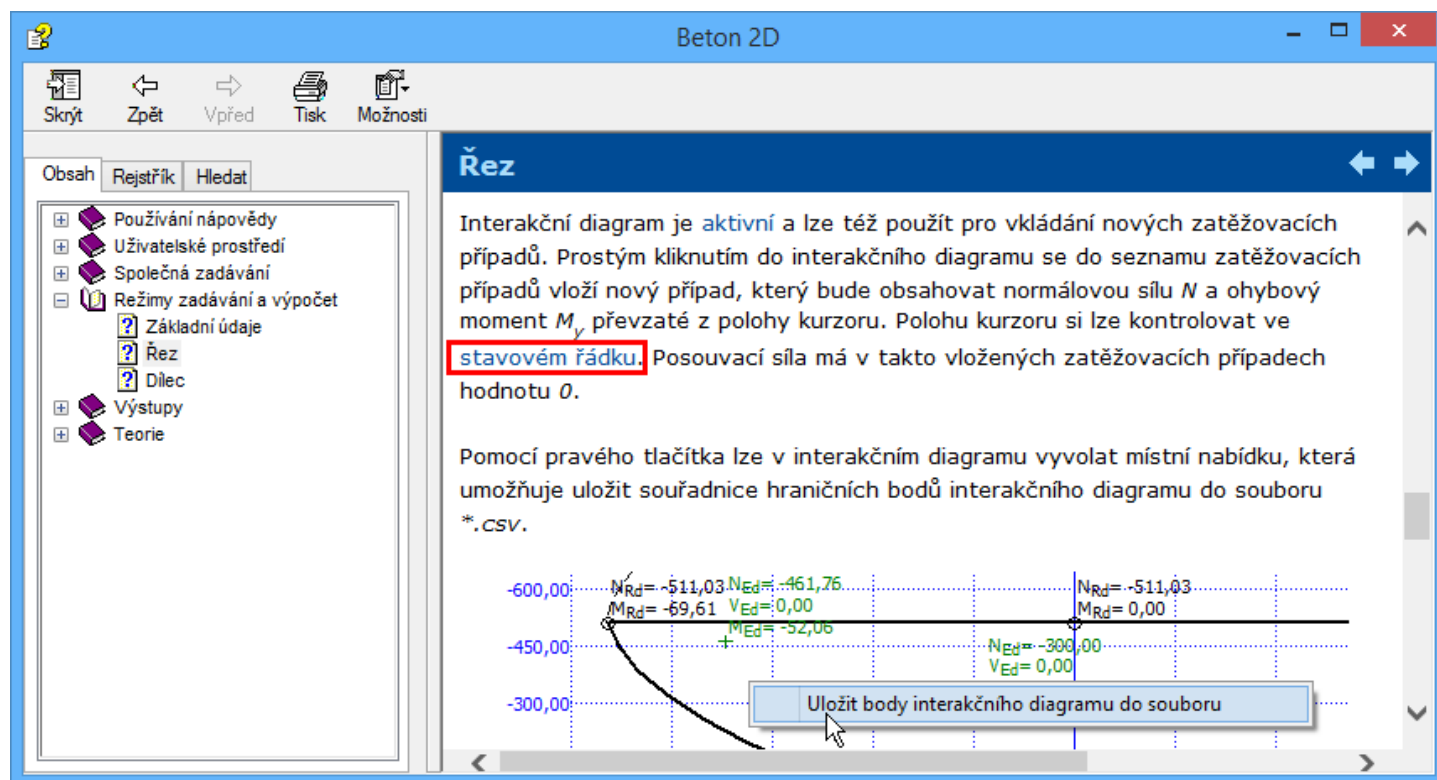
## Používání nápovědy

Dialogové okno nápovědy lze otevřít z menu programu (položky "**Nápověda**", "**Obsah**"), nebo funkčním tlačítkem "**F1**" kdekoli v programu. Pokud je nápověda spuštěna klávesou "**F1**", otevře se vždy kapitola, která odpovídá aktivnímu režimu či dialogovému oknu.

Při práci s nápovědou lze využít následující ovládací prvky:

- **Ovládací stromček** - Seznam stránek nápovědy uspořádaný do stromové struktury. Kliknutím na položku ve stromčku se zobrazí příslušná stránka nápovědy. Jednotlivé větve stromčku lze zobrazovat či skrývat symboly +/- před názvy stránek. Ovládací stromček lze skrýt tlačítkem "**Skrýt**" v ovládací liště v horní části dialogového okna.
- **Tlačítka "Zpět"/"Vpřed"** - Tlačítka v horní nástrojové liště, pomocí kterých lze přecházet z aktivní stránky na stránky dříve navštívené.
- **Aktivní odkazy** - Pomocí aktivních odkazů lze snadno přecházet na související stránky. Aktivní odkazy jsou v textu zvýrazněny modrou barvou písma.
- **Rejstřík** - Seznam umožňující výběr stránky dle abecedně seřazených nadpisů. Rejstřík je možné zobrazit pomocí záložky v horní části ovládacího stromčku.

Jednotlivé stránky lze vytisknout pomocí tlačítka "**Tisk**" v nástrojové liště nebo pomocí kontextového menu, které lze pro stránku vyvolat pravým tlačítkem myši.



Aktivní odkaz v okně nápovědy

## Novinky

Tato část popisuje změny a nové funkce v jednotlivých verzích programu "**Fin EC**".

- **Verze 4**
- **Verze 5**
- **Edice 2017**
- **Edice 2018**
- **Edice 2019**
- **Edice 2020**
- **Edice 2021**

### Verze 4

Verze 4 programu "**Fin EC**" byla vydána 31.10.2014. Obsahuje následující novinky:

#### Nový program Beton požár

- Posouzení požární odolnosti betonových průřezů dle EN 1992-1-2

- Stanovení průběhu teplot po průřezu a ve výztuži
- Libovolný způsob namáhání (normálové a smykové síly, ohybové a kroutící momenty)
- Volba teplotní křivky
- Mimořádné i základní zatěžovací případy
- Možnost importu sil ze souboru \*.csv či \*.txt
- Posouzení Metodou izotermie 500°C nebo Zónovou metodou
- Možnost načtení projektů z programů "**Beton 2D**" a "**Beton 3D**"

## Fin 2D, Fin 3D

- Dílce s vyloučeným tahem či tlakem
- Výpočet hodnot průhybů i mezi styčníky
- Automatické ukládání v průběhu práce
- Kopie zatěžovacího stavu včetně zadaného zatížení
- Zadávání zatížení v lokálním souřadném systému průřezu pro Fin 3D

## Betonový výsek

- Pružné podpory, vnitřní klouby, výpočtové body
- Náběhy

## Beton 2D, Beton 3D

- Zadání efektivního poměru modulů pružnosti pro posouzení napětí
- Vykreslení průběhů napětí a deformací po průřezu

## Zatížení

- Obálka zatížení větrem na střechu
- Silová lokalizace klimatických zatížení (výpočet kotvení)

## Ocel

- Zadávání vzpěrné křivky
- Plastické posouzení pro obecné průřezy vytvořené v programu Průřez
- Vykreslení efektivního průřezu pro IV. třídu

## Zdivo

- Nové posouzení stěny a pilíře
- Zatěžovací případ stěna/pilíř
- Výpočet efektivní tloušťky zdi

## Další vylepšení

- Návod ke všem programům
- Krycí list pro tisk jednostránkových výstupů v dimenzačních programech
- Dřevo – materiály na bázi dřeva
- Dřevo požár – posouzení složených průřezů
- Průřez – import DXF

## Verze 5

Verze 5 programu "**Fin EC**" byla vydána 24.3.2015. Obsahuje následující novinky:

### Grafická práce v programech Fin 2D a Fin 3D (jaro 2016)

Výrazně byla vylepšena grafická práce v programech "**Fin 2D**" a "**Fin 3D**". Hlavní změny jsou:

- Grafické zadávání dílců v programu "**Fin 3D**"
- Místní nabídky na pracovní ploše
- Snadnější výběr objektů na pracovní ploše i v tabulkách
- Zjednodušení ovládacího stroměčku
- Rychlejší úprava styčníků a dílců

Všechny tyto úpravy jsou popsány na [samostatné stránce](#).

### Vkládání obrázků do dokumentů

Do výstupní dokumentace z programů "**Fin 2D**" a "**Fin 3D**" lze vkládat obrázky. Tyto obrázky se průběžně aktualizují a

vždy zobrazují aktuální stav konstrukce.

## Prostorový interakční diagram

Program "**Beton**" obsahuje 3D interakční diagram průřezu. K dispozici je jak prostorové zobrazení, tak nejdůležitější řezy diagramem.

## Hlavice sloupů

Sloupy v programu "**Protlak**" mohou být vyztuženy hlavicemi. K dispozici je více druhů (stupňovitě, s náběhem, obecná).

## Detail "Břit" v programu "Ocelové spoje"

Nový typ přípoje nosníku na sloup či nosník pomocí styčnickové desky přivařeně na nosný prvek.

## Zatížení větrem na přístřešky

V programu "**Zatížení**" lze vytvořit protokol pro zatížení větrem na přístřešky a volně stojící střechy.

## Další vylepšení

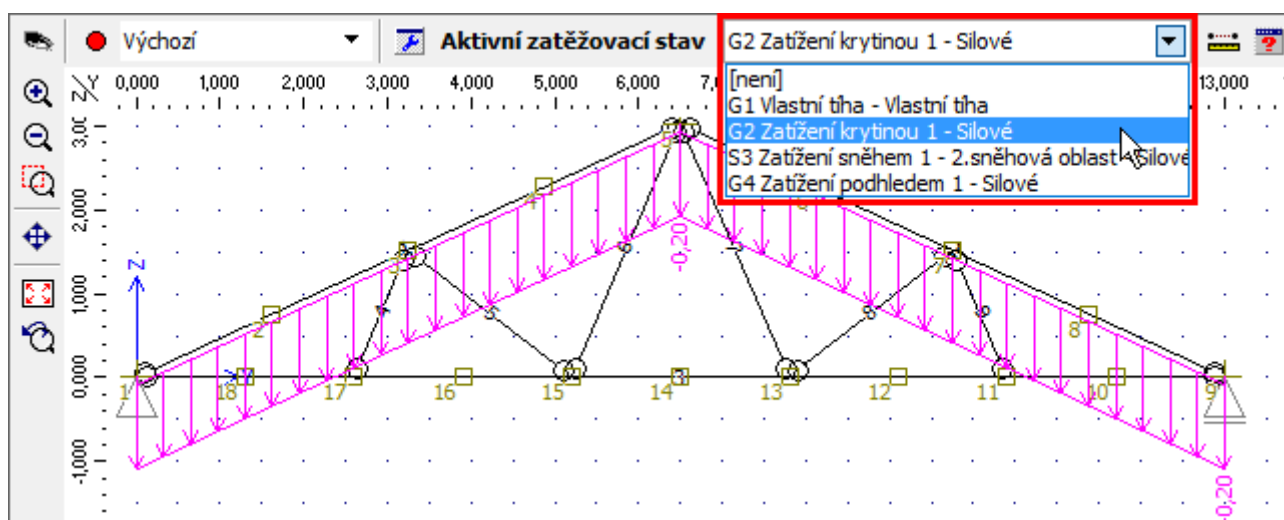
- Program "**Beton**" – volba třídy tažnosti výztuže
- Program "**Ocel**" - obecné rozměry složeného průřezu se čtyřmi L-profilů
- Aktualizace vzhledu programu
- Možnost otevřít soubory pouze pro čtení

## Uživatelské prostředí programů Fin 2D a Fin 3D

Úpravy uživatelského rozhraní zahrnují tyto změny:

### Zjednodušení ovládacího stroměčku

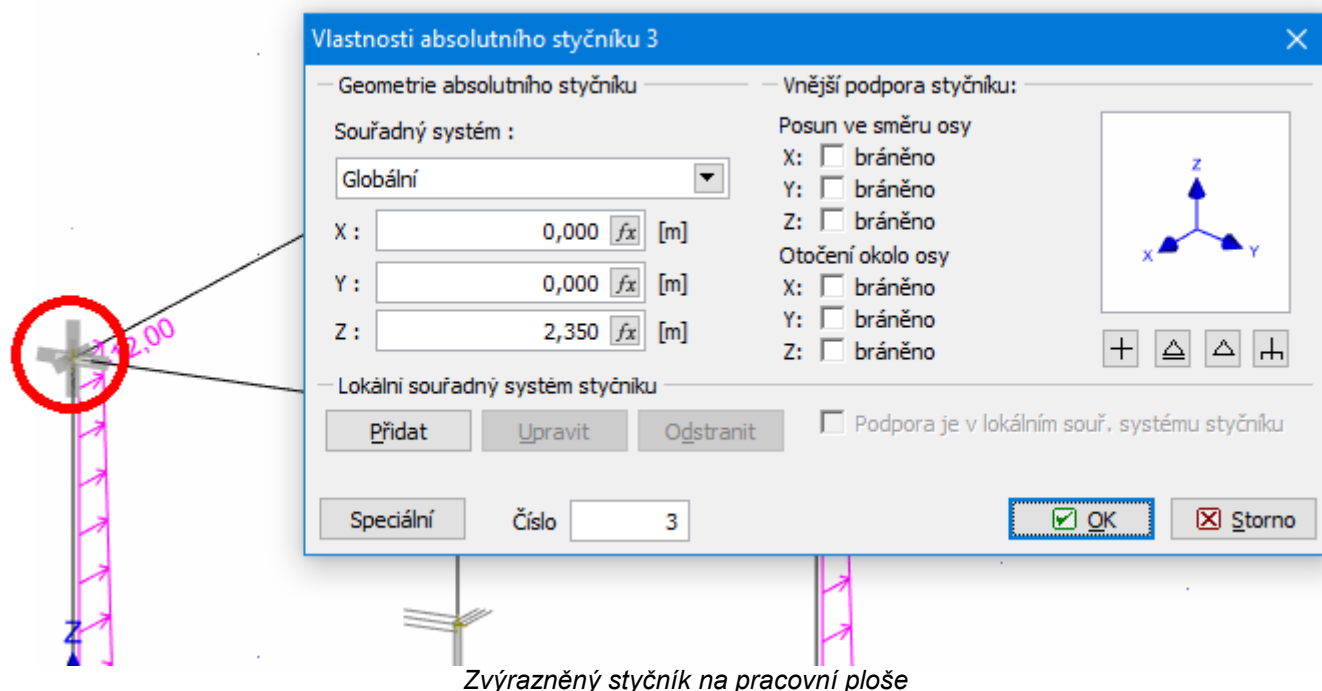
- Volba aktivního zatěžovacího stavu v preprocesoru byla ze záhlaví ovládacího stroměčku přesunuta do záhlaví pracovní plochy. Umístění tak odpovídá výběru zobrazených výsledků v postprocesoru.



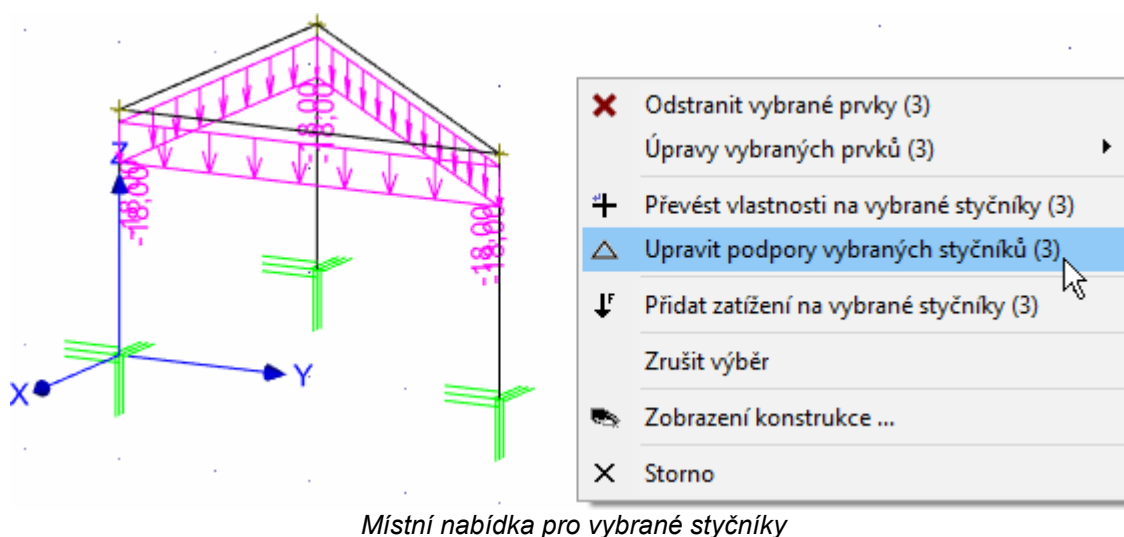
*Volba aktivního zatěžovacího stavu v záhlaví pracovní plochy*

Pro snadnější orientaci je tato volba umístěna též v části "**Zatížení**" v záhlaví spodního rámu s tabulkami styčnickových a dílcových zatížení.

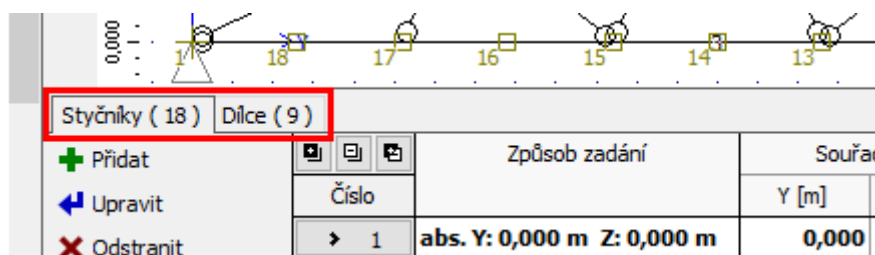
- Režimy "**Upravit**" a "**Odstranit**" jsou společné pro styčníky a dílce. Editační okno se vždy otevře pro objekt, který je na pracovní ploše zvýrazněn šedou barvou.



- Nástroje pro práci s vybranými prvky (přenést vlastnosti, upravit podpory/uložení, odmazat, přidat zatížení apod.) jsou nově umístěny pouze v místní nabídce, kterou lze otevřít kliknutím pravým tlačítkem myši na pracovní ploše. Tyto nástroje se v nabídce zobrazují pouze v případě, že je vybrán (zvýrazněný zelenou barvou na pracovní ploše) alespoň jeden styčník respektive dílec.



- Nástroje "Přidat nůžkový spoj", "Převést styčník na absolutní" a "Dělit dílce" byly přemístěny do spodního rámu v režimu "Pomůcky" ovládacího stromečku. Zároveň jsou též dostupné v místních nabídkách pro styčníky a dílce.
- Tabulky styčníků a dílců jsou v části "Topologie" uspořádány ve spodním rámu v záložkách. Obdobně jsou do záložek uspořádány tabulky zatížení styčníků a dílců (část "Zatížení" ovládacího stromečku) a tabulky kombinací pro mezní stavy únosnosti a použitelnosti, pro výpočty dle teorie II. řádu a výpočty lineární stability (část "Kombinace" ovládacího stromečku)



- Preprocesor a postprocesor jsou sloučeny do jednoho ovládacího stromečku



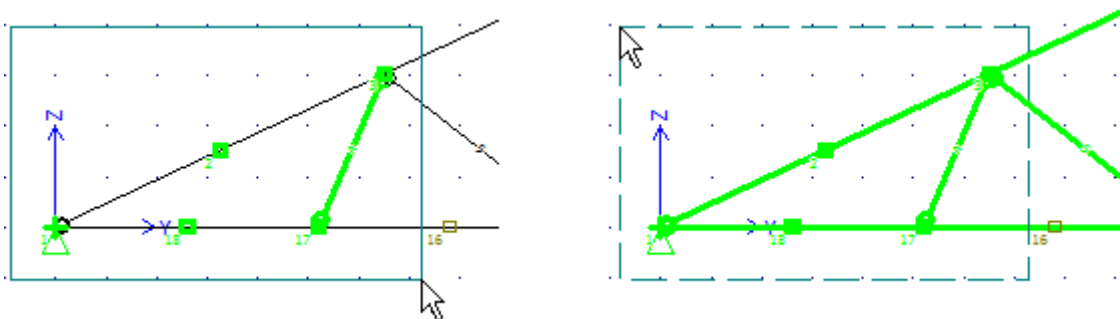
- V části "**Dimenzování**" jsou dimenzační prvky uspořádány dle materiálu do záložek

## Snadná úprava styčníků a dílců

Jakýkoliv dílec či styčník lze snadno upravit dvojklikem levým tlačítkem myši na daný styčník či dílec. Tento dvojklik spustí odpovídající dialogové okno pro editaci vlastností.

## Práce s výběry

Vybírání objektů bylo přepracováno dle pravidel běžných v CAD systémech. Výběr se provádí pouze obdélníkovou oblastí. Pokud je oblast tažena zleva doprava, objekty se vyberou pouze v případě, že jsou celé uvnitř oblasti (v tomto případě jsou hranice oblasti vyznačeny nepřerušovanou čarou). Pokud je oblast tažena opačným směrem, vyberou se všechny prvky, které do oblasti zasahují alespoň částí (hranice oblasti vyznačeny čárkovaně). Výběr všech objektů lze zrušit klávesou "**Esc**" nebo položkou "**Zrušit výběr**" v místní nabídce, která je dostupná po kliknutí pravým tlačítkem myši na pracovní ploše. Pokud je třeba z výběru odstranit pouze některé objekty, lze to provést opětovným výběrem se současně stlačenou klávesou "**Shift**".



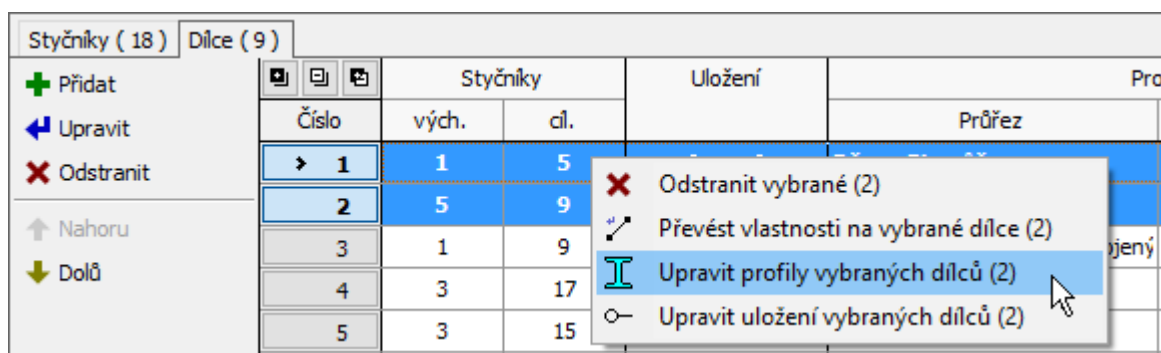
Rozdíl ve výběru při tažení zleva doprava (obr. vlevo) a naopak (obr. vpravo)

Chování výběru lze upravit nastavením "**Použít Shift k přidání do výběru**", které je umístěno na záložce "**Obecné**" dialogového okna "**Možnosti**". Pokud je toto nastavení zaškrtnuto, ruší každý nový výběr na pracovní ploše předchozí výběr. Toto neplatí pouze v případě, že je v průběhu výběru zmáčkuta klávesa "**Shift**". V tomto případě nový výběr přidává prvky do již existujícího výběru.

Výběry lze provádět též v tabulkách styčníků, dílců, zatížení, kombinací apod. Při těchto výběrech lze využívat následující klávesové zkratky:

- "**Ctrl**+"A" - Vybere všechny prvky v tabulce.
- **Výběr rozsahu s klávesou "Shift"** - Rozsah (více položek za sebou) lze vybrat kliknutím na první položku a poté kliknutím na poslední položku při současném stisknutí klávesy "**Shift**" na klávesnici.
- **Přidávání do výběru s klávesou "Ctrl"** - Pokud je třeba přidávat v tabulce další prvky do výběru, je nutné při přidávání držet stisknutou klávesu "**Ctrl**" na klávesnici.

Kliknutí pravým tlačítkem myši na výběr v tabulce vyvolá místní nabídku, která obsahuje příkazy pro práci s vybranými prvky.

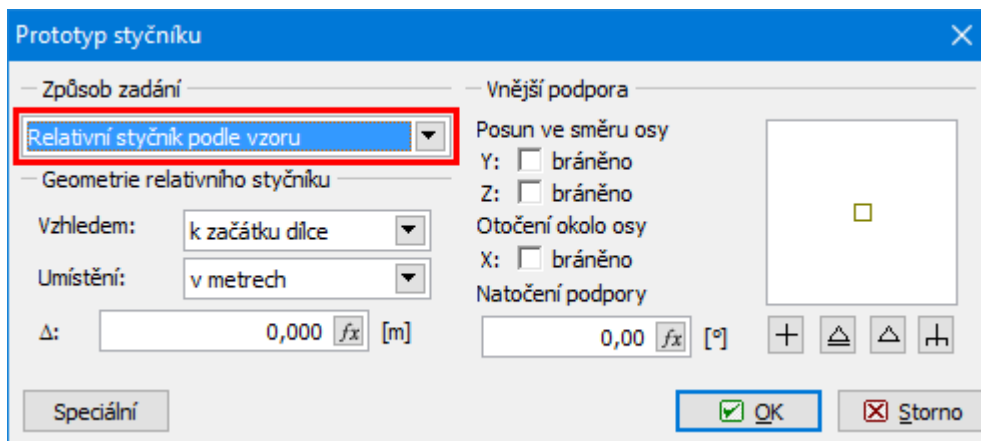


Místní nabídka pro vybrané dílce v tabulce dílců

## Zjednodušení zadávání styčníků

Relativní i absolutní styčníky lze nyní vkládat pomocí jednoho příkazu "**Vkládat styčník**". Pokud je bod graficky zadán na pracovní ploše do místa existujícího dílce, je automaticky vložen jako relativní styčník. Pokud je poloha styčníku mimo jakýkoliv dílec, je vložen jako absolutní. V obou případech si styčník přebírá z prototypu styčníku způsob podepření.

Má-li být poloha relativního styčníku zadána pomocí dialogového okna prototypu styčníku a grafické zadávání má sloužit pouze k výběru vztažného dílce, je třeba zvolit v okně (respektive rámu) prototypu styčníku způsob zadání "**Relativní styčník podle vzoru**". Poté se zpřístupní zadávací pole pro určení polohy styčníku na dílci. Toto chování odpovídá způsobu zadávání relativních styčníků ve starších verzích programu.

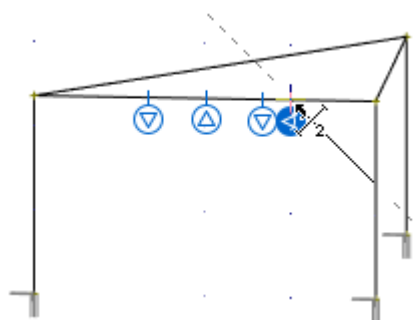


*Změna způsobu zadávání relativních styčnicků v okně prototypu styčnicku*

Po sloučení zadávání absolutních a relativních styčnicků již nelze zadat absolutní styčnick do místa, kde leží dílec. V tomto případě je nutné nejprve vložit relativní styčnick a pomocí nástroje "**Převést styčnick na absolutní**" ho převést na absolutní (v režimu "**Nerozdělovat vztahový dílec**"). Tato pomůcka je dostupná v místní nabídce daného styčnicku (po kliknutí pravým tlačítkem myši na styčnick) nebo v dolní části okna programu v režimu "**Pomůcky**" ovládacího stroměčku.

### Grafické zadávání dílců v programu Fin 3D

Do programu "**Fin 3D**" byla přidána podpora grafického zadávání konstrukce v rozsahu, v kterém je již použito v programu "**Fin 2D**". Při zadávání lze nově využít úchopové body na existujících dílcích (např. polovina, kolmý bod) a přichytávání do významných směrů.



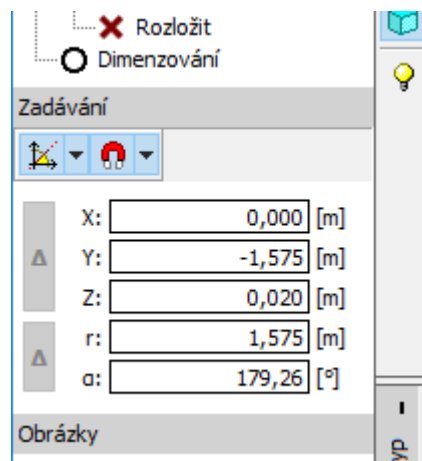
*Úchopové body na dílcích*

Aktivní úchopové body a významné směry lze volit pomocí nástrojové lišty nad vstupními poli v dolní části ovládacího stroměčku.



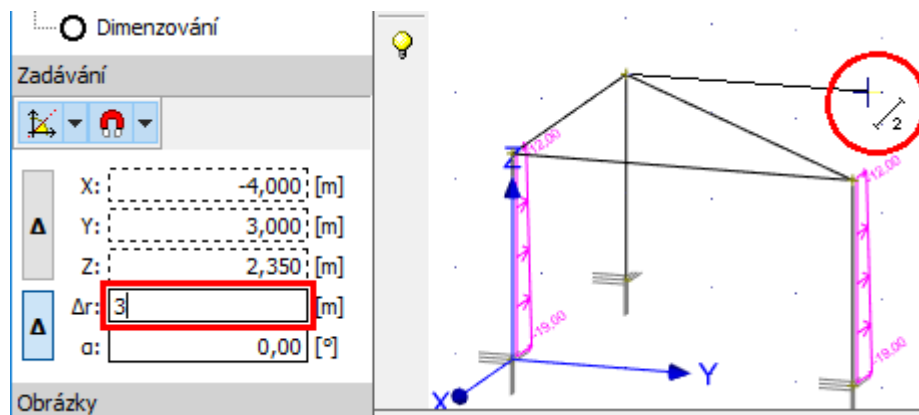
*Nástroje pro úpravu úchopových bodů a významných směrů*

Při samotném zadávání dílců je možné nově definovat počáteční bod též souřadnicemi  $[x,y,z]$  v zadávacích polích ve spodní části stroměčku. Do zadávacích polí se lze dostat pomocí kurzoru myši nebo přímo vstupními klávesami "**x**" "**y**" respektive "**z**". Například výraz  $x2y1,3z0$  vyplní do kolonky "**X**" hodnotou "**2**", do kolonky "**Y**" hodnotou "**1,3**" a do kolonky "**Z**" hodnotou "**0**".



Zadávací pole

Při zadávání koncového styčnicku lze použít shodné principy jako pro počáteční styčnick. Dílec však může být též zadán pomocí délky a směru. Nejjednodušším způsobem zadání konce je namířit kurzorem ve směru budoucího dílce a zadání jeho délky klávesnicí. Hodnota se automaticky vepíše do zadávacího pole pro délku dílce " $\Delta r$ ". Zadání je nutné potvrdit klávesou "**Enter**". Program automaticky nabízí přichytávání k násobkům úhlu  $45^\circ$ . Toto chování lze upravit (vypnout či změnit na násobky  $30^\circ$ ) tlačítkem "".



Výběr směru dílce kurzorem myši na ploše a zadání délky dílce klávesnicí

Navíc je možné využít rozšířené možnosti zadávacích polí. Trojice políček "**X**", "**Y**" a "**Z**" umožňují zadat koncový styčnick souřadnicemi, pole "**r**" a "**α**" slouží k zadání délkou dílce a natočením od základní osy pracovní roviny. Tlačítka "**Δ**" před zadávacími poli ovlivňují, zda je zadání souřadnic, respektive délky a natočení, uvažováno vůči počátku souřadného systému nebo vůči počátečnímu styčnicku dílce.

## Edice 2017

### Všechny programy

- Nové okno pro tisk dokumentace
- Automatické ukládání ve všech programech
- Podpora vysokého rozlišení (4K)

### Ocel, Ocel požár, Dřevo, Dřevo požár

- Nový typ úlohy "**Nosník**" pro posouzení vodorovného spojitého nosníku na účinky zadaného zatížení

### Fin 2D, Fin 3D

- Vykreslení průběhu využití na dílcích
- Sloučení dialogových oken s vlastnostmi kresby
- Změny v nastavení kreslení se ihned projevují na pracovní ploše
- Národní přílohy pro Rakousko, Slovinsko, Bulharsko
- grafická práce u nástrojů pro manipulaci (posun, kopie, zrcadlení)
- Vyjmutí dílce z dimenzační skupiny
- Rozšířené možnosti zadávání zatížení

## Dimenzační programy pro betonové konstrukce

- Podpora nových norem ČSN EN 1992-1-1 Z3 a STN EN 1992-1-1 A1/NA

## Betonový výsek

- Rozšíření jednostránkového výstupu

## Beton

- výrazné zrychlení výpočtu

## Zatížení

- Národní přílohy pro Rakousko, Slovinsko, Bulharsko

## Protlak

- nové typy detailů "**Konec stěny**" a "**Roh stěny**"
- obecný postup pro výpočet součinitele  $\beta$
- možnost stanovení vlastní hodnoty  $k_{max}$

## Edice 2018

### Všechny programy

- Úprava vzhledu
- Volba velikosti písma v dokumentech
- Import konstrukcí ve formátu XML

### Fin 2D, Fin 3D

- Dílce s proměnným průřezem (náběhy)
- Zarovnání kresby dílců
- Rychlý výběr již zadaných průřezů a materiálů

## Dimenzační programy

- Import sil pro úlohy "**Řez**" ze schránky
- Nové dialogové okno pro import vnitřních sil
- Náběhy v úlohách "**Nosník**" a "**Dílec**"
- Možnost zadat průřez v úsecích (úlohy "**Nosník**" a "**Dílec**")

## Protlak

- Protlačení základové desky

## Zatížení

- Zatížení větrem na svislé stěny ve dvou směrech
- Zohlednění nedostatečné korelace tlaků u svislých stěn

## Edice 2019

### Všechny programy

- Podpora BIM (formát IFC)
- Volitelný font ve výstupní dokumentaci
- Zlepšená podpora systémů Windows 7, Windows 8.1, Windows 10

## Edice 2020

### Všechny programy

- Nový nástroj "**Popisky**"
- Volitelné barevné schéma pro výstupní dokumentaci
- Nové tabulky umožňující třídit obsah dle sloupců a exportovat údaje

### Fin 2D, Fin 3D

- Možnost zkráceného výpisu kombinací

## Fin 2D

- Přeprogramované nástroje pro editaci konstrukcí

## Beton, Beton požár, Betonový výsek, Protlak

- Národní příloha pro Velkou Británii

## Beton

- Možnost neuvažovat excentricitu pro prostý beton

## Protlak

- Rozšíření základové desky pod sloupem (základová hlavice)

## Ocel, Ocel požár

- Nové svařované průřezy typu HSQ
- Rozšíření databáze za studena tvářených profilů

## Ocel

- Posouzení častých kombinací v úloze typu "**Nosník**"

## Zatížení

- Zatížení větrem na reklamní tabule a osamělé stěny

## Edice 2021

### Všechny programy

- Národní přílohy pro Itálii
- Italská lokalizace
- Dodatky - možnost vkládat do výstupu vlastní texty či obrázky
- Import formátu \*.dwg
- Tisk dokumentů - možnost pohybu v dokumentu klikáním na stromeček

## Fin 2D, Fin 3D

- Možnost popisovat dílce na ploše průřezem

## Dimenzační programy

- Nový typ uzlu "**Podepřený vnitřní kloub**" v úloze typu "**Nosník**"

## Ocel, Ocel požár

- Volitelná křivka klopení

## Krátká konzola

- Zohlednění výstřednosti vodorovné síly v návrhu tažené výztuže

## Protlak

- Možnost volby rozsahu výztuže u základové desky

## Uživatelské prostředí

Uživatelské prostředí programů Fin EC odpovídá obecným zvyklostem v prostředí operačních programů Windows. Kromě základních ovládacích prvků, popsanych v kapitole "**Základní okno aplikace**", programy využívají následující ovládací prvky:

- **Tabulky**
- **Ovládací stromeček**
- **Nástrojové lišty**
- **Aktivní kóty a objekty**
- **Pomocný kalkulátor**

## Systémové požadavky

Podporovány jsou následující operační systémy:

- (Windows XP SP3)

- (Windows Vista)
- Windows 7
- Windows 8.1
- Windows 10

Minimální požadavky na hardware jsou:

- rozlišení monitoru 1024x768
- USB port (nezbytný pro hardwarový klíč)

## Základní okno aplikace

Základní okno aplikace respektuje obecné zvyklosti grafického prostředí Windows. Obsahuje následující hlavní části:

### Záhlaví okna

- Záhlaví okna obsahuje tlačítka pro minimalizaci, maximalizaci a ukončení okna aplikace. Navíc je zde vypsán název souboru projektu včetně jeho umístění na disku. Hvězdička za názvem souboru poukazuje na fakt, že data byla od posledního uložení změněna.

### Hlavní menu

- Základní menu, které je umístěno pod záhlavím okna. Je rozčleněno do několika částí. Část "Zadávání" svou strukturou kopíruje ovládací stromeček. Hlavní menu je přístupné též pomocí klávesy "Alt" na klávesnici.

### Nástrojové lišty

### Ovládací stromeček

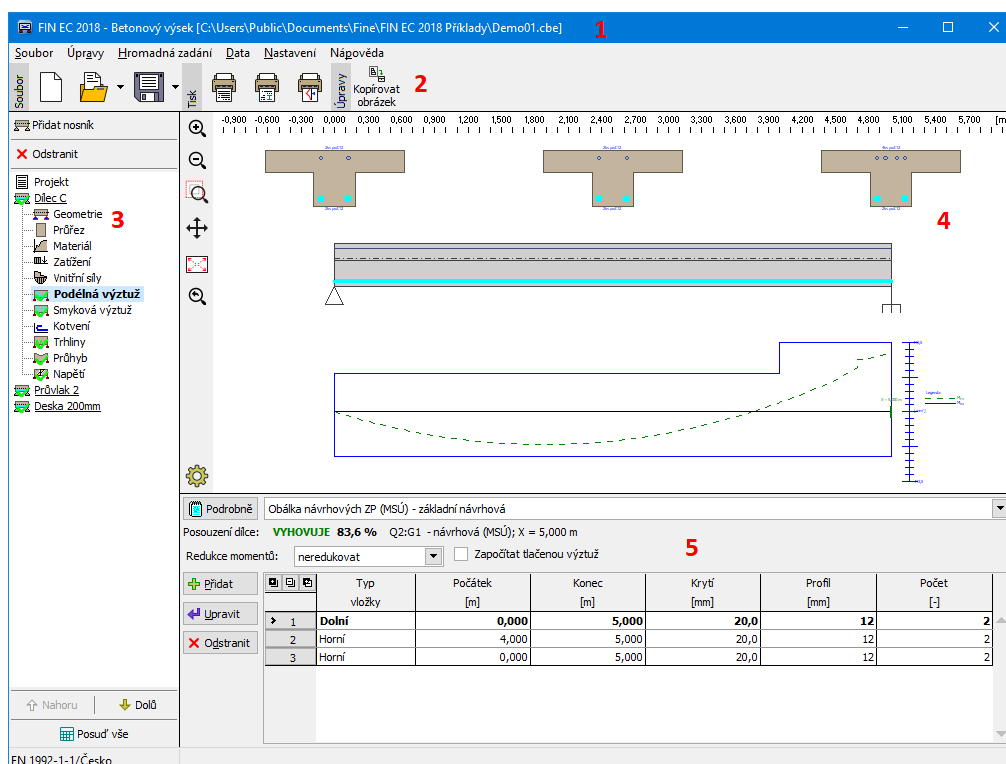
- Lišty s tlačítky, které umožňují snadný přístup k nejčastěji používaným příkazům (tisk dokumentace, úpravy zobrazení na pracovní ploše apod.).
- Hlavní ovládací prvek aplikace, který slouží k přehlednému rozdělení práce do logických bloků.

### Pracovní plocha

### Zadávací rám

### Stavový řádek

- Grafické znázornění řešené úlohy.
- Zadávací rám je umístěn pod pracovní plochou, slouží k zadávání vstupních údajů.
- Stavový řádek je umístěn podél spodního okraje okna. Je podbarven šedou barvou. Ve stavovém řádku se zobrazují pomocné informace (návrhová norma, poloha kurzoru apod.).

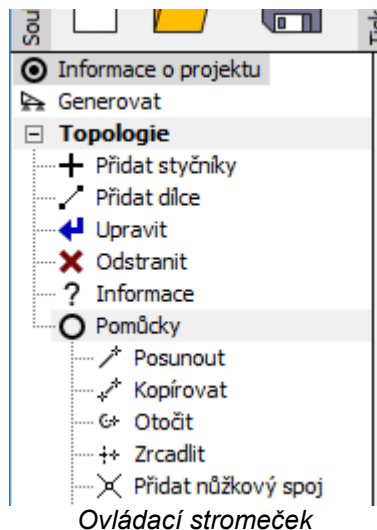


Hlavní okno: Záhlaví (1), hlavní menu s nástrojovými lištami (2), ovládací stromeček (3), pracovní plocha (4), zadávací rám (5)

## Ovládací stromeček

Stromeček je základní ovládací prvek programů Fin EC, který slouží k přehlednému rozdělení práce do logických bloků. Uspořádání stromečku je navrženo tak, aby se v průběhu práce postupovalo od horních uzlů směrem dolů. stromeček je umístěn v levé části **okna aplikace**.

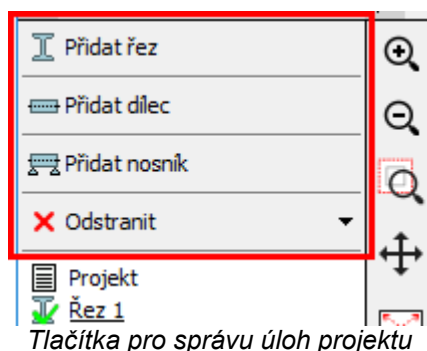




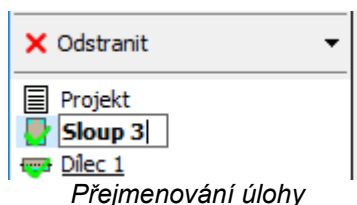
V ovládacím stromečku lze pohybovat buď pomocí levého tlačítka myši případně pomocí klávesnice (šipky "**Nahoru**" a "**Dolů**" pro přechod mezi uzly v rámci jedné úrovně, případně šipky "**doleva**" a "**doprava**" pro přechod mezi jednotlivými úrovněmi stromečku). Část "**Zadávání**" hlavního menu obsahuje je členěna identicky jako ovládací stromeček, lze ji tedy použít jako alternativní způsob přechodu mezi jednotlivými částmi projektu.

## Dimenzační programy

Ovládací stromeček v dimenzačních programech slouží též k zadávání a správě jednotlivých úloh projektu. Hlavička ovládacího stromečku obsahuje tlačítka pro práci s úlohami (přidání, mazání). Tlačítko "**Odstranit**" lze použít ve více režimech (odmazání aktivní úlohy, všech úloh či všech úloha daného typu), volba režimu je dostupná po zmáčknutí symbolu černé šipky vpravo od tlačítka.



Vytvořenou úlohu lze kdykoliv přejmenovat kliknutím na její název ve stromečku.



Pokud je třeba změnit pořadí úloh ve stromečku, je možné využít tlačítka "**Nahoru**" a "**Dolů**" ve spodní části stromečku. Tato tlačítka umožňují změnu polohy aktivní úlohy. Ve stejné části se též nachází tlačítko "**Posud' vše**", které provede přepočítání všech úloh v projektu.

## Tabulky

Tabulky slouží k přehledné správě a kontrole zadaných dat. Data (položky) jsou uspořádány v řádcích, sloupce zobrazují veličiny (vlastnosti) přiřazené jednotlivým položkám.

Údaje v tabulce lze upravovat pomocí tlačítek uspořádaných v nástrojové liště vlevo od tabulky. Pokud je třeba upravit či smazat konkrétní položku, je nutné nejprve tuto položku nastavit jako aktivní. To lze provést jednoduchým kliknutím levým tlačítkem myši na položku v tabulce, v některých případech je možné též použít grafický výběr na pracovní ploše. Řádek s aktivní položkou v tabulce je zvýrazněn tučným fontem a modrým podbarvením.

Styčníky ( 18 )		Dílece ( 9 )					
+ Přidat ← Upravit × Odstranit ↑ Nahoru ↓ Dolů	Styčníky			Uložení	Profil		Délka [m]
	Číslo	vých.	dl.		Průřez	Materiál	
	1	1	5		Pi-průřez	S10 (C24) - jehličnaté	7,172
	2	5	9		Pi-průřez	S10 (C24) - jehličnaté	7,172
	3	1	9		Členěný průřez, nespojený	S10 (C24) - jehličnaté	13,000
	4	3	17		Obdélník	S10 (C24) - jehličnaté	1,649
	5	3	15		Obdélník	S10 (C24) - jehličnaté	2,470

Aktivní položka v tabulce

V některých případech je možné měnit pořadí položek v tabulce pomocí tlačítek "Nahoru"/"Dolů" v nástrojové liště.

## Výběr položek

Většina tabulek může u každé položky uchovávat též stav "**vybrané**". Tento výběr může být použit pro hromadné úpravy (například mazání) nebo pro další navazující operace (tisk jen pro vybrané prvky apod.). Vybrané položky v tabulce jsou podbarveny modrou barvou. Výběr položek se provádí pomocí tlačítek v prvním sloupci tabulky (sloupec s pořadovými čísly).

	Styčníky			Uložení	Profil		Délka [m]
	Číslo	vých.	dl.		Průřez	Materiál	
	1	1	5		Pi-průřez	S10 (C24) - jehličnaté	7,172
	2	5	9		Pi-průřez	S10 (C24) - jehličnaté	7,172
	3	1	9		Členěný průřez, nespojený	S10 (C24) - jehličnaté	13,000
	4	3	17		Obdélník	S10 (C24) - jehličnaté	1,649
	5	3	15		Obdélník	S10 (C24) - jehličnaté	2,470

Tlačítka pro hromadný výběr, vybrány jsou položky 2 a 3

Při výběru položek v tabulce lze využít též tři tlačítka v levém horním rohu, které jsou určeny pro hromadný výběr prvků:

- vybere všechny řádky tabulky
- zruší výběr všech vybraných položek
- invertuje výběr (vybere nevybrané položky a zruší výběr vybraných položek)

Stav výběru řádků v tabulce odpovídá stavu zobrazení objektů na pracovní ploše. Aktivní položka v tabulce je vždy graficky zvýrazněna i na pracovní ploše. Vybrané objekty jsou na pracovní ploše vykresleny zelenou barvou, při mazání pak červenou barvou.

## Nástrojové lišty

Nástrojové lišty umožňují snadný přístup k nejčastěji používaným příkazům a funkcím. Nástrojové lišty bývají umístěny v horní části dialogového okna mezi záhlavím okna a pracovní plochou. Programy Fin EC používají tyto nástrojové lišty:

- Soubory**
  - Základní práce s projektem
- Lišta pracovní plochy**
  - Lišta s nástroji pro úpravu zobrazení na pracovní ploše
- Výběry**
  - Výběry objektů na pracovní ploše (pouze některé programy)
- Úpravy**
  - Práce s objekty na pracovní ploše (pouze některé programy)

## Nástrojové lišty "Soubor" a "Tisk"

Tyto nástrojové lišty obsahují základní nástroje pro práci se souborem projektu a pro tvorbu dokumentace. Lišty jsou umístěny v horní části okna pod hlavním menu programu.



Nástrojová lišta "Soubor"

Nástrojové lišty obsahují následující tlačítka:

- Nový soubor**
  - Založí novou prázdnou úlohu. Pokud je aktuální úloha rozpracována, program před ukončením nabídne její uložení.
- Otevřít soubor**
  - Otevře nabídku, v které lze vybrat soubor, který má být otevřen. Pokud je aktuální úloha rozpracována, program před ukončením nabídne její uložení.



### Uložit data do souboru



### Tisk textového dokumentu



### Grafický tisk



### Tisk pracovní plochy



### Kopírovat do schránky

- Uloží aktuální úlohu do souboru na disk. Pokud nebyla úloha ani jednou uložena, otevře se dialogové okno "**Uložit jako**" a je nutné zadat název a umístění souboru.
- Otevře dialogové okno pro **tisk dokumentů**, okno je nastaveno pro tisk textových (podrobných) výstupů.
- Otevře dialogové okno pro **tisk dokumentů**, okno je nastaveno pro tisk grafických (stručných) výstupů.
- Spustí dialogové okno pro **tisk dokumentů** s aktuálním obsahem pracovní plochy
- Zkopíruje aktuální obrázek pracovní plochy do schránky Windows. Obrázek lze následně vložit (například klávesovou zkratkou **Ctrl+V**) do grafických editorů (například Malování) nebo textových procesorů (Word, Writer).

## Nástrojová lišta pracovní plochy

Tlačítka v nástrojové liště "**Měřítka a posun**" jsou určena pro práci s kresbou na pracovní ploše (zvětšení, zmenšení kresby, posun výřezu).



Nástrojová lišta "Měřítka a posun"

Nástrojová lišta obsahuje následující tlačítka:



#### Zvětšit měřítko



#### Zmenšit měřítko



#### Zobrazit označenou oblast



#### Posunout zobrazený výřez



#### Zobrazit vše

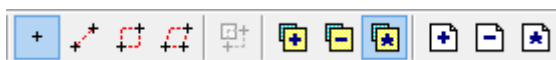


#### Použít předchozí měřítko

- Zvětší měřítko kresby na pracovní ploše. Příkaz lze libovolně opakovat až do ukončení pravým tlačítkem myši.
- Zmenší měřítko kresby na pracovní ploše. Příkaz lze libovolně opakovat až do ukončení pravým tlačítkem myši.
- Kurzorem lze vybrat obdélníkový výřez pracovní plochy, který bude zvětšen na celou pracovní plochu.
- Posune zobrazenou konstrukci libovolným směrem. Posun se provádí tažením se stlačeným levým tlačítkem myši.
- Nastaví měřítko a polohu konstrukce na pracovní ploše tak, aby byla celá konstrukce viditelná a aby byla roztažena přes celou pracovní plochu
- Vráti zobrazení (měřítko a poloha obrazu) do stavu před poslední úpravou měřítka či polohy obrazu.

## Nástrojová lišta Výběry

Tlačítka v nástrojové liště "**Výběry**" umožňují upravit režim pro grafický výběr prvků na pracovní ploše.



Nástrojová lišta "Výběry"

Nástrojová lišta obsahuje následující tlačítka:



#### Výběr jednotlivě



#### Výběr přeškrtnutím



#### Výběr obdélníkem



#### Výběr kosodélníkem



#### Přesahy ve výběrech



#### Režim "Přidávat"



#### Režim "Odebírat"

- objekty se vybírají nebo odstraňují z výběru kliknutím na objekt
- do výběru se přidají (respektive z výběru se odstraní) objekty, které budou přeškrtnuty zadanou úsečkou
- do výběru se přidají (respektive z výběru se odstraní) objekty, které se budou nacházet uvnitř zadaného obdélníku. Dle stavu tlačítka "**Přesahy ve výběrech**" se pro výběr uvažují všechny objekty zasahující do oblasti, nebo pouze ty, které nepřesahují vně oblasti
- do výběru se přidají (respektive z výběru se odstraní) objekty, které se budou nacházet uvnitř zadaného kosodélníku. Dle stavu tlačítka "**Přesahy ve výběrech**" se pro výběr uvažují všechny objekty zasahující do oblasti, nebo pouze ty, které nepřesahují mimo tuto oblast
- pro výběr obdélníkem nebo kosodélníkem lze zvolit, zda budou do výběru zahrnuty všechny objekty zasahující do zadané oblasti, nebo pouze objekty, které nepřesahují mimo tuto oblast
- režim, kdy se graficky označené objekty pouze přidávají do výběru. Zrušení výběru určitého objektu lze provést až po změně režimu
- režim, kdy se graficky označené objekty pouze odstraňují z výběru. Přidání určitého objektu do výběru lze provést až po změně režimu

**Režim "Invertovat"**

- režim, kdy grafické označení objektu mění stav z vybraného na nevybraný a naopak. Pokud je tedy nevybraný objekt označen jednou, stává se vybraným. Pokud je označen podruhé, jeho stav je opět nevybraný.

**Přidat do výběru****Odebrat z výběru****Invertovat výběr**

- přidá všechny objekty do výběru
- zruší výběr pro všechny objekty
- změní stav u všech objektů z vybraného na nevybraný nebo z nevybraného na vybraný

## Nástrojová lišta Úpravy

Tlačítka na liště umožňují nastavit základní režim pro práci s objekty na pracovní ploše.



Nástrojová lišta "Úpravy"

Nástrojová lišta obsahuje následující tlačítka:

**Přidat**

- v tomto režimu lze na pracovní ploše kurzorem vkládat nové objekty

**Upravit**

- v tomto režimu lze na pracovní ploše kurzorem upravovat existující objekty. Úpravy jsou prováděny v samostatném dialogovém okně, které se spustí po kliknutí na objekt.

**Odstranit**

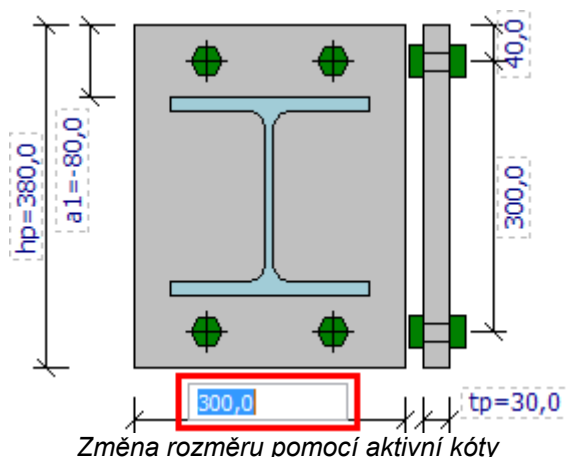
- v tomto režimu lze na pracovní ploše kurzorem mazat existující objekty

## Aktivní kóty a objekty

Systém aktivních kót a objektů umožňuje rychlejší editaci zadaných dat. Za pomoci těchto prvků je možné provádět úpravy přímo na pracovní ploše.

### Aktivní kóty

Aktivní kóty umožňují změnu rozměrů přímo na pracovní ploše programu. Aktivní kóty jsou zvýrazněny čárkovaným rámečkem kolem hodnoty kóty. Po kliknutí do rámečku levým tlačítkem myši se zpřístupní zadávací pole, které umožňuje přepsat rozměr objektu. Zadanou hodnotu lze potvrdit klávesou "**Enter**" nebo kliknutím kamkoliv na pracovní plochu mimo zadávací pole.



### Aktivní objekty

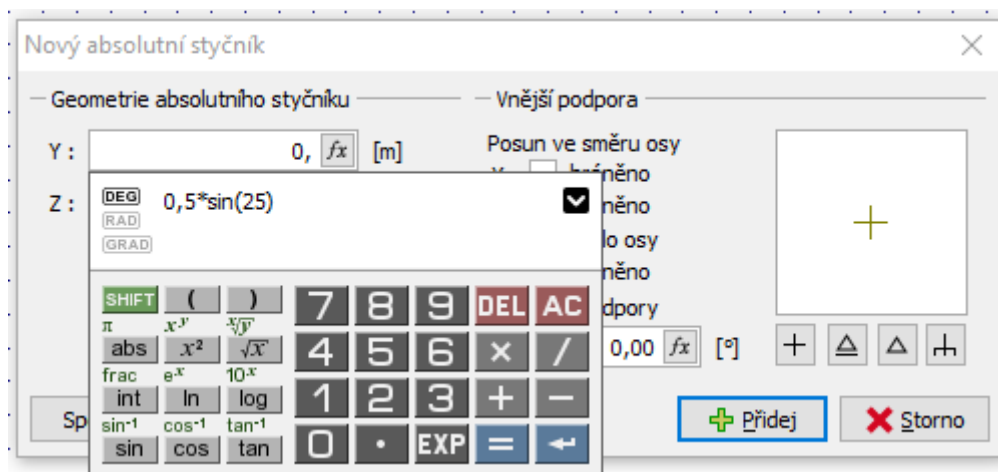
Obdobným způsobem se chovají aktivní objekty. Tyto objekty nejsou na pracovní ploše nijak zvýrazněny, avšak po najetí kurzorem nad tento objekt se změní vzhled kurzoru na "ruku". Pokud na aktivní objekt klikneme levým tlačítkem myši, otevře se dialogové okno umožňující měnit vlastnosti daného objektu.



## Pomocný kalkulátor

Některá vstupní pole mají rozšířené možnosti zadávání. V programu lze rozeznat podle tlačítka "**fx**" za zadávacím polem. Po stisku tohoto tlačítka se otevře pomocný kalkulátor, ve kterém si lze spočítat přesnou vstupní hodnotu. Pro návrat z kalkulátoru do zadávacího pole lze využít klávesu "**Enter**". Jednoduché vzorce lze do zadávacího pole vkládat

přímo. Do zadávacího pole lze tedy například napsat vztah  $3*\sin(30)+5$ . Po opuštění zadávacího pole program přepočítá vzorec a zobrazí výslednou hodnotu.



Vstupní pole s rozšířenými možnostmi zadávání

## Společná zadávání

### Nastavení

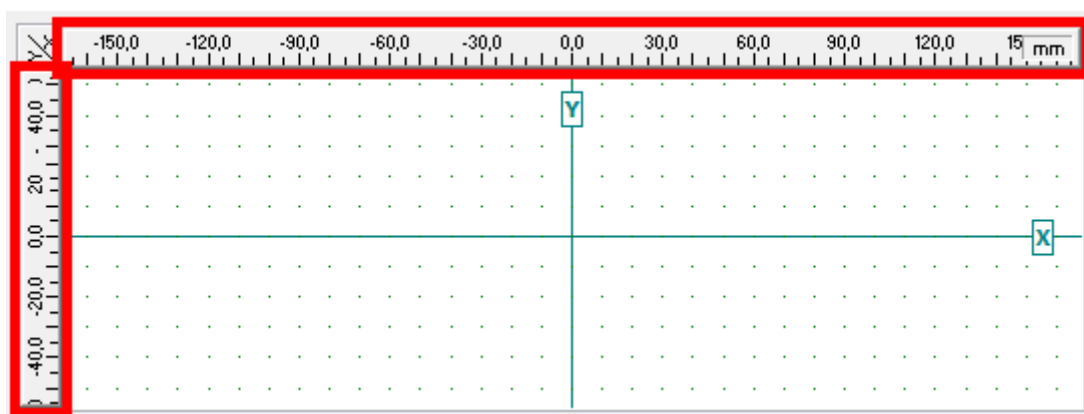
#### Možnosti

Toto dialogové umožňuje změnit základní chování programu. Nastavení jsou uspořádána do jednotlivých záložek:

#### Obecné

V této záložce je možné změnit vlastnosti mřížky, která se zobrazuje na pracovní ploše a která usnadňuje zadávání. Zadat lze jednak krok mřížky, jednak souřadnice základního bodu mřížky. Pokud je zaškrtnuto **"Zarovnávat do mřížky"**, program umožňuje zadání bodu pouze v bodech mřížky.

Zapnout/vypnout lze též zobrazování pravítek podél pracovní plochy.



Pracovní plocha se zvýrazněnými pravítky a zapnutou zarovnávací mřížkou

#### Jednotky

Na této záložce je možné změnit jednotky, v kterých se zobrazují výsledky. Měnit lze též počet zobrazovaných desetinných míst.

#### Zobrazení a Tisk

Tyto záložky umožňují upravit vzhled pracovní plochy a nastavit barvy pro tisk výstupních protokolů. Záložky nahrazují funkce dialogového okna **"Nastavení kresby"**, které se vyskytuje u jiných programů FIN EC.

Pokud je zaškrtnuta volba **"Nastavit jako výchozí"**, program použije aktuální nastavení dialogového okna i pro budoucí projekty.

**Možnosti**

Obecné | Jednotky | Zobrazení | Tisk

**Mřížka**

	Počátek	Krok
X :	0,0000 [m]	0,0100 [m]
Y :	0,0000 [m]	0,0100 [m]

☒ Zarovnávat do mřížky  
(zarovnávání lze dočasně přepnout stiskem Ctrl)

Okno zadávání

☒ Pravítka

Export do schránky: Nastavení

☐ Nastavit jako standardní OK Storno

*Přepínání mezi záložkami v okně "Možnosti"*

## Údaje o firmě


Toto dialogové okno je přístupné z hlavního menu (část "**Nastavení**", položka "**Firma...**"). V dialogovém okně lze zadat informační údaje o firmě, které lze využít při sestavování **záhlaví a zápatí** pro výstupní dokumentaci. Zadávání je rozděleno do několika záložek:

### Základní údaje

V záložce "**Základní údaje**" zadáváme základní údaje o firmě. Zadané údaje používá program při tisku a exportu dokumentů (obrázků), v záhlaví a zápatí dokumentů.

**Údaje o firmě**

Základní údaje | Firemní logo | Zaměstnanci

 Vyplňte základní údaje o firmě. Informace, které nechcete uvést, ponechte prázdné.

Název: ProGeo s.r.o.

Ulice: Na Strži 257

PSČ, město: 140 00 Praha 4

Stát/oblast:

Země:

Telefon: +420685231512 Fax:

Internet: www.progeo.cz

E-mail: info@progeo.cz

OK Storno

*Záložka "Základní údaje"*



## Firemní logo

V této záložce lze ze souboru načíst obrázek firemního loga. Tlačítko **"Načíst"** otevře dialogové okno, ve kterém lze otevřít obrázek v různých formátech (\*.JPG, \*.JPEG, \*.JPE, \*.BMP, \*.ICO, \*.EMF, \*.WMF).

## Zaměstnanci

V záložce **"Zaměstnanci"** lze zadat seznam uživatelů programu (zaměstnanců). Seznam zadaných jmen je využit v dialogovém okně **"Obecné údaje o projektu"**, kde je použit pro výběr autora projektu.

Údaje o firmě

Základní údaje | Firemní logo | **Zaměstnanci**

Uvedete-li zaměstnance firmy, místo vyplňování jména zaměstnance jej budete moci vybírat ze seznamu.

Ing. Alois Dlouhý  
Ing. Miroslav Barák  
Kateřina Krátká

Přidat  
Upravit  
Odstranit

OK Storno

Záložka "Zaměstnanci"

## Obecné údaje o projektu

V tomto dialogovém okně lze zadat základní údaje o projektu, které lze využít při sestavování **záhlaví a zápatí** pro výstupní dokumentaci. V kolonce **"Autor"** je možné využít seznam zaměstnanců z dialogového okna **"Firma"**.

Obecné údaje o projektu

Akce: Obytný komplex Na úrovni Vypracoval: ing. Marek Barák

Část: B5 Datum: 1. 5. 2014

Popis: DSP Číslo zakázky:

Odběratel: Archivní číslo:

Poznámka:

OK Storno

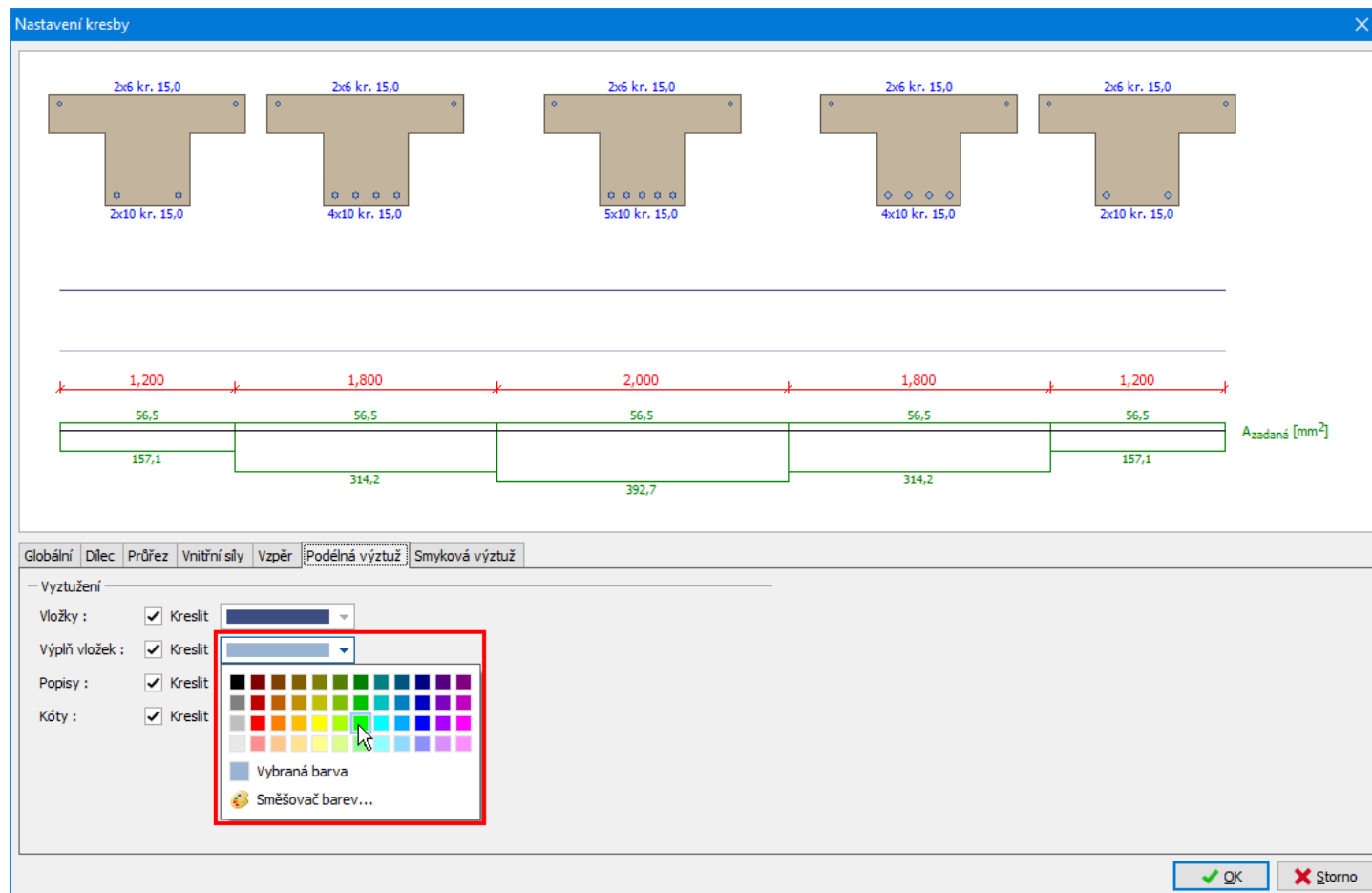
Dialogové okno "Obecné údaje o projektu"

## Kresba

Toto dialogové okno umožňuje nastavit barvy jednotlivých prvků, které se zobrazují na pracovní ploše či ve výstupech. Vzhled a rozsah okna se může lišit dle režimu, pro který se spouští (například **"Nastavení kresby dílců"**, **"Nastavení kresby výstupů"**). Dialogové okno se tak může například u dimenzačních programů lišit, je-li spuštěno pro aktivní úlohu **"Řez"** či **"Dílec"** v ovládacím stromečku. Základ okna tvoří náhled prvku a volby jednotlivých barev, které jsou z důvodu přehlednosti uspořádány do záložek dle režimů zadávání. U všech prvků kresby lze nastavit, zda mají být kresleny a případně jakou barvou. Barva se vybírá v rozbalitelném seznamu za popisem prvku. Poslední položka v seznamu barev

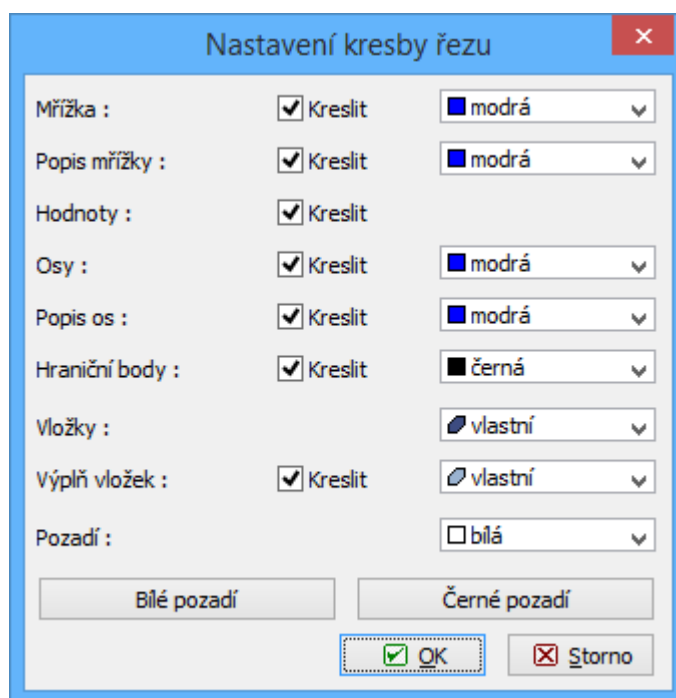
(barva "**vlastní**") umožňuje zadání zcela libovolné barvy.

V záložce "**Globální**" lze využít dvě přednastavená barevná schémata: "**Černé pozadí**" a "**Bílé pozadí**". Zároveň lze volit výšku popisu na pracovní ploše.



Nastavení kresby pro úlohu "Dílec"

Pro některé režimy (například pro "**Nastavení kresby řezu**") může být dialogové okno zjednodušeno a nemusí obsahovat některé části jako např. náhled či záložky. Způsob práce s dialogovým oknem však zůstává stejný.



Okno "Nastavení kresby řezu"

## Fin

### Informace o projektu

Toto okno obsahuje tři záložky: "Projekt", "Norma" a "Výsledky".

#### Projekt

V této záložce lze zadat základní údaje o projektu, které lze využít při sestavování **záhlaví a zápatí** pro výstupní dokumentaci. V kolonce "Autor" je možné využít seznam zaměstnanců z dialogového okna "Firma".

#### Norma

Tato záložka slouží především k volbě návrhové normy a odpovídající národní přílohy. Norma je v programu použita při doplňování součinitelů zatěžovacích stavů a kombinačních součinitelů a též při sestavování kombinací. V programu jsou dostupné následující návrhové normy:

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>EN 1990</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Základní norma pro tvorbu kombinací dle Eurokódu. Pro tuto normu jsou dostupné různé národní přílohy. Kombinační součinitele <math>\psi_0</math>, <math>\psi_1</math> a <math>\psi_2</math> je možné vybrat či zadat ve "<b>Vlastnostech zatěžovacího stavu</b>". Změna kombinačních součinitelů ve "<b>Vlastnostech kombinace</b>" není možná.</li> </ul> |
| <b>ČSN 73 0035/Z3</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Česká národní norma včetně změny Z3 z roku 2006, v současné době již není platná. Kombinační součinitele lze zadávat ve "<b>Vlastnostech kombinace</b>" respektive "<b>Tabulce kombinací</b>". Její použití společně s dimenzačními programy není doporučeno.</li> </ul>   |
| <b>STN 73 0035</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Slovenská národní norma, v současné době již není platná. Kombinační součinitele lze zadávat ve "<b>Vlastnostech kombinace</b>" respektive "<b>Tabulce kombinací</b>". Její použití společně s dimenzačními programy není doporučeno.</li> </ul>   |
| <b>Obecná</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Obecná norma bez předdefinovaných výchozích hodnot. Kombinační součinitele lze zadávat ve "<b>Vlastnostech kombinace</b>" respektive "<b>Tabulce kombinací</b>". Její použití společně s dimenzačními programy není doporučeno.</li> </ul>   |

K dispozici jsou různé národní přílohy a též varianta "Standardní", která provádí výpočet dle základního znění návrhové normy, tedy bez žádné národní přílohy.

#### Výsledky

V této záložce je možné povolit následující výpočetní moduly:

- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Statika II.řád</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Výpočet podle teorie II.řádu (do výpočtu je přidána matice počátečních napětí). V ovládacím stromečku se objeví nové uzly "<b>Kombinace II.řád MSÚ/MSP</b>". Výpočet je popsán v kapitole "<b>Výpočet podle 2. řádu</b>".</li> </ul> |
| <b>Lineární stabilita</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Výpočet lineární stability. V ovládacím stromečku se objeví nový uzel "<b>Kombinace lineární stabilita</b>". Výpočet je popsán v kapitole "<b>Lineární stabilita</b>". Pouze program "Fin 3D".</li> </ul>                            |
| <b>Dynamika vlastní tvary</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Výpočet vlastních tvarů konstrukce. V ovládacím stromečku se objeví nový uzel "<b>Soustředěné hmoty</b>". Výpočet je popsán v kapitole "<b>Vlastní kmitání</b>". Pouze program "Fin 3D".</li> </ul>                                  |

Tyto moduly jsou ve výchozím nastavení skryté, neboť jejich použití není běžné.

The screenshot shows a software window titled "Informace o projektu". It has three tabs: "Projekt", "Norma", and "Výsledky". The "Norma" tab is selected. Inside the tab, there are three dropdown menus: "Norma:" with "EN 1990" selected, "Národní příloha" with "Česko" selected, and "EC5 - Třída provozu" with "Třída provozu 2" selected. At the bottom of the window, there is a "Výchozí" button, an "OK" button with a green checkmark icon, and a "Storno" button with a red X icon.

## Záložka "Norma" informací o projektu

## Pomůcky

V hlavním menu programu, části "**Pomůcky**", jsou dostupné následující nástroje pro snadnější práci:

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Měření vzdálenosti</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>umožňuje měřit vzdálenosti na pracovní ploše. Dostupné také pomocí klávesové zkratky <b>Ctrl+M</b>. Pouze v programu <i>Fin 2D</i>.</li> </ul>  |
| <b>Výběry</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Položka "<b>Speciální výběry</b>" umožňuje pomocí dialogového okna výběr prvků na základě vlastností (například dílce se shodným průřezem či všechny styčníky se zatížením). Položka "<b>Pojmenované výběry</b>" spouští stejnojmenné okno správce uložených pohledů.</li> </ul>  |
| <b>Zatěžovací stavy a kombinace</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tato sekce umožňuje uložit nebo načíst šablonu (seznam) zatěžovacích stavů a kombinací. Tímto způsobem lze jednoduše přenést zatěžovací stavy a kombinace z jednoho projektu do druhého. Šablona zatěžovacích stavů a kombinací má vlastní příponu <i>*.flc</i>.</li> </ul>   |
| <b>Zatížení</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Umožňuje zvětšení/zmenšení zatížení v zatěžovacích stavech zadaným součinitelem. Součinitel lze aplikovat na vybraná či všechna zatížení, volit lze též, zda má být změna provedena na aktivní, vybrané či všechny zatěžovací stavy. Tohoto nástroje je možné využít například při změně zatěžovací šířky prvku.</li> </ul>   |
| <b>Hmotnost a náterová plocha</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vypíše celkovou hmotnost konstrukce a náterovou plochu (povrch všech dílců)</li> <li>Provede test, na kolik samostatných částí je konstrukce ve skutečnosti rozdělena. Skryté rozdělení složitých konstrukcí na více celků způsobené překrývajícími se styčníky či dílci je jedna z nejčastějších příčin chyb v průběhu výpočtu. Rozdělené konstrukce nebývají dostatečně podepřeny a způsobují tak singularitu při řešení rovnic. Součástí této analýzy je možnost zvýraznit každou samostatnou část konstrukce výběrem (usnadňuje orientaci v konstrukci).</li> </ul> |
| <b>Analýza spojitosti</b>           |  |
| <b>Abs. styčníky na dílcích</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Provede test, zda souřadnice některých absolutních styčniců neodpovídají poloze na některém z dílců. V těchto detailech neexistuje skutečný kontakt mezi dílcem a styčnicí a mohou být tedy příčinou nadměrného uvolnění vazeb v konstrukci, a tedy i chyb v průběhu výpočtu (singularita). Nástroj umožňuje převést nalezené styčníky na relativní a vytvořit tak vazbu mezi styčnicí a dílcem.</li> </ul>   |
| <b>Seznam chyb</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>umožňuje zobrazit seznam hlášení o průběhu výpočtu</li> </ul>   |

## Možnosti

Toto dialogové okno obsahuje nastavení, kterými lze ovlivnit vzhled programu a výstupních souborů. Obsahuje tři záložky "**Obecné**", "**Výstupy**" a "**Schémata**".

### Obecné

Rám "**Mřížka**" umožňuje měnit parametry (počáteční bod a krok) mřížky, která se zobrazuje na pracovní ploše a kterou lze využít pro zachytávání při zadávání topologie konstrukce. Pro zarovnání kurzoru do mřížky v průběhu zadávání je třeba mít zapnutou volbu "**Zachytávat do mřížky**". Jednorázově lze tento režim změnit (zapnout či vypnout) stlačením klávesy **Ctrl** v průběhu zadávání.

Rám "**Okna**" slouží k úpravě vzhledu pracovní plochy. Pomocí výběru barevného schématu je možné ovlivnit barvy na pracovní ploše (pozadí, barvy dílců, styčniců, zatížení, průběhů apod.). V programu je k dispozici několik přednastavených schémat, vlastní barevná schémata si lze přidat v tomto dialogovém okně, záložce "**Schémata**". Tlačítko "**->**" přepne zobrazení do této záložky. Pro režim zadávání (preprocesor) i prohlížení (postprocesor) lze též nastavit zobrazení pomocných pravítek podél horního a levého okraje pracovní plochy.

### Výstupy

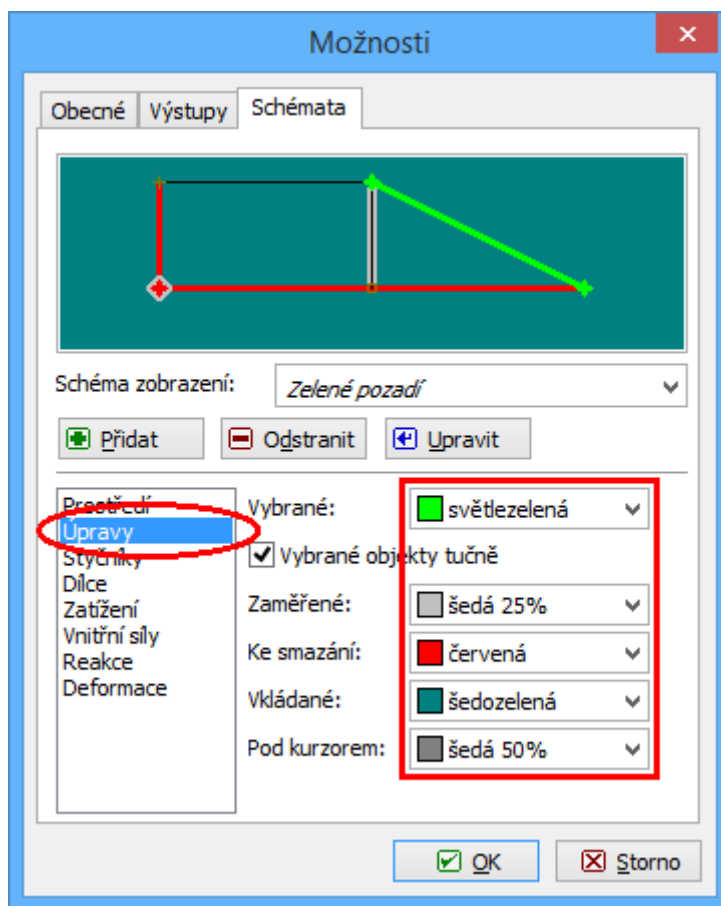
V této záložce je možné zadat barevné schéma pro výstupní dokumenty (rám "**Tisk**") a pro exporty vektorových či rastrových obrázků (rám "**Schránka**"). Barevné schéma obsahuje nastavení o barvě jednotlivých prvků v obrázku (pozadí, dílce, styčníky, zatížení, průběhy apod.). Vlastní barevné schéma si lze vytvořit v tomto dialogovém okně v záložce "**Schémata**". Tlačítko "**->**" přepne zobrazení do této záložky.

V této záložce lze též ovlivnit parametry obrázku kopírovaného do schránky Windows (například pomocí zkratky **Ctrl+C**). Kromě velikosti obrázku, rozlišení apod. je možné nastavit automatické vkládání nadpisu či orámování obrázku. Tyto parametry je možné nastavovat pouze v programu "**Fin 2D**".

### Schémata

Na této záložce je možné vytvářet a následně upravovat vlastní barevná schémata, která lze využít pro zobrazení na pracovní ploše, pro tiskové dokumenty a pro export obrázků (grafické formáty, schránka). Pro manipulaci se schématy slouží tlačítka "**Přidat**", "**Odebrat**", "**Přejmenovat**". Aktivní barevné schéma (výběr se provádí pomocí seznamu "**Schéma zobrazení**") je zobrazeno v náhledu v horní části záložky. Výběr barev pro jednotlivé prvky se provádí ve spodní části. Změnu barev je možné provádět pouze pro uživatelsky zadaná schémata (v seznamu schémat zobrazena kurzívou).

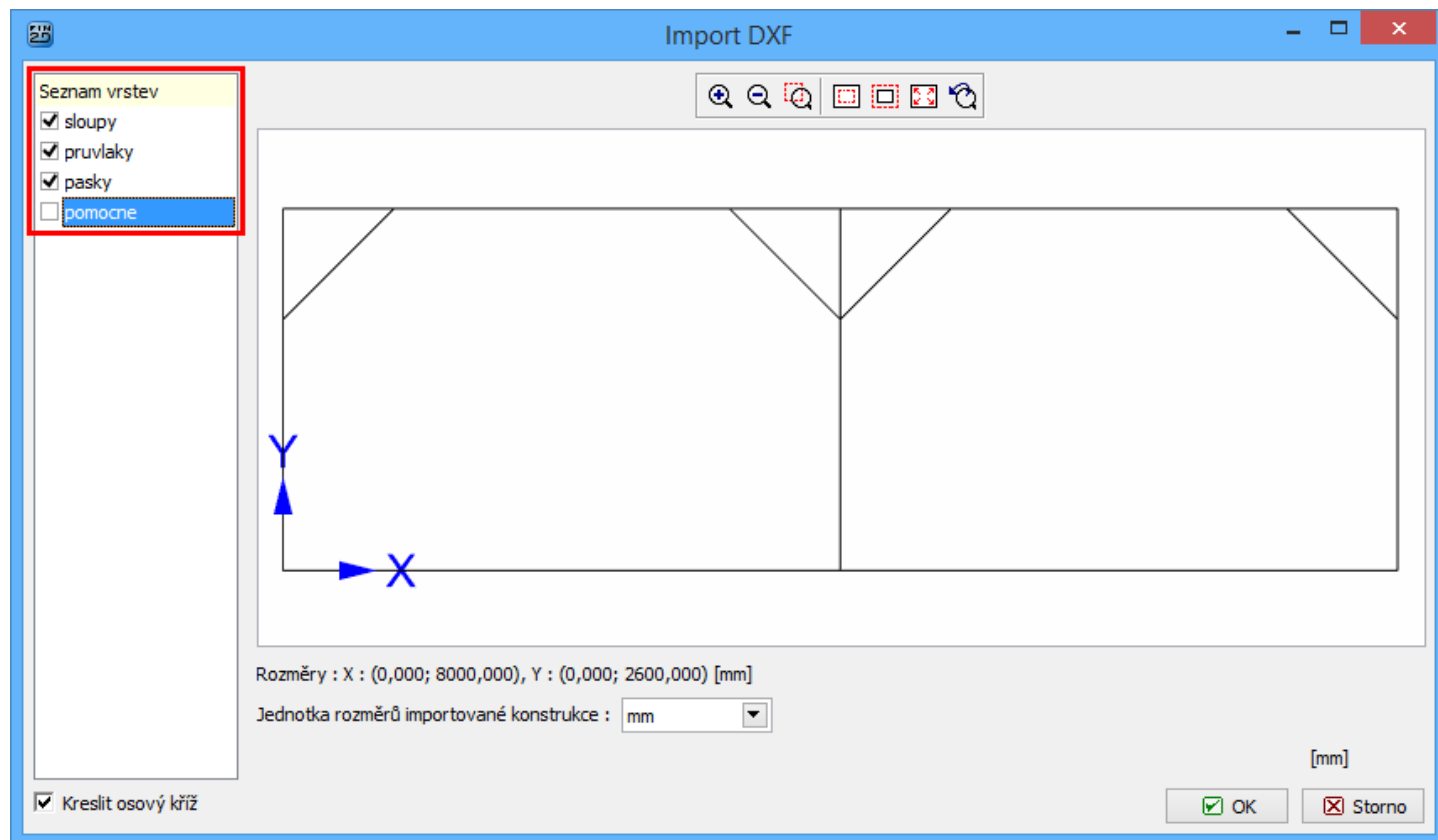
Předdefinovaná schémata (v seznamu schémat zobrazena normálním fontem) nelze měnit.



*Zadávání barev v barevném schématu*

## Import \*.dxf souboru

Okno "**Import DXF**" slouží k načtení schématu konstrukce z výkresu formátu \*.dxf. Okno umožňuje v levé části vybrat vrstvy, které mají být importovány. Ve spodní části je možné zvolit jednotky, v kterých byla konstrukce zadána. Program původní jednotky odhaduje dle velikosti importované konstrukce, avšak obzvlášť u velmi rozsáhlých konstrukcí může být odhad nepřesný.



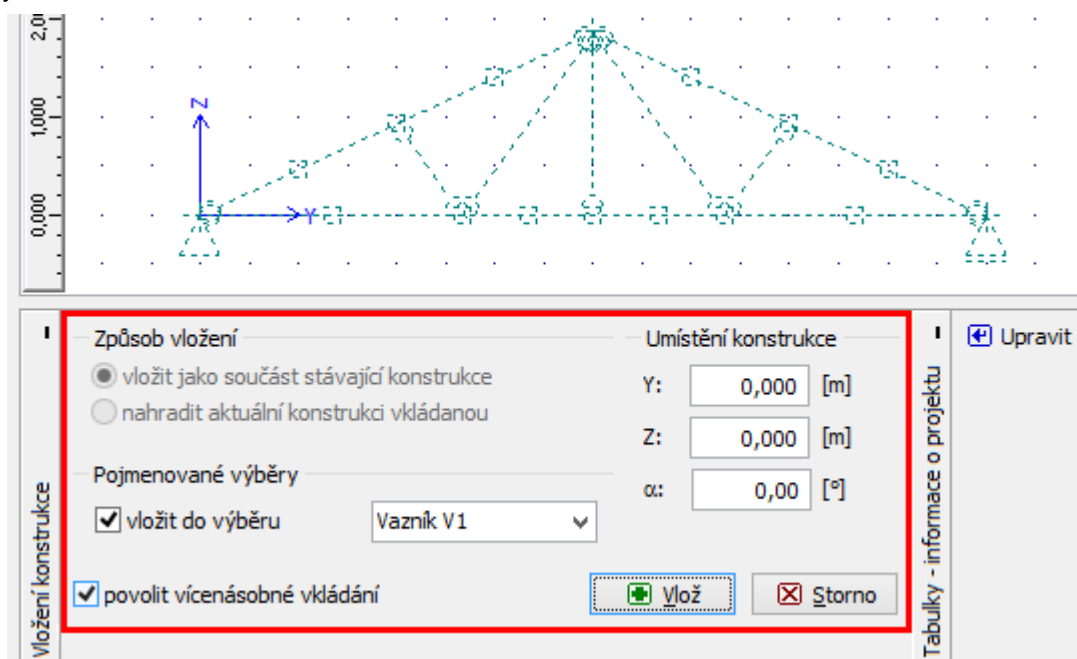
Výběr vrstev pro import

## Vkládání konstrukce

Při vkládání konstrukce ze souboru \*.dxf nebo z "Generátoru 2D konstrukcí" je možné určit bod vložení (polohu levého dolního rohu vkládané konstrukce na pracovní ploše). Kromě souřadnic lze určit i natočení vkládané konstrukce. Vkládaná konstrukce může být pouze přidána k již existujícím prvkům (volba "vložit jako součást stávající konstrukce") nebo může existující prvky nahradit ("nahradit aktuální konstrukci vkládanou").

Program též umožňuje uložit vloženou konstrukci jako pojmenovaný výběr. Pojmenovaný výběr představuje seznam styčníků a dílců, které lze kdykoliv rychle označit jako vybrané pomocí okna "Správce pojmenovaných výběrů". Pojmenovaný výběr může být použit v případě pozdějších úprav, které je výhodné aplikovat na celou konstrukci (posun, změna průřezů, přidání zatížení). Pro vytvoření nového pojmenovaného výběru je třeba zaškrtnout políčko "vložit do výběru" a zadat název budoucího výběru.

Pokud je zaškrtnuta volba "povolit vícenásobné vkládání", je možné vkládat konstrukci opakovaně na různá místa pracovní plochy.

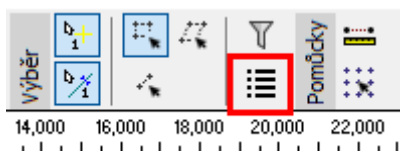


Vkládání konstrukce do projektu



## Pojmenované výběry

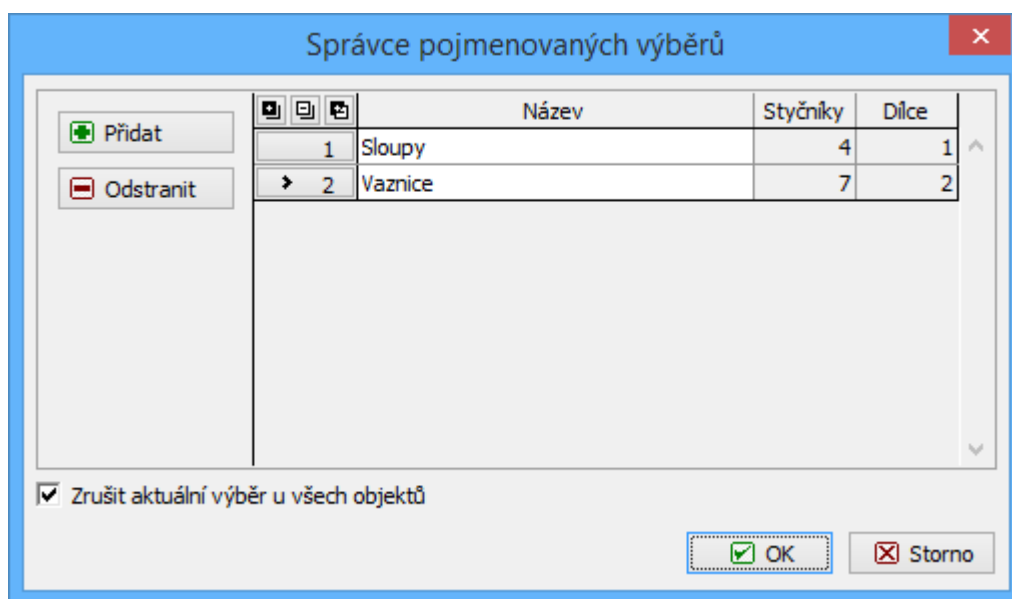
"Pojmenované výběry" slouží k uložení seznamu vybraných styčníků a dílců pro další práci. Každý seznam vybraných prvků je uložen pod zadaným jménem jako jedna položka v tabulce. Aktivní pojmenovaný výběr (zvýrazněný znakem ">" v prvním sloupci tabulky) je po stisknutí tlačítka **"OK"** nastaven na konstrukci. Dialogové okno **"Správce pojmenovaných výběrů"** lze vyvolat buď z hlavního menu, části **"Pomůcky" - "Výběry"** nebo pomocí tlačítka z nástrojové lišty **"Výběry"**.



Tlačítko pro správce pojmenovaných výběrů

## Přidání pojmenovaného výběru

Pokud chceme přidat nový pojmenovaný výběr, je nutné nejprve na pracovní ploše vybrat potřebné styčnky respektive dílce. Poté je možné spustit dialogové okno **"Správce pojmenovaných výběrů"** a výběr uložit tlačítkem **"Přidat"**.



Dialogové okno "Správce pojmenovaných výběrů"

## Speciální výběry

"Speciální výběry" slouží k rychlému výběru prvků (styčníků či dílců) dle předem určených vlastností. Okno s nabídkou lze vyvolat položkou **"Vybrat..."** z části **"Pomůcky" - "Výběry"** hlavního menu, klávesovou zkratkou **Ctrl+L** nebo ikonou **"T"** z nástrojové lišty **"Výběry"**. Pro výběr prvků jsou k dispozici následující možnosti:

### Výběry dílců

#### zatížené v akt. ZS

- vybere všechny dílce v konstrukci, které mají v aktuálním zatěžovacím stavu zadané libovolné zatížení. Tento výběr lze použít například při úpravě či mazání zadaných zatížení.

#### nezatížené v akt. ZS

- vybere všechny dílce v konstrukci, které nejsou v aktuálním zatěžovacím stavu zatížené. Tento výběr lze použít například při zadávání nových zatížení.

#### shodné profily

- vybere všechny prvky se shodným profilem dílce (způsob uložení, průřez, natočení dílce). Výběr je možné využít při hromadných úpravách uložení apod.

#### shodné průřezy

- vybere všechny prvky se shodným průřezem (bez ohledu na způsob uložení dílce apod.). Výběr je možné využít při hromadných změnách průřezů.

#### shodné materiály

- Vybere všechny dílce se shodným materiálem.

#### shodné typy

- vybere všechny typy **"nosník"** nebo **"nosník na podloží"**. Lze využít například k úpravě vlastností podloží.

#### k vybraným styčníkům mezi vybranými styčníky Výběry styčníků

- vybere všechny dílce, které začínají či končí v již vybraných styčnících.
- vybere všechny dílce, jejichž počáteční a koncový styčník je již vybraný.

**zatížené v akt. ZS**

- vybere všechny styčníky v konstrukci, které mají v aktuálním zatěžovacím stavu zadané libovolné zatížení. Tento výběr lze použít například při úpravě či mazání zadaných zatížení.

**nezatížené v akt. ZS**

- vybere všechny styčníky v konstrukci, které nejsou v aktuálním zatěžovacím stavu zatížené. Tento výběr lze použít například při zadávání nových zatížení.

**podepřené**

- vybere všechny styčníky, které slouží jako podpora konstrukce. Výběr lze použít pro úpravu či mazání podepření.

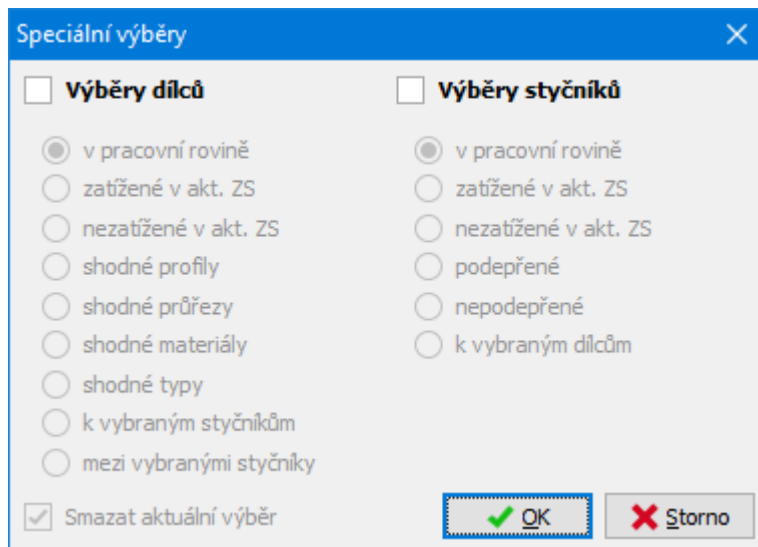
**nepodepřené**

- vybere všechny styčníky, které nejsou podepřené. Výběr lze použít pro vložení podpor.

**k vybraným dílcům**

- vybere všechny styčníky, které leží na již vybraných dílcích.

Nastavení "**Smazat aktuální výběr**" před výběrem zruší existující výběr na pracovní ploše. Pokud toto nastavení není zaškrtnuto, nový výběr se pouze přidá ke stávajícím vybraným prvkům.



Dialogové okno "Speciální výběry"

## Editace profilu

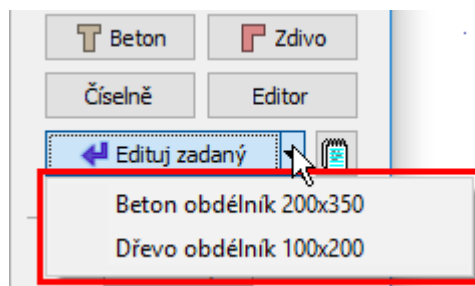
Toto dialogové okno slouží k zadání a editaci průřezu a materiálu dílce.

Průřez dílce je možno zadat třemi způsoby:

- Průřez lze vybrat z databáze pomocí tlačítek "**Ocel**", "**Dřevo**", "**Beton**", "**Zdivo**". Databáze pro jednotlivé materiály obsahují různé tvary průřezu (obdélník, T-průřez apod.), samotné zadávání probíhá v "**Editoru průřezu**".
- Tvar průřezu je možno vytvořit pomocí externích programů "**Průřez**" a "**Výseč**". Tyto programy spočítají základní průřezové charakteristiky a předají je do výpočtu. Tento způsob zadávání je přístupný tlačítkem "**Editor**".
- Všechny průřezové charakteristiky lze zadat přímo číselnými hodnotami v okně, které se spouští tlačítkem "**Číselně**". Takto lze zadat libovolný průřez bez ohledu na jeho tvar.

Rozměry již zadaného průřezu lze snadno změnit tlačítkem "**Edituj zadaný**" nebo kliknutím na náhled průřezu. V obou případech se spustí "**Editor průřezu**" pro daný typ průřezu.

Pokud chceme použít průřez, který je již v konstrukci zadaný, můžeme použít pro rychlý výběr rozbalovací seznam, který se nalézá u tlačítka "**Edituj zadaný**".



Seznam již zadaných průřezů

V případě, že má být průřez v konstrukci natočený (například krokve uložené po vlašsku či ocelové vaznice), je možné zadat úhel natočení  $\alpha$  v poli "**Natočení průřezu**".

Materiál může být vybrán z databáze v okně "**Katalog materiálů**" (tlačítko "**Katalog**") nebo zadán ručně pomocí materiálových charakteristik (tlačítko "**Číselně**"). Rozbalovací seznam u tlačítka "**Katalog**" umožňuje rychlý výběr ze

seznamu materiálů, které jsou již v konstrukci použity.

Tlačítko "**Načíst z konstrukce**" umožňuje použít profil, který byl již v konstrukci použit u jiného dílce.

Podrobnosti o průřezových charakteristikách jsou v kapitole "**Průřezy**" teoretické části nápovědy.

**Editace profilu**

— Průřez —

Typ průřezu

Ocel Dřevo

Beton Zdivo

Číselně Editor

Edituj zadaný

Natočení průřezu

$\alpha = 0,00$  [°]

**obdélník 100x200**

$A = 20,0E+03 \text{ mm}^2$   $P = 600,0 \text{ mm}$

$I_y = 66,7E+06 \text{ mm}^4$   $I_z = 16,7E+06 \text{ mm}^4$

— Materiál —

Katalog

**C24 - jehličnaté**

$E_{0,mean} = 11,00E+03 \text{ MPa}$   $G_{mean} = 690,0E+00 \text{ MPa}$

$\alpha_t = 5,000E-06 \text{ 1/K}$   $\gamma = 4,20 \text{ kN/m}^3$

Číselně

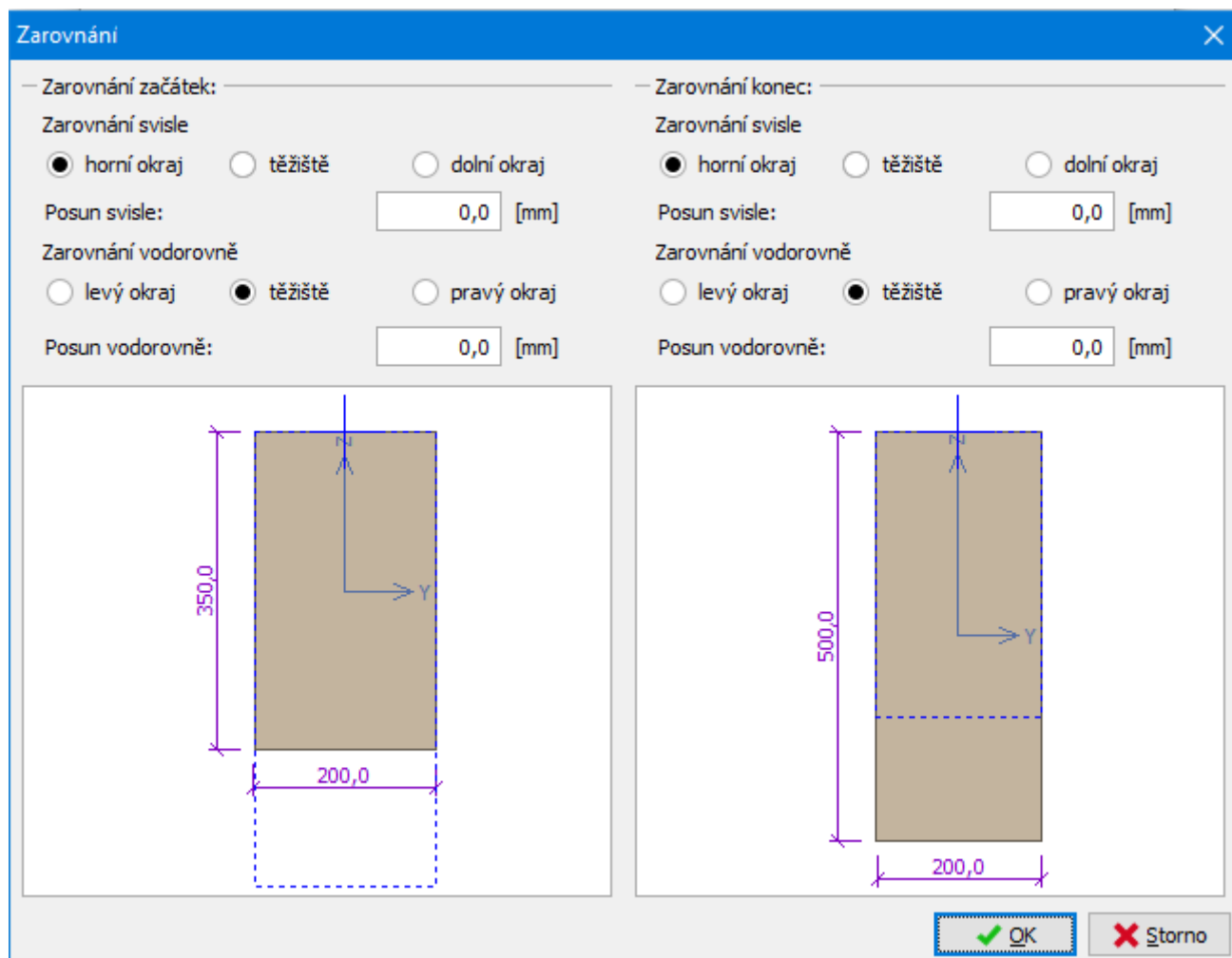
Načíst z konstrukce OK Storno

Okno "Editace profilu"

## Zarovnání

Toto okno slouží k posunu kresby hmoty dílce vůči zadávací přímce dílce. Tento posun slouží pouze ke zpřehlednění grafického modelu konstrukce, posun není nijak zohledněn formou excentricit v matici tuhosti.

Svislé zarovnání dílce lze zvolit vůči těžišti, horní či dolní hraně průřezu. Toto zarovnání může být navíc doplněno posunem. Shodný způsob zadávání je dostupný též pro zarovnání ve vodorovném směru (vztažnými body jsou těžiště a levý a pravý okraj průřezu). U dílců s proměnným průřezem se zadává zarovnání samostatně pro počátek a konec dílce.



Okno "Zarovnání" pro dílec s proměnným průřezem

## Nastavení kreslení

Dialogové okno **"Nastavení kreslení"** umožňuje nastavit, jakým způsobem bude konstrukce na pracovní ploše vykreslena. Okno obsahuje v horní části dvě záložky: **"Topologie a zatížení konstrukce"** a **"Výsledky"** (tato záložka není dostupná v režimech **"Topologie"** a **"Zatížení"** ovládacího stromečku). Dolní část je vyhrazena pro globální nastavení, která ovlivňují kresbu topologie konstrukce i výsledků:

### Zatížení, vnitřní síly a deformace pouze na vybraných dílcích

### U hodnot zatížení, vnitřních sil a deformací psát jednotky

### Korekce velikosti zobrazení zatížení, vnitřních sil a deformací

### Velikost popisu

### Velikost značek podpor a uložení

- pokud je tento přepínač zapnutý, program vykresluje zatížení, vnitřní síly a deformace pouze na vybraných prvcích (zvýrazněny zeleně na pracovní ploše).
- umožňuje vpsat jednotky u zadaných zatížení, spočítaných průběhů vnitřních sil a u reakcí vypisovat též jednotky
- program přizpůsobí velikost vykreslených veličin. Toto nastavení je vhodné v případech, kdy jsou vykreslené průběhy ve výchozím zobrazení špatně čitelné
- umožňuje měnit velikost písma, které je použito pro popisy (číslování, popis zatížení, průběhů)
- umožňuje měnit velikost značek, které zobrazují způsob podepření styčníků a způsob uložení dílců

## Topologie a zatížení konstrukce

Část **"Společné"** na této záložce obsahuje následující parametry:

### Globální souřadný systém

### Uživatelské souřadné systémy

### Kreslit mřížku

- zobrazí osový kříž s popisem os globálního souřadného systému
- zobrazí lokální souřadné systémy, které byly zadány uživatelem ve **"Vlastnostech styčnicku"** (pouze **"Fin 3D"**)
- zobrazí mřížku pro zachytávání v průběhu zadávání. Vlastnosti mřížky se zadávají v dialogovém okně **"Možnosti"**.

Další skupina nastavení se týká zobrazení styčníků a dílců:

### Číslování

- zobrazí čísla styčníků pro snadnější orientaci v konstrukci

**Značky****Podpory****Číslování****Lokální osy****Uložení dílců****Začátky dílců****Průřezy****Srovnat velikosti profilů (pouze Fin 2D)****Násobek velikosti (pouze Fin 2D)**

Umístěny zde jsou též nastavení týkající se zobrazení zatížení:

**Kreslit styčnickové zatížení****Kreslit dílcové zatížení****Srovnat velikosti silového zatížení****Šrafovat zatížení**

- zobrazí značky styčníků, které slouží k odlišení absolutních a relativních styčníků
- zobrazí způsob podepření jednotlivých styčníků
- zobrazí čísla dílců pro snadnější orientaci v konstrukci
- zobrazí lokální souřadné systémy dílců. Orientace lokálních os je důležitá například pro zadávání zatížení, které nepůsobí ve směru globálních os.
- zobrazí způsob uchycení dílce do styčnicku. Program používá značky pro kloubové a speciální (např. pružné) uložení. Vetknuté uložení není nijak zvýrazněno.
- šipkou je zvýrazněn začátek dílce. Tento údaj je potřebný při zadávání dalších entit (relativní styčnický, zatížení) na dílce.
- zobrazí zadaný průřez dílce sklopeným řezem (program "Fin 2D") či prostorovou hmotou (program "Fin 3D")
- program sjednotí velikost vykreslených sklopených průřezů. Toto nastavení je vhodné v případech, kdy se v konstrukci vyskytují dílce s rozdílnými průřezy (např. subtilní ocelové prvky a masivní dřevěné) a v základním náhledu nejsou některé průřezy rozpoznatelné.
- umožňuje zadat velikost součinitele, kterým je možné zvětšit/zmenšit zobrazené sklopené průřezy.

- zobrazí zatížení styčníků
- zobrazí zatížení dílců
- zapne neproporcionální zobrazení zatížení (všechna zatížení jsou vykreslena stejně velká). Toto zobrazení je vhodné v případech, kdy se v konstrukci vyskytují zatížení s velmi rozdílnými hodnotami zatížení a některá zatížení by nebyla viditelná.
- umožňuje vyplnit vykreslené liniové zatížení šrafy

**Nastavení kreslení**

Topologie a zatížení konstrukce **Výsledky**

— Společné —

☐ Globální souřadný systém ☐ Uživatelské souřadné systémy ☐ Kreslit mřížku

— Styčnický —

☐ Číslování ☒ Podpory ☐ Číslování ☐ Uložení dílců

☐ Značky ☐ Souřadné systémy ☐ Lokální osy ☐ Začátky dílců

☐ Průřezy

— Zatížení konstrukce —

☒ Kreslit styčnickové zatížení ☐ Kreslit popis ☐ Srovnat velikost silového zatížení

☒ Kreslit dílcové zatížení ☐ Kreslit popis ☒ Šrafovat zatížení

— Společné —

☐ Zatížení, vnitřní síly a deformace pouze na vybraných dílcích

☐ U hodnot zatížení, vnitřních sil a deformací psát jednotky

Korekce velikosti zobrazení zatížení, vnitřních sil a schematických deformací:

Velikost popisu:

Velikost značek podpor a uložení:

nejmenší výchozí největší

☒ OK ☐ Storno

Dialogové okno "Nastavení kreslení"

**Výsledky**

Tato záložka je dostupná pouze v režimu "Výsledků" (postprocesoru). Lze zde pomocí zaškrtačkových políček volit, jaké

veličiny budou vykresleny na pracovní ploše. U jednotlivých veličin lze zvolit způsob popisu:

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Bez popisu</b>       | • zobrazí pouze průběh bez hodnot veličin  |
| <b>Popisovat</b>        | • zobrazí průběh včetně hodnot v lokálních extrémech   |
| <b>Zvýraznit maxima</b> | • zobrazí průběh včetně hodnot v lokálních extrémech, prvek s globálním maximem bude zvýrazněn tučně |

Pro vnitřní síly si lze zvolit, zda se průběhy budou vztahovat k dílci či průřezu:

- |  |  |
|--|--|
| <b>Vnitřní síly kreslit po dílci</b>   | • Vnitřní síly jsou vykresleny dle lokálních os dílce (označené jako 2,3), bez ohledu na zadané natočení dílce. Gravitační zatížení u nosníků tedy vždy vyvozuje pouze ohybový moment $M_2$ . Tyto veličiny jsou vhodné pro získání údajů o globálním namáhání konstrukce.   |
| <b>Vnitřní síly kreslit po průřezu</b> | • vnitřní síly jsou vykresleny v lokálních osách průřezu (označeny y,z) a respektují tak úhel natočení průřezu. Gravitační zatížení u nosníku je rozloženo do dvou složek (například moment do $M_y$ a $M_z$ ), které odpovídají natočeným osám průřezu. Tyto veličiny lze využít pro detailní informace o namáhání konkrétního prvku. |

Deformace je možné kreslit v měřítku vůči velikosti konstrukce (způsob kreslení "**Násobek velikosti**") nebo tak, aby byly vždy ideálně viditelné (varianta "**Schematicky**").

Část "**Šrafování**" obsahuje následující volby:

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <b>Šrafovat vnitřní síly</b>     | • umožňuje vyšrafovat zobrazené průběhy  |
| <b>Tabelovat vnitřní síly</b>    | • vypíše hodnoty na průbězích vnitřních sil a momentů, které leží mezi extrémními hodnotami, je možné zadat maximální délku úseku mezi dvěma vypsávanými hodnotami   |
| <b>Způsob kreslení deformací</b> | • varianta " <b>Schematicky</b> " vykresluje deformace tak, aby byl přehledně zobrazen deformovaný tvar konstrukce, konkrétní hodnoty posunů a deformací nejsou respektovány. Varianta " <b>Násobek velikosti</b> " vykreslí deformace jako násobek spočítaných hodnot. Velikost násobku je možné zadat. |

Spodní část okna obsahuje nastavení, která jsou popsána v kapitole "**Nastavení kreslení**".



**Nastavení kreslení**

Topologie a zatížení konstrukce    **Výsledky**

— Vnitřní síly — [ Hromadné zadání ] —

Vnitřní síly kreslit po dílcích

☒ **N** - Normálová síla    Zvýraznit maxima

☒ **V<sub>3</sub>** - Posouvající síla    Zvýraznit maxima

☒ **M<sub>2</sub>** - Ohybový moment    Zvýraznit maxima

— Šrafování —

☒ Šrafovat vnitřní síly

☒ Tabelovat vnitřní síly a deformace

☐ Hodnoty v bodech tabulace

Maximální délka úseku: 0,250 [m]

☐ **Deformace**

Popis:   

☐  $w_y$     ☐  $w_z$     ☐  $\phi_x$

Kreslit: Schematicky

Násobek:

— Reakce —

☒ **F<sub>y</sub>**    ☒ **F<sub>z</sub>**    ☒ **M<sub>x</sub>**

Popis: Zvýraznit maxima

— Kontaktní napětí —

☐ **Kontaktní napětí 3**

— Společné —

☐ Zatížení, vnitřní síly a deformace pouze na vybraných dílcích

☐ U hodnot zatížení, vnitřních sil a deformací psát jednotky

Korekce velikosti zobrazení zatížení, vnitřních sil a schematických deformací:

Velikost popisu:

Velikost značek podpor a uložení:

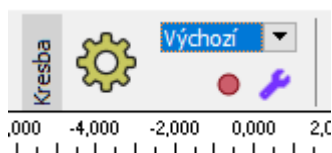
neimenší    výchozí    neivětší

☒ **OK**    ☐ **Storno**

Záložka "Výsledky"

## Správce pohledů

Způsob zobrazení konstrukce a seznam vykreslených průběhů je možné uložit pomocí "**Správce pohledů**" jako novou šablonu, kterou lze kdykoliv opětovně vyvolat. V rámci uložené šablony (pohledu) si program pamatuje parametry zobrazení z okna "**Nastavení kreslení**". Pro práci s uloženými pohledy slouží nástrojová lišta v záhlaví pracovní plochy.

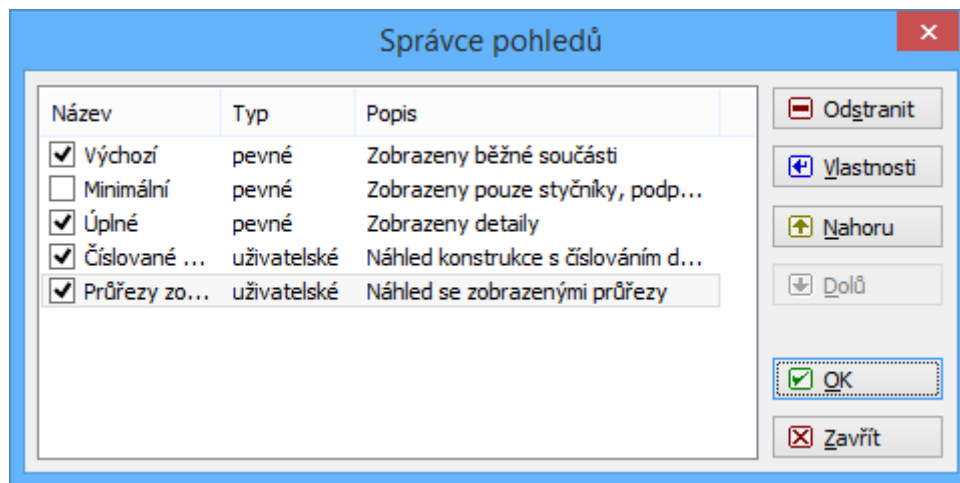


Lišta pro správu pohledů

Lišta obsahuje následující tlačítka:



- Uloží aktuální pohled
- Spustí dialogové okno "**Správce pohledů**". V tomto okně je možné upravovat seznam uložených pohledů (přejmenovávat, mazat).



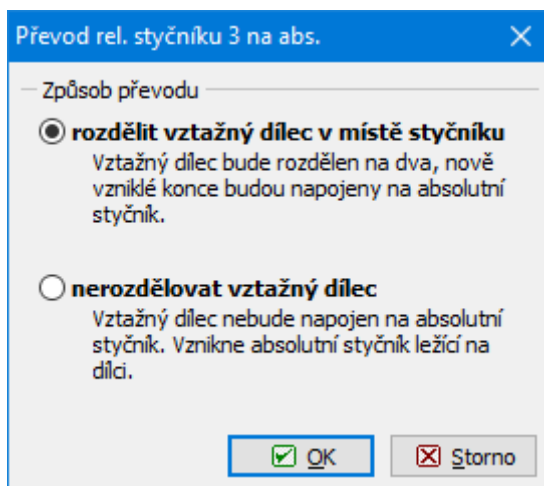
Dialogové okno "Správce pohledů"

## Převod relativního styčnicku na absolutní

Tato funkce slouží k převodu relativního styčnicku na absolutní. Převodem z relativního styčnicku na absolutní získáme například možnost měnit libovolně polohu daného styčnicku, neboť relativní styčnick je pevně svázan se vztažným dílcem a může být tak narozdíl od absolutního styčnicku umístěn pouze v jeho přísmce. Tento nástroj se aktivuje po přepnutí ovládacího stromečku do režimu "**Styčnický**" "**Převést na abs.**". Poté již je možné převádět relativní styčnick kliknutím na pracovní ploše. Po kliknutí na relativní styčnick se objeví okno, kde je možné zvolit, zda se má rozdělit vztažný dílec či nikoliv.

Při výběru varianty "**Rozdělit vztažný dílec v místě styčnicku**" se vztažný dílec rozdělí v místě styčnicku na dva samostatné dílce, které jsou do styčnicku připojeny.

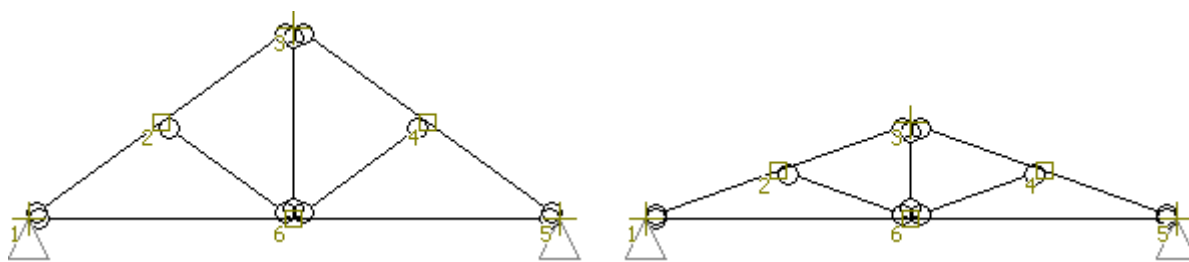
Pokud je vybrána varianta "**Neroddělovat vztažný dílec**", vztažný dílec zůstane v celku a styčnick se od něj odpojí. Zanikne tak vazba mezi styčnickem a dílcem, konstrukce je pak v tomto místě nespojitá.



Okno "Převod relativního styčnicku na absolutní"

Možnosti této funkce jsou ukázány na jednoduchém příkladu sedlového vazníku:

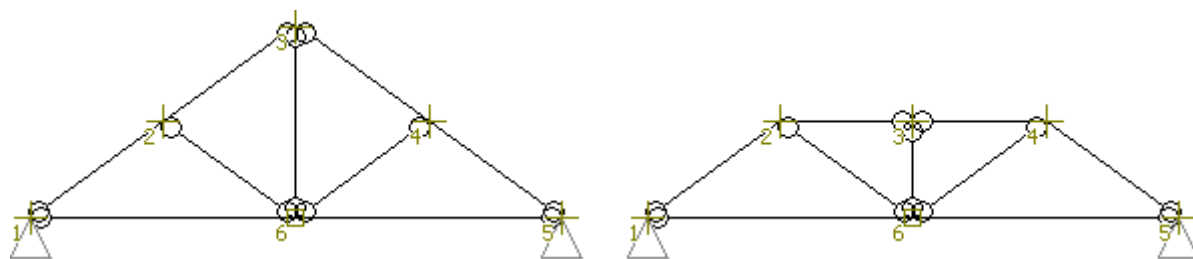
V prvním případě jsou styčnický 2 a 4 na horních pásech vazníků modelovány jako relativní. Při snížení souřadnice Z vrcholového styčnicku 3 na polovinu se změní sklon připojených horních pásů a díky tomu též poloha relativních styčnicků 2 a 4. Vazník zůstává sedlový.



Úprava vazníku s relativními styčnický

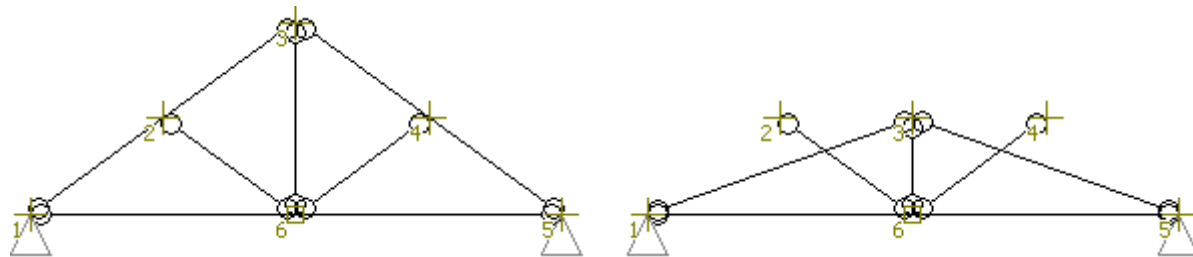
U druhé ukázký byly styčnický 2 a 4 převedeny na absolutní, vztažné dílce byly rozděleny (volba "**Rozdělit vztažný dílec v**

**místě styčníku**). Při změně výšky vrcholového styčníku se poloha styčníků 2 a 4 nemění, vzniká lichoběžníkový vazník.



*Konstrukce s absolutními styčníky a rozdělenými vztažnými dílci*

Poslední případ ukazuje variantu, kdy styčníky 2 a 4 jsou převedeny na absolutní, avšak byla zvolena možnost **"Nerozdělovat vztažný dílec"**. Po úpravě se změní sklon horních pásů stejně jako v prvním případě, avšak poloha styčníků 2 a 4 zůstává nezměněná. Původní vnitřní diagonály již nejsou propojeny s horními pásy.



*Konstrukce s absolutními styčníky bez napojení na původní vztažné dílce*

## Editor průřezu

Toto dialogové okno slouží k zadávání a úpravě průřezu prvku. V horní části si lze vybrat jeden z přednastavených tvarů (nabídka se liší pro jednotlivé materiály a typy průřezů), samotné rozměry či druh profilu se zadávají v tabulce v levé části. Rozměry odpovídají kótám, které jsou vykresleny v náhledu průřezu v pravé části dialogového okna. Pro usnadnění pozdější identifikace průřezu v konstrukci je možné průřez pojmenovat.

Tlačítko **"Informace"** v levém dolním rohu umožňuje zobrazení podrobných charakteristik průřezu.

Editor průřezu - Konstrukční ocel, celistvý svařovaný

I

C

L

O

□

T

Π

+

II

Popis průřezu

název	I-průřez 150x300
poznámka	

Rozměry průřezu

výška průřezu	h =	300,0 mm
šířka horní pásnice	b <sub>ft</sub> =	150,0 mm
šířka spodní pásnice	b <sub>fb</sub> =	150,0 mm
tloušťka stojiny	t <sub>w</sub> =	12,0 mm
tloušťka horní pásnice	t <sub>ft</sub> =	15,0 mm
tloušťka spodní pásnice	t <sub>fb</sub> =	15,0 mm

Informace

OK

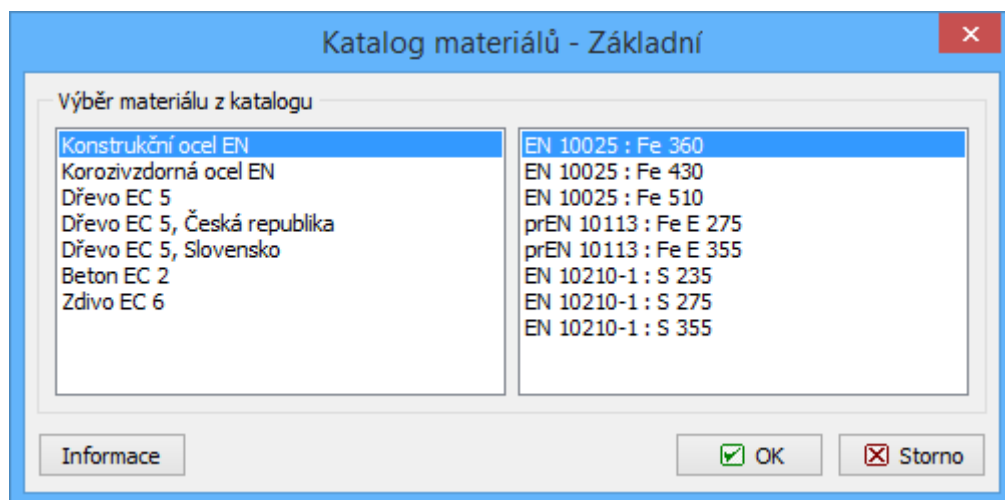
Storno

*Okno "Editor průřezu"*

## Katalog materiálů

Toto dialogové okno umožňuje vybrat materiál posuzovaného prvku. V levém sloupci se vybírá druh materiálu (ocel, beton, dřevo, zdivo), v pravé části pak pevnostní třídy uvedené v příslušných normách.

Tlačítkem "Informace" lze zobrazit materiálové charakteristiky pro vybranou třídu.



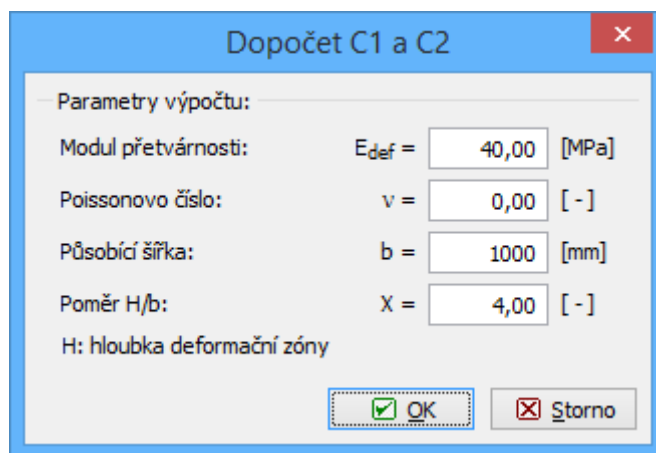
Okno "Katalog materiálů"

## Dopočet C1 a C2

V tomto dialogovém okně lze provést dopočet konstant  $C_1$  a  $C_2$  z následujících veličin:

- Modul přetvárnosti**
  - modul deformace. Jedná se o vlastnost podloží (zeminy), lze získat ze zkoušek zeminy.
- Poissonovo číslo**
  - bezrozměrné číslo z intervalu  $(0;0,5)$ . Jedná se o vlastnost podloží (zeminy).
- Působící šířka**
  - šířka, kterou působí prvek na podloží. Ve většině případů je tato hodnota rovna šířce prvku, v případě dodatečných roznášecích konstrukcí lze zadat i jiný rozměr.
- Poměr H/b**
  - poměr mezi hloubkou deformační zóny a působící šířkou prvku. Hloubka deformační zóny udává, jak hluboko v podloží se projevuje deformace od zatížení nosníkem. Běžné hodnoty tohoto poměru se pohybují mezi 1,5 a 5,0.

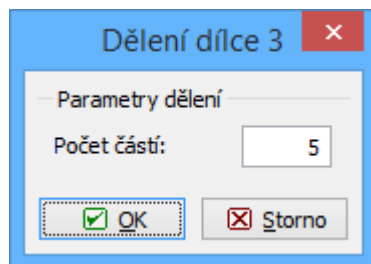
Více o výpočtu Winkler-Pasternakových konstant lze nalézt v teoretické části nápovědy v kapitole "**Model podloží**".



Dialogové okno "Dopočet C1 a C2"

## Dělit

Tento nástroj slouží k rovnoměrnému rozdělení délky dílce relativními styčníky. Vložené relativní styčníky lze využít například při zadávání bodových zatížení do styčníků (je možné použít hromadné vkládání zatížení na vybrané styčníky) nebo pro připojení dalších dílců. Po přepnutí stromečku do režimu "**Dílce**" "**Dělit**" se zobrazí okno "**Dělení dílce**". V tomto okně lze zadat počet částí, na které se dílec rozdělí. Počet vložených relativních styčníků je vždy o jeden menší než počet zadaných částí.



Okno pro zadání počtu částí dílce

Po potvrzení zadaného počtu částí tlačítkem **"OK"** se na dílec rovnoměrně vloží relativní styčníky.

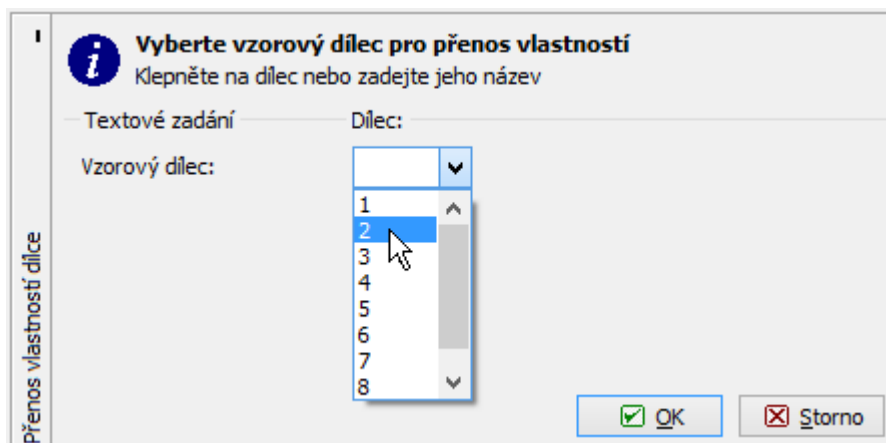


Dílec před a po použití nástroje "Dělit"

Pokud je nutné dílec rozdělit na více samostatných dílců (například z důvodu různých profilů v jednotlivých částech), je třeba využít navíc nástroj **"Převod relativního styčníku na absolutní"**. Vložené relativní styčníky se tímto nástrojem převedou na absolutní a dojde tak k rozdělení původního dílce na více prvků.

## Přenést vlastnosti

Tento nástroj slouží k přepokopování vlastností vzorového dílce vybraným dílcům. Základním předpokladem je, že v konstrukci je minimálně jeden vybraný dílec (zvýrazněn zelenou barvou na pracovní ploše). Po přepnutí stromečku do režimu **"Dílec"** **"Vybrané"** **"Přenést vlastnosti"** se zobrazí okno, v kterém je možné vybrat vzorový dílec. Vlastnosti tohoto dílce bude možné přepokopovat na vybrané dílce. Výběr potvrdíme tlačítkem **"OK"**. Výběr vzorového dílce je možné provést i graficky kurzorem přímo na pracovní ploše.



Výběr vzorového dílce v zadávacím rámu

V následujícím okně si lze vybrat, jaké vlastnosti budou přeneseny vybraným dílcům. Od vzorového dílce lze přenést průřez a materiál, způsob uložení konců a zatížení zadané ve všech či pouze v aktuálním zatěžovacím stavu.

**Přenos vlastností na vybrané dílce**

Informace o výběru:  
 Počet vybraných dílců: **3**      Vzorový dílec: **1**

Profil dílce:  
☒ Průřez a materiál      **Pi-průřez, S10 (C24) - jehličnaté**  
☐ Natočení průřezu      0,00 °

Typ dílce:  
☒ Typ dílce      **nosník - v tahu i tlaku**

Uložení konců dílce:  
☐ Uložení na začátku      N : pevné      V<sub>z</sub> : pevné      M<sub>y</sub> : volné  
☐ Uložení na konci      N : pevné      V<sub>z</sub> : pevné      M<sub>y</sub> : volné

Vliv smyku v průřezu:  
☐ Vliv smyku      Dílec bez vlivu smyku

Zatížení dílce:  
☒ Zatížení      ☐ Aktuální zatěžovací stav  
    ☒ Všechny zatěžovací stavy  
    ☐ Ponechat původní zatížení

☒ OK      ☐ Storno

Dialogové okno "Přenos vlastností dílce"

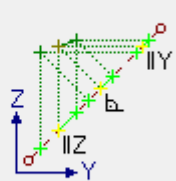
## Zarovnat

Tento nástroj slouží k zarovnání konstrukčních prvků do zadané přímky. Zarovnávat lze styčníky, dílce či vybrané části konstrukce. K dispozici jsou tři základní režimy: zarovnání styčníku, zarovnání dílce a zarovnání vybraných styčníků a dílců. Režim se volí v úvodním dialogovém okně "**Úpravy topologie - zarovnat**", které se objeví po vybrání nástroje v ovládacím stromě programu.

**Úpravy topologie - zarovnat**

Zarovnat      Náhled

☐ styčník  
☐ dílec  
☒ vybrané styčníky a dílce



☒ OK      ☐ Storno

Volba režimu úlohy

## Výběr prvků

Pokud je zvolen režim úpravy, následuje v dalším kroku volba zarovnávací přímky. Přímka je určena dvěma libovolnými body, které na ní leží. Body lze zadat buď pomocí souřadnic v globálním souřadném systému nebo výběrem již existujících styčníků v konstrukci. Výběr je možné provést z rozbalovacího seznamu nebo přímo kliknutím na pracovní plochu.

Výběr styčnicku pro definici zarovnávací úsečky

Obdobně se po zadání zarovnávací přímky vybere zarovnávaný styčnick resp. dílec.

### Parametry zarovnání

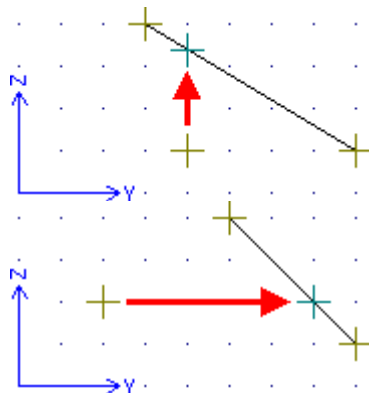
Následující dialogové okno umožňuje upravit polohu zarovnávací přímky změnou souřadnic a též určit způsob zarovnání objektů.

Okno s vlastnostmi zarovnání

Pro styčnick jsou dostupné následující způsoby zarovnání:

**Zarovnat na přímku se zachováním Y souřadnice**

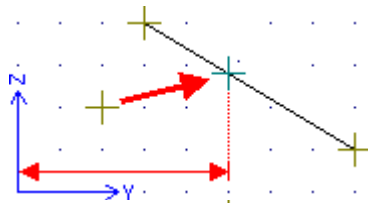
**Zarovnat na přímku se zachováním Z souřadnice**



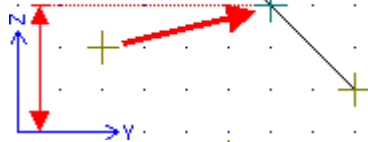
- Zarovná styčnick do bodu, který leží na zarovnávací přímce a jehož Y souřadnice (souřadnice měřená ve vodorovném směru) je totožná s Y souřadnicí původní polohy styčnicku
- Zarovná styčnick do bodu, který leží na zarovnávací přímce a jehož Z souřadnice (souřadnice měřená ve svislém směru) je totožná s Z souřadnicí původní polohy styčnicku



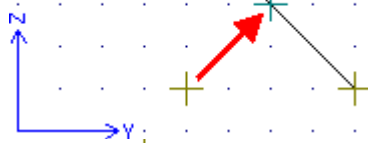
### Zarovnat na přímku se zadáním Y souřadnice



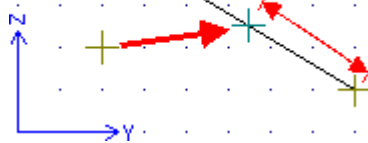
### Zarovnat na přímku se zadáním Z souřadnice



### Zarovnat na přímku pomocí kolmice vedené styčným

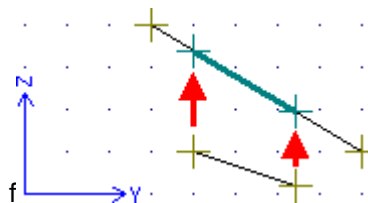


### Zarovnat na přímku v zadané vzdálenosti od prvního bodu

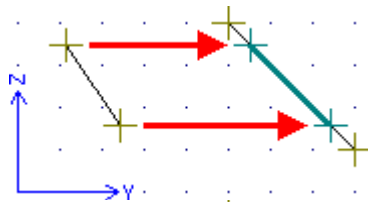


Pro dílce a vybrané prvky jsou k dispozici následující režimy:

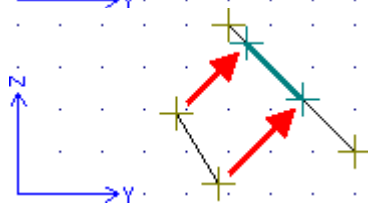
### Zarovnat na přímku se zachováním Y souřadnice



### Zarovnat na přímku se zachováním Z souřadnice



### Zarovnat na přímku pomocí kolmice vedené styčným



- Zarovná styčným do bodu, který leží na zarovnávací přímce a jehož Y souřadnice (souřadnice měřená ve vodorovném směru) je zadána uživatelem v dialogovém okně
- Zarovná styčným do bodu, který leží na zarovnávací přímce a jehož Z souřadnice (souřadnice měřená ve svislém směru) je zadána uživatelem v dialogovém okně
- Zarovná styčným do průsečíku zarovnávací úsečky a kolmice, která je vztyčena z původní pozice styčného.
- Zarovná na přímku do místa, které je dáno vzdáleností od prvního bodu definující zarovnávací přímku. Vzdálenost může být určena jako absolutní hodnota v metrech nebo jako poměrná hodnota ze vzdálenosti mezi body, které definují zarovnávací přímku.

- Zarovná počáteční a koncový styčným dílce (respektive vybrané styčnými a/nebo koncové styčnými vybraných dílců) do bodů, které leží na zarovnávací přímce a jejichž Y souřadnice (souřadnice měřená ve vodorovném směru) jsou totožné s Y souřadnicemi původních styčných
- Zarovná počáteční a koncový styčným dílce (respektive vybrané styčnými a/nebo koncové styčnými vybraných dílců) do bodů, které leží na zarovnávací přímce a jejichž Z souřadnice (souřadnice měřená ve svislém směru) jsou totožné s Z souřadnicemi původních styčných
- Zarovná počáteční a koncový styčným dílce (respektive vybrané styčnými a/nebo koncové styčnými vybraných dílců) do průsečíků zarovnávací úsečky a kolmic, které jsou vztyčeny z původních pozic styčných.

## Zatížení

Tato část ovládacího stroměčku obsahuje možnost zadávat a upravovat zatížení na konstrukci. Jako zatížení lze zadat:

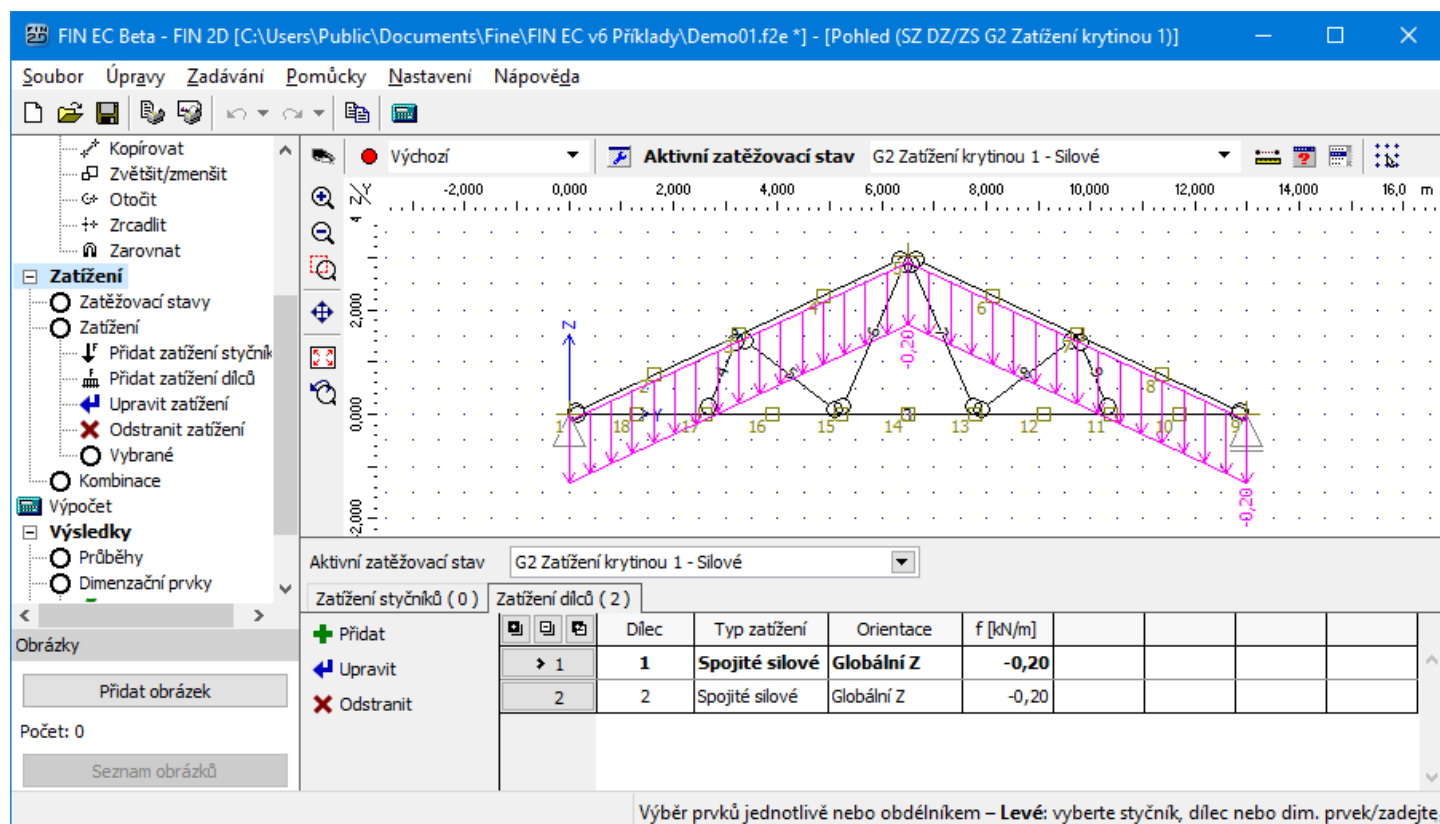
- **Silové zatížení a zatížení ohybovými momenty** - základní typ zatížení, možné zadávat liniová i bodová zatížení
- **Pokles (deformace) podpor** - možnost zadat zatížení konstrukce formou deformace podpor. Tento typ zatížení je možné vkládat pouze v místech podepření konstrukce, zatěžovací stav musí mít zvolen kód "**Deformační**".
- **Ohřátí či ochlazení konstrukce** - zatížení dílců rovnoměrnou nebo nerovnoměrnou změnou teplot. Možné zadat pouze v zatěžovacích stavech s kódem "**Teplotní**".

Zadávání zatížení je v ovládacím stroměčku dále členěno do následujících částí:

- **Zatěžovací stavy** - v této části se zadává seznam a vlastnosti zatěžovacích stavů
- **Zatížení** - tato část slouží k samotnému zadávání zatížení do předem definovaných zatěžovacích stavů
- **Kombinace** - v této části se pomocí kombinací určuje vzájemné spolupůsobení jednotlivých zatěžovacích stavů

Zadávací rám v tomto režimu obsahuje rozbalovací seznam "**Aktivní zatěžovací stav**", ve kterém lze zvolit zatěžovací stav, který se vykresluje na pracovní ploše a který lze upravovat. Shodný rozbalovací seznam je též umístěn v záhlaví pracovní plochy. Seznam dostupných zatěžovacích stavů musí být definován v části "**Zatěžovací stavy**". Dále zadávací rám obsahuje tabulky se seznamy styčkových a dílcových zatížení, která jsou v aktivním zatěžovacím stavu obsažena.

Přidávání a úprava těchto zatížení jsou popsány v části "**Zatížení**", využít lze například odpovídající příkazy v ovládacím stroměčku nebo v kontextovém menu na pracovní ploše.



Režim "Zatížení" ovládacího stroměčku

## Zatěžovací stavy

Zatěžovací stavy jsou určeny pro sloučení takových dílcových a styčnickových zatížení, která mají shodný charakter s ohledem na požadavky normy, působí zároveň a jsou neoddělitelná. Jako jednotlivé zatěžovací stavy můžeme tedy považovat například vlastní tíhu konstrukce či zatížení sněhem na konstrukci. Naopak v jednom zatěžovacím stavu se nemohou vyskytnout zatížení, která mají dle normy jiné vlastnosti (například proměnná a stálá zatížení).

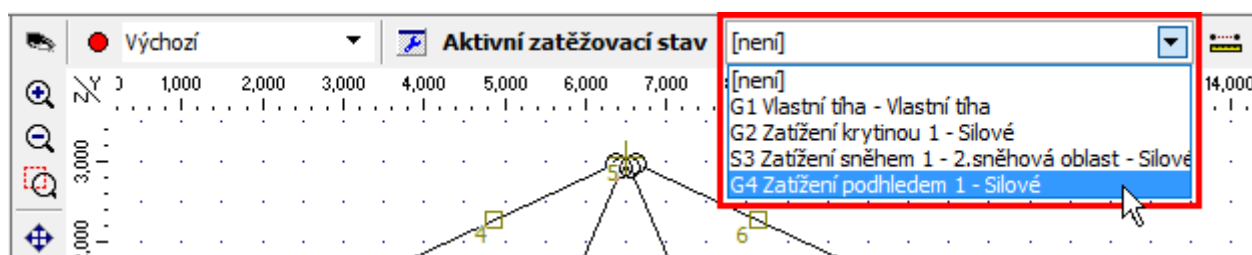
V této části programu lze zadat či upravit seznam zatěžovacích stavů, které se v konstrukci vyskytnou. Seznam se vytváří v zadávacím rámu v dolní části okna. Pro práci se zatěžovacími stavy jsou k dispozici tlačítka "**Přidat**", "**Upravit**" a "**Odstranit**" v nástrojové liště nalevo od tabulky zatěžovacích stavů.

	Číslo	Název	Kód	Typ	Kategorie	Součinitel zatížení					
						$\gamma_{f,Sup}$	$\gamma_{f,Inf}$	$\xi$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
1	G1 Vlastní tíha	Vlastní tíha	Stálé		[standardní zadání]	1,35	0,90	0,85			
2	G2 Zatížení krytinou 1 - Silové	Silové	Stálé		[standardní zadání]	1,35	0,90	0,85			
3	S3 Zatížení sněhem 1 - Silové	Proměnné krátkodobé : Zatížení sněhem - ostat				1,50			0,50	0,20	0,00
4	G4 Zatížení podhledem 1 - Silové	Silové	Stálé		[standardní zadání]	1,35	0,90	0,85			

Vkládání nového zatěžovacího stavu

Zadávání a úprava vlastností zatěžovacích stavů probíhá v okně "**Vlastnosti zatěžovacího stavu**". V tomto dialogovém okně lze zadat název zatěžovacího stavu, typ, délku trvání a též potřebné kombinační součinitele. Do takto zadanych zatěžovacích stavů lze vkládat jednotlivá zatížení. Postup je popsán v kapitole popisující část "**Zatížení**" ovládacího stroměčku.

Pokud má být zatížení zadane v určitém zatěžovacím stavu vykresleno na pracovní ploše, musí být daný zatěžovací stav nastaven jako aktivní. To lze provést výběrem v rozbalovacím seznamu v záhlaví pracovní plochy.



## Výběr aktivního zatěžovacího stavu

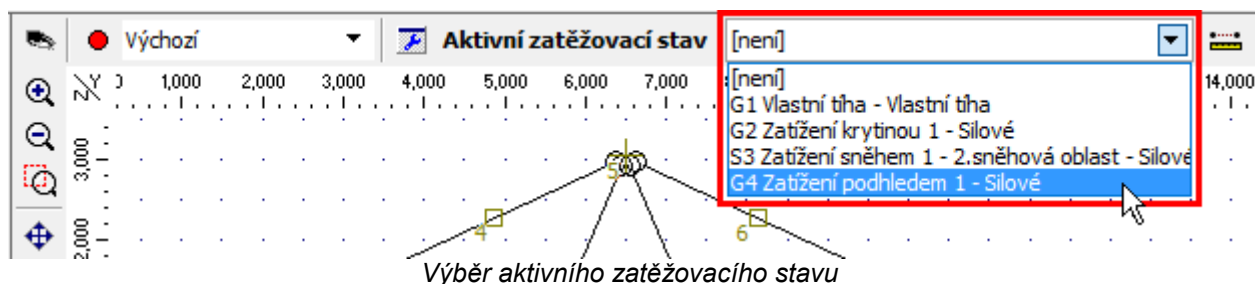
Seznam zatěžovacích stavů a kombinací je možné vyměňovat mezi projekty pomocí šablon s příponou \*.flc. Nástroje pro vytvoření a opětovné načtení šablony jsou umístěny v hlavním menu v části **"Pomůcky" - "Zatěžovací stavy a kombinace"**.

Problematika zatěžovacích stavů je popsána též v teoretické části nápovědy v kapitole **"Zatěžovací stavy"**.

## Zatížení

Tato část slouží k zadání zatížení na konstrukci. Zatížení lze přiřazovat jak dílcům tak styčnickům. Může se jednat o silová zatížení a momenty (v zatěžovacích stavech s kódem **"silový"**), rovnoměrné či nerovnoměrné teplotní zatížení dílce (zatěžovací stavy s kódem **"teplotní"**) nebo poklesy podpor (zatěžovací stavy s kódem **"deformační"**). Zatížení v této části je přiřazeno konkrétnímu prvku (styčníku či dílci), při změně polohy prvku tedy dochází i ke změně polohy zatížení, při smazání prvku je odstraněno i zatížení. Zatížení se vždy vkládá do zatěžovacího stavu, který je zvolen v rozbalovacím seznamu v záhlaví pracovní plochy. Do zatěžovacího stavu s kódem **"Vlastní tíha"** nelze žádné zatížení vkládat, neboť se jedná o zatěžovací stav s automaticky generovaným zatížením od vlastní tíhy konstrukce.

Více informací o zatížení [zde](#).

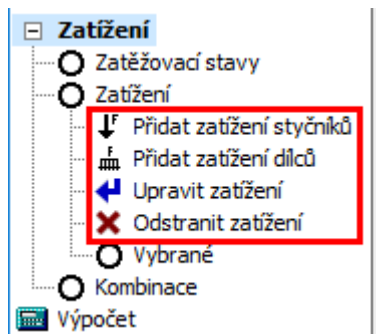


V režimu **"Zatížení"** ovládacího stromečku je rozbalovací seznam **"Aktivní zatěžovací stav"** umístěn též v záhlaví zadávacího rámu ve spodní části okna.

Zatížení lze do konstrukce vkládat (a následně upravovat či mazat) dvěma základními způsoby: graficky na pracovní ploše nebo numericky pomocí tabulky zatížení v dolní části okna programu.

## Grafický režim

Zatížení lze vkládat/upravovat/mazat graficky kliknutím na styčník či dílec na pracovní ploše. Ovládací stromeček musí být nastaven v odpovídajícím režimu zadávání.

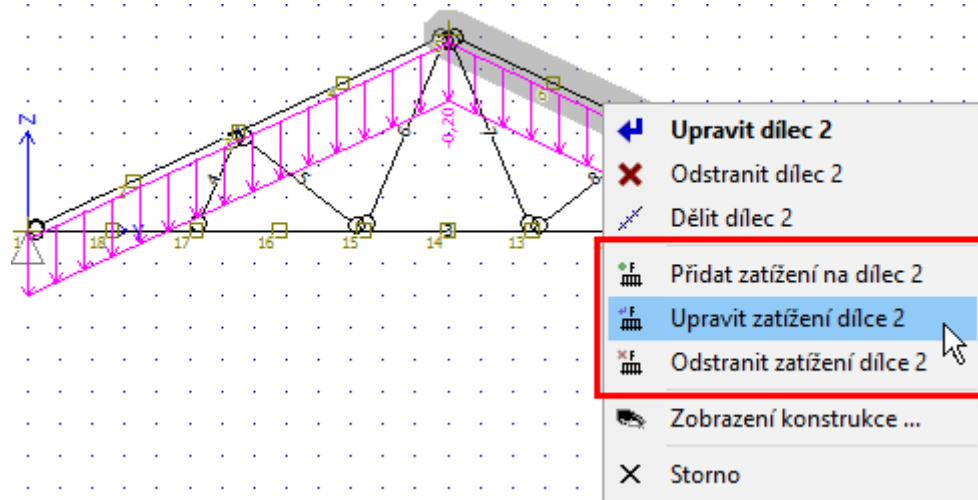


Výběr režimu pro grafické zadávání zatížení

Při grafickém zadávání zatížení se nejprve zobrazí dialogové okno **"Prototyp zatížení styčnicku/dílce"**, ve kterém je třeba zadat typ a velikost zatížení, které bude jednotlivým prvkům přiřazeno. Po potvrzení tohoto okna tlačítkem **"OK"** lze již kurzorem volit jednotlivé styčníky či dílce, kterým bude přiřazeno zatížení z prototypu. Vlastnosti prototypu lze kdykoliv v průběhu zadávání měnit.

Pokud je třeba změnit parametry libovolného zatížení, je třeba přepnout zadávací stromeček do režimu **"Upravit zatížení"**. Poté se kliknutím na potřebný styčník či dílec vyvolá dialogové okno **"Vlastnosti zatížení styčnicku"** respektive **"Vlastnosti zatížení dílce"**. V tomto okně lze změnit velikost zadaného zatížení.

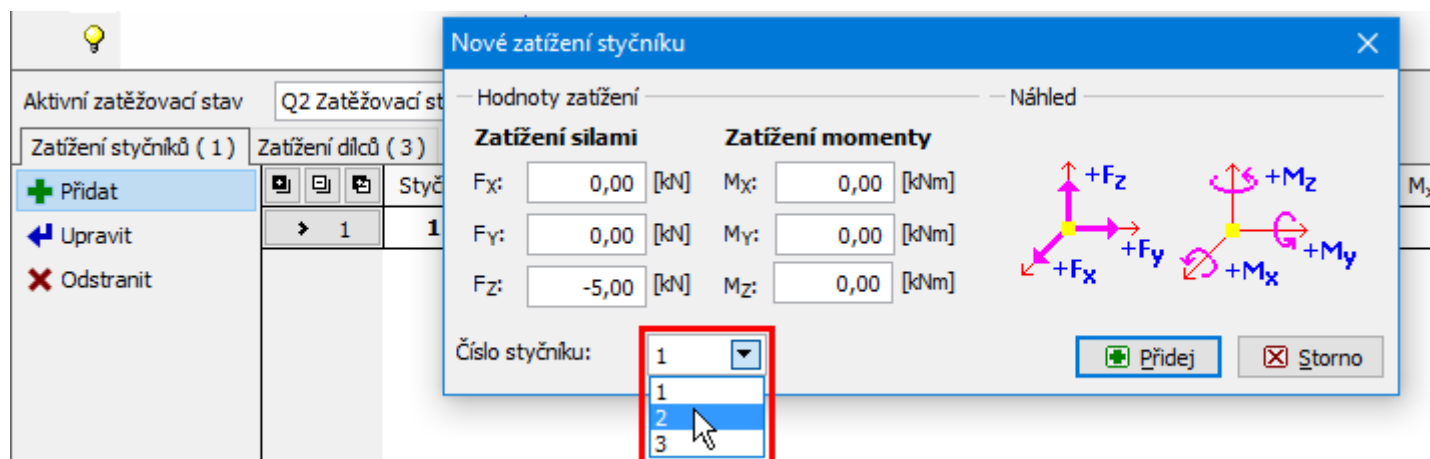
Alternativním postupem k příkazům na ovládacím stromečku jsou nástroje v místních nabídkách styčnicků a dílců. Pomocí těchto nástrojů lze provádět operace se zatížením i v části **"Topologie"** ovládacího stromečku. Místní nabídku pro daný styčník či dílec lze vyvolat kliknutím pravým tlačítkem myši na dílec.



Nástroje pro práci se zatížením v místní nabídce pro dílec

## Práce s tabulkami zatížení

Zatížení styčníků a dílců je možné vkládat též pomocí tabulek zatížení, které se zobrazují ve spodní části v programu, pokud je zadávací stromček nastaven v režimu "**Zatížení**". Pro práci se zatížením jsou k dispozici nástroje "**Přidat**", "**Upravit**" a "**Odstranit**" v nástrojové liště na levé straně příslušné tabulky. Při vkládání nového zatížení se v okně "**Nové zatížení styčnicku**" respektive "**Nové zatížení dílce**" zadává nejenom velikost zatížení, ale též číslo styčnicku či dílce, kterému bude zatížení přiřazeno. Vložení zatížení do konstrukce se provede tlačítkem "**Přidej**". Po dokončení zadávání zatížení se okno ukončí tlačítkem "**Storno**".

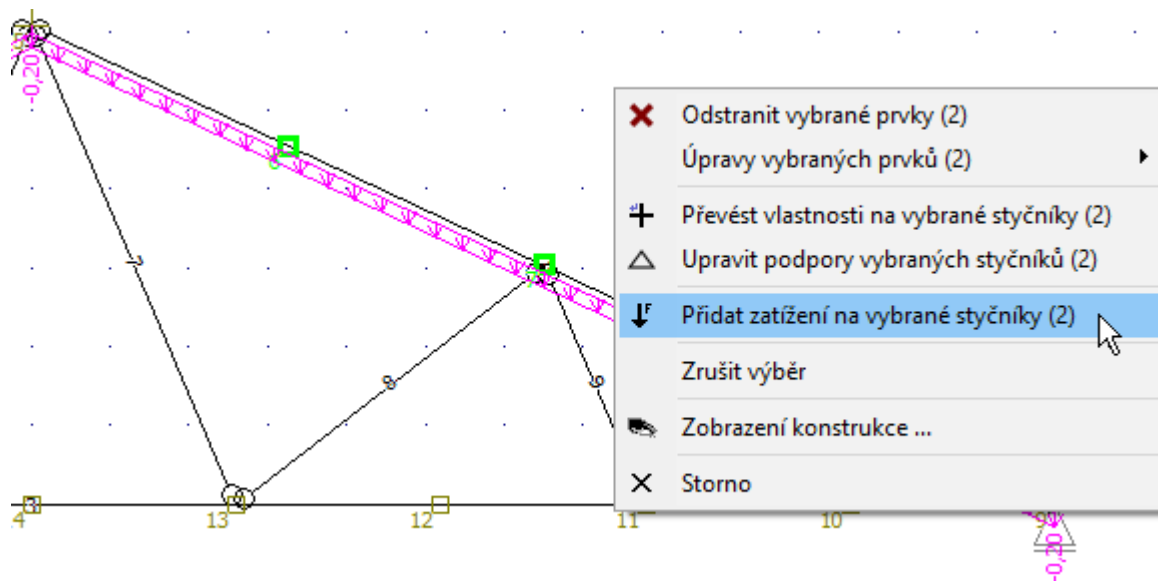


Výběr čísla styčnicku při zadávání zatížení

Pokud je třeba upravit zatížení v tabulce, lze okno pro úpravu zatížení styčnicku vyvolat dvojklikem na řádek s příslušným zatížením. Alternativně stačí jednoduché kliknutí na řádek (zatížení se stane aktivní a zvýrazní se tučným písmem) a následně tlačítko "**Upravit**".

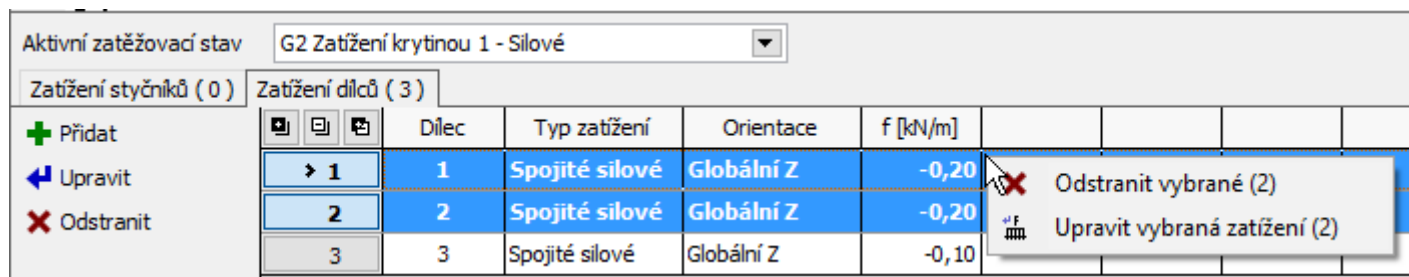
## Hromadné zadávání a úpravy zatížení

Program umožňuje též hromadné zadávání a úpravy zatížení. Pokud jsou v konstrukci vybrány některé styčnicku či dílce (zvýrazněné zelenou barvou na pracovní ploše), je možné na pracovní ploše pravým tlačítkem myši vyvolat místní nabídku, která obsahuje nástroje pro hromadnou manipulaci se zatížením. Je možné přidávat nové zatížení na vybrané prvky, upravovat zatížení, která mají shodnou velikost, či zatížení mazat.



Vložení zatížení na vybrané styčníky

Obdobně lze upravovat či mazat vybraná zatížení v tabulkách zatížení styčnicků a dílců v zadávacím rámu (ovládací stromček musí být v režimu "**Zatížení**"). Pro vybraná zatížení je možné v tabulce vyvolat pravým tlačítkem myši místní nabídku s odpovídajícími příkazy.



Místní nabídka pro hromadnou úpravu zatížení v tabulce

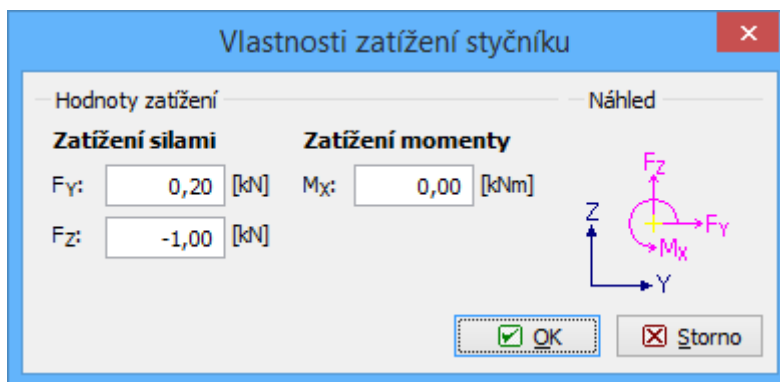
Hodnoty všech či pouze vybraných zatížení lze též upravit hromadně vynásobením jedním součinitelem. Takto lze například snadno zohlednit změnu zatěžovací šířky prvku. Tato úprava je dostupná v hlavním menu v části "**Pomůcky**" - "**Zatížení**". Úprava může být provedena pro aktivní, vybrané či všechny zatěžovací stavy.

## Vlastnosti zatížení styčníku

Toto okno umožňuje zadat či upravit hodnoty zatížení styčníku. Zadávané veličiny se liší dle kódu **zatěžovacího stavu**, do kterého se zatížení vkládá.

V zatěžovacích stavech s kódem "**silové**" lze vkládat zatížení silami a ohybovým momentem. Zadávání sil na styčník se provádí samostatně pro směr Y a Z (souřadné osy globálního **souřadného systému**). Znaménková konvence pro zadávání je zobrazena na náhledu v pravé části okna.

V zatěžovacích stavech s kódem "**deformační**" je možné zadávat pouze zatížení poklesem (natočením) podpory. Z tohoto důvodu je možné v těchto zatěžovacích stavech zadávat zatížení pouze na styčníky s podporou.



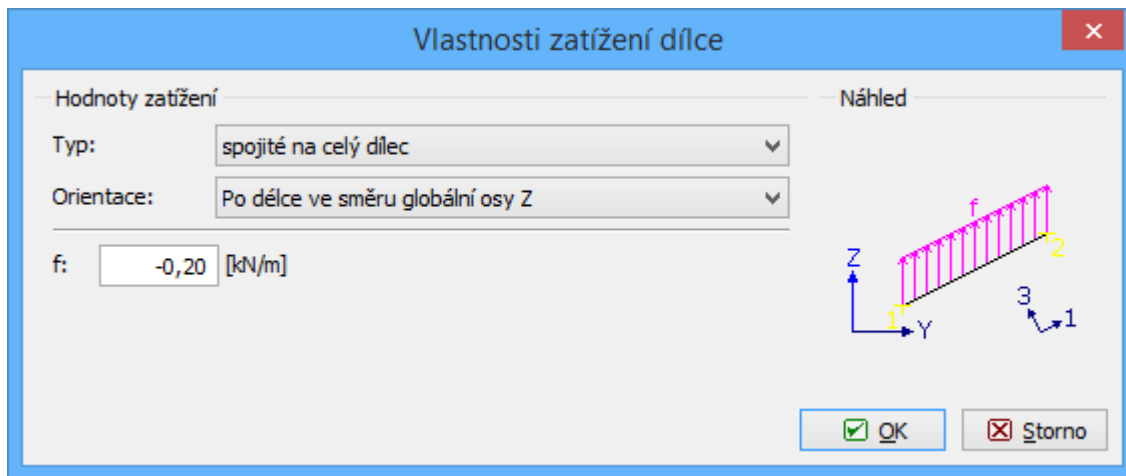
Dialogové okno "vlastnosti zatížení styčníku"

## Vlastnosti zatížení dílce

Toto okno umožňuje zadat či upravit hodnoty zatížení dílce. Možnosti zadávání se liší dle kódu **zatěžovacího stavu**, do kterého se zatížení vkládá.

V zatěžovacích stavech s kódem "**silové**" lze vkládat zatížení silami a ohybovými momenty. Do zatěžovacích stavů s kódem "**teplotní**" je možné zadávat zatížení rovnoměrným či nerovnoměrným oteplením/ochlazením. V okně se volí typ zatížení (například spojitě na celou délku apod.), směr, kterým zatížení působí (ve směru globálních či lokálních os) a samotná velikost zatížení.

Na pravé straně dialogového okna je schématický náčrtek působení zatížení.



Dialogové okno "Vlastnosti zatížení dílce"

Programem jsou podporovány následující typy zatížení:

### Osamělá síla

Typ "**Osamělá síla**" představuje zatížení osamělým břemenem, které působí v libovolném bodě vztažného dílce. Zatížení tak může například představovat zatížení od připojeného trámu apod. Nezbytnými údaji pro zadání zatížení je velikost zatížení, orientace a poloha na dílci.



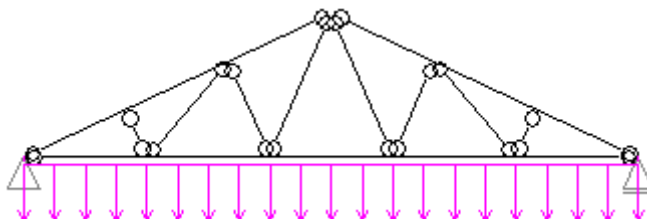
Osamělé břemeno uprostřed prostého nosníku

### Osamělý moment

Osamělý moment má podobný charakter jako osamělá síla, avšak dílec je zatížen místo silou ohybovým momentem.

### Spojitě na celý dílec

Tento typ reprezentuje taková silová zatížení, která působí konstantní velikostí po celé délce prutu (dílce). Jedná se o nejčastější typ zatížení. Při zadávání tohoto typu je nutné specifikovat velikost zatížení a směr působení.

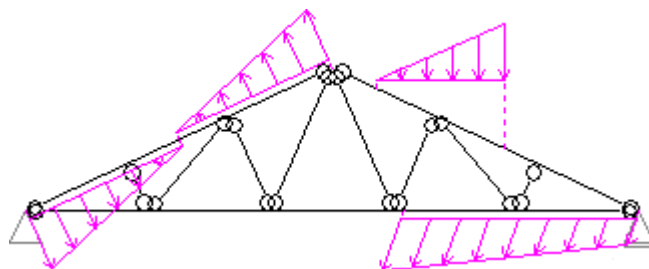


Spojitě zatížení na dolní pás vazníku

### Lichoběžník na část dílce

Pomocí tohoto typu lze zadat téměř libovolné spojitě zatížení působící na dílec. Velikost zatížení je charakterizována hodnotami na začátku a konci úseku, lze tedy vytvořit zatížení rovnoměrné, trojúhelníkové či lichoběžníkové. Poloha zatížení je určena délkou úseku a vzdáleností začátku úseku od počátku dílce.





Možnosti použití zatížení "Lichoběžník na část dílce"

## Orientace silových zatížení

Při zadávání silových zatížení program nabízí více variant orientace (směru působení) zatížení:

- po délce ve směru lokální osy 1**
  - Zatížení bude působit vždy ve směru osy dílce, nezávisle na sklonu dílce.
- po délce ve směru lokální osy 2**
  - Zatížení bude působit v rovině, která obsahuje vztáhný dílec a jejíž směřnice je ve svislé rovině. Úhel  $\alpha$  (odklon působící síly od osy dílce) lze měnit a zadat tak zatížení působící pod obecným úhlem vůči ose dílce.
- po délce ve směru lokální osy 3**
  - Zatížení bude působit ve svislé rovině, která obsahuje též samotný dílec. Zadávat tak lze například zatížení větrem na konstrukci. Úhel  $\alpha$  (odklon působící síly od osy dílce) lze měnit a zadat tak zatížení působící pod obecným úhlem vůči ose dílce.
- po délce ve směru globálních os X,Y,Z**
  - Zatížení bude působit vždy v odpovídajícím směru bez ohledu na sklon dílce. Tato orientace se používá pro zadávání např. gravitačního zatížení. Při zadávání gravitačního zatížení je nutné zadávat hodnoty se záporným znaménkem (gravitace působí proti směru globální osy Z)
- na průmět ve směru globálních os X,Y,Z**
  - Zatížení bude působit vždy na průmět do odpovídající globální osy bez ohledu na sklon dílce. Tímto způsobem se adává například zatížení sněhem (na průmět ve směru osy Z)
- po délce ve směru průřezových os y,z**
  - Zatížení působí ve směru průřezových os, používá se především v případech, kdy je průřez dílce natočen vůči souřadnému systému dílce.

## Teplotní zatížení

Teplotním zatížením můžeme popsat situaci, kdy je dílec vystaven změnám teplot způsobující vnitřní pnutí. Oteplení respektive ochlazení se zadává jako rozdíl teploty od výchozího stavu, při kterém se žádná vnitřní pnutí v konstrukci nevyskytují. Teplotní zatížení může být zadáno jako rovnoměrné či nerovnoměrné. V prvním případě je zatížení charakterizováno jednou hodnotou v celém teplotním poli, při nerovnoměrném zatížení lze zadat teplotu při horní a dolní (případně též levé a pravé) hranici teplotního pole. Hranice teplotního pole ve výchozím nastavení kopírují obrys průřezu. Při odškrtnutí nastavení "**převzít z průřezu dílce**" je možné zadat vlastní výšku teplotního pole a pomocí polohy těžiště též umístění průřezu v tomto poli.

## Kombinace

Kombinace zatěžovacích stavů slouží k vyjádření současného působení různých zatěžovacích stavů. Předpis kombinace obsahuje seznam obsažených zatěžovacích stavů a případné zapojení součinitelů zatěžovacích stavů respektive kombinačních součinitelů. Kombinační součinitele mohou být získávány na základě typu kombinace a vlastností zatěžovacích stavů (návrhová norma EN 1990) nebo mohou být zadány zcela libovolně jako vlastnost kombinace (ostatní návrhové normy).

Kombinace jsou rozčleněny dle použití do několika tabulek, které jsou uspořádány v záložkách v zadávacím rámu v dolní části okna:

### Kombinace I.řád MSÚ

- Základní kombinace pro posouzení mezních stavů únosnosti. Při sestavování jsou použity kromě kombinačních součinitelů též součinitele zatěžovacích stavů  $\gamma$ . Pokud je program propojen s dimenzačními programy, jsou použity pro ověření únosnosti prvků v těchto programech.

### Kombinace I.řád MSP

- Kombinace pro posouzení mezních stavů použitelnosti. Tyto kombinace jsou sestavovány bez použití součinitelů zatěžovacích stavů  $\gamma$ . Slouží k získání hodnot deformací konstrukce.

### Kombinace II.řád MSÚ

- Kombinace pro posouzení mezních stavů únosnosti při výpočtu dle teorie II. řádu. Pravidla pro sestavování jsou shodná jako pro "**Kombinace I.řád MSÚ**". Kombinace mohou být zadány zcela libovolně nebo mohou být převzaty z výpočtu dle teorie I. řádu. Dostupné pouze pokud je aktivován výpočet dle teorie II. řádu v okně "**Informace o projektu**".

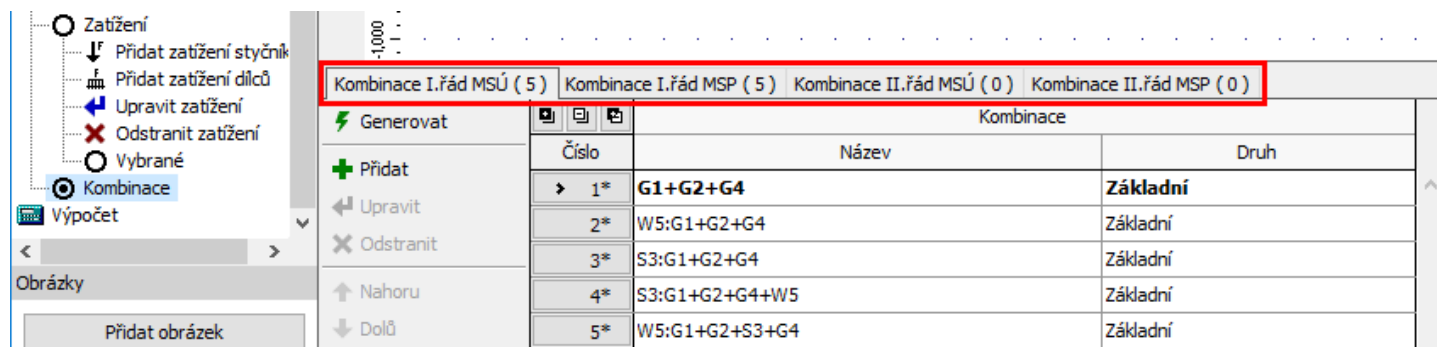


**Kombinace II.řád MSP**

- Kombinace pro posouzení mezních stavů použitelnosti při výpočtu dle teorie II. řádu. Pravidla pro sestavování jsou shodná jako pro "**Kombinace I.řád MSP**". Kombinace mohou být zadány zcela libovolně nebo mohou být převzaty z výpočtu dle teorie I. řádu. Dostupné pouze pokud je aktivován výpočet dle teorie II. řádu v okně "**Informace o projektu**".

**Kombinace Lineární stabilita**

- Kombinace pro výpočet lineární stability. Tyto kombinace neobsahují ani kombinační součinitele ani součinitele zatěžovacích stavů  $\gamma$ . Dostupné pouze pokud je aktivován výpočet lineární stability v okně "**Informace o projektu**".



Záložky s jednotlivými tabulkami kombinací

Seznam kombinací v tabulce se vytváří pomocí svislé nástrojové lišty vlevo od tabulky. Program nabízí hromadnou tvorbu kombinací pomocí "**Generátoru kombinací**", který lze spustit tlačítkem "**Generovat**". Jednotlivě lze kombinace vkládat v dialogovém okně "**Vlastnosti kombinace**", které lze spustit tlačítkem "**Přidat**". Seznam kombinací lze přehledně zobrazit v "**Tabulce kombinací**", která je dostupná pomocí tlačítka "**Tabulka**".

Seznam zatěžovacích stavů a kombinací je možné vyměňovat mezi projekty pomocí šablon s příponou \*.flc. Nástroje pro vytvoření a opětovné načtení šablony jsou umístěny v hlavním menu v části "**Pomůcky**" - "**Zatěžovací stavy a kombinace**".

Teoretické informace o kombinacích zatěžovacích stavů jsou uvedeny [zde](#).

## Výpočet

Výpočet lze spustit pomocí položky "**Výpočet**" v ovládacím stromě. Alternativně lze použít též položku v hlavním menu nebo klávesovou zkratku F9. Před samotným výpočtem se objeví dialogové okno "**Vlastnosti výpočtu**", kde je možné zvolit typ výpočtu a případně též výpočtové parametry. Na závěr výpočtu program vypisuje hlášení o průběhu s případnými chybovými hlášeními. Tento výpis lze kdykoliv opětovně vyvolat pomocí položky "**Seznam chyb**" v hlavním menu, části "**Pomůcky**". Po ukončení výpočtu se ovládací stroměček automaticky přepne z režimu zadávání do režimu "**Výsledky**" (postprocesor).

Více informací o výpočtech lze nalézt v teoretické části nápovědy, v kapitolách "**Výpočet podle 1. řádu**", "**Výpočet podle 2. řádu**".

## Vlastnosti výpočtu

V tomto dialogovém okně je možné ovlivnit druh a průběh výpočtu. Nastavení jsou rozdělena do dvou záložek, "**Výpočet**" a "**Nastavení výpočtu**".

### Výpočet

V této záložce je možné zvolit, jaký typ výpočtu má být spuštěn. Součástí je i možnost uložit projekt před výpočtem. Toto uložení může být užitečné v případech složitých konstrukcí, kdy hrozí nestabilita výpočtu a ztráta zadaných dat.

### Nastavení výpočtu

Záložka obsahuje následující nastavení:

#### Optimalizovat číslování styčníků

- Program provede před výpočtem přečíslování styčníků konstrukce tak, aby se zrychlilo řešení soustavy rovnic. Přečíslování je provedeno jen uvnitř výpočtu, takže pro uživatele zůstává zachováno jeho číslování původně zadané. Algoritmus optimalizace neumožňuje provést přečíslování u nespojitých konstrukcí.

#### Dílce uvažovat s vlivem smyku

- Umožňuje zvolit jiný výpočtový model pro prutové prvky. Toto nastavení je doporučeno použít v případech, kdy délka prutu není řádově větší než rozměry průřezu (například krátké masivní trámy apod.). Tuto problematiku též řeší kapitola "**Speciální charakteristiky dílců**" v teoretické části nápovědy.

## Dělení standardních dílců na výpočetní pruty

## Dělení dílců na podloží na výpočetní pruty

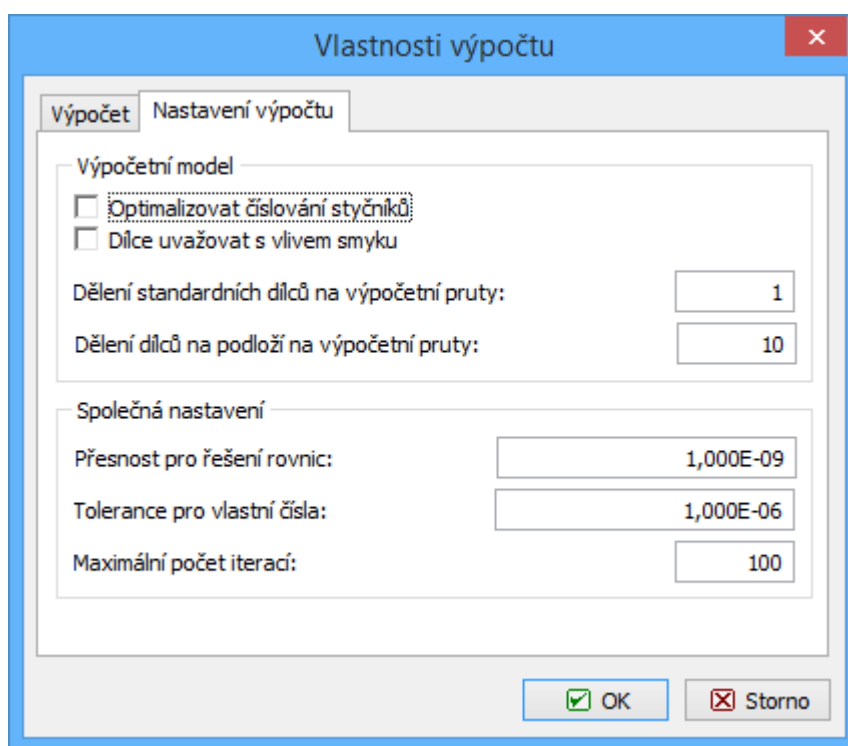
## Přesnost pro řešení rovnic

## Tolerance pro vlastní čísla

## Maximální počet iterací

- Určuje, na kolik prutů je rozdělen každý dílec před výpočtem. V případě výpočtu podle teorie 1.řádu není reálný důvod zde zadávat číslo větší než 2, neboť dosažené výsledky jsou pro dělení větší než 2 většinou stejné a čas výpočtu narůstá. Pouze ve speciálních případech nesymetrického zatížení by mohly být získány přesnější průběhy deformací po dílcích.
- Vzhledem k teoretickému modelu nosníku na podloží platí, že čím jsou dílce rozděleny na kratší výpočtové pruty, tím jsou získané výsledky přesnější. Jelikož pro dlouhé dílce na podloží bez hustšího dělení na pruty mohou být výsledky velice nepřesné, je zde nastavena standardně hodnota 10. Pokud však uživatel provede dělení už při sestavování modelu z dílců (nosníky na podloží vyskládá z krátkých dílců nebo je rozdělí relativními styčníky), je možno tuto hodnotu zmenšit.
- Výchozí hodnota je považována za dostačující. Použití jiné přesnosti není doporučeno.
- Výchozí hodnota je považována za dostačující. Použití jiné přesnosti není doporučeno.
- Tento parametr omezuje počet běhů výpočtu při řešení konstrukce s polotuhými připojeními dílců.

Více informací o výpočtech lze nalézt v teoretické části nápovědy, v kapitolách "**Výpočet podle 1. řádu**", "**Výpočet podle 2. řádu**".



Dialogové okno "Nastavení výpočtu"

## Výsledky

Režim "**Výsledky**" (postprocessor) slouží k prezentaci výsledků **výpočtu** a též k přípravě prvků pro následné posouzení v dimenzačních programech. Tento režim obsahuje následující části:

### Průběhy


- V této části lze zobrazit pro zvolené prvky číselné hodnoty výsledků (vnitřní síly, momenty, reakce, napětí apod.) v libovolných zatěžovacích stavech či kombinacích. Hodnoty se volí a zobrazují v tabulce ve spodní části dialogového okna.

### Dimenzační prvky

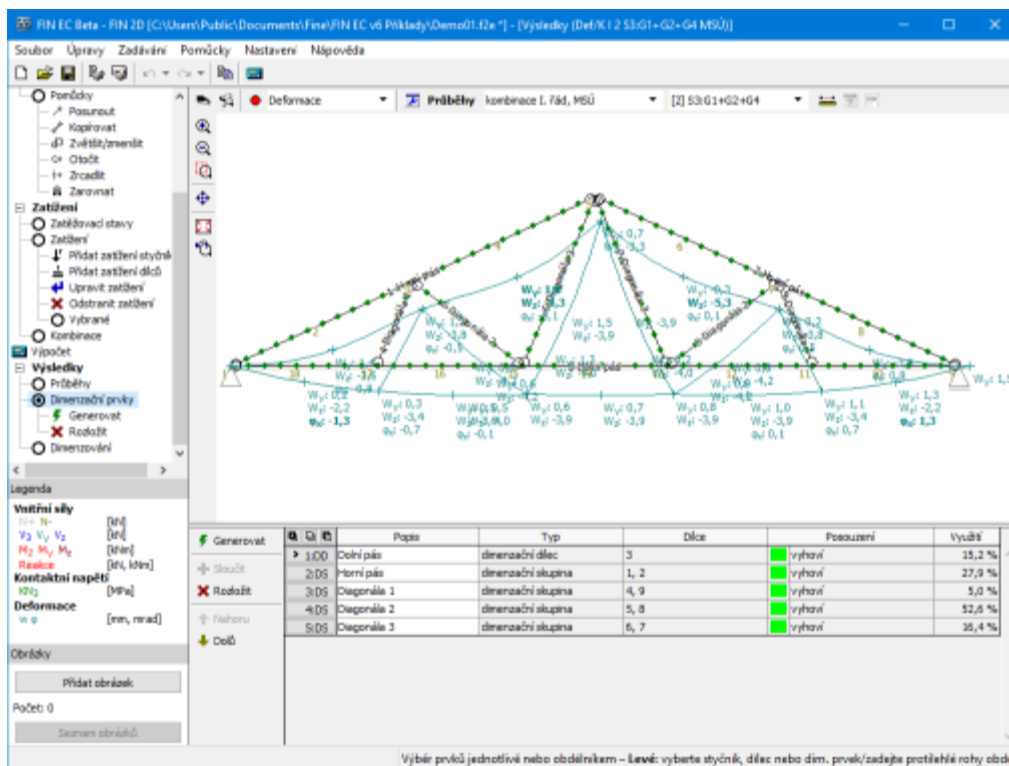
- Tato část slouží k přípravě konstrukce pro posouzení v dimenzačních programech. Jednotlivé prvky konstrukce lze sloučit do dimenzačních dílců a skupin a posuzovat je společně.

### Dimenzování

- Část "**Dimenzování**" slouží k samotnému spuštění dimenzačních programů pro posouzení jednotlivých prvků v konstrukci. Umožňuje volit pro jednotlivé prvky konkrétní dimenzační program i rozsah použitých kombinací

Samotné zobrazení výsledků výpočtu (průběhů vnitřních sil apod.) se provádí pomocí nástrojové lišty nad pracovní plochou. Tlačítko " " umožňuje pomocí dialogového okna "**Nastavení zobrazení průběhů**" volit vykreslené veličiny

(síly, ohybové momenty, reakce, napětí apod.). Rozsah zobrazení konstrukce a popisu lze volit pomocí tlačítka " " v okně **"Nastavení kreslení"**. V nástrojové liště je též dostupný **"Správce pohledů"**. Položka **"Průběhy"** umožňuje volit, pro jaké zatížení (zatěžovací stavy či kombinace) budou průběhy veličin vykresleny. Pokud je zvoleno vykreslení průběhů pro obálku zatěžovacích stavů či kombinací, je nutné zadat vlastnosti obálky v okně **"Obálka zatěžovacích stavů/kombinací"**. Toto okno lze později vyvolat tlačítkem **"Zadat"**.



Zobrazení průběhu deformací na konstrukci

## Průběhy

Tato část umožňuje vypsát do přehledné tabulky ve spodní části dialogového okna nejdůležitější výsledky výpočtu. Pro dílce se zobrazují minima a maxima jednotlivých vnitřních sil, pro styčníky deformace a reakce. Rozsah vypsanych hodnot lze nastavit v rozbalovacích polích v záhlaví tabulky.

Průběhy: Kombinace I.řád, MSÚ    jednotlivě    [1] G1+G2+G4    Informace o: styčník    všechny						
Veličina	Minimum			Maximum		
	Hodnota	Styčník	Zatížení	Hodnota	Styčník	Zatížení
$W_y$	-0,1 mm	6	Kombinace č. 1 - G1+G2+G4	0,7 mm	4	Kombinace č. 1 - G1+G2+G4
$W_z$	-2,2 mm	4	Kombinace č. 1 - G1+G2+G4	-	-	-
$\phi_x$	-0,6 mrad	18	Kombinace č. 1 - G1+G2+G4	0,6 mrad	10	Kombinace č. 1 - G1+G2+G4
$R_z$	-	-	-	5,79 kN	1	Kombinace č. 1 - G1+G2+G4

Ovládací prvky pro výpis výsledků

## Obálka

Toto dialogové okno umožňuje zadat respektive upravovat vlastnosti obálky vnitřních sil, ohybových momentů a reakcí. Obálkou rozumíme průběh extrémních hodnot dané veličiny, které jsou vybírány ze zadaného seznamu kombinací (zatěžovacích stavů). Pro každý bod na průběhu tedy platí, že vykreslená hodnota veličiny (síly, ohybového momentu) není překročena v žádné z vybraných kombinací (zatěžovacího stavu).

V levé části okna je zobrazen kompletní seznam dostupných kombinací (zatěžovacích stavů), z kterého lze vybírat kombinace (zatěžovací stavy) do obálky. Výběr je možné provádět pomocí políčka před každou položkou případně pomocí tlačítek v nástrojové liště vpravo od seznamu. Tato tlačítka slouží k rychlému výběru více kombinací:

**Všechny**

**Žádné**

**Inverzní**

**Původní**

**Od - do**

- vybere všechny kombinace (zatěžovací stavy) ze seznamu
- zruší výběr všech kombinací v seznamu
- vybere kombinace, které vybrány nebyly a zruší výběr u kombinací, které vybrány byly
- nastaví takový výběr kombinací, který byl v dialogovém okně při jeho spuštění
- umožňuje výběr intervalem dle čísla kombinace

## Vnitřní síly a Reakce

Rámy "**Vnitřní síly**" a "**Reakce**" umožňují ovlivnit vykreslování obálek vnitřních sil a reakcí v podporách. Je možné zvolit, zda se mají vykreslovat pouze kladné či záporné extrémy nebo obě hodnoty najednou. Část "**Klíč obálky**" určuje, zda se má vykreslit obálka pro všechny vnitřní síly či složky reakcí (varianta "**Vše**") nebo pouze obálka pro vybranou složku či sílu a u ostatních složek a veličin se pouze vykreslí hodnoty z kombinace (zatěžovacího stavu), v které se extrém klíčové složky vyskytuje.

Obálka kombinací pro I.řád

Seznam kombinací pro I.řád:

- ☐ [1] G1+G2+G4
- ☒ [2] W5:G1+G2+G4
- ☒ [3] S3:G1+G2+G4
- ☒ [4] S3:G1+G2+G4+W5
- ☒ [5] W5:G1+G2+S3+G4

Všechny  
Žádné  
Inverzní  
Původní  
Od - do

Vnitřní síly

☐ Minimum  
☐ Maximum  
☒ Oba extrémy

Klíč obálky

☒ Po dílci  
☐ Po průřezu

☒ Vše  
☐ N  
☐ V<sub>3</sub>  
☐ M<sub>2</sub>

Reakce

☐ Minimum  
☒ Maximum  
☐ Oba extrémy

Klíč obálky

☒ Vše  
☐ F<sub>y</sub>  
☐ F<sub>z</sub>  
☐ M<sub>x</sub>

OK Storno

Výběr kombinací do obálky

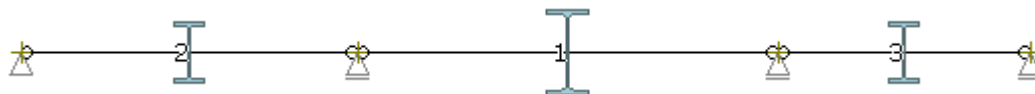
## Dimenzační prvky

Tato část slouží k úpravě konstrukce před posouzením prvků v dimenzačních programech. V rámci těchto úprav je možné omezit počet dílců pro posouzení sloučením do dimenzačních prvků (dílců a skupin) a provést vlastní pojmenování prvků pro pozdější snadnou identifikaci.

### Dimenzační dílce a dimenzační skupiny

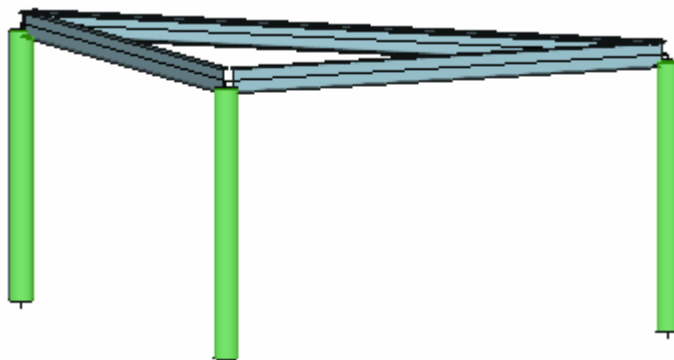
Každý dílec konstrukce je v části "**Dimenzování**" převeden jako samostatný dílec do dimenzačního programu. Je tedy posuzován jako samostatný prvek a je nutné u něho zadat všechny potřebné parametry pro posouzení (vlastnosti vzpěru, klopení apod.). V rozsáhlejších konstrukcích tak posouzení konstrukce může být nepřehledné a zdlouhavé. Pro zjednodušení je možné prvky v konstrukci sloučit do dimenzačních dílců a skupin. Tak lze snížit počet prvků pro posouzení na minimum.

**Dimenzační dílce (DD)** lze využít pro sloučení dílců stejného materiálu (dřevo, ocel, beton), které leží v jedné přímce a vzájemně na sebe navazují. Sloučené dílce mohou mít různé průřezy (neplatí pro betonové konstrukce). Do dimenzačního programu se poté místo více dílců převede jeden dílec s délkou, která je rovna součtu délek jednotlivých dílců. Všem prvkům v dimenzačním dílci pak je možné společně přiřazovat parametry nutné pro posouzení. Vzhledem k tomu, že se do dimenzačních programů předávají až spočítané průběhy vnitřních sil, lze slučovat i dílce, které jsou propojeny pouze klouby či jinak obdobně uvolněnými spoji. Typickým příkladem dimenzačního dílce může být například ocelový sloup s měnícím se průřezem po výšce či betonový průvlak procházející přes více polí.



Navazující průvlaky, které lze sloučit do jednoho dimenzačního dílce

**Dimenzační skupina (DS)** slouží ke sloučení dílců, které by měly být posuzovány jako jeden prvek. Do dimenzační skupiny lze sloučit takové prvky (dimenzační dílce), které mají shodný průřez, délku a orientaci. Do dimenzačního programu je dimenzační skupina předána jako jeden prvek, počet posuzovaných zatěžovacích případů je však znásoben počtem dílců ve skupině. Program upozorňuje, pokud mají prvky ve skupině opačné směrnice (orientace). Takovéto skupiny lze pro posouzení použít pouze v případě, že všechny vlastnosti pro posouzení (parametry vzpěru, klopení apod.) jsou na dílci zadány symetricky s ohledem na začátek a konec dílce. V opačném případě jsou výsledky posouzení zkreslené, neboť průběh vnitřních sil pro některé dílce je zadán v opačném směru vůči zadaným výpočtovým parametrům.

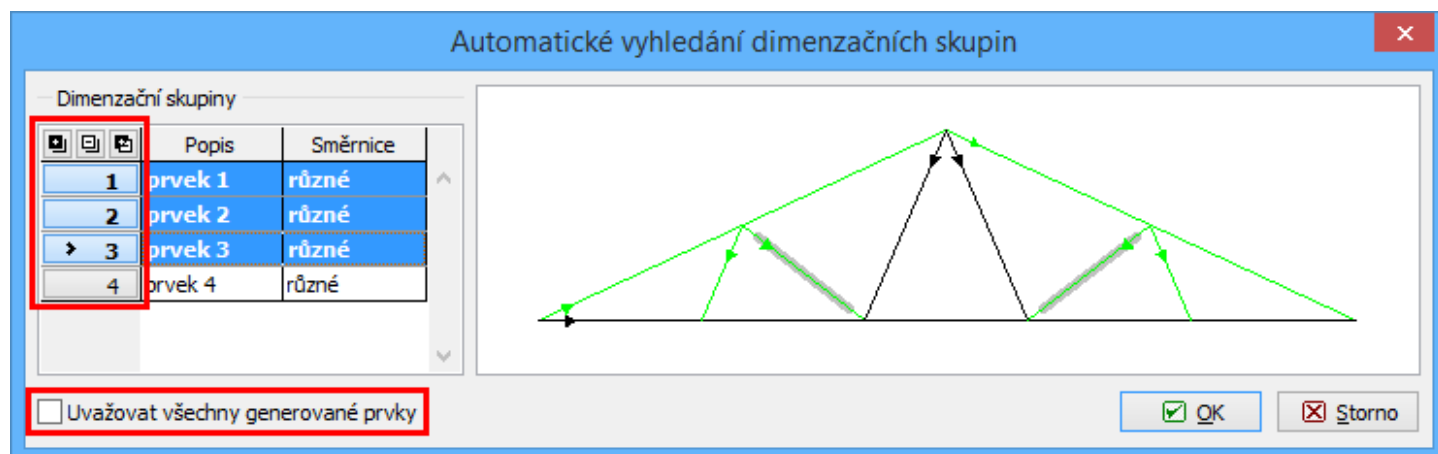


Dimenzační skupina tvořená sloupy (zvýrazněno zeleně)

## Tvorba dimenzačních skupin a dílců

S ohledem na hierarchii (v rámci dimenzačních skupin lze slučovat dimenzační dílce) je doporučeno vytvářet nejprve dimenzační dílce a až následně dimenzační skupiny. Dimenzační prvky mohou být vytvářeny buď ručně (část "**Vybrané**" ovládacího stroměčku) nebo automaticky (část "**Generovat**"). Při ručním zadávání je třeba nejprve vybrat dílce, které mají být sloučeny (při výběru se zvýrazní na pracovní ploše zelenou barvou), a následně se použije odpovídající příkaz ("**Sloučit do DD**" pro dimenzační dílce nebo "**Sloučit do DS**" pro dimenzační skupiny).

Automatické vyhledání dimenzačních dílců a skupin nejprve zobrazí dialogové okno se schématem konstrukce, kde si lze případné sloučení předem prohlédnout. Tabulka v levé části vypisuje seznam dimenzačních prvků, aktivní prvek je zvýrazněn též v náhledu konstrukce. V případě dimenzačních skupin tabulka vypisuje též informaci o orientaci směrnic (problematika popsána výše). Toto dialogové okno umožňuje též vytvoření pouze některých automaticky vyhledaných prvků. Pro toto chování je nutné nejprve odškrtnout nastavení "**Uvažovat všechny generované prvky**", poté je již možné provést výběr tlačítky v prvním sloupci tabulky.



Ruční výběr při generování dimenzačních skupin

## Rozklad dimenzačních skupin a dílců

Již vytvořené dimenzační skupiny a dílce lze opětovně rozložit na jednotlivé dílce. Aktivní skupinu/dílce (aktivní prvek je zvýrazněn jak na pracovní ploše, tak tučným písmem v **tabulce** ve spodní části okna) je možné rozložit nástrojem "**Jednotlivě**" - "**Rozložit**". Obdobným působem ("**Vybrané**" - "**Rozložit**") lze odstranit více dimenzačních prvků najednou. Položka "**Rozložit na pruty**" v ovládacím stroměčku umožňuje rozklad všech dimenzačních skupin a dílců v konstrukci.

## Pojmenování dimenzačních prvků

Každý dimenzační prvek (dílce i skupinu) lze pojmenovat a usnadnit tak její identifikaci v konstrukci. Pojmenování se provádí v tabulce ve spodní části okna ve sloupečku "**Popis**".

prvky	Generovat	Popis	Typ	Dílce
	Sloučit	1:DD Dolní pásnice	dimenzační dílce	3
		2:DS Horní pásnice	dimenzační skupina	1, 2
		3:DS <b>Diagonála</b>	dimenzační skupina	4, 9
		4:DS Diagonála 2	dimenzační skupina	5, 8
		5:DS Diagonála 3	dimenzační skupina	6, 7

Zadání názvu dimenzačního prvku



## Dimenzování

Tato část slouží k posouzení konstrukce v dimenzačních programech. Posouzení je možné pouze v případě, že jsou odpovídající dimenzační programy nainstalovány v počítači. Dimenzační prvky jsou v této části rozděleny do skupin dle základního materiálu: "**Ocel**", "**Dřevo**", "**Beton**".

Převod prvků do dimenzačních programů se provádí v tabulce ve spodní části okna. Rozbalovací seznam "**Program**" slouží k výběru aplikace, v kterém má být provedeno posouzení. Samotné posouzení se spouští tlačítkem "**Spustit program**". Pokud se jedná o rozsáhlou konstrukci, je možné převést do posouzení pouze část prvků a omezit tak posouzení pouze na nejdůležitější dílce konstrukce. Pro toto omezení jsou k dispozici následující nastavení:

**Uvažovat všechny dimenzační prvky**  
**Pouze nespočtené dimenzační prvky**

**Uvažovat všechny kombinace**

- Převéde do dimenzačního programu pouze prvky, které nejsou doposud posouzené.
- Pokud se odškrtně toto nastavení, lze v tabulce dimenzačních prvků vybírat, které prvky se mají předat do dimenzačního programu. Výběr se provádí tlačítkem v prvním sloupci příslušného řádku.
- Pokud se odškrtně toto nastavení, lze v tabulce kombinací omezit, které kombinace budou předány do dimenzačního programu. Výběr se provádí tlačítkem v prvním sloupci příslušného řádku.

Dimenzační prvky			
	Popis	Posouzení	Program
1:DD	Dolní pásnice	nespočteno	Dřevo
2:DS	Horní pásnice	nespočteno	Dřevo
3:DS	Diagoná	nespočteno	Dřevo
4:DS	Diagonála 2	nespočteno	Dřevo
5:DS	Diagonála 3	nespočteno	

Zatěžovací případy			
	Název	Typ	Druh
1	G1+G2+G4	kombinace 1.řád	Základní
2	S3:G1+G2+G4	kombinace 1.řád	Základní
3	S3:G1+G2+G4	kombinace 1.řád	Mimořádná
4	G1+G2+G4	kombinace 1.řád	Charakteristická
5	S3:G1+G2+G4	kombinace 1.řád	Charakteristická

*Výběr jednotlivých dimenzačních prvků pro posouzení*

V průběhu posouzení v dimenzačních programech je možné měnit průřezy prvků a tím konstrukci optimalizovat přesně dle vnitřních sil. Pokud byly průřezy v průběhu posouzení změněny, nabídne program po návratu automatický přepočít konstrukce. Tento přepočít zajistí aktualizaci vnitřních sil s aktuálními tuhostmi.

Jako dimenzační programy mohou být použity následující aplikace:

### Dimenzační programy pro ocelové konstrukce

- Ocel**
- tento program slouží k základnímu posouzení prvků ocelových konstrukcí dle EN 1993-1-1 či dle EN 1993-1-4 (korozivzdorná ocel). V tomto programu lze posuzovat jak základní návrhové tak mimořádné kombinace.
- Ocel požár**
- provádí posouzení ocelových konstrukcí na účinky požáru dle normy EN 1993-1-2. Do tohoto programu jsou převáděny pouze výsledky mimořádných kombinací.

### Dimenzační programy pro dřevěné konstrukce

- Dřevo**
- tento program slouží k základnímu posouzení prvků dřevěných konstrukcí dle EN 1995-1-1. V tomto programu lze posuzovat jak základní návrhové tak mimořádné kombinace.
- Dřevo požár**
- provádí posouzení dřevěných konstrukcí na účinky požáru dle normy EN 1995-1-2. Do tohoto programu jsou převáděny pouze výsledky mimořádných kombinací.

### Dimenzační programy pro betonové konstrukce

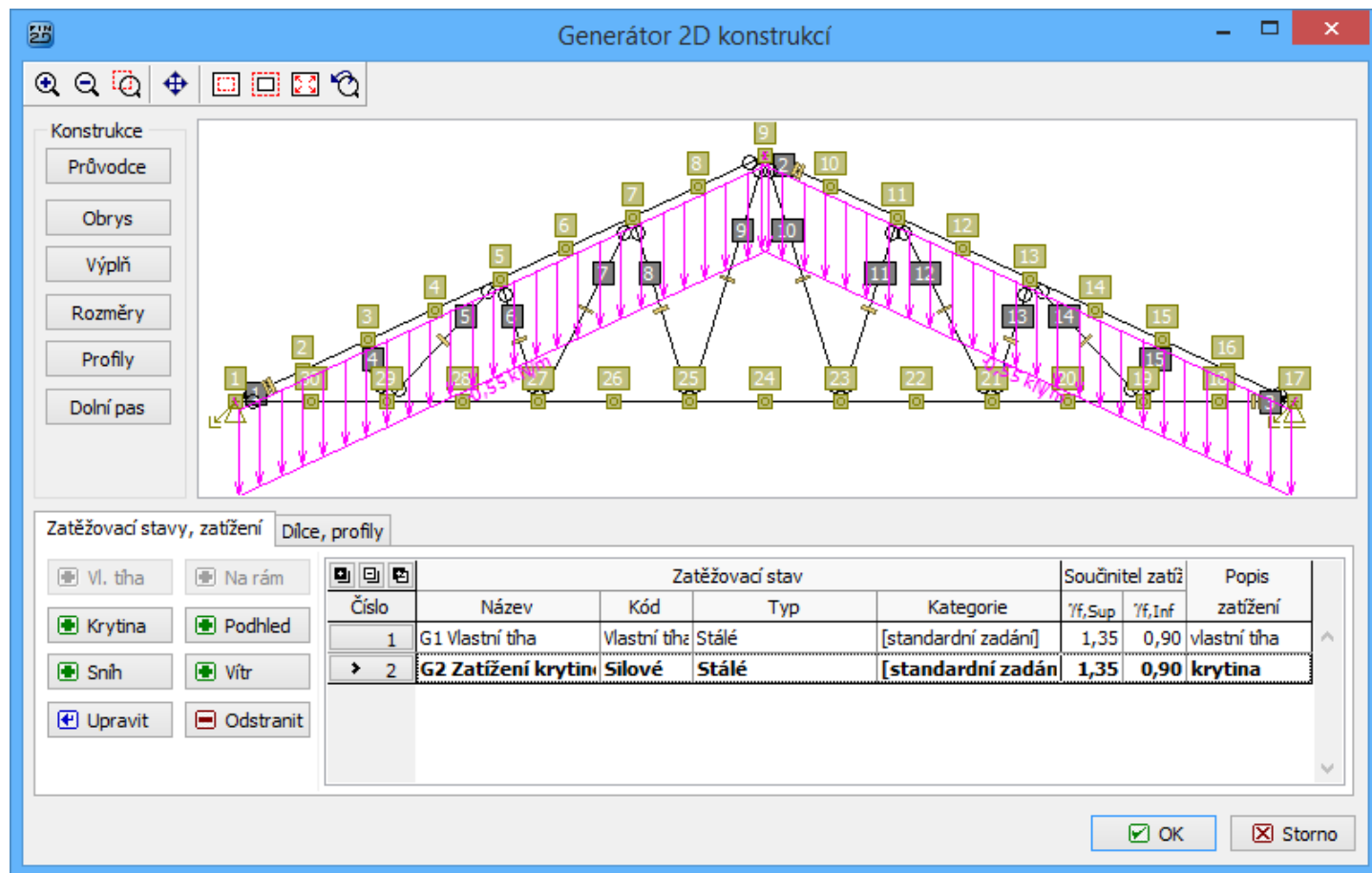
- Beton**
- tento program slouží k základnímu posouzení prvků železobetonových konstrukcí dle EN 1992-1-1 či dle EN 1992-2 (mostní konstrukce). V tomto programu lze posuzovat jak mezní stavy únosnosti (základní návrhové i mimořádné situace), tak mezní stavy použitelnosti (omezení napětí a šířky trhlin)
- Betonový výsek**
- tento program slouží k posouzení vodorovných prvků železobetonových konstrukcí (trámy, průvlaky, stropní desky) dle EN 1992-1-1 či dle EN 1992-2 (mostní konstrukce). V tomto programu lze posuzovat jak mezní stavy únosnosti (základní návrhové i mimořádné situace), tak mezní stavy použitelnosti (omezení napětí, šířky trhlin a výpočet průhybu konstrukce)
- Beton požár**
- provádí posouzení železobetonových konstrukcí na účinky požáru dle normy EN 1992-1-2. Do tohoto programu jsou převáděny výsledky mimořádných kombinací.

## Generátor 2D konstrukcí

Generátor 2D konstrukcí slouží k rychlému zadání často používaných konstrukcí (vazníků, krovů, ráků), a to včetně průřezů a základních zatížení. Dialogové okno generátoru se skládá z pracovní plochy s náhledem konstrukce, svislé lišty

"**Konstrukce**" se základními funkcemi pro zadávání topologie a zadávací tabulky ve spodní části okna, kde lze zadávat zatěžovací stavy a upravovat průřezy jednotlivých prvků.

Pracovní plocha vždy zobrazuje aktuální tvar konstrukce včetně zadaných průřezů dílců. Zobrazení průřezů lze vypnout přepínačem "**Kreslit průřezy**", který je umístěn v záložce "**Dílce, profily**" ve spodní části okna. Na stejném místě lze též posuvníkem zvolit velikost značek průřezů. Pokud jsou pro konstrukci zadány i zatěžovací stavy, zobrazuje pracovní plocha též zatížení v zatěžovacím stavu, který je aktivní (zvýrazněn tučně) v tabulce "**Zatěžovací stavy, zatížení**".



Dialogové okno Generátoru konstrukcí

Zadávání typu konstrukce probíhá pomocí hlavního průvodce v ovládací liště "**Konstrukce**". Kliknutí na tlačítko "**Průvodce**" se otevrou jednotlivé možnosti generátoru. Po vytvoření konstrukce se lze k jednotlivým částem průvodce vrátit tlačítky "**Obrys**", "**Výplň**", "**Rozměry**" a "**Profily**". Kromě jednotlivých dialogových oken průvodce obsahuje lišta "**Konstrukce**" též tlačítko "**Dolní pás**", které umožňuje zadání nadvýšení dolní pásu.

### Zatěžovací stavy, zatížení

Tabulka "**Zatěžovací stavy, zatížení**" umožňuje zadat nejčastější používané zatěžovací stavy včetně zatížení. Tlačítka v tabulce se zpřístupní až po zadání konstrukce. Není možné tedy zadávat zatížení, pokud není vytvořena žádná konstrukce. Zatížení se zadává po jednotlivých zatěžovacích stavech v **samostatném okně**, které se spouští tlačítky "**VI. tíha**", "**Na rám**", "**Krytina**", "**Podhled**", "**Sníh**" a "**Vítr**". Zadané zatěžovací stavy lze upravovat či mazat tlačítky "**Upravit**" a "**Odstranit**".

### Dílce, profily

V této tabulce lze měnit profily jednotlivých dílců, které byly zadány v okně "**Profily**". Profil aktivního dílce (zvýrazněn tučným písmem v tabulce) lze změnit v okně "**Editace profilu dílce**", které lze vyvolat tlačítkem "**Upravit**" nebo dvojklikem na položku v tabulce.



Zatěžovací stavy, zatížení

Dílce, profily

Upravit

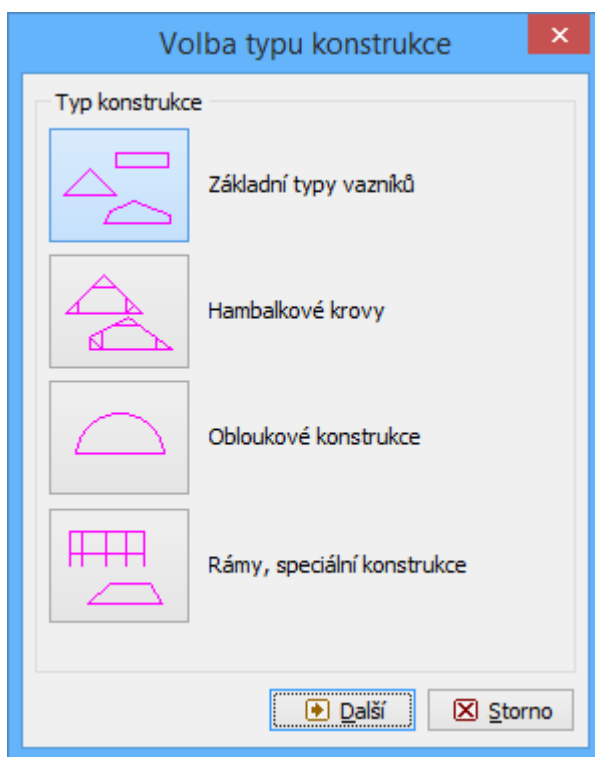
</

Záložka "Dílce, profily"

Pokud se dialogové okno opustí tlačítkem **"OK"**, program nabídne vložení vytvořené konstrukce do programu Fin 2D/3D. Tlačítko **"Storno"** ukončí generátor bez předání dat do programu. Generátor si pamatuje zadané údaje po celou dobu spuštění aplikace, takže je možné se ke konstrukci kdykoliv vrátit. Veškeré údaje zadané v generátoru (průřezy, materiály, zatížení) lze později libovolně měnit v hlavní aplikaci.

## Obrys, Výplň, Rozměry

**Průvodce** zadáním topologie konstrukce se skládá z několika po sobě jdoucích oken. Mezi jednotlivými okny se lze pohybovat tlačítky **"Další"** a **"Předchozí"**. První okno **"Volba typu konstrukce"** umožňuje vybrat základní typ konstrukce. Volit lze mezi vazníky, krovky, obloukovými konstrukcemi a rámy. Následující okna **"Volba tvaru konstrukce"**, kde lze vybrat tvar konstrukce, a **"Volba výplně"**, sloužící k výběru uspořádání výplňových prutů.



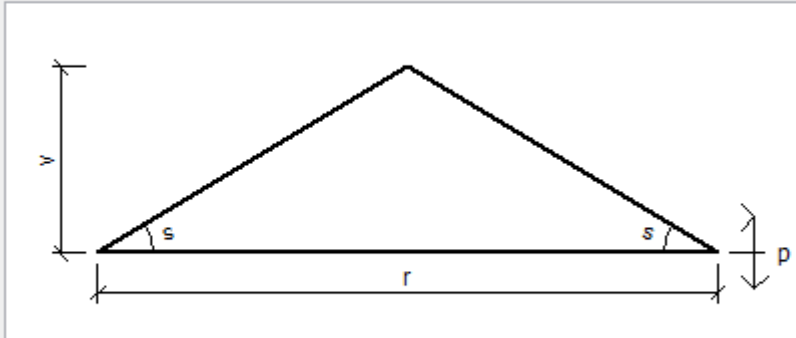
Okno "Volba typu konstrukce"

## Rozměry konstrukce

Následující okno průvodce slouží k zadání rozměrů konstrukce. Některá zadávací pole jsou provázána, zadáním jedné hodnoty se automaticky spočítá druhá (a naopak). Například u vazníkových konstrukcí lze zadat rozpětí a sklon, výška vazníku se dopočte automaticky ze zadaných hodnot. Pomocí tlačítka **"Další"** lze přejít do okna **"Profily po skupinách"**.

Rozměry konstrukce ✕

**Rozměry**



Výška podpory vpravo	0,000 [m]
Rozpětí vazníku (r)	15,000 [m]
Výška vazníku (v)	3,497 [m]
Sklon vazníku	25,00 [°]
Počet dílů spodního pasu	7
Počet vložených styčníků	1 [-]

➤ Předchozí
➤ Další
✕ Storno

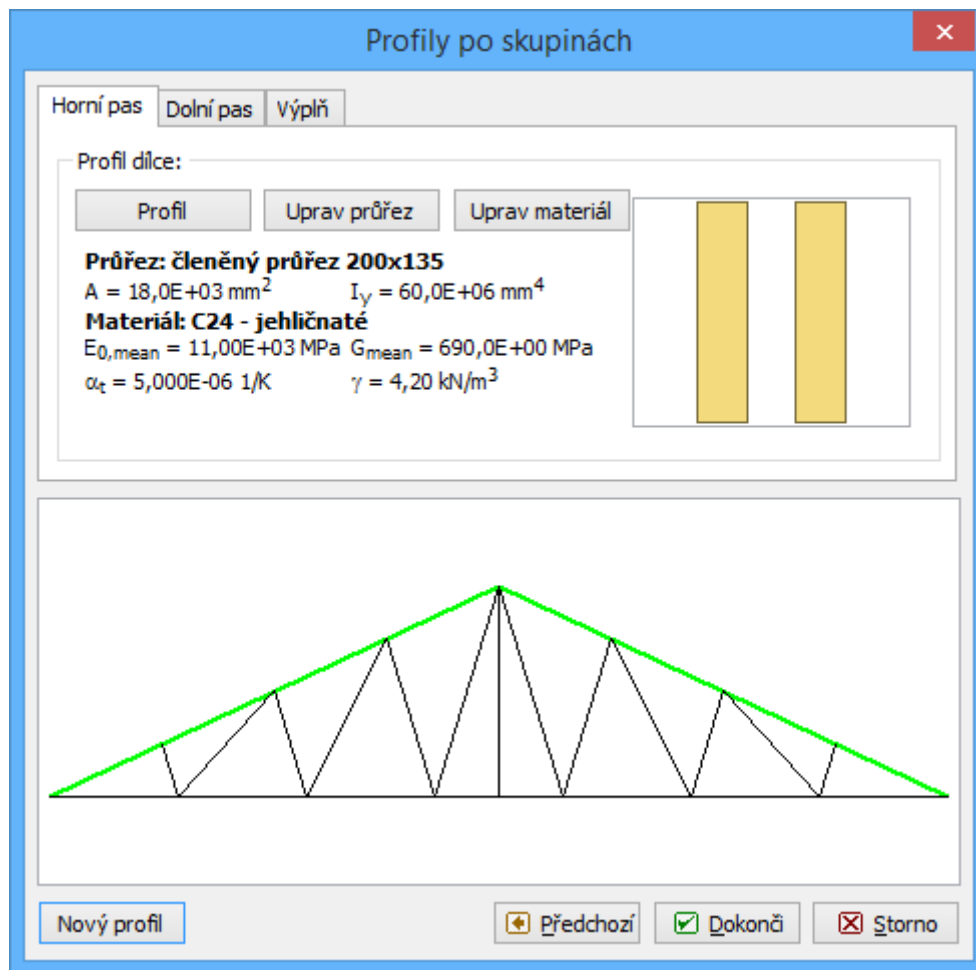
Okno "Rozměry konstrukce"

## Profily

Okno "**Profily po skupinách**" slouží k hromadnému přiřazování průřezových a materiálových charakteristik dílcům v konstrukci. Průřezy lze prvkům zadat dvěma způsoby:

- V horní části okna lze zadat různé profily jednotlivým skupinám prvků (např. horní pásy/dolní pásy/výplň u vazníků, sloupy/příčle u rámců). Mezi jednotlivými skupinami lze přepínat pomocí záložek. Zadání profilu a materiálu pro skupinu se provádí v okně "**Profil**". U již zadaného profilu lze upravit průřez též tlačítkem "**Uprav průřez**" v okně "**Editor průřezu**" respektive materiál tlačítkem "**Uprav materiál**" v okně "**Katalog materiálů**".
- Pomocí tlačítka "**Nový profil**" v levém dolním rohu okna lze přiřadit všem prvkům stejný průřez. Samotné zadání průřezu probíhá v okně "**Zadání profilu**". Zadaný průřez a materiál se poté předá do všech skupin v horní části okna. Pokud již u některých skupin byl již průřez či materiál zadán, program tyto údaje novým profilem přepíše.

Po potvrzení zadání tlačítkem "**Dokonči**" se veškeré údaje z průvodce předají do **hlavního okna generátoru**. Pomocí tlačítka "**Předchozí**" se lze vrátit do dialogového okna "**Rozměry**".



Přepínání záložek v okně "Profily po skupinách"

## Dolní pás

Toto okno slouží k zadání nadvýšení dolního pásu u vazníkových konstrukcí. V horní části okna lze vybrat tvar nadvýšení, v dolní se pak zadává velikost nadvýšení a počet polí v jednotlivých částech dolního pásu. Celkový počet polí je roven hodnotě, která byla zadána v okně "**Rozměry konstrukce**". Součet polí v jednotlivých úsecích musí být shodný s celkovým počtem. Proto program v průběhu zadávání hodnoty v jednotlivých zadávacích polích upravuje. Po potvrzení tlačítkem "**OK**" se zadané parametry předají do konstrukce v **hlavním okně generátoru**.

**Volba tvaru konstrukce**

Typy spodního pasu

n1

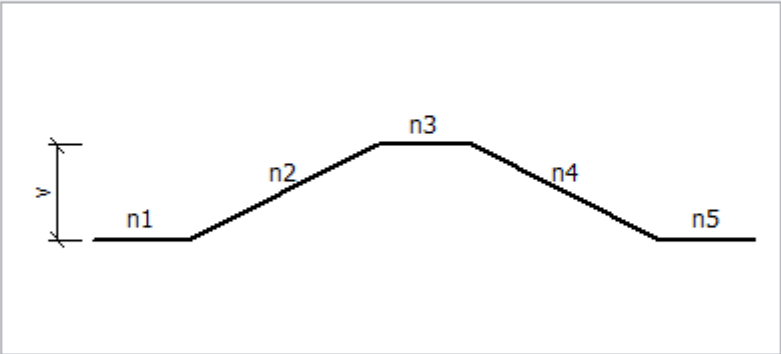
n1 n2

n2 n1 n3

n1 n2 n3 n4

n1 n3 n2 n4 n5

n1 n2 n3



**Skutečný počet dílů spodního pasu: 7**

Nadvýšení spodního pasu (k levé podpoře [0,0])  [m]

Počet dílů v jednotlivých úsecích spodního pasu:

n1  n2  n3  n4  n5

☒ OK ☐ Storno

Zadání nadvýšení dolního pásu

## Zatížení

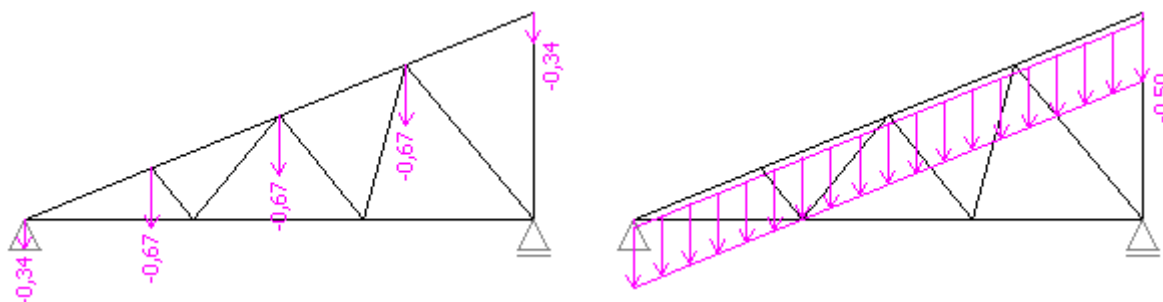
Toto okno slouží k zadání nového zatěžovacího stavu, jeho parametrů a též samotného zatížení. Okno je rozděleno do dvou záložek "Zatěžovací stav" a "Zatížení".

### Zatěžovací stav

Tato záložka obsahuje parametry zatěžovacího stavu, které jsou popsány v nápovědě pro okno "Zatěžovací stav". Dle druhu zadávaného zatížení (vlastní tíha, krytina, sníh, vítr, podhled apod.) jsou zpřístupněny pouze některé údaje. Po předání dat z generátoru do hlavního okna programu lze tyto údaje již měnit zcela libovolně.

### Zatížení

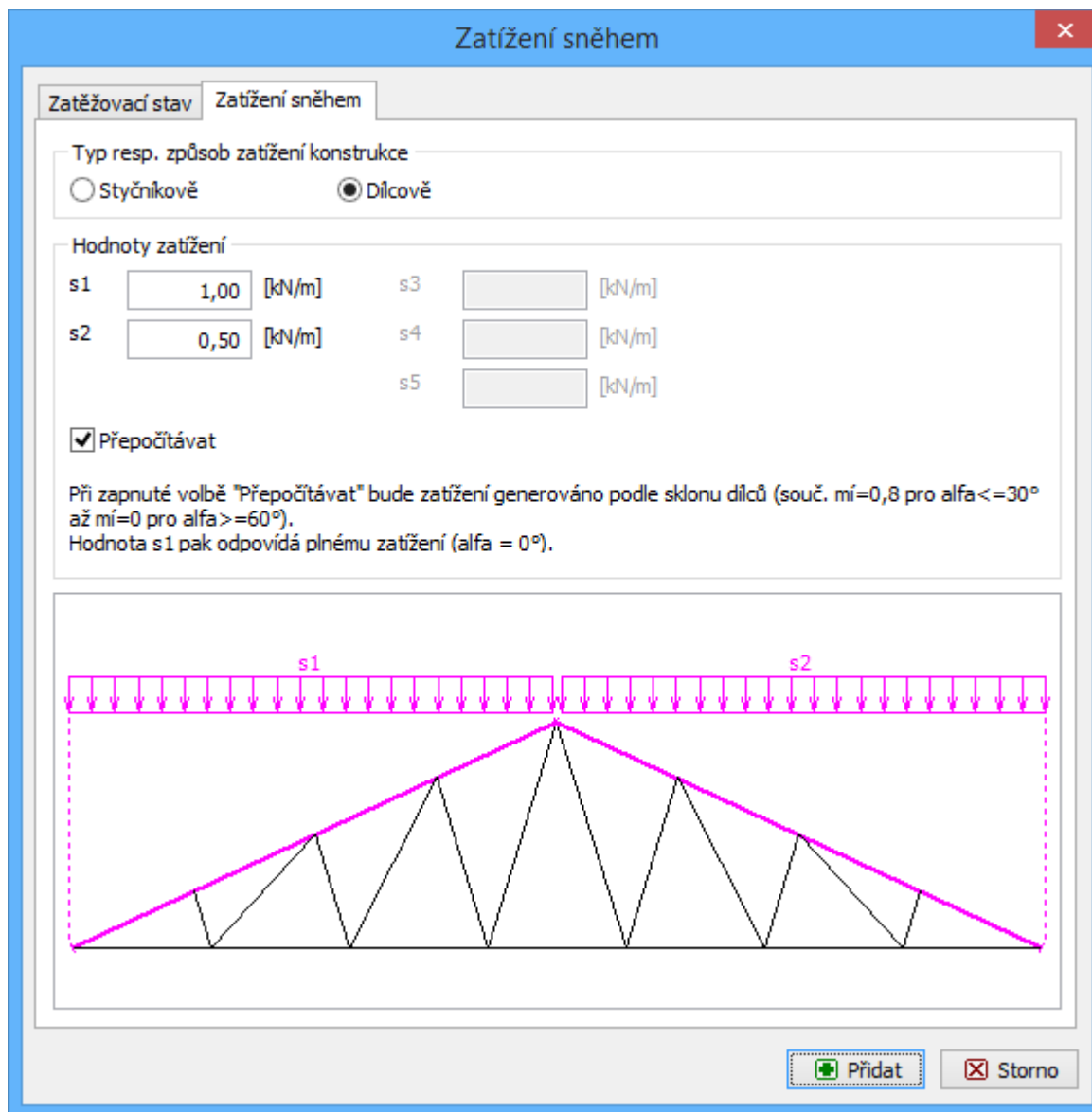
Druhá záložka umožňuje zadat vlastní hodnoty zatížení obsažených v zatěžovacím stavu. Zatížení lze zadávat jako liniové na celou délku dílců (volba "**dílcové**") nebo ho lze rozpočítat pouze do styčníků (volba "**styčnickové**"). V případě vkládání zatížení pouze do styčníků je zatížení vkládáno nejen do styčníků napojení vnitřních prvků na obvodové prvky, ale též do mezilehlých styčníků, které se do konstrukce vkládají pomocí hodnoty "**Počet vložených styčníků**" v okně "**Rozměry konstrukce**".



Styčnickové a dílcové zatížení

Hodnoty zatížení na dílce se zadávají v  $kN/m$ , kladný směr je naznačen ve schématu ve spodní části okna. Gravitační zatížení (krytina, sníh apod.) se tedy zadávají s kladným znaménkem, u zatížení větrem kladné hodnoty představují sání větru, záporné tlak.

U zatížení sněhem lze pomocí přepínače "**Přepočítávat**" zapnout automatické vynásobení zadané hodnoty zatížení tvarovým součinitelem  $\mu_1$  dle obrázku 5.1 normy EN 1991-1-3. Tento součinitel zohledňuje sklon střechy.



Zadání zatížení sněhem

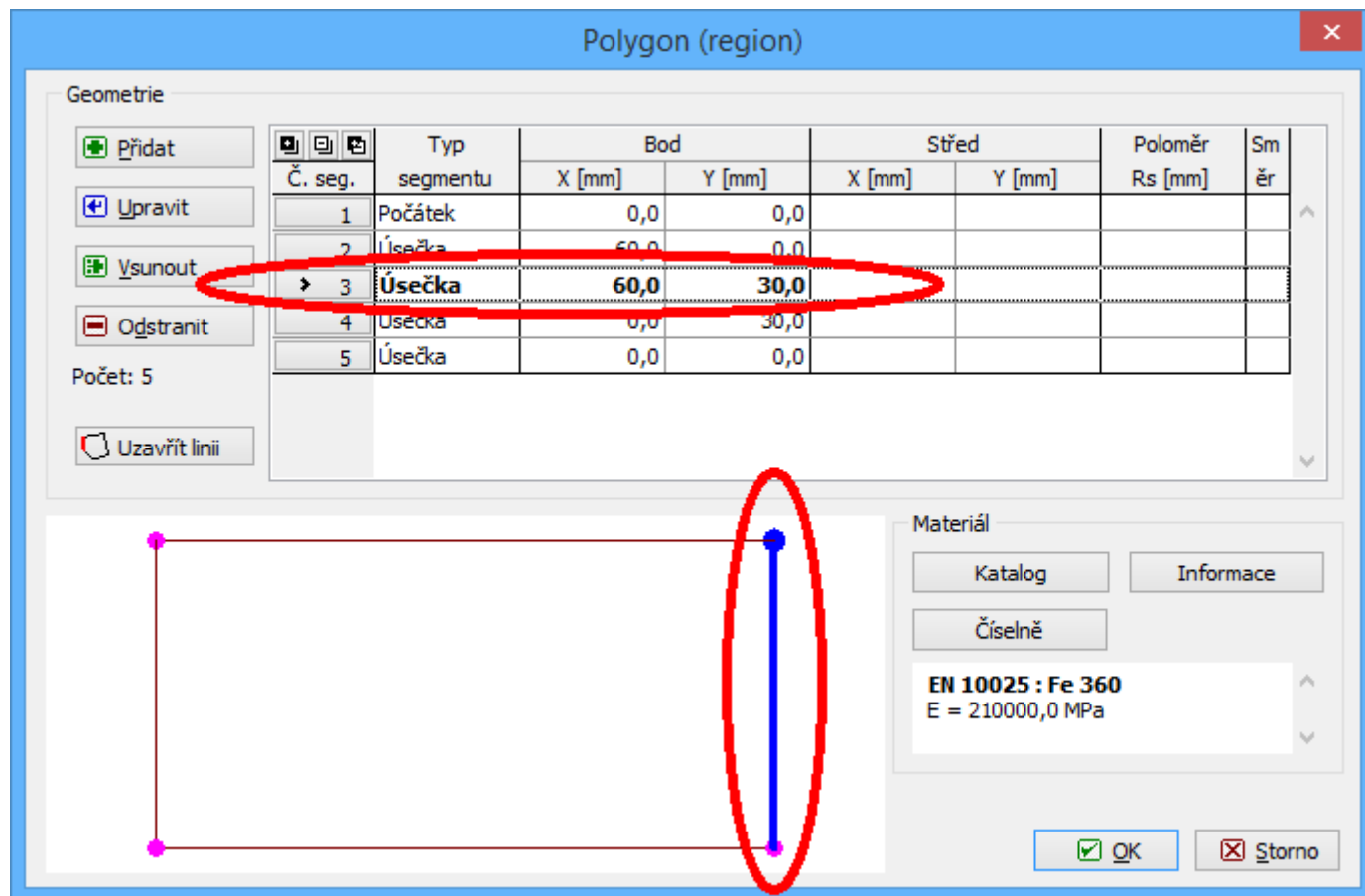
## Polygony

### Polygon (Region)

Toto okno slouží k zadávání a úpravě polygonálních objektů. Každý polygon se skládá z jednotlivých segmentů, což mohou být úsečky nebo oblouky. Segment je vždy definován koncovým bodem a typem (úsečka/oblouk). Jednotlivé segmenty jsou uspořádány do tabulky "**Geometrie**" formou seznamu. Segment č. 1 představuje počátek polygonu, po něm postupně následují další segmenty. Koncový bod posledního segmentu musí být identický s počátkem polygonu.

Segmenty lze do seznamu vkládat a dále je upravovat jednotlivými tlačítky vlevo od tabulky se seznamem segmentů. Samotné zadávání/úprava segmentu probíhá v samostatném okně "**Úprava segmentu**". Tlačítkem "**Vsunout**" lze před aktivní segment v tabulce vložit nový. Je tak možné doplnit již existující polygon o nové segmenty nejen na konec seznamu, kam vkládá nové segmenty příkaz "**Přidat**". Tlačítko "**Uzavřít linii**" automaticky vloží na konec seznamu poslední segment, který bude končit v počátku polygonu.

V levém dolním rohu je zobrazen náhled na polygon. Segment zaměřený v tabulce je v náhledu zvýrazněn modrou barvou.



*Zvýraznění zaměřeného segmentu v okně pro zadávání polygonu*

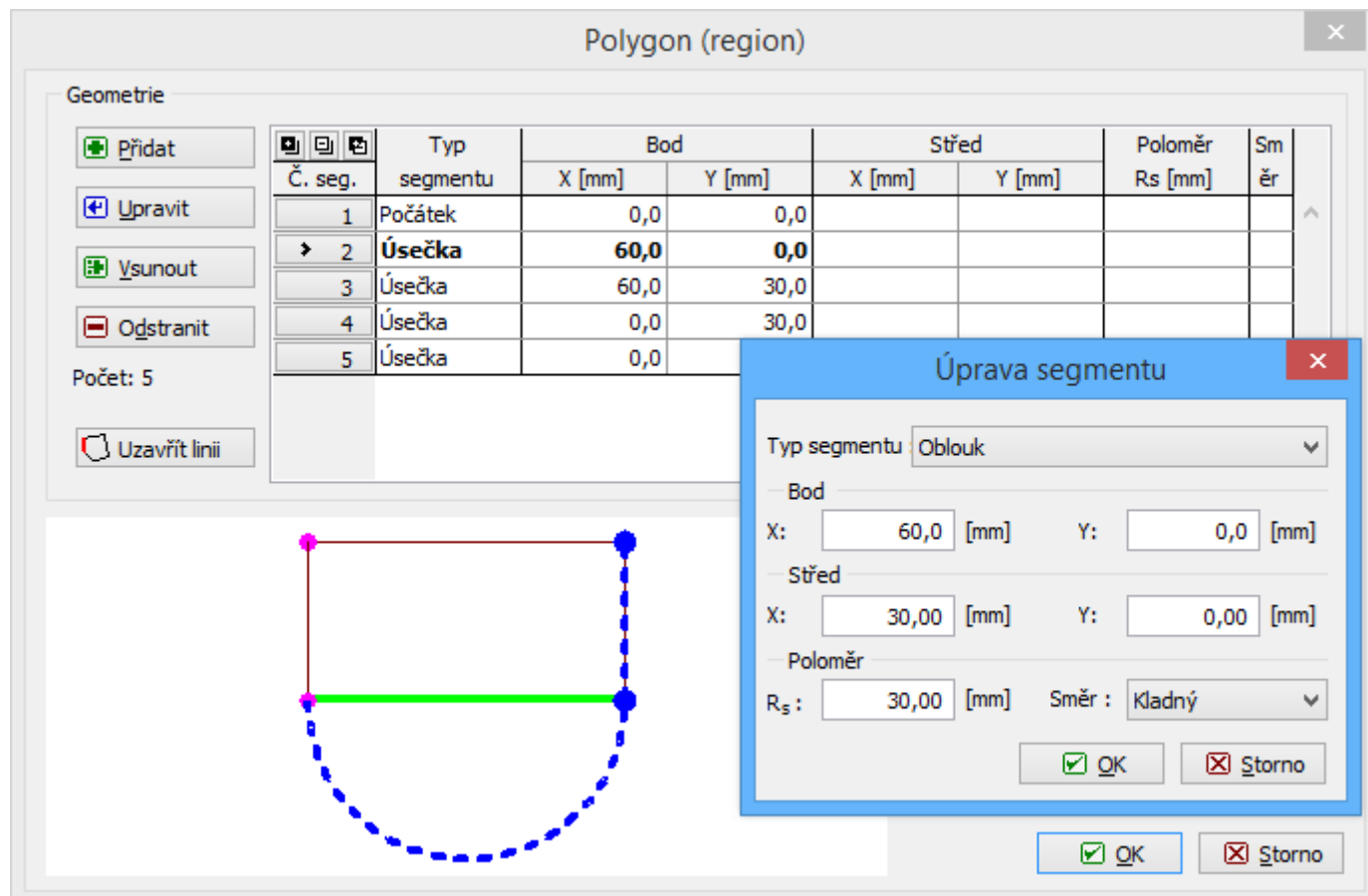
## Úprava segmentu

V tomto okně lze zadat geometrické parametry segmentu, který je základní stavební jednotkou polygonálního objektu. Každý segment je dán svým koncovým bodem a typem linie, kterou je tvořen. Počátečním bodem segmentu je koncový bod segmentu předcházejícího.

Zadáváné parametry segmentu jsou:

- Typ segmentu**
  - Určuje, zda segment bude tvořen přímkou linií (úsečkou) nebo obloukem.
- Bod**
  - Koncový bod segmentu zadáný pomocí souřadnic X, Y
- Střed**
  - Střed oblouku zadáný pomocí souřadnic X, Y. Je možné zadat, pokud je vybrán typ segmentu "Oblouk".
- Poloměr**
  - Hodnota  $R_s$  představuje poloměr oblouku, kterým je tvořen segment. Směr udává orientaci oblouku (kladný směr vytváří při zadávání polygonu proti směru hodinových ručiček konvexní tvar prostupu). Je možné zadat, pokud je vybrán typ segmentu "Oblouk".

Jakékoliv změny v tomto okně se ihned promítnou též do náhledu prostupu v okně "Polygon (region)", odkud byly vloženy či úpravy segmentu spuštěny. Lze tak snadno kontrolovat zadávaná data.

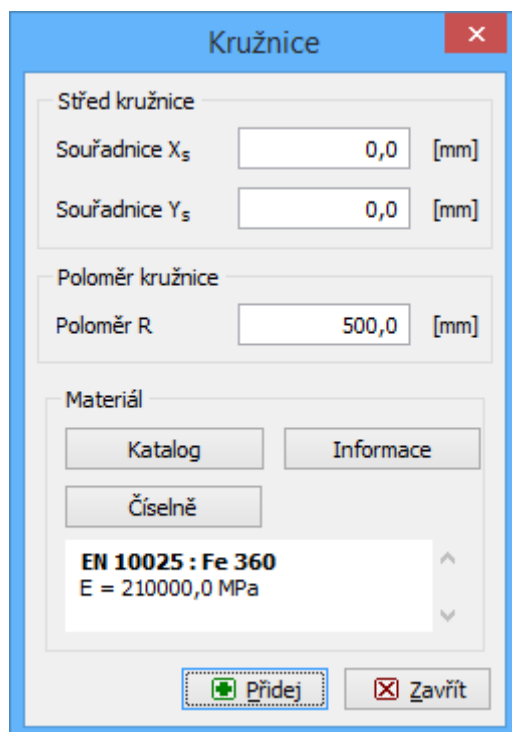


Okno "Úprava segmentu" s aktualizovaným náhledem prostupu v okně "Úprava: Region"

## Kružnice

Toto okno slouží k zadání kruhového objektu. Kruh se zadává pomocí středu prostupu (v absolutních souřadnicích  $X_s$ ;  $Y_s$  od středu středního souřadného systému) a poloměru  $R$ .

V některých případech (neplatí pro prostupy či otvory) je v dialogovém okně též možnost zadávání materiálu.



Dialogové okno pro přidání kruhového objektu



## Zatížení

### Zatěžovací stav

Toto dialogové okno umožňuje zadání nového zatěžovacího stavu včetně všech potřebných parametrů. Před políčkem pro zadání názvu se vypisuje identifikátor zatěžovacího stavu, který se skládá z čísla zatěžovacího stavu a jednopísmenné předpony. Předpona je určena typem zatížení:

- |          |                            |
|----------|----------------------------|
| <b>G</b> | • stálé zatížení           |
| <b>Q</b> | • proměnné zatížení        |
| <b>A</b> | • mimořádné zatížení       |
| <b>W</b> | • proměnné zatížení - vítr |
| <b>S</b> | • proměnné zatížení - sníh |

První zatěžovací stav v konstrukci tak může mít identifikátor **G1** za předpokladu, že tento zatěžovací stav je typu "**stálé**". Identifikátor **Q5** znamená, že se jedná o pátý zatěžovací stav v konstrukci a je typu "**proměnné**". Identifikátor zatěžovacího stavu je používán při sestavování a výpisech kombinací.

### Kód zatěžovacího stavu

Kód zatěžovacího stavu určuje, jaké zatížení lze v tomto zatížení zadávat. Možné jsou tyto varianty:

- |                     |  |
|---------------------|--|
| <b>vlastní tíha</b> | • zatížení v tomto zatěžovacím stavu představuje vlastní tíhu konstrukce a je generováno automaticky programem. V jedné úloze se může vyskytovat pouze jeden zatěžovací stav s tímto kódem.                    |
| <b>silové</b>       | • do zatěžovacích stavů s tímto kódem lze zadávat jakékoliv silové zatížení (síly a momenty). Počet silových zatěžovacích stavů není omezen.   |
| <b>deformační</b>   | • do zatěžovacích stavů s tímto kódem lze zadávat deformační zatížení způsobené poklesem podpory. Počet deformačních zatěžovacích stavů není omezen. Tento kód je dostupný pouze v programech Fin 2D a Fin 3D. |
| <b>teplotní</b>     | • do zatěžovacích stavů s tímto kódem lze zadávat teplotní zatížení. Počet těchto zatěžovacích stavů není omezen. Tento kód je dostupný pouze v programech Fin 2D a Fin 3D.                                    |

### Typ zatížení

určuje charakter zatěžovacích stavů dle jejich proměnlivosti v čase. Výběr typů odpovídá klasifikaci dle čl. 4.1.1. normy EN 1990. Proměnné zatížení je doplněno o délku trvání zatížení dle tab. 2.1 normy EN 1995-1-1.

### Součinitele zatížení

Umožňuje zadat dílčí součinitel zatížení  $\gamma_f$ . Tento součinitel zohledňuje možné nepříznivé odchylky hodnot zatížení od reprezentativních hodnot. Pro stálá zatížení je nutné zadat různé hodnoty pro příznivé ( $\gamma_{f,inf}$ ) a nepříznivé ( $\gamma_{f,sub}$ ) působení zatížení v kombinaci. Výchozí hodnoty součinitelů vychází z tabulky A1.2(B) normy EN 1990.

### Kategorie

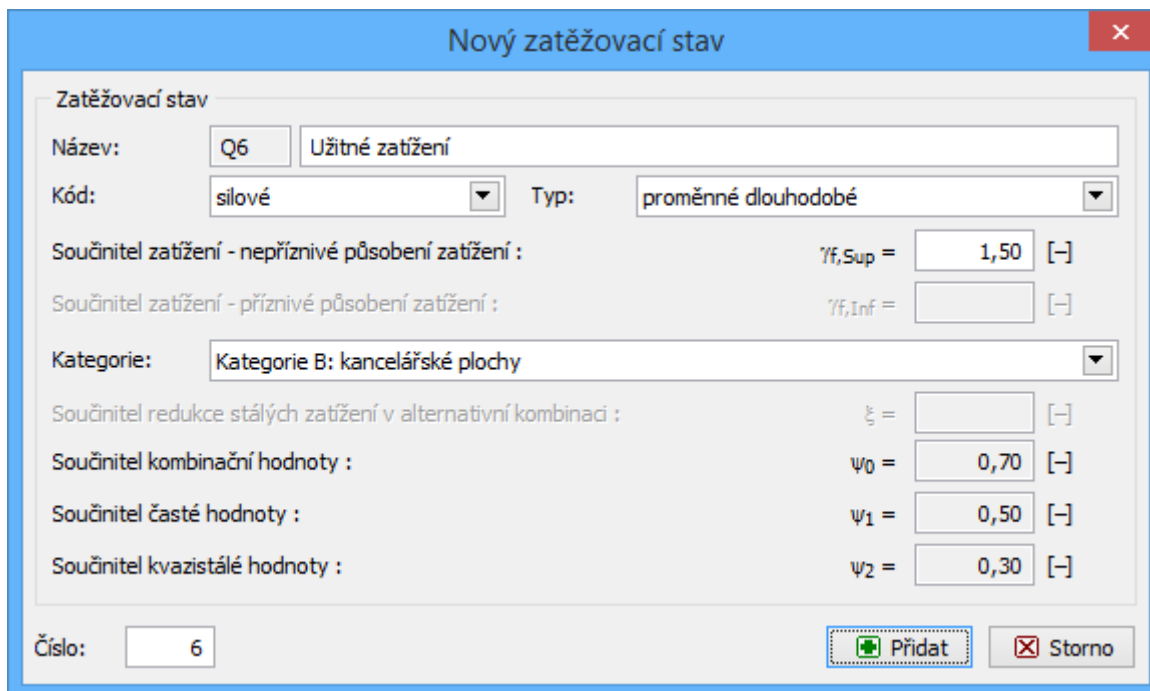
Zatřídění zatěžovacích stavů do kategorií odpovídá klasifikaci zatížení dle tabulky A1.1 normy EN 1990. Dle tohoto zatřídění jsou proměnným zatěžovacím stavům přiřazeny kombinační součinitele  $\psi_0$ ,  $\psi_1$  a  $\psi_2$ . Kategorie „**Uživatelské zadání**“ umožňuje zadání vlastních hodnot součinitelů. Kategorie jsou přístupné pouze pro normy založené na Eurokódech.

### Kombinační součinitele

Základní hodnoty součinitelů pro sestavování kombinací vychází z normy EN 1990 a závisí na kategorii zatěžovacího stavu. Při uživatelském zadání lze nastavit vlastní hodnoty součinitelů. Pro sestavování kombinací jsou použity následující součinitele:

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| <b><math>\xi</math></b>    | • <b>Součinitel redukce stálých zatížení v alternativní kombinaci</b> – tento součinitel je přiřazen všem stálým zatížením a je použit při sestavování alternativních kombinací pro mezní stav únosnosti (kombinace dle vztahu 6.10b v EN 1990) |
| <b><math>\psi_0</math></b> | • <b>Součinitel kombinační hodnoty</b> – součinitel pro proměnná zatížení, používá se při sestavování kombinací pro mezní stavy únosnosti i použitelnosti   |
| <b><math>\psi_1</math></b> | • <b>Součinitel časté hodnoty</b> – součinitel pro proměnná zatížení, používá se při sestavování mimořádných kombinací a kombinací pro mezní stavy použitelnosti.   |
| <b><math>\psi_2</math></b> | • <b>Součinitel kvazistálé hodnoty</b> – součinitel pro proměnná zatížení, používá se při sestavování mimořádných kombinací a kombinací pro mezní stavy použitelnosti.  |

V levém dolním rohu lze změnit číslo zatěžovacího stavu a tedy ovlivnit pořadí zatěžovacích stavů ve výpisech.



Dialogové okno "Zatěžovací stav"

## Kombinace

Toto dialogové okno slouží k zadání a úpravám kombinací zatěžovacích stavů. Před políčkem pro název kombinace je znázorněn stručný výpis kombinace. Všechny obsažené zatěžovací stavy jsou zaznamenány formou jejich identifikátorů, hlavní proměnná zatížení jsou přesunuta na začátek výpisu a oddělena od ostatních zatěžovacích stavů dvojtečkou.

### Druh kombinace

Pro mezní stav únosnosti lze vytvářet následující kombinace:

- |                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Základní</b>     | • základní kombinace dle vztahu 6.10 normy EN 1990  |
| <b>Alternativní</b> | • kombinace dle vztahů 6.10a a 6.10b normy EN 1990. V tomto případě se ve výpočtech uvažují dvě varianty kombinací, jedna s redukovanými stálými zatěžovacími stavy a druhá s redukovanými hlavními proměnnými zatěžovacími stavy |
| <b>Mimořádná</b>    | • mimořádné kombinace dle 6.11  |

Pro mezní stavy použitelnosti lze vytvářet následující kombinace:

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Charakteristická</b>  | • kombinace dle vztahu 6.14 normy EN 1990   |
| <b>Častá</b>             | • kombinace dle vztahu 6.15 normy EN 1990   |
| <b>Kvazistálá</b>        | • kombinace dle vztahu 6.16 normy EN 1990   |
| <b>Konečná deformace</b> | • kombinace pro výpočet konečného průhybu u dřevěných konstrukcí. Definice vychází z kapitoly 2.2.3(5) normy EN 1995-1-1. Tato kombinace poskytuje pouze relevantní hodnoty deformací. Hodnoty vnitřních sil jsou zvýšeny o vliv dotvarování. |

### Výběr zatěžovacích stavů

Tabulka se zatěžovacími stavy umožňuje výběr zatěžovacích stavů, které budou zahrnuty v kombinaci. Zatěžovací stav lze do kombinace přidat zaškrtnutím prvního políčka ve sloupci "**Uvažovat**" u příslušného zatěžovacího stavu. Druhý sloupeček umožňuje nastavit příznivé působení stálých zatěžovacích stavů (použití součinitele  $\gamma_{f,inf}$ ) resp. zadat proměnné zatížení jako hlavní. Počet hlavních proměnných zatížení v kombinaci není omezen.

Pro kombinace druhu "**Mimořádné**" lze zadat mimořádné zatížení (výběr probíhá pouze ze zatěžovacích stavů typu "**Mimořádné**"). Mimořádné kombinace bez zadaného mimořádného zatížení (nutné zvolit variantu "**nezadáno**") lze využít například k posouzení požární odolnosti. U mimořádných kombinací je též nutné vybrat, zda má být hlavní proměnné zatížení redukováno součinitelem  $\psi_1$  nebo  $\psi_2$ :

- $\psi_1$  - součinitel pro častou hodnotu proměnného zatížení
- $\psi_2$  - součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení

## Nová kombinace

## Parametry kombinace

Název: W5:G1+G2+G3

Stálé + vítr

Druh: Základní

Název	Zatěžovací stav		Uplatnění		Součinitel
	Kód	Typ	Uvažovat	Součinitel	
G1 Vlastní tíha	Vlastní tíha	Stálé	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00
G2 Zatížení podhledem 1	Silové	Stálé	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00
G3 Zatížení krytinou 1	Silové	Stálé	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00
S4 Zatížení sněhem 1 - 2.sněhová oblast	Silové	Proměnné krátkodobé sniž	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
W5 silové-proměnné krátkodobé vítr	Silové	Proměnné krátkodobé vítr	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1,00
Q6 Užité zatížení	Silové	Proměnné dlouhodobé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Mimořádné zatížení:

Součinitel pro hlavní proměnné zatížení:

Přidat

Storno

Přidávání zatěžovacích stavů do kombinace

## Tabulka kombinací

Okno "Tabulka kombinací" slouží k přehlednému zobrazení všech kombinací v jedné tabulce včetně přiřazených součinitelů. Kombinace jsou vypsané v řádcích, sloupce odpovídají jednotlivým zatěžovacím stavům. Pro každou kombinaci se v tabulce zobrazuje název, druh, případné mimořádné zatížení a všechny zatěžovací stavy, které jsou v kombinaci obsaženy. V dolní části okna se pro zaměřenou kombinaci vypisuje zkrácený či kompletní zápis kombinace, tj. seznam všech zatěžovacích stavů včetně všech součinitelů.

Tabulku lze zprůhlednit zapnutím barevného rozlišení zatěžovacích stavů. To lze provést zaškrtnutím políčka v pravém dolním rohu tabulky.

Tlačítkem "Odstranit..." lze vymazat aktivní či vybrané kombinace.

## Tabulka kombinací - kombinace 1.řád

## Parametry kombinace

0/5 Číslo	Kombinace			G1 Vlastní tíha	G2 Zatížení po	G3 Zatížení kry	S4 Zatížení sni	W5 silové-pror
	Název	Druh	Mimořádné zatížení	Stálé	Stálé	Stálé	Proměnné krát	Proměnné krát
				Uplatnění	Uplatnění	Uplatnění	Uplatnění	Uplatnění
1*		Základní		1,00	1,00	1,00		
2*		Základní		1,00	1,00	1,00		✓ 1,00
3*		Základní		1,00	1,00	1,00	✓ 1,00	
4*		Základní		1,00	1,00	1,00	✓ 1,00	$\psi_0(0,60)$
5*		Základní		1,00	1,00	1,00	$\psi_0(0,50)$	✓ 1,00

Kombinace G1+G2+G3; typ Základní; automaticky generovaná

Zkrácený popis:

 $\gamma_{f,sup,1}(1,35) * [G1] + \gamma_{f,sup,2}(1,35) * [G2] + \gamma_{f,sup,3}(1,35) * [G3]$ 

Dlouhý popis:

 $\gamma_{f,sup,1}(1,35) * [G1 \text{ Vlastní tíha}] + \gamma_{f,sup,2}(1,35) * [G2 \text{ Zatížení podhledem 1}] + \gamma_{f,sup,3}(1,35) * [G3 \text{ Zatížení krytinou 1}]$ 

Odstranit ..

OK

Storno

Barevné rozlišení zatěžovacích stavů v tabulce kombinací

## Generátor kombinací

Dialogové okno "**Generátor kombinací**" slouží k hromadné tvorbě kombinací zatěžovacích stavů na základě zadaných kombinačních pravidel. S ohledem na charakter normy EN 1990 může být počet generovaných kombinací poměrně velký a v extrémních případech by mohl způsobit i výrazné zpomalení programu. Z tohoto důvodu je v pravém dolním rohu vypisována informace o předpokládaném počtu kombinací, které budou vygenerovány. Uživateli tak může ještě před spuštěním generování zjistit, kolik kombinací bude vytvořeno, a případně upravit podmínky generátoru. Horní část slouží k zadávání podmínek pro generování kombinací, spodní obsahuje různá nastavení generátoru.

### Vzájemně spolupůsobící zatěžovací stavy

V této části je možné sloučit zatěžovací stavy, které mají v kombinacích vždy vystupovat společně. Nelze do jedné skupiny slučovat stálá a proměnná zatížení. Pokud je v "**Parametrech generátoru**" zaškrtnuté nastavení "**Všechna stálá vždy v kombinaci**", nemá vytváření skupin stálých zatěžovacích stavů vliv na výskyt v kombinaci, neboť každá vygenerovaná kombinace bude obsahovat všechny stálé zatěžovací stavy (kromě navzájem vyloučených). V takovém případě má slučování stálých zatěžovacích stavů vliv pouze na uvažování příznivých/nepříznivých účinků zatížení (za předpokladu, že není zaškrtnuto "**Stálá zatížení působí pouze nepříznivě**").

### Vyloučené spolupůsobení zatěžovacích stavů

V této části lze zadat, jaké zatěžovací stavy se spolu nesmí vyskytnout v kombinaci. Vylučovat lze navzájem libovolné zatěžovací stavy či sloučené skupiny, nezáleží na typu zatěžovacích stavů.

Při zadávání skupiny pro vyloučení lze využít dva způsoby zadávání:

- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Vzájemné vyloučení</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lze zadat libovolný počet zatěžovacích stavů, v seznamu vygenerovaných kombinací se objeví pouze kombinace, ve kterých je maximálně jeden zatěžovací stav ze zadané skupiny</li> </ul>   |
| <b>Vyloučení po dvojicích</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>V případě, že je nutné vytvořit větší množství vylučovacích skupin o dvou stavech, kde je jeden zatěžovací stav stejný, lze využít tuto možnost. V prvním sloupečku se vybere zatěžovací stav, který je třeba vyloučit s ostatními, v druhém pak lze vybrat libovolný počet zatěžovacích stavů, s kterými je třeba vytvořit vylučovací kombinace.</li> </ul> |

### Zatěžovací stavy a skupiny působící jako hlavní proměnné zatížení

V automatickém režimu je při vytváření kombinací každé proměnné zatížení použito jako hlavní. Pokud je automatický režim vypnut, lze provádět další úpravy, například lze některá proměnná zatížení neuvažovat jako hlavní případně několik zatěžovacích stavů sloučit do skupiny, takže může být několik zatěžovacích stavů uvažováno jako hlavní proměnné v jedné kombinaci.

### Parametry generátoru

- |  |   |
|--|---|
| <b>Ponechat původní kombinace</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Po stisknutí tlačítka "<b>Generuj</b>" program k původním kombinacím přidá nové, vytvořené dle zadaných pravidel.</li> </ul>   |
| <b>Odstranit všechny kombinace</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Po stisknutí tlačítka "<b>Generuj</b>" program smaže všechny původní kombinace a nahradí je novými.</li> </ul>   |
| <b>Odstranit vygenerované kombinace</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Po stisknutí tlačítka "<b>Generuj</b>" program smaže starší generované kombinace a přidá nové, vytvořené dle zadaných pravidel. Kombinace zadané ručně smazány nebudou.</li> </ul> |
| <b>Odstranit všechny kombinace aktuálního druhu</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Po stisknutí tlačítka "<b>Generuj</b>" program smaže všechny původní kombinace daného druhu a nahradí je novými.</li> </ul>  |
| <b>Odstranit vygenerované kombinace aktuálního druhu</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Po stisknutí tlačítka "<b>Generuj</b>" program smaže starší generované kombinace daného druhu a přidá nové, vytvořené dle zadaných pravidel.</li> </ul>                            |

### Generovat kombinace

Pro mezní stav únosnosti lze vytvářet následující kombinace:

- |                     |  |
|---------------------|--|
| <b>Základní</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>základní kombinace dle vztahu 6.10 normy EN 1990</li> </ul>   |
| <b>Alternativní</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>kombinace dle vztahů 6.10a a 6.10b normy EN 1990. V tomto případě se ve výpočtech uvažují dvě varianty kombinací, jedna s redukovanými stálými zatěžovacími stavy a druhá s redukovanými hlavními proměnnými zatěžovacími stavy</li> </ul>  |
| <b>Mimořádná</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>mimořádné kombinace dle 6.11 normy EN 1990. Při výběru tohoto typu kombinace lze zvolit mimořádné zatížení (výběr probíhá pouze ze zatěžovacích stavů typu "<b>Mimořádné</b>"). Mimořádné kombinace bez zadaného mimořádného zatížení (nutné zvolit variantu "<b>nezadáno</b>") lze využít například k posouzení požární odolnosti. U mimořádných kombinací je též nutné vybrat, zda má být hlavní proměnné zatížení redukováno součinitelem <math>\psi_1</math> nebo <math>\psi_2</math>.</li> </ul> |

Pro mezní stavy použitelnosti lze vytvářet následující kombinace:

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Charakteristická</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>kombinace dle vztahu 6.14 normy EN 1990</li> </ul> |
| <b>Častá</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>kombinace dle vztahu 6.15 normy EN 1990</li> </ul> |

- Kvazistálá** • kombinace dle vztahu 6.16 normy EN 1990
- Konečná deformace** • kombinace pro výpočet konečného průhybu u dřevěných konstrukcí. Definice vychází z kapitoly 2.2.3(5) normy EN 1995-1-1

**Generátor kombinací - kombinace 1.řád**

**Podmínky generátoru**

Vzájemně spolupůsobící zatěžovací stavy. Vyloučené spolupůsobení zatěžovacích stavů.

**Spolupůsobící zatěžovací stavy**

Počet: 5 z toho G: 3; Q: 2

1	G1
2	G2
3	S3
4	G4
5	W5

**Vyloučené vzájemné působení**

Počet: 0

--	--

**Zatěžovací stavy a skupiny působící jako hlavní proměnné zatížení.**

☒ Automaticky vytvářet hlavní proměnná zatížení

**Hlavní proměnná zatížení**

Počet: 2

1	S3
2	W5

**Parametry generatoru**

Původní kombinace:

Generovat kombinace: ☒ Základní ☐ Alternativní ☐ Mimořádná

Mimořádné zatížení:

Součinitel pro hlavní proměnné zatížení:

☒ Stálá zatížení působí pouze nepříznivě

☒ Všechna stálá zatížení vždy v kombinaci

**Předpokládaný počet kombinací : 5**

Generátor kombinací

## Beton

## Volba normy

Toto okno slouží k volbě návrhové normy a odpovídající národní přílohy, případně též ke změně dílčích součinitelů. V programu jsou dostupné dvě návrhové normy: "**EN 1992-1-1**" (navrhování pozemních staveb) a "**EN 1992-2**" (navrhování mostních konstrukcí). Pro normy jsou dostupné různé národní přílohy a též varianty "**Uživatelská**" a "**Standardní EC**". Volba "**Standardní EC**" provádí výpočet dle základního znění návrhové normy, tedy bez žádné národní přílohy. Volba "**uživatelská**" umožňuje zadat vlastní hodnoty dílčích součinitelů  $\gamma_M$  a ostatních parametrů při základních i mimořádných návrhových kombinacích.

Přehled součinitelů dle jednotlivých národních příloh je uveden v teoretické části nápovědy v kapitole "**Národní přílohy**".

Pokud je zaškrtnuto nastavení "**Minimální stupeň vyztužení desky dle ČSN 73 1201 - kap. 8.5.2**", je prováděna kontrola minimálního stupně vyztužení pro prvky typu "**Deska**". Více informací je uvedeno v části "**Konstrukční zásady**" teoretické části nápovědy.

Tlačítko "**Výchozí**" po stisknutí nabízí rozbalitelný seznam s následujícími možnostmi:

- Převzít výchozí nastavení** • Nastaví parametry dialogového okna dle výchozích nastavení
- Uložit nastavení jako výchozí** • Převezme aktuální parametry jako nové výchozí nastavení

Použití dílčích součinitelů spolehlivosti je popsáno v **teoretické části** nápovědy.

**Volba normy**

Norma: EN 1992-1-1

Národní příloha: Česko

Součinitele pro betonové konstrukce:

Únosnost betonu - základní kombinace zatížení	$\gamma_C$	=	1,500	[–] EN 1992-1-1 - kap.2.4.2.4
Únosnost výztuže - základní kombinace zatížení	$\gamma_S$	=	1,150	[–] EN 1992-1-1 - kap.2.4.2.4
Únosnost betonu - mimořádná kombinace zatížení	$\gamma_C$	=	1,200	[–] EN 1992-1-1 - kap.2.4.2.4
Únosnost výztuže - mimořádná kombinace zatížení	$\gamma_S$	=	1,000	[–] EN 1992-1-1 - kap.2.4.2.4
Modul pružnosti betonu	$\gamma_{cE}$	=	1,200	[–] EN 1992-1-1 - kap.5.8.6
Tlaková pevnost betonu	$\alpha_{cc}$	=	1,000	[–] EN 1992-1-1 - kap.3.1.6

☐ Minimální stupeň vyztužení desky dle ČSN 73 1201 - kap.8.5.2

☐ Použít aktuální nastavení jako výchozí při spuštění

OK
Storno

Dialogové okno "Volba normy"

## Editor průřezu

Toto dialogové okno slouží k zadávání a úpravě průřezu posuzovaného prvku. V horní části si lze vybrat jeden z přednastavených tvarů, samotné rozměry se zadávají v tabulce v levé části. Rozměry odpovídají kótám, které jsou vykresleny v náhledu průřezu v pravé části dialogového okna.

Tlačítko "**Informace**" v levém dolním rohu umožňuje zobrazení podrobných charakteristik průřezu jako například: rozměry, průřezové charakteristiky, těžiště, momenty setrvačnosti k osám atd.

Rozsah dostupných průřezů se pro jednotlivé programy liší.

**Editor průřezu - Beton, standardní**

Popis průřezu	
název	T-průřez 370x200
poznámka	

Rozměry průřezu	
výška průřezu	h = 370,0 mm
šířka průřezu	b = 200,0 mm
tloušťka stojiny	t <sub>w</sub> = 70,0 mm
tloušťka pásnice	t <sub>f</sub> = 70,0 mm

Informace
OK
Storno



*Dialogové okno "Editor průřezu"*

## Obecný polygon

Toto dialogové okno slouží k zadání průřezu libovolného tvaru. Průřez lze zadávat dvěma základními způsoby: **číselně** a **graficky**. Oba způsoby lze libovolně kombinovat.

Pokud máme již vybraný průřez z **knihovny předdefinovaných tvarů**, tak v tomto dialogovém okně můžeme editovat průřez podle našich potřeb oběma již zmíněnými způsoby.

### Číselné zadávání

Jednotlivé body obecného polygonu lze zadávat a upravovat číselně pomocí **tabulky "Geometrie průřezu"** v levé části okna. Zadávání probíhá v samostatném okně **"Vlastnosti bodu"**, které lze spustit tlačítkem **"+"** v liště nad tabulkou. Při zadávání souřadnic v dialogovém okně lze pro výpočet správné hodnoty použít **pomocný kalkulátor**. Kalkulátor se zobrazí tlačítkem **"fx"** v zadávacím okénku.

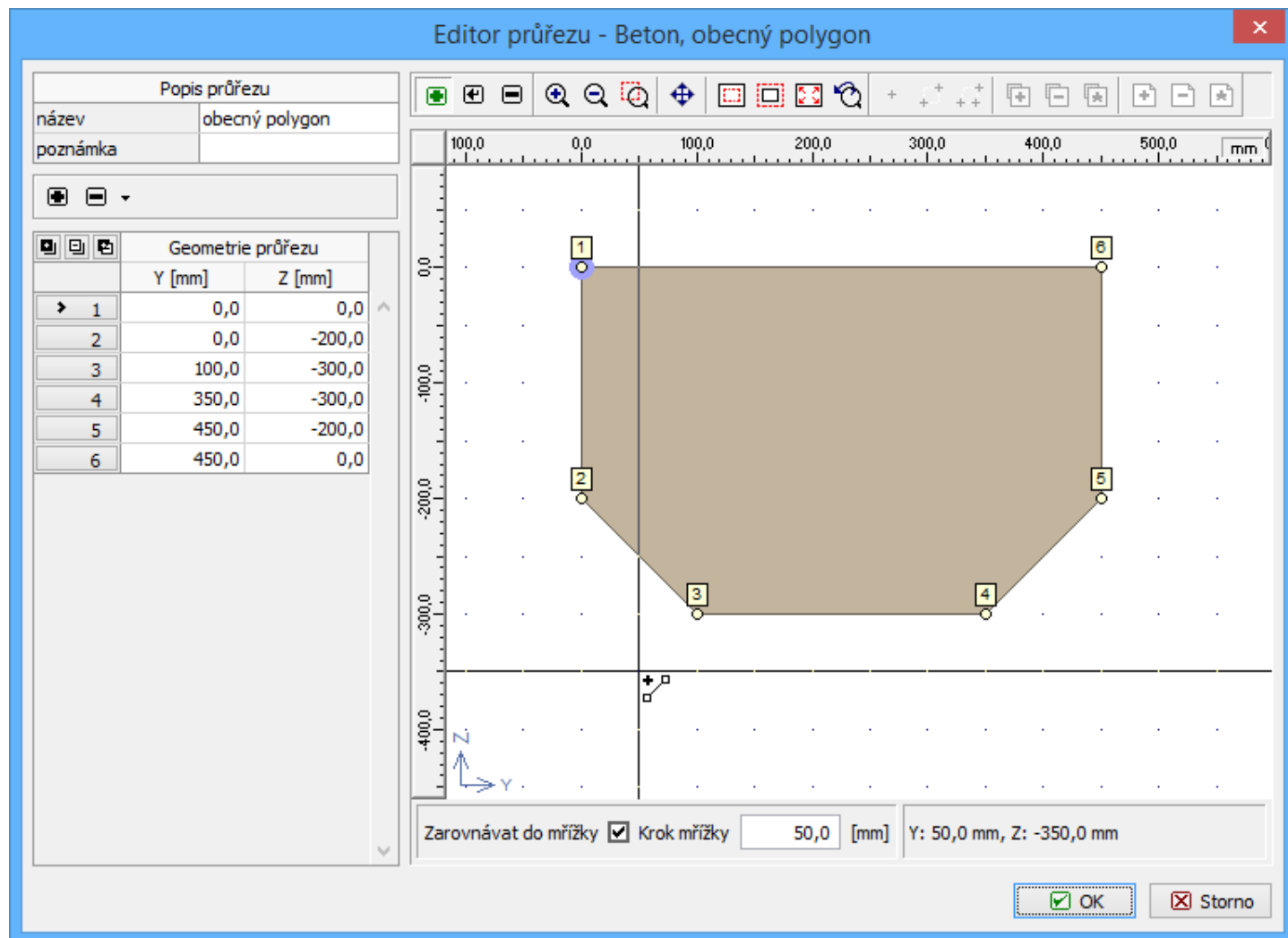
*Okno "Nový bod polygonu"*

Úpravu souřadnic lze provádět přímo v tabulce. Pro mazání lze využít tlačítko **"-"** v nástrojové liště nad tabulkou.

### Grafické zadávání

Graficky lze body přidávat na pracovní ploše v pravé části dialogového okna. Režim práce na ploše se vybírá v nástrojové liště **"Úpravy"**. Pokud je v liště aktivní režim **"Přidat"**, je možné kurzorem přímo vkládat nové body na pracovní plochu. Ve spodní části je možné pro přesnější zadávání zaškrtnout možnost **"Zarovnání do mřížky"** a poté zvolit vzdálenost **jednoho kroku mřížky**. Při aktivním režimu **"Upravit"** se po kliknutí kurzorem myši na bod otevře dialogové okno **"Vlastnosti bodu"**, kde lze změnit jeho souřadnice. Režim **"Odstranit"** v nástrojové liště umožňuje mazání bodů. Při práci lze využít funkce z nástrojových lišt **"Výběry"** a **"Měřítka a posun"**. ve spodní části je možné zapnout zarovnávání kurzoru do mřížky při zadávání bodů a též nastavit krok této mřížky.





Dialogové okno "Editor průřezu"

## Materiály

Toto dialogové okno umožňuje zadání materiálů použitých při posouzení železobetonového průřezu. Zadávají se následující údaje:

### Vliv prostředí

- Pomocí tlačítka **"Upravit"** lze spustit dialogové okno **"Vliv prostředí"**, kde lze zvolit vlastnosti prostředí, v kterém se konstrukční prvek bude nacházet. Toto nastavení ovlivňuje minimální předepsanou pevnostní třídu betonu a minimální velikost krycí vrstvy betonářské výztuže.

### Beton

- V této části lze zadat materiálové charakteristiky betonu. Zadání lze provést výběrem pevnostní třídy v okně **"Katalog materiálů - Beton"** z přednastavené databáze (tlačítko **"Katalog"**) nebo zadáním hodnot jednotlivých pevnostních charakteristik v okně **"Editor materiálu - Beton"** (tlačítko **"Vlastní"**)

### Podélná výztuž

- V této části lze zadat materiálové charakteristiky podélné výztuže. Zadání lze provést výběrem pevnostní třídy v okně **"Katalog materiálů - Betonářská ocel"** z přednastavené databáze (tlačítko **"Katalog"**) nebo zadáním hodnot jednotlivých pevnostních charakteristik v okně **"Editor materiálu - Betonářská ocel"** (tlačítko **"Vlastní"**)

### Příčná výztuž

- V této části lze zadat materiálové charakteristiky příčné (smykové) výztuže. Zadání lze provést výběrem pevnostní třídy v okně **"Katalog materiálů - Betonářská ocel"** z přednastavené databáze (tlačítko **"Katalog"**) nebo zadáním hodnot jednotlivých pevnostních charakteristik v okně **"Editor materiálu - Betonářská ocel"** (tlačítko **"Vlastní"**)

## Indikativní pevnostní třída

V této části se vypisuje indikativní pevnostní třída betonu dle tabulky *E.1N*, která je požadována pro vybrané prostředí jako minimální. Tento požadavek zohledňuje zvýšené požadavky na složení betonu z důvodu ochrany betonářské výztuže proti korozi resp. ochraně betonu proti agresivním účinkům prostředí.

Zaškrtnutí políčka **"Provzdušnění >4%"** ovlivňuje v souladu s tabulkou *4.3N* klasifikaci konstrukce pro výpočet minimálního krytí výztuže. Pokud je zaškrtnuto, snižuje se limitní třída betonu, při které lze snížit klasifikaci konstrukce o

jeden stupeň. V některých návrhových přílohách (Česko) tento přepínač též ovlivňuje indikativní pevnostní třídu betonu u konstrukcí vystavených účinkům mrazu (XF1, XF2, XF3).

V zadávacím políčku "**Největší průměr kameniva**" lze změnit maximální velikost kameniva, která je použita při výrobě betonové směsi. Tato hodnota ovlivňuje velikost minimálního krytí (v souladu s tabulkou 4.2 se minimální krytí zvyšuje při použití kameniva většího než 32mm) a též minimální vzdálenost výztuže (článek 8.2(2) normy EN 1992-1-1). Toto nastavení je dostupné pouze pokud je na základní obrazovce programu zapnuto nastavení "**Kontrolovat vzdálenost vložek**".

### Třída tažnosti podélné výztuže

V této části lze zvolit tažnost podélné výztuže. Tato volba ovlivňuje charakteristickou hodnotu poměrného přetvoření při maximální síle  $\epsilon_{uk}$  a minimální hodnotu součinitele pro výpočet napětí při tomto přetvoření  $k=(f_t/f_y)_k$  dle tabulky C.1 normy EN 1992-1-1.

### Požár (pouze program Beton požár)

Výpočet požární odolnosti prvku ovlivňují následující údaje:

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Typ kameniva</b>               | • typ kameniva (volby " <b>křemičité</b> " nebo " <b>vápencové</b> ") ovlivňuje pracovní diagram betonu při zvýšených teplotách (kapitola 3.2.2.1 normy EN 1992-1-2) a teplotní i fyzikální vlastnosti betonu (kapitola 3.3)   |
| <b>Typ výztuže</b>                | • typ výztuže v souladu s kapitolou 3.2.3 normy EN 1992-1-2 ovlivňuje parametry pracovního diagramu betonářské oceli   |
| <b>Vlhkost betonu</b>             | • vlhkost betonu ovlivňuje dle kapitoly 3.3.2 normy EN 1992-1-2 hodnotu měrného tepla betonu   |
| <b>Parametr tepelné vodivosti</b> | • tento součinitel slouží ke stanovení tepelné vodivosti betonu $\lambda_c$ lineární interpolací mezi dolní a horní mezí, které jsou zjištěny dle kapitoly 3.3.3 normy EN 1992-1-2. Pokud je parametr roven 0, je ve výpočtu uvažována dolní mez tepelné vodivosti, pokud je roven 1.0, je ve výpočtu použita horní mez tepelné vodivosti. |

Dialogové okno "Materiály"

### Vliv prostředí

V tomto dialogovém okně lze zvolit podmínky prostředí, v kterém bude konstrukční prvek umístěn. Definice jednotlivých kategorií vycházejí z kapitoly 4.2 normy. Podmínky prostředí ovlivňují stanovení minimální (indikativní) třídy betonu a minimální hodnotu krycí vrstvy betonářské výztuže. Tyto postupy jsou popsány v kapitolách "**Indikativní třída betonu**" a "**Minimální krytí**" teoretické části nápovědy.

Popis jednotlivých voleb:

### Koroze výztuže vyvolaná karbonatací

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>X0 - bez vlivu karbonatace</b>   | • beton uvnitř budov s velmi nízkou vlhkostí vzduchu                          |
| <b>XC1 - suché nebo stále mokré</b> | • beton uvnitř budov s nízkou vlhkostí vzduchu, beton trvale ponořený ve vodě |

**XC2 - mokré, občas suché**

- povrchy betonů vystavených dlouhodobému působení vody, např. většina základů
- beton uvnitř budov se střední nebo velkou vlhkostí vzduchu, venkovní beton chráněný proti dešti
- povrchy betonů ve styku s vodou, které nejsou zahrnuty ve stupni vlivu prostředí XC2. Např. venkovní konstrukce, opěrné stěny

**XC3 - středně vlhké****XC4 - střídavě mokré a suché****Koroze výztuže vyvolaná chloridy****X0 - bez nebezpečí****XD1 - středně vlhké****XD2 - mokré, občas suché****XD3 - střídavě mokré a suché**

- bez nebezpečí koroze vyvolané chloridy
- povrchy betonů vystavených chloridům rozptýleným ve vzduchu
- plavecké bazény, betonové prvky vystavené působení průmyslových vod obsahujících chloridy
- části mostů vystavených postřikům obsahujícím chloridy, vozovky, betonové povrchy parkovišť

**Koroze výztuže vyvolaná chloridy z mořské vody****X0 - bez nebezpečí****XS1 - vystavení slanému vzduchu, ale ne v přímém styku s mořskou vodou****XS2 - trvalé ponoření do vody****XS3 - omývání a ostřikování přílivem**

- bez nebezpečí koroze vyvolané chloridy z mořské vody
- konstrukce blízko mořského pobřeží nebo na pobřeží
- části námořních konstrukcí
- části námořních konstrukcí

**Střídavé působení mrazu a rozmrazování na beton****X0 - bez nebezpečí****XF1 - středně nasycené vodou bez rozmrazovacích prostředků****XF2 - středně nasycené vodou s rozmrazovacími prostředky****XF3 - značně nasycené vodou bez rozmrazovacích prostředků****XF4 - značně nasycené vodou s rozmrazovacími prostředky nebo mořskou vodou**

- beton uvnitř budov, který není vystaven účinkům mrazu
- svislé betonové povrchy vystavené dešti a mrazu
- svislé betonové povrchy konstrukcí pozemních komunikací vystavené mrazu a rozmrazovacím prostředkům rozptýleným ve vzduchu
- vodorovné betonové povrchy vystavené dešti a mrazu
- vozovky a mostovky vystavené rozmrazovacím prostředkům, betonové povrchy vystavené přímému ostřiku rozmrazovacími prostředky nebo mrazu, omývané části námořních konstrukcí vystavených mrazu

**Chemické působení na beton****X0 - bez nebezpečí****XA1 - slabě agresivní chemické prostředí podle EN 206-1, tabulka 2****XA2 - středně agresivní chemické prostředí podle EN 206-1, tabulka 2****XA3 - vysoce agresivní chemické prostředí podle EN 206-1, tabulka 2**

- beton, který není vystavený účinkům agresivního chemického prostředí
- přírodní zemina s podzemní vodou
- přírodní zemina s podzemní vodou
- přírodní zemina s podzemní vodou

**Vliv prostředí**

**Vliv prostředí na výztuž**

Koroze vyvolaná karbonatací:  
X0 - bez nebezpečí koroze nebo napadení  
Beton uvnitř budov s velmi nízkou vlhkostí vzduchu

Koroze vyvolaná chloridy:  
X0 - bez nebezpečí koroze nebo napadení  
Beton uvnitř budov s velmi nízkou vlhkostí vzduchu

Koroze vyvolaná chloridy z mořské vody:  
X0 - bez nebezpečí koroze nebo napadení  
Beton uvnitř budov s velmi nízkou vlhkostí vzduchu

**Vliv prostředí na beton**

Střídavé působení mrazu a rozmrazování (mrazové cykly):  
X0 - bez nebezpečí koroze nebo napadení  
Beton uvnitř budov s velmi nízkou vlhkostí vzduchu

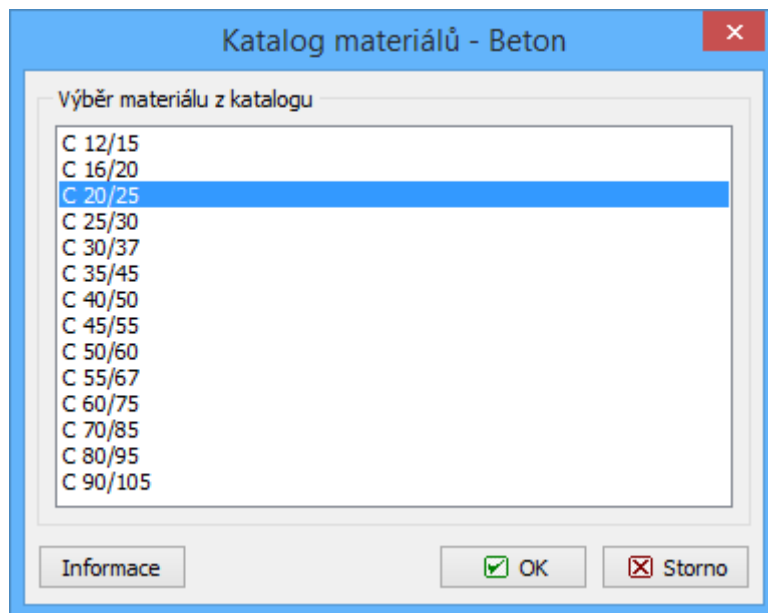
Chemické působení:  
X0 - bez nebezpečí koroze nebo napadení  
Beton uvnitř budov s velmi nízkou vlhkostí vzduchu

OK Storno

Dialogové okno "Vliv prostředí"

## Katalog materiálů - Beton

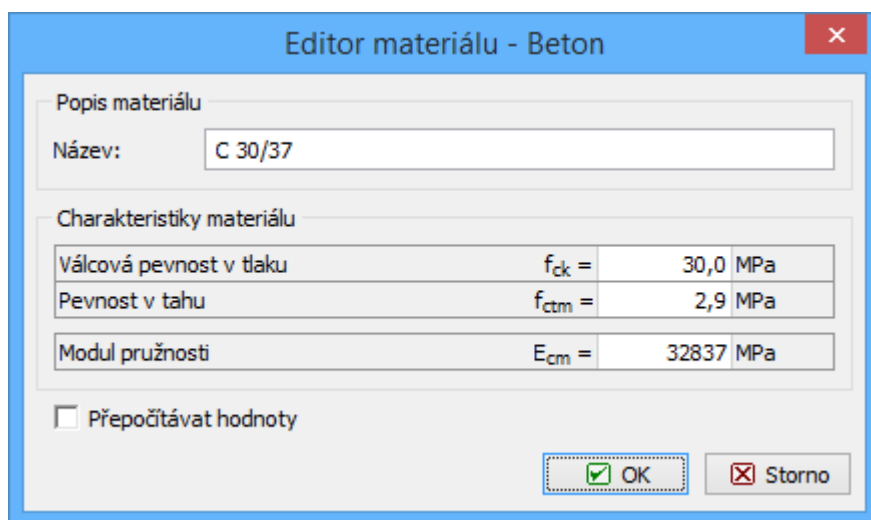
Toto dialogové okno umožňuje vybrat třídu pevnosti betonu, s kterou bude počítáno ve výpočtu. Označení každé třídy obsahuje charakteristickou válcovou pevnost betonu v tlaku při stáří 28 dní ( $f_{ck}$ ) před lomítkem a charakteristickou krychelnou pevnost ( $f_{ck,cube}$ ) za lomítkem. Tlačítkem **"Informace"** lze vyvolat okno, kde jsou zobrazeny charakteristiky vybraného materiálu.



Výběr třídy betonu

## Editor materiálu - Beton

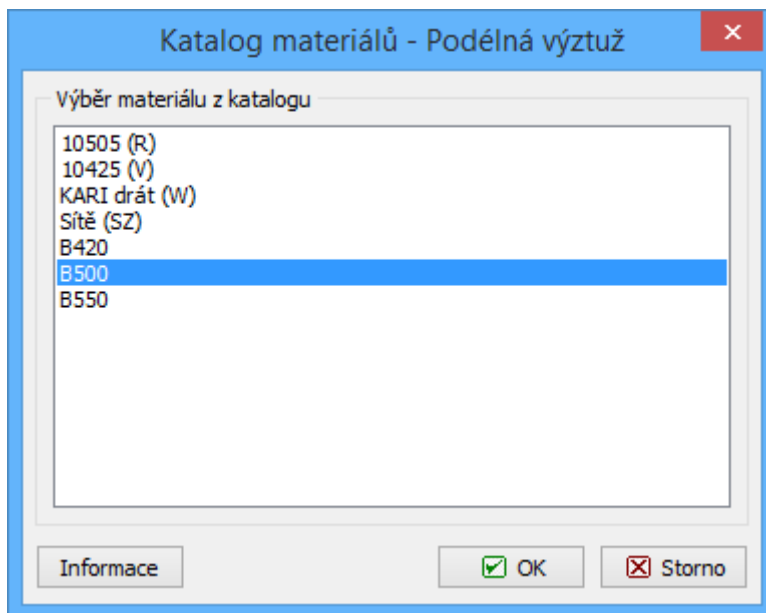
Toto okno umožňuje zadat beton s libovolně zvolenými vlastnostmi. Pokud je zaškrtnuto nastavení "**Přepočítávat hodnoty**", jsou veličiny  $f_{ctm}$  (pevnost v tahu) a  $E_{cm}$  (modul pružnosti) automaticky vypočítány z válcové pevnosti v tlaku  $f_{ck}$ . Pro zadání betonu tak stačí pouze tato jedna hodnota. Způsob dopočtu vychází z kapitoly 3.1 normy EN 1992-1-1 a je popsán v kapitole "**Materiálové charakteristiky**" teoretické části nápovědy.



Dialogové okno "Editor materiálu - Beton"

## Katalog materiálů - Betonářská ocel

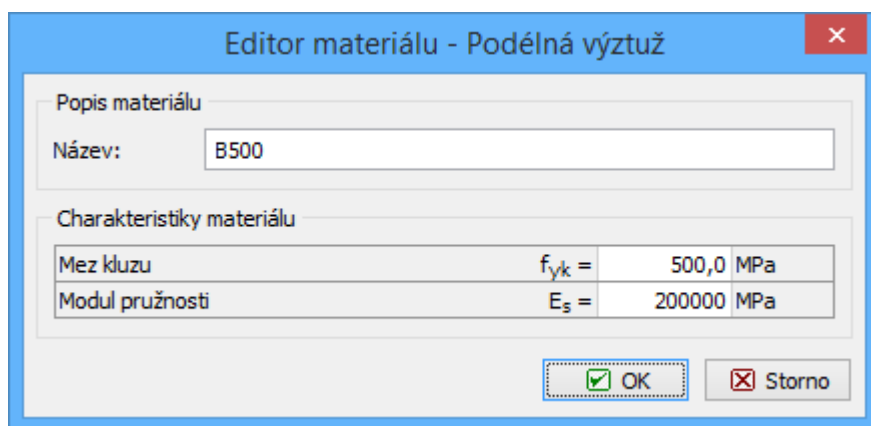
Toto dialogové okno umožňuje vybrat třídu betonářské oceli, s kterou bude počítáno ve výpočtu. Tlačítkem "**Informace**" lze vyvolat okno, kde jsou zobrazeny charakteristiky vybraného materiálu.



Výběr třídy oceli

## Editor materiálů - Betonářská ocel

Toto okno umožňuje zadat materiál výztuže s libovolně zvolenými vlastnostmi. Jednotlivé charakteristiky jsou popsány v kapitole "**Materiálové charakteristiky**" teoretické části nápovědy.



Dialogové okno "Editor materiálů - Betonářská ocel"

## Krytí výztuže

Toto dialogové okno slouží k výpočtu minimálního krytí dle EN 1992-1-1, části 4.4.1.

### Vliv prostředí

V této části je vypsán vliv prostředí zadaný v okně "**Materiály**", neboť tento údaj má vliv na výpočet krytí. Vliv prostředí lze změnit v okně "**Vliv prostředí**", které je přístupné tlačítkem "**Upravit**".

### Třída konstrukce

Třída konstrukce slouží ke stanovení hodnoty  $c_{min,dur}$  (minimální krycí vrstva z hlediska podmínek prostředí). Doporučenou třídou konstrukce pro návrhovou životnost 50 let je třída S4. Tato třída může být zvětšena či zmenšena na základě pravidel uvedených v tabulce 4.3N. Dle této tabulky se třída konstrukce zvětšuje v případě zvýšené návrhové životnosti (80 či 100 let), zmenšit třídu lze u deskových konstrukcí resp. v případě zajištění zvláštní kontroly kvality výroby betonu. Samotné stanovení velikosti  $c_{min,dur}$  probíhá dle tabulky 4.4N normy EN 1992-1-1.

### Ostatní vlivy

Ostatní vlivy obsahují parametry, které přímo ovlivňují minimální krycí vrstvu  $c_{min}$  a přídavek na návrhovou odchylku  $\Delta c_{dev}$ .

V případě vystavení konstrukce zvýšenému obrušování by měla být dle článku 4.4.1.2.(13) minimální krycí vrstva zvětšena o tzv. obětovanou vrstvu. Pro určení této vrstvy je třeba vybrat "**Třidu obrušování**". V souladu s normou jsou k dispozici následující možnosti.

- Bez obrusu** • povrch není vystaven obrusu, minimální krycí vrstva není zvětšena
- XM1 - střední obrus** • krytí povrchů se středním obrusem (například pojižděné vozidly se vzduchovými pneumatikami) by mělo být zvětšeno o hodnotu  $k_1$ . Pokud není v národní příloze stanoveno jinak, měla by být hodnota  $k_1$  uvažována jako 5mm.
- XM2 - vysoký obrus** • krytí povrchů s vysokým obrusem (například průmyslové plochy pojižděné vysokozdviznými vozíky se vzduchovými nebo pevnými gumovými pneumatikami) by mělo být zvětšeno o hodnotu  $k_2$ . Pokud není v národní příloze stanoveno jinak, měla by být hodnota  $k_2$  uvažována jako 10mm.
- XM3 - extrémní obrus** • krytí povrchů s extrémním obrusem (například průmyslové plochy pojižděné vysokozdviznými vozíky s elastomerovými nebo ocelovými koly nebo nákladními vozidly) by mělo být zvětšeno o hodnotu  $k_3$ . Pokud není v národní příloze stanoveno jinak, měla by být hodnota  $k_3$  uvažována jako 15mm.

Dále dialogové okno obsahuje následující nastavení:

- Jmenovitý průměr kameniva větší než 32mm** • pokud je jmenovitý maximální rozměr kameniva větší než 32mm, měla by se dle článku 4.4.1.2.(3) normy EN 1992-1-1 minimální krycí vrstva z hlediska soudržnosti  $c_{min,b}$  zvětšit o 5mm
- Nerovný povrch** • pokud je podkladový povrch nerovný (například vyčnívající kamenivo), měla by se dle článku 4.4.1.2.(11) normy EN 1992-1-1 minimální krycí vrstva zvětšit minimálně o 5mm
- Přídavná bezpečnostní složka krytí** • betonová krycí vrstva by měla být dle článku 4.4.1.2.(6) normy EN 1992-1-1 zvětšena o přídavnou bezpečnostní složku  $\Delta c_{dur,y}$ . Hodnota této složky by měla být dána příslušnou národní přílohou. Doporučená velikost této složky dle normy je 0mm.
- Korozivzdorná výztuž** • při použití korozivzdorné oceli či podobných opatření lze dle článku 4.4.1.2.(7) normy EN 1992-1-1 zmenšit minimální krycí vrstvu o složku  $\Delta c_{dur,st}$ . Doporučená velikost této složky dle normy je 0mm.
- Přídavná ochrana výztuže** • pokud má beton přídavnou ochranu (např. nátěr) umožňuje článek 4.4.1.2.(8) normy EN 1992-1-1 zmenšení minimální krycí vrstvy o složku  $\Delta c_{dur,add}$ . Doporučená velikost této složky dle normy je 0mm.
- Přídavek pro návrhovou odchylku** • do výpočtu nominální krycí vrstvy má být dle 4.4.1.3(1) zahrnut přídavek zahrnující přípustnou odchylku  $\Delta c_{dev}$ . Pokud není určeno v příslušné národní příloze jinak, je doporučená hodnota 10mm. Tuto hodnotu lze v případě uplatnění systému zajištění kvality (monitorování zahrnuje měření krycí vrstvy) zmenšit na hodnotu v intervalu <10mm, 5mm>. Pokud jsou zajištěny velmi přesné měřicí přístroje a jsou odmítány nevyhovující prvky (prefabrikáty), je možné zmenšit  $\Delta c_{dev}$  na hodnotu v intervalu <10mm, 0mm>.

Při betonáži na nerovné povrchy by měla být krycí vrstva zvětšena dle EN 1992-1-1 článek 4.4.1.3(4) o odpovídající odchylky. Na výběr jsou následující možnosti:

- Betonáž na upravené podloží** • Při betonáži na upravené podloží (včetně podkladního betonu) má být krycí vrstva minimálně rovna hodnotě  $k_1$ . Pokud není v národní příloze stanoveno jinak, měla by být hodnota  $k_1$  uvažována jako 40mm.
- Betonáž na zeminu** • Při betonáži na zeminu má být krycí vrstva minimálně rovna hodnotě  $k_2$ . Pokud není v národní příloze stanoveno jinak, měla by být hodnota  $k_2$  uvažována jako 75mm.

Výpočet si lze zkontrolovat ve spodní části dialogového okna. Výpočet minimálního krytí je popsán v teoretické části nápovědy v kapitole "**Minimální krytí**".



Krytí výztuže

Vliv prostředí

Vliv prostředí

X0

Upravit

Indikativní pevnostní třída

C12/15 ⇒ třída betonu vyhovuje

Třída konstrukce

Třída :

S4

▼

Budovy bytové, občanské a další běžné stavby, budovy pro výrobu a služby, pro těžbu paliv a rud, vodojemy a zásobníky, vodní hospodářství

☐ Životnost > 80 let

☐ Životnost > 100 let

☐ Desková konstrukce

☐ Speciální kontrola kvality

Výsledná třída konstrukce:

**S3**

Ostatní vlivy

Třída obruš :

Bez obruš

▼

☐ Jmenovitý průměr kameniva větší než 32mm

☐ Nerovný povrch

0,0

[mm]

☐ Přídavná bezp. složka krytí

$\Delta c_{dur,y}$

0,0

[mm]

☐ Korozivzdorná výztuž

$\Delta c_{dur,st}$

0,0

[mm]

☐ Přídavná ochrana výztuže

$\Delta c_{dur,add}$

0,0

[mm]

☐ Přídavek pro návrh. odch.

$\Delta c_{dev}$

10,0

[mm]

☐ Betonáž na:

☐ upravené podloží
☒ zeminu

Minimální krytí

Minimální krytí podélné výztuže:

 $c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(16; 10; 10) = 16 \text{ mm}$ 

**$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 16 + 10 = 26 \text{ mm}$**

Minimální krytí třmínků:

 $c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(6; 10; 10) = 10 \text{ mm}$ 

**$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$**

Krytí podélné výztuže za třmínky:

**$c_{nom} = \max(26; 20 + 6) = \max(26; 20 + 6) = 26 \text{ mm}$**

OK

Storno

Dialogové okno "Krytí výztuže"

## Výztužení - obecný průřez

Toto dialogové okno slouží k libovolnému zadávání výztuže do průřezu. Výztuž lze zadávat třemi základními způsoby: pro automatizované vkládání lze využít tlačítko "**Generuj**" v levém dolním rohu dialogového okna, které ovšem zruší doposud vytvořenou výztuž. Při ručním vkládání vložek lze využít číselné (pomocí souřadnic) nebo grafické (kurzorem myši) zadávání. Výztuž lze též naimportovat z formátu \*.dxf.

### Automatizované zadávání

Automatizované zadávání se spouští tlačítkem "**Generuj**" v levém dolním rohu dialogového okna. Tímto tlačítkem se spustí okno "**Výztužení**". Při návratu z tohoto okna je veškerá doposud zadaná výztuž smazána a nahrazena novou.

### Číselné zadávání

Jednotlivé vložky lze zadávat a upravovat číselně pomocí tabulky "**Obecná výztuž**" v levé části okna. Zadávání probíhá v samostatném okně "**Editace výztuže**", které lze spustit tlačítkem "**Přidat**" pod tabulkou. Úpravy a mazání existující

výztuže lze provádět tlačítka **"Upravit"** a **"Odstranit"**.

## Grafické zadávání

Graficky lze body přidávat na pracovní ploše v pravé části dialogového okna. Režim práce na ploše se vybírá v nástrojové liště **"Úpravy"**. Pokud je v liště aktivní režim **"Přidat"**, je možné kurzorem přímo vkládat nové výztužné vložky na pracovní plochu. Pod obrázkem se zobrazují souřadnice kurzoru myši v milimetrech. Profil vložky se nastavuje v zadávacím poli vpravo od nástrojové lišty **"Úpravy"**. Při aktivním režimu **"Upravit"** se po kliknutí kurzorem myši na výztuž otevře dialogové okno **"Editace výztuže"**, kde lze změnit jeho souřadnice. Režim **"Odstranit"** v nástrojové liště umožňuje mazání výztuže. Při práci lze využít funkce z nástrojových lišt **"Výběry"** a **"Měřítka a posun"**.

## Import výztuže

Poloha a velikost vložek výztuže může být též zadána importem \*.dxf souboru za pomoci tlačítka **"Importuj"** v levém dolním rohu okna. Program jako výztuž rozpozná jakoukoliv kružnici ve vybraném výkresu, nesmí však mít průměr větší než 50mm. Při tvorbě vstupního dokumentu je třeba brát v úvahu počátek souřadného systému, který je zobrazen na pracovní ploše tohoto okna. Při importu souboru \*.dxf se zobrazí speciální dialogové okno, kde lze vybrat importované hladiny a případně též změnit jednotky, v kterých byl výkres vytvořen.

## Krytí

V části **"Krytí"** lze nastavit hodnotu krytí podélné výztuže. Na výběr jsou tři možnosti zadání:

- Minimální krytí**
  - tato možnost převezme hodnotu minimálního krytí z dialogového okna **"Krytí výztuže"**. Údaje v tomto okně lze změnit tlačítkem **"Minimální krytí"**
- Minimální krytí a třmínky**
  - tato možnost převezme hodnotu minimálního krytí z dialogového okna **"Krytí výztuže"** a připočte k ní průměr obvodových třmínků z dialogového okna **"Smyková výztuž"**. Údaje v tomto okně **"Krytí výztuže"** lze změnit tlačítkem **"Minimální krytí"**
- Vlastní krytí**
  - umožňuje zadat vlastní hodnotu krytí bez ohledu na požadavky normy

Tlačítko **"Kontrola krytí"** provede kontrolu, zda zadaná výztuž splňuje podmínky minimálního krytí. Pokud některé vložky minimální krytí nesplňují, program je může automaticky odmazat.

## Informace o vyztužení

Tento rám zobrazuje kontroly konstrukčních zásad pro ohybovou výztuž. Podrobnosti o jednotlivých kontrolách jsou zmíněné v teoretické části nápovědy v kapitole **"Konstrukční zásady"**. V dolní části dialogového okna se zobrazuje hodnota **"Využití průřezu ohybem"**, která představuje aktuální využití vyztuženého průřezu na ohyb. Využití se aktualizuje při jakékoliv úpravě výztužných vložek.

**Editace úseku vyztužení**

Obecná výztuž

	Y [mm]	Z [mm]	Profil [mm]
1	-22,1	64,0	16
2	22,1	64,0	16
3	-58,6	0,0	16
4	58,6	0,0	16
5	-22,1	-64,0	16
6	22,1	-64,0	16

Krytí

☐ Minimální krytí  
☒ Minimální krytí a třmínky  
☐ Vlastní krytí

Průměr třmínků: [ ] [mm]

Krytí: 41,0 [mm]

Informace o vyztužení

Použit stejný souřadný systém jako u průřezu  
Celková plocha výztuže: 1206,4 mm<sup>2</sup>

**Posouzení min. a max. stupně vyztužení**  
 Sloup (celková výztuž):  
 $\rho_s = 0,0349 \geq \rho_{s,min} = 0,00266 \Rightarrow$  Vyhovuje  
 $\rho_s = 0,0349 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$  Vyhovuje

Využití průřezu ohybem : 65,4 % VYHOVUJE

Generuj Importuj Kresba

OK Storno

Ovládací prvky pro práci s výztuží

## Editace výztuže

V tomto dialogovém okně lze zadat či upravit výztuž betonového průřezu. Poloha je zadána vůči počátku souřadného systému, který lze vidět na pracovní ploše v dialogovém okně **"Vyztužení - obecný průřez"**.

Dialogové okno "Editace výztuže"

## Vyztužení

V tomto okně lze zadat podélnou výztuž pro jednotlivé druhy průřezu (obdélník, kruh, T-průřez apod.). V horní části dialogového okna lze zadávat jednotlivé řady výztuže. Pro jednotlivé řady se zadává profil výztuže v řadě, počet vložek a krytí (vzdálenost hrany vložky od horní/dolní hrany průřezu). Výztuž lze zadávat jak od horní hrany (část **"Horní výztuž zadaného průřezu"**) tak od dolní hrany (část **"Dolní výztuž zadaného průřezu"**). Jakékoliv změny v zadání výztuže jsou ihned vidět na obrázku průřezu v pravé části okna. Výztuž může být zadána jak **"počtem"**, tak **"Vzdáleností"**. V druhém případě se počet vložek na prvek spočítá jako podíl šířky průřezu v dané výškové úrovni a zadaného rozestupu vložek. Tento způsob zadávání se používá především u desek a stěn, kdy se výpočet provádí na běžný metr a výztuž je navržena v pravidelném rastru.

Pro kruhové betonové průřezy (např. **kruh**, **prstenec**) se zadává pouze jedna řada výztuže, která je rozmístěna po obvodu průřezu.

## Krytí

V části **"Krytí"** v horní části okna lze nastavit hodnotu krytí podélné výztuže. Na výběr jsou tři možnosti zadání:

- Minimální krytí**
  - tato možnost převezme hodnotu minimálního krytí z dialogového okna **"Krytí výztuže"**. Údaje v tomto okně lze změnit tlačítkem **"Minimální krytí"**
- Minimální krytí a třmínky**
  - tato možnost převezme hodnotu minimálního krytí z dialogového okna **"Krytí výztuže"** a připočte k ní průměr obvodových třmínků z dialogového okna **"Smyková výztuž"**. Údaje v tomto okně **"Krytí výztuže"** lze změnit tlačítkem **"Minimální krytí"**
- Vlastní krytí**
  - umožňuje zadat vlastní hodnotu krytí bez ohledu na požadavky normy

Tlačítko **"Kontrola krytí"** provede kontrolu, zda zadaná výztuž splňuje podmínky minimálního krytí. Pokud některé vložky minimální krytí nesplňují, program je může automaticky odmazat.

## Informace o vyztužení

Tento rám zobrazuje kontroly konstrukčních zásad pro ohybovou výztuž. Podrobnosti o jednotlivých kontrolách jsou zmíněné v teoretické části nápovědy v kapitole **"Konstrukční zásady"**.

## Rozmístění výztuže

Pokud se zadává výztuž v řadách (pravoúhlé průřezy), lze určit, jakým způsobem budou zadány mezilehlé vložky v řadě. Na výběr jsou následující možnosti:

- Generovat stejný rozestup vložek**
  - Krajní vložky v řadě se umístí tak, aby bylo dodrženo minimální krytí. Mezilehlé vložky se rozmístí se shodným rozestupem mezi krajní vložky
- Vložky umístit co nejvíce ke kraji**
  - Krajní vložky v řadě se umístí tak, aby bylo dodrženo minimální krytí. Mezilehlé vložky se umísťují postupně od krajních vložek směrem dovnitř v minimálních možných vzdálenostech daných normou.

V dolní části dialogového okna se zobrazuje hodnota **"Využití průřezu ohybem"**, která představuje aktuální využití vyztuženého průřezu na ohyb. Využití se aktualizuje při jakékoliv úpravě výztužných vložek.

Editace vyztužení

**Krytí**  
☐ Minimální krytí  
☐ Minimální krytí a třmínky  
☒ Vlastní krytí

Krytí:  [mm]

**Horní výztuž zadaného průřezu**

	Profil výzt.	Způsob	Vzdálenost	Počet ks	Krytí	$A_s$
	[mm]	zadání	[mm]	[-]	Autom.	[mm <sup>2</sup> ]
<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input style="width: 40px;" type="text" value="6"/>	Počtem	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="2"/>	<input type="checkbox"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="15,0"/> 56,5
<input type="checkbox"/> 2	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input type="button" value="vzdálenost"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>
<input type="checkbox"/> 3	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input type="button" value="vzdálenost"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>
<input type="checkbox"/> 4	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input type="button" value="vzdálenost"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>

$\Sigma A_s$  [mm<sup>2</sup>]

**Dolní výztuž zadaného průřezu**

	Profil výzt.	Způsob	Vzdálenost	Počet ks	Krytí	$A_s$
	[mm]	zadání	[mm]	[-]	Autom.	[mm <sup>2</sup> ]
<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input style="width: 40px;" type="text" value="10"/>	Počtem	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="2"/>	<input type="checkbox"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="15,0"/> 157,1
<input checked="" type="checkbox"/> 2	<input style="width: 40px;" type="text" value="6"/>	Počtem	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="2"/>	<input type="checkbox"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="15,0"/> 56,5
<input type="checkbox"/> 3	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input type="button" value="vzdálenost"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>
<input type="checkbox"/> 4	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input type="button" value="vzdálenost"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>

$\Sigma A_s$  [mm<sup>2</sup>]

**Informace o vyztužení**

Celková plocha výztuže: 270,2 mm<sup>2</sup>  
  
**Posouzení min. a max. stupně vyztužení**  
 Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):  
 $\rho_{s,t} = 0,00789 \geq \rho_{s,min} = 0,00135 \Rightarrow$  Vyhovuje  
 $\rho_s = 0,00901 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$  Vyhovuje

Využití průřezu ohybem : 79,1 % VYHOVUJE

**Rozmístění výztuže**  
☒ Generovat stejný rozestup vložek  
☐ Vložky umístit co nejvíce ke kraji

Zadání výztuže v okně "Editace vyztužení"

## Smyková výztuž

Toto dialogové okno slouží k posouzení prvku na působení smykových (posouvajících) sil. V horní části dialogového okna lze vybrat, jakým druhem smykové výztuže je prvek vyztužen. Pokud není zadán žádný typ vyztužení, je průřez posuzován jako prvek bez smykové výztuže. K dispozici jsou následující typy výztuže:

- **Obvodové třmínky** - uzavřené třmínky na obvodu průřezu, které lze uvažovat i pro přenos kroutících momentů (v některých programech a typech posudků)
- **Spony, vnitřní třmínky** - vnitřní střihy třmínků či spony spojující horní a dolní výztuž (v některých programech a typech posudků lze zadat ve dvou směrech)
- **Ohyby** - smyková výztuž, která s podélnou osou prvku svírá úhel  $<45,0;90,0>$

Jednotlivé typy výztuže jsou charakterizovány následujícími údaji:

### Obvodové třmínky

Obvodové třmínky jsou považovány jako základní příčná (smyková) výztuž prvku. Jsou umístěny po obvodu průřezu ve vzdálenosti, která je rovna zadanému krytí. U obvodových třmínků se zadává průměr výztuže a osová vzdálenost jednotlivých vložek po délce prvku. Automaticky se předpokládá, že obvodový třmínek má dva střihy.

Volba "**Kroucení**" (pouze program "**Beton 3D**") umožňuje zvolit, jakým způsobem mají být obvodové třmínky zapojeny do posouzení kroucení. K dispozici jsou následující možnosti:

- **Uvažovat pouze pro přenos smyku** - Veškerá únosnost obvodových třmínků je použita pro posouzení průřezu na smyk. Třmínky nejsou při posouzení kroucení uvažovány. Lze zvolit především v případech, kdy obvodové třmínky nejsou uzavřené a nelze je tedy při posouzení kroucení uvažovat
- **Uvažovat pro přenos kroucení automaticky** - Únosnost třmínků je rozdělena mezi posouzení smyku a kroucení tak, aby posudek kroucení i smyku poskytoval shodné využití průřezu
- **Uvažovat pro přenos kroucení dle poměru** - Únosnost třmínků je rozdělena mezi posudek smyku a kroucení dle zadaného poměru. V tomto případě se zadává procentuální část únosnosti, která bude použita pro posouzení kroucení.

## Spony, vnitřní třmínky

Tímto způsobem lze zadat smykové spony nebo vnitřní stříhy třmínků. Výztuž je určena profilem výztuže, vzdáleností ve směru osy prvku a počtem stříhů. Pokud je zaškrtnuta volba "**Třmínky stejné jako obvodové**", je profil a vzdálenost výztuže automaticky převzata z části "**Obvodové třmínky**". Toto nastavení je vhodné v případech, kdy jedna výztuž tvoří jak obvodové tak vnitřní větve třmínků.

## Ohyby

Ohyby narušují od vnitřních třmínků svírají s osou prvku jiný než kolmý úhel. Definovány jsou profilem výztuže, sklonem a počtem stříhů. Ve výchozím nastavení se předpokládá, že zadané ohyby jsou umístěny pouze v jednom bodě délky prvku (nejsou rozmístěny v řadě po délce prvku). V opačném případě je třeba zaškrtnout nastavení "**Uvažovat jako řadu ohybů**" a zadat rozestup jednotlivých řad ohybů po délce prvku.

## Rameno vnitřních sil

V této části lze zadat vlastní velikost ramene vnitřních sil, která vstupuje do výpočtu smyku. Vybrat si lze buď automatický výpočet (popsaný v **teoretické části** nápovědy) nebo ruční zadání jako násobek účinné výšky průřezu  $d$ . Dle článku 6.2.3(1) normy EN 1992-1-1 lze u běžných průřezů o konstantní výšce uvažovat rameno vnitřních sil jako  $0,9d$  (za předpokladu, že prvek není namáhán normálovou silou).

## Sklon tlačných diagonál

Sklon tlačných diagonál může být spočten programem automaticky iterací nebo lze sklon zadat ručně. Výsledkem iterace je sklon při kterém je shodná únosnost tlakové diagonály  $V_{Rd,max}$  a únosnost smykové výztuže  $V_{Rd,s}$ . V článku 6.2.3(2) normy EN 1992-1-1 je možný sklon tlačných diagonál omezen na interval  $<21,8^\circ; 45^\circ>$ .

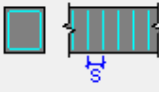
## Informace o vyztužení

Spodní část dialogového okna zobrazuje výsledky kontroly konstrukčních zásad pro vyztužení smykovou výztuží (více v teoretické části nápovědy v kapitole "**Konstrukční zásady**") a výsledek posouzení průřezu na účinky smyku (způsob posouzení posouzení popsán v kapitole "**Mezní stav únosnosti - smyk**").

Editace vyztužení

☒ **Obvodové třmínky**

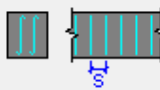
Profil d :  [mm]  
 Vzdálenost s :  [mm]




☒ Spony, vnitřní třmínky

☒ Třmínky stejné jako obvodové  
 Profil d :  [mm]  
 Vzdálenost s :  [mm]  
 Počet stříhů :  [-]

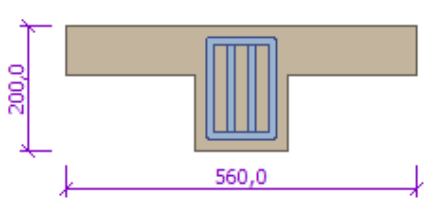
☐ Ohyby  
 Profil d :  [mm]  
 Sklon  $\alpha$  :  [°]  
 Počet stříhů :  [-]  
☐ Uvažovat jako řadu ohybů  
 Vzdálenost s :  [mm]





☐ Rameno vnitřních sil  
☒ Určit výpočtem  
☐ Určit jako   $\times d$

☐ Sklon tlačných diagonál  
☒ Iterovat  
☐ Vlastní  [°]



**Stupeň vyztužení smykovou výztuží**  
 $\rho_{w,min} = 0,0008 \leq \rho_w = 0,0112 \Rightarrow$  Vyhovuje  
 Maximální vzdálenost třmínků  $s_{l,max} = 123,8$  mm  $\Rightarrow$  Vyhovuje  
 Maximální vzdálenost větví třmínků  $s_{t,max} = 123,8$  mm

**Zat. případ 1**  
 Použit model náhradní příhradoviny  
 Sklon tlačné diagonály :  $\theta = 45^\circ$   
 Únosnost betonu  
 $C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_C = 0,18 / 1,5 = 0,12$

Využití průřezu na smyk : 96,8 % VYHOVUJE

OK

Storno

Dialogové okno "Editace vyztužení"

- 75 / 633 -

## Dotvarování

Toto dialogové okno umožňuje výpočet součinitele dotvarování dle kapitoly 3.1.4 normy ČSN EN 1992-1-1. Pro výpočet součinitele dotvarování je třeba zadat následující údaje:

- Počátek zatěžování**
  - Stáří betonu v okamžiku vnesení zatížení
- Konec zatěžování**
  - Stáří betonu v uvažovaném okamžiku (na konci životnosti stavby). Časový údaj lze zadat jak ve dnech tak v rocích.
- Relativní vlhkost prostředí**
  - Relativní vlhkost okolního prostředí zadávaná v procentech. Pomocí tlačítek "Vnitřní" a "Vnější" lze nastavit vlhkost 50% (vnitřní prostředí) nebo 80% (vnější prostředí).
- Celý průřez obklopen prostředím**
  - Je-li toto pole zaškrtnuto, je uvažováno vystavení celého obvodu průřezu působení okolního prostředí (vysychání). V opačném případě je možné zadat, jaká část obvodu je vystavena působení okolního prostředí.

Výpočet součinitele dotvarování je popsán v teoretické části nápovědy v kapitole "**Součinitel dotvarování**".

**Dotvarování**

Počátek zatěžování  $t_0 = 28,0$  [dny]

Konec zatěžování  $t = 29200,0$  [dny]  $80,00$  [roky]

Relativní vlhkost prostředí  $RH = 50,0$  [%] Vnitřní Vnější

☒ Celý průřez obklopen prostředím

Obvod průřezu ve styku s prostředím  $u = 1100,0$  [mm]

Výsledky výpočtu

**Součinitel dotvarování:**

$h_0 = 2 \times A_c / u = 2 \times 70\,000 / 1\,100 = 127,3$  mm

$\varphi_{RH} = 1 + (1 - RH / 100) / (0,1 \times \sqrt[3]{h_0}) = 1 + (1 - 50 / 100) / (0,1 \times \sqrt[3]{127,3}) = 1,994$

$\beta(f_{cm}) = 16,8 \cdot 10^6 / \sqrt[3]{f_{cm}} = 16,8 \cdot 10^6 / \sqrt[3]{33} = 2,925$

$\beta(t_0) = 1 / (0,1 + t_0^{0,2}) = 1 / (0,1 + 28,00^{0,2}) = 0,488$

$\varphi_0 = \varphi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0) = 1,994 \times 2,925 \times 0,488 = 2,848$

$\beta_H = \min(1,5 \times [1 + (0,012 \times RH)^{18}] \times h_0 + 250; 1\,500) = \min(1,5 \times [1 + (0,012 \times 50)^{18}] \times 127,3 + 250; 1\,500) = 440,9$

$\beta(t/t_0) = [(t - t_0) / (\beta_H + t - t_0)]^{0,3} = [(29\,200 - 28,00) / (440,9 + 29\,200 - 28,00)]^{0,3} = 0,996$

$\varphi = \varphi_0 \times \beta(t/t_0) = 2,848 \times 0,996 = 2,836$

OK Storno

Dialogové okno "Dotvarování"

## Vzpěr

V první části dialogového okna lze nastavit, zda má být v jednotlivých směrech Y a Z (v programu "**Beton 2D**" pouze ve směru Y) počítáno s vlivem vzpěru, a případně změnit základní délku prvku  $L_x$  pro výpočet vybočení v aktuálním směru. V základním nastavení programu se uvažuje kloubové uložení dílce, vzpěrná délka je tedy rovna zadávané hodnotě. Jiný způsob uložení pro směry Y a Z lze zvolit v okně "**Určení vzpěrných délek**", které se spouští v příslušném řádku tlačítkem se symbolem kalkulačky.

## Součinitel dotvarování

V této části se vypisuje velikost součinitele dotvarování. Jeho velikost lze ovlivnit v samostatném okně "**Dotvarování**", které se spouští tlačítkem se symbolem kalkulačky.

## Metoda výpočtu založená na

Tento rám obsahuje volbu metody výpočtu vzpěru. Jsou dostupné následující metody:

- Metoda založená na jmenovité tuhosti**
  - Tato metoda je použitelná pro osamělé prvky i celé konstrukce. Je založena na jmenovitých tuhostech zohledňujících účinek trhlin, materiálových nelinearit a dotvarování. Pro každý směr namáhání je nutné zadat součinitel závisující na průběhu momentu prvního řádu  $c_0$  dle kapitoly 5.8.7.3(2). Doporučené hodnoty jsou popsány v kapitole "**Vzpěr**" teoretické části nápovědy.



**Metoda založená na jmenovité křivosti**

- Metoda je určena především pro osamělé prvky namáhané konstantní normálovou silou. Jmenovitý moment druhého řádu je stanoven na základě průhybu, zjištěného za pomoci účinné délky a odhadnuté maximální křivosti. Vychází z kapitoly 5.8.8 normy. Pro každý směr namáhání je nutné zadat součinitel závisující na rozdělení křivosti  $c$  dle kapitoly 5.8.8.2(4). Doporučené hodnoty jsou popsány v kapitole "Vzpěr" teoretické části nápovědy. Není dostupná pro posudky prvků z prostého betonu. Tato metoda je článkem NA.2.34 v ČSN EN 1992-1-1/Z3 zvolena jako doporučená pro Českou republiku.

**Zjednodušená metoda dle 12.6.5.2 normy**


- Pouze pro posudky prvků z prostého betonu. Zjednodušená metoda pro konstrukce z prostého či slabě vyztuženého betonu.

Průběh výpočtu je zobrazen ve spodní části okna v rámu "Výsledky výpočtu".

Vzpěr


☒ Vzpěr Y (Vybočení ve směru osy Z)

Délka prvku:  $l_y =$   [m]


Vzpěrná délka:  $l_{0y} =$   [m] 

☒ Vzpěr Z (Vybočení ve směru osy Y)

Délka prvku:  $l_z =$   [m]

Vzpěrná délka:  $l_{0z} =$   [m] 

Součinitel dotvarování

Součinitel dotvarování:  $\varphi =$   [-] 

Metoda výpočtu založená na

☐ Jmenovité tuhosti  $c_{0y} =$   [-]  $c_{0z} =$   [-]  
 dle momentu 1.řádu viz EN 1992-1-1 čl. 5.8.7.3 (2)

☒ Jmenovité křivosti  $c_y =$   [-]  $c_z =$   [-]  
 dle celkového momentu viz EN 1992-1-1 čl. 5.8.8.2 (4)

Výsledky výpočtu

**Vzpěr**  
 Pro výpočet vlivu vzpěru použita metoda založená na jmenovité křivosti.  
**Štíhlost kolmo k ose y:**  
 $i_y = \sqrt{I_{cy} / A_c} = \sqrt{96,3 \cdot 10^{-6} / 0,0346} = 0,0528 \text{ m}$   
 $\lambda_y = L_{0y} / i_y = 3 / 0,0528 = 56,86$   
**Štíhlost kolmo k ose z:**  
 $i_z = \sqrt{I_{cz} / A_c} = \sqrt{95,7 \cdot 10^{-6} / 0,0346} = 0,0526 \text{ m}$   
 $\lambda_z = L_{0z} / i_z = 3 / 0,0526 = 57,05$   
**Zat. případ 1:**  
 $\omega = A_s \times f_{yd} / (A_c \times f_{cd}) = 0,00121 \times 434,8 / (0,0346 \times 20) = 0,758$   
 $B = \sqrt{1 + 2 \times \omega} = \sqrt{1 + 2 \times 0,758} = 1,586$   
 $C = 1,7 - 1 = 1,7 - 1 = 0,7$   
 $n = |N_{Ed}| / (A_c \times f_{cd}) = |-400| / (0,0346 \times 20) = 0,578$   
 $\lambda_{lim} = \min(20 \times A \times B \times C / \sqrt{h}; 75) = \min(20 \times 0,655 \times 1,586 \times 0,7 / \sqrt{0,578}; 75)$

OK

Storno

Dialogové okno "Vzpěr"

**Editace zatěžovacího případu**

V tomto dialogovém okně lze zadat a upravovat základní vlastnosti zatěžovacího případu:

**Zatěžovací případ**

V této části se volí název zatěžovacího případu a typ kombinace. Tato volba ovlivňuje způsob posouzení každého zatěžovacího případu. K dispozici jsou následující možnosti:



<b>Základní návrhová (MSÚ)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>základní typ zatěžovacího případu, předpokládá se, že vnitřní síly zadané v tomto zatěžovacím případě jsou výsledkem základní či alternativní kombinace zatížení dle 6.4.3.2 normy EN 1990. Tento zatěžovací případ bude posuzován na mezní stav únosnosti. V programu "<b>Beton požár</b>" jsou vnitřní síly v těchto zatěžovacích případech redukovány součinitelem <math>\eta_{fi}</math> (popsáno níže).</li> </ul>
<b>Mimořádná návrhová (MSÚ)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>typ zatěžovacího případu, u kterého se předpokládá, že vnitřní síly jsou výsledkem mimořádné kombinace zatížení dle 6.4.3.3 normy EN 1990. Tento zatěžovací případ bude posuzován na mezní stav únosnosti při použití dílčích součinitelů spolehlivosti pro mimořádné kombinace.</li> </ul>
<b>Charakteristická (MSP)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>typ zatěžovacího případu, u kterého se předpokládá, že vnitřní síly jsou výsledkem charakteristické kombinace zatížení dle 6.5.3a normy EN 1990. Tento zatěžovací případ bude posuzován na mezní stav použitelnosti - omezení napětí. Není dostupné v programu "<b>Beton požár</b>".</li> </ul>
<b>Kvazistálá (MSP)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>typ zatěžovacího případu, u kterého se předpokládá, že vnitřní síly jsou výsledkem kvazistálé kombinace zatížení dle 6.5.3c normy EN 1990. Tento zatěžovací případ bude posuzován na mezní stav použitelnosti - omezení trhlin. Není dostupné v programu "<b>Beton požár</b>".</li> </ul>
<b>Častá (MSP)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>typ zatěžovacího případu, u kterého se předpokládá, že vnitřní síly jsou výsledkem časté kombinace zatížení dle 6.5.3b normy EN 1990. Tento zatěžovací případ může být posuzován na mezní stav použitelnosti - omezení průhybu. Dostupné pouze v programu "<b>Betonový výsek</b>".</li> </ul>

Pokud je použita volba "**Síly spočteny podle teorie II.řádu**", program počítá tento zatěžovací případ bez vlivu vzpěru, neboť předpokládá, že síly jsou již spočteny na deformované konstrukci.

## Síly na řezu

Tato část slouží k zadání kombinace vnitřních sil, na které má být průřez posouzen. Zadat lze následující síly:

<b>N</b>	• Normálová síla
<b>M<sub>y</sub></b>	• Ohybový moment kolem osy Y (kladné hodnoty vyvolávají tah ve spodních vláknech průřezu)
<b>M<sub>z</sub></b>	• Ohybový moment kolem osy Z (kladné hodnoty vyvolávají tah v levých vláknech průřezu)
<b>V<sub>z</sub></b>	• Posouvající síla ve svislém směru (rovnoběžně s osou Z)
<b>V<sub>y</sub></b>	• Posouvající síla ve vodorovném směru (rovnoběžně s osou Y)
<b>T</b>	• Kroutící moment

Rozsah zadávaných veličin se liší dle programu a typu zatěžovacího případu.

## Redukční součinitel návrhového zatížení (pouze program "**Beton požár**")

Redukční součinitel návrhového zatížení  $\eta_{fi}$  slouží k přepočtu vnitřních sil získaných pro základní návrhovou situaci za běžné teploty na úroveň návrhového zatížení při požární situaci. Postup stanovení přesné hodnoty součinitele je uveden v kapitole 2.4.2 normy EN 1992-1-2. Jako zjednodušení lze uvažovat pro  $\eta_{fi}$  hodnotu 0,7.

## Koeficient trvání zatížení

Tento součinitel vyjadřuje podíl kvazistálé (dlouhodobé) složky zatížení v zatěžovacím případě. Hodnota 0 znamená, že zatěžovací případ neobsahuje kvazistálou (dlouhodobou) složku zatížení, hodnota 1,0 znamená, že veškeré zatížení v zatěžovacím případě je kvazistálé (dlouhodobé). Tento parametr se využívá při výpočtu součinitele dotvarování.

## Poměr tuhosti výztuže a betonu

Pro návrhovou normu EN 1992-2 a kombinace typu "**Kvazistálá**" a "**Charakteristická**" lze nastavit poměr tuhostí výztuže a betonu, který je použit při výpočtu charakteristik a průběhu napětí ideálního průřezu. Za standardních podmínek je rozdíl tuhostí ideálního průřezu získán jako podíl modulů pružnosti oceli a betonu. Tento postup však nezohledňuje snížení modulu pružnosti betonu způsobené dotvarováním a podobné vlivy. Poměr tuhostí se zadává jako bezrozměrný součinitel  $\alpha_e$ .

**Editace zatěžovacího případu**

Zatěžovací případ  
Zat. případ 1

Typ kombinace : základní návrhová (MSÚ)

☐ Síly spočteny podle teorie II.řádu

Síla na řezu

Normálová síla:  $N = 0,00$  [kN]  $N > 0$  : tah ;  $N < 0$  : tlak

Smyková síla:  $V_z = 78,00$  [kN]

Ohybový moment:  $M_y = 24,00$  [kNm]  $M_y > 0$  : táhne spodní vlákna

Koeficient trvání zatížení

Koeficient trvání zatížení:  $1,000$  [-]

Vyjadřuje podíl kvazi-permanentního (MSP) a návrhového (MSÚ) zatížení ohybovým momentem, rozsah hodnot od 0 do 1; 1 znamená, že kvazi-permanentní a návrhové zatížení jsou stejná; použito pro výpočet součinitele dotvarování

Poměr tuhosti výztuže a betonu

☐ Součinitel  $\alpha_e =$  [-]

OK + ↑ OK + ↓ OK Storno

Dialogové okno "Editace zatěžovacího případu"

## Určení vzpěrných délek

Toto dialogové okno umožňuje výběr způsobu uložení posuzovaného dílce. Na základě vybraného typu uložení je spočítána vzpěrná délka prvku pro daný směr. Šestá varianta (obrázek s otazníky) umožňuje zadání libovolného součinitele pro stanovení účinné délky prvku při výpočtu vzpěru. Varianty "**Ztužené prvky**" a "**Neztužené prvky**" se vztahují k pravidelným rámovým konstrukcím dle čl. 5.8.3.2(3) normy EN 1992-1-1.

**Určení vzpěrných délek**

Kloub-Kloub:  $l_0 = 1,0 \times l$

K1 = [-]

K2 = [-]

OK Storno

Okno "Určení vzpěrných délek"

## Import zatížení

Okno "**Import zatížení**" se zobrazí po načtení zdrojového \*.txt nebo \*.csv souboru pro import zatížení. Toto okno umožňuje uspořádat data obsažená ve zdrojovém souboru. Levá část okna zobrazuje v tabulce obsah načteného souboru, v pravé části lze vybrat, jaká položka má být přiřazena konkrétnímu sloupcu tabulky. U číselných veličin je možné zadat též násobitel, kterým lze přenásobit všechny položky ve sloupci. Tato funkce se používá nejčastěji v případech, když je zdrojový soubor sestaven s jinými jednotkami než s výchozími. Pokud první řádky dokumentu obsahují doplňující údaje (popis veličin apod.), je možné nastavit číslo řádku, od kterého se má import provést. Pro toto zadání slouží položka "**Importovat od řádku číslo**". Výchozí jednotky jsou [kN] respektive [kNm].

**Import zatížení**

Náhled

D:\help\\_podklady Fin EC\Beton\beton\_import\_sil.csv

Dle druhého řádu	
1	Ano
0	Ne

Typ kombinace	
1	základní návrhová (MSÚ)
2	charakteristická (MSP)
3	kvazistálá (MSP)
4	mimořádná návrhová (MSÚ)

Sloupce: 7; Řádky: 3

	1	2	3	4	5	6	7
tlak + ohyb	-368,00	87,20	63,10	0	1	0,85	
tah	160,00	0,00	-37,00	0	1	0,12	
Tah - trhliny	76,00	16,20	2,30	0	3	0,54	

Uložit jako výchozí

Parametry importu zatížení

TXT: Sloupce jsou odděleny tabulátorem nebo mezerou

Řádky začínající znakem ";" jsou ignorovány.

Importovat od řádku číslo:

	Sloupec	Násobitel
<input checked="" type="checkbox"/> Název	<input type="text" value="1"/>	
<input checked="" type="checkbox"/> Normálová síla	N <input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="0,00"/> [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Smyková síla	V <sub>z</sub> <input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="0,00"/> [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Ohybový moment	M <sub>y</sub> <input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="0,00"/> [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Dle druhého řádu	<input type="text" value="5"/>	
<input checked="" type="checkbox"/> Typ kombinace	<input type="text" value="6"/>	
<input checked="" type="checkbox"/> Koefficient trvání zatížení	<input type="text" value="7"/>	

Dialogové okno "Import zatížení"

## Tvorba textového souboru

Textový soubor lze vytvořit v jakémkoliv textovém editoru (například Poznámkový blok, Word, Writer). Pro soubor platí, že každý řádek představuje jeden zatěžovací případ. V každém řádku lze vypsát hodnoty všech vnitřních sil, oddělené mohou být mezerou nebo tabulátorem. Pořadí jednotlivých veličin nemusí být totožné s pořadím v programu, je však nutné dodržet stejné pořadí pro všechny zatěžovací případy. Řádek může též obsahovat údaj, zda byly vnitřní síly spočítány dle teorie II. řádu či nikoliv. Pokud je třeba provést rozlišení zatěžovacích případů s ohledem na účinky II. řádu, je nutné použít následující číselné schéma:

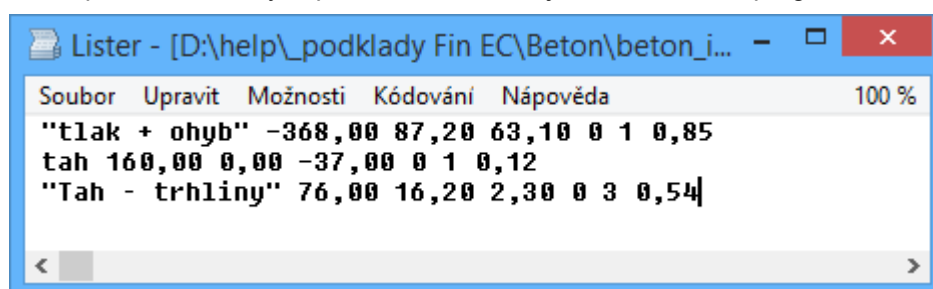
1	Síly jsou spočteny dle teorie II. řádu
0	Síly nejsou spočteny dle teorie II. řádu

Dále je možné ovlivnit typ kombinace, který se příslušnému zatěžovacímu případu přiřadí:

1	Základní návrhová (MSÚ)
2	Charakteristická (MSP)
3	Kvazistálá (MSP)
4	Mimořádná návrhová (MSÚ)

Načíst lze též koeficient délky trvání zatížení, který vyjadřuje podíl kvazistálé (dlouhodobé) složky zatížení v zatěžovacím případě. Hodnota 0 znamená, že zatěžovací případ neobsahuje kvazistálou (dlouhodobou) složku zatížení, hodnota 1,0 znamená, že veškeré zatížení v zatěžovacím případě je kvazistálé (dlouhodobé).

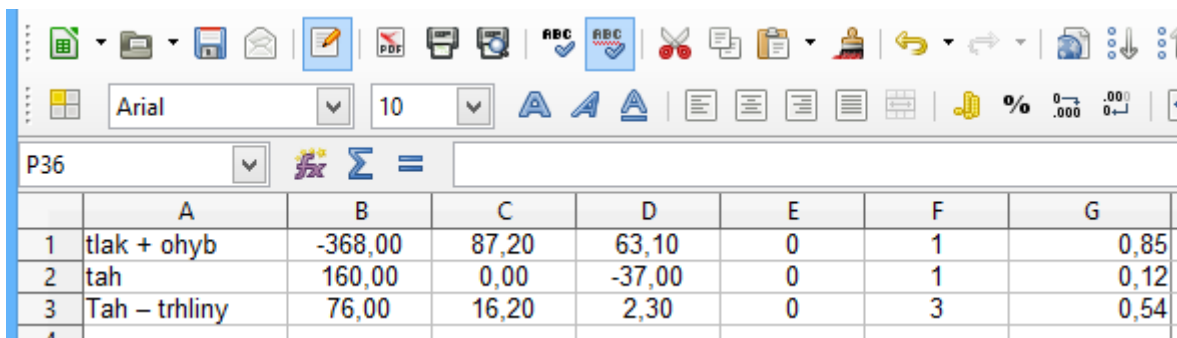
Soubor též může vzniknout použitím části výstupní dokumentace z jiného statického programu.



Ukázka textového souboru

## Tvorba \*.csv souboru

Pro soubor typu \*.csv (comma-separated values) platí prakticky identická pravidla jako pro textový soubor. Hlavním rozdílem je, že se tento typ souboru nejčastěji vytváří v tabulkových procesorech jako je například Excel nebo Calc. Vytvořený dokument stačí uložit jako \*.csv soubor s odpovídajícím oddělovacím znakem.



	A	B	C	D	E	F	G
1	tlak + ohyb	-368,00	87,20	63,10	0	1	0,85
2	tah	160,00	0,00	-37,00	0	1	0,12
3	Tah – trhliny	76,00	16,20	2,30	0	3	0,54
4							

Příprava \*.csv souboru v tabulkovém procesoru

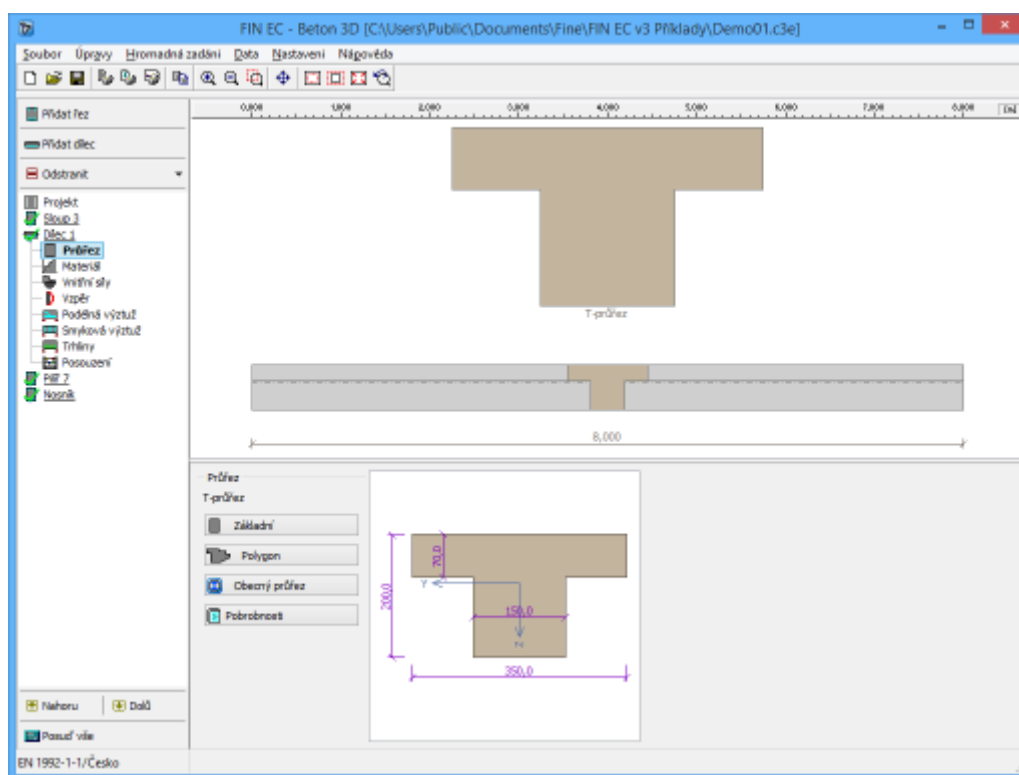
## Průřez

Tato část umožňuje zadání betonového průřezu dílce. Pro zadání jsou dostupná následující tlačítka:

- Základní**
  - Výběr geometrie průřezu z knihovny předdefinovaných tvarů, zadávání probíhá v samostatném okně **"Editor průřezu"**
- Polygon**
  - Zadání libovolné geometrie průřezu obecným polygonem, zadávání probíhá v samostatném okně **"Obecný polygon"**. Není dostupné pro program **"Beton 2D"**
- Obecný průřez**
  - Umožňuje zadání obecného průřezu pomocí programu **"Průřez"**. V porovnání s obecným polygonem lze takto zadat též průřezy s dutinami. Není dostupné pro program **"Beton 2D"**
- Podrobnosti**
  - Zobrazí výpis průřezových charakteristik (plocha, moment setrvačnosti, těžiště pod.) zadaného průřezu

Příslušné dialogové okno pro úpravu průřezu lze vyvolat též kliknutím na **aktivní pracovní plochu** nebo na zobrazení průřezu v zadávacím rámu.

Pokud je dílec načten z konstrukce vytvořené ve Finu 2D nebo Finu 3D, je základní průřez naimportován z tohoto programu.



Část "Průřez" dimenzace dílců

## Materiál

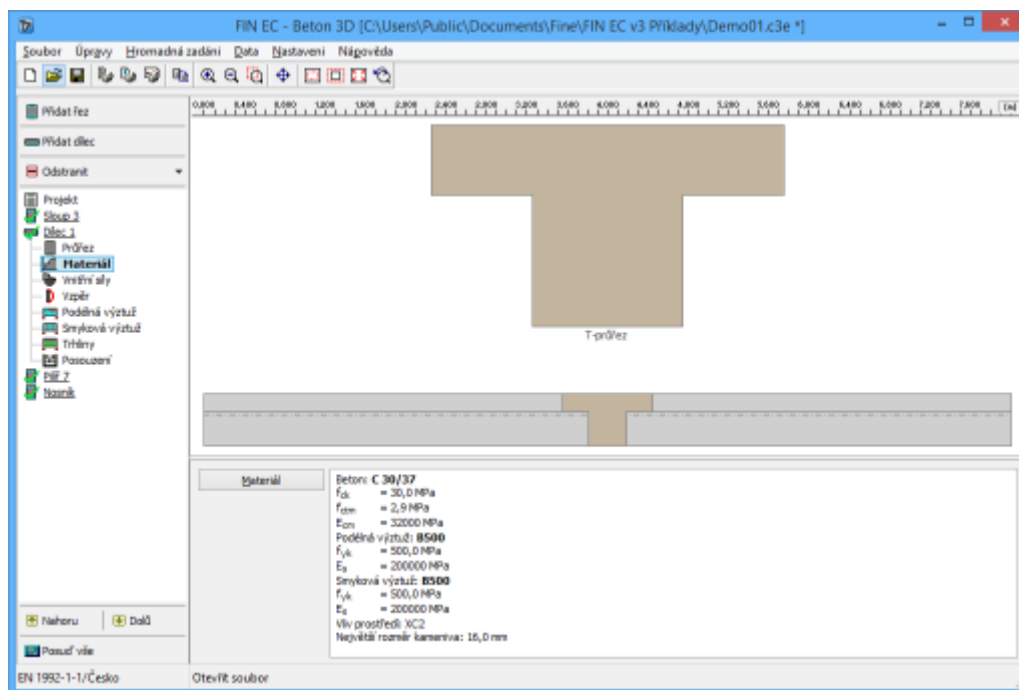
V této části je možné zadat materiály, které budou použity při posuzování daného dílce. Zadání materiálu je možné po stisknutí tlačítka **"Materiál"** v zadávacím rámu. Tímto tlačítkem se spustí dialogové okno **"Materiály"**. Kromě tlačítka pro zadávání materiálů obsahuje zadávací rám též přehled zvolených materiálů (beton, podélná výztuž a smyková výztuž) včetně jejich základních charakteristik.

## Posouzení prostého betonu

Při posouzení průřezu z prostého betonu jsou dostupné následující ovládací prvky:

- Materiál**
  - Výběr třídy pevnosti betonu z přednastavené databáze v okně "**Katalog materiálů - Beton**"
- Vlastní**
  - Zadání vlastního materiálu číselnými hodnotami únosností v okně "**Editor materiálu - Beton**"
- Započítat tažený beton**
  - Nastavení, které určuje, zda má být při výpočtu únosnosti uvažována i ta část tažené oblasti průřezu, kde napětí nepřekročilo mez pevnosti v tahu.

Pokud je dílec načten z konstrukce vytvořené ve Finu 2D nebo Finu 3D, je základní materiál dílce (beton) načten z tohoto programu. Materiály pro výztuž však musí být zvoleny zde.



Část "Materiál" dimenzace dílců

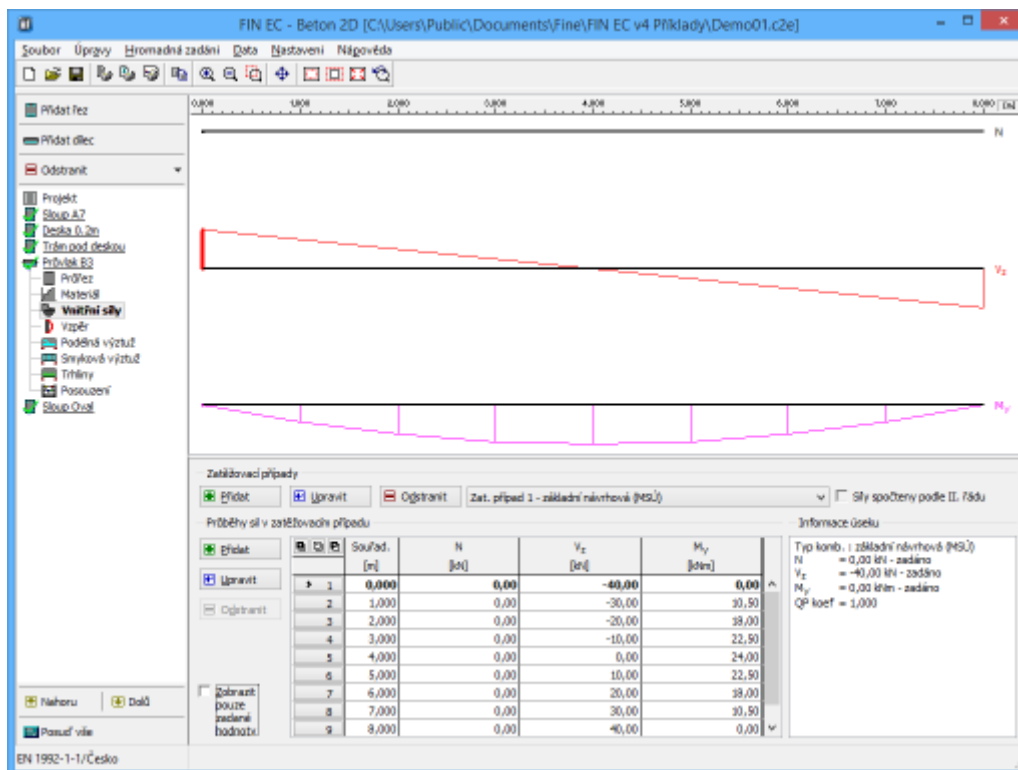
## Vnitřní síly

Tato část zadávacího stroměčku slouží k zadání zatížení působícího na dílec. Pro každý dílec může být zadáno více zatěžovacích případů, každý z nich může obsahovat libovolný průběh vnitřních sil.

Jsou-li dílce převzaty z programu Fin 2D nebo Fin 3D, jsou vnitřní síly importovány automaticky z těchto programů.

## Zatěžovací případy

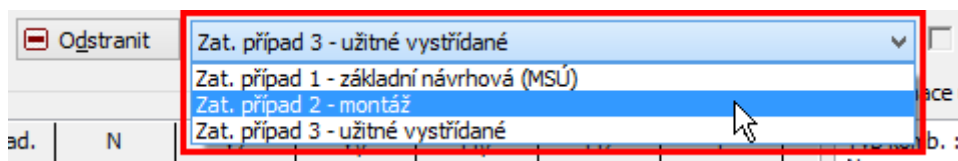
V horní části zadávacího rámu lze **přidávat**, **upravovat** či **odstranit** jednotlivé zatěžovací případy, které prakticky odpovídají výsledkům zatěžovacích kombinací. Základní vlastnosti zatěžovacího případu (název, typ, síly atd...) se zadává v samostatném okně, zadávané údaje jsou popsány v kapitole "**Editace zatěžovacího případu**".



Část "Vnitřní síly" dimenzace dílců

## Vkládání průběhů vnitřních sil

Před zadáváním vnitřních sil je nutné vybrat aktivní zatěžovací případ, pro který chceme zadávat průběhy vnitřních sil. Ten se vybírá v rozbalitelném seznamu v horní části zadávacího rámu.



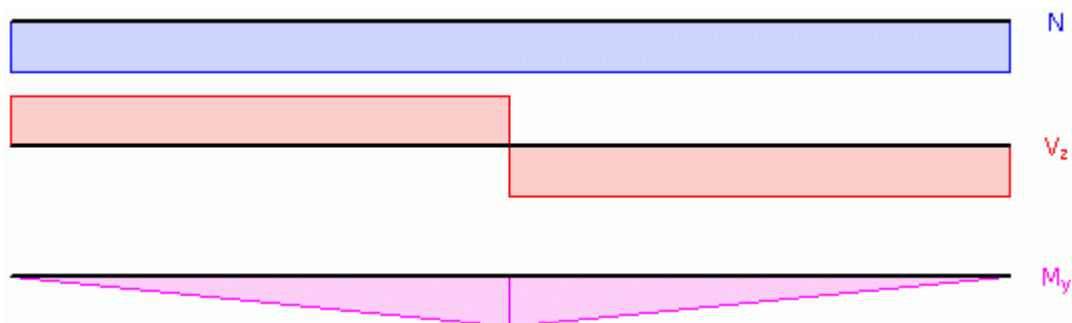
Výběr aktivního zatěžovacího případu

Průběhy sil se zadávají pomocí řezů, ve kterých dochází ke změně velikosti dané síly nebo ke změně tvaru průběhu. Mezilehlé hodnoty jsou získávány automaticky lineární interpolací. Jednotlivé řezy se zadávají v tabulce v dolní části zadávacího rámu pomocí samostatného dialogového okna **"Editace sil"**. Pro zadávání řezů slouží tabulka v dolní části zadávacího rámu.

Nastavením **"Zobrazit pouze zadané hodnoty"** lze zapnout/vypnout zobrazení mezilehlých hodnot vnitřních sil, které byly dopočítány automaticky lineární interpolací. Schování těchto mezilehlých hodnot usnadňuje orientaci v zadaných vnitřních silách.

## Příklad zadání průběhu vnitřních sil

Obrázek ukazuje průběhy normálové síly  $N$ , posouvající síly  $V_z$  a ohybového momentu  $M_y$  na dílc. V následující tabulce jsou vypsány hodnoty vnitřních sil, které musely být pro jednotlivé řezy zadány.



Průběhy vnitřních sil

Pro vytvoření těchto průběhů byly zadány následující hodnoty:

Číslo řezu	souřadnice x [m]	N [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kN]
1	0,00	20,00	-10,00	0,00
2	2,50		-10,00 (zleva)	25,00
3	2,50		10,00 (zprava)	
4	5,00	20,00	10,00	0,00

Hodnoty v nezanadných polích jsou vypočteny programem automaticky pomocí lineární interpolace.

## Editace sil

Toto dialogové okno umožňuje zadání vnitřních sil v jednotlivých řezech dílce pro vybraný zatěžovací případ. Pro každý řez se vyplňují následující údaje:

- x** • Základní údaj, který udává polohu řezu na dílci. Poloha je měřena od levého počátku dílce
- N** • Normálová síla
- V<sub>z</sub>** • Posouvající síla ve svislém směru (rovnoběžně s osou Z)
- V<sub>y</sub>** • Posouvající síla ve svislém směru (rovnoběžně s osou Y) (pouze vybrané programy a typy úloh)
- M<sub>y</sub>** • Ohybový moment kolem osy Y (kladné hodnoty vyvolávají tah ve spodních vláknech průřezu)
- M<sub>z</sub>** • Ohybový moment kolem osy Z (kladné hodnoty vyvolávají tah v levých vláknech průřezu) (pouze vybrané programy a typy úloh)
- T** • Moment prostého kroucení (pouze vybrané programy a typy úloh)


Hodnoty všech vnitřních sil musí být zadány pro první ( $x=0$ ) a poslední ( $x$  je rovno délce dílce) řez. V mezilehlých řezech mohou zůstat jakékoliv vnitřní síly nevyplněné. V tom případě jsou potřebné hodnoty získány lineární interpolací z nejbližších zadaných hodnot vlevo a vpravo od řezu.

Dialogové okno pro zadání nových vnitřních sil na řezu

## Vzpěr

V této části zadávacího stromčku se zadávají parametry týkající se imperfekce a výpočtu vzpěru. Zaškrtnutí políčko "**Počítat s imperfekcí**" zahrne do výpočtu počáteční imperfekci o hodnotě  $l_0/400$  v souladu s článkem 5.2(9) normy. Imperfekce je počítána ze základní délky prvku  $l_0$ , kterou lze zadat v tabulce ve spodní části rámu. Základní délka  $l_0$  představuje skutečnou délku prvku, nikoliv vzpěrnou.

Je-li u posuzovaného prvku bráněno vybočení nebo je-li vliv vzpěru zanedbatelný, je možné výpočet vzpěru vypnout odškrtnutím nastavení "**Počítat se vzpěrem**".

Výpočet vzpěru je ovlivněn součinitelem dotvarování, jehož velikost je počítána v okně "**Dotvarování**". Toto dialogové okno je dostupné tlačítkem  v zadávacím rámu.

Dalším parametrem, který lze v zadávacím rámu nastavit, je volba **Metody výpočtu**. Jsou dostupné následující metody:

### Metoda založená na jmenovité tuhosti

- Tato metoda je použitelná pro osamělé prvky i celé konstrukce. Je založena na jmenovitých tuhostech zohledňujících účinek trhlin, materiálových nelinearit a dotvarování. Pro každý směr namáhání je nutné zadat součinitel závislé na průběhu momentu prvního řádu  $c_0$  dle kapitoly 5.8.7.3(2). Doporučené hodnoty jsou popsány v kapitole "**Vzpěr**" teoretické části nápovědy.



## Metoda založená na jmenovité křivosti

- Metoda je určena především pro osamělé prvky namáhané konstantní normálovou. Jmenovitý moment druhého řádu je stanoven na základě průhybu, zjištěného za pomoci účinné délky a odhadnuté maximální křivosti. Vychází z kapitoly 5.8.8 normy. Pro každý směr namáhání je nutné zadat součinitel závisející na rozdělení křivosti  $c$  dle kapitoly 5.8.2(4). Doporučené hodnoty jsou popsány v kapitole "**Vzpěr**" teoretické části nápovědy. Není dostupná pro posouzení prvků z prostého betonu.
- Pouze pro posouzení prostého betonu. Zjednodušená metoda pro konstrukce z prostého či slabě vyztuženého betonu.

## Zjednodušená metoda dle 12.6.5.2 normy

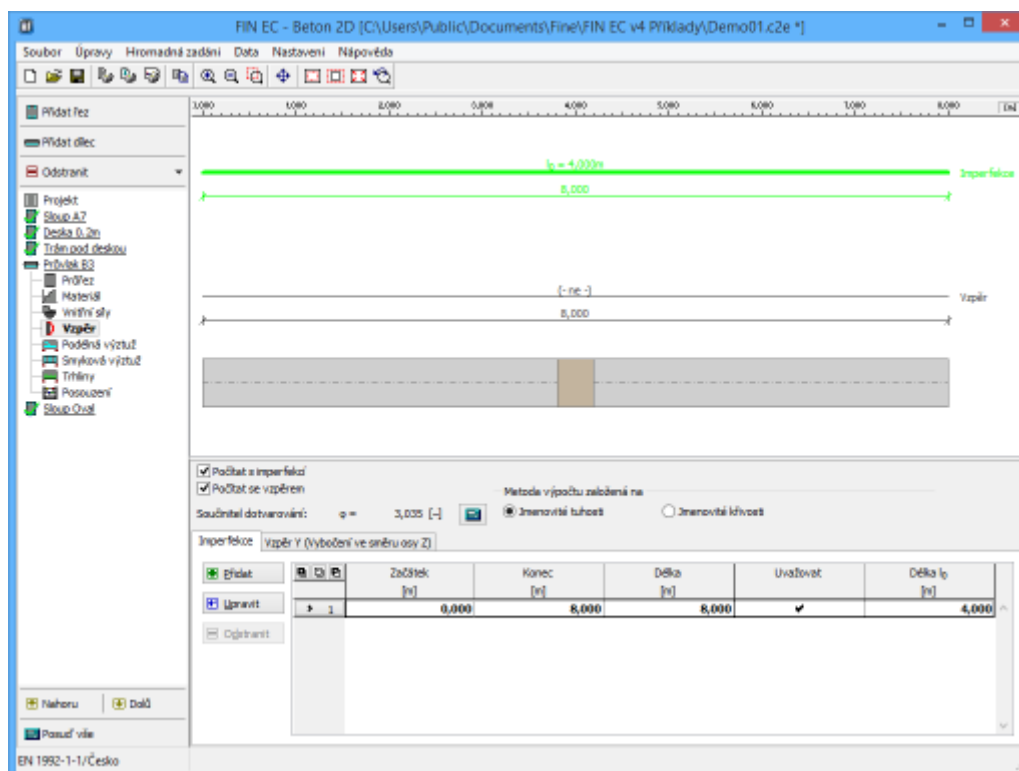
Samotné zadávání parametrů imperfekce a vzpěru probíhá v tabulkách dolní části zadávacího rámu. Tabulky pro imperfekci a vzpěr v jednotlivých směrech jsou uspořádány do záložek.

☒ Počítat s imperfekcí  
☒ Počítat se vzpěrem  
 Součinitel dotvarování:  $\varphi = 2,732 [-]$   
 Metoda výpočtu založená na: ☒ Jmenovité tuhosti ☐ Jmenovité křivosti  
 Imperfekce Vzpěr Y (Vybočení ve směru osy Z) Vzpěr Z (Vybočení ve směru osy Y)  
 Přidat Upravit  
 Začátek [m] 0,000

*Záložky pro zadávání úseků imperfekce a vzpěru*

Při výchozím stavu tabulky je zadán pro celý dílec jeden úsek, u kterého lze zadat potřebné parametry. Zadávání parametrů úseku probíhá po stisku tlačítka "**Upravit**" nebo dvojkliku na řádek v tabulce v oknech "**Imperfekce**" respektive "**Vzpěr Y/Z**". Pokud se zadávané vlastnosti v jednotlivých částech dílce liší, je možné přidat za první úsek libovolný počet dalších úseků. Vkládání nových úseků se provádí v tabulce pomocí tlačítka "**Přidat**". Základním parametrem každého nového úseku je *Počátek úseku*, který určuje začátek úseku měřený od počátku dílce. Tento bod je pak zároveň koncovým bodem předcházejícího úseku v tabulce.

Jednotlivé úseky imperfekce a vzpěru jsou zobrazovány též graficky na **aktivní pracovní ploše**. Dvojklikem na libovolný úsek lze spustit odpovídající okno pro úpravu vlastností úseku.



*Část "Vzpěr" dimenzace dílců*

## Imperfekce

Pomocí tohoto okna lze zadat délku prvku, která bude použita pro výpočet imperfekce v daném úseku dílce. Základním parametrem úseku je "**Počátek úseku**", který určuje začátek úseku měřený od počátku dílce. Tento bod je pak zároveň koncovým bodem předcházejícího úseku. Pro informaci je též zobrazován konec úseku (tj. konec dílce nebo počátek

následujícího úseku) a celková délka úseku.

## Parametry imperfekce

V okně lze zadat následující údaje, které jsou nezbytné pro stanovení imperfekce prvku:

### Imperfekci neuvažovat

- Pokud je toto nastavení zaškrtnuté, účinek imperfekce se v tomto úseku zanedbává. Ostatní zadávací pole jsou nepřístupná.

### Jiná délka úseku pro vybočení

- Pokud se základní délka pro výpočet imperfekce  $l_0$  liší od délky úseku dílce, je nutné zaškrtnout tuto položku a zadat skutečnou hodnotu v zadávacím poli "**Délka prvku**". Pokud položka není zaškrtnutá, je jako základní délka uvažována délka úseku. Při změně délky úseku (přidání nového úseku apod) se základní délka automaticky přepočítá.

### Délka prvku

- Základní délka  $l_0$ , která je použita jako vstup pro výpočet imperfekce.

Dialogové okno "Imperfekce"

## Vzpěr Y/Z

Pomocí tohoto okna lze zadat údaje, které umožní stanovení vzpěrné délky  $l_{0y}$  či  $l_{0z}$  pro daný úsek dílce. Základním parametrem úseku je "**Počátek úseku**", který určuje začátek úseku měřený od počátku dílce. Tento bod je pak zároveň koncovým bodem předcházejícího úseku. Pro informaci je též zobrazován konec úseku (tj. konec dílce nebo počátek následujícího úseku) a celková délka úseku.

## Parametry vzpěru

V okně lze zadat následující údaje, které jsou nezbytné pro posouzení vzpěru:

### Vzpěr neuvažovat

- Pokud je toto nastavení zaškrtnuté, neposuzuje se dílec v tomto úseku na účinky vzpěru. Ostatní zadávací pole jsou nepřístupná.

### Jiná délka úseku pro vybočení

- Pokud se základní délka pro výpočet vzpěru  $l$  liší od délky úseku dílce, je nutné zaškrtnout tuto položku a zadat skutečnou hodnotu v zadávacím poli "**Délka prvku**". Pokud položka není zaškrtnutá, je jako základní délka uvažována délka úseku. Při změně délky úseku (přidání nového úseku apod) se základní délka automaticky přepočítá.

### Délka prvku

- Základní délka  $l$ , která je použita jako vstup pro výpočet vzpěrné délky  $l_0$ .

### Vzpěrná délka

- Vzpěrná délka prvku v daném směru. Získává se ze základní délky prvku (převzaté z délky úseku či zadané ručně) dle vybraného způsobu uložení. V základním nastavení programu se uvažuje kloubové uložení dílce, vzpěrná délka je tedy rovna zadávané hodnotě. Jiný způsob uložení lze zvolit v okně "**Určení vzpěrných délek**", které se spouští v příslušném řádku tlačítkem

### Součinitel

- Při zvolené metodě založené na jmenovité tuhosti se volí součinitel závisející na průběhu momentu prvního řádu  $c_0$  dle kapitoly 5.8.7.3(2). Při zvolené metodě založené na jmenovité tuhosti se volí součinitel závisející na rozdělení křivostí  $c$  dle kapitoly 5.8.8.2(4). Doporučené hodnoty jsou popsány v kapitole "**Vzpěr**" teoretické části nápovědy.

**Vzpěr Y (Vybočení ve směru osy Z)**

Úsek

Počátek úseku : 0,000 [m]

Konec úseku : 8,000 [m]

Délka úseku : 8,000 [m]

Parametry vzpěru

☐ Vzpěr neuvažovat - je bráněno vybočení

☒ Jiná délka úseku pro vybočení

Délka prvku :  $I_y =$  4,000 [m]

Vzpěrná délka :  $l_{0Y} =$  4,000 [m]

:  $c_{0Y} =$  10,00

dle momentu 1.řádu viz EN 1992-1-1 čl. 5.8.7.3 (2)

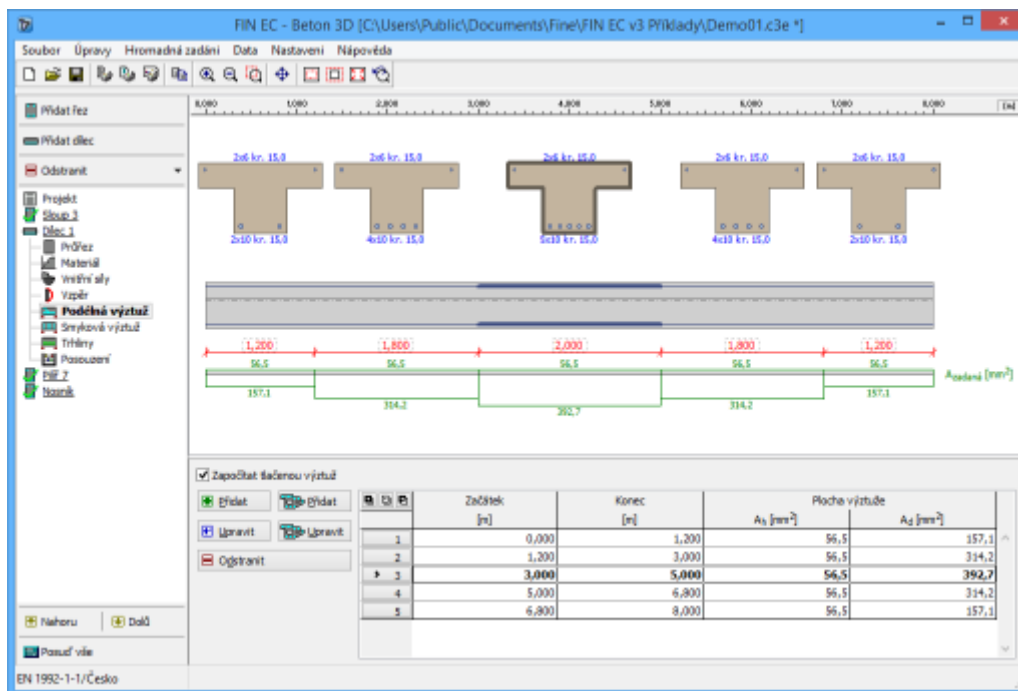
OK Storno

Dialogové okno "Vzpěr Y"

## Podélná výztuž

Tato část slouží k zadávání podélné výztuže na dílci. Výztuž může být zadána stejná po celé délce prvku nebo lze dílec rozdělit na libovolný počet dílčích úseků s různými parametry vyztužení. Jednotlivé úseky se zadávají v tabulce v zadávacím rámu. Vlastnosti jednotlivých úseků podélné výztuže se zadávají a mění v dialogovém okně **"Editace vyztužení"**. Pro úlohy typu **"Beton 3D"** lze zadávat výztuž i zcela obecně v okně **"Vyztužení - obecný průřez"**. V tom případě je nutné zadávat a upravovat vyztužení pomocí tlačítek se značkou obecného průřezu - " ". V těchto dialogových oknech se zadávají jak parametry výztuže (profil, počet atd...), tak i počátek úseku. Začátek prvního úseku v tabulce je shodný s počátkem dílce, konec každého úseku je roven počátku následujícího úseku.

Na pracovní ploše se zobrazují jednotlivé úseky včetně průřezu se zadanou výztuží. Délky úseků lze měnit kliknutím na **aktivní kóty**, vyztužení jednotlivých úseků lze upravovat dvojklikem na jednotlivé průřezy.



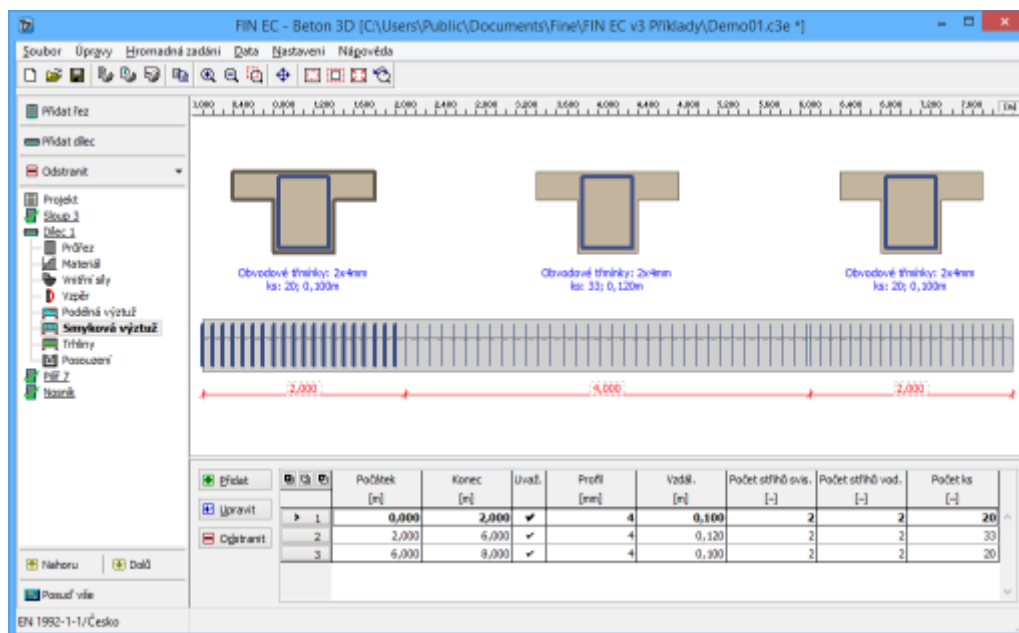
Část "Podélná výztuž" dimenzace dílců

## Smyková výztuž

Tato část slouží k zadávání smykové výztuže na dílci. Výztuž může být zadána stejná po celé délce prvku nebo lze dílec rozdělit na libovolný počet dílčích úseků s různými parametry vyztužení. Jednotlivé úseky se zadávají v tabulce v zadávacím rámu. Vlastnosti jednotlivých úseků smykové výztuže se mění v dialogovém okně **"Editace úseku vyztužení"**.

V tomto dialogovém okně se zadávají jak parametry výztuže (typ, profil, počet atd...), tak i počátek úseku. Začátek prvního úseku v tabulce je shodný s počátkem dílce, konec každého úseku je roven počátku následujícího úseku.

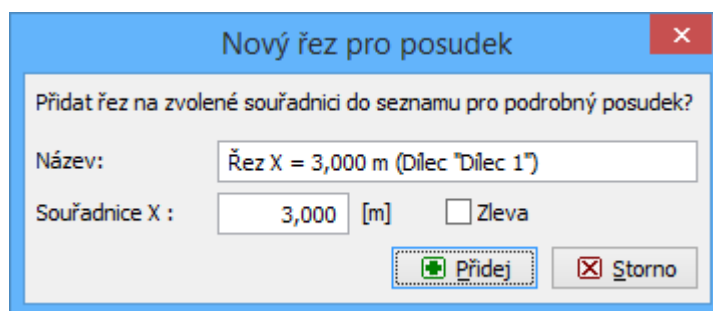
Na pracovní ploše se zobrazují jednotlivé úseky včetně údajů o zadané smykové výztuži. **Aktivní pracovní plochu** lze využít i k úpravám, kliknutím na aktivní kóty lze měnit délky úseků, parametry vyztužení je možné upravovat dvojklikem na příslušný úsek vyztužení.



Část "Smyková výztuž" dimenzace dílců

## Editace řezu pro posudek

Dialogové okno **"Editace řezu pro posudek"** slouží k zadávání a úpravě názvu a polohy řezu, v kterém se na dílci provádí podrobné posudky. Poloha řezu se zadává v metrech od počátku dílce. Pokud je průběh využití na dílci v tomto místě nespojitý, pro řez se uvažuje hodnota vpravo od bodu vložení. Při zaškrtnutí políčka **"Zleva"** bude vypisována hodnota nalevo od bodu vložení.



Dialogové okno "Nový řez pro posudek"

## Nastavení kresby

Toto dialogové okno slouží k nastavení vlastností průběhů a k výběru zobrazených veličin.

V levé části okna (rám **"Nastavení kresby"**) lze vybírat veličiny, jejichž průběhy budou zobrazeny na pracovní ploše. Jednotlivé veličiny se zapínají pomocí políčka **"Kreslit"**. Pro jednotlivé veličiny lze vybrat barvu průběhu a pomocí políčka **"Hodnoty"** nastavit, zda se mají zobrazovat popisy. Pokud je v části **"Souhrnné nastavení"** zvolena volba **"Kreslit jednotlivě"**, lze vybrat jakoukoliv kombinaci veličin. Pokud je zvoleno vykreslování pouze části (např. **"Kreslit momenty"**), lze pracovat pouze s veličinami tohoto typu (např.  $M_{Ed}$ ,  $M_{Rd}$ ). Kromě typu kreslených veličin lze v části **"Souhrnné nastavení"** zvolit i následující parametry:

- Průběhy silně šrafování**
  - Toto nastavení zvýrazní průběh veličiny tlustou čarou.
  - Toto nastavení vyplní průběh veličiny šrafováním.
- Kreslit významné hodnoty**
  - Toto nastavení ponechá popisy průběhů pouze v extrémech

V části **"Nastavení mřížky"** si lze vybrat, zda má být na pravé straně grafu s průběhy veličin vykreslena osa s hodnotami.

Výchozí nastavení lze vrátit stisknutím tlačítka **"Standard"**.

Dialogové okno "Nastavení kresby"

## Ocel

### Editace průřezu

Toto dialogové okno slouží k zadání ocelového průřezu. Kromě náhledu obsahuje okno následující tlačítka pro zadávání a úpravy:

**Válcované, Svařované, Plné, Složené válcované**

**Členěné válcované, Členěné svařované**

**Číselně  
Editor**

**Podrobnosti**

- Tato tlačítka umožňují zadání průřezů, které jsou posuzovány jako celistvé. Zadávání probíhá v "**Editoru průřezu**". Podrobnosti o vlastnostech celistvých průřezů jsou popsány v kapitole "**Průřezy**" teoretické části nápovědy.
- Toto tlačítko slouží k zadání členěných průřezů (Členěné průřezy se skládají ze dvou či čtyř dílčích průřezů, které jsou spojeny spojkami). Zadávání geometrie dílčích průřezů a vzdáleností mezi nimi probíhá v "**Editoru průřezu**". Podrobnosti o vlastnostech složených průřezů jsou popsány v kapitole "**Průřezy**" teoretické části nápovědy.
- Zadávání individuálních průřezových charakteristik.
- Umožňuje zadání obecného průřezu pomocí programu "**Průřez**". Podrobnosti k posouzení obecného prvku v **teoretické části**.
- Spustí dialogové okno, které zobrazí geometrické charakteristiky zadaného průřezu

Zadávací pole "**Natočení**" umožňuje zadání natočení průřezu vůči souřadnému systému dílce. Lze tak snadno posuzovat prvky, jejichž hlavní osy jsou natočeny vůči působícímu zatížení. O této problematice pojednává též kapitola "**Průřezy**" teoretické části nápovědy.

Pro průřez lze též nastavit, jakým způsobem se má provádět posudek. Dostupné jsou následující možnosti:

**Plasticita dle zatížení**

**Nepočítat plasticky**

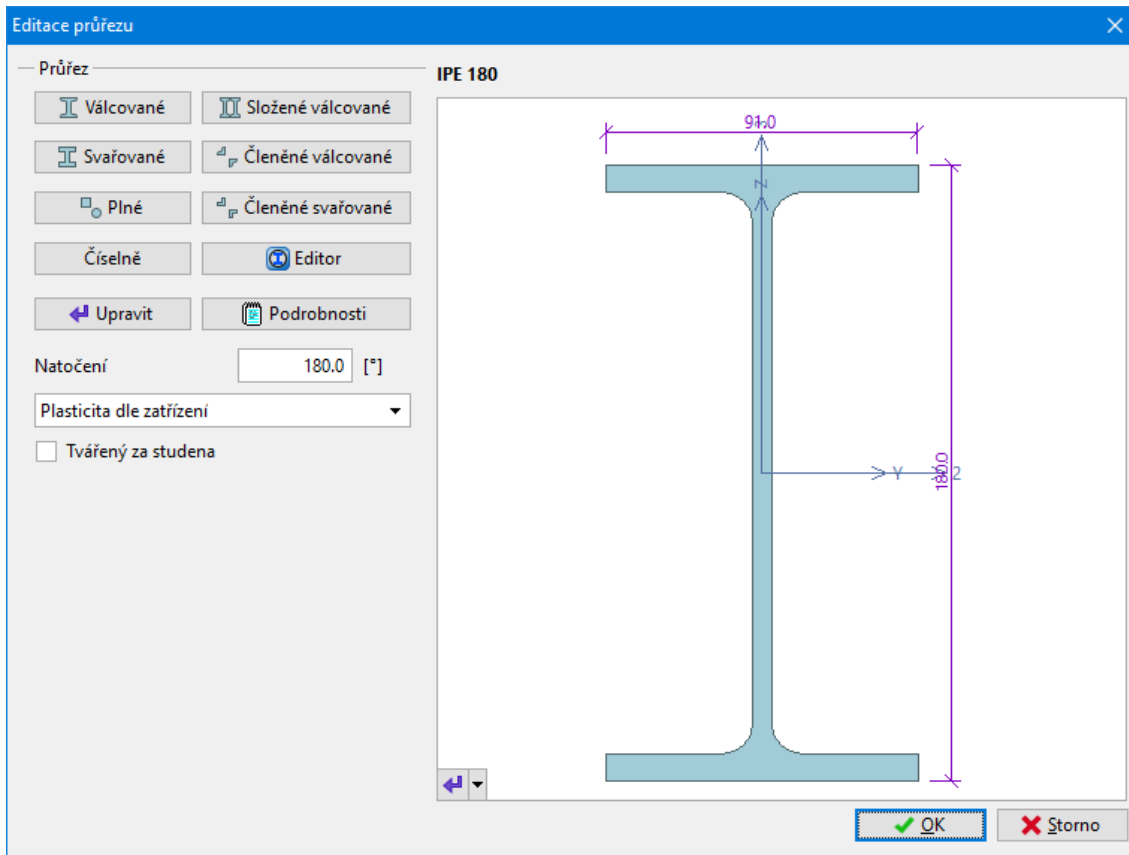
**Počítat elasticky**

**Počítat plasticky**

- Způsob posouzení je vybrán automaticky dle třídy průřezu. Dostupné pouze pro průřezy z databáze programu.
- Program neuvažuje ve výpočtu s plasticitou, i když třída průřezu plastický výpočet umožňuje. Výpočet je pak proveden dle 3. nebo 4. třídy. Dostupné pouze pro průřezy z databáze programu.
- Program provádí pružné posouzení průřezu. Dostupné pouze pro obecné průřezy vytvořené program "**Průřez**".
- Program provádí plastické posouzení průřezu. Dostupné pouze pro obecné průřezy vytvořené program "**Průřez**".

Nastavení "**Tvářený za studena**" ovlivňuje v souladu s tabulkou 6.2 normy EN 1993-1-1 výběr křivky vzpěrné pevnosti u dutých průřezů.

Pro průřezy zadané programem "**Průřez**" je nutné zadat plochy  $A_{vy}$ ,  $A_{vz}$  pro posouzení smyku v osách  $y$  a  $z$ . Pokud se použije nastavení "**Odhadnout smykové plochy**", program celkovou plochu průřezu rovnoměrně rozdělí do obou směrů.

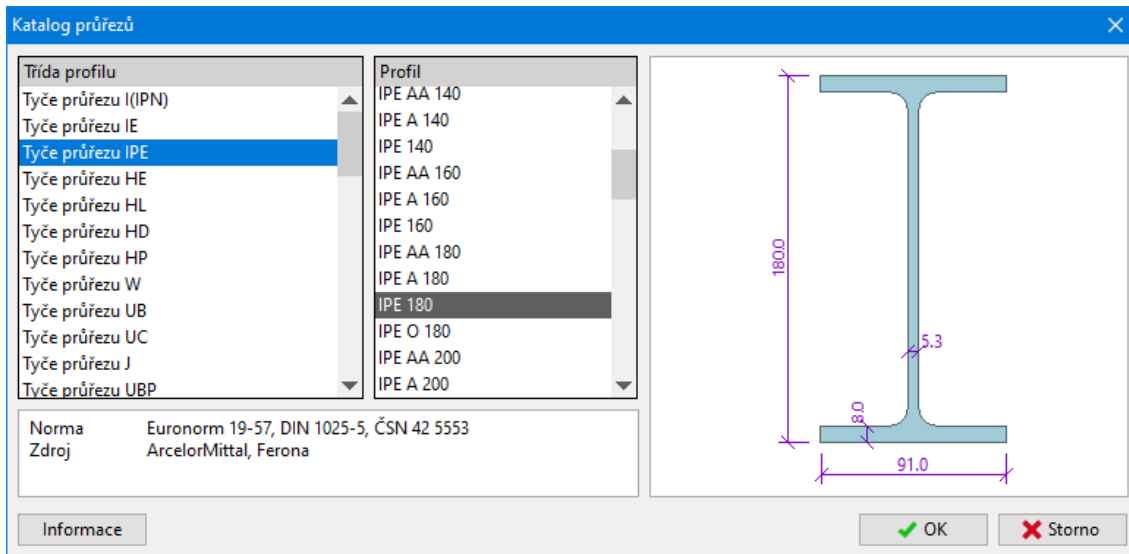


Dialogové okno "Editace průřezu"

## Editor průřezu

Toto dialogové okno slouží k zadávání a úpravě průřezu posuzovaného prvku. V horní části si lze vybrat jeden z přednastavených tvarů (nabídka se liší pro jednotlivé typy průřezů), samotné rozměry či druh profilu se zadávají v tabulce v levé části. Rozměry odpovídají kótám, které jsou vykresleny v náhledu průřezu v pravé části dialogového okna.

Tlačítko "**Informace**" v levém dolním rohu umožňuje zobrazení podrobných charakteristik průřezu.



Dialogové okno "Editor průřezu"

## Spojky členěného průřezu

V tomto dialogovém okně lze zadat vlastnosti spojek členěného průřezu. Základním údajem je "**Vzdálenost spojek  $L_1$** ", tedy vzdálenost mezi jednotlivými spojkami. Dále je nutné vybrat typ spojek. Návrhová norma (kapitola 6.4) rozlišuje dva typy spojek: "**Rámové**" a "**Příhradové**". U rámových spojek je nutné zadat výšku a tloušťku spojek, pro příhradové se vybírá tvar příhradoviny a plocha průřezu spojek.

Posouzení spojek je popsáno v teoretické části nápovědy.


**Spojky členěného průřezu**

Vzdálenost spojek  $L_1$   [m]

— Typ spojek —

☐ Rámové ☒ Příhradové

Tvar příhradových spojek:



Plocha průřezu diag.  $A_d$   [mm<sup>2</sup>]

Dialogové okno "Spojky členěného průřezu"

## Oslabení řezu

Toto okno slouží k zadání oslabení řezu, které je způsobeno otvory pro spojovací prostředky. Otvory lze zadat ve všech stěnách průřezu. Zadává se počet otvorů, průměr, rozteč a odsazení od kraje stěny. Schéma, na kterém jsou zobrazeny všechny zadávané hodnoty, je umístěno ve střední části okna. Pravá část obsahuje náhled na oslabený průřez, který se aktualizuje vždy po změně zadání. Oslabení je omezeno tak, že průřez, který je symetrický, zůstane symetrický i po oslabení. Nelze tedy například oslabit různě levou a pravou část pásnice I-profilu. Pokud otvory obsahují výplň, lze tento fakt zohlednit přepínačem "**Výplně otvorů**". Tyto otvory nebudou uvažovány při posouzení namáhání osovou silou a ohybovým momentem, pokud se ocitnou v tlačené oblasti průřezu.

O této problematice pojednává též kapitola "**Oslabení průřezů**" teoretické části nápovědy.

Tlačítkem "**Nuluj**" lze vymazat všechna zadaná oslabení.

**Oslabení řezu**

— Sekce 1 — — Schéma zadání —

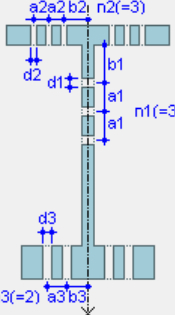
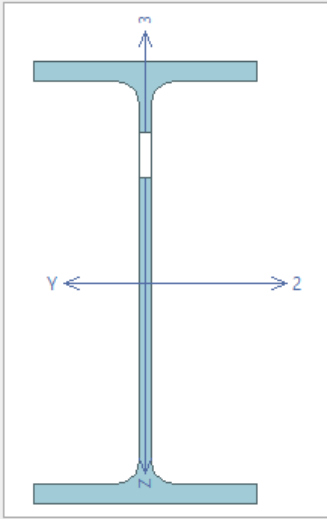
$n_1$ :  [-]  $d_1$ :  [mm]  
☐ Výplně otvorů  $b_1$ :  [mm]  
 $a_1$ :  [mm]

— Sekce 2 —

$n_2$ :  [-]  $d_2$ :  [mm]  
☐ Výplně otvorů  $b_2$ :  [mm]  
 $a_2$ :  [mm]

— Sekce 3 —

$n_3$ :  [-]  $d_3$ :  [mm]  
☐ Výplně otvorů  $b_3$ :  [mm]  
 $a_3$ :  [mm]

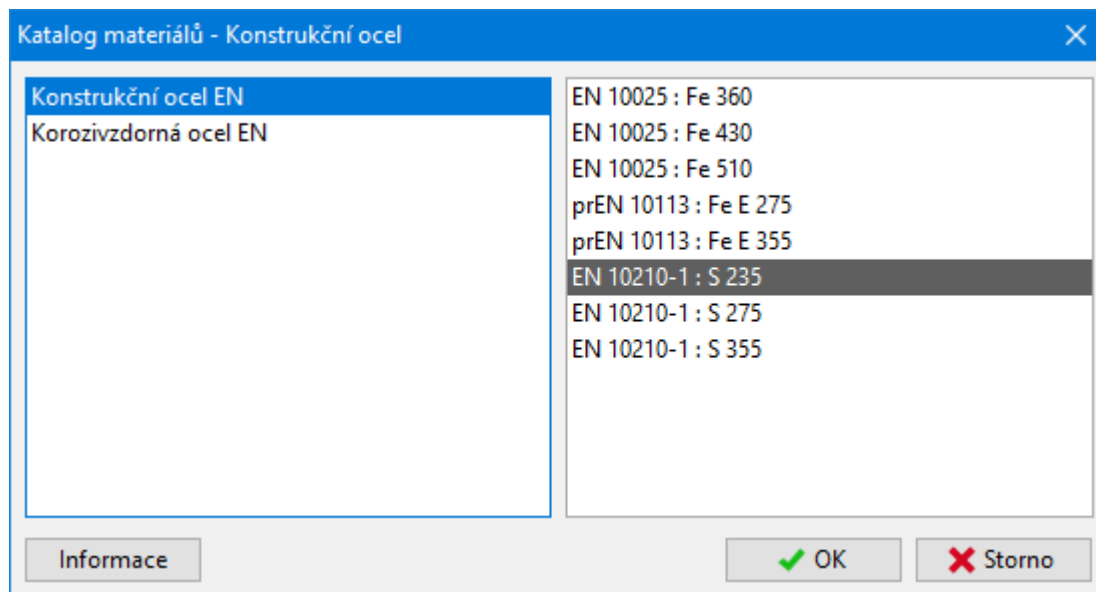
Dialogové okno "Oslabení řezu"

## Katalog materiálů

Toto dialogové okno umožňuje vybrat materiál posuzovaného prvku. Na výběr jsou pevnostní třídy uvedené v příslušných normách.

Tlačítkem "**Informace**" lze zobrazit materiálové charakteristiky pro vybranou třídu.

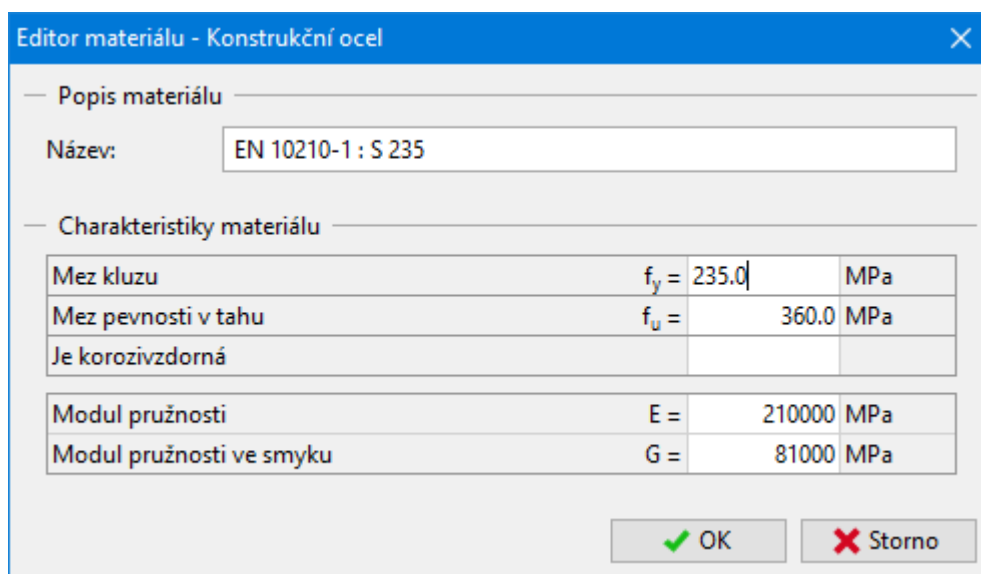




Dialogové okno "Katalog materiálů"

## Editor materiálu

Toto okno umožňuje zadat materiál s libovolně zvolenými vlastnostmi. Jednotlivé charakteristiky jsou popsány v kapitole "**Materiálové charakteristiky**" teoretické části nápovědy.



Dialogové okno "Editor materiálu"

## Editace zatěžovacího případu

Toto dialogové okno umožňuje zadání všech potřebných údajů (především vnitřních sil) pro zatěžovací případ. Lze zadat následující údaje:

### Zatěžovací případ

**N**  
**M<sub>2</sub>**  
**M<sub>3</sub>**  
**V<sub>3</sub>**  
**V<sub>2</sub>**  
**T<sub>t</sub>**  
**T<sub>ω</sub>**  
**B**

- Název zatěžovacího případu
- Normálová síla
- Ohybový moment kolem osy 2 (kladné hodnoty vyvolávají tah ve spodních vláknech průřezu)
- Ohybový moment kolem osy 3 (kladné hodnoty vyvolávají tah v levých vláknech průřezu)
- Posouvající síla ve svislém směru (rovnoběžně s osou 3)
- Posouvající síla ve vodorovném směru (rovnoběžně s osou 2)
- Moment prostého kroucení
- Moment vázaného kroucení
- Bimoment

Pokud je zaškrtnuto políčko "**Síly spočteny podle teorie II. řádu**", program počítá tento zatěžovací případ bez vlivu vzpěru, neboť síly jsou již spočteny na deformované konstrukci.

Sada zadávaných vnitřních sil se může lišit pro různé průřezy. Například pro členěné průřezy není povoleno zadání krouticích momentů a bimomentu.

**Nový zatěžovací případ**

**Zatěžovací případ**

ZP 5 tlak + ohyb

☐ Síly spočteny podle teorie II.řádu

**Síla na řezu**

Normálová síla:  $N =$   [kN]

Ohybový moment:  $M_2 =$   [kNm]

Ohybový moment:  $M_3 =$   [kNm]

Smyková síla:  $V_3 =$   [kN]

Smyková síla:  $V_2 =$   [kN]

Prosté kroucení:  $T_t =$   [kNm]

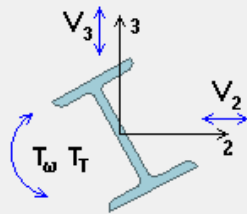
Vázané kroucení:  $T_\omega =$   [kNm]

Bimoment:  $B =$   [kNm<sup>2</sup>]

**Konvence zadávání**

$M_2 > 0$ : táhne spodní vlákna  
 $M_3 > 0$ : táhne vlákna vlevo  
 $N > 0$ : tah ;  $N < 0$ : tlak  
 $B > 0$ : táhne vlákna vlevo nahoře

Síly jsou zadávány k osám dílce a ve výpočtu se přepočítávají podle natočení průřezu



Okno "Editace zatěžovacího případu"

## Import zatížení

Okno "Import zatížení" se zobrazí po načtení zdrojového \*.txt nebo \*.csv souboru pro import zatížení. Toto okno umožňuje uspořádat data obsažená ve zdrojovém souboru. Levá část okna zobrazuje v tabulce obsah načteného souboru, v pravé části lze vybrat, jaká položka má být přiřazena konkrétnímu sloupci tabulky. U číselných veličin je možné zadat též násobitel, kterým lze přenásobit všechny položky ve sloupci. Tato funkce se používá nejčastěji v případech, když je zdrojový soubor sestaven s jinými jednotkami než s výchozími. Pokud první řádky dokumentu obsahují doplňující údaje (popis veličin apod.), je možné nastavit číslo řádku, od kterého se má import provést. Pro toto zadání slouží položka "Importovat od řádku číslo". Výchozí jednotky jsou [kN] respektive [kNm].

**Import zatížení**

Náhled

D:\help\\_podklady Fin EC\ocel\ocel\_import\_sil.csv

Dle druhého řádu

1	Ano
0	Ne

Sloupec: 9; Řádky: 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
tlak + ohyb	-55,00	14,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00
tah	458,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
maximální ohyb	0,00	38,20	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Parametry importu zatížení**

CSV: Sloupce jsou odděleny středníkem ";"

Importovat od řádku číslo

	Sloupec	Násobitel
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Název</b>	<input type="text" value="1"/>	
<input checked="" type="checkbox"/> Normálová síla	N <input type="text" value="2"/>	1,00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Ohybový moment	$M_2$ <input type="text" value="3"/>	1,00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Ohybový moment	$M_3$ <input type="text" value="4"/>	1,00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Smyková síla	$V_3$ <input type="text" value="5"/>	1,00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Smyková síla	$V_2$ <input type="text" value="6"/>	1,00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Prosté kroucení	$T_t$ <input type="text" value="7"/>	1,00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Vázané kroucení	$T_\omega$ <input type="text" value="8"/>	1,00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Bimoment	B <input type="text" value="9"/>	1,00 [-]
<input type="checkbox"/> Dle druhého řádu		

Okno "Import zatížení"

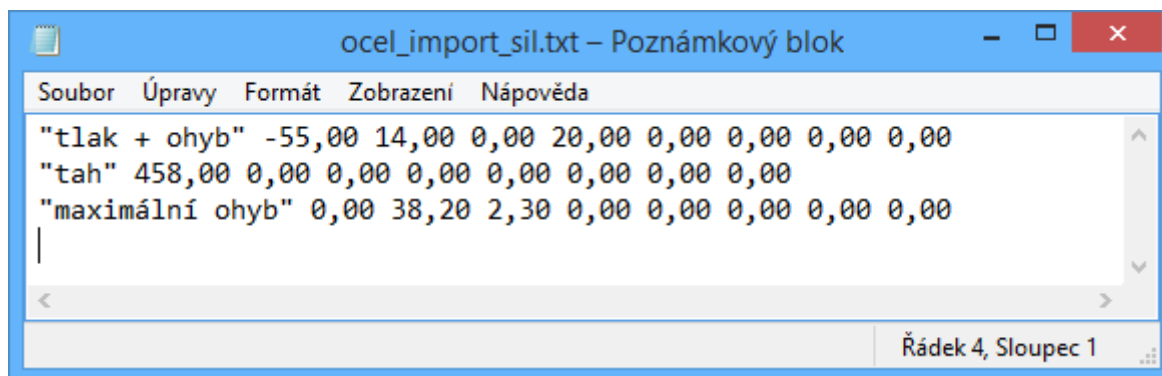
## Tvorba textového souboru

Textový soubor lze vytvořit v jakémkoliv textovém editoru (například *Poznámkový blok*, *Word*, *Writer*). Pro soubor platí, že každý řádek představuje jeden zatěžovací případ. V každém řádku lze vypsat hodnoty všech vnitřních sil, oddělené mohou být mezerou nebo tabulátorem. Pořadí jednotlivých veličin nemusí být totožné s pořadím v programu, je však nutné dodržet stejné pořadí pro všechny zatěžovací případy. Řádek může též obsahovat údaj, zda byly vnitřní síly spočítány dle

teorie II.řádu či nikoliv. Pokud je třeba provést rozlišení zatěžovacích případů s ohledem na účinky II. řádu, je nutné použít následující číselné schéma:

1	Síly spočteny dle teorie II. řádu
0	Síly nejsou spočteny dle teorie II. řádu

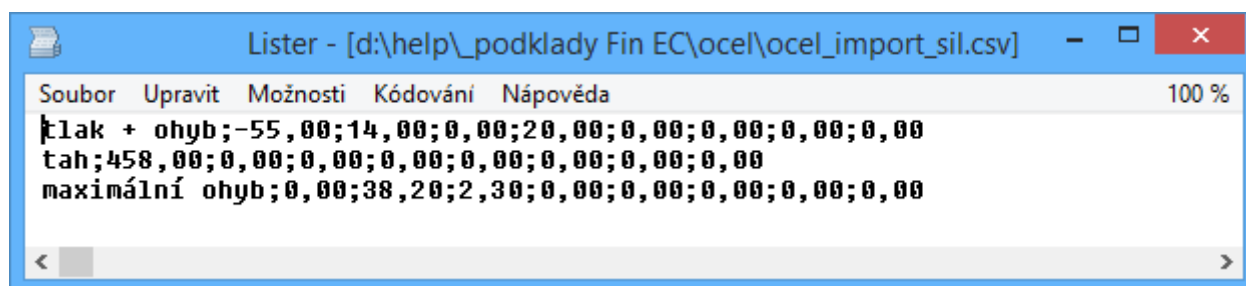
Soubor též může vzniknout použitím části výstupní dokumentace z jiného statického programu.



Textový soubor v programu "Poznámkový blok"

## Tvorba \*.csv souboru

Pro soubor typu \*.csv (comma-separated values) platí prakticky identická pravidla jako pro textový soubor. Hlavním rozdílem je, že jednotlivé údaje v řádku jsou odděleny středníkem ";".



Ukázka \*.csv souboru

Tento typ souboru lze vytvořit i v tabulkových procesorech jako je například *Excel* nebo *Calc*. Vytvořený dokument stačí uložit jako \*.csv soubor s odpovídajícím oddělovacím znakem.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	tlak + ohyb	-55	14	0	20	0	0	0	0
2	tah	458	0	0	0	0	0	0	0
3	maximální ohyb	0	38,2	2,3	0	0	0	0	0

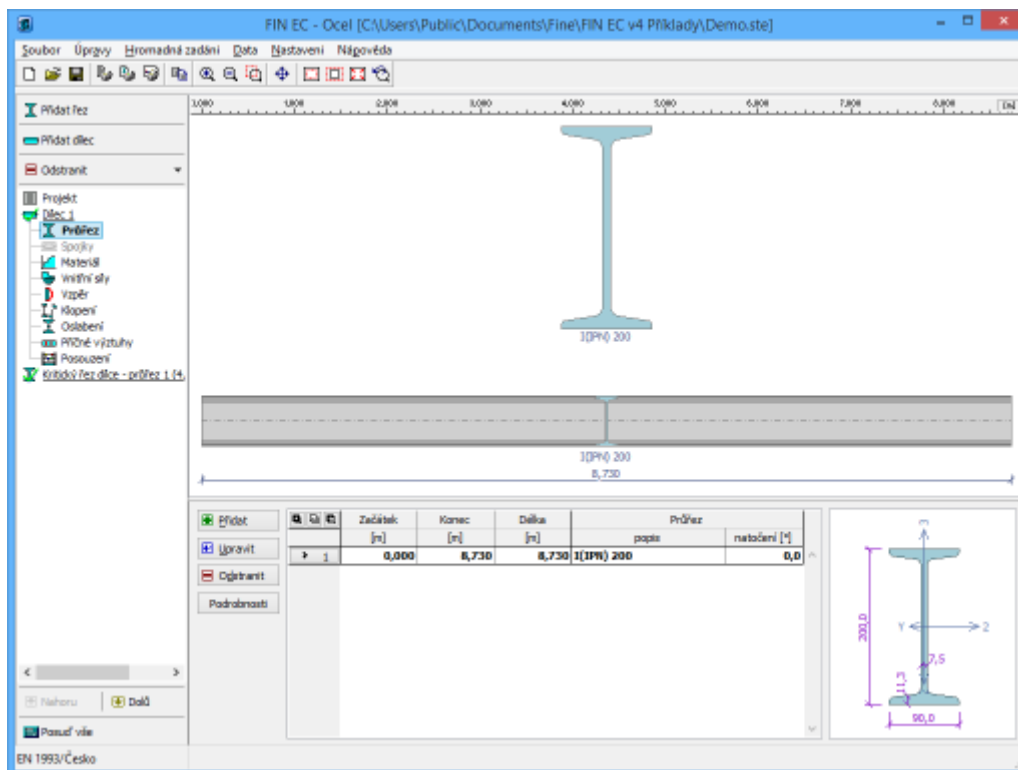
Příprava \*.csv souboru v tabulkovém procesoru

## Průřez

V této části zadávacího stromečku lze zadat průřez dílce. Průřez může být zadán konstantní pro celou délku dílce nebo lze zvolit v jednotlivých úsecích různé profily. Při výchozím stavu tabulky v zadávacím rámu je zadán jeden úsek pro celý dílec, pro který lze tlačítkem **"Upravit"** nebo dvojklikem na řádek v tabulce nastavit potřebný průřez v okně **"Editace průřezu"**. Pokud se průřez v jednotlivých částech dílce liší, je možné přidat za první úsek libovolný počet dalších úseků. Vkládání nových úseků se provádí v tabulce pomocí tlačítka **"Přidat"**. Základním parametrem každého nového úseku je *Počátek úseku*, který určuje začátek úseku měřený od počátku dílce. Tento bod je pak zároveň koncovým bodem předcházejícího úseku v tabulce.

Jednotlivé úseky jsou zobrazovány též graficky na **aktivní pracovní ploše**. Dvojklikem na libovolný úsek lze spustit odpovídající okno pro úpravu vlastností úseku.

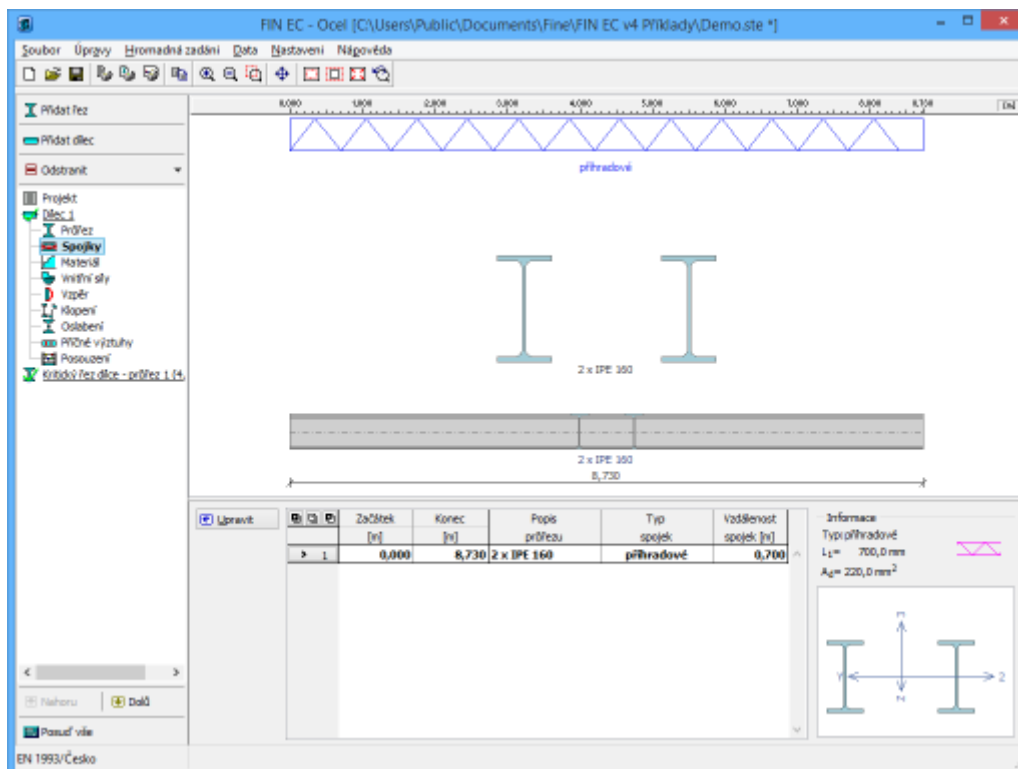
Pokud je dílec načten z konstrukce vytvořené ve Finu 2D nebo Finu 3D, je průřez dílce načten z tohoto programu.



Část "Průřez" dimenzace dílců

## Spojky

V této části lze zadat vlastnosti spojek členěných průřezů. Pokud není v části "**Průřez**" zadán členěný průřez, není tato část přístupná. Spojky se zadávají v úsecích, které odpovídají úsekům, použitých v části "**Průřez**". Úprava počtu a poloh úseků není v této části možná. Samotné zadávání vlastností pro aktivní úsek spojek probíhá v okně "**Spojky členěného průřezu**", které se spouští tlačítkem "**Upravit**". Vlastnosti zadané v tomto okně se vypisují v pravé části zadávacího rámu.



Část "Spojky" dimenzace dílců

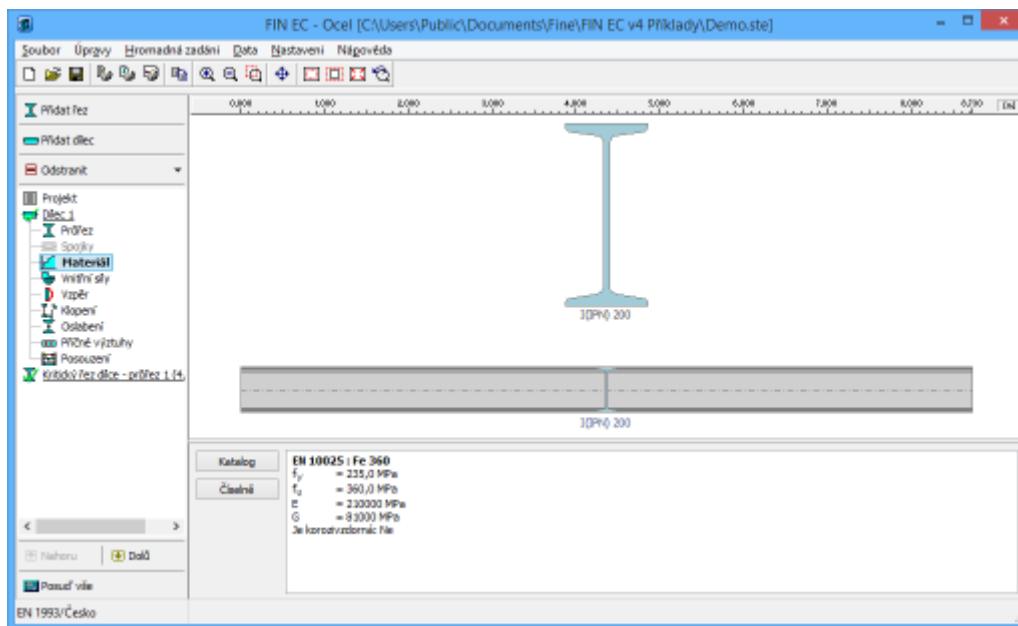
## Materiál

V této části je možné zadat materiál, který bude použit při posuzování dílce. Zadání materiálu je možné po stisknutí tlačítka "**Katalog**" v zadávacím rámu. Tímto tlačítkem se spustí dialogové okno "**Katalog materiálů**". Pokud je třeba zadat ocel s vlastními charakteristikami, lze využít tlačítko "**Číselně**" a zadat vlastnosti v okně "**Editor materiálu**". Kromě tlačítek

pro zadání materiálu obsahuje zadávací rám též tabulku s přehledem vlastností vybraného materiálu.

Pokud je dílec načten z konstrukce vytvořené ve Finu 2D nebo Finu 3D, je základní materiál dílce načten z tohoto programu.

O vlastnostech materiálů a souvisejících normách pojednává kapitola "**Materiálové charakteristiky**" teoretické části nápovědy



Část "Materiál" dimenzace dílců

## Vnitřní síly

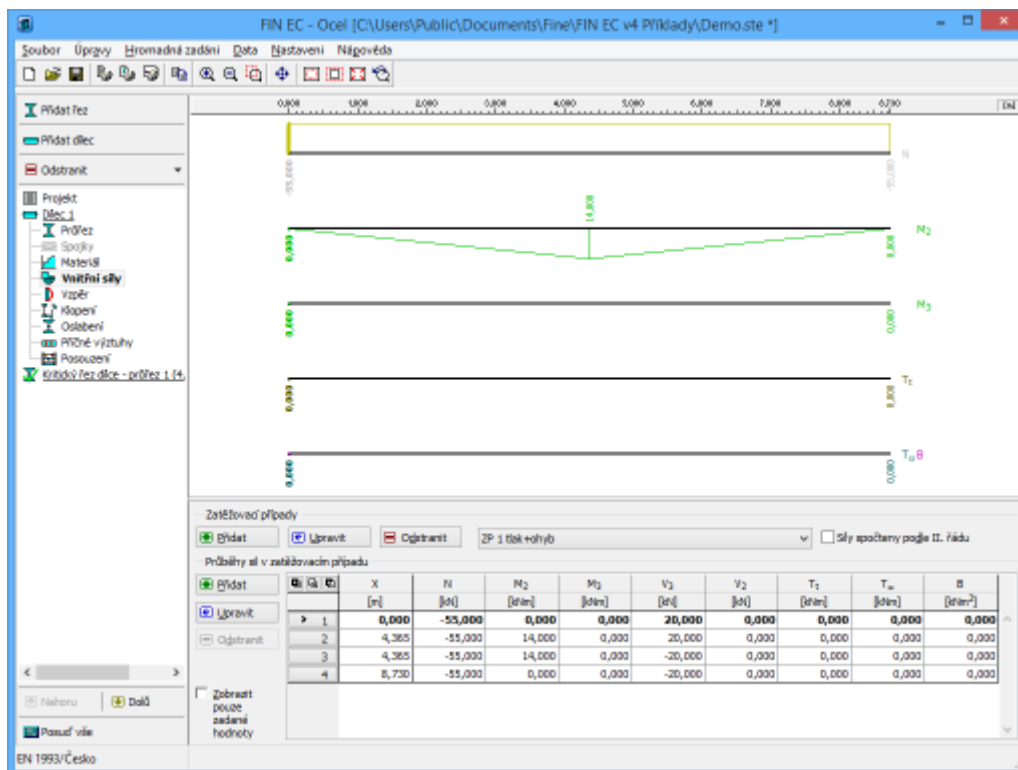
Tato část zadávacího stroměčku slouží k zadání zatížení působícího na dílec. Pro každý dílec může být zadáno více zatěžovacích případů, každý z nich může obsahovat libovolný průběh vnitřních sil.

Jsou-li dílce převzaty z programu Fin 2D nebo Fin 3D, jsou vnitřní síly importovány automaticky z těchto programů.

## Zatěžovací případy

V horní části zadávacího rámu lze přidávat či upravovat jednotlivé zatěžovací případy, které prakticky odpovídají výsledkům zatěžovacích kombinací. Základní vlastnosti zatěžovacího případu (název, typ atd...) se zadává v **samostatném okně**.

U každého zatěžovacího případu lze zaškrtnout nastavení "**Síly spočteny podle II. řádu**". V tom případě nebude pro daný zatěžovací případ uvažován vliv vzpěru.



## Vkládání průběhů vnitřních sil

Před zadáváním vnitřních sil je nutné vybrat aktivní zatěžovací případ, pro který chceme zadávat průběhy vnitřních sil. Ten se vybírá v rozbalitelném seznamu v horní části zadávacího rámu.

Odstranit		<div> <div>ZP 1 tlak+ohyb</div> <div>ZP 1 tlak+ohyb</div> <div>ZP 2 tah</div> </div>							
X	N	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>2</sub>	T <sub>t</sub>	T <sub>∞</sub>	B	
[m]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm <sup>2</sup> ]	
0,000	-55,000	0,000	0,000	20,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
4,365	-55,000	14,000	0,000	20,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

Výběr aktivního zatěžovacího případu

Průběhy sil se zadávají pomocí řezů, ve kterých dochází ke změně velikosti dané síly nebo ke změně tvaru průběhu. Mezilehlé hodnoty jsou získávány automaticky lineární interpolací. Jednotlivé řezy se zadávají v tabulce v dolní části zadávacího rámu pomocí samostatného dialogového okna. Pro zadávání řezů slouží tabulka v dolní části zadávacího rámu.

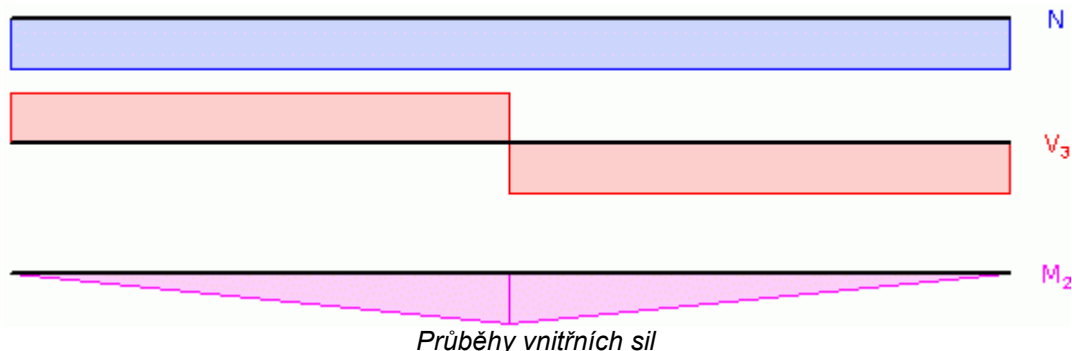
Průběhy sil v zatěžovacím případě										
<div> <div>Přidat</div> <div>Upravit</div> <div>Odstranit</div> </div>		X	N	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>2</sub>	T <sub>t</sub>	T <sub>∞</sub>	B
		[m]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm <sup>2</sup> ]
	1	0,000	-55,000	0,000	0,000	20,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	2	4,365	-55,000	14,000	0,000	20,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	3	4,365				-20,000				
	4	8,730	-55,000	0,000	0,000	-20,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabulka se zadanými hodnotami vnitřních sil

Nastavením "**Zobrazit pouze zadané hodnoty**" lze zapnout/vypnout zobrazení mezilehlých hodnot vnitřních sil, které byly dopočítány automaticky lineární interpolací. Schování těchto mezilehlých hodnot usnadňuje orientaci v zadaných vnitřních silách.

## Příklad zadání průběhu vnitřních sil

Obrázek ukazuje průběhy normálové síly N, posouvající síly V<sub>3</sub> a ohybového momentu M<sub>2</sub> na dílcí. V následující tabulce jsou vypsané hodnoty vnitřních sil, které musely být pro jednotlivé řezy zadány.



Pro vytvoření těchto průběhů byly zadány následující hodnoty:

Číslo řezu	souřadnice x [m]	N [kN]	V <sub>3</sub> [kN]	M <sub>2</sub> [kN]
1	0,00	20,00	-10,00	0,00
2	2,50		-10,00 (zleva)	25,00
3	2,50		10,00 (zprava)	
4	5,00	20,00	10,00	0,00

Hodnoty v nezadaných polích jsou vypočteny programem automaticky pomocí lineární interpolace.

## Zatěžovací případy

Dialogové okno "**Zatěžovací případ**" umožňuje zadání či úpravu názvu zatěžovacího případu. Pokud je zaškrtnuto políčko "**Síly spočteny podle teorie II. řádu**", program počítá tento zatěžovací případ bez vlivu vzpěru, neboť síly jsou již spočteny na deformované konstrukci.

*Dialogové okno "Zatěžovací případ"*

## Vnitřní síly

Toto dialogové okno umožňuje zadání vnitřních sil v jednotlivých řezech dílce pro vybraný zatěžovací případ. Pro každý řez se vyplňují následující údaje:

- |                      |   |
|----------------------|---|
| <b>X</b>             | • Základní údaj, který udává polohu řezu na dílci. Poloha je měřena od levého počátku dílce |
| <b>N</b>             | • Normálová síla  |
| <b>M<sub>2</sub></b> | • Ohybový moment kolem osy 2 (kladné hodnoty vyvolávají tah ve spodních vláknech průřezu)   |
| <b>M<sub>3</sub></b> | • Ohybový moment kolem osy 3 (kladné hodnoty vyvolávají tah v levých vláknech průřezu)      |
| <b>V<sub>3</sub></b> | • Posouvající síla ve svislém směru (rovnoběžně s osou 3)                                   |
| <b>V<sub>2</sub></b> | • Posouvající síla ve vodorovném směru (rovnoběžně s osou 2)                                |
| <b>T<sub>t</sub></b> | • Moment prostého kroucení  |
| <b>T<sub>ω</sub></b> | • Moment vázaného kroucení  |
| <b>B</b>             | • Bimoment  |

Hodnoty všech vnitřních sil musí být zadány pro první ( $x=0$ ) a poslední ( $x$  je rovno délce dílce) řez. V mezilehlých řezech mohou zůstat jakékoliv vnitřní síly nevyplněné. V tom případě jsou potřebné hodnoty získány lineární interpolací z nejbližších zadáných hodnot vlevo a vpravo od řezu.



**Editace sil**

Síly jsou zadávány k osám dílce a ve výpočtu se přepočítávají podle natočení průřezu

**Síla na řezu**

Souřadnice:  $x =$   [m] **Začátek dílce**

Normálová síla:  $N =$   [kN]

Ohybový moment:  $M_2 =$   [kNm]

Ohybový moment:  $M_3 =$   [kNm]

Smyková síla:  $V_3 =$   [kN]

Smyková síla:  $V_2 =$   [kN]

Prosté kroucení:  $T_t =$   [kNm]

Vázané kroucení:  $T_\omega =$   [kNm]

Bimoment:  $B =$   [kNm<sup>2</sup>]

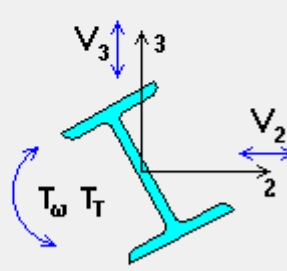
**Konvence zadávání**

$M_2 > 0$  : táhne spodní vlákna

$M_3 > 0$  : táhne vlákna vlevo

$N > 0$  : tah ;  $N < 0$  : tlak

$B > 0$  : táhne vlákna vlevo nahoře



Dialogové okno "Editace sil"

## Vzpěr

V této části zadávacího stromečku se zadávají parametry týkající se výpočtu vzpěru. Parametry pro vybočení se zadávají samostatně pro vybočení kolmo k osám  $z$  a  $y$  a pro vybočení od zkroucení (směr  $\omega$ ). Údaje o vybočení zkroucením slouží pouze pro výpočet klopení. Rozbalovací seznam "**Vzpěr pro výpočet**" umožňuje zvolit jednu ze tří možností, jak bude počítán vzpěr na dílci:

### Vzpěr uvažovat ve shodných úsecích

### Vzpěr neuvažovat

### Vzpěr uvažovat v různých úsecích

- Vliv vzpěru bude zahrnut do výpočtu, délky jednotlivých úseků vzpěru jsou zadávány hromadně pro všechny směry.
- Vliv vzpěru nebude zahrnut do výpočtu. Lze využít, pokud je u posuzovaného prvku bráněno vybočení ve všech směrech.
- Vliv vzpěru bude zahrnut do výpočtu, délky jednotlivých úseků vzpěru se zadávají pro každý směr zvlášť.

Pokud osy  $y$  a  $z$  nejsou hlavními osami průřezu (např. pro úhelník), pak se při výpočtu vzpěru standardně uvažuje vybočení ve směrech hlavních os  $\eta$  a  $\zeta$ . Při zadání parametrů vzpěru je možno určit, že se má počítat s vybočením pouze ve směrech os  $y$  a  $z$ , a to pomocí přepínače "**Vzpěr pouze Y,Z**".

Samotné zadávání úseků vzpěru probíhá v dolní části zadávacího rámu. Pokud je použita volba "**Vzpěr uvažovat v různých úsecích**", jsou parametry pro směry  $Y$  a  $Z$  odděleny do samostatných tabulek, které jsou umístěny pod jednotlivými záložkami "**Vzpěr Z**" a "**Vzpěr Y**".

Vzpěr pro výpočet: vzpěr uvažovat v různých úsecích

Vzpěr Z (Vybočení ve směru osy Y)
Vzpěr Y (Vybočení ve směru osy Z)

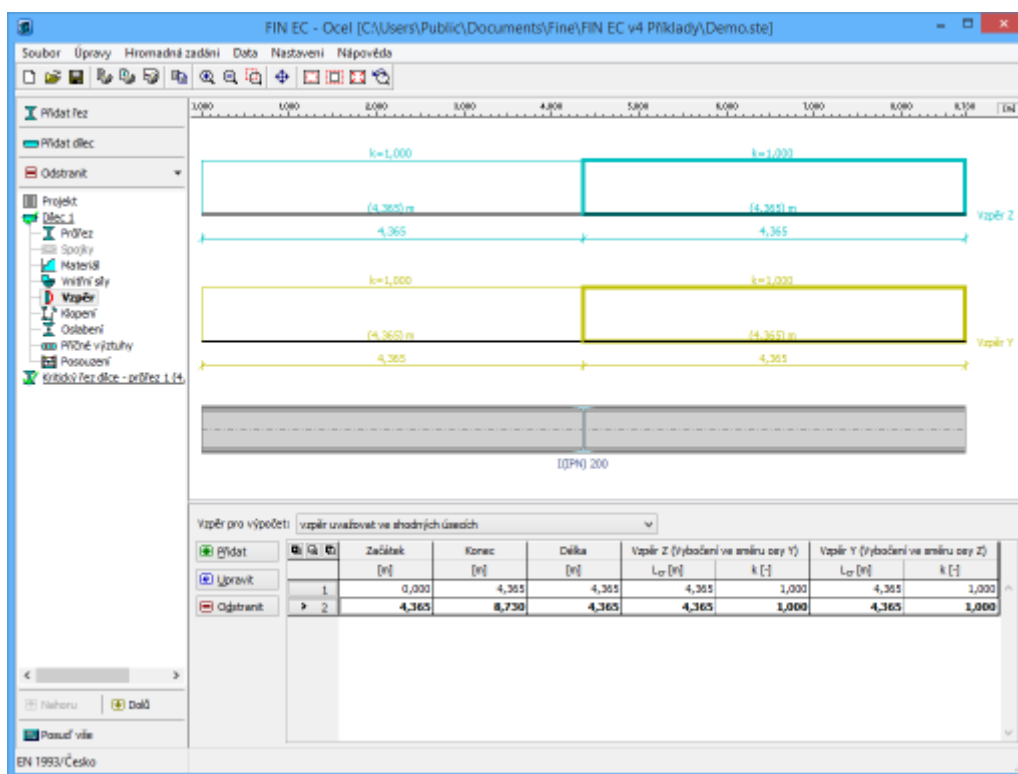
	Začátek	Konec	Délka
	[m]	[m]	[m]
1	0,000	4,365	4,365
2	4,365	8,730	4,365

Záložky pro zadávání úseků vzpěru

Pro vybraný směr se do tabulky zadávají jednotlivé úseky s odpovídajícími parametry vzpěru. Při výchozím stavu tabulky je zadán jeden úsek vzpěru pro celý dílec, pro který lze tlačítkem "**Upravit**" nebo dvojklikem na řádek v tabulce nastavit potřebné parametry v okně "**Parametry vzpěru**". Pokud se parametry vzpěru v jednotlivých částech dílce liší, je možné přidat za první úsek libovolný počet dalších úseků. Vkládání nových úseků se provádí v tabulce pomocí tlačítka "**Přidat**". Základním parametrem každého nového úseku je *Počátek úseku*, který určuje začátek úseku měřený od počátku dílce. Tento bod je pak zároveň koncovým bodem předcházejícího úseku v tabulce.

Jednotlivé úseky vzpěru jsou zobrazovány též graficky na **aktivní pracovní ploše**. Dvojklikem na libovolný úsek lze spustit odpovídající okno pro úpravu vlastností úseku.

Při nastavení "**Vzpěr uvažovat ve shodných úsecích**" probíhá zadávání obdobně, avšak je použita jedna tabulka pro všechny směry. Zadávání a úpravy úseků vzpěru probíhá v okně "**Editace úseku vzpěru**".



Část "Vzpěr" dimenzace dílců

## Parametry vzpěru

V první části "**Působení vzpěru**" dialogového okna lze nastavit, zda má být v tomto směru počítáno s vlivem vzpěru, a případně změnit základní délku prvku pro výpočet vybočení  $L_x$  v aktuálním směru.

Část "**Uložení konců**" umožňuje vybrat, jakým způsobem je prvek ukotven na koncích do konstrukce. Na základě vybrané varianty je stanoven součinitel  $k$ , kterým se vynásobí délka prvku pro výpočet vybočení  $L_x$ . Vynásobením vznikne vzpěrná délka  $l_{cr}$ , která je použita dále ve výpočtech. Na výběr jsou následující varianty:

- |  |                          |  |
|--|--------------------------|--|
|  | <b>nezadáno</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>výchozí nastavení programu, součinitel zkracující vzpěrnou délku není zadán, vzpěrná délka <math>l_{cr}</math> není spočtena. Pokud je vybrána tato varianta, nemůže proběhnout výpočet.</li> </ul> |
|  | <b>kloub-kloub</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>uvažováno kloubové uložení dílce na obou koncích. Součinitel <math>k</math> je roven hodnotě <math>1,0</math>. Nejčastější případ pro dřevěné konstrukce.</li> </ul>                                |
|  | <b>kloub-vetknutí</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>určeno pro dílce, které jsou na jednom konci uloženy vetknutě a na druhém kloubově. Součinitel <math>k</math> je roven hodnotě <math>0,7</math>.</li> </ul>   |
|  | <b>vetknutí-vetknutí</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>uvažováno vetknuté ukončení dílce na obou koncích. Součinitel <math>k</math> je v souladu s ohybovou čarou roven hodnotě <math>0,5</math>.</li> </ul>   |
|  | <b>libovolné</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>tato varianta umožňuje zadat libovolnou hodnotu součinitele <math>k</math>. Například pro konzoly lze použít hodnotu <math>2,0</math>.</li> </ul>   |

V části "**Vzpěrná délka**" je vidět výsledná hodnota délky, která vstupuje jako  $l_{cr}$  do výpočtů vzpěrného tlaku. Výpočty jsou popsány v **teoretické části** nápovědy.

Část "**Křivka vzpěrné pevnosti**" umožňuje změnit automatický výběr křivky vzpěrné pevnosti, který je prováděn dle tabulky 6.2 normy. Lze tak zohlednit například případy, které nejsou v programu řešeny (tloušťka svarů u svařovaných dutých průřezů), či nestandardní případy, kdy je například válcovaný I-profil zadán pomocí svařovaného profilu.

Dialogové okno "Parametry vzpěru Y"

## Editace úseku vzpěru

Pomocí tohoto okna lze zadat údaje, které umožní stanovení vzpěrných délek  $l_{cry}$  a  $l_{crz}$  pro daný úsek dílce. Základním parametrem úseku je "**Počátek úseku**", který určuje začátek úseku měřený od počátku dílce. Tento bod je pak zároveň koncovým bodem předcházejícího úseku. Pro informaci je též zobrazován konec úseku (tj. konec dílce nebo počátek následujícího úseku) a celková délka úseku.

V části "**Parametry vzpěru**" lze pomocí tlačítek "**Vzpěr y**" a "**Vzpěr z**" stanovit vzpěrné délky  $l_{cry}$  respektive  $l_{crz}$  pro aktivní úsek. Stanovení vzpěrných délek probíhá v samostatném okně "**Parametry vzpěru**". Zadané parametry z okna "**Parametry vzpěru**" (typ podepření, základní délka a součinitel  $k$ ) jsou vždy zobrazeny u příslušného tlačítka.

Dialogové okno "Editace úseku vzpěru"

## Klopení

V této části zadávacího stroměčku se zadávají parametry týkající se výpočtu klopení. Rozbalovací seznam "**Klopení pro výpočet**" umožňuje zvolit jednu ze dvou možností, jak bude počítán klopení na dílci:

- Klopení uvažovat**
  - Vliv klopení bude zahrnut do výpočtu.
- Klopení neuvažovat**
  - Vliv klopení nebude zahrnut do výpočtu. Lze využít v případech, kdy nehrozí klopení v žádném směru.

Protože klopení závisí na tvaru momentové plochy, mohou se parametry klopení lišit pro různé zatěžovací případy. Proto je možno zadávat parametry klopení pro všechny zatěžovací případy dohromady a nebo jednotlivě. Toto chování

programu je ovlivněno přepínačem "**Klopení jednotlivě dle ZP**". Pokud je přepínač zapnut, zobrazí se vpravo od něj rozbalovací seznam s názvy jednotlivých zatěžovacích případů. Vlastnosti klopení se pak zadávají vždy pro zatěžovací případ vybraný v seznamu. Při zadávání klopení pro všechny zatěžovací případy dohromady se zadává klopná délka a jeden tvar momentové plochy, který bude uvažován pro všechny zatěžovací případy.

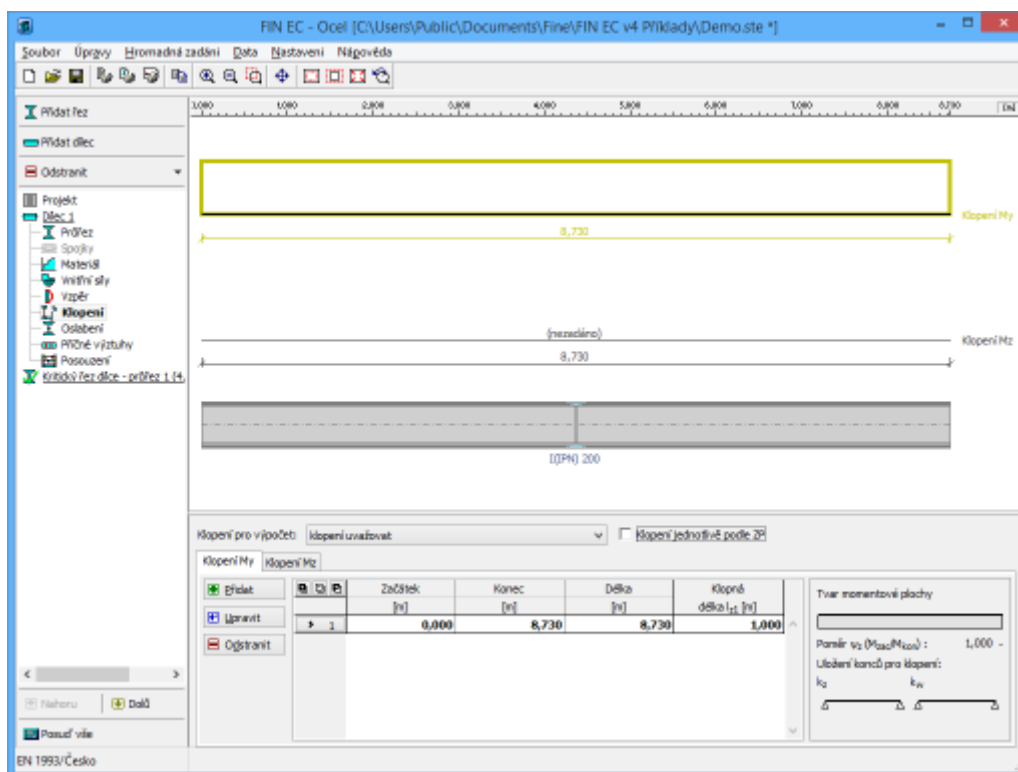
Výběr aktivního zatěžovacího případu

Samotné zadávání úseků klopení probíhá v dolní části zadávacího rámu. Parametry pro směry Y a Z jsou odděleny do samostatných tabulek, které jsou umístěny pod jednotlivými záložkami "**Klopení M<sub>y</sub>**" a "**Klopení M<sub>z</sub>**".

Výběr směru pro zadávání úseků klopení

Pro vybraný směr se do tabulky zadávají jednotlivé úseky s odpovídajícími parametry klopení. Při výchozím stavu tabulky je zadán jeden úsek klopení pro celý dílec, pro který lze tlačítkem "**Upravit**" nebo dvojklikem na řádek v tabulce nastavit potřebné parametry v okně "**Parametry klopení**". Pokud se parametry klopení v jednotlivých částech dílce liší, je možné přidat za první úsek libovolný počet dalších úseků. Vkládání nových úseků se provádí v tabulce pomocí tlačítka "**Přidat**". Základním parametrem každého nového úseku je *Počátek úseku*, který určuje začátek úseku měřený od počátku dílce. Tento bod je pak zároveň koncovým bodem předcházejícího úseku v tabulce.

Jednotlivé úseky klopení jsou zobrazovány též graficky na **aktivní pracovní ploše**. Dvojklikem na libovolný úsek lze spustit odpovídající okno pro úpravu vlastností úseku.



Část "Klopení" dimenzace dílců

## Parametry klopení

V části "**Působení klopení**" dialogového okna lze nastavit, zda má být v tomto směru počítáno s vlivem klopení, a případně změnit základní klopnou délku prvku. Klopnou délkou se rozumí vzdálenost bodů dílce, v nichž je zabráněno klopení.

Dalším parametrem klopení je tvar momentové plochy dle tabulky 6.6 normy ČSN EN 1993-1-1. Na základě tvaru momentové plochy je stanoven opravný součinitel  $k_c$ . Pro některé tvary momentové plochy je nutné doplnit i další parametry. Momentová plocha tvaru lichoběžníku vyžaduje zadání součinitele  $\psi$ , což je poměr momentů na začátku a na konci klopného úseku. Momentové plochy, které nemají konstantní směrnici, svědčí o zatížení na nosníku. Pro ně je pak třeba určit polohu zatížení na průřezu. Poloha se zadává pomocí součinitele, který nabývá hodnot z intervalu  $<0;1>$ , přičemž hodnota 0 je pro dolní (levý) okraj průřezu a hodnota 1 pro horní (pravý) okraj průřezu.

V části "**Parametry**" lze vybrat způsob uložení konců prvku, na základě kterého je stanoven součinitel vzpěrné délky  $k_z$ . Tento součinitel redukuje základní délku úseku pro výpočet klopení a je použit např. při výpočtu kritického momentu  $\mu_{cr}$ . Pro variantu "**kloub-kloub**" nabývá součinitel  $k_z$  hodnoty 1,0, pokud je vybrána varianta "**vetknutí-vetknutí**", je součinitel  $k_z$  roven hodnotě 0,5. Je-li vybrána momentová plocha s proměnnou směrnicí, je nutné zadat též způsob uložení konců v kroucení. Tento způsob uložení ovlivňuje velikost součinitele vzpěrné délky  $k_w$ , který je použit při výpočtu parametru kroucení  $k_{wt}$ . Součinitel  $k_w$  nabývá stejných hodnot jako součinitel  $k_z$ . Vliv klopení na únosnost prvku je popsán v [teoretické části nápovědy](#).

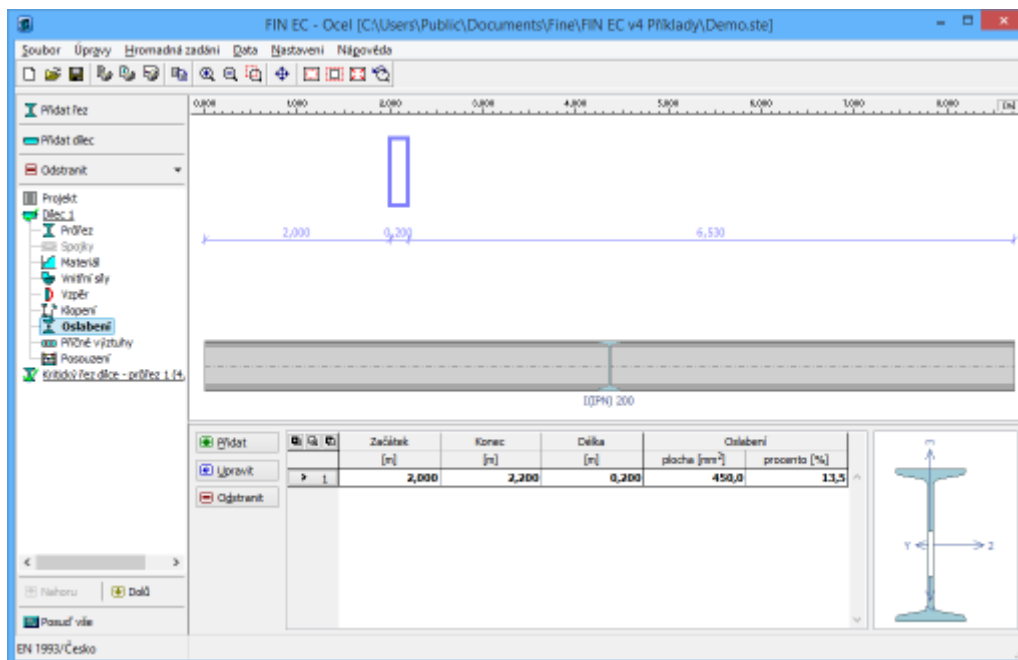
Dialogové okno "Parametry klopení"

## Oslabení

V této části zadávacího stromečku lze zadat úseky, ve kterých je průřez oslaben otvory pro spojovací prostředky. Oslabení se vkládají v jednotlivých úsecích pomocí tlačítka "**Přidat**". Samotné zadávání probíhá v samostatném okně "**Oslabení řezu**", ve kterém lze zadat počátek úseku, jeho délku a velikost a polohu oslabení. Úpravy jednotlivých úseků lze provádět tlačítky "**Upravit**" a "**Odstranit**".

Jednotlivé úseky jsou zobrazovány též graficky na [aktivní pracovní ploše](#). Dvojklikem na libovolný úsek lze spustit odpovídající okno pro úpravu vlastností úseku.

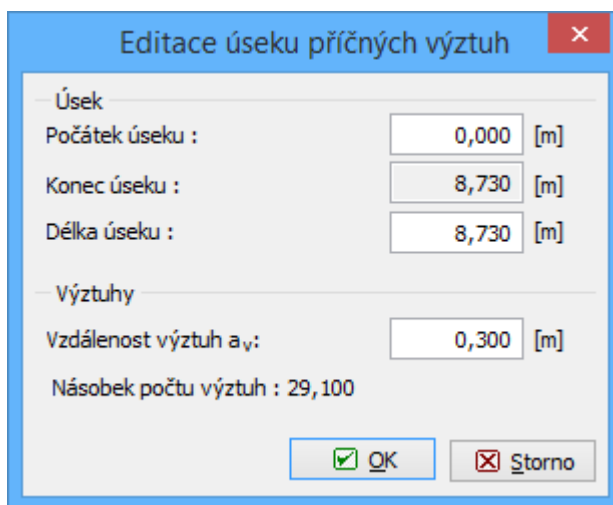
Zadaná oslabení zmenšují průřezové charakteristiky, avšak únosnost oslabeného průřezu může být vyšší, neboť pro výpočet únosnosti je použita mez pevnosti  $f_u$ . Tato problematika je více popsána v kapitole "**Oslabení průřezů**" teoretické části nápovědy.



Část "Oslabení" dimenzace dílců

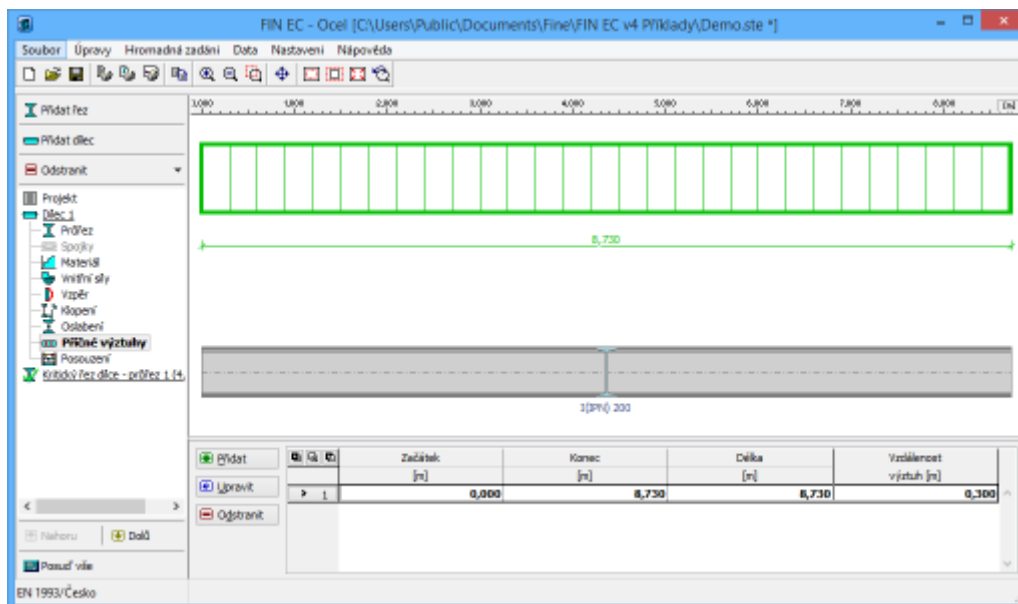
## Příčné výztuhy

V této části zadávacího stroměčku lze zadat úseky, ve kterých je průřez vyztužen příčnými výztuhami proti boulení. Výztuhy se vkládají v jednotlivých úsecích pomocí tlačítka "**Přidat**". Samotné zadávání probíhá v samostatném okně "**Editace úseku příčných výztuh**", ve kterém lze zadat počátek úseku, jeho délku a vzdálenost výztuh v úseku. Úpravy jednotlivých úseků lze provádět tlačítky "**Upravit**" a "**Odstranit**".



Okno "Editace úseku příčných výztuh"

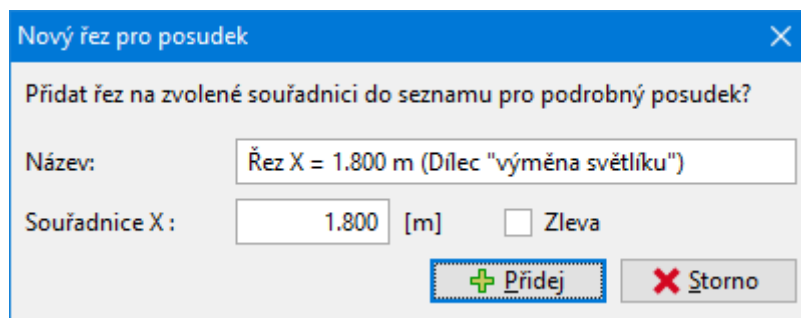
Jednotlivé úseky jsou zobrazovány též graficky na **aktivní pracovní ploše**. Dvojklikem na libovolný úsek lze spustit odpovídající okno pro úpravu vlastností úseku.



Část "Výztuhy" dimenzace dílců

## Editace řezu pro posudek

Dialogové okno **"Editace řezu pro posudek"** slouží k zadávání a úpravě názvu a polohy řezu, v kterém se na dílci provádí podrobné posudky. Poloha řezu se zadává v metrech od počátku dílce. Pokud je průběh využití na dílci v tomto místě nespojitý, pro řez se uvažuje hodnota vpravo od bodu vložení. Při zaškrtnutí políčka **"Zleva"** bude vypisována hodnota nalevo od bodu vložení.



Dialogové okno "Nový řez pro posudek"

## Dřevo

### Editace průřezu

Toto okno slouží k zadávání a úpravě geometrie dřevěného průřezu. Kromě náhledu obsahuje okno následující tlačítka pro zadávání a úpravy:

#### Hraněné

- Toto tlačítko slouží k zadání celistvých průřezů (celistvé průřezy mohou být jednoduché, tvořené obdélníkovým nebo kruhovým tvarem, nebo jsou sestavené z několika obdélníků do tvarů *I*, *T* nebo *P*). Zadávání probíhá v **"Editoru průřezu"**.

#### Složené

- Toto tlačítko slouží k zadání složených průřezů (Složené průřezy se skládají z několika dílčích průřezů tvaru obdélníku). Zadávání probíhá v **"Editoru průřezu"**.

#### Upravit

- Tímto tlačítkem lze upravit již zadaný průřez. Program spustí **"Editor průřezu"** v odpovídajícím režimu zadávání (pro hraněné nebo složené průřezy) a nastaví již jednou zadané hodnoty.

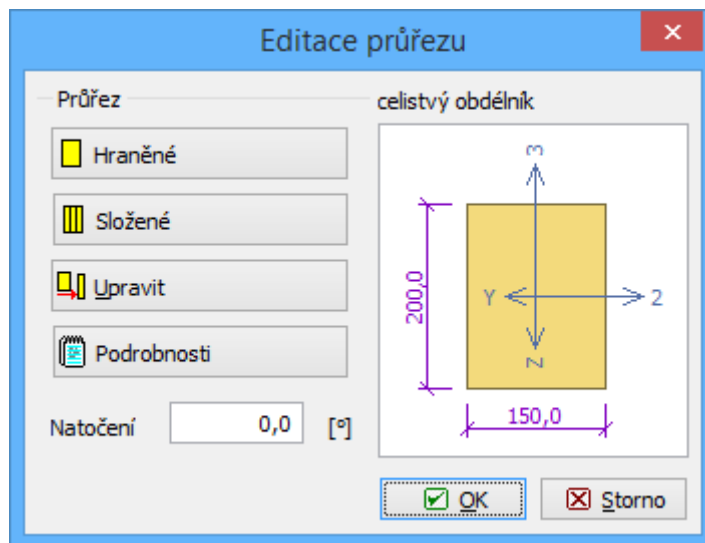
#### Podrobnosti

- Spustí dialogové okno, které zobrazí geometrické charakteristiky zadaného průřezu

Zadávací pole **"Natočení"** umožňuje zadání natočení průřezu vůči souřadnému systému dílce. Lze tak snadno posuzovat prvky, jejichž hlavní osy jsou natočeny vůči působícímu zatížení.

O této problematice pojednává též kapitola **"Průřezy"** teoretické části nápovědy.



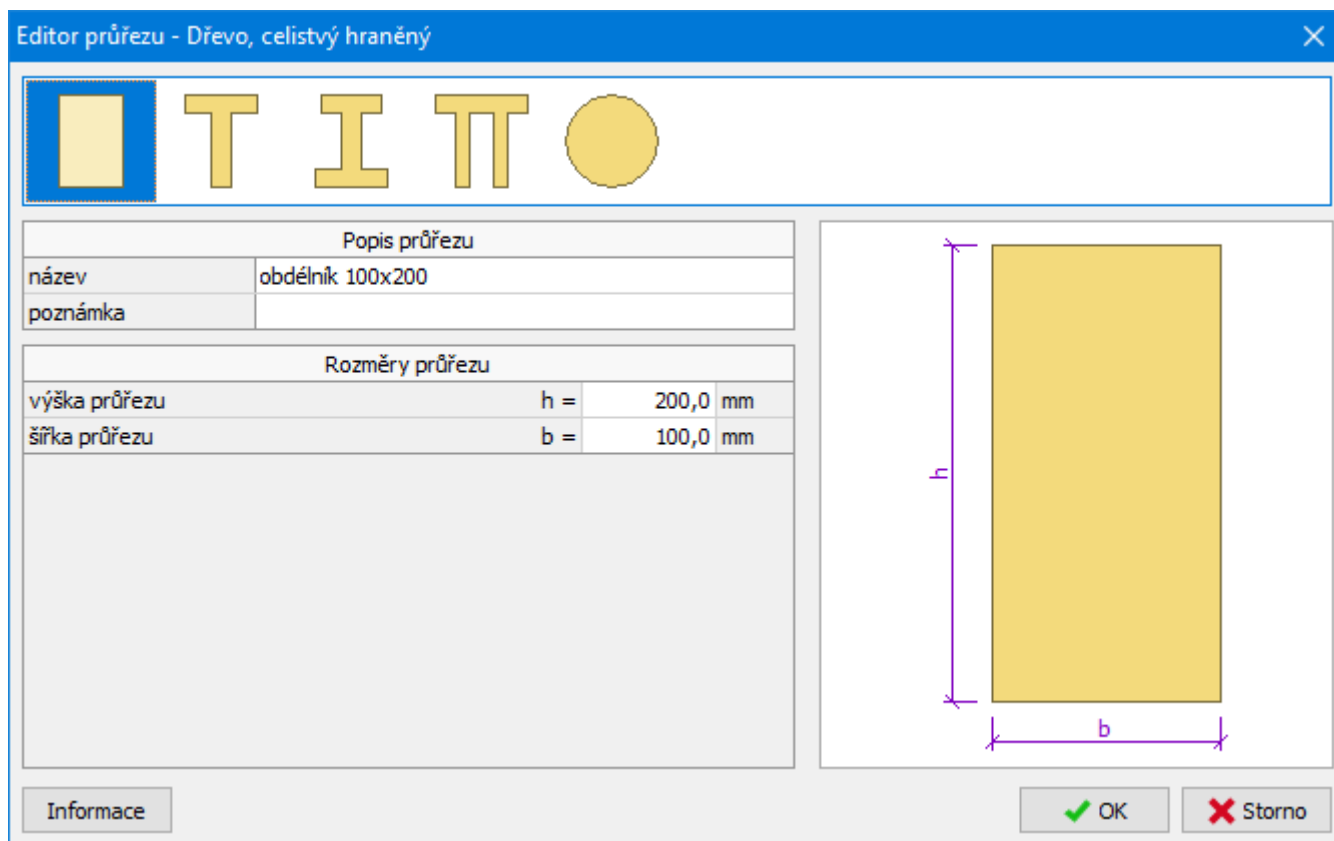


Okno "Editace průřezu"

## Editor průřezu

Toto dialogové okno slouží k zadávání a úpravě průřezu posuzovaného prvku. V horní části si lze vybrat jeden z přednastavených tvarů (nabídka se liší pro "**Hraněné**" a "**Složené**" průřezy), samotné rozměry se zadávají v tabulce v levé části. Rozměry odpovídají kótám, které jsou vykresleny v náhledu průřezu v pravé části dialogového okna.

Tlačítko "**Informace**" v levém dolním rohu umožňuje zobrazení podrobných charakteristik průřezu.

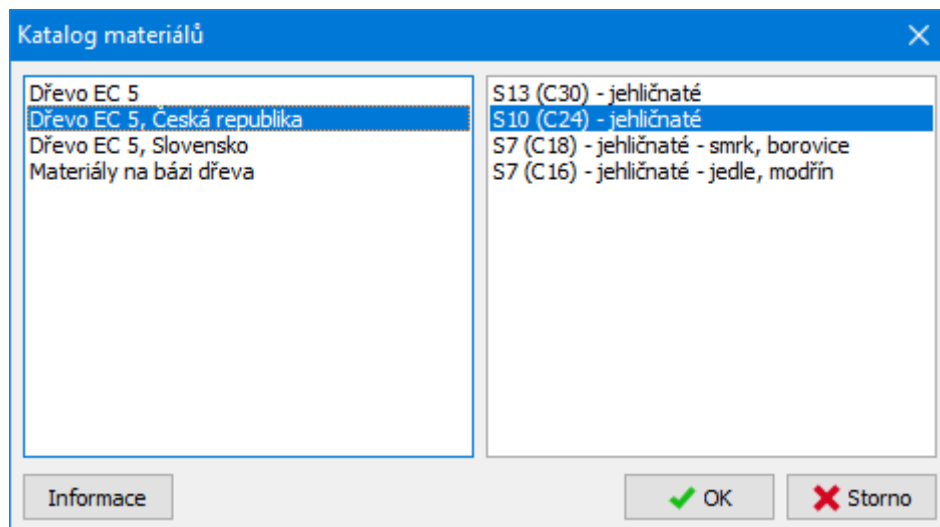


Dialogové okno "Editor průřezu"

## Katalog materiálu

Toto okno umožňuje vybrat z databáze třídu použitého materiálu. Databáze obsahuje základní řadu pevnostních tříd pro jehličnaté, listnaté a lepené lamelové dřevo (seznam "**Dřevo EC5**") a též jednotlivé seznamy národních tříd řeziva, kterým jsou pevnostní charakteristiky přiřazeny dle ČSN EN 1912. Pro Českou republiku tak lze vybrat třídy řeziva v seznamu "**Dřevo EC5, Česká republika**". O vlastnostech materiálů a souvisejících normách pojednává kapitola "**Materiálové charakteristiky**" teoretické části nápovědy.

Tlačítkem "**Informace**" lze vyvolat okno, kde jsou zobrazeny charakteristiky vybraného materiálu.



Dialogové okno "Katalog materiálů"

## Editor materiálu

Toto okno umožňuje zadat materiál s libovolně zvolenými vlastnostmi. Jednotlivé charakteristiky jsou popsány v kapitole **"Materiálové charakteristiky"** *teoretické části* nápovědy.

Charakteristická pevnost v tahu ve směru vláken	$f_{t,0,k}$	=	14,0 MPa
Charakteristická pevnost v tlaku ve směru vláken	$f_{c,0,k}$	=	21,0 MPa
Charakteristická pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	=	4,0 MPa
Charakteristická pevnost v ohybu	$f_{m,k}$	=	24,0 MPa
Charakteristická pevnost v tahu kolmo na vlákna	$f_{t,90,k}$	=	0,4 MPa
Charakteristická pevnost v tlaku kolmo na vlákna	$f_{c,90,k}$	=	2,5 MPa
5%-kvantil charakt. modulu pružnosti ve směru vláken	$E_{0,05}$	=	7400 MPa
Charakteristická hodnota hustoty	$\rho_k$	=	350,0 kg/m <sup>3</sup>
Střední charakteristický modul pružnosti ve směru vláken	$E_{0,mean}$	=	11000 MPa
Střední charakteristický modul pružnosti ve smyku	$G_{mean}$	=	690 MPa

At the bottom right are buttons for 'OK' (with a green checkmark) and 'Storno' (with a red X).

Okno "Editor materiálu"

## Zatěžovací případy

Dialogové okno **"Zatěžovací případ"** umožňuje zadání či úpravu názvu a základních vlastností zatěžovacího případu dílce. V programu **"Dřevo"** je nutné pro každý zatěžovací případ vybrat délku trvání zatížení s ohledem na tabulku 2.1 normy ČSN EN 1995-1-1. Tento údaj ovlivňuje velikost součinitele  $k_{mod}$  (více v kapitole **"Materiálové charakteristiky"** *teoretické části* nápovědy). Pokud je zaškrtnuto políčko **"Síly spočteny podle teorie II. řádu"**, program počítá tento zatěžovací případ bez vlivu vzpěru, neboť síly jsou již spočteny na deformované konstrukci.

Dialogové okno "Zatěžovací případ"

## Editace zatěžovacího případu

Toto dialogové okno umožňuje zadání všech potřebných údajů (především vnitřních sil) pro zatěžovací případ. Lze zadat následující údaje:

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Zatěžovací případ</b> | • Název zatěžovacího případu  |
| <b>Trvání zatížení</b>   | • Umožňuje vybrat délku trvání zatížení s ohledem na tabulky 2.1 a 2.2 normy ČSN EN 1995-1-1. Tento údaj ovlivňuje velikost součinitele $k_{mod}$ . Tento součinitel je popsán v kapitole " <b>Materiálové charakteristiky</b> " teoretické části nápovědy. Pouze pro program " <b>Dřevo</b> ". |
| <b>N</b>                 | • Normálová síla  |
| <b>M<sub>2</sub></b>     | • Ohybový moment kolem osy 2 (kladné hodnoty vyvolávají tah ve spodních vláknech průřezu)   |
| <b>M<sub>3</sub></b>     | • Ohybový moment kolem osy 3 (kladné hodnoty vyvolávají tah v levých vláknech průřezu)  |
| <b>V<sub>3</sub></b>     | • Posouvající síla ve svislém směru (rovnoběžně s osou 3)   |
| <b>V<sub>2</sub></b>     | • Posouvající síla ve vodorovném směru (rovnoběžně s osou 2)  |

Pokud je zaškrtnuto políčko "**Sily spočteny podle teorie II. řádu**", program počítá tento zatěžovací případ bez vlivu vzpěru, neboť síly jsou již spočteny na deformované konstrukci.

Okno "Editace zatěžovacího případu"

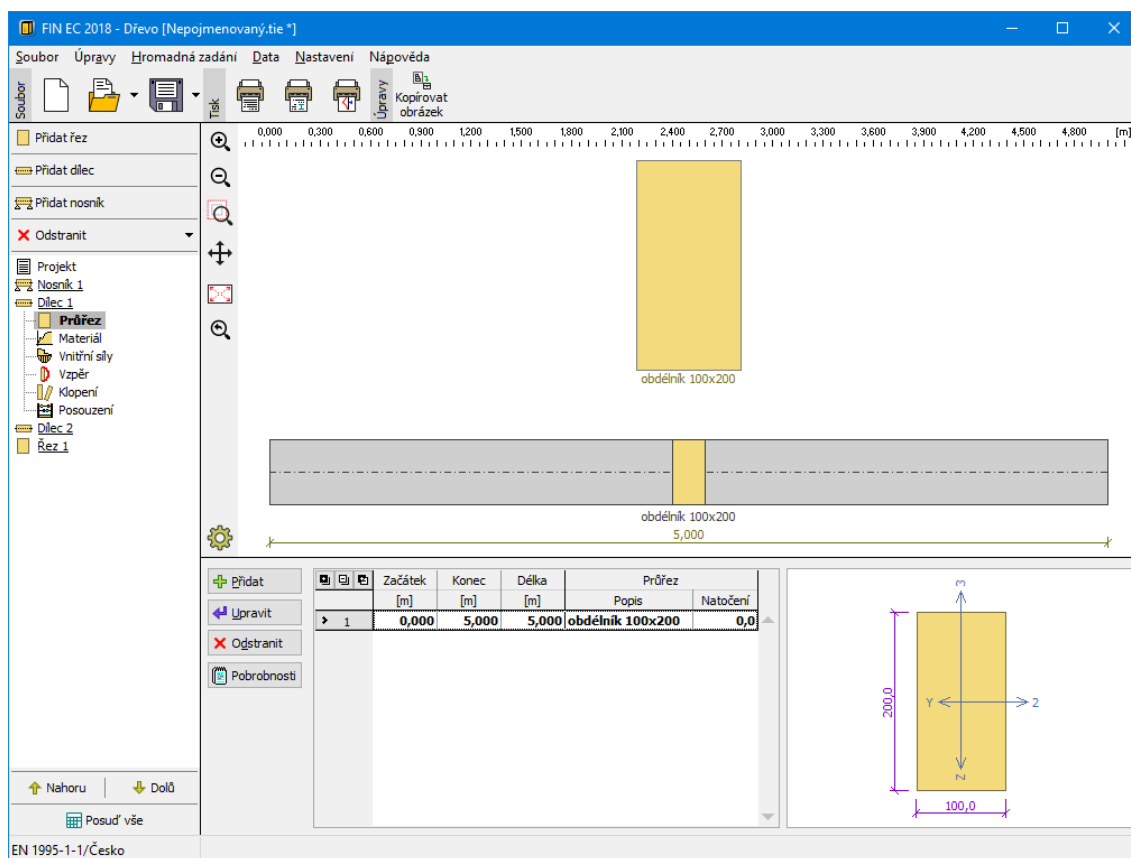
## Průřez

V této části zadávacího stromečku lze zadat průřez dílce. Průřez může být zadán konstantní pro celou délku dílce nebo lze zvolit v jednotlivých úsecích různé profily. Úseky též mohou obsahovat proměnné průřezy (náběhy). Při výchozím stavu tabulky v zadávacím rámu je zadán jeden úsek pro celý dílec, pro který lze tlačítkem **"Upravit"** nebo dvojklikem na řádek v tabulce nastavit potřebný průřez v okně **"Editace průřezu"**. Pokud se průřez v jednotlivých částech dílce liší, je možné přidat za první úsek libovolný počet dalších úseků. Vkládání nových úseků se provádí v tabulce pomocí tlačítka **"Přidat"**. Základním parametrem každého nového úseku je **"Počátek úseku"**, který určuje začátek úseku měřený od počátku dílce. Tento bod je pak zároveň koncovým bodem předcházejícího úseku v tabulce.

Jednotlivé úseky jsou zobrazovány též graficky na **aktivní pracovní ploše**. Dvojklikem na libovolný úsek lze spustit odpovídající okno pro úpravu vlastností úseku.

Pokud je dílec načten z konstrukce vytvořené v programech **"Fin 2D"** a **"Fin 3D"**, je průřez dílce načten z tohoto programu.

O této problematice pojednává též kapitola **"Průřezy"** teoretické části nápovědy.



Část "Průřez" dimenzace dílců

## Materiál

V této části je možné zadat materiál, který bude použit při posuzování dílce. Zadání materiálu je možné po stisknutí tlačítka **"Katalog"** v zadávacím rámu. Tímto tlačítkem se spustí dialogové okno **"Katalog materiálů"**. Pokud je třeba zadat dřevo s vlastními charakteristikami, lze využít tlačítko **"Číselně"** a zadat vlastnosti v okně **"Editor materiálů"**. Kromě tlačítek pro zadání materiálu obsahuje zadávací rám též tabulku s přehledem vlastností vybraného materiálu.

Norma ČSN EN 1995-1-2 předepisuje v tabulce 3.1 různé návrhové rychlosti zuhelnatění pro jehličnaté a listnaté dřevo. Jedinou výjimkou je bukové dřevo, pro které se má dle článku 3.4.2.(6) uvažovat rychlost zuhelnatění jako pro jehličnaté dřevo. Pokud je posuzováno bukové dřevo, lze pomocí přepínače **"Zadané dřevo je bukové"** toto ustanovení zavést do výpočtu. Tento přepínač je dostupný pouze v případě, že je zvolena pevnostní třída listnatého řeziva  $D_{xx}$ .

S ohledem na kapitolu 3.2 normy ČSN EN 1995-1-1 je možné součinitelem  $k_h$  zvětšit charakteristické pevnosti v tahu a ohybu u průřezů malých rozměrů. K tomuto zvýšení slouží zaškrtačací políčko **"Součinitel  $k_h$  pro zvětšení pevnostních charakteristik materiálu v tahu a ohybu"**.

Pokud je dílec načten z konstrukce vytvořené ve Finu 2D nebo Finu 3D, je základní materiál dílce načten z tohoto programu.

O vlastnostech materiálů a souvisejících normách pojednává kapitola **"Materiálové charakteristiky"** teoretické části nápovědy.

**Katalog**

**Číselně**

**C24 - jehličnaté**

$f_{t,0,k} = 14,0 \text{ MPa}$   
 $f_{c,0,k} = 21,0 \text{ MPa}$   
 $f_{v,k} = 4,0 \text{ MPa}$   
 $f_{m,k} = 24,0 \text{ MPa}$   
 $f_{t,90,k} = 0,4 \text{ MPa}$   
 $f_{c,90,k} = 2,5 \text{ MPa}$   
 $E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$   
 $\rho_k = 350,0 \text{ kg/m}^3$   
 $E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa}$

Zadané dřevo je jehličnaté rostlé

☒ Součinitel  $k_h$  pro zvětšení pevnostních charakteristik materiálu v tahu a ohybu

*Část "Materiál" dimenzace dílců*

## Vnitřní síly

Tato část zadávacího stroměčku slouží k zadání zatížení působícího na dílec. Pro každý dílec může být zadáno více zatěžovacích případů, každý z nich může obsahovat libovolný průběh vnitřních sil.

Jsou-li dílce převzaty z programu Fin 2D nebo Fin 3D, jsou vnitřní síly importovány automaticky z těchto programů.

## Zatěžovací případy

V horní části zadávacího rámu lze přidávat či upravovat jednotlivé zatěžovací případy, které prakticky odpovídají výsledkům zatěžovacích kombinací. Základní vlastnosti zatěžovacího případu (název, typ atd...) se zadává v **samostatném okně**.

U každého zatěžovacího případu lze zaškrtnout nastavení **"Síly spočteny podle II. řádu"**. V tom případě nebude pro daný zatěžovací případ uvažován vliv vzpěru.

**Zatěžovací případy**

☒ Přidat ☐ Upravit ☐ Odstranit ZP1: tlak+ohyb Typ: dlouhodobé ☐ Síly spočteny podle II. řádu

Průběhy sil v zatěžovacím případě

	X	N	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>
	X [m]	[N]	[Nm]	[Nm]	[N]	[N]
1	0,000	-95,000	0,000	0,000	10,000	0,000
2	2,290	-123,500	3,500	0,000	10,000	0,000
3	2,290	-123,500	3,500	0,000	-10,000	0,000
4	4,580	-152,000	0,000	0,000	-10,000	0,000

☐ Zobrazit pouze zadání hodnoty

EN 1995-1-1/Česko

*Část "Vnitřní síly" posouzení dílce*

## Vkládání průběhů vnitřních sil

Před zadáváním vnitřních sil je nutné vybrat aktivní zatěžovací případ, pro který chceme zadávat průběhy vnitřních sil. Ten se vybírá v rozbalitelném seznamu v horní části zadávacího rámu.

**Zatěžovací případy**

Průběhy sil v zatěžovacím případě

	X			
	X [m]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00

Výběr aktivního zatěžovacího případu

ZP3 ohyb max.

ZP1 tlak+ohyb

ZP2 tah

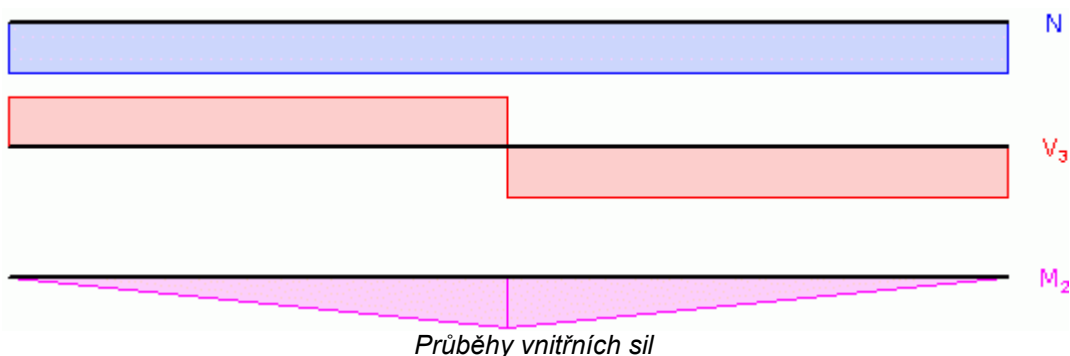
ZP3 ohyb max.

Průběhy sil se zadávají pomocí řezů, ve kterých dochází ke změně velikosti dané síly nebo ke změně tvaru průběhu. Mezilehlé hodnoty jsou získávány automaticky lineární interpolací. Jednotlivé řezy se zadávají v tabulce v dolní části zadávacího rámu pomocí samostatného **dialogového okna**.

Nastavením "**Zobrazit pouze zadané hodnoty**" lze zapnout/vypnout zobrazení mezilehlých hodnot vnitřních sil, které byly dopočítány automaticky lineární interpolací. Schování těchto mezilehlých hodnot usnadňuje orientaci v zadaných vnitřních silách.

### Příklad zadání průběhu vnitřních sil

Obrázek ukazuje průběhy normálové síly  $N$ , posouvající síly  $V_3$  a ohybového momentu  $M_2$  na dílci. V následující tabulce jsou vypsané hodnoty vnitřních sil, které musely být pro jednotlivé řezy zadány.



Pro vytvoření těchto průběhů byly zadány následující hodnoty:

Číslo řezu	souřadnice x [m]	N [kN]	$V_3$ [kN]	$M_2$ [kN]
1	0,00	20,00	-10,00	0,00
2	2,50		-10,00 (zleva)	25,00
3	2,50		10,00 (zprava)	
4	5,00	20,00	10,00	0,00

Hodnoty v nezadaných polích jsou vypočteny programem automaticky pomocí lineární interpolace.

### Síly

Toto dialogové okno umožňuje zadání vnitřních sil pro určitý řez dílce a vybraný zatěžovací případ. Lze zadat následující údaje:

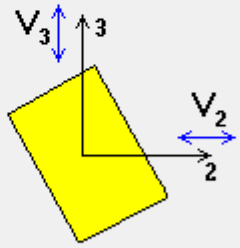
- x** • Základní údaj, který udává polohu řezu na dílci. Poloha je měřena od levého počátku dílce
- N** • Normálová síla
- $M_2$**  • Ohybový moment kolem osy 2 (kladné hodnoty vyvolávají tah ve spodních vláknech průřezu)
- $M_3$**  • Ohybový moment kolem osy 3 (kladné hodnoty vyvolávají tah v levých vláknech průřezu)
- $V_3$**  • Posouvající síla ve svislém směru (rovnoběžně s osou 3)
- $V_2$**  • Posouvající síla ve vodorovném směru (rovnoběžně s osou 2)

Hodnoty všech vnitřních sil musí být zadány pro první ( $x=0$ ) a poslední ( $x$  je rovno délce dílce) řez. V mezilehlých řezech mohou zůstat jakékoliv vnitřní síly nevyplněné. V tom případě jsou potřebné hodnoty získány lineární interpolací z nejbližších zadaných hodnot vlevo a vpravo od řezu.

**Nové síly**

Síly jsou zadávány k osám dílce a ve výpočtu se přepočítávají podle natočení průřezu

Síla na řezu		Konvence zadávání
Souřadnice:	$x = 0,000$ [m]      Začátek dílce	$M_2 > 0$ : táhne spodní vlákna
Normálová síla:	$N = -35,000$ [kN]	$M_3 > 0$ : táhne vlákna vlevo
Ohybový moment:	$M_2 = 0,000$ [kNm]	$N > 0$ : tah ; $N < 0$ : tlak
Ohybový moment:	$M_3 = 0,000$ [kNm]	
Smyková síla:	$V_3 = 0,000$ [kN]	
Smyková síla:	$V_2 = 0,000$ [kN]	



Dialogové okno "Editace sil"

## Vzpěr

V této části zadávacího stromečku se zadávají parametry týkající se výpočtu vzpěru. Rozbalovací seznam "**Vzpěr pro výpočet**" umožňuje zvolit jednu ze tří možností, jak bude počítán vzpěr na dílci:

**Vzpěr uvažovat ve shodných úsecích**

**Vzpěr neuvažovat**

**Vzpěr uvažovat v různých úsecích**

- Vliv vzpěru bude zahrnut do výpočtu, délky jednotlivých úseků vzpěru jsou zadávány hromadně pro oba směry.
- Vliv vzpěru nebude zahrnut do výpočtu. Lze využít, pokud je u posuzovaného prvku bráněno vybočení v obou směrech.
- Vliv vzpěru bude zahrnut do výpočtu, délky jednotlivých úseků vzpěru se zadávají pro každý směr zvlášť.

Samotné zadávání úseků vzpěru probíhá v dolní části zadávacího rámu. Pokud je použita volba "**Vzpěr uvažovat v různých úsecích**", jsou parametry pro směry Y a Z odděleny do samostatných tabulek, které jsou umístěny pod jednotlivými záložkami "**Vzpěr Z**" a "**Vzpěr Y**".

Vzpěr pro výpočet: vzpěr uvažovat v různých úsecích

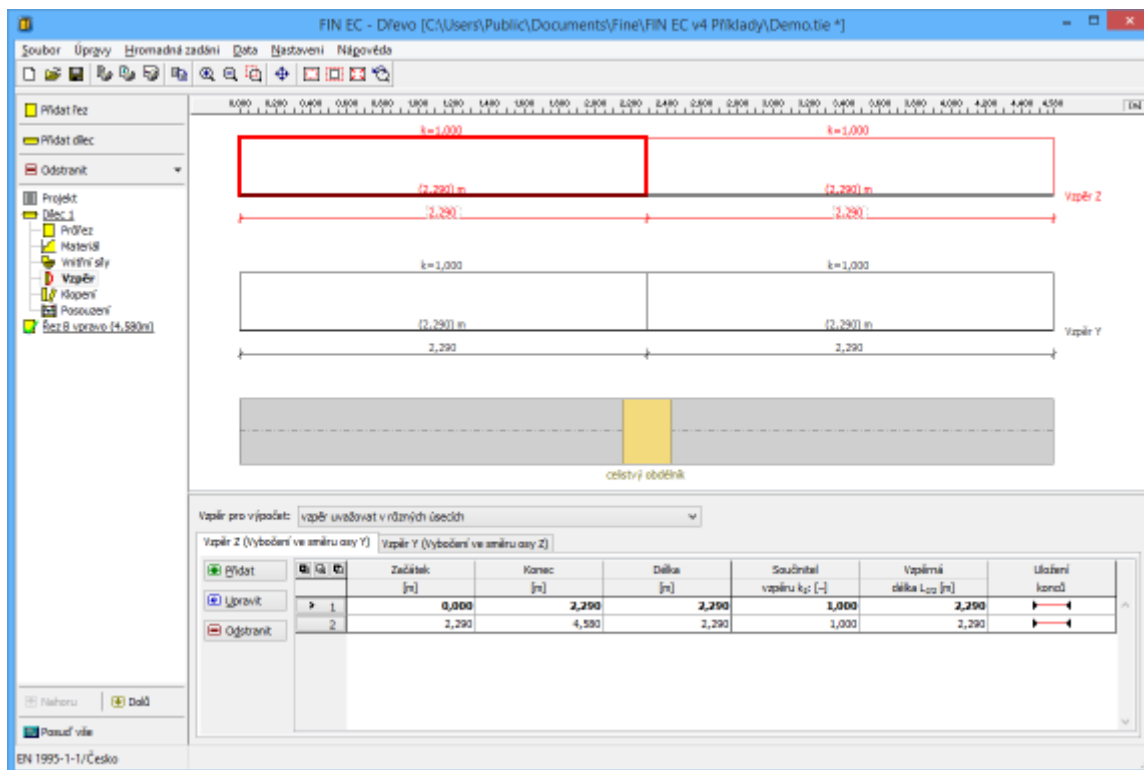
Výběr směru pro zadávání úseků vzpěru

Pro vybraný směr se do tabulky zadávají jednotlivé úseky s odpovídajícími parametry vzpěru. Při výchozím stavu tabulky je zadán jeden úsek vzpěru pro celý dílec, pro který lze tlačítkem "**Upravit**" nebo dvojklikem na řádek v tabulce nastavit potřebné parametry v okně "**Vzpěr**". Pokud se parametry vzpěru v jednotlivých částech dílce liší, je možné přidat za první úsek libovolný počet dalších úseků. Vkládání nových úseků se provádí v tabulce pomocí tlačítka "**Přidat**". Základním parametrem každého nového úseku je *Počátek úseku*, který určuje začátek úseku měřený od počátku dílce. Tento bod je pak zároveň koncovým bodem předcházejícího úseku v tabulce.

Jednotlivé úseky vzpěru jsou zobrazovány též graficky na **aktivní pracovní ploše**. Dvojklikem na libovolný úsek lze spustit odpovídající okno pro úpravu vlastností úseku.

Při nastavení "**Vzpěr uvažovat ve shodných úsecích**" probíhá zadávání obdobně, avšak je použita jedna tabulka pro všechny směry. Zadávání a úpravy úseků vzpěru probíhá v okně "**Editace úseku vzpěru**".





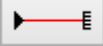
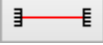
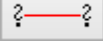


Část "Vzpěr" dimenzace dílců

## Vzpěr

V první části "**Působení vzpěru**" dialogového okna lze nastavit, zda má být v tomto směru počítáno s vlivem vzpěru, a případně změnit základní délku prvku pro výpočet vybočení  $L_x$  v aktuálním směru.

Část "**Uložení konců**" umožňuje vybrat, jakým způsobem je prvek ukotven na koncích do konstrukce. Na základě vybrané varianty je stanoven součinitel  $k$ , kterým se vynásobí délka prvku pro výpočet vybočení  $L_x$ . Pronásobením vznikne vzpěrná délka  $l_{cr}$ , která je použita dále ve výpočtech. Na výběr jsou následující varianty:

- |  |                          |  |
|--|--------------------------|--|
|  | <b>nezadáno</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>výchozí nastavení programu, součinitel zkracující vzpěrnou délku není zadán, vzpěrná délka <math>l_{cr}</math> není spočtena. Pokud je vybrána tato varianta, nemůže proběhnout výpočet.</li> </ul> |
|  | <b>kloub-kloub</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>uvažováno kloubové uložení dílce na obou koncích. Součinitel <math>k</math> je roven hodnotě 1,0. Nejčastější případ pro dřevěné konstrukce.</li> </ul>   |
|  | <b>kloub-vetknutí</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>určeno pro dílce, které jsou na jednom konci uloženy vetknutě a na druhém kloubově. Součinitel <math>k</math> je roven hodnotě 0,7.</li> </ul>  |
|  | <b>vetknutí-vetknutí</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>uvažováno vetknuté ukončení dílce na obou koncích. Součinitel <math>k</math> je v souladu s ohybovou čarou roven hodnotě 0,5.</li> </ul>  |
|  | <b>libovolné</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>tato varianta umožňuje zadat libovolnou hodnotu součinitele <math>k</math>. Například pro konzoly lze použít hodnotu 2,0.</li> </ul>  |

V části "**Vzpěrná délka**" je vidět výsledná hodnota délky, která vstupuje jako  $l_{cr}$  do výpočtů vzpěrného tlaku. O výpočtech pojednává více kapitola "**Vzpěr**" teoretické části nápovědy.

**Vzpěr Z (Vybočení ve směru osy Y)**


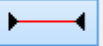
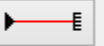

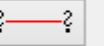
**Působení vzpěru**

☐ Vzpěr neuvažovat - je bráněno vybočení

☐ Jiná délka úseku pro vybočení

Délka úseku pro vybočení  $L_z$ : 2,290 [m]

**Uložení konců**

Součinitel  $k_z$ : 1,000 [-]

**Vzpěrná délka**

$L_{cr} = \text{délka úseku} * \text{součinitel } k$

$L_{crz} = 2,290 \text{ m}$

OK Storno

Okno "Parametry vzpěru Z"

## Editace úseku vzpěru

Pomocí tohoto okna lze zadat údaje, které umožní stanovení vzpěrných délek  $l_{cry}$  a  $l_{crz}$  pro daný úsek dílce. Základním parametrem úseku je "**Počátek úseku**", který určuje začátek úseku měřený od počátku dílce. Tento bod je pak zároveň koncovým bodem předcházejícího úseku. Pro informaci je též zobrazován konec úseku (tj. konec dílce nebo počátek následujícího úseku) a celková délka úseku.

V části "**Parametry vzpěru**" lze pomocí tlačítek "**Vzpěr y**" a "**Vzpěr z**" stanovit vzpěrné délky  $l_{cry}$  respektive  $l_{crz}$  pro aktivní úsek. Stanovení vzpěrných délek probíhá v samostatném okně "**Vzpěr**". Zadané parametry z okna "**Parametry vzpěru**" (typ podepření, základní délka a součinitel  $k$ ) jsou vždy zobrazeny u příslušného tlačítka.

**Editace úseku vzpěru**

**Úsek**

Počátek úseku : 0,000 [m]

Konec úseku : 2,290 [m]

Délka úseku : 2,290 [m]

**Parametry vzpěru**

Vzpěr Z  $L_{crz} = 2,290 \text{ m}$   $L_z = (2,290) \text{ m}$   $k_z = 1,000$

Vzpěr Y  $L_{cry} = 2,290 \text{ m}$   $L_y = (2,290) \text{ m}$   $k_y = 1,000$

OK Storno

Dialogové okno "Editace úseku vzpěru"

## Klopení

V této části zadávacího stroměčku se zadávají parametry týkající se výpočtu klopení. Rozbalovací seznam "**Klopení pro výpočet**" umožňuje zvolit jednu ze dvou možností, jak bude počítán klopení na dílci:

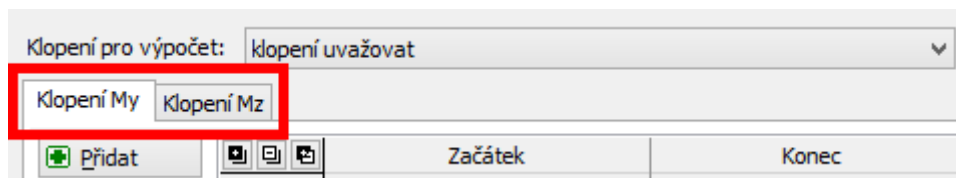
**Klopení uvažovat**

- Vliv klopení bude zahrnut do výpočtu.

**Klopení neuvažovat**

- Vliv klopení nebude zahrnut do výpočtu. Lze využít v případech, kdy nehrozí klopení v žádném směru.

Samotné zadávání úseků klopení probíhá v dolní části zadávacího rámu. Parametry pro směry Y a Z jsou odděleny do samostatných tabulek, které jsou umístěny pod jednotlivými záložkami "**Klopení  $M_y$** " a "**Klopení  $M_z$** ".

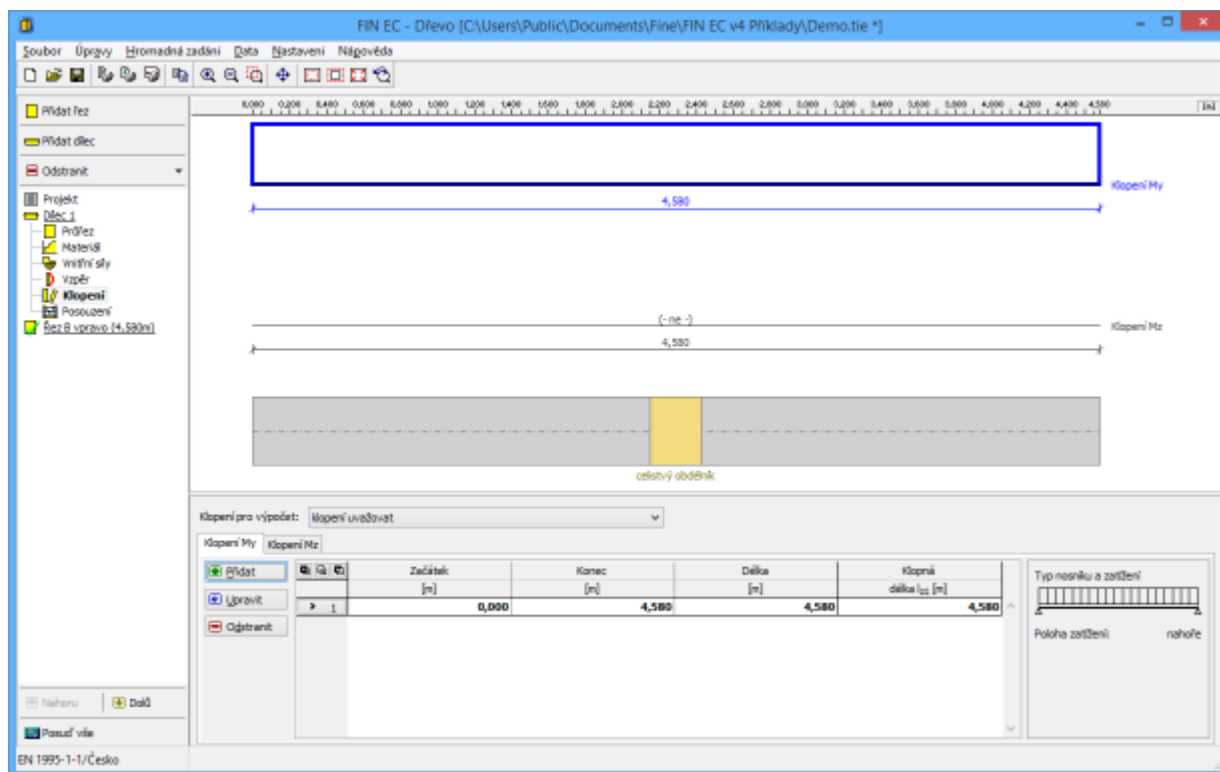


Výběr směru pro zadávání úseků klopení

Pro vybraný směr se do tabulky zadávají jednotlivé úseky s odpovídajícími parametry klopení. Při výchozím stavu tabulky je zadán jeden úsek klopení pro celý dílec, pro který lze tlačítkem "**Upravit**" nebo dvojklikem na řádek v tabulce nastavit potřebné parametry v okně "**Parametry klopení**". Pokud se parametry klopení v jednotlivých částech dílce liší, je možné přidat za první úsek libovolný počet dalších úseků. Vkládání nových úseků se provádí v tabulce pomocí tlačítka "**Přidat**". Základním parametrem každého nového úseku je *Počátek úseku*, který určuje začátek úseku měřený od počátku dílce. Tento bod je pak zároveň koncovým bodem předcházejícího úseku v tabulce.

Jednotlivé úseky klopení jsou zobrazovány též graficky na **aktivní pracovní ploše**. Dvojklikem na libovolný úsek lze spustit odpovídající okno pro úpravu vlastností úseku.

O výpočtech s vlivem klopení pojednává více kapitola "**Klopení**" teoretické části nápovědy.

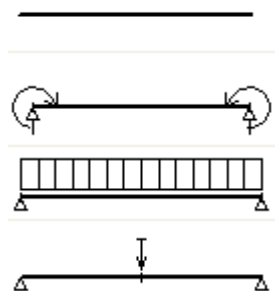


Část "Klopení" dimenzace dílců

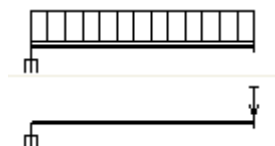
## Parametry klopení

V první části "**Působení klopení**" dialogového okna lze nastavit, zda má být v tomto směru počítáno s vlivem klopení, a případně změnit základní délku prvku pro výpočet klopení  $l_1$  v aktuálním směru.

Část "**Typ nosníku a uložení**" umožňuje v souladu s tabulkou 6.1 normy ČSN EN 1995-1-1 vybrat, jakým způsobem je prvek ukotven na koncích a jak je uspořádáno zatížení. Na základě vybrané varianty se stanovuje poměr  $l_{ef}/l$ , tedy poměr účinné a skutečné délky nosníku. Na výběr jsou následující varianty:



- výchozí nastavení programu, způsob podepření ani charakter zatížení není zadán, efektivní délka není stanovena. Pokud je vybrána tato varianta, nemůže proběhnout výpočet.
- tato varianta představuje prostě podepřený nosník zatížený konstantním momentem. Poměr  $l_{ef}/l$  je roven 1,0.
- tato varianta představuje prostě podepřený nosník zatížený spojitým zatížením. Poměr  $l_{ef}/l$  je roven 0,9.
- tato varianta představuje prostě podepřený nosník zatížený silou soustředěnou uprostřed rozpětí. Poměr  $l_{ef}/l$  je roven 0,8.



- tato varianta představuje konzolu zatíženou spojitým zatížením. Poměr  $l_{ef}/l$  je roven  $0,5$ .
- tato varianta představuje konzolu zatíženou soustředěnou silou na volném konci. Poměr  $l_{ef}/l$  je roven  $0,8$ .

Pro většinu variant je nutné též zadat polohu působícího zatížení vůči těžišti průřezu ("**nahoře**", "**ve středu**", "**dole**"). Toto nastavení zohledňuje poznámku a k tabulce 6.1 normy. V případě umístění zatížení při tlaceném okraji vazníku je efektivní délka  $l_{ef}$  zvětšena o hodnotu  $2h$ , u zatížení při taženém okraji naopak zmenšena o  $0,5h$ .

Při zadávání parametrů klopení je třeba pamatovat na fakt, že údaje v tabulce 6.1 normy platí pouze pokud je bráněno kroucení v podporách.

Okno "Parametry klopení"

## Editace řezu pro posudek

Dialogové okno "**Editace řezu pro posudek**" slouží k zadávání a úpravě názvu a polohy řezu, v kterém se na dílci provádí podrobné posudky. Poloha řezu se zadává v metrech od počátku dílce. Pokud je průběh využití na dílci v tomto místě nespojitý, pro řez se uvažuje hodnota vpravo od bodu vložení. Při zaškrtnutí políčka "**Zleva**" bude vypisována hodnota nalevo od bodu vložení.

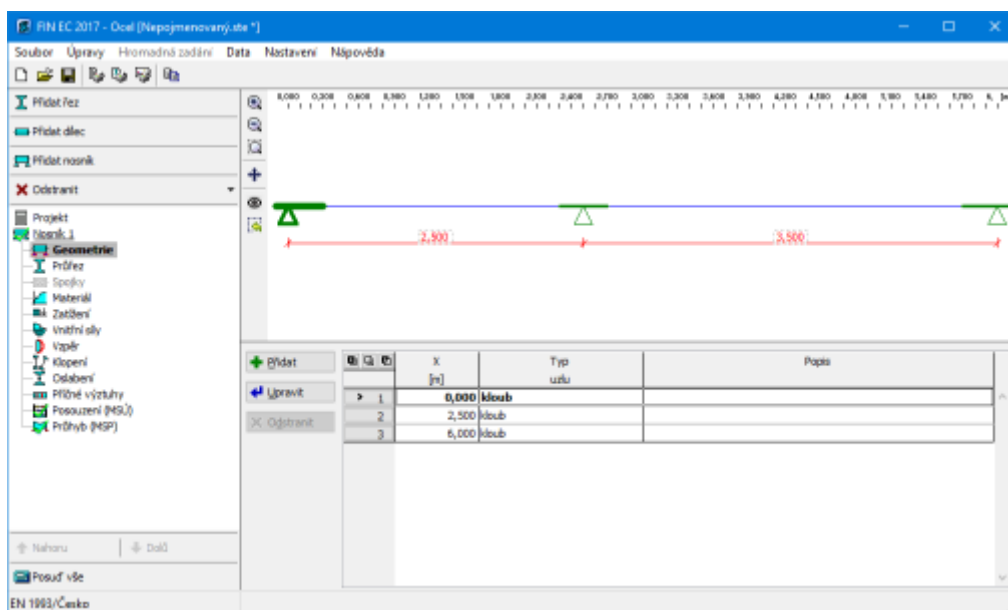
Dialogové okno "Nový řez pro posudek"

## Nosníky

### Geometrie

Tato část slouží k zadání uzlů na nosníku. Jako uzly lze vložit různé druhy podpor, vnitřní klouby či pouhé výpočtové body, v kterých potřebujeme znát přesné výsledky posouzení. Uzly se vkládají a upravují pomocí **tabulky** v zadávacím rámu. Samotné zadávání a úpravy vlastností uzlů probíhají v samostatném okně "**Editace uzlu**", které se spouští pomocí tlačítek "**Přidat**" a "**Editovat**".

Pracovní plocha obsahuje **aktivní kóty**, pomocí kterých lze měnit polohu a velikost podpor bez nutnosti otvírat příslušná



Část "Geometrie" posouzení nosníku

## Editace uzlu

Toto dialogové okno slouží k zadání případně úpravě polohy uzlu (podpory) na nosníku. Základním údajem o uzlu je jeho poloha (v programu označena jako "**Souřadnice X**"), která je definována jako vzdálenost od počátku nosníku. Dále je možné zadat typ uzlu. Dostupné jsou následující možnosti:

### výpočetní uzel

- uzel, ve kterém jsou zobrazeny přesné hodnoty sil v části "**Vnitřní síly**" a též hodnoty průhybu v části "**Průhyb (MSP)**" (pouze programy "**Ocel**" a "**Dřevo**"). Pomocí výpočetních bodů tak lze získat hodnoty mimo lokální extrémy.

### kloub

### vetknutí

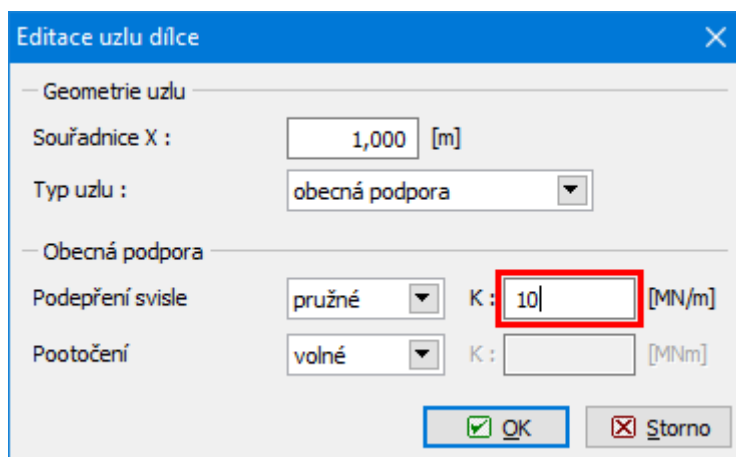
### obecná podpora

### vnitřní kloub

- podpora, ve které je zabráněno posunutí ve svislém směru
- podpora, ve které je zabráněno posunutí ve svislém směru a natočení
- podpora, u které lze definovat tuhost ve svislém směru i v natočení. Tuhost se zadává ve spodní části okna
- vnitřní kloub na dílci, ve kterém dochází pouze k přenosu posouvajících sil, nikoliv ohybových momentů

## Obecná podpora

Pro uzel typu "**Obecná podpora**" lze zadat pružné uložení ve svislém směru a v natočení. Tento způsob podepření je definován pružinovými konstantami  $K$ .



Zadávání tuhosti pružné podpory

## Zatížení nosníku

Část "**Zatížení**" ovládacího stroměčku slouží k rychlému vytvoření zatěžovacích případů včetně průběhů vnitřních sil. Pro větší přehlednost je zadávání zatížení rozděleno do čtyř záložek: "**Zatěžovací stavy**", "**Zatížení**", "**Kombinace MSÚ**" a "**Kombinace MSP**".

Veškeré zatěžovací stavy, zatížení a kombinace lze buď vkládat ručně nebo je lze vytvářet automaticky pomocí tlačítek "**Generovat**". Toto automatizované vkládání usnadňuje zadávání nejčastěji řešených případů.

Pokud jsou v této části provedeny jakékoliv změny, jsou veškeré výsledky a dříve zadané zatěžovací případy smazány a do programu jsou předány nové zatěžovací případy, které odpovídají průběhům vnitřních sil v jednotlivých kombinacích pro mezní stavy únosnosti resp. použitelnosti.

Zatěžovací stavyZatíženíKombinace MSÚKombinace MSP

⚡ Generovat

➕ Přidat

↶ Upravit

✖ Odstranit

⬆ Nahoru

⬇ Dolů

Číslo

Název

Kód

Typ

γf,Sup

γf,Inf

Součinitel zatížení

1

G1 vlastní tíha-stálé

Vlastní tíha

Stálé

1,35

0,90

➤ 2

**G2 silové-stálé**

**Silové**

**Stálé**

**1,35**

**0,90**

3

Q3 silové-proměnné dlouhodobé

Silové

Proměnné dlouhodobé

1,50

4

Q4 silové-proměnné dlouhodobé

Silové

Proměnné dlouhodobé

1,50

5

Q5 silové-proměnné dlouhodobé

Silové

Proměnné dlouhodobé

1,50

Záložky pro zadávání zatížení

## Zatěžovací stavy

Nové zatěžovací stavy lze vytvářet automaticky pomocí tlačítka "**Generovat**" v okně "**Generátor zatěžovacích stavů**" nebo je lze vkládat ručně tlačítkem "**Přidat**". V tom případě zadávání probíhá v okně "**Zatěžovací stav**".

## Zatížení

V této části lze do aktivního zatěžovacího stavu vkládat jednotlivá zatížení. Aktivní zatěžovací stav se vybírá v rozbalovacím seznamu v horní části dialogového okna.

Zatěžovací stavy															
<div> <div> <div>Aktivní zatěžovací stav :</div> <div> <div>G2 silové-stálé</div> <div>G1 vlastní tíha-stálé</div> <div><b>G2 silové-stálé</b></div> <div>Q3 silové-proměnné dlouhodobé</div> </div> </div> <div> <div>Přidat</div> <div>Upravit</div> <div>Odstranit</div> </div> <div> <table> <tr> <th>Číslo</th> <th>Název</th> <th>Velikost</th> <th>jednotka</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>pásové</td> <td>0,000 6,000 6,000</td> <td>[kN/m]</td> </tr> </table> </div> </div>								Číslo	Název	Velikost	jednotka	1	pásové	0,000 6,000 6,000	[kN/m]
Číslo	Název	Velikost	jednotka												
1	pásové	0,000 6,000 6,000	[kN/m]												

Výběr aktivního zatěžovacího stavu

Do vybraného zatěžovacího stavu lze vložit nové zatížení tlačítkem "**Přidat**". Zadávání probíhá v samostatném okně "**Zatížení**", kde lze určit jak velikost, tak typ a umístění zatížení.

Pokud jsou zatěžovací stavy vygenerovány automaticky, jsou hodnoty zatížení převzaty z "**Generátoru zatěžovacích stavů**".

## Kombinace MSÚ

Kombinace pro mezní stavy únosnosti jsou vytvářeny pro posouzení stavů, při kterých může dojít k ohrožení bezpečnosti konstrukce či osob. Zatěžovací stavy jsou v těchto kombinacích vynásobeny součiniteli zatížení, zohledňující případné odchylky skutečných zatížení od zadaných hodnot. Nové kombinace lze vkládat ručně tlačítkem "**Přidat**" (spustí se okno "**Kombinace**") nebo je lze vygenerovat automaticky v "**Generátoru kombinací**". Zadané kombinace si lze zkontrolovat v "**Tabulce kombinací**", která zobrazuje přehledný seznam všech kombinací.

## Kombinace MSP

Kombinace pro mezní stavy použitelnosti slouží k posuzování stavů, které se týkají vzhledu konstrukce, pohody osob či funkce konstrukce za běžného užívání. Tyto kombinace využívají například k posouzení průhybu, výpočtu napětí či šířky trhlin (betonové konstrukce). Zadávání kombinací MSP probíhá dle stejných pravidel jako v případě kombinací MSÚ.

## Generátor zatěžovacích stavů

Pomocí tohoto okna lze snadno zadat zatěžovací stavy včetně zatížení. Tento generátor zohledňuje též geometrii nosníku. Pokud řešená úloha představuje spojitý nosník o více polích, program automaticky vkládá různé varianty zatěžovacích stavů s vystřídáním poli tak, aby byly získány maximální hodnoty ohybových momentů a posouvajících sil ve všech místech nosníku. Zadávání je rozděleno do dvou částí, mezi kterými se lze pohybovat tlačítky "**Další**" a "**Předchozí**":

### Zatěžovací stav

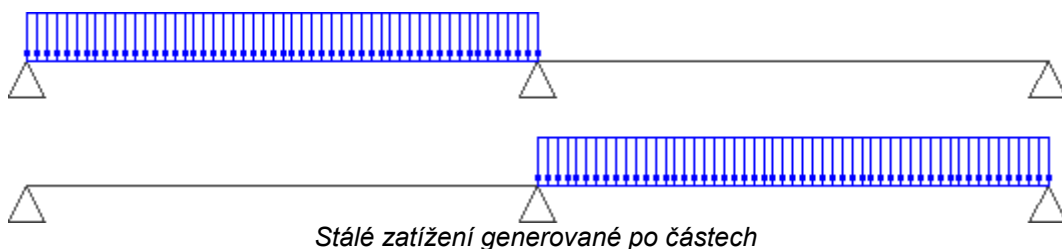
V této části se zadávají vlastnosti zatěžovacího stavu (název, typ, délka trvání, kombinační součinitele). Zadávané vlastnosti jsou popsány v samostatné kapitole "**Editace zatěžovacího stavu**".

### Velikost zatížení

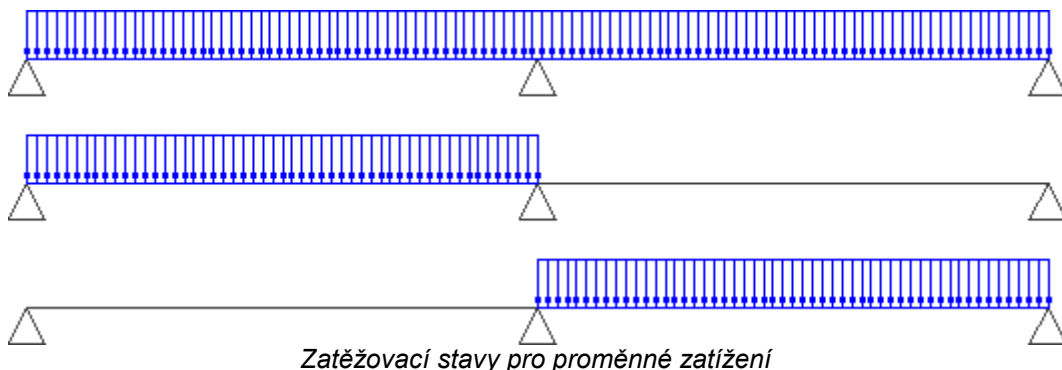
V této části lze zadat hodnotu spojitého zatížení. Kladná hodnota zatížení představuje zatížení působící proti směru gravitace.

Generátor zatěžovacích stavů

Ovlivnit zde lze též počet vytvořených zatěžovacích stavů. Pro stálá zatížení lze zvolit variantu "**Generovat po částech**". Místo jednoho zatěžovacího stavu je pak vytvořeno zatěžovacích stavů několik, jejich počet odpovídá počtu polí spojitého nosníku. V každém zatěžovacím stavu je vždy zatížení zadáno pouze pro jedno pole. Toto uspořádání umožňuje zohlednit příznivé a nepříznivé působení stálého zatížení při tvorbě kombinací.



Pro proměnná zatížení je automaticky vytvořeno několik zatěžovacích stavů s vystřídáním poli tak, aby v každém poli i nad každou podporou bylo dosaženo extrémních hodnot vnitřních sil.



## Editace zatížení

V tomto dialogovém okně lze zadat a editovat vlastnosti zatížení. Nejprve lze zvolit typ zatížení: k dispozici je osamělá síla, osamělý moment, rovnoměrné liniové zatížení a lichoběžníkové zatížení. Poloha zatížení je určena vzdáleností od počátku dílce (bodová zatížení) resp. polohou počátku a případně délkou  $L$  (u spojitých zatížení).



Dialogové okno pro zadání typu a velikost zatížení

## Xml

### Základní pravidla pro import XML

#### Základní pravidla XML

Při tvorbě XML souboru je nutné dodržovat následující základní pravidla:

- Všechny elementy souboru musí být ohraničeny na začátku a konci základním elementem
- Elementy jsou ohraničeny počáteční a koncovou značkou. Počáteční značka je tvořena názvem elementu ve špičatých závorkách. Koncová značka navíc obsahuje lomítko před názvem elementu. U prázdného elementu mohou být počáteční a koncové značky sloučeny do jedné. V tomto případě značka obsahuje opět název elementu ve špičatých závorkách, mezi názvem a první závorkou je ale navíc lomítko.
- Elementy mohou být do sebe navzájem vnořené, nesmí se však křížit (žádný element nesmí částečně přesahovat z jiného elementu).
- Každý element může obsahovat různé atributy. Hodnoty těchto atributů musejí být uzavřeny uvozovkami. Uvozovky mohou být jednoduché (') nebo dvojité ("). Nelze kombinovat různé typy uvozovek v rámci jednoho atributu
- U názvů elementů se rozlišují velká a malá písmena

### Import XML do programů "Fin 2D" a "Fin 3D"

Formát souboru pro import konstrukcí do programů "Fin 2D" a "Fin 3D" je shodný. Kromě **obecných pravidel** pro tvorbu XML je třeba respektovat následující doplňující pravidla:

- jméno základního elementu není omezeno (např. <FINE>)
- veškeré hodnoty se zadávají v základních jednotkách soustavy SI
- úhly se zadávají ve stupních

### Struktura souboru

Samotný XML soubor může obsahovat následující části definující topologii konstrukce:

#### <header>

- Sekce, která obsahuje obecné údaje o projektu (identifikační údaje, návrhová norma apod.). Nepovinná část

#### <coordinate Systems>

- Část, v které lze definovat lokální souřadné systémy styčníků. Ty lze použít k natočení podpor.

#### <supports>

- Nepovinná část, která slouží k zadání prototypů podpor nebo uložení dílců

#### <materials>

- Část, která umožňuje definovat materiály v konstrukci, nepovinné

#### <sections>

- Nepovinná část s průřezy dílců

#### <linetypes>

- Část, která obsahuje profily dílců, nepovinné

#### <points>

- Povinná část, která obsahuje informace o styčnících v konstrukci (poloha, způsob podepření apod.)

#### <lines>

- Povinná část, která obsahuje informace o dílcích v konstrukci (referenční styčníky apod.)

#### <loadcases>

- Část, která obsahuje seznam zatěžovacích stavů včetně zatížení, nepovinná část

**<combinations>**

- Část, která obsahuje seznam kombinací, nepovinná část

Kromě topologie konstrukce může XML soubor obsahovat též údaje pro dimenzaci ocelových či betonových dílců. Ty jsou umístěny v těchto částech:

**<dimSteel>**

- Sekce, s dimenzačními údaji pro ocelové dílce. Nepovinná část

**<dimConcrete>**

- Sekce, s dimenzačními údaji pro betonové dílce. Nepovinná část

```
<FINE>
  <header/>
  <coordinateSystems/>
  <supports/>
  <materials/>
  <sections/>
  <linetypes/>
  <points/>
  <lines/>
  <loadcases/>
  <combinations/>
  <dimSteel/>
  <dimConcrete/>
  <dimTimber/>
</FINE>
```

*Seznam sekcí XML souboru*

**<header>**

Tato sekce je nepovinnou součástí XML souboru. Obsahuje základní identifikační údaje o projektu. Může obsahovat následující atributy:

- |                    |  |
|--------------------|--|
| <b>name</b>        | • název projektu (nepovinný údaj)  |
| <b>company</b>     | • společnost (nepovinný údaj)  |
| <b>description</b> | • popis (nepovinný údaj)   |
| <b>investor</b>    | • investor (nepovinný údaj)  |
| <b>standard</b>    | • výběr návrhové normy, tato hodnota ovlivňuje především vlastnosti zatěžovacích stavů a kombinací. Výběr normy není povinný, pokud není zadán, uvažuje se výchozí hodnota <b>"ec"</b> (Eurokód). Tento parametr může nabývat těchto hodnot: <b>"ec"</b> (Eurokód), <b>"csn"</b> (ČSN 73 0035), <b>"stn"</b> (STN 73 0035), <b>"sans"</b> (SANS 10160), <b>"other"</b> (obecná norma umožňující volit součinitele zatěžovacích stavů a kombinační součinitele) |
| <b>annex</b>       | • národní příloha pro návrhovou normu <b>"ec"</b> . Podporované volby: <b>"none"</b> (bez národní přílohy), <b>"czech"</b> (Česká Republika), <b>"slovak"</b> (Slovensko), <b>"poland"</b> (Polsko), <b>"france"</b> (Francie)   |

```
<FINE>
  <header name="Projekt 01" company="Fine s.r.o."
description="Testovací projekt" investor="Investor" standard="ec"
annex="czech"/>
  <coordinateSystems/>
```

*Ukázka části <header> s obecnými informacemi o projektu*

**<coordinateSystems>**

Tato část obsahuje informace o uživatelských souřadných systémech, které mohou být použity k definování natočení podpor styčnicků. Jedná se o volitelnou součást XML souboru. Každý souřadný systém v této části je označen elementem **<coordinateSystem>**. Souřadné systémy obsahují následující atributy:

- |             |  |
|-------------|--|
| <b>id</b>   | • jedinečné identifikační číslo souřadného systému, povinné                                  |
| <b>x_x</b>  | • x-ová složka vektoru určujícího směr osy <i>x</i> s.s, povinné                             |
| <b>x_y</b>  | • y-ová složka vektoru určujícího směr osy <i>x</i> s.s, povinné                             |
| <b>x_z</b>  | • z-ová složka vektoru určujícího směr osy <i>x</i> s.s, povinné                             |
| <b>xy_x</b> | • x-ová složka vektoru určujícího rovinu, ve které leží osy <i>x</i> a <i>y</i> s.s, povinné |
| <b>xy_y</b> | • y-ová složka vektoru určujícího rovinu, ve které leží osy <i>x</i> a <i>y</i> s.s, povinné |
| <b>xy_z</b> | • z-ová složka vektoru určujícího rovinu, ve které leží osy <i>x</i> a <i>y</i> s.s, povinné |

```

<header name="Projekt 01" company="Fine s.r.o." description="Testovací
projekt" investor="Investor" standard="ec" annex="czech"/>
<coordinateSystems>
  <coordinateSystem id="1" x_x="0,5" x_y="0,5" x_z="0" xy_x="5"
xy_y="0" xy_z="0" />
  <coordinateSystem id="2" x_x="-0,5" x_y="0,5" x_z="0" xy_x="-5"
xy_y="0" xy_z="0" />
</coordinateSystems>
<supports/>

```

Část <coordinateSystems> se dvěma souřadnými systémy

## <supports>

Tato část obsahuje informace o způsobech podepření styčníků v konstrukci. Jedná se o nepovinnou součást XML souboru. Každý typ podepření v této části je označen elementem **<support>**. Ten podporuje následující atributy:

<b>id</b>	• jedinečné identifikační číslo typu podepření
<b>x</b>	• míra vetknutí při posunu ve směru osy <i>x</i> , nepovinné
<b>y</b>	• míra vetknutí při posunu ve směru osy <i>y</i> , nepovinné
<b>z</b>	• míra vetknutí při posunu ve směru osy <i>z</i> , nepovinné
<b>mx</b>	• míra vetknutí při otáčení okolo osy <i>x</i> , nepovinné
<b>my</b>	• míra vetknutí při otáčení okolo osy <i>y</i> , nepovinné
<b>mz</b>	• míra vetknutí při otáčení okolo osy <i>z</i> , nepovinné

Míra vetknutí v daném směru může nabývat následujících hodnot:

<b>"free"</b>	• volné uložení (styčník není v tomto směru podepřen)
<b>"fixed"</b>	• pevné uložení v daném směru
<b>číslo</b>	• pružné podepření v daném směru, číslo udává tuhost pružiny v $[MN/m]$ (posunutí) resp. $[MNm]$ (natočení).

Pokud jakýkoliv směr není definován, je automaticky uvažován s hodnotou **"free"**, tedy bez podepření v daném směru.

```

</coordinateSystems>
<supports>
  <support id="1" x="free" y="fixed" z="fixed" mx="fixed"/>
  <support id="2" x="free" y="67.8" z="fixed" mx="fixed"/>
</supports>
<materials/>

```

Část <supports> XML souboru

## <materials>

Tato část obsahuje informace o použitých materiálech. Jedná se o nepovinnou součást XML souboru. Každý materiál v této části je označen elementem **<material>**. Ten podporuje následující atributy:

<b>id</b>	• jedinečné identifikační číslo materiálu, povinné
<b>type</b>	• typ materiálu, povinné. K dispozici je hodnota <b>"numerically"</b> , u které je nutné zadat fyzikální vlastnosti, nebo hodnoty odkazující na konkrétní materiály v databázi materiálů v programu. Seznam těchto hodnot je uveden v tabulkách níže.
<b>name</b>	• název materiálu, nepovinné
<b>standard</b>	• název normy definující vlastnosti materiálu, nepovinné
<b>E</b>	• modul pružnosti v $[Pa]$ , povinné
<b>G</b>	• smykový modul pružnosti v $[Pa]$ , povinné
<b>alpha_t</b>	• teplotní roztažnost v $[K^{-1}]$ , povinné
<b>gama</b>	• měrná tíha v $[N/m^3]$ , povinné

Materiál může být zadán dvěma způsoby:

- výběr z katalogu materiálů. V tomto případě stačí definovat kromě atributu **"id"** pouze atribut **"type"**.
- zadání vlastností materiálu číselně. V tomto případě je nutné zadat hodnotu **"numerically"** pro atribut **"type"** a následně zadat modul pružnosti (atribut **"E"**), smykový modul pružnosti (atribut **"G"**), součinitel teplotní roztažnosti (atribut **"alpha\_t"**) a měrnou tíhu (atribut **"gama"**).

Následující tabulky obsahují seznamy materiálů v katalogu programu včetně odpovídajících hodnot atributu **"type"**:

## Konstrukční ocel

Název materiálu	Hodnota pro XML
EN 10025: Fe 360	SS_EC3_EN10025_Fe360
EN 10025: Fe 430	SS_EC3_EN10025_Fe430
EN 10025: Fe 510	SS_EC3_EN10025_Fe510
prEN 10113: Fe E 275	SS_EC3_prEN10113_FeE275
prEN 10113: Fe E 355	SS_EC3_prEN10113_FeE355
EN 10210-1: S 235	SS_EC3_EN10210_S235
EN 10210-1: S 275	SS_EC3_EN10210_S275
EN 10210-1: S 355	SS_EC3_EN10210_S355

## Korozivzdorná ocel

Název materiálu	Hodnota pro XML	Název materiálu	Hodnota pro XML
Korozivzdorná ocel 1.4003	SS_SL_1_4003	Korozivzdorná ocel 1.4432	SS_SL_1_4432
Korozivzdorná ocel 1.4016	SS_SL_1_4016	Korozivzdorná ocel 1.4435	SS_SL_1_4435
Korozivzdorná ocel 1.4512	SS_SL_1_4512	Korozivzdorná ocel 1.4311	SS_SL_1_4311
Korozivzdorná ocel 1.4306	SS_SL_1_4306	Korozivzdorná ocel 1.4406	SS_SL_1_4406
Korozivzdorná ocel 1.4307	SS_SL_1_4307	Korozivzdorná ocel 1.4439	SS_SL_1_4439
Korozivzdorná ocel 1.4541	SS_SL_1_4541	Korozivzdorná ocel 1.4529	SS_SL_1_4529
Korozivzdorná ocel 1.4301	SS_SL_1_4301	Korozivzdorná ocel 1.4547	SS_SL_1_4547
Korozivzdorná ocel 1.4401	SS_SL_1_4401	Korozivzdorná ocel 1.4318	SS_SL_1_4318
Korozivzdorná ocel 1.4404	SS_SL_1_4404	Korozivzdorná ocel 1.4362	SS_SL_1_4362
Korozivzdorná ocel 1.4539	SS_SL_1_4539	Korozivzdorná ocel 1.4462	SS_SL_1_4462
Korozivzdorná ocel 1.4571	SS_SL_1_4571		

## Dřevo

Název materiálu	Hodnota pro XML	Název materiálu	Hodnota pro XML
C14 - jehličnaté	WO_EN_C14	C40 - jehličnaté	WO_EN_C40
C16 - jehličnaté	WO_EN_C16	C45 - jehličnaté	WO_EN_C45
C18 - jehličnaté	WO_EN_C18	C50 - jehličnaté	WO_EN_C50
C20 - jehličnaté	WO_EN_C20	D30 - listnaté	WO_EN_D30
C22 - jehličnaté	WO_EN_C22	D35 - listnaté	WO_EN_D35
C24 - jehličnaté	WO_EN_C24	D40 - listnaté	WO_EN_D40
C27 - jehličnaté	WO_EN_C27	D50 - listnaté	WO_EN_D50
C30 - jehličnaté	WO_EN_C30	D60 - listnaté	WO_EN_D60
C35 - jehličnaté	WO_EN_C35	D70 - listnaté	WO_EN_D70

## Dřevo, Česká republika

Název materiálu	Hodnota pro XML
S13 (C30) - jehličnaté	WO_EN_CZ_S13
S10 (C24) - jehličnaté	WO_EN_CZ_S10
S7 (C18) - jehličnaté - smrk, borovice	WO_EN_CZ_S7
S7 (C16) - jehličnaté - jedle, modřín	WO_EN_CZ_S7

## Dřevo, Slovensko

Název materiálu	Hodnota pro XML
S0 (C30) - jehličnaté	WO_EN_CZ_S13

SI (C24) - jehličnaté	WO_EN_CZ_S10
SII (C16) - jehličnaté	WO_EN_CZ_S7

## Beton

Název materiálu	Hodnota pro XML	Název materiálu	Hodnota pro XML
C12/15	CO_EC2_C12	C45/55	CO_EC2_C45
C16/20	CO_EC2_C16	C50/60	CO_EC2_C50
C20/25	CO_EC2_C20	C55/67	CO_EC2_C55
C25/30	CO_EC2_C25	C60/75	CO_EC2_C60
C30/37	CO_EC2_C30	C70/85	CO_EC2_C70
C35/45	CO_EC2_C35	C80/95	CO_EC2_C80
C40/50	CO_EC2_C40	C90/105	CO_EC2_C90

## Plasty

Název materiálu	Hodnota pro XML
Vinyl	PL_VINYL

## Materiály na bázi dřeva

Název materiálu	Hodnota pro XML	Název materiálu	Hodnota pro XML
OSB/2 (6-10)mm rovnoběžně	WB_OSB2_R_6_10_mm	Třísková deska P4 (25-32)mm	WB_PB_P4_25_32_mm
OSB/2 (6-10)mm kolmo	WB_OSB2_K_6_10_mm	Třísková deska P4 (32-40)mm	WB_PB_P4_32_40_mm
OSB/2 (10-18)mm rovnoběžně	WB_OSB2_R_10_18_mm	Třísková deska P4 (40-50)mm	WB_PB_P4_40_50_mm
OSB/2 (10-18)mm kolmo	WB_OSB2_K_10_18_mm	Třísková deska P5 (6-13)mm	WB_PB_P5_6_13_mm
OSB/2 (18-25)mm rovnoběžně	WB_OSB2_R_18_25_mm	Třísková deska P5 (13-20)mm	WB_PB_P5_13_20_mm
OSB/2 (18-25)mm kolmo	WB_OSB2_K_18_25_mm	Třísková deska P5 (20-25)mm	WB_PB_P5_20_25_mm
OSB/3(6-10)mm rovnoběžně	WB_OSB3_R_6_10_mm	Třísková deska P5 (25-32)mm	WB_PB_P5_25_32_mm
OSB/3 (6-10)mm kolmo	WB_OSB3_K_6_10_mm	Třísková deska P5 (32-40)mm	WB_PB_P5_32_40_mm
OSB/3 (10-18)mm rovnoběžně	WB_OSB3_R_10_18_mm	Třísková deska P5 (40-50)mm	WB_PB_P5_40_50_mm
OSB/3 (10-18)mm kolmo	WB_OSB3_K_10_18_mm	Třísková deska P6 (6-13)mm	WB_PB_P6_6_13_mm
OSB/3 (18-25)mm rovnoběžně	WB_OSB3_R_18_25_mm	Třísková deska P6 (13-20)mm	WB_PB_P6_13_20_mm
OSB/3 (18-25)mm kolmo	WB_OSB3_K_18_25_mm	Třísková deska P6 (20-25)mm	WB_PB_P6_20_25_mm
OSB/4 (6-10)mm rovnoběžně	WB_OSB4_R_6_10_mm	Třísková deska P6 (25-32)mm	WB_PB_P6_25_32_mm
OSB/4 (6-10)mm kolmo	WB_OSB4_K_6_10_mm	Třísková deska P6 (32-40)mm	WB_PB_P6_32_40_mm
OSB/4 (10-18)mm rovnoběžně	WB_OSB4_R_10_18_mm	Třísková deska P6 (40-50)mm	WB_PB_P6_40_50_mm
OSB/4 (10-18)mm kolmo	WB_OSB4_K_10_18_mm	Třísková deska P7 (6-13)mm	WB_PB_P7_6_13_mm
OSB/4 (18-25)mm rovnoběžně	WB_OSB4_R_18_25_mm	Třísková deska P7 (13-20)mm	WB_PB_P7_13_20_mm
OSB/4 (18-25)mm kolmo	WB_OSB4_K_18_25_mm	Třísková deska P7 (20-25)mm	WB_PB_P7_20_25_mm
Třísková deska P4 (6-13)mm	WB_PB_P4_6_13_mm	Třísková deska P7 (25-32)mm	WB_PB_P7_25_32_mm
Třísková deska P4 (13-20)mm	WB_PB_P4_13_20_mm	Třísková deska P7 (32-40)mm	WB_PB_P7_32_40_mm
Třísková deska P4 (20-25)mm	WB_PB_P4_20_25_mm	Třísková deska P7 (40-50)mm	WB_PB_P7_40_50_mm

## Zdivo

Název materiálu	Hodnota pro XML
Zdivo z dutých cihel	MA_EC6_BurntHollow
Zdivo cihelné E=2GPa	MA_EC6_Burnt_2
Zdivo cihelné E=4GPa	MA_EC6_Burnt_4
Zdivo cihelné E=6GPa	MA_EC6_Burnt_6
Zdivo pórobetonové E=1GPa	MA_EC6_Porous_1
Zdivo pórobetonové E=2GPa	MA_EC6_Porous_2
Zdivo kamenné	MA_EC6_Stone

```

</supports>
<materials>
  <material id="1" type="SS_EC3_EN10210_S275" />
  <material id="2" type="NUMERICALY" name="Nový materiál" E="210e9"
G="81e9" alpha_t="12e-6" gama="78500"/>
</materials>
</sections>

```

Část <materials> XML souboru

## <sections>

Tato část obsahuje informace o použitých průřezích. Jedná se o nepovinnou součást XML souboru. Každý průřez v této části je označen elementem **<section>**. Ten podporuje následující atributy:

- id**
  - jedinečné identifikační číslo průřezu, povinné
- type**
  - typ průřezu, povinné. Seznam dostupných typů je uveden pro jednotlivé druhy materiálů v následujících tabulkách
- name**
  - název průřezu. Pro válcované průřezy se jedná o povinný údaj, dle kterého je průřez vyhledáván v databázi. U ostatních typů průřezů se jedná o nepovinný údaj, který slouží pouze k identifikaci průřezu v konstrukci.
- material**
  - ID materiálu, který je přiřazen průřezu, povinné

Jednotlivé typy průřezů mají též dodatečné atributy, které jsou popsány níže.

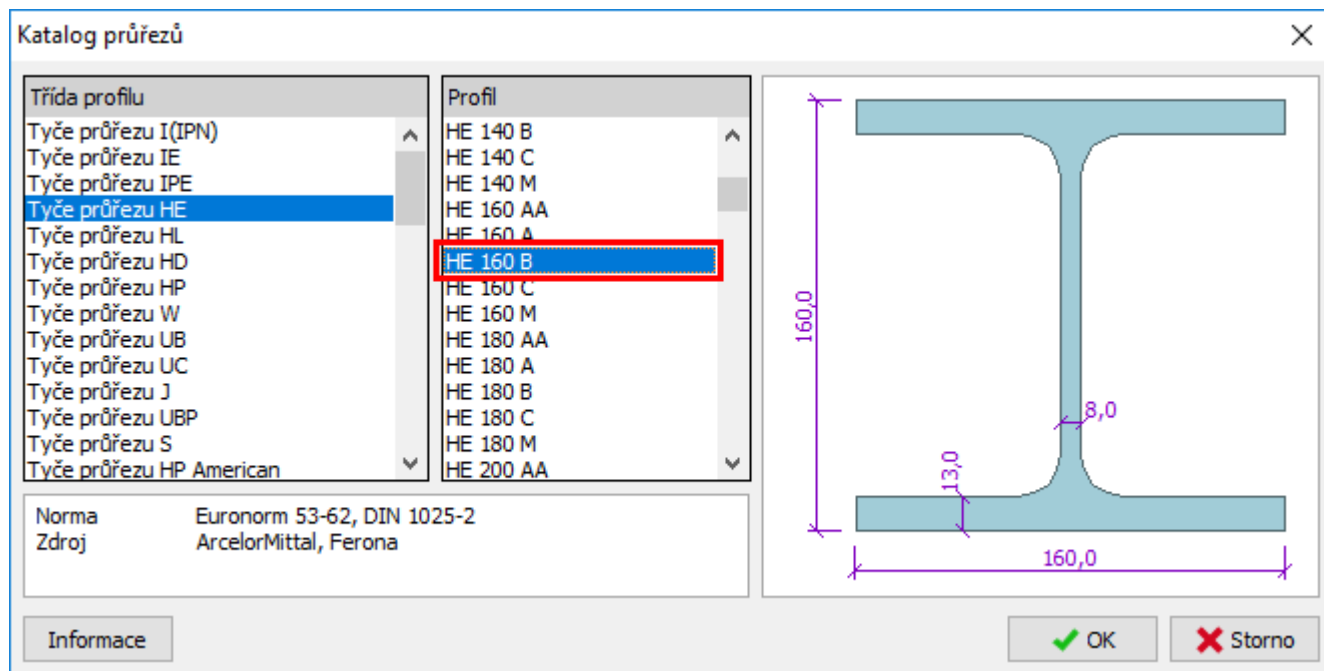
## Ocel

Výběr válcovaných profilů probíhá pomocí atributů **"type"** (výběr skupiny průřezů) a **"name"** (výběr konkrétního průřezu). Seznam dostupných hodnot pro atribut **"type"**:

Název průřezu	Hodnota "type" pro XML	Název průřezu	Hodnota "type" pro XML
Tyče průřezu I(IPN)	STEEL_I_ROLLED_I	Tyče průřezu UPE	STEEL_U_ROLLED_UPE
Tyče průřezu IE	STEEL_I_ROLLED_IE	Tyče průřezu UAP	STEEL_U_ROLLED_UAP
Tyče průřezu IPE	STEEL_I_ROLLED_IPE	Tyče průřezu L rovnoramenné	STEEL_L_ROLLED_EQUAL
Tyče průřezu HE	STEEL_I_ROLLED_HE	Tyče průřezu L nerovnoramenné	STEEL_L_ROLLED_UNEQUAL
Tyče průřezu HL	STEEL_I_ROLLED_HL	Trubky bezešvé kruhový průřez	STEEL_CH_ROLLED_CSN
Tyče průřezu HD	STEEL_I_ROLLED_HD	MSH kruhový průřez	STEEL_CH_ROLLED_MSH
Tyče průřezu HP	STEEL_I_ROLLED_HP	Trubky bezešvé obdélníkový průřez	STEEL_RH_ROLLED_CSN
Tyče průřezu W	STEEL_I_ROLLED_W	MSH obdélníkový průřez	STEEL_RH_ROLLED_MSH
Tyče průřezu UB	STEEL_I_ROLLED_UB	Trubky bezešvé čtvercový průřez	STEEL_RH_ROLLED_CSN_SQ
Tyče průřezu UC	STEEL_I_ROLLED_UC	MSH čtvercový průřez	STEEL_RH_ROLLED_MSH_SQ
Tyče průřezu U(UPN)	STEEL_U_ROLLED_U	Tyče průřezu T	STEEL_T_ROLLED
Tyče průřezu UE	STEEL_U_ROLLED_UE		

Atribut **"name"** odpovídá názvu průřezu v databázi. Tuto hodnotu lze v okně **"Katalog průřezů"** kopírovat do schránky pomocí klávesové zkratky **"Ctrl" + "C"**.





Název profilu pro atribut <name>

Podle tohoto atributu je válcovaný průřez vyhledáván v databázi, proto musí být text identický s názvem v programu.

```
</materials>
<sections>
  <section id="1" type="STEEL_I_ROLLED_HE" name="HE 160 B" material="1"/>
</sections>
<linetypes>
```

Válcovaný profil v xml

Hodnoty atributu "type" pro "celistvé svařované" průřezy jsou uvedeny v následující tabulce. Ta též obsahuje seznam atributů definujících jednotlivé rozměry průřezu. Hodnoty se v těchto případech zadávají v metrech.

Název průřezu	Hodnota "type" pro XML	Dodatečné atributy
I-průřez	STEEL_I_FABRICATED	"h" - výška průřezu; "bft" - šířka horní pásnice; "bfb" - šířka spodní pásnice; "tw" - tloušťka stojiny; "tft" - tloušťka horní pásnice; "tbf" - tloušťka spodní pásnice
U-průřez	STEEL_U_FABRICATED	"h" - výška průřezu; "b" - šířka průřezu; "tw" - tloušťka stojiny; "tf" - tloušťka pásnice
Úhelník	STEEL_L_FABRICATED	"h" - výška průřezu; "b" - šířka průřezu; "t1" - tloušťka svislé stěny průřezu; "t2" - tloušťka vodorovné stěny průřezu
Trubka kulatá	STEEL_CH_FABRICATED	"D" - vnější průměr trubky; "t" - tloušťka stěny trubky
Trubka hranatá	STEEL_RH_FABRICATED	"h" - výška průřezu; "b" - šířka průřezu; "tw" - tloušťka svislé stěny průřezu; "tf" - tloušťka vodorovné stěny průřezu
T-průřez	STEEL_T_FABRICATED	"h" - výška průřezu; "b" - šířka průřezu; "tw" - tloušťka stojiny; "tf" - tloušťka pásnice
Pi-průřez	STEEL_Pi_FABRICATED	"h" - výška průřezu; "b" - šířka průřezu; "tw" - tloušťka stojiny; "tf" - tloušťka pásnice; "c" - vzdálenost svislé osy stojiny od svislé osy průřezu
Kříž	STEEL_CROSS_FABRICATED	"h" - výška průřezu; "b" - šířka průřezu; "tw" - tloušťka svislé stěny průřezu; "tf" - tloušťka vodorovné stěny průřezu
Il-průřez	STEEL_II_FABRICATED	"h" - výška průřezu; "b" - šířka průřezu; "tw" - tloušťka stojiny; "tf" - tloušťka pásnice; "c" - vzdálenost svislé osy stojiny od svislé osy průřezu

"Plné" průřezy lze zadat pomocí následujících hodnot:

Název průřezu	Hodnota "type" pro XML	Dodatečné atributy
Tyč kulatá	STEEL_CS	"D" - vnější průměr průřezu



Týč hranatá	STEEL_RS	"h" - výška průřezu; "b" - šířka průřezu
-------------	----------	--

```

<sections>
  <section id="1" type="STEEL_I_ROLLED_HE" name="HE 160 B" material="1"/>
  <section id="2" type="STEEL_RS" name="Plech" material="2" h="0.01" b="0.1" />
</sections>
<linetypes>

```

*Plný hranatý průřez v xml*

"Složené válcované" průřezy musejí mít kromě výše uvedených atributů zadán i atribut **"typeinternal"**. Tímto atributem je definován typ válcovaného profilu, z kterého se složený průřez skládá. Může nabývat hodnot, které jsou vyjmenovány výše jako hodnoty atributu **"type"** pro válcované průřezy. Atribut **"name"** pro složené válcované průřezy musí odpovídat pojmenování konkrétního průřezu v databázi programu (problematika popsána výše).

Přehled hodnot atributu **"type"** pro složené válcované průřezy:

Název průřezu	Hodnota pro XML
Složený průřez 2xU	STEEL_RH_COMPOSED
Složený průřez z I-profilů	STEEL_II_COMPOSED

"Členěné válcované" průřezy musejí mít kromě výše uvedených atributů zadány též atributy **"typeinternal"** a **"distance"**. Atributem **"typeinternal"** je definován typ válcovaného profilu, z kterého se složený průřez skládá. Může nabývat hodnot, které jsou vyjmenovány výše jako hodnoty atributu **"type"** pro válcované průřezy. Atribut **"distance"** udává hodnotu vzdálenosti dílčích profilů v průřezu v metrech. Atribut **"name"** pro členěné válcované průřezy musí odpovídat pojmenování konkrétního průřezu v databázi programu (problematika popsána výše).

Přehled hodnot atributu **"type"** pro členěné válcované průřezy:

Název průřezu	Hodnota "type" pro XML	Název průřezu	Hodnota "type" pro XML
Členěný, 2xI	STEEL_BUILTUP_II	Členěný, 2xU uzavřený	STEEL_BUILTUP_L2_LOW
Členěný, 2xU uzavřený	STEEL_BUILTUP_UU_O	Členěný, 2xU uzavřený	STEEL_BUILTUP_L2_CROSS
Členěný, 2xU otevřený	STEEL_BUILTUP_UU_I	Členěný, 2xU uzavřený	STEEL_BUILTUP_LU_HIGH
Členěný, 4xL	STEEL_BUILTUP_L4	Členěný, 2xU uzavřený	STEEL_BUILTUP_LU_LOW
Členěný, 2xU uzavřený	STEEL_BUILTUP_L2_HIGH		

```

<section id="1" type="STEEL_I_ROLLED_HE" name="HE 160 B" material="1"/>
<section id="2" type="STEEL_RS" name="Plech" material="2" h="0.01" b="0.1" />
<section id="3" type="STEEL_BUILTUP_II" typeinternal="STEEL_I_ROLLED_HE"
name="HE 160 B" material="2" distance="0.3" />
</sections>

```

*Členěný průřez v xml*

## Dřevo

Hodnoty atributu **"type"** pro dřevěné průřezy jsou uvedeny v následující tabulce. Ta též obsahuje seznam atributů definujících jednotlivé rozměry průřezu. Hodnoty se v těchto případech zadávají v metrech.

Název průřezu	Hodnota "type" pro XML	Dodatečné atributy
Obdélník	WOOD_SQUARED_RECT	"h" - výška průřezu; "b" - šířka průřezu
T-průřez	WOOD_SQUARED_T	"h" - výška průřezu; "b" - šířka průřezu; "tw" - tloušťka stojiny; "tf" - tloušťka pásnice
I-průřez	WOOD_SQUARED_I	"h" - výška průřezu; "bft" - šířka horní pásnice; "bfb" - šířka spodní pásnice; "tw" - tloušťka stojiny; "tft" - tloušťka horní pásnice; "tfb" - tloušťka spodní pásnice
Pi-průřez	WOOD_SQUARED_Pi	"h" - výška průřezu; "b" - šířka průřezu; "tw" - tloušťka stojiny; "tf" - tloušťka pásnice; "c" - vzdálenost svislé osy stojiny od svislé osy průřezu
Kruh	WOOD_SQUARED_CIRCLE	"D" - vnější průměr průřezu
Obdélník složený	WOOD_COMPOSED_RS	"h" - výška dílčího průřezu; "b" - šířka dílčího průřezu; "n" - počet prvků složeného průřezu

členěný průřez	WOOD_COMPOSED_RO	"h" - výška dílčího průřezu; "b" - šířka dílčího průřezu; "n" - počet prvků členěného průřezu; "bm" - mezera mezi prvky členěného průřezu
----------------	------------------	---

## Beton

Hodnoty atributu **"type"** pro betonové průřezy jsou uvedeny v následující tabulce. Ta též obsahuje seznam atributů definujících jednotlivé rozměry průřezu. Hodnoty se v těchto případech zadávají v metrech.

Název průřezu	Hodnota "type" pro XML	Dodatečné atributy
Obdélník	CONCRETE_RS	"h" - výška průřezu; "b" - šířka průřezu
Dutý obdélník	CONCRETE_RH	"h" - výška průřezu; "b" - šířka průřezu; "tw" - tloušťka stojiny; "tft" - tloušťka horní pásnice; "tfb" - tloušťka spodní pásnice; "hnb" - výška spodního náběhu; "hnt" - výška horního náběhu; "bn" - šířka náběhu
T-průřez	CONCRETE_T_BASIC	"h" - výška průřezu; "b" - šířka průřezu; "tw" - tloušťka stojiny; "tf" - tloušťka pásnice
T-průřez, obecný	CONCRETE_T_GENERAL	"h" - výška průřezu; "b" - šířka průřezu; "tw" - tloušťka stojiny; "tft" - tloušťka pásnice; "c" - vzdálenost stojiny od levé strany průřezu
I-průřez	CONCRETE_I_BASIC	"h" - výška průřezu; "bft" - šířka horní pásnice; "bfb" - šířka spodní pásnice; "tw" - tloušťka stojiny; "tft" - tloušťka horní pásnice; "tfb" - tloušťka spodní pásnice
I-průřez, obecný	CONCRETE_I_GENERAL	"h" - výška průřezu; "bft" - šířka horní pásnice; "bfb" - šířka spodní pásnice; "tw" - tloušťka stojiny; "tft" - tloušťka horní pásnice; "tfb" - tloušťka spodní pásnice; "hnb" - výška spodního náběhu; "bnb" - šířka dolního náběhu; "hnt" - výška horního náběhu; "bnt" - šířka horního náběhu
Kruh	CONCRETE_CS	"D" - vnější průměr průřezu
Prstenec	CONCRETE_CH	"D1" - vnější průměr průřezu; "D2" - vnější průměr průřezu
Lichoběžník	CONCRETE_TRAPEZE	"bb" - šířka průřezu dole; "bt" - šířka průřezu nahoře; "h" - výška průřezu
Obdélník s oblouky	CONCRETE_RS_ARC	"h" - výška průřezu; "b" - šířka průřezu

## Zdivo

Hodnoty atributu **"type"** pro zděné průřezy jsou uvedeny v následující tabulce. Ta též obsahuje seznam atributů definujících jednotlivé rozměry průřezu. Hodnoty se v těchto případech zadávají v metrech.

Název průřezu	Hodnota "type" pro XML	Dodatečné atributy
Obdélník	MASONRY_RS	"h" - výška průřezu; "b" - šířka průřezu
Dutý obdélník	MASONRY_RH	"h" - výška průřezu; "b" - šířka průřezu; "twl" - šířka levé stěny; "twp" - šířka pravé stěny; "tft" - výška horní stěny; "tfb" - výška dolní stěny
T-průřez	MASONRY_T	"h" - výška průřezu; "b" - šířka průřezu; "tw" - tloušťka stojiny; "tf" - tloušťka pásnice
Kříž	MASONRY_L	"b1" - šířka průřezu; "h1" - výška střední části; "b2" - šířka horního ramene; "h2" - výška horního ramene; "s1" - vzdálenost horního ramene od pravého okraje; "b3" - šířka dolního ramene; "h3" - výška dolního ramene; "s2" - vzdálenost dolního ramene od pravého okraje
I-průřez	CONCRETE_I_BASIC	"h" - výška průřezu; "bft" - šířka horní pásnice; "bfb" - šířka spodní pásnice; "tw" - tloušťka stojiny; "tft" - tloušťka horní pásnice; "tfb" - tloušťka spodní pásnice
Kruh	CONCRETE_CS	"D" - vnější průměr průřezu
Prstenec	CONCRETE_CH	"D1" - vnější průměr průřezu; "D2" - vnější průměr průřezu

## <linetypes>

Tato část obsahuje informace o použitých profilech dílců. Jedná se o nepovinnou součást XML souboru. Každý profil v této části je označen elementem **<linetype>**. Ten podporuje následující atributy:

- id** - jedinečné identifikační číslo profilu dílce, povinné
- startSupport**, **endSupport** - uložení dílce na začátku, respektive na konci, možné hodnoty: **"fixed"** (vetknutí), **"free"** (volná podpora), **"joint"** (kloub) nebo ID z části **<supports>**, nepovinné, pokud není uvedeno je považováno za vetknutí

<b>startDeplanation,</b> <b>endDeplanation</b>	• číslo v intervalu $\langle 0,1 \rangle$ určující míru deplanace na počátku resp. na konci, nepovinné, pokud není uvedeno je považováno jako hodnota 0
<b>section</b>	• ID průřezu, který je přiřazen profilu, povinné (pouze pro dílce s konstantním průřezem)
<b>sectionPri,</b> <b>sectionSec</b>	• ID průřezu na začátku a konci dílce s proměnným průřezem (náběhu), povinné (pouze pro dílce s proměnným průřezem)
<b>rotation</b>	• natočení průřezu ve stupních proti směru hodinových ručiček, nepovinné, pokud není uvedeno, tak je natočení 0
<b>considerShear</b>	• nastavení, zda uvažovat vliv smyku při výpočtu deformací - může mít hodnoty "true" (s vlivem smyku) nebo "false" (bez vlivu smyku), nepovinné, pokud není uvedeno je považováno za ano
<b>typeCT</b>	• nastavení, zda uvažovat prvek jen v tahu/tlaku, nepovinné. Povolené hodnoty: "both" - dílec působí v tahu i tlaku; "tension" dílec působí jen v tahu; "compression" dílec působí jen v tlaku, pokud není uvedeno je uvažováno "both"

```

</sections>
<linetypes>
  <linetype id="1" startSupport="fixed" endSupport="fixed" section="3"
considerShear="false"/>
  <linetype id="2" startSupport="1" endSupport="2" section="2" />
</linetypes>
<points>

```

Část <linetypes> XML souboru

## Pružné podloží

Pružné podloží lze k profilu dílce přiřadit přídatným elementem **<subsoil>**. Ten podporuje následující atributy:

<b>c1, c2</b>	• pružné konstanty podloží, povinné
<b>width</b>	• šířka průřezu, pokud není zadána, je zvolena možnost uvažovat dle průřezu, nepovinné
<b>opposite</b>	• nastavení, že podepření působí v opačném směru než je příslušná osa, pokud není zadáno, je uvažována hodnota "false", nepovinné
<b>before</b>	• zapne vliv smykové kotliny před začátkem dílce, pokud není zadáno je "false", nepovinné
<b>behind</b>	• zapne vliv smykové kotliny za koncem dílce, pokud není zadáno je "false", nepovinné
<b>direction</b>	• směr působení podloží, zadává se číslo lokální osy "2" nebo "3", povinné

```

<linetype id="2" startSupport="1" endSupport="2" section="2" />
<linetype id="1" startSupport="fixed" endSupport="free" section="1">
  <subsoil c1="11" c2="2" width="25.3" opposite="true" before="false"
behind="true" direction="2" />
  <subsoil c1="11" c2="2" width="5.3" before="false" behind="true"
direction="3" />
</linetypes>

```

Profil dílce s pružným podložím ve dvou směrech

## <points>

Tato část obsahuje informace o jednotlivých styčnicích (bodových prvcích) v konstrukci. Jedná se o povinnou součást XML souboru. Každý styčník v této části je označen elementem **<point>**. Rozsah atributů se liší dle typu styčníku:

### Absolutní styčníky

Absolutní styčníky mohou obsahovat následující atributy:

<b>id</b>	• unikátní identifikační číslo styčníku (povinný údaj)
<b>x</b>	• souřadnice styčníku ve směru osy <i>x</i> globálního souřadného systému. Nepovinný údaj. Pokud není zadán, je použita souřadnice $x=0$ .
<b>y</b>	• souřadnice styčníku ve směru osy <i>y</i> globálního souřadného systému. Nepovinný údaj. Pokud není zadán, je použita souřadnice $y=0$ .
<b>z</b>	• souřadnice styčníku ve směru osy <i>z</i> globálního souřadného systému. Nepovinný údaj. Pokud není zadán, je použita souřadnice $z=0$ .
<b>support</b>	• číslo způsobu podepření, které odpovídá ID způsobu podepření v části <b>&lt;supports&gt;</b> . Povolené hodnoty jsou též "joint" (kloubová podpora) a "fixed" (vetknutí). Nepovinný údaj.

- coordinateSystem**
  - číslo lokálního souřadného systému, který určuje natočení podpor vůči globálnímu souřadnému systému. Hodnota odpovídá ID lokálních souřadných systémů v části **<coordinateSystems>**. Nepovinný údaj.

## Relativní styčníky

Relativní styčníky mohou obsahovat následující atributy:

- id**
  - unikátní identifikační číslo styčníku (povinný údaj)
- line**
  - číslo vztažného dílce, odpovídá ID dílce v části **<lines>** (nepovinný údaj)
- fromStart/ fromEnd**
  - atributy, které určují polohu relativního styčníku na dílci včetně počátku měření. Pokud je použit atribut **"fromStart"**, je poloha styčníku měřena od počátku dílce. Při použití atributu **"fromEnd"** je poloha měřena od koncového styčníku dílce. Hodnota atributu určuje vzdálenost od referenčního bodu. Pokud je hodnota zadána včetně znaku %, jedná se o poměrnou vzdálenost v procentech, pokud je hodnota jako samostatné číslo, považuje se za vzdálenost v metrech. Povinný údaj.
- support**
  - číslo způsobu podepření, které odpovídá ID způsobu podepření v části **<supports>**. Povolené hodnoty jsou též **"joint"** (kloubová podpora) a **"fixed"** (vetknutí). Nepovinný údaj.
- coordinateSystem**
  - číslo lokálního souřadného systému, který určuje natočení podpor vůči globálnímu souřadnému systému. Hodnota odpovídá ID lokálních souřadných systémů v části **<coordinateSystems>**. Nepovinný údaj.

Do programů **"Fin 2D"** a **"Fin 3D"** lze načíst soubory, které obsahují minimálně dva absolutní styčníky.

```
</linetypes>
<points>
  <point id="1" x="-5" y="0" z="0" support="joint"/>
  <point id="2" x="5" y="3,6" z="1" support="1" coordinateSystem="1" />
  <point id="3" line="1" fromStart="0,5"/>
  <point id="4" line="1" fromEnd="0,5"/>
  <point id="5" line="1" fromStart="50%"/>
</points>
<lines>
  <line id="1" start="3" end="5" linetype="1"/>
```

*Část <points>, která obsahuje dva absolutní a tři relativní styčníky*

## <lines>

Tato část obsahuje informace o jednotlivých dílcích (prutových prvcích) v konstrukci. Jedná se o povinnou součást XML souboru. Každý dílec v této části je označen elementem **<line>**. Ten podporuje následující atributy:

- id**
  - unikátní ID dílce (povinný údaj)
- start**
  - číslo počátečního styčníku, číslo odpovídá ID styčníků v části **<points>** (povinný údaj)
- end**
  - číslo koncového styčníku, číslo odpovídá ID styčníků v části **<points>** (povinný údaj)
- linetype**
  - číslo profilu dílce, odpovídá ID v části **<linetypes>** (nepovinný údaj)

Do programů **"Fin 2D"** a **"Fin 3D"** lze načíst soubory, které obsahují minimálně jeden dílec.

```
  <point id="7" line="1" fromStart="70%"/>
</points>
<lines>
  <line id="1" start="3" end="5" linetype="1"/>
  <line id="2" start="5" end="7" linetype="3"/>
  <line id="3" start="7" end="1" linetype="1"/>
</lines>
</loadcases/>
```

*Část <lines> se třemi dílci*

## <loadcases>

Tato část obsahuje informace o zatěžovacích stavech v konstrukci včetně zadaných zatížení. Jedná se o nepovinnou součást XML souboru. Každý zatěžovací stav v této části je označen elementem **<loadcase>**. Ten podporuje následující atributy:

- id**
  - Jedinečné identifikační číslo zatěžovacího stavu, povinné
- name**
  - Název zatěžovacího případu, povinné

<b>code</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kód zatěžovacího stavu, může nabývat hodnot <b>"force"</b> pro silové zatížení, <b>"deformation"</b> pro zatížení přetvořením, <b>"dead"</b> pro vlastní tíhu (zatěžovací případ s tímto kódem nesmí obsahovat žádné konkrétní zatížení) nebo <b>"temperature"</b> pro zatížení od teploty, povinné</li> </ul>
<b>type</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>typ zatěžovacího stavu, může nabýt hodnot <b>"permanent"</b> (stálé zatížení), <b>"longTimeLive"</b> (proměnné dlouhodobé), <b>"middleTimeLive"</b> (proměnné střednědobé), <b>"shortTimeLive"</b> (proměnné krátkodobé zatížení), <b>"momentTimeLive"</b> (proměnné okamžikové zatížení), <b>"accidentalLive"</b> (mimořádné zatížení), <b>"shortTimeLiveWind"</b> (proměnné krátkodobé zatížení větrem), <b>"shortTimeLiveSnow"</b> (proměnné krátkodobé zatížení sněhem), <b>"mediumTimeLiveSnow"</b> (proměnné střednědobé zatížení sněhem), <b>"accidentalWind"</b> (mimořádné zatížení větrem) a <b>"accidentalSnow"</b> (mimořádné zatížení sněhem)</li> </ul>
<b>category</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kategorie proměnného zatěžovacího stavu. Dostupné hodnoty jsou: <b>"user"</b> (uživatelsky zadané kombinační součinitele), <b>"standard"</b> (standardní stálý zat. stav), <b>"A"</b> (proměnné kat. A), <b>"B"</b> (proměnné kat. B), <b>"C"</b> (proměnné kat. C), <b>"D"</b> (proměnné kat. D), <b>"E"</b> (proměnné kat. E), <b>"F"</b> (proměnné kat. F), <b>"G"</b> (proměnné kat. G), <b>"H_RoofOnly"</b> (proměnné kat. H), <b>"I_RoofPerA"</b> (proměnné střecha I u kat. A), <b>"I_RoofPerB"</b> (proměnné střecha I u kat. B), <b>"I_RoofPerC"</b> (proměnné střecha I u kat. C), <b>"I_RoofPerD"</b> (proměnné střecha I u kat. D), <b>"K_RoofSpecial"</b> (proměnné kat. K), <b>"wind"</b> (vítr), <b>"snow_FINS"</b> (sníh Skandinávie), <b>"snow_Greater1000"</b> (sníh nad 1000m.n.m.), <b>"snow_LessEqual1000"</b> (sníh pod 1000m.n.m.), <b>"temperature"</b> (zatížení teplotou).</li> </ul>
<b>gamaSup</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Součinitel zatěžovacího stavu pro nepříznivé působení stálého zatížení, nepovinné</li> </ul>
<b>gamaInf</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Součinitel zatěžovacího stavu pro příznivé působení stálého zatížení, nepovinné</li> </ul>
<b>ksi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Součinitel redukce stálých zatížení v alternativních kombinacích, pouze pro normy <b>"ec"</b> nebo <b>"sans"</b>, nepovinné.</li> </ul>
<b>psi0</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Součinitel kombinační hodnoty zatěžovacího stavu, pouze pro normy <b>"ec"</b> nebo <b>"sans"</b>, nepovinné.</li> </ul>
<b>psi1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Součinitel časté hodnoty zatěžovacího stavu, pouze pro normy <b>"ec"</b> nebo <b>"sans"</b>, nepovinné.</li> </ul>
<b>psi2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Součinitel kvazistálé hodnoty zatěžovacího stavu, pouze pro normy <b>"ec"</b> nebo <b>"sans"</b>, nepovinné.</li> </ul>
<b>coefficient</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nastavení, které v případě zvolených norem <b>"csn"</b>, <b>"stn"</b> nebo <b>"other"</b> definuje hodnotu dílčího součinitele zatěžovacího stavu. Nepovinné, výchozí hodnota je <b>1,0</b></li> </ul>

Jednotlivé zatěžovací stavy (kromě zatěžovacího stavu s kódem **"dead"**) mohou obsahovat styčnicková a dílcová zatížení. Styčnicková lze definovat pomocí elementů **<pointLoad>** a dílcová pomocí elementů **<lineLoad>**.

## Styčnicková zatížení

Styčnickové zatížení se v zatěžovacím stavu definuje elementem **<pointLoad>**. Může obsahovat následující atributy:

<b>x, y, z</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Velikosti sil, případně posunutí, v jednotlivých směrech, nepovinné</li> </ul>
<b>mx, my, mz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Velikosti momentů, případně pootočení, v jednotlivých směrech, nepovinné</li> </ul>
<b>points</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Seznam bodů, ve kterých je dané zatížení umístěno, povinné. Příklad zápisu: <b>"1,6,9-12, 3"</b> přidá zatížení do bodů 1, 3, 6, 9, 10, 11, 12</li> </ul>

```
<loadcases>
  <loadcase id="1" name="ZS1" code="force" type="longTimeLive" category="A">
    <pointLoad y="34" z="75,3" mz="15.3" points="1,3,5,7"/>
  </loadcase>
</loadcases>
```

### Styčnickové zatížení

## Dílcová zatížení

Dílcové zatížení se v zatěžovacím stavu definuje elementem **<lineLoad>**. Pomocí atributu **"lines"** se definují ID dílců, na které má být liniové zatížení aplikováno. Pravidla pro zápis odpovídají pravidlům uvedeným pro výčet styčnicků u styčnickového zatížení (příklad: **"1,6,9-12, 3"**). Jednotlivé druhy dílcových zatížení se definují pomocí následujících vnořených elementů:

<b>&lt;singleForce&gt;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>osamělá síla na dílci</li> </ul>
<b>&lt;singleMoment&gt;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>osamělý moment na dílci</li> </ul>
<b>&lt;continuous&gt;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>liniové zatížení na dílci</li> </ul>
<b>&lt;continuousPart&gt;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>liniové zatížení na části dílce</li> </ul>
<b>&lt;trapezoidal&gt;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>lichoběžníkové zatížení</li> </ul>

Element **<singleForce>** pro **osamělou sílu** podporuje následující atributy:



- direction**
  - směr zatížení, povinný údaj. Povolenoé hodnoty: "x" pro směr globální osy  $x$ , "y" pro směr globální osy  $y$ , "z" pro směr globální osy  $z$ , "1" pro směr lokální osy 1, "2" pro směr lokální osy 2, "3" pro směr lokální osy 3
- value**
  - velikost působící síly, povinné
- angle**
  - úhel ve stupních, který svírá působící síla s osou prutu. Nepovinný údaj, pokud není uveden je 90
- fromStart, fromEnd**
  - určuje, jestli je poloha síly vztažena k počátečnímu (hodnota "fromStart") nebo koncovému (hodnota "fromEnd") bodu dílce. Hodnota určuje vzdálenost od zvoleného konce. Pokud je zadána se znakem "%", jedná se o relativní vzdálenost v procentech délky dílce. Povinný údaj.

```
<combination id="1" name="Kombinace 1" kind="1" type="basic">
  <loadcase id="1">
    <lineLoad lines="1,5">
      <singleForce direction="x" value="34,6" fromStart="2,5"/>
    </lineLoad>
  </loadcase>
  <loadcase id="2"/>
</combination>
```

*Zatěžovací stav se zadanou osamělou silou na dílcích 1 a 5*

Element **<singleMoment>** pro **osamělý moment** podporuje následující atributy:

- direction**
  - směr zatížení, povinný údaj. Povolenoé hodnoty: "x" pro směr globální osy  $x$ , "y" pro směr globální osy  $y$ , "z" pro směr globální osy  $z$ , "1" pro směr lokální osy 1, "2" pro směr lokální osy 2, "3" pro směr lokální osy 3
- value**
  - velikost působícího momentu, povinné
- fromStart, fromEnd**
  - určuje, jestli je poloha síly vztažena k počátečnímu (hodnota "fromStart") nebo koncovému (hodnota "fromEnd") bodu dílce. Hodnota určuje vzdálenost od zvoleného konce. Pokud je zadána se znakem "%", jedná se o relativní vzdálenost v procentech délky dílce. Povinný údaj.

Element **<continuous>** pro **rovnoměrné zatížení na celý dílec** podporuje následující atributy:

- direction**
  - směr zatížení, povinný údaj. Povolenoé hodnoty: "x" pro směr globální osy  $x$ , "y" pro směr globální osy  $y$ , "z" pro směr globální osy  $z$ , "1" pro směr lokální osy 1, "2" pro směr lokální osy 2, "3" pro směr lokální osy 3, "yProjection" pro směr globální osy  $x$  na průmět délky prutu, "zProjection" pro směr globální osy  $x$  na průmět délky prutu
- value**
  - hodnota zatížení, povinné
- angle**
  - úhel ve stupních, který svírá působící zatížení s osou prutu. Nepovinný údaj, pokud není uveden je 90

```
</lineLoad>
<lineLoad lines="3-6">
  <continuous direction="z" value="12,3" />
</lineLoad>
</loadcase>
```

*Rovnoměrné zatížení na dílcích 3, 4, 5 a 6*

Element **<continuousPart>** pro **rovnoměrné zatížení na část dílce** podporuje následující atributy:

- direction**
  - směr zatížení, povinný údaj. Povolenoé hodnoty: "x" pro směr globální osy  $x$ , "y" pro směr globální osy  $y$ , "z" pro směr globální osy  $z$ , "1" pro směr lokální osy 1, "2" pro směr lokální osy 2, "3" pro směr lokální osy 3, "yProjection" pro směr globální osy  $x$  na průmět délky prutu, "zProjection" pro směr globální osy  $x$  na průmět délky prutu
- value**
  - hodnota zatížení, povinné
- angle**
  - úhel ve stupních, který svírá působící zatížení s osou prutu. Nepovinný údaj, pokud není uveden je 90
- fromStart1, fromEnd1, fromSecond**
  - určuje, jestli je poloha počátku zatížení vztažena k počátečnímu (hodnota "fromStart1") či koncovému (hodnota "fromEnd1") styčníku dílce nebo ke konci zatížení (hodnota "fromSecond"). V rámci jednoho zatížení nelze kombinovat atributy "fromSecond" a "fromFirst". Hodnota určuje vzdálenost od zvoleného bodu. Pokud je zadána se znakem "%", jedná se o relativní vzdálenost v procentech délky dílce. Povinný údaj.

- fromStart2, fromEnd2, fromFirst**
  - určuje, jestli je poloha konce zatížení vztažena k počátečnímu (hodnota **"fromStart2"**) či koncovému (hodnota **"fromEnd2"**) styčniku dílce nebo k počátku zatížení (hodnota **"fromFirst"**). V rámci jednoho zatížení nelze kombinovat atributy **"fromSecond"** a **"fromFirst"**. Hodnota určuje vzdálenost od zvoleného bodu. Pokud je zadána se znakem "%", jedná se o relativní vzdálenost v procentech délky dílce. Povinný údaj.

Element **<trapezoidal>** pro **lichoběžníkové zatížení na část dílce** podporuje následující atributy:

- direction**
  - směr zatížení, povinný údaj. Povoleno hodnoty: **"x"** pro směr globální osy *x*, **"y"** pro směr globální osy *y*, **"z"** pro směr globální osy *z*, **"1"** pro směr lokální osy *1*, **"2"** pro směr lokální osy *2*, **"3"** pro směr lokální osy *3*, **"yProjection"** pro směr globální osy *x* na průmět délky prutu, **"zProjection"** pro směr globální osy *x* na průmět délky prutu
- startValue**
  - hodnota zatížení na počátku, povinné
- endValue**
  - hodnota zatížení na konci, povinné
- angle**
  - úhel ve stupních, který svírá působící zatížení s osou prutu. Nepovinný údaj, pokud není uveden je 90
- fromStart1, fromEnd1, fromSecond**
  - určuje, jestli je poloha počátku zatížení vztažena k počátečnímu (hodnota **"fromStart2"**) či koncovému (hodnota **"fromEnd2"**) styčniku dílce nebo ke konci zatížení (hodnota **"fromSecond"**). V rámci jednoho zatížení nelze kombinovat atributy **"fromSecond"** a **"fromFirst"**. Hodnota určuje vzdálenost od zvoleného bodu. Pokud je zadána se znakem "%", jedná se o relativní vzdálenost v procentech délky dílce. Povinný údaj.
- fromStart2, fromEnd2, fromFirst**
  - určuje, jestli je poloha konce zatížení vztažena k počátečnímu (hodnota **"fromStart2"**) či koncovému (hodnota **"fromEnd2"**) styčniku dílce nebo k počátku zatížení (hodnota **"fromFirst"**). V rámci jednoho zatížení nelze kombinovat atributy **"fromSecond"** a **"fromFirst"**. Hodnota určuje vzdálenost od zvoleného bodu. Pokud je zadána se znakem "%", jedná se o relativní vzdálenost v procentech délky dílce. Povinný údaj.

```
<lineLoad lines="2">
  <trapezoidal direction="z" startValue="12,3" endValue="1.5"
fromStart1="1,5" fromFirst="3"/>
</lineLoad>
```

*Lichoběžníkové zatížení*

## <combinations>

Tato část obsahuje informace o kombinaci zatěžovacích stavů. Jedná se o nepovinnou součást XML souboru. Každá kombinace v této části je označena elementem **<combination>**. Ten podporuje následující atributy:

- id**
  - unikátní ID kombinace (povinný údaj)
- name**
  - název kombinace, povinné
- kind**
  - typ kombinace, povinné. Může nabývat hodnot **"1"** (kombinace 1. řádu), **"2"** (kombinace 1. řádu), **"linearStability"** (kombinace pro výpočet lineární stability)
- type**
  - druh kombinace, povinné. Pro normy **"ec"** a **"sans"** v části **<header>** může nabývat hodnot **"basic"** (základní kombinace pro MSÚ), **"basicAlternate"** (alternativní kombinace MSÚ), **"accidental"** (mimořádná kombinace MSÚ), **"characteristic"** (charakteristická kombinace MSP), **"frequent"** (častá kombinace MSP), **"quasipermanent"** (kvazistálá kombinace MSP). Pro normy **"csn"**, **"stn"** a **"other"** může nabývat hodnot **"extreme"** (kombinace MSÚ), **"service"** (kombinace MSP) nebo **"fire"** (požární kombinace MSÚ).

Seznam zatěžovacích stavů se definuje pro každou kombinaci pomocí elementů **<loadcase>**. Tento element může obsahovat následující atributy:

- id**
  - ID zatěžovacího stavu z části **<loadcases>**, povinné
- isFavourable**
  - nastavení, určené pro případy, kdy je v části **<header>** zvolena norma **"ec"** nebo **"sans"**. V takovém případě toto nastavení ovlivňuje, zda bude stálému zatěžovacímu stavu přiřazen dílčí součinitel  $\gamma_f$  pro nepříznivé nebo příznivé působení. Možné hodnoty jsou **"true"** (zatěžovací stav působí příznivě na konstrukci) nebo **"false"** (zat. stav působí nepříznivě). Nepovinný údaj, pokud není zadán uvažuje se hodnota **"false"**.
- isMainVariable**
  - nastavení, určené pro případy, kdy je v části **<header>** zvolena norma **"ec"** nebo **"sans"**. V takovém případě toto nastavení ovlivňuje, zda je proměnný zatěžovací stav uvažován jako hlavní proměnné zatížení nebo nikoliv. Možné hodnoty jsou **"true"** (zatěžovací stav působí jako hlavní proměnné) nebo **"false"** (zat. stav nepůsobí jako hlavní proměnné). Nepovinný údaj, pokud není zadán uvažuje se hodnota **"false"**.
- coefficient**
  - Nastavení, které v případě zvolených norem **"csn"**, **"stn"** nebo **"other"** definuje hodnotu kombinačního součinitele daného zatěžovacího stavu v kombinaci.



```

</loadcases>
<combinations>
  <combination id="1" name="Kombinace 1" kind="1" type="basic">
    <loadcase id="1"/>
    <loadcase id="2"/>
    <loadcase id="3" isMainVariable="true"/>
  </combination>
</combinations>
<dimSteel/>

```

*Kombinace MSÚ se třemi zatěžovacími stavy*

## Import XML pro ocelové dílce

Údaje pro posouzení ocelových prvků jsou uspořádány v části, která je definována elementem **<dimSteel>**. V tomto elementu pak může být umístěn libovolný počet dílců v jednotlivých elementech **<member>**. Element **<member>** podporuje následující atributy:

- |                   |  |
|-------------------|--|
| <b>id</b>         | • Údaj, který odkazuje na unikátní ID dílce v topologii konstrukce                         |
| <b>bucklingYZ</b> | • Část s vlastnostmi vzpěru. Nepovinná část, pokud není definována, klopení není uvažováno |

Pokud údaje pro dimenzování ocelových prvků nejsou součástí souboru pro programy "Fin 2D" nebo "Fin 3D", musí být geometrie dílce definována pomocí následujících elementů:

- |                         |                                |
|-------------------------|--------------------------------|
| <b>&lt;section&gt;</b>  | • Část s údaji o průřezu       |
| <b>&lt;material&gt;</b> | • Část s vlastnostmi materiálu |
| <b>&lt;load&gt;</b>     | • Část s průběhy vnitřních sil |

Následující části jsou shodné jak pro přímý import XML do programu "Ocel", tak pro import konstrukcí do programů "Fin 2D" nebo "Fin 3D":

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>&lt;buckling&gt;</b>        | • Sekce s parametry vzpěru. Nepovinná část, pokud není definována, vzpěr není uvažován      |
| <b>&lt;lateralBuckling&gt;</b> | • Část s vlastnostmi klopení. Nepovinná část, pokud není definována, klopení není uvažováno |
| <b>&lt;weakening&gt;</b>       | • Nepovinná část, kde lze zadat oslabení průřezu  |
| <b>&lt;stiffeners&gt;</b>      | • Nepovinná část, kde lze zadat příčné výtuhy   |

```

<dimSteel>
  <member id="1" bucklingYZ="true">
    <buckling/>
    <lateralBuckling/>
    <weakening/>
    <stiffeners/>
  </member>
</dimSteel>

```

*Základní struktura údajů pro dimenzování ocelového dílce*

## <buckling>

Tato část obsahuje vlastnosti vzpěru dílce ve směru daném typem posouzení (atribut **"type"**). Jedná se o nepovinnou součást. Pokud není zadána, není se vzpěrem počítáno. Každý posudek vzpěru v daném směru je označen elementem **<buckling>**. Ten podporuje následující atributy:

- |                |   |
|----------------|---|
| <b>type</b>    | • Typ posouzení dle průřezových os. Možné hodnoty: <b>"y"</b> (vzpěr Y), <b>"z"</b> (vzpěr Z)   |
| <b>start</b>   | • Počátek úseku. Pokud není zadáno, je uvažováno jako počátek dílce   |
| <b>end</b>     | • Konec úseku. Pokud není zadáno, je uvažováno jako konec dílce   |
| <b>length</b>  | • Základní délka pro výpočet vzpěru. Pokud není zadáno, je počítáno s délkou úseku  |
| <b>support</b> | • Způsob uložení dílce. Dostupné hodnoty: <b>"jj"</b> (uložení kloub-kloub), <b>"jf"</b> (uložení kloub-vetknutí), <b>"ff"</b> (uložení vetknutí-vetknutí), <b>"user"</b> (nutné zadat hodnotu atributu <b>"k"</b> - součinitele vzpěrné délky) |
| <b>use</b>     | • Nastavení, zda uvažovat vzpěr nebo nikoliv. Možné hodnoty: <b>"true"</b> (uvažovat vzpěr), <b>"false"</b> (neuvažovat vzpěr, pokud není zadáno, je uvažováno jako <b>"true"</b> )   |

```

<member id="1" bucklingYZ="true">
  <buckling type="y" start="3,4" end="4,5" length="5" support="jj" use="true"/>
  <lateralBuckling type="my" start="3,4" length="5" shape="8" position="0,3"

```

## Vlastnosti vzpěru Y

## &lt;lateralBuckling&gt;

Tato část obsahuje vlastnosti klopení dílce ve směru daném typem posouzení (atribut **"type"**). Jedná se o nepovinnou součást. Pokud není zadána, není s klopením počítáno. Každý posudek klopení v daném směru je označen elementem **<lateralBuckling>**. Ten podporuje následující atributy:

- |               |  |
|---------------|--|
| <b>type</b>   | • Typ posouzení dle ohybového momentu. Možné hodnoty: <b>"my"</b> (klopení od momentu $M_y$ ), <b>"mz"</b> (klopení od momentu $M_z$ )   |
| <b>start</b>  | • Počátek úseku. Pokud není zadáno, je uvažováno jako počátek dílce  |
| <b>end</b>    | • Konec úseku. Pokud není zadáno, je uvažováno jako konec dílce  |
| <b>length</b> | • Základní délka pro výpočet klopení. Pokud není zadáno, je počítáno s délkou úseku  |
| <b>shape</b>  | • tvar momentové plochy. Povoleno hodnoty: <b>"1"</b> - <b>"7"</b> (dle tvaru momentové plochy). Pro hodnotu <b>"3"</b> je nutné zadat atribut <b>"ksi"</b> (poměr počátečního a koncového momentu, hodnota je v intervalu $\langle 0, 1 \rangle$ ). Pro hodnoty <b>"4"</b> až <b>"7"</b> je nutné definovat atributy <b>"position"</b> (poloha zatížení po výšce průřezu v intervalu $\langle 0, 1 \rangle$ ), <b>"k"</b> a <b>"kw"</b> (pro oba součinitele jsou možné hodnoty <b>"jj"</b> , tedy uložení kloub-kloub a <b>"ff"</b> , tedy uložení vetknutí-vetknutí). |
| <b>use</b>    | • Nastavení, zda uvažovat klopení nebo nikoliv. Možné hodnoty: <b>"true"</b> (uvažovat klopení), <b>"false"</b> (neuvažovat klopení, pokud není zadáno, je uvažováno jako <b>"true"</b> )  |

```
<buckling type="y" start="3,4" end="4,5" length="5" support="jj" use="true"/>
<lateralBuckling type="my" start="3,4" length="5" shape="8" position="0,3"
k="ff" kw="ff" use="false"/>
<weakening start="3,4" n1="3" a1="2" b1="3" d1="5"/>
```

*Vlastnosti klopení od momentu  $M_y$*

## &lt;weakening&gt;

Tato část obsahuje jednotlivá oslabení dílce. Jedná se o nepovinnou součást. Pokud není zadána, oslabení není uvažováno. Každé oslabení je označeno elementem **<weakening>**. Ten podporuje následující atributy:

- |   |  |
|---|--|
| <b>start</b>  | • Počátek úseku oslabení. Pokud není zadáno, je uvažováno jako počátek dílce   |
| <b>end</b>  | • Konec úseku oslabení. Pokud není zadáno, je uvažováno jako konec dílce   |
| <b>n1, n2, n3, d1, d2, d3, b1, b2, b3, a1, a2, a3</b> | • Geometrické vlastnosti dle okna programu. Pokud nejsou zadány, jsou rovny nule                                       |
| <b>fill1, fill2, fill3</b>                            | • Nastavení, zda je oslabení vyplněno či nikoliv. Možné hodnoty: <b>"true"</b> (vyplněno), <b>"false"</b> (nevyplněno) |

```
k="ff" kw="ff" use="false"/>
<weakening start="3,4" n1="3" a1="2" b1="3" d1="5"/>
<stiffeners start="3,4" av="0,5"/>
</member>
```

*Část oslabení dílce*

## &lt;stiffeners&gt;

Tato část obsahuje jednotlivé úseky s příčnými výztuhami dílce. Jedná se o nepovinnou součást. Pokud není zadána, příčné výztuhy nejsou uvažovány. Každý úsek s výztuhami je označen elementem **<stiffeners>**. Ten podporuje následující atributy:

- |              |   |
|--------------|---|
| <b>start</b> | • Počátek úseku s výztuhami. Pokud není zadáno, je uvažováno jako počátek dílce |
| <b>end</b>   | • Konec úseku s výztuhami. Pokud není zadáno, je uvažováno jako konec dílce     |
| <b>av</b>    | • Vzdálenost příčných výztuh v úseku  |

```
<weakening start="3,4" n1="3" a1="2" b1="3" d1="5"/>
<stiffeners start="3,4" av="0,5"/>
</member>
```

*Část s příčnými výztuhami*

## Import XML pro betonové dílce

Import ve formátu xml lze využít k zadání úloh typu **"Dílec"**. V rámci \*.xml souboru lze zadat libovolný počet dílců. Kromě

obecných pravidel pro tvorbu XML je třeba respektovat následující doplňující pravidla:

- jméno základního elementu není omezeno (např. <FINE>)
- veškeré hodnoty se zadávají v základních jednotkách soustavy SI
- úhly se zadávají ve stupních

## Struktura souboru

XML soubor může obsahovat obecné vlastnosti projektu definované v elementu **<header>**. Údaje o dílcích jsou umístěny v elementu **<dimConcrete>**. Každý dílec v části **<dimConcrete>** je definován vlastním elementem **<member>**. Ten podporuje následující atributy:

<b>name</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Název dílce, povinný údaj</li> </ul>
<b>length</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Délka dílce, povinný údaj, nezadává se v návaznosti na programy "Fin 2D" a "Fin 3D"</li> </ul>
<b>kind</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Typ prvku, povinný údaj. Může mít hodnoty "beam" (nosník), "column" (sloup), "slab" (deska), "wall" (stěna)</li> </ul>
<b>aeration</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nastavení, zda je provzdušnění betonu vyšší než 4%. Možné hodnoty: "true", "false", pokud není zadáno, je uvažováno jako "false"</li> </ul>
<b>dg</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Průměr největšího kameniva, nepovinný údaj, pokud není zadáno, uvažuje se hodnota 0,016</li> </ul>
<b>bucklingMethod</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metoda výpočtu vzpěru. Možné hodnoty: "stiffness" - metoda založená na nominální tuhosti, "curvature" - metoda založená na nominální křivosti. Nepovinné, výchozí hodnota je "stiffness".</li> </ul>
<b>reinforcementCompressed</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uvažovat tlačnou výztuž. Možné hodnoty: "true", "false", pokud není zadáno, je uvažováno jako "true"</li> </ul>

Element **<member>** může obsahovat následující části:

<b>&lt;section&gt;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sekce, která obsahuje průřez dílce. Nezadává se v návaznosti na programy "Fin 2D" a "Fin 3D"</li> </ul>
<b>&lt;material&gt;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Část, v které lze definovat třídu betonu. Nezadává se v návaznosti na programy "Fin 2D" a "Fin 3D"</li> </ul>
<b>&lt;materialReinforcementLongitudinal&gt;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zadání materiálu podélné výztuže</li> </ul>
<b>&lt;materialReinforcementTransverse&gt;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zadání materiálu příčné výztuže</li> </ul>
<b>&lt;environment&gt;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Třída prostředí</li> </ul>
<b>&lt;creep&gt;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vlastnosti dotvarování</li> </ul>
<b>&lt;load&gt;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zatížení dílce. Nezadává se v návaznosti na programy "Fin 2D" a "Fin 3D"</li> </ul>
<b>&lt;imperfection&gt;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vliv imperfekce</li> </ul>
<b>&lt;buckling&gt;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vlastnosti vzpěru</li> </ul>
<b>&lt;cover&gt;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Výpočet krytí</li> </ul>
<b>&lt;reinforcement/&gt;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Podélná výztuž</li> </ul>
<b>&lt;transversereinforcement/&gt;</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Příčná výztuž</li> </ul>

```

<FINE>
  <header/>
  <dimConcrete>
    <member>
      <section>
      <material/>
      <materialReinforcementLongitudinal/>
      <materialReinforcementTransverse/>
      <environment/>
      <creep/>
      <load/>
      <imperfection/>
      <buckling/>
      <cover/>
      <reinforcement/>
      <transversereinforcement/>
    </member>
  </dimConcrete>
</FINE>

```

*Ukázka struktury souboru*

## <materialReinforcementLongitudinal>, <materialReinforcementTransverse>

Tyto části obsahují informace o materiálu podélné (element <materialReinforcementLongitudinal>) a příčné (element <materialReinforcementTransverse>) výztuže. Jedná se o povinnou součást XML souboru. Tyto části musejí obsahovat atribut "type", který určuje třídu materiálu výztuže. Tento atribut může nabývat následujících hodnot:

Název materiálu	Hodnota pro XML
EN 10025: Fe 360	CS_EC2_10505R
EN 10025: Fe 430	CS_EC2_10425V
EN 10025: Fe 510	CS_EC2_KARIW
prEN 10113: Fe E 275	CS_EC2_MeshSZ
prEN 10113: Fe E 355	CS_EC2_B420
EN 10210-1: S 235	CS_EC2_B500
EN 10210-1: S 275	CS_EC2_B550

```
<material type='CO_EC2_C45' />
<materialReinforcementLongitudinal type='CS_EC2_B500' />
<materialReinforcementTransverse type='CS_EC2_B420' />
<environment xc='2' xa='1' />
```

*Materiály výztuže v xml souboru*

## <environment>

Tato část obsahuje vlastnosti prostředí, v kterém bude konstrukce použita. Jedná se o nepovinnou součást, která je uvedena elementem <environment>. Ten podporuje následující atributy:

- xc** • Vliv karbonatace, povolené hodnoty jsou "1" až "4"
- xd** • Vliv chloridů, povolené hodnoty jsou "1" až "3"
- xs** • Vliv chloridů z mořské vody, povolené hodnoty jsou "1" až "3"
- xf** • Vliv střídavého působení mrazu, povolené hodnoty jsou "1" až "4"
- xa** • Vliv chemického působení, povolené hodnoty jsou "1" až "3"

```
<materialReinforcementTransverse type='CS_EC2_B420' />
<environment xc='2' xa='1' />
<creep t0='30' t='30000' rh='0.6' u='1' />
```

*Část <environment>*

## <creep>

Tato část obsahuje vlastnosti dotvarování. Jedná se o nepovinnou součást, která je uvedena elementem <creep>. Ten podporuje následující atributy:

- t0** • počátek zatěžování ve dnech, pokud není zadáno, je použita hodnota 28
- t** • konec zatěžování ve dnech, pokud není zadáno, je použita hodnota 29200
- rh** • relativní vlhkost vzduchu <0, 1>, výchozí hodnota je 0,5
- u** • obvod prvku ve styku se vzduchem, pokud není uvedeno, je uvažován celý obvod průřezu

```
<environment xc='2' xa='1' />
<creep t0='30' t='30000' rh='0.6' u='1' />
<load title='Kombinace 1' secondOrder='true'
```

*Část <creep>*

## <load>

Informace o zatěžovacím případě jsou uspořádány v elementu <load>. Pokud se v konstrukci vyskytuje více zatěžovacích případů, je třeba zadat odpovídající počet elementů <load>. Ten podporuje následující atributy:

- title** • název, povinné
- secondOrder** • Nastavení určující, že vnitřní síly jsou získány dle teorie druhého řádu (v dalších výpočtech již není uvažován vliv vzpěru). Možné hodnoty: "true" (vnitřní síly dle teorie druhého řádu), "false" (vnitřní síly dle prvního řádu). Pokud není zadáno, tak se uvažuje "false", nepovinné
- combinationKind** • Typ kombinace, možné hodnoty: "basic", "characteristic", "frequent", "quasipermanent"

**QPCoef** • koeficient trvání zatížení rozsah  $\langle 0,1 \rangle$ , pokud není zadáno je uvažována hodnota  $1,0$

Průběh vnitřních sil je definován pomocí elementů **<force>**. Tyto elementy definují hodnoty sil v jednotlivých bodech dílce. K definici polohy a vnitřních sil slouží následující atributy:

<b>x</b>	• Poloha měřená od počátku dílce, povinné
<b>N</b>	• Hodnota normálové síly
<b>Vy</b>	• Hodnota posouvající síly ve směru osy <i>y</i>
<b>Vz</b>	• Hodnota posouvající síly ve směru osy <i>z</i>
<b>My</b>	• Hodnota ohybového momentu kolem osy <i>y</i>
<b>Mz</b>	• Hodnota ohybového momentu kolem osy <i>z</i>
<b>T</b>	• Hodnota kroutícího momentu

Dopočet mezilehlých hodnot sil se řídí pravidly, které používá program při běžném zadávání. Pokud je hodnota síly či momentu zadána ve formátu **"1230;1350"**, jedná se hodnoty zleva a zprava v daném bodě (vznikne skok v průběhu).

```
<creep t0='30' t='30000' rh='0.6' u='1' />
<load title='Kombinace 1' combinationKind='basic' loadcaseKind=''>
  <force x='0' N='12100' Vy='12000' My='3000' />
  <force x='5,1' N='12300;13500' />
  <force x='11,2' N='13400' Vz='11' />
</load>
<imperfection start="3,4" end="4,5" length="5" use="true" />
```

*Zatěžovací případ se zadaným průběhem vnitřních sil*

## <imperfection>

Tato část obsahuje nastavení zohledňující vliv imperfekce konstrukce. Jedná se o nepovinnou součást. Pokud není zadána, s vlivem imperfekcí není uvažováno. Každý úsek s vlivem imperfekce je označen elementem **<imperfection>**. Ten podporuje následující atributy:

<b>start</b>	• Počátek úseku, kde se započítává vliv imperfekce. Pokud není zadáno, je uvažováno jako počátek dílce
<b>end</b>	• Konec úseku, kde se započítává vliv imperfekce. Pokud není zadáno, je uvažováno jako konec dílce
<b>length</b>	• Délka pro uvažování imperfekce - pokud není zadáno je uvažována implicitní hodnota v programu (délka úseku)
<b>use</b>	• Nastavení, zda uvažovat imperfekci. Možné hodnoty: <b>"true"</b> (uvažovat), <b>"false"</b> (neuvažovat). Pokud není zadáno, uvažuje se hodnota <b>"true"</b> .

```
</load>
<imperfection start="3,4" end="4,5" length="5" use="true" />
<buckling type="y" start="3,4" end="4,5" length="5" support="jj" />
```

*Část <imperfection>*

## <buckling>

Tato část obsahuje vlastnosti vzpěru dílce ve směru daném typem posouzení (atribut **"type"**). Jedná se o nepovinnou součást. Pokud není zadána, není se vzpěrem počítáno. Každý posudek vzpěru v daném směru je označen elementem **<buckling>**. Ten podporuje následující atributy:

<b>type</b>	• Typ posouzení dle průřezových os. Možné hodnoty: <b>"y"</b> (vzpěr Y), <b>"z"</b> (vzpěr Z)
<b>start</b>	• Počátek úseku. Pokud není zadáno, je uvažováno jako počátek dílce
<b>end</b>	• Konec úseku. Pokud není zadáno, je uvažováno jako konec dílce
<b>length</b>	• Základní délka pro výpočet vzpěru. Pokud není zadáno, je počítáno s délkou úseku
<b>support</b>	• Způsob uložení dílce. Dostupné hodnoty: <b>"jj"</b> (uložení kloub-kloub), <b>"jf"</b> (uložení kloub-vetknutí), <b>"ff"</b> (uložení vetknutí-vetknutí), <b>"f"</b> (uložení typu konzola), <b>"fp"</b> (uložení vetknutí-posuvné vetknutí), <b>"user"</b> (nutné zadat hodnotu atributu <b>"beta"</b> - součinitele vzpěrné délky), <b>"braced"</b> (ztužená konstrukce), <b>"unbraced"</b> (neztužená konstrukce)
<b>use</b>	• Nastavení, zda uvažovat vzpěr nebo nikoliv. Možné hodnoty: <b>"true"</b> (uvažovat vzpěr), <b>"false"</b> (neuvažovat vzpěr), pokud není zadáno, je uvažováno jako <b>"true"</b>

```
<imperfection start="3,4" end="4,5" length="5" use="true" />
<buckling type="y" start="3,4" end="4,5" length="5" support="jj" use="true" />
<cover class='s3' life80='true' life100='true' slab='true' quality='true' />
```



## Část &lt;buckling&gt;

## &lt;cover&gt;

Tato část obsahuje parametry ovlivňující výpočet krytí výztuže. Může obsahovat následující atributy:

<b>class</b>	• Třída konstrukce. Možné hodnoty: "s1", "s2", "s3", "s4", "s5", "s6", pokud není zadáno, je uvažováno jako "s4"
<b>life80</b>	• Návrhová životnost větší než 80 let. Možné hodnoty: "true", "false", pokud není zadáno, je uvažováno jako "false"
<b>life100</b>	• Návrhová životnost větší než 100 let. Možné hodnoty: "true", "false", pokud není zadáno, je uvažováno jako "false"
<b>slab</b>	• Nastavení, zda se jedná o deskovou konstrukci. Možné hodnoty: "true", "false", pokud není zadáno, je uvažováno jako "false"
<b>quality</b>	• Speciální kontrola kvality. Možné hodnoty: "true", "false", pokud není zadáno, je uvažováno jako "false"
<b>abrasion</b>	• Třída obrusu, možné hodnoty: "XM1", "XM2", "XM3", pokud není uvedeno, není obrus uvažován
<b>surface</b>	• Korekce pro nerovný povrch, pokud není zadáno, uvažuje se 0
<b>cgama</b>	• Přídavná bezpečnostní složka krytí $\Delta c_{dur,y}$ , pokud není zadáno, uvažuje se 0
<b>cst</b>	• Korozivzdorná výztuž $\Delta c_{dur,st}$ , pokud není zadáno, uvažuje se 0
<b>cadd</b>	• Přídavná ochrana výztuže $\Delta c_{dur,add}$ , pokud není zadáno, uvažuje se 0
<b>cdev</b>	• Přídavek pro návrhovou odchylku $\Delta c_{dev}$ , pokud není zadáno, uvažuje se 0
<b>ground</b>	• Charakter podloží, na které je prováděna betonáž. Možné hodnoty: "prepared" (betonáž na upravené podloží), "soil" - betonáž na zeminu, pokud není uvedeno, není parametr uvažován

```
<buckling type="y" start="3,4" end="4,5" length="5" support="jj" use="true"/>
<cover class='s3' life80='true' life100='true' slab='true' quality='true'
abrasion='XM1' surface='0.02' cgama='0.01' cst='0.005' cadd='0.011' cdev='0.015'
ground='prepared'/>
<reinforcement start="3,4" end="4,5" cover='min'>
```

Část &lt;cover&gt;

## &lt;reinforcement&gt;

Tato část obsahuje údaje o vyztužení v jednotlivých úsecích dílce. Každý úsek je definován elementem <reinforcement>. Atributy společné pro všechny typy průřezů jsou:

<b>start</b>	• Počátek úseku. Pokud není zadáno, je uvažováno jako počátek dílce
<b>end</b>	• Konec úseku. Pokud není zadáno, je uvažováno jako konec dílce
<b>cover</b>	• Krytí výztuže. Možné hodnoty: "min" (minimální krytí), "stirrup" (minimální krytí a třmínky), "user" (vlastní hodnota, kterou je nutné zadat atributem "user", pokud není zadáno, tak je uvažováno jako "stirrup")

Další atributy se liší dle typu průřezu:

## Průřezy kromě kruhu a oválu

Pro tyto průřezy element <reinforcement> umožňuje doplnění atributu "positioning", který ovlivňuje rozmístění vložek v řadách výztuže. Možné hodnoty jsou: "even" (generovat stejný rozestup vložek), "side" (vložky umístit co nejvíce ke kraji). Řady výztuže či jednotlivé vložky se vkládají pomocí elementů <row> (řada výztuže) nebo <inlet> (jednotlivé vložky).

Při zadávání řad výztuže pomocí elementů <row> lze využít následující atributy:

<b>kind</b>	• Typ řady, hodnoty: "top" (horní), "bottom" (dolní)
<b>diameter</b>	• Průměr výztuže
<b>distance</b>	• Způsob zadání vzdáleností vložek, hodnota určuje tuto vzdálenost
<b>count</b>	• Způsob zadání počtem vložek, hodnota definuje počet vložek v řadě
<b>cover</b>	• Krytí, pokud není uvedeno, je použito minimální krytí

```
<reinforcement start="3,4" end="4,5" cover='min'>
  <row kind='top' diameter='0.012' distance='0.2'/>
  <row kind='top' diameter='0.012' count='3' cover='0.1'/>
</reinforcement>
```

Část &lt;reinforcement&gt; se dvěma řadami výztuže

Pro zadávání jednotlivých vložek lze použít element **<inlet>**. Zadané řady výztuže jsou v takovém případě ignorovány. Tento element podporuje následující atributy:

- y** • poloha vložky (souřadnice ve směru osy *y* )
- z** • poloha vložky (souřadnice ve směru osy *z* )
- diameter** • průměr vložky

```
</reinforcement>
<reinforcement start="3,4" end="4,5" cover='min'>
  <inlet y='0,08' z='0.23' diameter='0.02' />
  <inlet y='0,22' z='0.23' diameter='0.02' />
</reinforcement>
</member>
```

*Část <reinforcement> se zadanými jednotlivými vložkami*

## Kruhový průřez

V případě kruhového průřezu je výztuž definována následujícími přídatnými atributy elementu **<reinforcement>**:

- top** • generovat vložku nahoru, možné hodnoty: **"true"**, **"false"**, pokud není zadáno, je uvažováno jako **"true"**
- count** • počet vložek
- diameter** • průměr výztuže

## Oválný průřez

V případě oválného průřezu je výztuž definována následujícími přídatnými atributy elementu **<reinforcement>**:

- count1** • počet vložek v oblouku
- diameter1** • průměr výztuže v oblouku
- count2** • počet vložek v rovné části
- diameter2** • průměr výztuže v rovné části

```
</reinforcement>
<reinforcement start="3,4" end="4,5" cover='stirrup' diameter1='0.02'
count1='8' diameter2='0.02' count2='4' />
</member>
```

*Část <reinforcement> pro oválný průřez*

## <transverseReinforcement>

Tato část obsahuje údaje o úseku vyztužení příčnou výztuží. Každý úsek je definován elementem **<transverseReinforcement>**. Podporované atributy jsou:

- start** • Počátek úseku. Pokud není zadáno, je uvažováno jako počátek dílce
- end** • Konec úseku. Pokud není zadáno, je uvažováno jako konec dílce
- diagonalAngle** • sklon tlačené diagonály, pokud není uvedeno, je určeno výpočtem
- ratio\_zd** • poměr  $z/d$ , rozsah (0;1), pokud není uvedeno, je určeno výpočtem

Jednotlivé typy příčné výztuže se zadávají následujícími elementy:

## Obvodové třmínky

Pro zadávání obvodových třmínků slouží element **<boundary>**. Podporuje následující atributy:

- diameter** • průměr třmínků
- distance** • vzdálenost třmínků
- kind** • způsob výpočtu kroucení. Možné hodnoty: **"shear"** (uvažovat pouze pro přenos smyku), **"auto"** (uvažovat pro přenos kroucení automaticky), **"user"** (uvažovat pro přenos kroucení v zadaném poměru, nutné definovat poměr atributem **"ratio"**)

## Svislé spony (vnitřní větve třmínků)

Pro zadávání svislých spon (resp. vnitřních větví třmínků) slouží element **<zstirrups>**. Podporuje následující atributy:

- diameter** • průměr výztuže
- distance** • vzdálenost třmínků, pokud není zadáno, uvažuje se vzdálenost obvodových třmínků
- count** • počet střihů



## Vodorovné spony (vnitřní větve třmínků)

Pro zadávání vodorovných spon (resp. vnitřních větví třmínků) slouží element **<ystrirups>**. Podporuje následující atributy:

<b>diameter</b>	• průměr výztuže
<b>distance</b>	• vzdálenost třmínků, pokud není zadáno, uvažuje se vzdálenost obvodových třmínků
<b>count</b>	• počet střihů

## Svislé ohyby

Pro zadávání svislých ohybů slouží element **<zbends>**. Podporuje následující atributy:

<b>diameter</b>	• průměr ohybů
<b>distance</b>	• vzdálenost ohybů, pokud není zadáno, uvažuje se jeden ohyb
<b>count</b>	• počet střihů
<b>angle</b>	• sklon ohybů

## Vodorovné ohyby

Pro zadávání vodorovných ohybů slouží element **<ybends>**. Podporuje následující atributy:

<b>diameter</b>	• průměr ohybů
<b>distance</b>	• vzdálenost ohybů, pokud není zadáno, uvažuje se jeden ohyb
<b>count</b>	• počet střihů
<b>angle</b>	• sklon ohybů

```

</reinforcement>
<transverseReinforcement start="3,4" diagonalAngle='45' ratio_zd='0.9'>
  <boundary diameter='0.012' distance='0.2' />
  <zstirups diameter='0.012' distance='0.2' count='2' />
  <ystrirups diameter='0.012' distance='0.2' count='2' />
  <zbends diameter='0.012' distance='0.2' count='2' angle='45' />
  <ybends diameter='0.012' distance='0.2' count='2' angle='45' />
</transverseReinforcement>
</member>

```

Část **<transverseReinforcement>** s různými typy smykové výztuže

## Režimy zadávání a výpočet

### Program Fin 2D

Program **"Fin 2D"** slouží k výpočtu vnitřních sil rovinných prutových konstrukcí metodou konečných prvků. Jednotlivé prvky konstrukce lze posoudit v dimenzačních programech FIN EC a výsledky zpětně zobrazit ve **"Fin 2D"**.

Uživatelské rozhraní programu se skládá z pracovní plochy, ovládacího stromečku, hlavního menu, zadávacího rámu a nástrojových lišt. Tvorba výstupní dokumentace probíhá v okně **"Tisk a export dokumentu"**, které je přístupné z ovládací lišty **"Soubory"** nebo z části **"Soubor"** hlavního menu.

### Ovládací stromeček


Ovládací stromeček v levé části okna obsahuje všechny nástroje pro zadávání a výpočet konstrukcí. Je rozdělen do následujících částí:

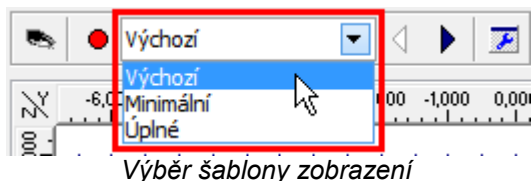
- **Topologie** - Slouží k zadávání tvaru konstrukce
- **Zatížení** - Obsahuje nástroje pro zadání zatížení
- **Výpočet** - Spouští výpočet vnitřních sil
- **Výsledky** - Slouží k prohlížení výsledků výpočtu a k posouzení jednotlivých konstrukčních prvků v dimenzačních programech

Spodní část ovládacího stromečku obsahuje tlačítka pro vkládání a správu obrázků do tiskových dokumentů. V jakémkoliv režimu je možné zobrazení konstrukce na pracovní ploše uložit jako obrázek a následně ho využít při sestavování výstupní dokumentace. Obrázky se automaticky aktualizují, po změně konstrukce tak výsledný obrázek v dokumentu zobrazuje vždy aktuální podobu projektu včetně aktuálních výsledků. Nový obrázek do seznamu lze přidat pomocí tlačítka **"Přidat obrázek"**. Po zmáčknutí tohoto tlačítka se zobrazí okno **"Vlastnosti obrázku"**, kde lze pro daný obrázek určit základní parametry jako popis, orientace, orámování nebo umístění ve struktuře dokumentu. Obrázky lze dále upravovat v okně **"Seznam obrázků"**, které lze spustit stejnojmenným tlačítkem.

## Pracovní plocha

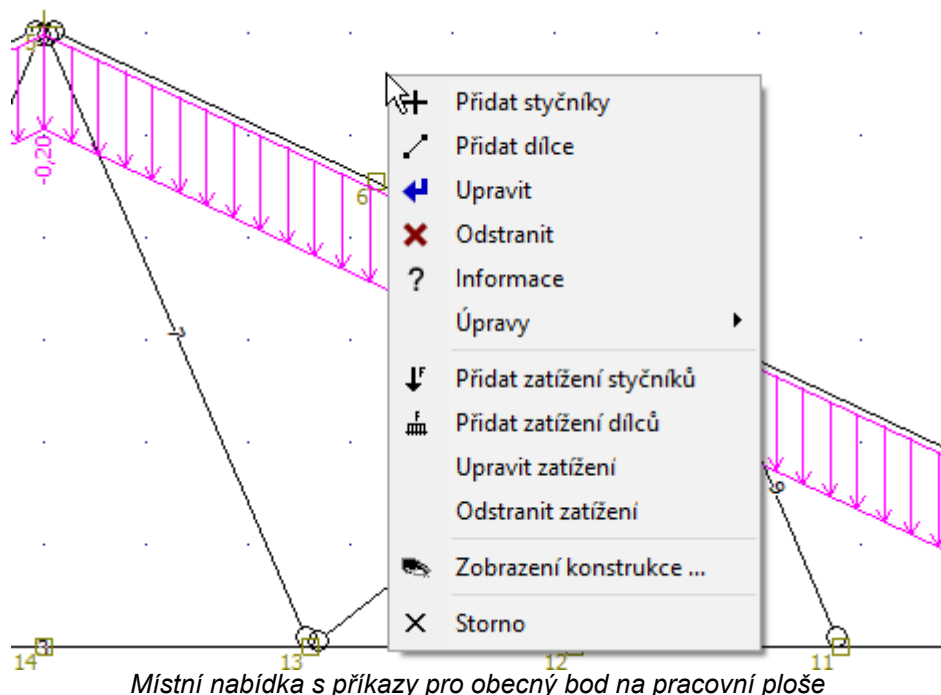
Pracovní plocha slouží jednak k zobrazení náhledu na konstrukci, jednak ke grafickému zadávání resp. úpravě jednotlivých prvků. Způsob zobrazení konstrukce lze měnit v dialogovém okně "**Nastavení kreslení**", které lze vyvolat

tlačítkem  v nástrojové liště v záhlaví pracovní plochy. Aktuální styl zobrazení konstrukce na pracovní ploše lze uložit a opětovně vyvolat pomocí šablon. Práce se šablonami je popsána [zde](#).



Výběr šablony zobrazení

Při práci na pracovní ploše je možné využít místní nabídky (kontextového menu), která se objeví po kliknutí pravým tlačítkem myši. Toto menu obsahuje nejčastěji používané příkazy, které lze takto spustit bez nutnosti použití ovládacího stroměčku. Rozsah příkazů v místní nabídce se liší dle místa otevření místní nabídky. Místní nabídka pro styčníky, dílce a obecný bod v ploše se liší. Stejně tak místní nabídka rozšířena o nástroje pro práci s vybranými prvky, pokud jsou v konstrukci vybrány nějaké styčníky či dílce (zvýrazněny zelenou barvou na pracovní ploše).



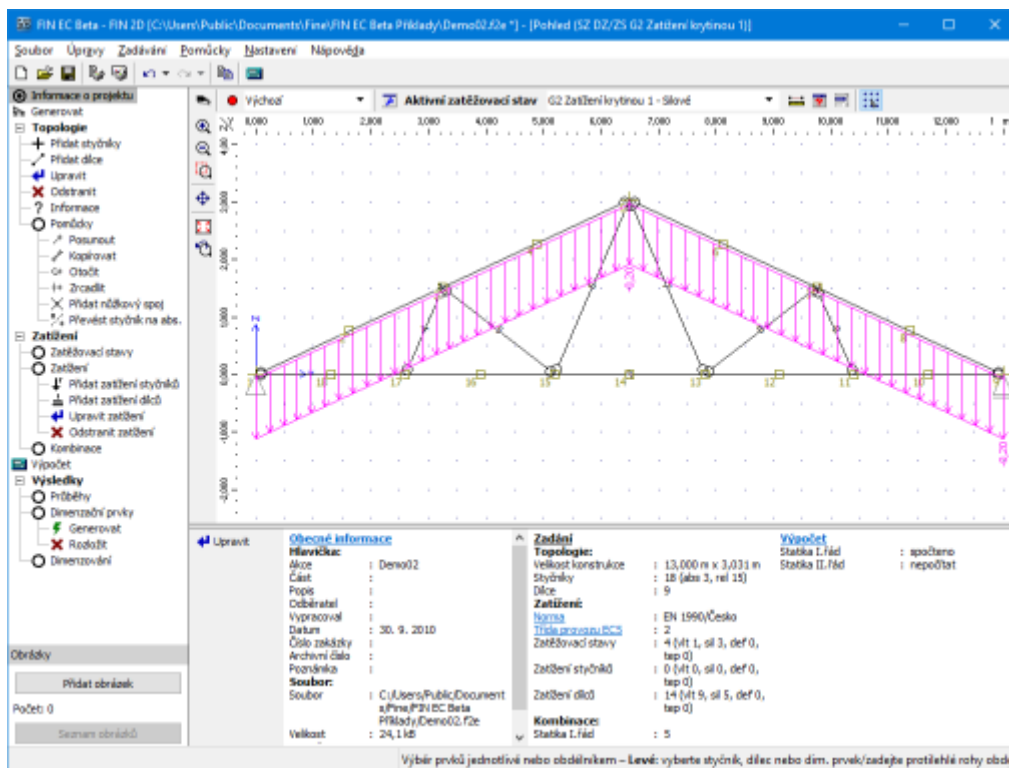
Místní nabídka s příkazy pro obecný bod na pracovní ploše

## Hlavní menu

Hlavní menu obsahuje kompletní přehled ovládacích funkcí programu. Kromě příkazů obsažených též v ovládacím stroměčku obsahuje též doplňkové nástroje, které usnadňují práci s programem. Tyto nástroje jsou umístěné v části "**Pomůcky**".

## Zadávací rám

Zadávací rám v základním zobrazení obsahuje základní výpočetní informace (počty elementů, zatěžovacích stavů apod.), stav posouzení a též údaje z dialogového okna "**Informace o projektu**", které se používají při sestavování výstupní dokumentace. Tyto údaje lze změnit pomocí tlačítka "**Upravit**".



Základní obrazovka programu Fin 2D

## Topologie

Konstrukci lze v programu Fin 2D zadávat následujícími způsoby:

- **Přímé zadávání konstrukce** - Základní postup zadávání konstrukce a zatížení. Tvar konstrukce se zadává pomocí jednotlivých styčníků a dílců. Zatížení konstrukce je uspořádáno do **zatěžovacích stavů** a **zatěžovacích kombinací**, může být zadáno buď formou styčnickového zatížení nebo dílcového zatížení.
- **Generátor 2D konstrukcí** - Nejběžnější typy konstrukcí (základní typy vazníků, hambalkové krovy, obloukové konstrukce, rámy) lze pomocí interního průvodce pro tvorbu konstrukcí. Tímto způsobem je možné rychle zadat nejenom topologii konstrukce, ale též parametry prvků a zatížení. Funkce tohoto průvodce jsou podrobně popsány v kapitole "**Generátor 2D konstrukcí**".
- **Import konstrukce z formátu \*.dxf** - Tvar (topologii) konstrukce je též možné načíst pomocí souboru ve formátu \*.dxf. Dialogové okno "**Import dxf**" pro načtení topologie je dostupné v hlavním menu programu, v části "**Soubor**", "**Import**".

Výše uvedené způsoby zadávání je možné libovolně kombinovat (zadat základ konstrukce pomocí generátoru či importem a poté upravit vhodnými nástroji).

## Způsob zadávání a editace

Způsoby zadávání, úpravy a mazání prvků jsou popsány v následujících kapitolách:

- **Zadáání prvků**
- **Úpravy prvků**
- **Odstranění prvků**

Pro usnadnění modelování jsou v části "**Pomůcky**" ovládacího stroměčku umístěny nástroje pro hromadné manipulace s prvky konstrukce (kopírování, posun zrcadlení apod.).

## Typy prvků

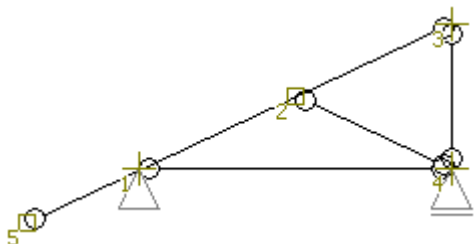
Konstrukce se v programu Fin 2D skládají ze styčníků a dílců.

**Styčníky** jsou bezrozměrné geometrické útvary (body) v rovině, které modelují jednotlivé styky prutových prvků (dílců). Kromě jejich využití jako vztažných bodů při zadávání dílců je lze též použít pro podepření konstrukce či zadání bodového zatížení. Taktéž představují místa, v kterých jsou stanoveny přesné hodnoty vnitřních sil a deformací. V programu jsou rozlišeny dva základní typy styčníků: **absolutní** a **relativní**. Zvláštním druhem relativního styčnicku je **nůžkový spoj**, který lze zadat na průsečíku dvou dílců.

**Absolutní styčníky** jsou styčníky, které mají polohu zadánu souřadnicemi  $[Y, Z]$  v globálním **souřadném systému**. Jejich polohu lze libovolně měnit úpravou samotných souřadnic. Absolutní styčníky většinou slouží k vytvoření základního tvaru konstrukce (umožňují vytvoření zalomení obrysu). V konstrukci jsou označeny křížkem.

**Relativní styčníky** mají polohu určenou vůči vztažnému dílci. Poloha na dílci je určena vzdáleností od počátečního či

koncového styčnicku dílce. Vzdálenost může být zadána v jednotkách délky (metrech) či jako poměrná (v procentech délky dílce). Relativní styčníky mohou být umístěny jak na úsečce mezi vztažnými styčníky dílce (tj. mezi počátkem a koncem), tak vně této úsečky. V tomto případě je však nutné zadat vzdálenost od vztažného styčnicku s opačným znaménkem.



*Přesah tvořený rel. styčníkem č.5 umístěným před vztažným styčníkem dílce (styčník č.1)*

Polohu styčnicku lze měnit pouze ve směru **lokální osy** vztažného dílce. Relativní styčníky se nejčastěji používají u příhradových konstrukcí při modelování styčnicků napojení vnitřních prutů na obvodové dílce. V konstrukci jsou styčníky označeny čtverečkem.

Rozdíl mezi absolutními a relativními styčníky je popsán též v kapitole "**Převod relativního styčnicku na absolutní**".

Zvláštním typem relativních styčnicků jsou **nůžkové spoje**, které mají dva referenční dílce. Poloha těchto styčnicků je jednoznačně dána křížením referenčních dílců. Slouží ke kloubovému propojení dvou dílců v místě křížení.

**Dílec** je určen počátečním a koncovým styčníkem, vlastnostmi průřezu a materiálu. Průřezové a materiálové charakteristiky mohou být získány výběrem z databází průřezů a materiálů, číselným zadáním nebo importem z programů "**Průřez**" a "**Výseč**".

Do krajních styčnicků je dílec připojen třemi vazbami (dva posuny a jedno natočení). Každá z těchto vazeb může být uvolněna nebo nahrazena pružinou.

Každý dílec obsahuje lokální **souřadný systém**, který slouží k zadávání relativních styčnicků a zatížení. Počátkem lokálního souřadného systému je počáteční styčník dílce, směr lokální osy 1 je dán směrem od počátečního ke koncovému styčníku dílce.

V programu Fin 2D jsou rozlišeny dva základní typy dílců: "**Nosník**" a "**Nosník na podloží**". "**Nosník**" je základní typ dílce představující tyčový prvek lokálně podepřený ve styčnicích. "**Nosník na podloží**" je prutový prvek po délce spojitě podepřený pružným prostředím (například základové pásy).

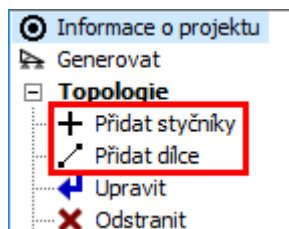
O styčnicích a dílcích pojednává též kapitola "**Konstrukční prvky**" teoretické části nápovědy.

## Zadávání prvků

Styčníky a dílce je možné do konstrukce vkládat graficky na pracovní ploše nebo číselně pomocí tabulky v zadávacím rámu.

### Grafické zadávání

Styčníky a dílce lze graficky vkládat na pracovní ploše po výběru odpovídajícího režimu ("**Přidat styčníky**" nebo "**Přidat dílce**") v ovládacím stroměčku.



*Výběr režimu pro grafické zadávání prvků*

Při zadávání **styčnicků** se nejprve objeví nové dialogové okno "**Prototyp styčnicku**". Toto okno umožňuje nastavit typ podepření vkládaných styčnicků a též způsob zadávání, který bude použit pro nové relativní styčníky. Na výběr jsou dvě možnosti:

- **Relativní styčník umístěn myší** - poloha relativního styčnicku na dílci bude převzata z polohy kurzoru
- **Relativní styčník podle vzoru** - poloha relativního styčnicku na dílci bude určena nastavením "**Geometrie relativního styčnicku**" v prototypu styčnicku. Zadávání kurzorem slouží pouze k výběru referenčního dílce.

Při prvním otevření okna "**Prototyp styčnicku**" je nutné zadání vlastností potvrdit tlačítkem "**OK**". Následně je okno zobrazováno přímo v dolní tabulce, kde lze vlastnosti průběžně upravovat.

Ukotvení vlastností prototypu styčníku v zadávacím rámu

Samotné zadávání styčnicků probíhá na pracovní ploše. Program při vkládání využívá automatické zarovnání do mřížky. V okně "**Možnosti**" (dostupné v hlavním menu v části "**Nastavení**") lze zarovnání do mřížky upravit či zcela vypnout. Pokud je zarovnání do mřížky aktivní, lze vložit styčník mimo mřížku tak, že při vkládání styčníku zároveň držíme klávesu "**Ctrl**". V opačném případě (zarovnání je v "**Možnostech**" vypnuto) zadání se stisknutou klávesou "**Ctrl**" vloží styčník zarovnaný do mřížky. Pokud je styčník vložen do místa, kde leží některý z dílců, je styčník automaticky vozen jako relativní. V opačném případě je vložen jako absolutní.

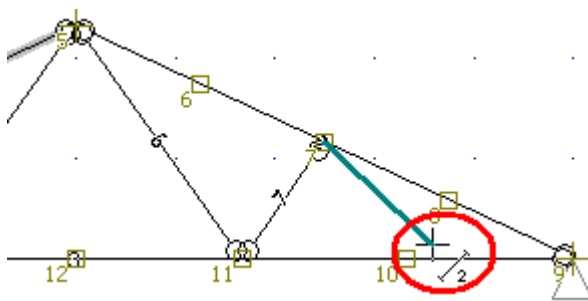
Při zadávání je možné využít zadávací pole v dolní části stromečku, kde je možné zadat přesné souřadnice styčníku. Do zadávacích polí se lze dostat pomocí kurzoru myši nebo přímo vstupními klávesami "**y**" a "**z**". Například výraz  $y_{2z1,3}$  vyplní do kolonky "**Y**" hodnotou "**2**" a do kolonky "**Z**" hodnotou "**1,3**".

Zadávací pole v dolní části stromečku

Zadávání **dílců** je založeno na obdobných principech jako zadávání dílců. Při prvním přepnutí do režimu "**Přidat dílec**" se objeví dialogové okno "**Prototyp dílce**". Toto okno umožňuje nastavit vlastnosti (profil, průřez, materiál, uložení), které budou přiřazeny nově vkládaným dílcům (možno načíst z konstrukce). Údaje odpovídají parametrům v dialogovém okně "**Vlastnosti dílce**". Zároveň se zobrazí též "**Prototyp styčníku**", který obsahuje parametry podepření nově vkládaných styčnicků (počátku a konců dílců). Následně je okno ukotveno v zadávacím rámu, kde lze vlastnosti dílce i podepření během zadávání průběžně měnit.

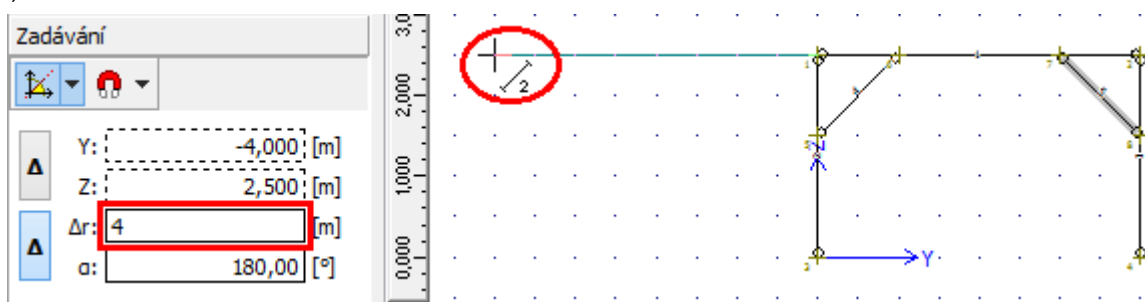
### Prototyp dílce ukotvený v zadávacím rámu

Samotné zadávání probíhá kliknutím na místo počátku dílce a následně kliknutím na místo, kde by měl být dílec ukončen. Při zadávání počátku je u kurzoru zobrazena číslice "1" (první styčník určující dílec), při zadávání konce je zobrazena číslice "2" (druhý styčník určující dílec).



Zadávání dílce na pracovní ploše

Zadávání počátečního styčníku dílce probíhá shodně jako přidávání styčníku do konstrukce. Koncový bod dílce lze zadat obdobně. Nejjednodušším způsobem zadání konce je namířit kurzorem ve směru budoucího dílce a zadání jeho délky klávesnicí. Hodnota se automaticky vepíše do zadávacího pole pro délku dílce " $\Delta r$ ". Zadání je nutné potvrdit klávesou "Enter". Program automaticky nabízí přichytávání k násobkům úhlu  $45^\circ$ . Toto chování lze upravit (vypnout či změnit na násobky  $30^\circ$ ) tlačítkem .

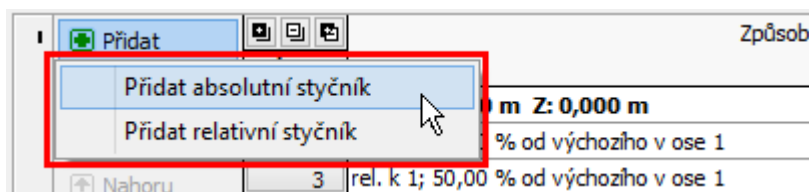


Výběr směru dílce kurzorem myši na ploše a zadání délky dílce klávesnicí

Kromě výše uvedeného základního způsobu zadání koncového bodu dílce je možné využít přichytávání ke stávajícím styčníkům a významným bodům (popsáno výše) nebo rozšířené možnosti zadávacích polí. Dvojice políček "Y" a "Z" umožňují zadat koncový styčník souřadnicemi, pole "r" a "α" slouží k zadání délkou dílce a natočením od osy y. Tlačítka "Δ" před zadávacími poli ovlivňují, zda je zadání souřadnic, respektive délky a natočení, uvažováno vůči počátku souřadného systému nebo vůči počátečnímu styčníku dílce.

### Zadávání v tabulkách

Styčníky a dílce lze zadat též pomocí tabulek, které se nacházejí ve spodní části hlavního okna, pokud je ovládací stroměček přepnutý do režimu "Topologie". V případě styčníků zadávání probíhá v dialogovém okně "Vlastnosti absolutního styčníku" respektive "Vlastnosti relativního styčníku", které lze vyvolat tlačítkem "Přidat" v nástrojové liště tabulek. Po stisknutí tohoto tlačítka je nutné zvolit jednu z variant "Přidat absolutní styčník" nebo "Přidat relativní styčník". Pokud není zadán ani jeden dílec, nelze zadávat relativní styčníky.



Výběr typu styčníku při číselném zadávání

Dílec lze zadat obdobným způsobem v tabulce dílců. V dialogovém okně, které je shodné s oknem "Vlastnosti dílce", se zadávají počáteční a koncový styčník, průřez, materiál a způsob uložení.

### Úpravy prvků

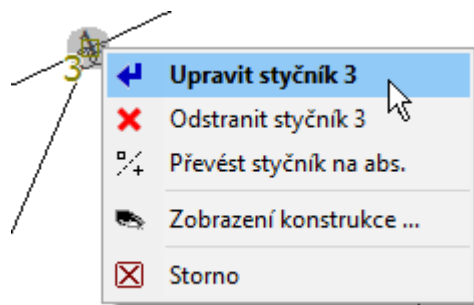
Vlastnosti styčníků a dílců lze dále libovolně upravovat. Úpravy lze provádět jak jednotlivě tak hromadně pro skupinu vybraných styčníků.

### Přímá úprava na pracovní ploše

Vlastnosti libovolného styčníku či dílce lze kdykoliv upravit dvojklikem levým tlačítkem myši nad potřebným prvkem. Tato



operace otevře odpovídající dialogové okno ("**Vlastnosti absolutního styčnicku**" respektive "**Vlastnosti relativního styčnicku**" pro styčníky nebo "**Vlastnosti dílce**" pro dílce). Alternativní způsob, který je použitelný v jakékoliv části preprocesoru (části "**Topologie**" a "**Zatížení**" ovládacího stromečku), je otevření odpovídajícího dialogového okna pro úpravu z místní nabídky zvoleného prvku. Místní nabídku styčnicku či dílce lze vyvolat kliknutím pravým tlačítkem myši po najetí kurzoru nad prvek či do jeho okolí.



Místní nabídka pro styčník

V případě použití tabulky lze okno pro úpravu styčnicku vyvolat dvojklikem na řádek s příslušným styčnickem. Alternativně stačí jednoduché kliknutí na řádek (styčník se stane aktivní a zvýrazní se tučným písmem) a následně tlačítko "**Upravit**".

### Grafický režim "Upravit"

V ovládacím stromečku lze zvolit též režim pro editaci prvků (část "**Topologie**" "**Upravit**"). V tom případě lze jednotlivé styčníky či dílce upravovat přímo kliknutím levým tlačítkem myši na prvek na pracovní ploše. Správná poloha kurzoru nad objektem je signalizována změnou značky kurzoru.



Vzhled kurzoru při úpravě prvku

Režim lze ukončit zvolením jiného režimu či kliknutím pravým tlačítkem myši.

### Úpravy v tabulkách styčnicků a dílců

Prvky lze též upravovat v tabulkách styčnicků a dílců. Tyto tabulky jsou uspořádány do záložek v zadávacím rámu ve spodní části okna. Tlačítko "**Upravit**" se nachází v nástrojové liště vlevo od příslušné tabulky. Tento příkaz upraví vždy aktivní styčník či dílec (zvýrazněn znakem ">" v prvním sloupečku tabulky).

Styčníky ( 18 )		Dílce ( 9 )							
	Přidat			Způsob zadání		Souřadnice		Podepření	
	Upravit	Číslo				Y [m]	Z [m]	P <sub>Y</sub>	P <sub>Z</sub> O <sub>X</sub>
	Odstranit	> 1		abs. Y: 0,000 m Z: 0,000 m		0,000	0,000	✓	✓
		2		rel. k 1; 25,00 % od výchozího v ose 1		1,625	0,758		
	Nahoru	3		rel. k 1; 50,00 % od výchozího v ose 1		3,250	1,516		

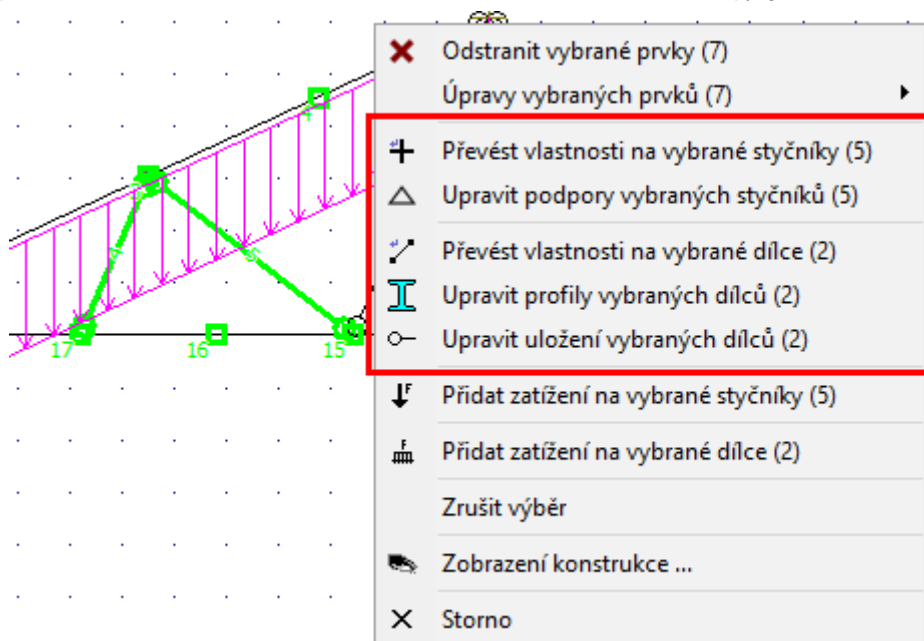
Úprava styčnicku č.1 pomocí tabulky

Alternativou k nástrojové liště je též místní nabídka, kterou lze v tabulce vyvolat pravým tlačítkem myši.

### Hromadné úpravy vybraných styčnicků a dílců

Pokud je třeba změnit vlastnosti více styčnicků najednou, je možné tyto styčníky vybrat a použít jednu z funkcí pro hromadnou úpravu styčnicků. Vybírat lze jak na pracovní ploše, tak v tabulce. Vybrané objekty na pracovní ploše jsou zvýrazněny zelenou barvou, vybrané položky v tabulce pak modrým podbarvením příslušného řádku. Nástroje pro hromadnou úpravu jsou dostupné v místní nabídce, která se zobrazí po kliknutí pravým tlačítkem myši na pracovní ploše (za předpokladu, že konstrukce obsahuje minimálně jeden vybraný prvek).





Nástroje pro hromadné úpravy v místní nabídce pro konstrukci s vybranými prvky

Pro vybrané styčníky lze použít následující nástroje:

- Přenést vlastnosti** • umožňuje překopírování vybraných vlastností od vzorového styčníku
- Upravit podpory** • umožňuje úpravu podpor

Pro vybrané dílce lze použít následující funkce:

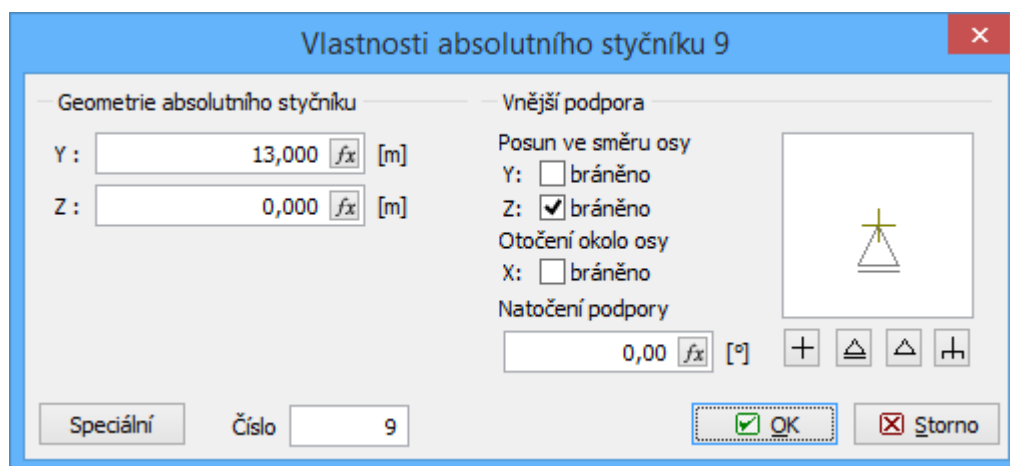
- Přenést vlastnosti** • Umožňuje překopírování vybraných vlastností od vzorového dílce.
- Upravit profily** • Tento nástroj slouží k hromadné úpravě průřezů vybraných dílců. Po přepnutí stromečku do režimu "**Upravit profily**" se zobrazí dialogové okno, ve kterém lze zadat nový průřez a materiál všem vybraným dílcům. Obsah okna je popsán v kapitole "**Editace profilu**".
- Upravit uložení** • Umožňuje úpravu uložení počátku a konce dílce.

Obdobnou místní nabídku lze vyvolat též kliknutím pravým tlačítkem myši na vybrané prvky v tabulkách styčníků či dílců.

## Vlastnosti absolutního styčníku

V tomto okně lze určit či změnit polohu a způsob podepření absolutních styčníků. Poloha styčníků je určena absolutními souřadnicemi  $[Y, Z]$  v globálním **souřadném systému**. Pro přesné stanovení souřadnic lze využít rozšířených funkcí zadávacího pole včetně **pomocného kalkulátoru**.

V pravé části okna v rámu "**Vnější podpora**" je možné změnit parametry podepření. Tyto parametry jsou popsány v kapitole "**Podpory**". Pokud má být styčník podepřen pružně, je možné tento způsob podepření zadat v okně "**Speciální vlastnosti styčníku**", které se spouští tlačítkem "**Speciální**" v levém dolním rohu okna.



Okno "Vlastnosti absolutního styčníku"

## Vlastnosti relativního styčníku

V tomto okně lze určit či změnit polohu a způsob podepření relativních styčníků. Poloha styčníku je dána číslem vztažného









dílce (tj. dílce, na kterém styčnick leží), polohou určenou v metrech či procentech a údajem, zda je poloha určena od počátku či konce dílce.

V pravé části okna v rámu "**Vnější podpora**" je možné změnit parametry podepření. Tyto parametry jsou popsány v kapitole "**Podpory**". Pokud má být styčnick podepřen pružně, je možné tento způsob podepření zadat v okně "**Speciální vlastnosti styčnicku**", které se spouští tlačítkem "**Speciální**" v levém dolním rohu okna.

Okno "Vlastnosti relativního styčnicku"

## Podpory

Podepření styčnicků se skládá ze tří složek: lze bránit podepření ve směru globálních os Y a Z a natočení kolem osy X. Podepření se zadává zaškrtnutím políčka "**bráněno**" u příslušného řádku. Pro jednotlivé typy podepření jsou používány následující značky:

-  • Styčnick není podepřen žádným způsobem
-  • Ve styčnicku je bráněno posunu ve směru osy Y (posuvný kloub s posunem ve svislém směru)
-  • Ve styčnicku je bráněno posunu ve směru osy Z (posuvný kloub)
-  • Ve styčnicku je bráněno posunu ve směru os Y a Z (kloub)
-  • Ve styčnicku je bráněno natočení
-  • Ve styčnicku je bráněno posunu ve směru osy Y a natočení (vetknutí s možností posunu ve svislém směru)
-  • Ve styčnicku je bráněno posunu ve směru osy Z a natočení (vetknutí s možností posunu ve vodorovném směru)
-  • Ve styčnicku je bráněno natočení a posunu ve směru os Y a Z (vetknutí)

Nejčastěji používané druhy podepření (nepodepřený styčnick, posuvný kloub, kloub a vetknutí) lze rychle nastavit pomocí tlačítek pod náhledem styčnicku. Tlačítka jsou označena příslušnými značkami.

Ve vlastnostech podepření lze určit též "**Natočení podpory**". Tohoto údaje je možné použít v případech, kdy je nutné získat reakce v natočeném souřadném systému, případně když je styčnick podepřen v jiném směru než jsou směry hlavních os Y a Z.

Pomocí tlačítka "**Speciální**" lze spustit dialogové okno "**Speciální vlastnosti styčnicku**", které umožňuje zadání nestandardních způsobů podepření, například pružných podpor.

Způsoby podepření jsou popsány v kapitole "**Podpory styčnicků**" teoretické části nápovědy.

Vlastnosti podepření

## Speciální vlastnosti styčnicku

Toto okno umožňuje rozšířené zadávání podepření styčnicků. Kromě volného a pevného podepření je pro všechny směry dostupné též podepření pružné. Pokud je vybráno pružné podepření, je nutné zadat konstantu  $K$ , která vyjadřuje tuhost pružiny.

Tlačítka "Volná", "Pevná" a "Pružná" lze všem směrům hromadně přiřadit odpovídající způsob podepření.

Způsoby podepření jsou popsány v kapitole "**Podpory styčnicků**" teoretické části nápovědy.

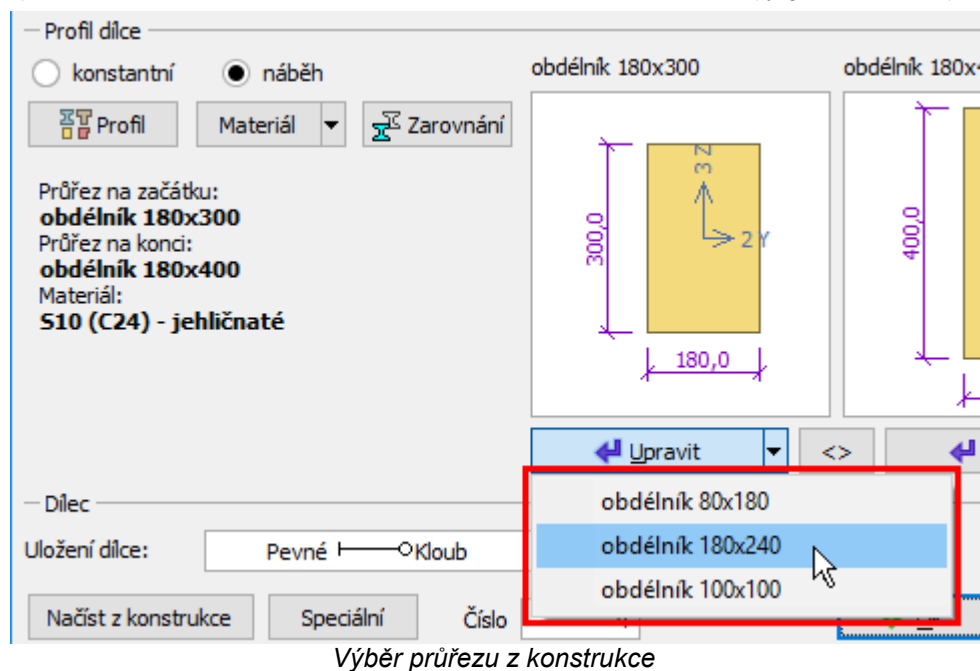
Speciální vlastnosti styčnicku

## Vlastnosti dílce

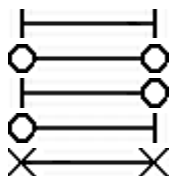
V tomto okně lze zadat či změnit základní vlastnosti dílce: počáteční a koncový styčník, průřez, materiál a způsob uložení. Pomocí tlačítka "Speciální" (levý dolní roh okna) lze zobrazit okno "**Speciálním vlastnostem dílce**", které umožňuje navíc zadat pokročilé parametry výpočtu (nosník na podloží, vliv smyku) a rozšířené možnosti uložení konců (pružné uložení, umožnění posunu ve vybraných směrech).

Poloha dílce je určena číslem počátečního a koncového styčníku. Tyto styčníky lze libovolně měnit. Změnu lze provádět jak výběrem z rozbalovacího seznamu, tak zadáním čísla styčníku na klávesnici. Tlačítko "<>" umožňuje změnu orientace dílce (prohození počátku a konce) při současném zachování umístění styčnicků a zatížení.

V rámu "Profil dílce" lze zvolit, zda se jedná o dílec s konstantním či proměnným průřezem (varianta "náběh"). Profil dílce (tj. průřez a materiál) se zadává v okně "**Editace profilu dílce**", které lze spustit tlačítkem "Profil". Pokud je již profil jednou zadán, je možné jeho vlastnosti změnit přímo tlačítky "Materiál" (změna třídy materiálu v okně "**Katalog materiálů**") a "Upravit" (změna rozměrů zadaného typu průřezu v okně "**Editor průřezu**"). V případě dílce s proměnným průřezem jsou v okně dvě tlačítka "Upravit", jedno pro začátek dílce a druhé pro konec dílce. Tlačítka pro úpravu materiálu a průřezu obsahují rozbalovací menu pro rychlý výběr materiálu či průřezu ze seznamu již existujících materiálů či průřezů.



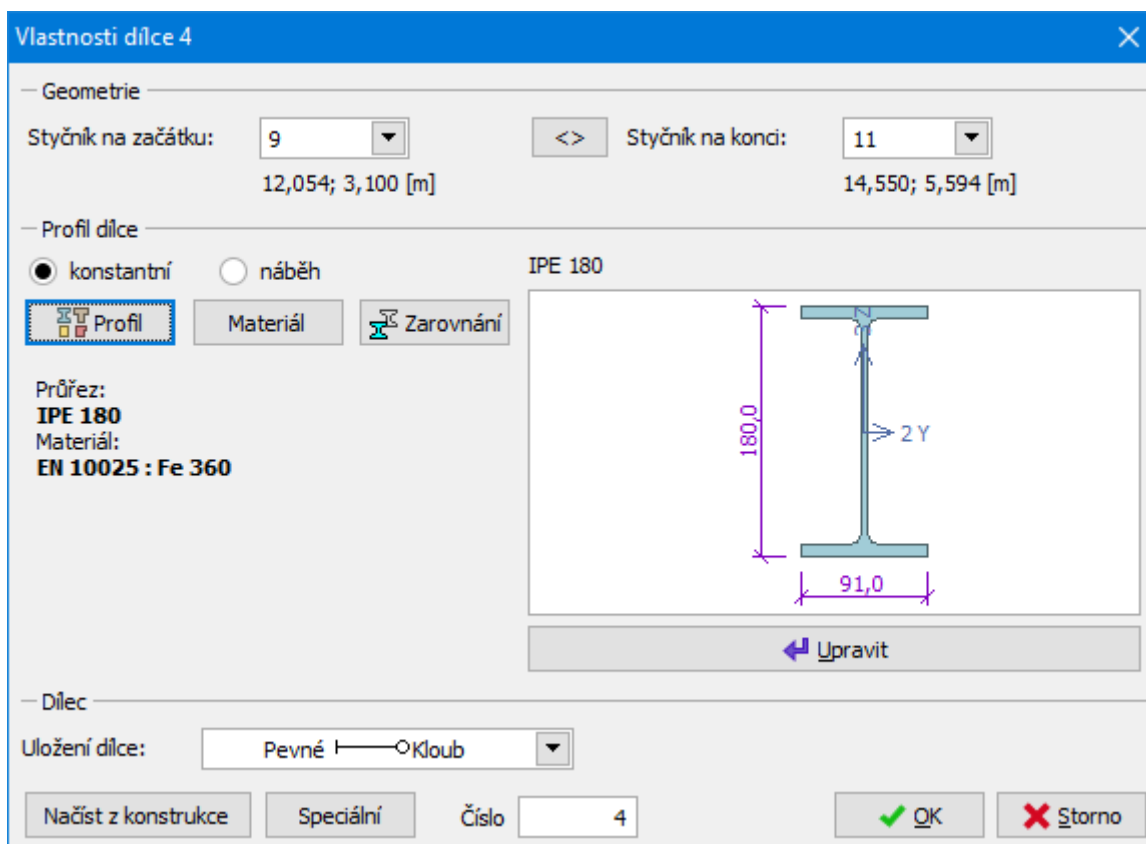
V rámu "Dílec" lze vybrat způsob uložení dílce (kloubové, vetknutí apod.)



- Dílec je vetknutý na obou koncích
- Dílec je kloubově uložen na obou koncích
- Dílec s vetknutým počátkem a kloubovým koncem
- Dílec s kloubovým počátkem a vetknutým koncem
- Dílec obsahuje speciální nastavení uložení na počátku i konci dílce. Vlastnosti uložení jsou nastaveny v okně "Speciální vlastnosti dílce".

Pomocí tlačítka "Načíst z konstrukce" lze nastavit vlastnosti (průřez, materiál, uložení), které již jsou v konstrukci přiřazeny jinému dílci.

Způsoby uložení dílců jsou popsány v kapitole "Připojení dílců" teoretické části nápovědy.



Okno "Vlastnosti dílce"

## Speciální vlastnosti dílce

Toto okno slouží k rozšířené zadávání vlastností dílců.

### Typ dílce

Program umožňuje výběr ze dvou základních typů dílce:

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Nosník</b>            | • Základní typ dílce lokálně podepřený ve styčnicích.                       |
| <b>Nosník na podloží</b> | • Dílec, který je po celé své délce podepřen pružným prostředím (podložím). |

Dále je možné vybrat, zda má dílec přenášet tahové i tlakové síly či zda má být tah či tlak vyloučen.

### Parametry podloží

Podloží je charakterizováno Winkler-Pasternakovými konstantami  $C_1$  a  $C_2$ . Pokud konstanty  $C_1$  a  $C_2$  nejsou známy, lze je dopočítat z charakteristik podloží v okně "**Dopočet  $C_1$  a  $C_2$** ". Při zadávání nosníku na podloží je třeba mít na paměti, že pružné podloží je modelováno jako pružiny, které působí jak v tlaku tak v tahu. To většinou neodpovídá realitě a je tedy nutné upravit projekt tak, aby k tahovému namáhání nedocházelo.

Nastavení "**šířka dle průřezu dílce**" automaticky přebírá šířku prvku pro výpočet z charakteristik průřezu. Pokud toto nastavení není zaškrtnuto, je možné šířku kontaktu s podložím zadat ručně jako hodnotu  $b$ .

Při standardním nastavení se předpokládá, že podloží působí ve směru lokální osy 3 (tedy proti směru gravitace).

Nastavení "**působí ve směru osy 3**" umožňuje změnit tuto orientaci.

Pokud dílec na začátku či konci opravdu končí a nenavazuje na žádnou jinou konstrukci, je možné pomocí nastavení "**před začátkem dílce**" a "**za koncem dílce**" zahrnout do výpočtu vliv smykových kotlin v těchto místech.

Vlastnosti pružného podloží jsou podrobně popsány v teoretické části nápovědy v kapitole "**Model podloží**".

### Vliv smyku

V části "**Dílec s vlivem smyku**" lze nastavit, zda má být při výpočtu vnitřních sil uvažováno s vlivem smyku na přetvoření či nikoliv. Model bez vlivu smykových sil na přetvoření plně dostačuje pro prvky, jejichž délka je výrazně větší (řádově) než rozměry průřezu. Toto kritérium splňuje naprostá většina prutových konstrukcí. Vliv smyku na přetvoření je třeba zahrnout do výpočtu především v případě krátkých prvků s většími průřezovými rozměry (například masivní rámy). O jednotlivých výpočetních modelech pojednává kapitola "**Speciální charakteristiky dílců**" teoretické části nápovědy.

### Uložení počátku a konce dílce

Ve spodní části okna program nabízí různé způsoby uložení konců dílce. Kromě volného a pevného uložení je pro všechny směry dostupné též uložení pružné. Pokud je vybráno pružné uložení, je nutné zadat konstantu  $K$ , která vyjadřuje tuhost pružiny. Tlačítka "**Volné**", "**Pevné**" a "**Kloub**" slouží k rychlému nastavení odpovídajících parametrů. Způsoby uložení dílců jsou popsány v kapitole "**Připojení dílců**" teoretické části nápovědy.

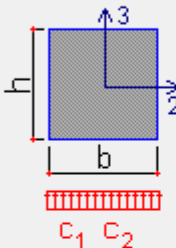
Speciální vlastnosti dílce

Typ dílce:

Typ dílce: nosník na pružném podloží v v tahu i tlaku

✕

Schéma podloží



Parametry podloží

$C_1 =$  10,000 [MN/m<sup>3</sup>]

$C_2 =$  2,000 [MN/m]

$b =$  120 [mm]

☒ šířka dle průřezu dílce

☒ působí ve směru osy 3

☐ před začátkem dílce

☐ za koncem dílce

Dopočet C1, C2

Dílec s vlivem smyku

☐ Zvolit jiné nastavení vlivu smyku

☐ Uvažovat vliv smyku

Uložení začátku dílce

Bráněno posunu ve směru osy

1: pevné  $K =$  0,000 [MN/m]

3: pevné  $K =$  0,000 [MN/m]

Bráněno otočení okolo osy

2: volné  $K =$  0,000 [MNm]

Volné
Pevné
Kloub

Uložení konce dílce

Bráněno posunu ve směru osy

1: pevné  $K =$  0,000 [MN/m]

3: pevné  $K =$  0,000 [MN/m]

Bráněno otočení okolo osy

2: volné  $K =$  0,000 [MNm]

Volné
Pevné
Kloub

OK
Storno

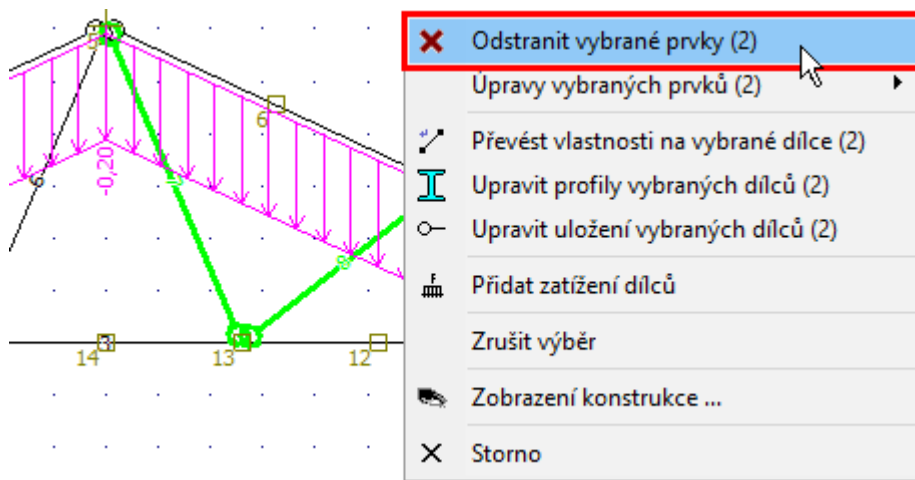
Okno "Speciální vlastnosti dílce"

## Odstranění prvků

Styčníky a dílce lze mazat několika způsoby: pomocí příkazů v místních nabídkách, graficky na pracovní ploše nebo v tabulkách ve spodní části okna. Při odstraňování styčníků je třeba mít na paměti, že kromě samotných styčníků se automaticky odstraňují i dílce, které jsou do styčníků připojené. Při odstraňování dílců se kromě samotných dílců automaticky odstraňují i relativní styčníky na dílci a všechny dílce do těchto styčníků připojené.

## Využití místní nabídky

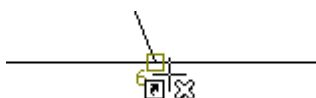
V jakémkoliv režimu modelování (části "**Topologie**" a "**Zatížení**" ovládacího stroměčku) lze libovolný styčník či dílec odstranit příkazy "**Odstranit styčník**" respektive "**Odstranit dílec**" v místních nabídkách jednotlivých prvků. Tyto místní nabídky lze vyvolat kliknutím pravým tlačítkem myši na objekt na pracovní ploše. Shodný postup lze zvolit i pro hromadné odmazání prvků. Pokud jsou v konstrukci vybrané styčníky či dílce (zvýrazněné zelenou barvou na pracovní ploše), místní menu obsahuje podobný nástroj pro hromadné odstranění více prvků.



Odstranění vybraných dílců pomocí místní nabídky

## Grafický režim "Odstranit"

V ovládacím stromečku lze zvolit též režim pro mazání prvků (část "Topologie" "Odstranit"). V tom případě lze jednotlivé styčníky či dílce mazat přímo kliknutím levým tlačítkem myši na prvek na pracovní ploše. Správná poloha kurzoru nad objektem je signalizována změnou značky kurzoru.



Vzhled kurzoru při mazání styčníku

Režim lze ukončit zvolením jiného režimu či kliknutím pravým tlačítkem myši.

## Mazání v tabulkách styčníků a dílců

Prvky lze též mazat v tabulkách styčníků a dílců. Tyto tabulky jsou uspořádány do záložek v zadávacím rámu ve spodní části okna. Tlačítko "Odstranit" se nachází v nástrojové liště vlevo od příslušné tabulky. Tento příkaz odstraní aktivní prvek (zvýrazněn ručním fontem a znakem ">" v prvním sloupečku tabulky) nebo všechny vybrané styčníky či dílce (zvýrazněné modrou barvou v tabulce).

Styčníky ( 18 )		Dílce ( 9 )							
<div><div><div>+</div><div>Přidat</div></div><div><div>↶</div><div>Upravit</div></div><div><div>✖</div><div>Odstranit</div></div><div><div>↑</div><div>Nahoru</div></div><div><div>↓</div><div>Dolů</div></div></div>	<div><div><div></div><div></div><div></div></div></div>		Způsob zadání	Souřadnice		Podepření			
	Číslo			Y [m]	Z [m]	P <sub>Y</sub>	P <sub>Z</sub>	O <sub>X</sub>	
	1	abs. Y: 0,000 m Z: 0,000 m	0,000	0,000	✓	✓			
	➤ 2	rel. k 1; 25,00 % od výchozího v ose 1	1,625	0,758					
	3	rel. k 1; 50,00 % od výchozího v ose 1	3,250	1,516					
	4	rel. k 1; 75,00 % od výchozího v ose 1	4,875	2,273					

Odstranění styčníku č.2 pomocí tabulky

Alternativou k nástrojové liště je též místní nabídka, kterou lze v tabulce vyvolat pravým tlačítkem myši.

## Pomůcky

V tomto režimu zadávací rám obsahuje nástroje a pomůcky, které lze využít při dodatečných úpravách konstrukce:

### Úpravy

Tyto nástroje slouží k úpravě topologie konstrukce. Dokáží pracovat jak s celou konstrukcí, tak pouze s vybranými prvky. Většinu těchto pomůcek lze použít v režimu prosté transformace (změna tvaru či polohy konstrukce) nebo v režimu kopírování, při kterém dochází ke zvětšení počtu konstrukčních prvků. Program obsahuje následující nástroje:

- |                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Posunout</b>        | • Umožňuje posunout konstrukci v zadaném směru                              |
| <b>Kopírovat</b>       | • Umožňuje kopírovat konstrukci v zadaném směru                             |
| <b>Zvětšit/zmenšit</b> | • Umožňuje zvětšení či zmenšení konstrukce                                  |
| <b>Otočit</b>          | • Umožňuje kopírovat či posunout konstrukci natočením                       |
| <b>Zrcadlit</b>        | • Umožňuje kopírovat či posunout konstrukci pomocí zrcadlení                |
| <b>Zarovnat</b>        | • Umožňuje zarovnání konstrukčních prvků (styčníků, dílců) do zadané přímky |



## Styčníky

### Přidat nůžkový spoj

- Vloží nůžkový spoj do místa křížení dvou dílců. Nůžkový spoj je zvláštním typem relativního styčníku, který má dva referenční dílce. Slouží ke kloubovému propojení dvou dílců v místě křížení.

### Převést styčník na absolutní

- Převede zvolený relativní styčník na absolutní

### Absolutní styčníky na dílcích

- Provede test, zda souřadnice některých absolutních styčníků neodpovídají poloze na některém z dílců. V těchto detailech neexistuje skutečný kontakt mezi dílcem a styčníkem a mohou být tedy příčinou nadměrného uvolnění vazeb v konstrukci, a tedy i chyb v průběhu výpočtu (singularita). Nástroj umožňuje převést nalezené styčníky na relativní a vytvořit tak vazbu mezi styčníkem a dílcem.

### Abs. styčníky na dílcích převést na relativní

- Vyhledá absolutní styčníky ležící na dílcích či v jejich okolí a převede je na relativní styčníky těchto dílců. Okolí dílců, v kterém jsou absolutní styčníky vyhledávány, může být zadáno uživatelem. Stejně tak je možné určit, zda budou při úpravě brány v úvahu všechny styčníky či pouze vybrané.

## Dílce

### Dělit dílce

### Analýza spjitosti

- Rovnoměrně vloží na dílec zadaný počet relativních styčníků
- Provede test, na kolik samostatných částí je konstrukce ve skutečnosti rozdělena. Skryté rozdělení složitých konstrukcí na více celků způsobené překrývajícími se styčníky či dílci je jedna z nejčastějších příčin chyb v průběhu výpočtu. Rozdělené konstrukce nebývají dostatečně podepřeny a způsobují tak singularitu při řešení rovnic. Součástí této analýzy je možnost zvýraznit každou samostatnou část konstrukce výběrem (usnadňuje orientaci v konstrukci).

## Zatížení

### Násobit zatížení dílců

- Umožňuje zvětšení/zmenšení dílcových zatížení v zatěžovacích stavech zadaným součinitelem. Součinitel lze aplikovat na vybraná či všechna zatížení, volit lze též, zda má být změna provedena na aktivní, vybrané či všechny zatěžovací stavy. Tohoto nástroje je možné využít například při změně zatěžovací šířky prvku.

### Násobit zatížení styčníků

- Umožňuje zvětšení/zmenšení styčníkových zatížení v zatěžovacích stavech zadaným součinitelem. Součinitel lze aplikovat na vybraná či všechna zatížení, volit lze též, zda má být změna provedena na aktivní, vybrané či všechny zatěžovací stavy. Tohoto nástroje je možné využít například při změně zatěžovací šířky prvku.

## Zatěžovací stavy a kombinace

### Načíst šablonu

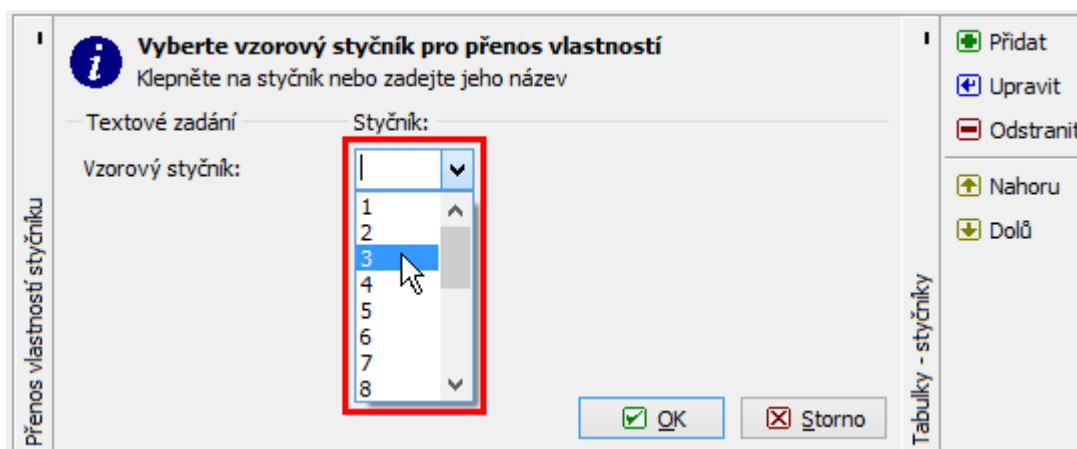
- Umožňuje načíst šablonu (seznam) zatěžovacích stavů a kombinací. Tímto způsobem lze jednoduše přenést zatěžovací stavy a kombinace z jednoho projektu do druhého. Šablona zatěžovacích stavů a kombinací má vlastní příponu \*.flc.

### Uložit šablonu

- Umožňuje uložit šablonu (seznam) zatěžovacích stavů a kombinací. Tímto způsobem lze jednoduše přenést zatěžovací stavy a kombinace z jednoho projektu do druhého. Šablona zatěžovacích stavů a kombinací má vlastní příponu \*.flc.

## Přenést vlastnosti

Tento nástroj slouží k přepokopování vlastností vzorového styčníku vybraným styčníkům. Základním předpokladem je, že v konstrukci je minimálně jeden vybraný styčník (zvýrazněn zelenou barvou na pracovní ploše). Po přepnutí stroměčku do režimu "Styčníky" "Vybrané" "Přenést vlastnosti" se v zadávacím rámu zobrazí okno, v kterém je možné vybrat číslo vzorového styčníku. Vlastnosti tohoto styčníku bude možné přepokopovat na vybrané styčníky. Výběr potvrdíme tlačítkem "OK". Výběr vzorového styčníku je možné provést i graficky kurzorem přímo na pracovní ploše.



### Výběr vzorového styčnicku

V následujícím okně si lze vybrat, jaké vlastnosti budou přeneseny vybraným styčnickům. Od vzorového styčnicku lze přenést jednu ze souřadnic určujících polohu (dojde tak k zarovnání bodů do svislé respektive vodorovné přímky), způsob podepření a zatížení zadané ve všech či pouze v aktuálním zatěžovacím stavu.

Dialogové okno "Přenos vlastností styčnicku"

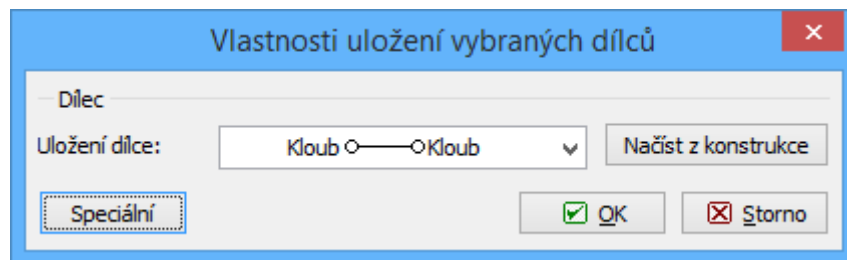
## Upravit podporu

Tento nástroj slouží k hromadné úpravě podepření vybraných styčnicků. Základním předpokladem je, že v konstrukci je minimálně jeden vybraný styčnick (zvýrazněn zelenou barvou na pracovní ploše). Po přepnutí stroměčku do režimu "Styčnický" "Vybrané" "Upravit podporu" se zobrazí okno "Vlastnosti podpor vybraných styčnicků", ve kterém lze zadat způsob podepření styčnicku. Možné způsoby podepření jsou popsány v kapitole "Podpora".

Okno "Vlastnosti podpor vybraných styčnicků"

## Upravit uložení

Tento nástroj slouží k hromadné úpravě uložení konců vybraných dílců. Základním předpokladem je, že v konstrukci je minimálně jeden vybraný dílec (zvýrazněn zelenou barvou na pracovní ploše). Po přepnutí stroměčku do režimu "Dílec" "Vybrané" "Upravit uložení" se zobrazí okno "Vlastnosti uložení vybraných dílců", ve kterém lze zadat nový způsob uložení. V nabídce jsou pouze základní typy uložení (kloub, vetknutí). Pomocí tlačítka "Načíst z konstrukce" lze použít způsob uložení, který je již v konstrukci použit u jiného dílce.

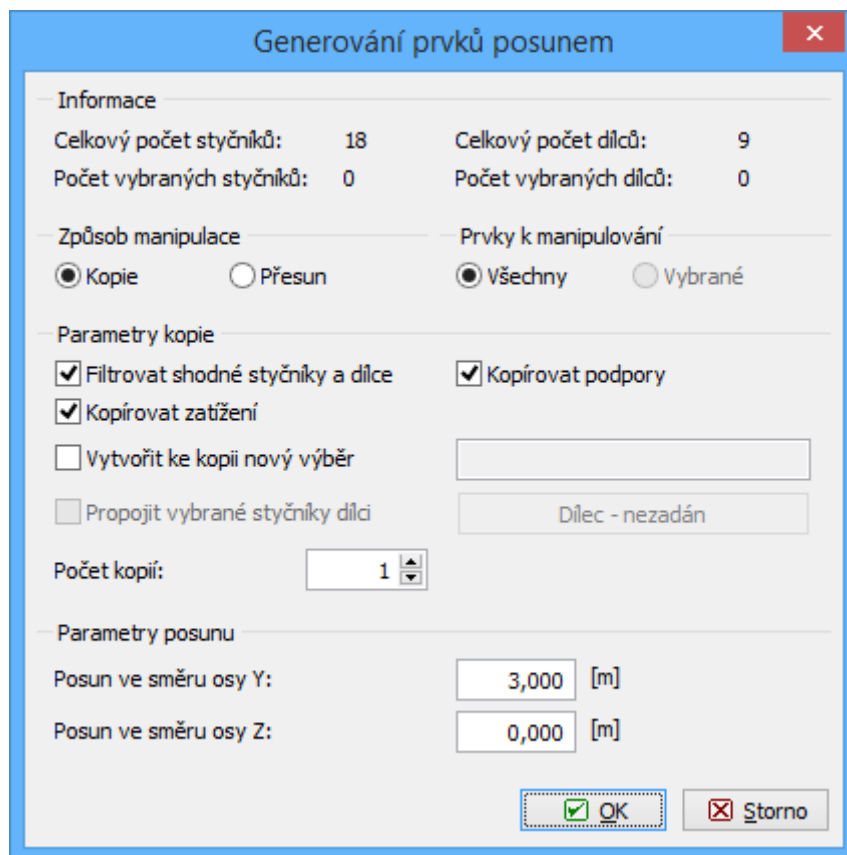


Okno pro volbu způsobu uložení

Tlačítkem "**Speciální**" program zobrazí okno s rozšířenými možnostmi uložení. Rozsah zadávání v tomto okně odpovídá "**Speciálním vlastnostem dílce**", je tedy možné zadat např. pružné uložení konců či pružné podloží nosníku.

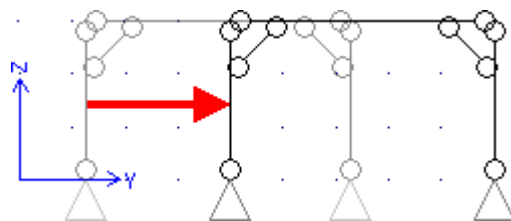
## Posunout

Pomůcka "**Posunout**" slouží k posunu či ke kopírování konstrukce (nebo její části) posunem. Chování tohoto nástroje lze ovlivnit v dialogovém okně "**Generování prvků posunem**", které se po vybrání pomůcky v ovládacím stromečku objeví.



Dialogové okno "Generování prvků posunem"

**Způsob manipulace** určuje, zda nástroj pouze posune konstrukci (či její část) nebo stávající prvky zachová a bude vytvářet nové kopírováním. Pokud je vybrána varianta "**Přesun**", většina ostatních nastavení v okně není dostupná a lze zadat pouze vektor posunutí. Tento vektor pak určuje směr přesunu konstrukce.

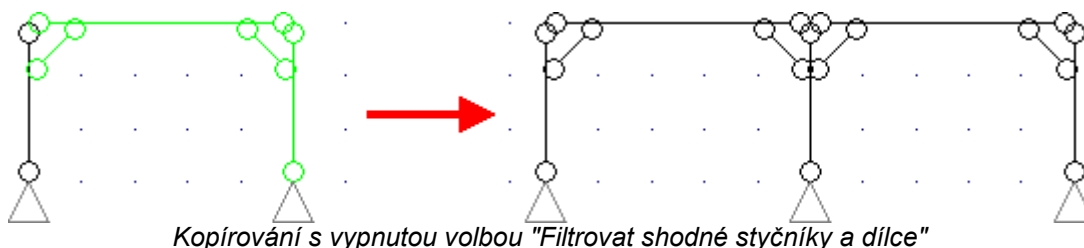


Způsob manipulace "Přesun"

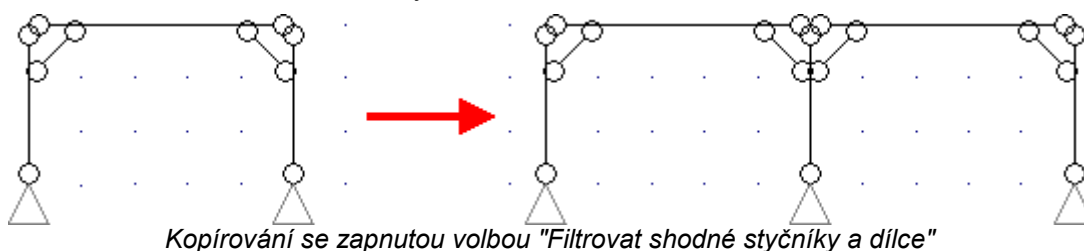
Tímto nástrojem lze přesouvat/kopírovat jak celé konstrukce, tak pouze vybrané prvky. Toto chování ovlivňuje nastavení "**Prvky k manipulování**". Varianta "**Všechny**" aplikuje úpravu na celou konstrukci, varianta "**Vybrané**" pouze na vybrané (zeleně zvýrazněné) prvky konstrukce. Prvky musí být vybrané již před výběrem nástroje v ovládacím stromečku. V opačném případě tato volba není dostupná.

Nastavení "**Filtrovat shodné styčníky a dílce**" umožňuje odmazat zdvojené styčníky či dílce, které se mohou v

konstrukci vyskytnout jako výsledek aplikace této pomůcky. Následující příklad ukazuje názorně chování tohoto nastavení. Pokud filtrování shodných prvků není zapnuto, je nutné při kopírování níže vykresleného rámu použít kopírování pouze vybraných (zeleně zvýrazněných) prvků. Pokud bychom totiž kopírovali celou konstrukci, budou v místě středního sloupu dva pruty s totožnou polohou. První by pocházel z původní konstrukce, druhý by byl doplněn při kopírování.



Abychom nemuseli sledovat toto případné překrývání dílců, je možné zapnout nastavení **"Filtrovat shodné styčníky a dílce"**. Program poté automaticky kontroluje případné překrývání prvků a zbytečné maže. Rám v tomto případě můžeme překopírovat jako celou konstrukci, bez nutnosti vybírat další dílce.



Pokud chceme, aby se společně s konstrukčními prvky kopírovalo též zatížení zadané na prvcích případně podpory, můžeme použít nastavení **"Kopírovat podpory"** a **"Kopírovat zatížení"**.

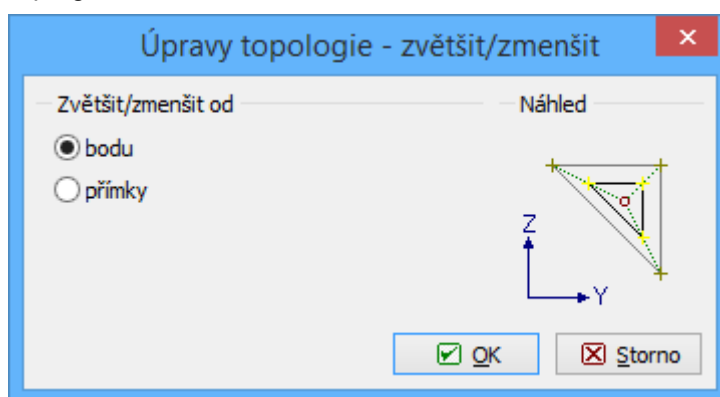
Plánujeme-li použít kopírovanou sestavu prvků dále upravovat, můžeme si ji uložit jako nový **pojmenovaný výběr** pomocí nastavení **"Vytvořit ke kopii nový výběr"**. Sestava se poté uloží pod zadaným jménem do **"Správce pojmenovaných**

**pohledů"**, kde se k ní můžeme kdykoliv vrátit pomocí ikony " " ve vodorovné nástrojové liště.

Dalším údajem, který musíme v dialogovém okně zvolit, je počet vytvořených kopií. Jako poslední se zadává samotný vektor posunutí, který je rozložen do směrů dle hlavních os  $Y$  a  $Z$ . Aby bylo možné posunutí či kopírování provést, je nutné, aby minimálně jedna složka posunutí byla nenulová.

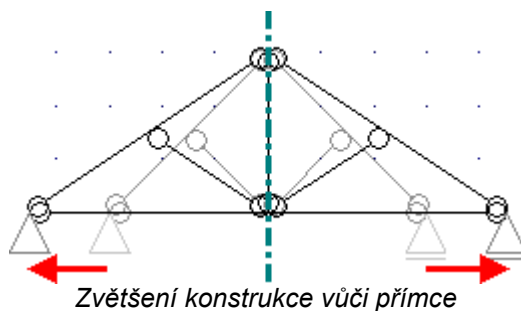
## Zvětšit/zmenšit

Tento nástroj slouží ke zvětšení respektive zmenšení konstrukce. K dispozici jsou dva základní typy úpravy: vůči bodu či vůči přímce. Typ se volí v úvodním dialogovém okně **"Úpravy topologie - zvětšit/zmenšit"**, které se objeví po vybrání nástroje v ovládacím stromečku programu.

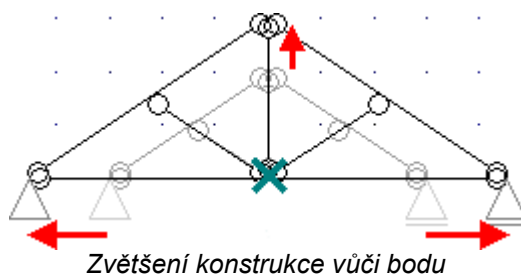


*Volba způsobu transformace*

Pokud je zvolena transformace vůči přímce, program provede zvětšení či zmenšení pouze ve směru kolmém k zadané přímce. Ve směru zadané přímky se rozměr konstrukce nemění. Tvar nové konstrukce je tak jiný než u původní konstrukce.



Transformace vůči bodu zvětší či zmenší konstrukci rovnoměrně ve všech směrech. Úpravou vzniká konstrukce stejného tvaru jako původní konstrukce.



Následuje zadání souřadnic bodu respektive počátku a konce přímky. Zadání je možné provést zadáním souřadnic, výběrem již existujícího styčnicku ze seznamu nebo kliknutím na pracovní plochu.

**Úpravy topologie - zvětšit/zmenšit**

**Zadejte druhý bod středové osy**  
Klepněte na styčník, zadejte jeho název nebo libovolné souřadnice

Textové zadání	Styčník:	Y [m]:	Z [m]:
Bod 1 středové osy:	5	6,500	3,031
Bod 2 středové osy:			

*Zadání bodu na pracovní ploše*

Po zadání přímky respektive bodu se objeví dialogové okno "**Generování prvků zvětšením/zmenšením**", v kterém lze ovlivnit chování nástroje.

**Generování prvků zvětšením/zmenšením** ✕

---

**Informace**

Celkový počet styčníků: 18      Celkový počet dílců: 9  
 Počet vybraných styčníků: 0      Počet vybraných dílců: 0

---

**Způsob manipulace**      **Prvky k manipulování**

☒ Kopie      ☐ Přesun      ☒ Všechny      ☐ Vybrané

---

**Parametry kopie**

☒ Filtrovat shodné styčnky a dílce      ☒ Kopírovat podpory  
☒ Kopírovat zatížení  
☐ Vytvořit ke kopii nový výběr  
☐ Propojit vybrané styčnky dílce

Počet kopií:

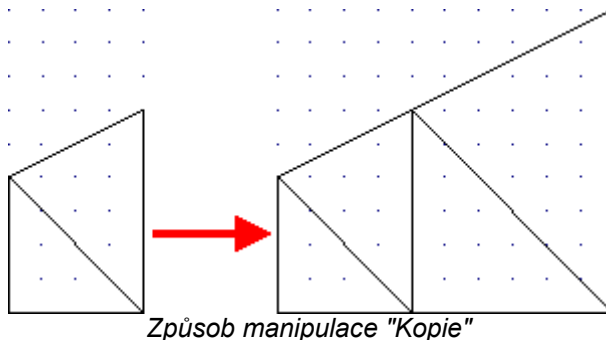
**Parametry zvětšení/zmenšení (Generování od přímky):**

	Y [m]	Z [m]
1. bod přímky:	6,500	3,031
2. bod přímky:	6,500	0,000

Koeficient změny měřítka:

Dialogové okno "Generování prvků zvětšením/zmenšením"

**Způsob manipulace** určuje, zda nástroj původní konstrukci (či její část) smaže a vytvoří konstrukci novou nebo stávající prvky zachová a bude přidávat nové. Pokud je vybrána varianta "**Přesun**", většina ostatních nastavení v okně není dostupná a lze zadat pouze vztažný bod resp. úsečku a koeficient transformace. Způsob transformace "**Kopie**" ponechá původní konstrukci a pouze k ní přidá nové prvky vzniklé transformací.



Nástrojem lze zvětšovat/zmenšovat jak celé konstrukce, tak pouze vybrané prvky. Toto chování ovlivňuje nastavení "**Prvky k manipulování**". Varianta "**Všechny**" aplikuje úpravu na celou konstrukci, varianta "**Vybrané**" pouze na vybrané (zeleně zvýrazněné) prvky konstrukce. Prvky musí být vybrané již před výběrem nástroje v ovládacím stroměčku. V opačném případě tato volba není dostupná.

Nastavení "**Filtrovat shodné styčnky a dílce**" umožňuje odmazat zdvojené styčnky či dílce, které se mohou v konstrukci vyskytnout jako výsledek aplikace této pomůcky. Toto nastavení by mělo být vždy zapnuto.

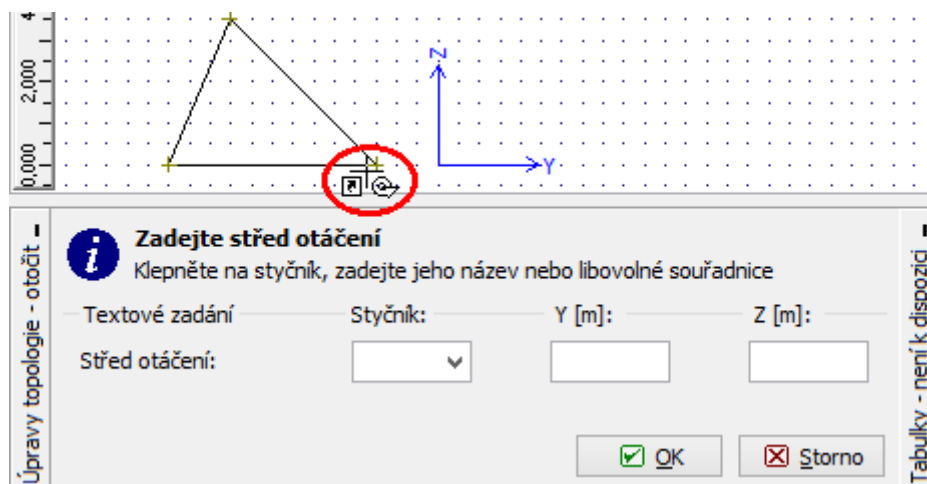
Pokud chceme, aby se společně s konstrukčními prvky kopírovalo též zatížení zadané na prvcích případně podpory, můžeme použít nastavení "**Kopírovat podpory**" a "**Kopírovat zatížení**".

Plánujeme-li použít kopírovanou sestavu prvků dále upravovat, můžeme si ji uložit jako nový **pojmenovaný výběr** pomocí nastavení "**Vytvořit ke kopii nový výběr**". Sestava se poté uloží pod zadaným jménem do "**Správce pojmenovaných pohledů**", kde se k ní můžeme kdykoliv vrátit pomocí ikony " " ve vodorovné nástrojové liště.

Dalším údajem, který musíme v dialogovém okně zvolit, je počet vytvořených kopií. Jako poslední se zadává samotný vztažný bod (respektive úsečka) a koeficient změny měřítka. Pokud je tento součinitel menší než nula, konstrukce se zmenší, v opačném případě dojde ke zvětšení.

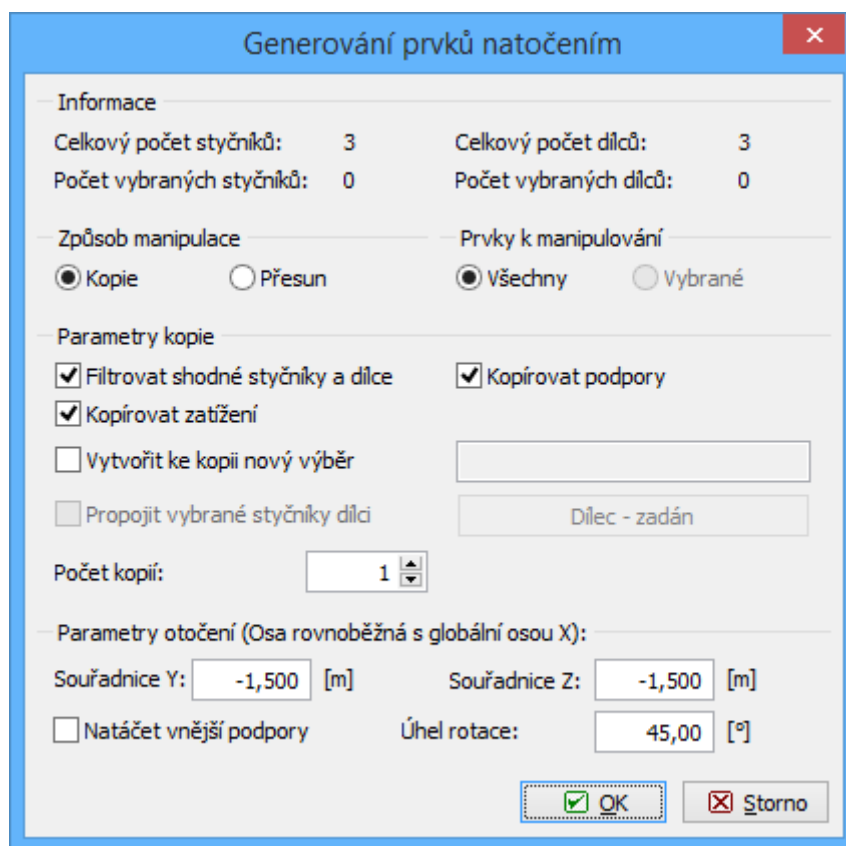
## Otočit

Tento nástroj slouží k natočení konstrukce či její části. Po výběru nástroje v ovládacím stroměku je třeba nejprve zadat střed otáčení. Zadání je možné provést zadáním souřadnic, výběrem již existujícího styčníku ze seznamu nebo kliknutím na pracovní plochu.



*Zadání středu otáčení na pracovní ploše*

Po zadání vztažné přímky respektive bodu se objeví dialogové okno "**Generování prvků natočením**", v kterém lze ovlivnit chování nástroje.



*Dialogové okno "Generování prvků posunem"*

**Způsob manipulace** určuje, zda nástroj původní konstrukci (či její část) smaže a vytvoří novou natočenou nebo stávající prvky zachová a bude pouze přidávat nové. Pokud je vybrána varianta "**Přesun**", většina ostatních nastavení v okně není dostupná a lze zadat pouze vztažný bod resp. úsečku a koeficient transformace. Způsob transformace "**Kopie**" ponechá původní konstrukci a pouze k ní přidá nové prvky vzniklé transformací.

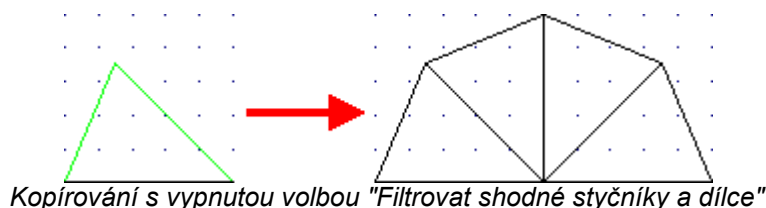




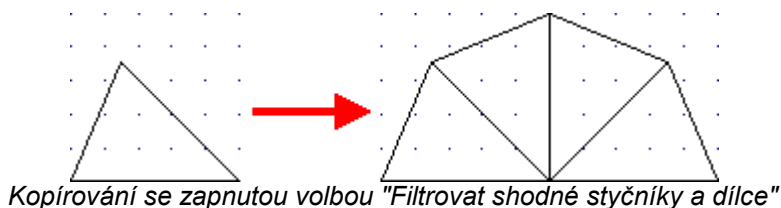
### Natočení konstrukce v režimu "Kopie" s opakováním

Nástrojem lze natáčet jak celé konstrukce, tak pouze vybrané prvky. Toto chování ovlivňuje nastavení **"Prvky k manipulování"**. Varianta **"Všechny"** aplikuje úpravu na celou konstrukci, varianta **"Vybrané"** pouze na vybrané (zeleně zvýrazněné) prvky konstrukce. Prvky musí být vybrány již před výběrem nástroje v ovládacím stromečku. V opačném případě tato volba není dostupná.

Nastavení **"Filtrovat shodné styčníky a dílce"** umožňuje odmazat zdvojené styčníky či dílce, které se mohou v konstrukci vyskytnout jako výsledek aplikace této pomůcky. Toto nastavení by mělo být vždy zapnuto. Následující příklad ukazuje názorně chování tohoto nastavení. Pokud filtrování shodných prvků není zapnuto, je nutné při kopírování níže vykreslené konstrukce použít kopírování pouze vybraných (zeleně zvýrazněných) prvků. Pokud bychom totiž kopírovali celou konstrukci, objevily by se v konstrukci navzájem se překrývající dílce. První by pocházel z původní konstrukce, druhý by byl doplněn při kopírování.



Abychom nemuseli sledovat toto případné překrývání dílců, je možné zapnout nastavení **"Filtrovat shodné styčníky a dílce"**. Program poté automaticky kontroluje případné překrývání prvků a zbytečné maže. Konstrukci v tomto případě můžeme překopírovat jako celek, bez nutnosti vybírat dílce.



Pokud chceme, aby se společně s konstrukčními prvky kopírovalo též zatížení zadané na prvcích případně podpory, můžeme použít nastavení **"Kopírovat podpory"** a **"Kopírovat zatížení"**.

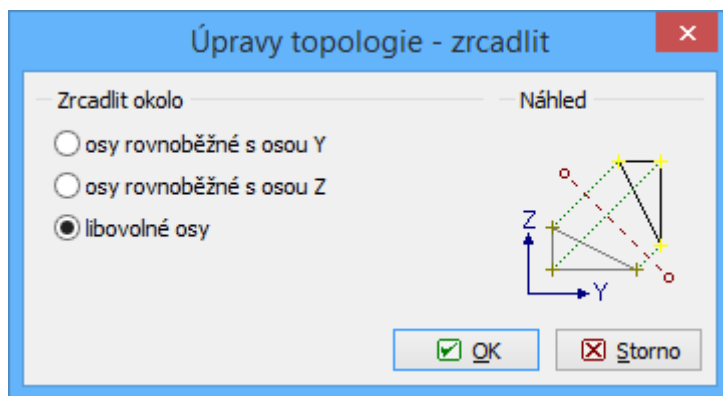
Plánujeme-li použít kopírovanou sestavu prvků dále upravovat, můžeme si ji uložit jako nový **pojmenovaný výběr** pomocí nastavení **"Vytvořit ke kopii nový výběr"**. Sestava se poté uloží pod zadaným jménem do **"Správce pojmenovaných**

**pohledů"**, kde se k ní můžeme kdykoliv vrátit pomocí ikony " " ve vodorovné nástrojové liště.

Dalším údajem, který musíme v dialogovém okně zvolit, je počet vytvořených kopií. Jako poslední se zadává samotný střed otáčení a úhel natočení. Kladný úhel provádí rotaci proti směru hodinových ručiček, záporný úhel po směru.

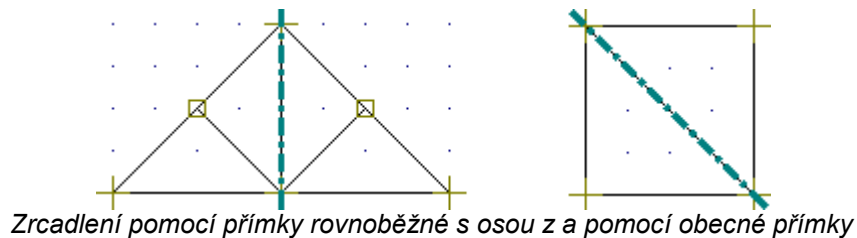
## Zrcadlit

Tento nástroj slouží k zrcadlení konstrukce. K dispozici jsou tři základní typy úpravy: zrcadlení vůči přímkám rovnoběžným s osami y či z nebo vůči přímce, která je zadána zcela obecně. Typ se volí v úvodním dialogovém okně **"Úpravy topologie - zrcadlit"**, které se objeví po vybrání nástroje v ovládacím stromečku programu.



Volba způsobu zrcadlení

U prvních dvou variant se zadává poloha hodnotou posunu od hlavní osy. Zadání pomocí libovolné osy je zcela obecné řešení, které umožňuje zadat zcela libovolně natočenou osu, avšak i přímku rovnoběžnou s některou z hlavních os. Zadání úsečky lze provést zadáním souřadnic, výběrem již existujícího styčníku ze seznamu nebo kliknutím na pracovní plochu.



## Výběr prvků

Pokud je zvolen režim úpravy, následuje v dalším kroku volba dvou os podle kterých se bude zrcadlit. Body lze zadat buď pomocí souřadnic v globálním souřadném systému nebo výběrem již existujících styčníků v konstrukci. Výběr je možné provést z rozbalovacího seznamu nebo přímo kliknutím na pracovní plochu.

**Zadejte druhý bod osy zrcadlení**  
Klepněte na styčník, zadejte jeho název nebo libovolné souřadnice

Textové zadání      Styčník:      Y [m]:      Z [m]:

Bod 1 osy zrcadlení:      2      -1,500      0,000

Bod 2 osy zrcadlení:      [dropdown]      [ ]      [ ]

1  
2  
3  
4  
5

[Předchozí] [OK] [Storno]

Výběr styčníku pro definici os zrcadlení

Po výběru způsobu zrcadlení se objeví dialogové okno "**Generování prvků zrcadlením**", v kterém lze ovlivnit chování nástroje.

**Generování prvků zrcadlením**

Informace

Celkový počet styčníků: 5      Celkový počet dílců: 3  
Počet vybraných styčníků: 0      Počet vybraných dílců: 0

Způsob manipulace      Prvky k manipulování

☒ Kopie      ☐ Přesun      ☒ Všechny      ☐ Vybrané

Parametry kopie

☒ Filtrovat shodné styčníky a dílce      ☒ Kopírovat podpory  
☒ Kopírovat zatížení  
☐ Vytvořit ke kopii nový výběr      [ ]  
☐ Propojit vybrané styčníky dílci      Dílec - zadán [ ]

Počet kopií: 1

Parametry zrcadlení (Osa určená dvěma body):

Y [m]      Z [m]

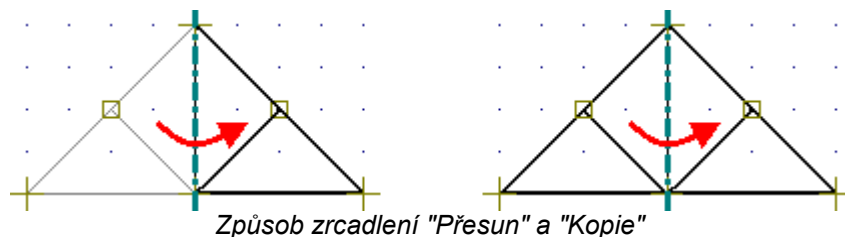
Souřadnice bodu 1:      -1,500      0,000  
Souřadnice bodu 2:      -1,500      3,500

☐ Zrcadlit vnější podpory

[OK] [Storno]

### Dialogové okno "Generování prvků zrcadlením"

**Způsob manipulace** určuje, zda nástroj původní konstrukci (či její část) smaže a vytvoří konstrukci novou nebo stávající prvky zachová a bude přidávat nové. Pokud je vybrána varianta "**Přesun**", většina ostatních nastavení v okně není dostupná a lze zadat pouze vztažný bod resp. úsečku a koeficient transformace. Způsob transformace "**Kopie**" ponechá původní konstrukci a pouze k ní přidá nové prvky vzniklé transformací.



Způsob zrcadlení "Přesun" a "Kopie"

Nástrojem lze zrcadlit jak celé konstrukce, tak pouze vybrané prvky. Toto chování ovlivňuje nastavení "**Prvky k manipulování**". Varianta "**Všechny**" aplikuje úpravu na celou konstrukci, varianta "**Vybrané**" pouze na vybrané (zeleně zvýrazněné) prvky konstrukce. Prvky musí být vybrané již před výběrem nástroje v ovládacím stromečku. V opačném případě tato volba není dostupná.

Nastavení "**Filtrovat shodné styčníky a dílce**" umožňuje odmazat zdvojené styčníky či dílce, které se mohou v konstrukci vyskytnout jako výsledek aplikace této pomůcky. Toto nastavení by mělo být vždy zapnuto.

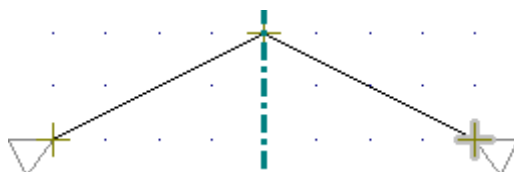
Pokud chceme, aby se společně s konstrukčními prvky kopírovalo též zatížení zadané na prvcích případně podpory, můžeme použít nastavení "**Kopírovat podpory**" a "**Kopírovat zatížení**".

Plánujeme-li použít kopírovanou sestavu prvků dále upravovat, můžeme si ji uložit jako nový **pojmenovaný výběr** pomocí nastavení "**Vytvořit ke kopii nový výběr**". Sestava se poté uloží pod zadaným jménem do "**Správce pojmenovaných**

**pohledů**", kde se k ní můžeme kdykoliv vrátit pomocí ikony " " ve vodorovné nástrojové liště.

Dalším údajem, který musíme v dialogovém okně zvolit, je počet vytvořených kopií.

Jako poslední se zadávají parametry zrcadlení. Poloha osy zrcadlení je buď zadána vzdáleností od hlavní osy nebo souřadnicemi dvou bodů. Pokud je zapnutý přepínač "**Zrcadlit vnější podpory**", program převrátí u nově vzniklých podpor orientaci tak, aby odpovídala původnímu tvaru konstrukce.



Konstrukce vytvořená s nastavením "Zrcadlit vnější podpory"

## Program Fin 3D

Program "**Fin 3D**" slouží k výpočtu vnitřních sil prostorových prutových konstrukcí metodou konečných prvků. Jednotlivé prvky konstrukce lze posoudit v dimenzačních programech FIN EC a výsledky zpětně zobrazit ve "**Fin 3D**".

Uživatelské rozhraní programu se skládá z pracovní plochy, ovládacího stromečku, hlavního menu, zadávacího rámu a nástrojových lišt. Tvorba výstupní dokumentace probíhá v okně "**Tisk a export dokumentu**", které je přístupné z ovládací lišty "**Soubory**" nebo z části "**Soubor**" hlavního menu.

### Ovládací stromeček

Ovládací stromeček v levé části okna obsahuje všechny nástroje pro zadávání a výpočet konstrukcí. Je rozdělen do následujících částí:


- **Topologie** - Slouží k zadávání tvaru konstrukce
- **Zatížení** - Umožňuje zadávání zatížení pro výpočet vnitřních sil a též zadávání soustředěných hmot pro dynamické výpočty v části "**Dynamika**"
- **Výpočet** - Spouští výpočet vnitřních sil
- **Výsledky** - Slouží k prohlížení výsledků výpočtu a k posouzení jednotlivých konstrukčních prvků v dimenzačních programech

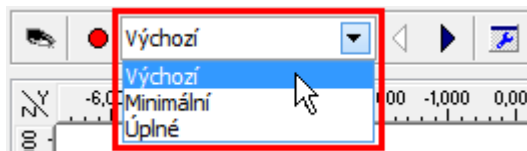
Spodní část ovládacího stromečku obsahuje tlačítka pro vkládání a správu obrázků do tiskových dokumentů. V jakémkoliv režimu je možné zobrazení konstrukce na pracovní ploše uložit jako obrázek a následně ho využít při sestavování výstupní dokumentace. Obrázky se automaticky aktualizují, po změně konstrukce tak výsledný obrázek v dokumentu zobrazuje vždy aktuální podobu projektu včetně aktuálních výsledků. Nový obrázek do seznamu lze přidat pomocí tlačítka "**Přidat obrázek**". Po zmáčknutí tohoto tlačítka se zobrazí okno "**Vlastnosti obrázku**", kde lze pro daný obrázek určit základní

parametry jako popis, orientace, orámování nebo umístění ve struktuře dokumentu. Obrázky lze dále upravovat v okně "**Seznam obrázků**", které lze spustit stejnojmenným tlačítkem.

## Pracovní plocha

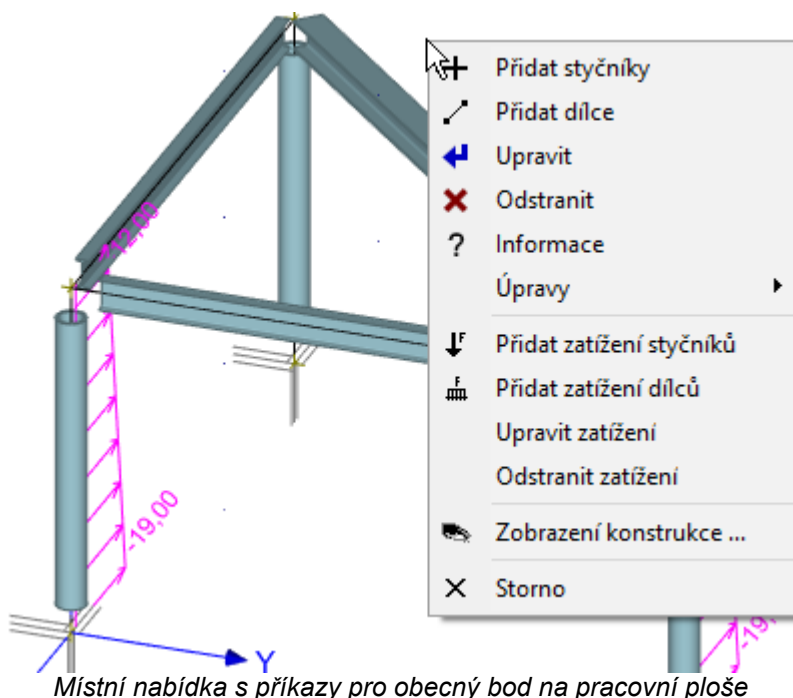
Pracovní plocha slouží jednak k zobrazení náhledu na konstrukci, jednak ke grafickému zadávání resp. úpravě jednotlivých prvků. Způsob zobrazení konstrukce lze měnit v dialogovém okně "**Nastavení kreslení**", které lze vyvolat

tlačítkem  v nástrojové liště v záhlaví pracovní plochy. Aktuální styl zobrazení konstrukce na pracovní ploše lze uložit a opětovně vyvolat pomocí šablon. Práce se šablonami je popsána [zde](#).



Výběr šablony zobrazení

Při práci na pracovní ploše je možné využít místní nabídky (kontextového menu), která se objeví po kliknutí pravým tlačítkem myši. Toto menu obsahuje nejčastěji používané příkazy, které lze takto spustit bez nutnosti použití ovládacího stroměčku. Rozsah příkazů v místní nabídce se liší dle místa otevření místní nabídky. Místní nabídka pro styčníky, dílce a obecný bod v ploše se liší. Stejně tak místní nabídka rozšířena o nástroje pro práci s vybranými prvky, pokud jsou v konstrukci vybrány nějaké styčníky či dílce (zvýrazněny zelenou barvou na pracovní ploše).



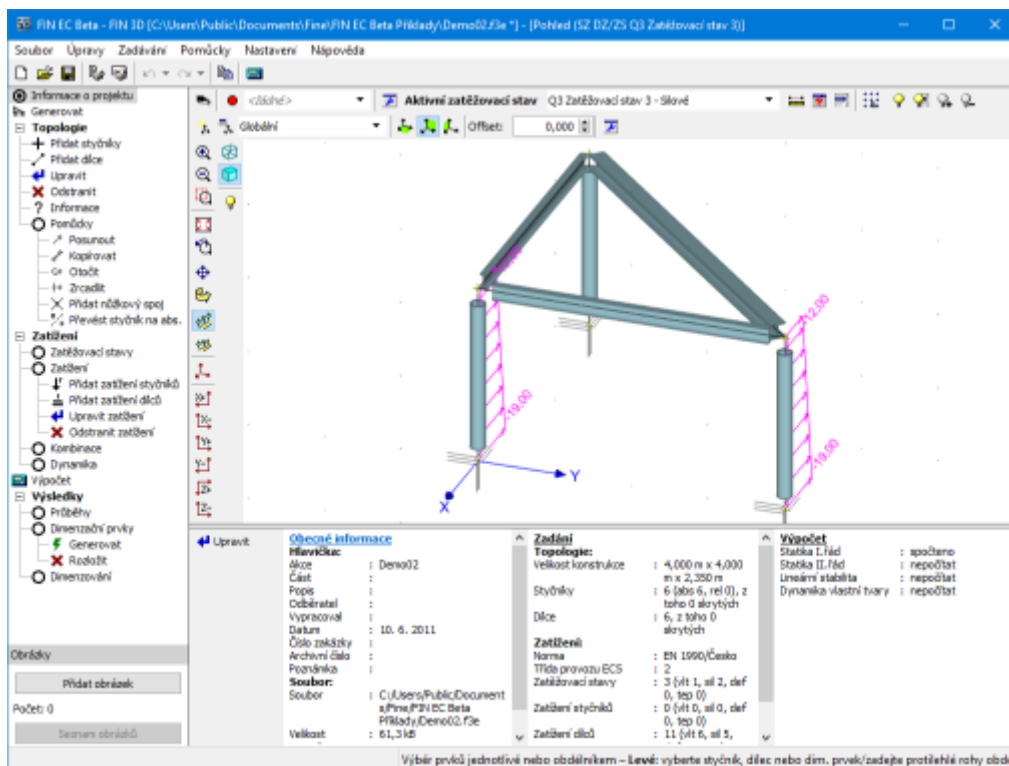
Místní nabídka s příkazy pro obecný bod na pracovní ploše

## Hlavní menu

Hlavní menu obsahuje kompletní přehled ovládacích funkcí programu. Kromě příkazů obsažených též v ovládacím stroměčku obsahuje též doplňkové nástroje, které usnadňují práci s programem. Tyto nástroje jsou umístěné v části "**Pomůcky**".

## Zadávací rám

Zadávací rám v základním zobrazení obsahuje základní výpočetní informace (počty elementů, zatěžovacích stavů apod.), stav posouzení a též údaje z dialogového okna "**Informace o projektu**", které se používají při sestavování výstupní dokumentace. Tyto údaje lze změnit pomocí tlačítka "**Upravit**".



Základní obrazovka programu Fin 3D

## Topologie

Konstrukci lze v programu Fin 2D zadávat následujícími způsoby:

- **Přímé zadávání konstrukce** - Základní postup zadávání konstrukce a zatížení. Tvar konstrukce se zadává pomocí jednotlivých styčníků a dílců. Zatížení konstrukce je uspořádáno do **zatěžovacích stavů** a **zatěžovacích kombinací**, může být zadáno buď formou styčnickového zatížení nebo dílcového zatížení.
- **Generátor 2D konstrukcí** - Nejběžnější typy konstrukcí (základní typy vazníků, hambalkové krovy, obloukové konstrukce, rámy) lze pomocí interního průvodce pro tvorbu konstrukcí. Tímto způsobem je možné rychle zadat nejenom topologii konstrukce, ale též parametry prvků a zatížení. Funkce tohoto průvodce jsou podrobně popsány v kapitole "**Generátor 2D konstrukcí**".
- **Import konstrukce z formátu \*.dxf** - Tvar (topologii) konstrukce je též možné načíst pomocí souboru ve formátu \*.dxf. Dialogové okno "**Import dxf**" pro načtení topologie je dostupné v hlavním menu programu, v části "**Soubor**", "**Import**".

Výše uvedené způsoby zadávání je možné libovolně kombinovat (zadat základ konstrukce pomocí generátoru či importem a poté upravit vhodnými nástroji).

## Způsob zadávání a editace

Způsoby zadávání, úpravy a mazání prvků jsou popsány v následujících kapitolách:

- **Zadáání prvků**
- **Úpravy prvků**
- **Odstranění prvků**

Pro usnadnění modelování jsou v části "**Pomůcky**" ovládacího stromečku umístěny nástroje pro hromadné manipulace s prvky konstrukce (kopírování, posun zrcadlení apod.).

## Typy prvků

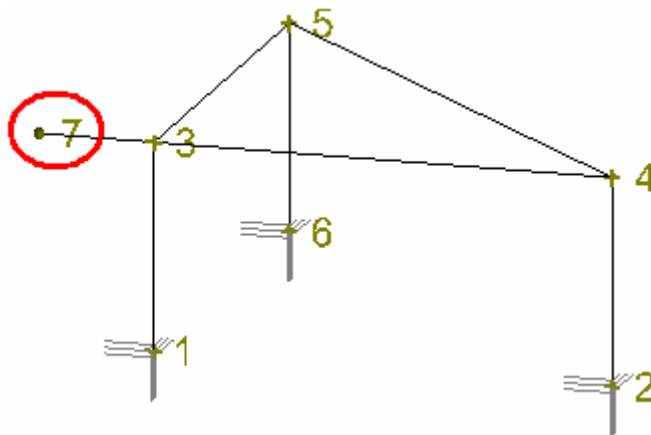
Konstrukce se v programu Fin 3D skládají ze styčníků a dílců.

**Styčníky** jsou bezrozměrné geometrické útvary (body) v rovině, které modelují jednotlivé styky prutových prvků (dílců). Kromě jejich využití jako vztažných bodů při zadávání dílců je lze též použít pro podepření konstrukce či zadání bodového zatížení. Taktéž představují místa, v kterých jsou stanoveny přesné hodnoty vnitřních sil a deformací. V programu jsou rozlišeny dva základní typy styčníků: **absolutní** a **relativní**. Zvláštním druhem relativního styčnicku je **nůžkový spoj**, který lze zadat na průsečíku dvou dílců.

**Absolutní styčníky** jsou styčníky, které mají polohu zadánu souřadnicemi  $[X, Y, Z]$  v globálním **souřadném systému**. Jejich polohu lze libovolně měnit úpravou samotných souřadnic. Absolutní styčníky většinou slouží k vytvoření základního tvaru konstrukce (umožňují vytvoření zalomení obrysu). V konstrukci jsou označeny křížkem.

**Relativní styčníky** mají polohu určenou vůči vztažnému dílci. Poloha na dílci je určena vzdáleností od počátečního či

koncového styčnicku dílce. Vzdálenost může být zadána v jednotkách délky (metrech) či jako poměrná (v procentech délky dílce). Relativní styčníky mohou být umístěny jak na úsečce mezi vztažnými styčníky dílce (tj. mezi počátkem a koncem), tak vně této úsečky. V tomto případě je však nutné zadat vzdálenost od vztažného styčnicku s opačným znaménkem.



*Přesah tvořený rel. styčníkem č.7 umístěným před vztažným styčníkem dílce (styčník č.3)*

Polohu styčnicku lze měnit pouze ve směru **lokální osy** vztažného dílce. Relativní styčníky se nejčastěji používají u příhradových konstrukcí při modelování styčnicků napojení vnitřních prutů na obvodové dílce. V konstrukci jsou styčníky označeny čtverečkem.

Rozdíl mezi absolutními a relativními styčníky je popsán též v kapitole "**Převod relativního styčnicku na absolutní**".

Zvláštním typem relativních styčnicků jsou **nůžkové spoje**, které mají dva referenční dílce. Poloha těchto styčnicků je jednoznačně dána křížením referenčních dílců. Slouží ke kloubovému propojení dvou dílců v místě křížení.

**Dílec** je určen počátečním a koncovým styčníkem, vlastnostmi průřezu a materiálu. Průřezové a materiálové charakteristiky mohou být získány výběrem z databází průřezů a materiálů, číselným zadáním nebo importem z programů "**Průřez**" a "**Výseč**".

Do krajních styčnicků je dílec připojen šesti vazbami (tři posuny a tři natočení). Každá z těchto vazeb může být uvolněna nebo nahrazena pružinou.

Každý dílec obsahuje lokální **souřadný systém**, který slouží k zadávání relativních styčnicků a zatížení. Počátkem lokálního souřadného systému je počáteční styčník dílce, směr lokální osy 1 je dán směrem od počátečního ke koncovému styčníku dílce.

V programu Fin 3D jsou rozlišeny dva základní typy dílců: "**Nosník**" a "**Nosník na podloží**". "**Nosník**" je základní typ dílce představující tyčový prvek lokálně podepřený ve styčnicích. "**Nosník na podloží**" je prutový prvek po délce spojitě podepřený pružným prostředím (například základové pásy).

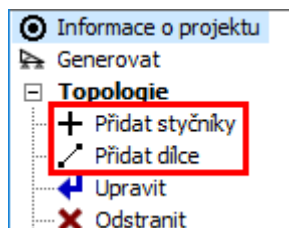
O styčnicích a dílcích pojednává též kapitola "**Konstrukční prvky**" teoretické části nápovědy.

## Zadávání prvků

Styčníky a dílce je možné do konstrukce vkládat graficky na pracovní ploše nebo číselně pomocí tabulky v zadávacím rámu.

### Grafické zadávání

Styčníky a dílce lze graficky vkládat na pracovní ploše po výběru odpovídajícího režimu ("**Přidat styčníky**" nebo "**Přidat dílce**") v ovládacím stroměčku.



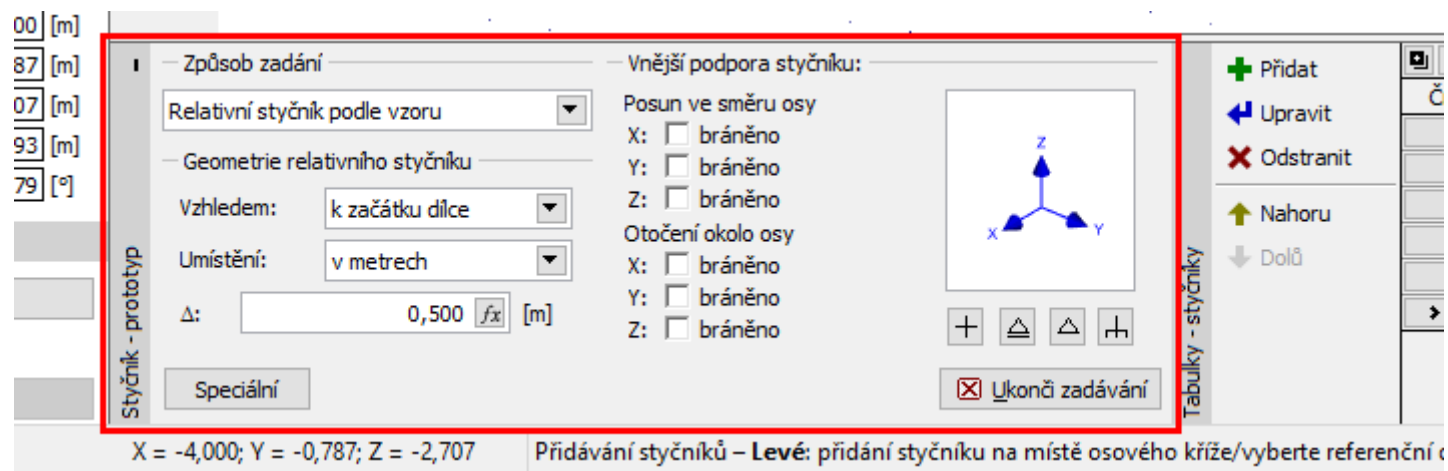
*Výběr režimu pro grafické zadávání prvků*

Při zadávání **styčnicků** se nejprve objeví nové dialogové okno "**Prototyp styčnicku**". Toto okno umožňuje nastavit typ podepření vkládaných styčnicků a též způsob zadávání, který bude použit pro nové relativní styčníky. Na výběr jsou dvě možnosti:

- **Relativní styčník umístěn myší** - poloha relativního styčnicku na dílci bude převzata z polohy kurzoru
- **Relativní styčník podle vzoru** - poloha relativního styčnicku na dílci bude určena nastavením "**Geometrie relativního styčnicku**" v prototypu styčnicku. Zadávání kurzorem slouží pouze k výběru referenčního dílce.



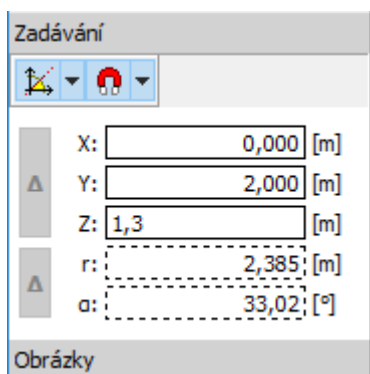
Při prvním otevření okna "**Prototyp styčnicku**" je nutné zadání vlastností potvrdit tlačítkem "**OK**". Následně je okno zobrazováno přímo v dolní tabulce, kde lze vlastnosti průběžně upravovat.



Ukotvení vlastností prototypu styčnicku v zadávacím rámu

Samotné zadávání styčnicků probíhá na pracovní ploše. Program při vkládání využívá automatické zarovnání do mřížky. V okně "**Možnosti**" (dostupné v hlavním menu v části "**Nastavení**") lze zarovnání do mřížky upravit či zcela vypnout. Pokud je zarovnání do mřížky aktivní, lze vložit styčnick mimo mřížku tak, že při vkládání styčnicku zároveň držíme klávesu "**Ctrl**". V opačném případě (zarovnání je v "**Možnostech**" vypnuto) zadání se stisknutou klávesou "**Ctrl**" vloží styčnick zarovnaný do mřížky. Pokud je styčnick vložen do místa, kde leží některý z dílců, je styčnick automaticky vozen jako relativní. V opačném případě je vložen jako absolutní.

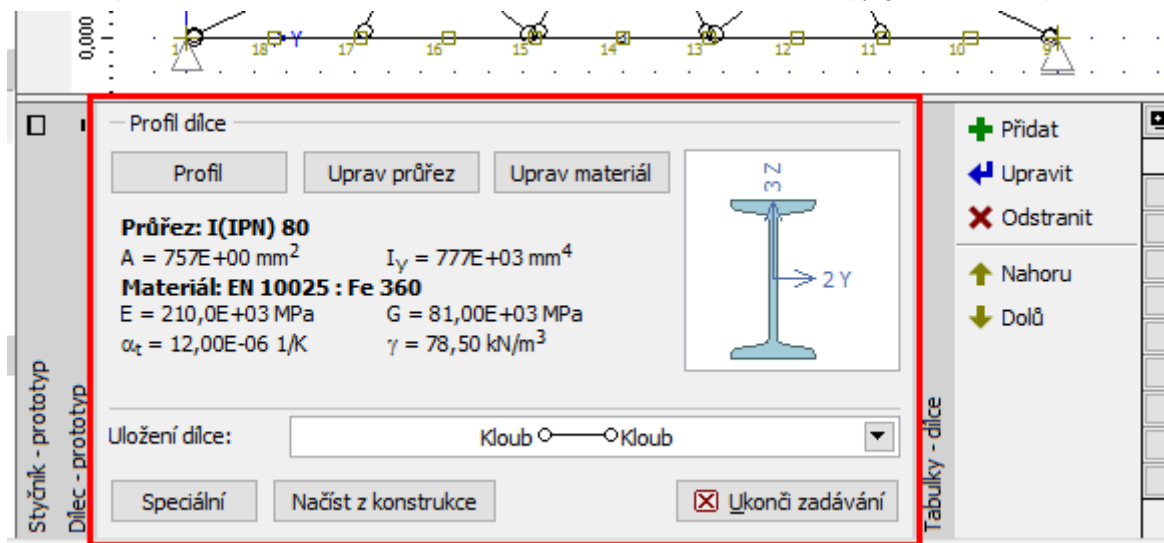
Při zadávání je možné využít zadávací pole v dolní části stromečku, kde je možné zadat přesné souřadnice styčnicku. Do zadávacích polí se lze dostat pomocí kurzoru myši nebo přímo vstupními klávesami "**x**", "**y**" a "**z**". Například výraz  $x0y2z1,3$  vyplní do kolonky "**X**" hodnotou "**0**", do kolonky "**Y**" hodnotou "**2**" a do kolonky "**Z**" hodnotou "**1,3**".



Zadávací pole v dolní části stromečku

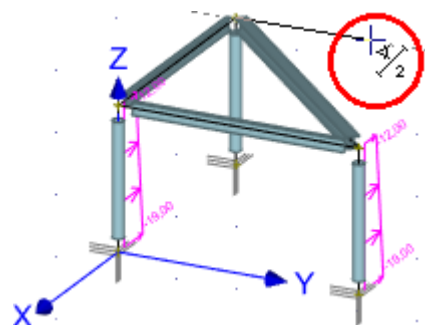
Zadávání **dílců** je založeno na obdobných principech jako zadávání dílců. Při prvním přepnutí do režimu "**Přidat dílce**" se objeví dialogové okno "**Prototyp dílce**". Toto okno umožňuje nastavit vlastnosti (profil, průřez, materiál, uložení), které budou přiřazeny nově vkládaným dílcům (možno načíst z konstrukce). Údaje odpovídají parametrům v dialogovém okně "**Vlastnosti dílce**". Zároveň se zobrazí též "**Prototyp styčnicku**", který obsahuje parametry podepření nově vkládaných styčnicků (počátků a konců dílců). Následně je okno ukotveno v zadávacím rámu, kde lze vlastnosti dílce i podepření během zadávání průběžně měnit.





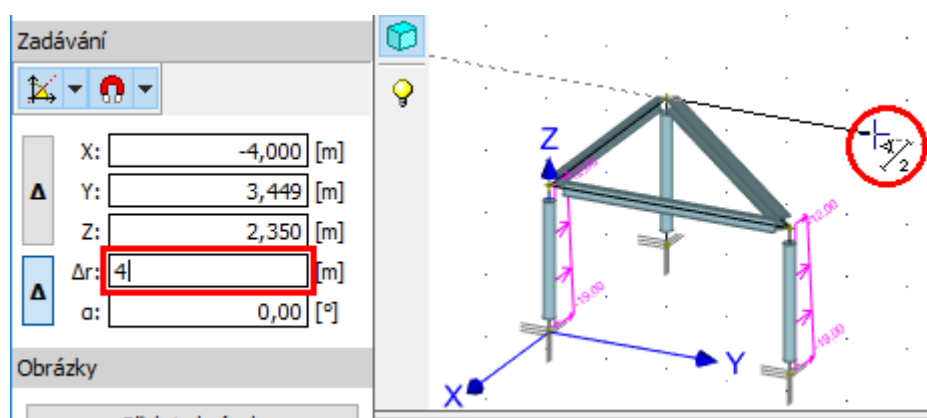
Prototyp dílce ukotvený v zadávacím rámu

Samotné zadávání probíhá kliknutím na místo počátku dílce a následně kliknutím na místo, kde by měl být dílec ukončen. Při zadávání počátku je u kurzoru zobrazena číslice "1" (první styčník určující dílec), při zadávání konce je zobrazena číslice "2" (druhý styčník určující dílec).



Vzhled kurzoru při zadávání koncového styčníku dílce

Zadávání počátečního styčníku dílce probíhá shodně jako přidávání styčníku do konstrukce. Koncový bod dílce lze zadat obdobně. Nejjednodušším způsobem zadání konce je namířit kurzorem ve směru budoucího dílce a zadání jeho délky klávesnicí. Hodnota se automaticky vyplní do zadávacího pole pro délku dílce " $\Delta r$ ". Zadání je nutné potvrdit klávesou "Enter". Program automaticky nabízí přichytávání k násobkům úhlu  $45^\circ$ . Toto chování lze upravit (vypnout či změnit na násobky  $30^\circ$ ) tlačítkem " $\angle$ ".



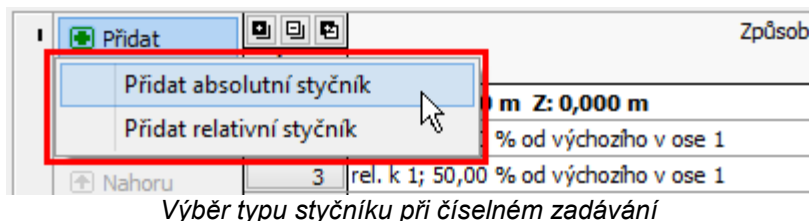
Výběr směru dílce kurzorem myši na ploše a zadání délky dílce klávesnicí

Kromě výše uvedeného základního způsobu zadání koncového bodu dílce je možné využít přichytávání ke stávajícím styčníkům a významným bodům (popsáno výše) nebo rozšířené možnosti zadávacích polí. Dvojice políček "Y" a "Z" umožňují zadat koncový styčník souřadnicemi, pole " $r$ " a " $\alpha$ " slouží k zadání délkou dílce a natočením od osy y. Tlačítka " $\Delta$ " před zadávacími poli ovlivňují, zda je zadání souřadnic, respektive délky a natočení, uvažováno vůči počátku souřadného systému nebo vůči počátečnímu styčníku dílce.

## Zadávací v tabulkách

Styčníky a dílce lze zadat též pomocí tabulek, které se nacházejí ve spodní části hlavního okna, pokud je ovládací stromček přepnutý do režimu "Topologie". V případě styčníků zadávání probíhá v dialogovém okně "Vlastnosti"

**absolutního styčnicku**" respektive "**Vlastnosti relativního styčnicku**", které lze vyvolat tlačítkem "**Přidat**" v nástrojové liště tabulky. Po stisknutí tohoto tlačítka je nutné zvolit jednu z variant "**Přidat absolutní styčnick**" nebo "**Přidat relativní styčnick**". Pokud není zadán ani jeden dílec, nelze zadávat relativní styčnický.



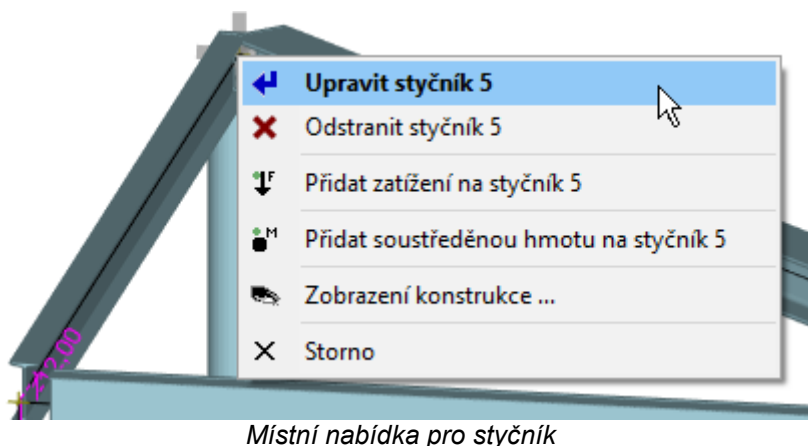
Dílec lze zadat obdobným způsobem v tabulce dílců. V dialogovém okně, které je shodné s oknem "**Vlastnosti dílce**", se zadávají počáteční a koncový styčnick, průřez, materiál a způsob uložení.

## Úpravy prvků

Vlastnosti styčnicků a dílců lze dále libovolně upravovat. Úpravy lze provádět jak jednotlivě tak hromadně pro skupinu vybraných styčnicků.

### Přímá úprava na pracovní ploše

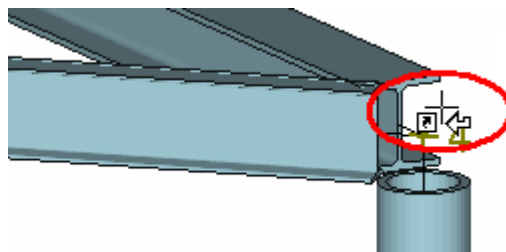
Vlastnosti libovolného styčnicku či dílce lze kdykoliv upravit dvojklikem levým tlačítkem myši nad potřebným prvkem. Tato operace otevře odpovídající dialogové okno ("**Vlastnosti absolutního styčnicku**" respektive "**Vlastnosti relativního styčnicku**" pro styčnický nebo "**Vlastnosti dílce**" pro dílec). Alternativní způsob, který je použitelný v jakékoliv části preprocesoru (části "**Topologie**" a "**Zatížení**" ovládacího stroměčku), je otevření odpovídajícího dialogového okna pro úpravu z místní nabídky zvoleného prvku. Místní nabídku styčnicku či dílce lze vyvolat kliknutím pravým tlačítkem myši po najetí kurzoru nad prvek či do jeho okolí.



V případě použití tabulky lze okno pro úpravu styčnicku vyvolat dvojklikem na řádek s příslušným styčnickem. Alternativně stačí jednoduché kliknutí na řádek (styčnick se stane aktivní a zvýrazní se tučným písmem) a následně tlačítko "**Upravit**".

### Grafický režim "Upravit"

V ovládacím stroměčku lze zvolit též režim pro editaci prvků (část "**Topologie**" "**Upravit**"). V tom případě lze jednotlivé styčnický či dílec upravovat přímo kliknutím levým tlačítkem myši na prvek na pracovní ploše. Správná poloha kurzoru nad objektem je signalizována změnou značky kurzoru.



Režim lze ukončit zvolením jiného režimu či kliknutím pravým tlačítkem myši.

### Úpravy v tabulkách styčnicků a dílců

Prvky lze též upravovat v tabulkách styčnicků a dílců. Tyto tabulky jsou uspořádány do záložek v zadávacím rámu ve spodní části okna. Tlačítko "**Upravit**" se nachází v nástrojové liště vlevo od příslušné tabulky. Tento příkaz upraví vždy

aktivní styčník či dílec (zvýrazněn znakem ">" v prvním sloupečku tabulky).

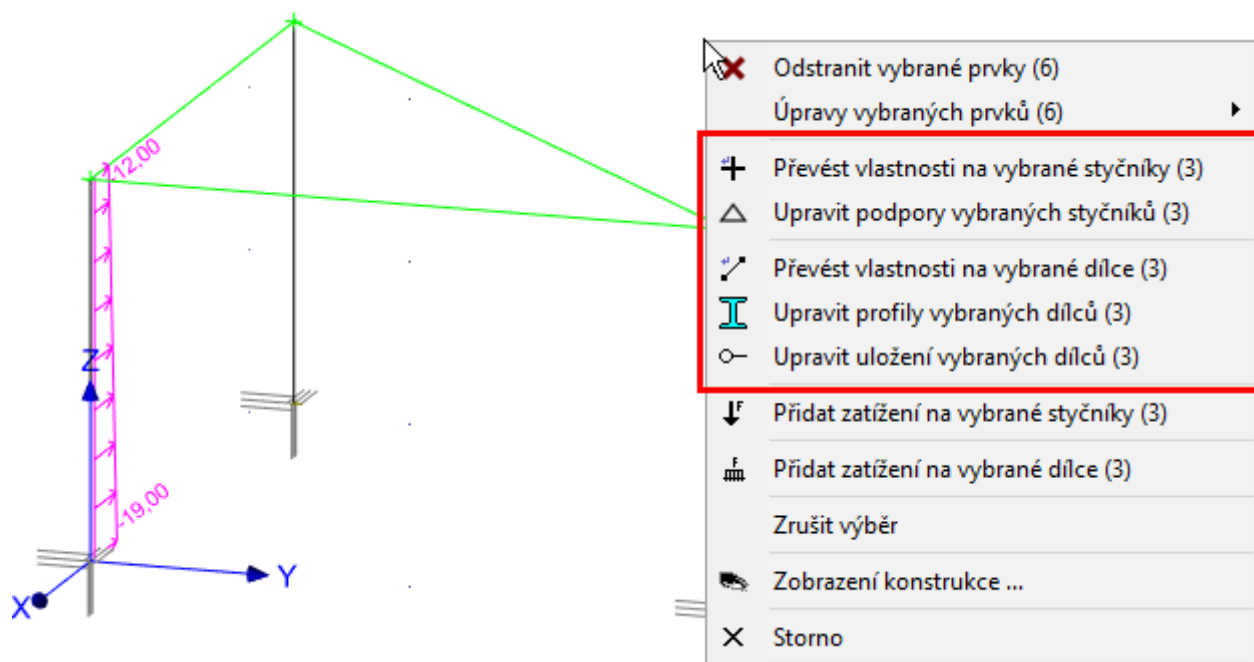
Styčníky ( 18 )		Dílec ( 9 )		Způsob zadání	Souřadnice		Podepření		
	Číslo				Y [m]	Z [m]	P <sub>Y</sub>	P <sub>Z</sub>	O <sub>X</sub>
<b>+</b> Přidat		1	abs. Y: 0,000 m Z: 0,000 m		0,000	0,000	✓	✓	
<b>←</b> Upravit		<b>&gt; 2</b>	rel. k 1; 25,00 % od výchozího v ose 1		1,625	0,758			
<b>✗</b> Odstranit		3	rel. k 1; 50,00 % od výchozího v ose 1		3,250	1,516			
<b>↑</b> Nahoru		4	rel. k 1; 75,00 % od výchozího v ose 1		4,875	2,273			
<b>↓</b> Dolů									

Odstranění styčníku č.2 pomocí tabulky

Alternativou k nástrojové liště je též místní nabídka, kterou lze v tabulce vyvolat pravým tlačítkem myši.

## Hromadné úpravy vybraných styčníků a dílců

Pokud je třeba změnit vlastnosti více styčníků najednou, je možné tyto styčníky vybrat a použít jednu z funkcí pro hromadnou úpravu styčníků. Vybírat lze jak na pracovní ploše, tak v tabulce. Vybrané objekty na pracovní ploše jsou zvýrazněny zelenou barvou, vybrané položky v tabulce pak modrým podbarvením příslušného řádku. Nástroje pro hromadnou úpravu jsou dostupné v místní nabídce, která se zobrazí po kliknutí pravým tlačítkem myši na pracovní ploše (za předpokladu, že konstrukce obsahuje minimálně jeden vybraný prvek).



Nástroje pro hromadné úpravy v místní nabídce pro konstrukci s vybranými prvky

Pro vybrané styčníky lze použít následující nástroje:

- Přenést vlastnosti** • umožňuje přepírování vybraných vlastností od vzorového styčníku
- Upravit podpory** • umožňuje úpravu podpor

Pro vybrané dílce lze použít následující funkce:

- Přenést vlastnosti** • Umožňuje přepírování vybraných vlastností od vzorového dílce.
- Upravit profily** • Tento nástroj slouží k hromadné úpravě průřezů vybraných dílců. Po přepnutí stromečku do režimu "**Upravit profily**" se zobrazí dialogové okno, ve kterém lze zadat nový průřez a materiál všem vybraným dílcům. Obsah okna je popsán v kapitole "**Editace profilu**".
- Upravit uložení** • Umožňuje úpravu uložení počátku a konce dílce.

Obdobnou místní nabídku lze vyvolat též kliknutím pravým tlačítkem myši na vybrané prvky v tabulkách styčníků či dílců.

## Vlastnosti absolutního styčníku

V tomto okně lze určit či změnit polohu a způsob podepření absolutních styčníků. Poloha styčníků je určena absolutními souřadnicemi  $[X, Y, Z]$  v globálním **souřadném systému**. Pro přesné stanovení souřadnic lze využít rozšířených funkcí zadávacího pole včetně **pomocného kalkulatoru**. Tlačítko "**Přidat lokální souřadný systém styčníku**" umožňuje natočit podepření styčníku a tím transformovat reakce do potřebných směrů. Zadávání souřadného systému probíhá v okně

## "Souřadný systém styčnicku".

V pravé části okna v rámu "**Vnější podpora**" je možné změnit parametry podepření. Tyto parametry jsou popsány v kapitole "**Podpory**". Pokud má být styčnicku podepřen pružně, je možné tento způsob podepření zadat v okně "**Speciální vlastnosti styčnicku**", které se spouští tlačítkem "**Speciální**" v levém dolním rohu okna.

Okno "Vlastnosti absolutního styčnicku"

## Vlastnosti relativního styčnicku

V tomto okně lze určit či změnit polohu a způsob podepření relativních styčnicků. Poloha styčnicku je dána číslem vztažného dílce (tj. dílce, na kterém styčnick leží), polohou určenou v metrech či procentech a údajem, zda je poloha určena od počátku či konce dílce. Tlačítko "**Přidat lokální souřadný systém styčnicku**" umožňuje natočit podepření styčnicku a tím transformovat reakce do potřebných směrů. Zadávání souřadného systému probíhá v okně "**Souřadný systém styčnicku**".

V pravé části okna v rámu "**Vnější podpora**" je možné změnit parametry podepření. Tyto parametry jsou popsány v kapitole "**Podpory**". Pokud má být styčnicku podepřen pružně, je možné tento způsob podepření zadat v okně "**Speciální vlastnosti styčnicku**", které se spouští tlačítkem "**Speciální**" v levém dolním rohu okna.

Okno "Vlastnosti relativního styčnicku"

## Podpory

Podepření styčnicků se skládá ze šesti složek: lze bránit posunu ve směru globálních os X, Y a Z a natočení kolem os X, Y a Z. Podepření se zadává zaškrtnutím políčka "**bráněno**" u příslušného řádku. Na pracovní ploše je podepření v daném směru znázorněno úsečkou ve směru osy. Pokud jsou ve směru osy zobrazeny úsečky dvě, je zabráněno natočení kolem dané osy. Pokud je zabráněno jak posunu ve směru dané osy, tak natočení kolem této osy, je tento způsob podepření znázorněn třemi úsečkami v daném směru. Ukázka symbolů podpor:



- Styčnick není podepřen žádným způsobem

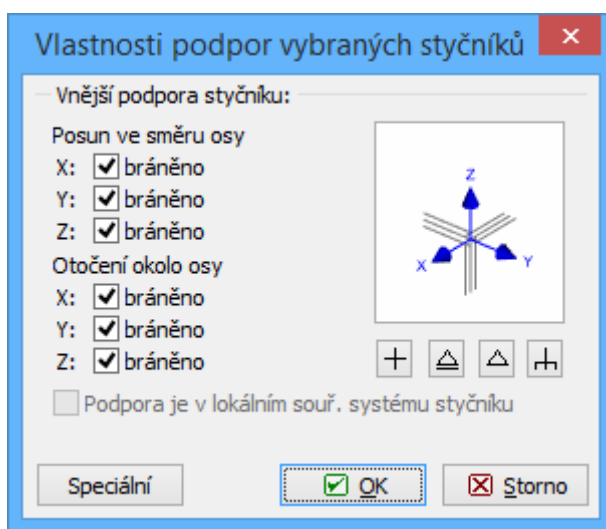


- Ve styčnicku je bráněno posunu ve směru os X, Y a Z. Natočení povoleno ve všech směrech (pevný kloub).
- Ve styčnicku je bráněno natočení ve všech směrech (X, Y a Z). Posun je volný.
- Ve styčnicku je bráněno posunu a natočení ve všech směrech (vetknutí).

Nejčastěji používané druhy podepření (nepodepřený styčník, posuvný kloub, kloub a vetknutí) lze rychle nastavit pomocí tlačítek pod náhledem styčnicku. Tlačítka jsou označena příslušnými značkami.

Pomocí tlačítka "**Speciální**" lze spustit dialogové okno "**Speciální vlastnosti styčnicku**", které umožňuje zadání nestandardních způsobů podepření, například pružných podpor.

Způsoby podepření jsou popsány v kapitole "**Podpory styčnicků**" teoretické části nápovědy.



*Vlastnosti podepření*

## Speciální vlastnosti styčnicku

Toto okno umožňuje rozšířené zadávání podepření styčnicků. Kromě volného a pevného podepření je pro všechny směry dostupné též podepření pružné. Pokud je vybráno pružné podepření, je nutné zadat konstantu  $K$ , která vyjadřuje tuhost pružiny.

Tlačítka "**Volná**", "**Pevná**" a "**Pružná**" lze všem směrům hromadně přiřadit odpovídající způsob podepření.

Způsoby podepření jsou popsány v kapitole "**Podpory styčnicků**" teoretické části nápovědy.

**Speciální vlastnosti styčnicku 2**

Vnější podpora

Bráněno posunu ve směru osy

X : pevné K = 0,000 [MN/m]

Y : pevné K = 0,000 [MN/m]

Z : pružné K = 10,000 [MN/m]

Bráněno otočení okolo osy

X : volné K = 0,000 [MNm]

Y : volné K = 0,000 [MNm]

Z : volné K = 0,000 [MNm]

Volná Pevná Pružná

OK Storno

Speciální vlastnosti styčnicku

## Souřadný systém styčnicku

Souřadný systém styčnicků slouží k natočení podpory daného styčnicku. Počátek natočeného lokálního souřadného systému je vždy roven absolutním souřadnicím styčnicku. Pro zadání souřadného systému styčnicku je nutné zadat libovolný bod na nové ose X a libovolný bod v kladné polorovině XY. Na základě těchto údajů program sestaví souřadný systém, vůči kterému je poté vztaženo podepření styčnicku. Osa X je definována souřadnicemi styčnicku a bodem na ose X, osa Y je sestavena ze styčnicku (počátku lokálního souřadného systému) kolmo vůči ose X tak, aby vznikla kladná polorovina XY procházela druhým zadaným bodem. Osa Z je pak vztyčena dle pravidel pravoúhlého souřadného systému.

Aby bylo možné lokální souřadný systém styčnicku sestavit, je nutné, aby samotný styčnick a dva zadané body neležely v přímce či dokonce měly shodné souřadnice.

Souřadné systémy styčnicků se nejčastěji využívají v případech, kdy je nutné získat reakce v natočeném souřadném systému, případně když je styčnick podepřen v jiném směru než jsou směry hlavních os X, Y a Z.

**Souřadný systém styčnicku 1**

Souřadnice styčnicku:

X = 0,000 [m] Y = 0,000 [m] Z = 0,000 [m]

Bod na ose X:

X = 1,000 [m] Y = 0,000 [m] Z = 0,000 [m]

Bod v kladné polorovině XY:

X = 0,000 [m] Y = 1,000 [m] Z = 1,000 [m]

OK Storno

Dialogové okno "Souřadný systém styčnicku"

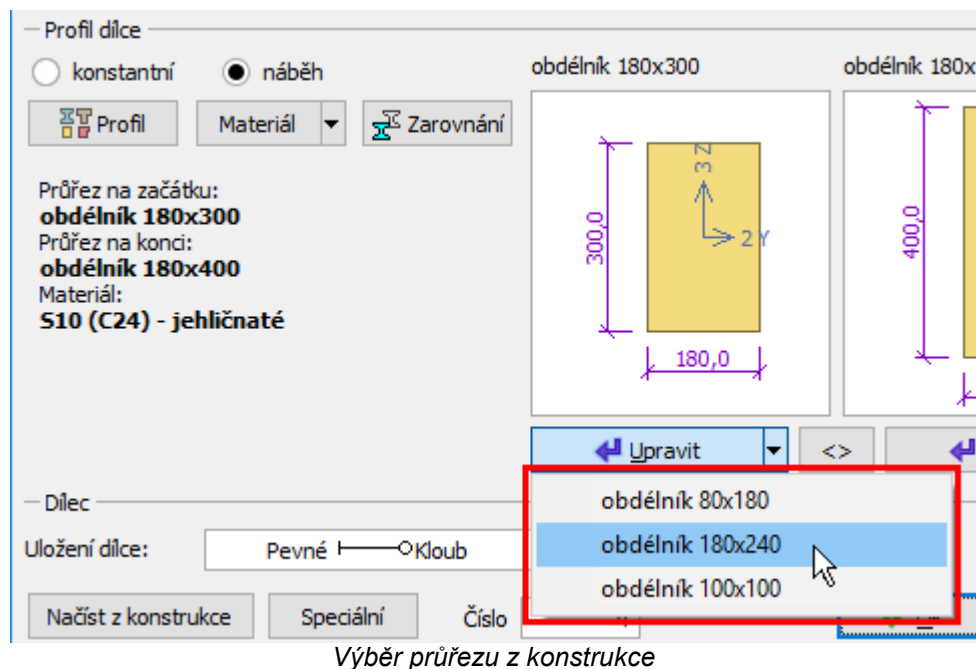
## Vlastnosti dílce

V tomto okně lze zadat či změnit základní vlastnosti dílce: počáteční a koncový styčnick, průřez, materiál a způsob uložení. Pomocí tlačítka "**Speciální**" (levý dolní roh okna) lze zobrazit okno "**Speciálním vlastnostem dílce**", které umožňuje navíc zadat pokročilé parametry výpočtu (nosník na podloží, vliv smyku) a rozšířené možnosti uložení konců (pružné uložení, umožnění posunu ve vybraných směrech).

Poloha dílce je určena číslem počátečního a koncového styčnicku. Tyto styčnick lze libovolně měnit. Změnu lze provádět jak výběrem z rozbalovacího seznamu, tak zadáním čísla styčnicku na klávesnici. Tlačítko "<>" umožňuje změnu orientace dílce (prohození počátku a konce) při současném zachování umístění styčnicků a zatížení.

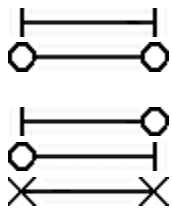


V rámu "**Profil dílce**" lze zvolit, zda se jedná o dílec s konstantním či proměnným průřezem (varianta "**náběh**"). Profil dílce (tj. průřez a materiál) se zadává v okně "**Editace profilu dílce**", které lze spustit tlačítkem "**Profil**". Pokud je již profil jednou zadán, je možné jeho vlastnosti změnit přímo tlačítky "**Materiál**" (změna třídy materiálu v okně "**Katalog materiálů**") a "**Upravit**" (změna rozměrů zadaného typu průřezu v okně "**Editor průřezu**"). V případě dílce s proměnným průřezem jsou v okně dvě tlačítka "**Upravit**", jedno pro začátek dílce a druhé pro konec dílce. Tlačítka pro úpravu materiálu a průřezu obsahují rozbalovací menu pro rychlý výběr materiálu či průřezu ze seznamu již existujících materiálů či průřezů.



Vzhled konstrukce lze zřehlednit zarovnáním kresby dílců vůči zadávací linii. The visual appearance of the structure can be modified by an alignment of the member which can be specified in a dedicated window using the button "**Alignment**". This alignment defines the position of member mass relatively to reference line of the member. It affects only structure view not the analysis.

V rámu "**Dílec**" lze vybrat způsob uložení dílce (kloubové, vetknutí apod.). V rozbalovacím seznamu jsou dostupné následující přednastavené způsoby uložení dílce:



- Dílec je vetknutý (zabráněno posunům a natočením) na obou koncích
- Dílec je kloubově uložen (zabráněno posunům ve všech směrech) na obou koncích, jeden z kloubů má navíc zabráněno natočení kolem osy 1. Dílec se tedy nemůže otáčet kolem své osy.
- Dílec s vetknutým počátkem a kloubovým koncem
- Dílec s kloubovým počátkem a vetknutým koncem
- Dílec obsahuje speciální nastavení uložení na počátku i konci dílce. Vlastnosti uložení jsou nastaveny v okně "**Speciální vlastnosti dílce**".

Uložení dílce je možné zvolit též zaškrtnutím příslušných podepření (položka "**bráněno**" pro daný směr a posun či natočení) pro začátek respektive konec dílce. Podepření je zadáváno v **lokálním souřadném systému dílce**.

Pomocí tlačítka "**Načíst z konstrukce**" lze nastavit vlastnosti (průřez, materiál, uložení), které již jsou v konstrukci přiřazeny jinému dílci.

## Kloubová připojení dílců

Při zadávání kloubových uložení dílců (tedy uložení, kde je zabráněno pouze posunům) je třeba mít na paměti zabránění rotace dílce kolem své vlastní osy (lokální osy 1). Samotné kloubové uložení totiž tomuto natočení nebrání a při výpočtu pak hrozí singularita při řešení rovnic a tedy kolaps výpočtu. Z tohoto důvodu by mělo být na jednom konci zabráněno též natočení kolem osy 1. Dílec je poté dostatečně podepřen a zároveň nedochází k přenosu kroutících momentů. Tomuto natočení není třeba v uložení bránit v případech, kdy rotaci dílce bude bráněno jiným tuze připojeným dílcem.

Způsoby uložení dílců jsou popsány v kapitole "**Připojení dílců**" teoretické části nápovědy.




**Vlastnosti dílce 2**

— Geometrie —

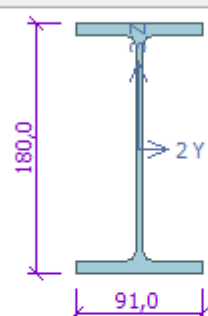
Styčnick na začátku: 13 2,535; 0,000; 2,713 [m] <> Styčnick na konci: 4 4,425; 0,000; 4,591 [m]

— Profil dílce —

☒ konstantní ☐ náběh IPE 180

 Profil Materiál Zarovnění

Průřez:  
**IPE 180**  
Materiál:  
**EN 10025 : Fe 360**



Upravit

— Dílec —

Uložení dílce: Pevné — Pevné

— Uložení začátek (lokální souřadný s.) — — Uložení konec (lokální souřadný s.) —

Posun v ose:	Natočení v ose:	Posun v ose:	Natočení v ose:
1: <input checked="" type="checkbox"/> Bráněno	1: <input checked="" type="checkbox"/> Bráněno	1: <input checked="" type="checkbox"/> Bráněno	1: <input checked="" type="checkbox"/> Bráněno
2: <input checked="" type="checkbox"/> Bráněno	2: <input checked="" type="checkbox"/> Bráněno	2: <input checked="" type="checkbox"/> Bráněno	2: <input checked="" type="checkbox"/> Bráněno
3: <input checked="" type="checkbox"/> Bráněno	3: <input checked="" type="checkbox"/> Bráněno	3: <input checked="" type="checkbox"/> Bráněno	3: <input checked="" type="checkbox"/> Bráněno

☐ Kloub 2,3 ☐ Pevné ☐ Kloub 2,3 ☐ Pevné

Načíst z konstrukce Speciální Číslo 2 OK Storno

Okno "Vlastnosti dílce"

## Speciální vlastnosti dílce

Toto okno slouží k rozšířené zadávání vlastností dílců.

### Typ dílce

Program umožňuje výběr ze dvou základních typů dílce:

- Nosník**
- Základní typ dílce lokálně podepřený ve styčnicích.
- Nosník na podloží**
- Dílec, který je po celé své délce podepřen pružným prostředím (podložím).

Dále je možné vybrat, zda má dílec přenášet tahové i tlakové síly či zda má být tah či tlak vyloučen.

### Parametry podloží

Podloží může být zadáno ve směru lokálních os 2 (ve směru gravitace) a 3 (kolmo na směr gravitace) dílce. Podloží je charakterizováno Winkler-Pasternakovými konstantami  $C_1$  a  $C_2$ . Pokud konstanty  $C_1$  a  $C_2$  nejsou známy, lze je dopočítat z charakteristik podloží v okně "**Dopočet  $C_1$  a  $C_2$** ". Při zadávání nosníku na podloží je třeba mít na paměti, že pružné podloží je modelováno jako pružiny, které působí jak v tlaku tak v tahu. To většinou neodpovídá realitě a je tedy nutné upravit projekt tak, aby k tahovému namáhání nedocházelo.

Nastavení "**šířka dle průřezu dílce**" automaticky přebírá šířku (výšku) prvku pro výpočet z charakteristik průřezu. Pokud toto nastavení není zaškrtnuto, je možné šířku kontaktu s podložím zadat ručně jako hodnotu  $b$  resp.  $h$ .

Při standardním nastavení se předpokládá, že podloží působí ve směru lokální osy 2 resp. 3 (tedy proti směru gravitace). Nastavení "**působí ve směru osy 2/3**" umožňuje změnit tuto orientaci.

Pokud dílec na začátku či konci opravdu končí a nenavazuje na žádnou jinou konstrukci, je možné pomocí nastavení "**před začátkem dílce**" a "**za koncem dílce**" zahrnout do výpočtu vliv smykových kotlin v těchto místech.

Vlastnosti pružného podloží jsou podrobně popsány v teoretické části nápovědy v kapitole "**Model podloží**".

## Deplanace průřezu

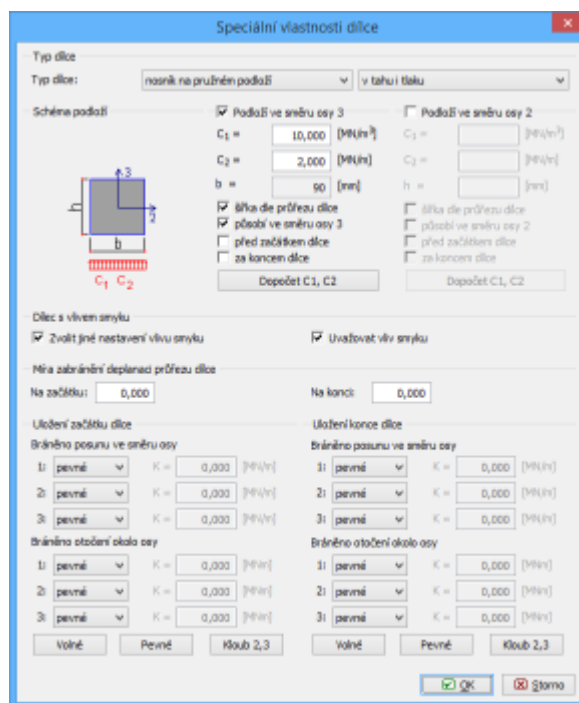
Část "**Míra zabránění deplanace průřezu dílce**" umožňuje zadat, zda je začátek a konec dílce uložen volně, a tedy vzniká volné kroucení s deplanací průřezu (deformace průřezu ve směru osy dílce), nebo zdaje v krajních styčnicích deplanaci bráněno a vzniká též kroucení vázané. Deplanaci je bráněno v případech, kdy je uložení konců dílce ve styčnicích tuhé. Zabránění deplanaci se zadává jako konstanta z uzavřeného intervalu  $<0;1>$ , přičemž  $0$  znamená zcela volnou deplanaci,  $1$  je deplanace úplně znemožněná. Čísla mezi těmito mezemi určují míru částečného zabránění deplanaci. Na dílcích s průřezem, které mohou deplanovat je možno po výpočtu prohlížet a předávat pro dimenzování trojici vnitřních sil, které vznikají v průřezu vlivem kroucení. Jsou to moment volného kroucení  $T_t$ , bimoment  $B$  a moment vázaného kroucení  $T_o$ . Momenty  $T_t$  a  $T_o$  vyvolávají v průřezu smykové napětí, důsledkem bimomentu  $B$  je normálové napětí na průřezu.

## Vliv smyku

V části "**Dílec s vlivem smyku**" lze nastavit, zda má být při výpočtu vnitřních sil uvažováno s vlivem smyku na přetvoření či nikoliv. Model bez vlivu smykových sil na přetvoření plně dostačuje pro prvky, jejichž délka je výrazně větší (řádově) než rozměry průřezu. Toto kritérium splňuje naprostá většina prutových konstrukcí. Vliv smyku na přetvoření je třeba zahrnout do výpočtu především v případě krátkých prvků s většími průřezovými rozměry (například masivní rámy). O jednotlivých výpočetních modelech pojednává kapitola "**Speciální charakteristiky dílců**" teoretické části nápovědy.

## Uložení počátku a konce dílce

Ve spodní části okna program nabízí různé způsoby uložení konců dílce. Kromě volného a pevného uložení je pro všechny směry dostupné též uložení pružné. Pokud je vybráno pružné uložení, je nutné zadat konstantu  $K$ , která vyjadřuje tuhost pružiny. Tlačítka "**Volné**", "**Pevné**" a "**Kloub**" slouží k rychlému nastavení odpovídajících parametrů. Způsoby uložení dílců jsou popsány v kapitole "**Připojení dílců**" teoretické části nápovědy.



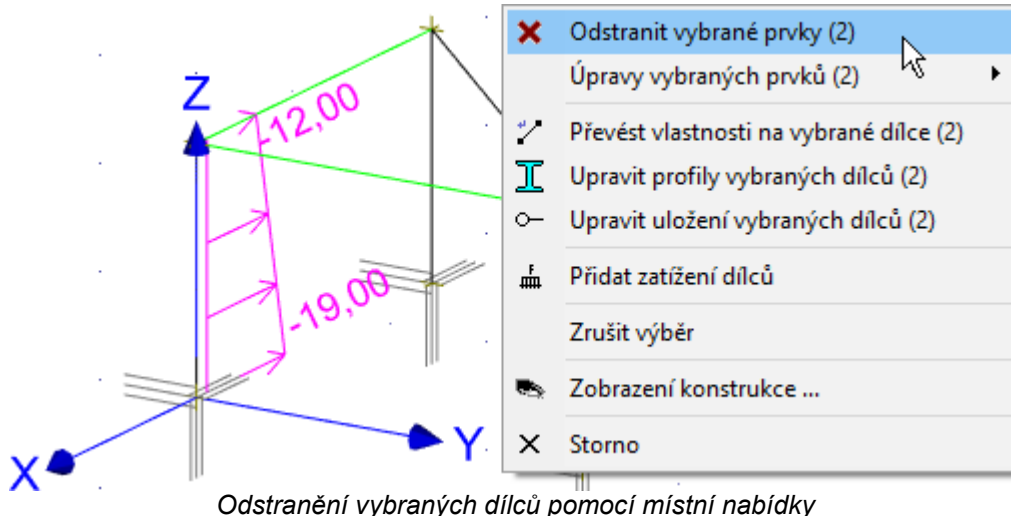
Dialogové okno "Speciální vlastnosti dílce"

## Odstranění prvků

Styčníky a dílce lze mazat několika způsoby: pomocí příkazů v místních nabídkách, graficky na pracovní ploše nebo v tabulkách ve spodní části okna. Při odstraňování styčníků je třeba mít na paměti, že kromě samotných styčníků se automaticky odstraňují i dílce, které jsou do styčníků připojené. Při odstraňování dílců se kromě samotných dílců automaticky odstraňují i relativní styčníky na dílci a všechny dílce do těchto styčníků připojené.

## Využití místní nabídky

V jakémkoliv režimu modelování (části "**Topologie**" a "**Zatížení**" ovládacího stromečku) lze libovolný styčník či dílec odstranit příkazy "**Odstranit styčník**" respektive "**Odstranit dílec**" v místních nabídkách jednotlivých prvků. Tyto místní nabídky lze vyvolat kliknutím pravým tlačítkem myši na objekt na pracovní ploše. Shodný postup lze zvolit i pro hromadné odmazání prvků. Pokud jsou v konstrukci vybrané styčníky či dílce (zvýrazněné zelenou barvou na pracovní ploše), místní menu obsahuje podobný nástroj pro hromadné odstranění více prvků.



Odstranění vybraných dílců pomocí místní nabídky

## Grafický režim "Odstranit"

V ovládacím stromě lze zvolit též režim pro mazání prvků (část "Topologie" "Odstranit"). V tom případě lze jednotlivé styčníky či dílce mazat přímo kliknutím levým tlačítkem myši na prvek na pracovní ploše. Správná poloha kurzoru nad objektem je signalizována změnou značky kurzoru.



Vzhled kurzoru při mazání styčníku

Režim lze ukončit zvolením jiného režimu či kliknutím pravým tlačítkem myši.

## Mazání v tabulkách styčníků a dílců

Prvky lze též mazat v tabulkách styčníků a dílců. Tyto tabulky jsou uspořádány do záložek v zadávacím rámu ve spodní části okna. Tlačítko "Odstranit" se nachází v nástrojové liště vlevo od příslušné tabulky. Tento příkaz odstraní aktivní prvek (zvýrazněn ručním fontem a znakem ">" v prvním sloupečku tabulky) nebo všechny vybrané styčníky či dílce (zvýrazněné modrou barvou v tabulce).

Styčníky ( 6 )		Dílce ( 6 )				
<div><div><div>+ Přidat</div><div>← Upravit</div><div>✖ Odstranit</div><div>↑ Nahoru</div><div>↓ Dolů</div></div></div>	<div><div><div></div><div></div><div></div></div></div>	Způsob zadání	Souřadnice			
	Číslo		X [m]	Y [m]	Z [m]	P <sub>x</sub>
	➤ 1	abs. X: 0,000 m Y: 0,000 m Z: 0,00	0,000	0,000	0,000	✓
	2	abs. X: 0,000 m Y: 4,000 m Z: 0,000 m	0,000	4,000	0,000	✓
	3	abs. X: 0,000 m Y: 0,000 m Z: 2,350 m	0,000	0,000	2,350	
4	abs. X: 0,000 m Y: 4,000 m Z: 2,350 m	0,000	4,000	2,350		

Odstranění styčníku č. 1 pomocí tabulky

Alternativou k nástrojové liště je též místní nabídka, kterou lze v tabulce vyvolat pravým tlačítkem myši.

## Pomůcky

V tomto režimu zadávací rám obsahuje nástroje a pomůcky, které lze využít při dodatečných úpravách konstrukce:

### Úpravy

Tyto nástroje slouží k úpravě topologie konstrukce. Dokáží pracovat jak s celou konstrukcí, tak pouze s vybranými prvky. Většinu těchto pomůcek lze použít v režimu prosté transformace (změna tvaru či polohy konstrukce) nebo v režimu kopírování, při kterém dochází ke zvětšení počtu konstrukčních prvků. Program obsahuje následující nástroje:

**Posunout**

**Kopírovat**

**Zvětšit/zmenšit**

**Otočit**

**Zrcadlit**

**Zarovnat**

- Umožňuje posunout konstrukci v zadaném směru
- Umožňuje kopírovat konstrukci v zadaném směru
- Umožňuje zvětšení či zmenšení konstrukce
- Umožňuje kopírovat či posunout konstrukci natočením
- Umožňuje kopírovat či posunout konstrukci pomocí zrcadlení
- Umožňuje zarovnání konstrukčních prvků (styčníků, dílců) do zadané přímky

## Styčníky

### Přidat nůžkový spoj

- Vloží nůžkový spoj do místa křížení dvou dílců. Nůžkový spoj je zvláštním typem relativního styčníku, který má dva referenční dílce. Slouží ke kloubovému propojení dvou dílců v místě křížení.

### Převést styčník na absolutní

- Převede zvolený relativní styčník na absolutní

### Absolutní styčníky na dílcích

- Proveďte test, zda souřadnice některých absolutních styčníků neodpovídají poloze na některém z dílců. V těchto detailech neexistuje skutečný kontakt mezi dílcem a styčníkem a mohou být tedy příčinou nadměrného uvolnění vazeb v konstrukci, a tedy i chyb v průběhu výpočtu (singularita). Nástroj umožňuje převést nalezené styčníky na relativní a vytvořit tak vazbu mezi styčníkem a dílcem.

### Abs. styčníky na dílcích převést na relativní

- Vyhledá absolutní styčníky ležící na dílcích či v jejich okolí a převede je na relativní styčníky těchto dílců. Okolí dílců, v kterém jsou absolutní styčníky vyhledávány, může být zadáno uživatelem. Stejně tak je možné určit, zda budou při úpravě brány v úvahu všechny styčníky či pouze vybrané.

## Dílce

### Dělit dílce

### Analýza spjitosti

- Rovnoměrně vloží na dílec zadaný počet relativních styčníků
- Proveďte test, na kolik samostatných částí je konstrukce ve skutečnosti rozdělena. Skryté rozdělení složitých konstrukcí na více celků způsobené překrývajícími se styčníky či dílci je jedna z nejčastějších příčin chyb v průběhu výpočtu. Rozdělené konstrukce nebývají dostatečně podepřeny a způsobují tak singularitu při řešení rovnic. Součástí této analýzy je možnost zvýraznit každou samostatnou část konstrukce výběrem (usnadňuje orientaci v konstrukci).

## Zatížení

### Násobit zatížení dílců

- Umožňuje zvětšení/zmenšení dílcových zatížení v zatěžovacích stavech zadaným součinitelem. Součinitel lze aplikovat na vybraná či všechna zatížení, volit lze též, zda má být změna provedena na aktivní, vybrané či všechny zatěžovací stavy. Tohoto nástroje je možné využít například při změně zatěžovací šířky prvku.

### Násobit zatížení styčníků

- Umožňuje zvětšení/zmenšení styčníkových zatížení v zatěžovacích stavech zadaným součinitelem. Součinitel lze aplikovat na vybraná či všechna zatížení, volit lze též, zda má být změna provedena na aktivní, vybrané či všechny zatěžovací stavy. Tohoto nástroje je možné využít například při změně zatěžovací šířky prvku.

## Zatěžovací stavy a kombinace

### Načíst šablonu

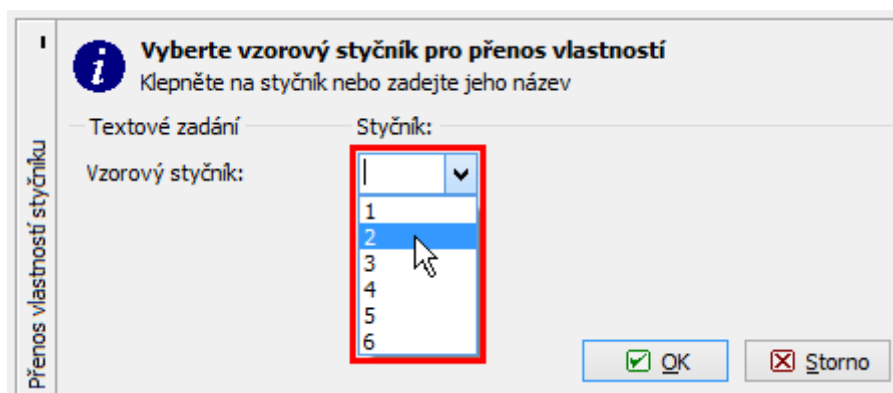
- Umožňuje načíst šablonu (seznam) zatěžovacích stavů a kombinací. Tímto způsobem lze jednoduše přenést zatěžovací stavy a kombinace z jednoho projektu do druhého. Šablona zatěžovacích stavů a kombinací má vlastní příponu \*.flc.

### Uložit šablonu

- Umožňuje uložit šablonu (seznam) zatěžovacích stavů a kombinací. Tímto způsobem lze jednoduše přenést zatěžovací stavy a kombinace z jednoho projektu do druhého. Šablona zatěžovacích stavů a kombinací má vlastní příponu \*.flc.

## Přenést vlastnosti

Tento nástroj slouží k přkopírování vlastností vzorového styčníku vybraným styčníkům. Základním předpokladem je, že v konstrukci je minimálně jeden vybraný styčník (zvýrazněn zelenou barvou na pracovní ploše). Po přepnutí stromechku do režimu "Styčníky" "Vybrané" "Přenést vlastnosti" se zobrazí v zadávacím rámu okno, v kterém je možné vybrat vzorový styčník. Vlastnosti tohoto styčníku bude možné přkopírovat na vybrané styčníky. Výběr potvrdíme tlačítkem "OK". Výběr vzorového styčníku je možné provést i graficky kurzorem přímo na pracovní ploše.



Výběr vzorového styčníku

V následujícím okně si lze vybrat, jaké vlastnosti budou přeneseny vybraným styčnícům. Od vzorového styčníku lze přenést jednu ze souřadnic určujících polohu (dojde tak k zarovnání bodů do plochy kolmé k dané ose), způsob podepření (včetně lokálního souřadného systému) a zatížení zadané ve všech či pouze v aktuálním zatěžovacím stavu. Pokud je součástí programu Fin 3D též modul **"Dynamika"**, je možné pomocí tohoto nástroje též kopírovat zadané soustředěné hmoty.

Dialogové okno "Přenos vlastností styčníku"

## Upravit podpory

Tento nástroj slouží k hromadné úpravě podepření vybraných styčníků. Základním předpokladem je, že v konstrukci je minimálně jeden vybraný styčník (zvýrazněn zelenou barvou na pracovní ploše). Po přepnutí stromečku do režimu **"Styčníky"** **"Vybrané"** **"Upravit podpory"** se zobrazí okno **"Vlastnosti podpor vybraných styčníků"**, ve kterém lze zadat způsob podepření styčníku. Možné způsoby podepření jsou popsány v kapitole **"Podpory"**.

Okno "Vlastnosti podpor vybraných styčníků"

## Upravit uložení

Tento nástroj slouží k hromadné úpravě uložení konců vybraných dílců. Základním předpokladem je, že v konstrukci je minimálně jeden vybraný dílec (zvýrazněn zelenou barvou na pracovní ploše). Po přepnutí stromečku do režimu **"Dílece"** **"Vybrané"** **"Upravit uložení"** se zobrazí okno **"Vlastnosti uložení vybraných dílců"**, ve kterém lze zadat nový způsob uložení. Rozsah nabízených typů uložení odpovídá výběru v dialogovém okně **"Vlastnosti dílce"**. Pomocí tlačítka **"Načíst"**

**z konstrukce**" lze použít způsob uložení, který je již v konstrukci použit u jiného dílce.

Okno pro volbu způsobu uložení

Tlačítkem **"Speciální"** program zobrazí okno s rozšířenými možnostmi uložení. Rozsah zadávání v tomto okně odpovídá **"Speciálním vlastnostem dílce"**, je tedy možné zadat např. pružné uložení konců či pružné podloží nosníku.

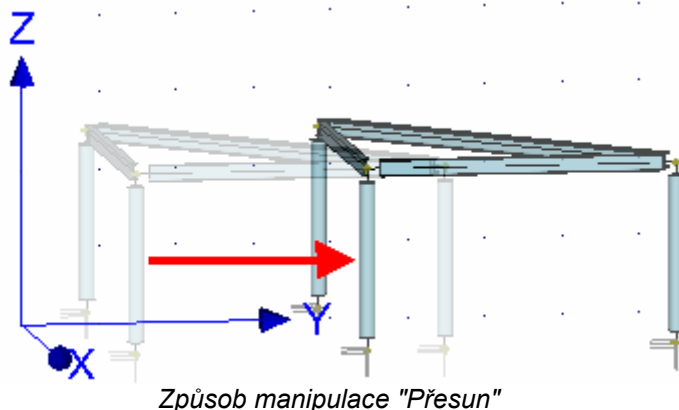
## Posunout

Pomůcka **"Posunout"** slouží k posunu či ke kopírování konstrukce (nebo její části) posunem. Chování tohoto nástroje lze ovlivnit v dialogovém okně **"Generování prvků posunem"**, které se po vybrání pomůcky v ovládacím stromečku objeví.

Dialogové okno "Úpravy topologie"

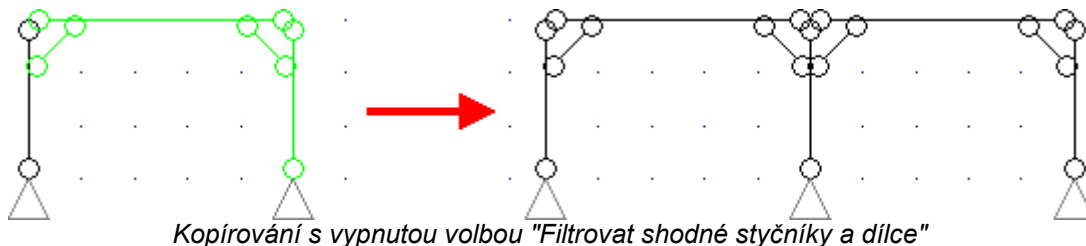
**Způsob manipulace** určuje, zda nástroj pouze posune konstrukci (či její část) nebo stávající prvky zachová a bude vytvářet nové kopírováním. Pokud je vybrána varianta **"Přesun"**, většina ostatních nastavení v okně není dostupná a lze zadat pouze vektor posunutí. Tento vektor pak určuje směr přesunu konstrukce.



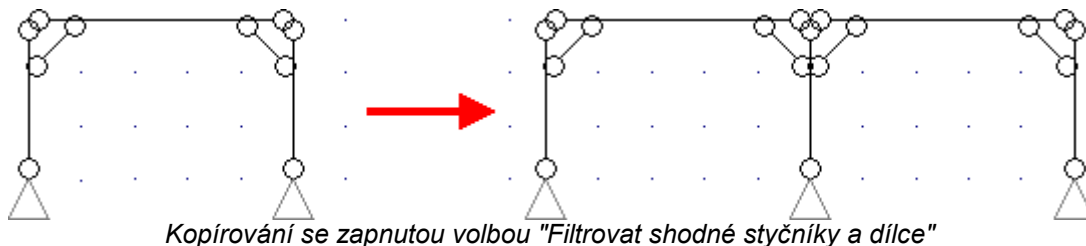


Tímto nástrojem lze přesouvat/kopírovat jak celé konstrukce, tak pouze vybrané prvky. Toto chování ovlivňuje nastavení **"Prvky k manipulování"**. Varianta **"Všechny"** aplikuje úpravu na celou konstrukci, varianta **"Vybrané"** pouze na vybrané (zeleně zvýrazněné) prvky konstrukce. Prvky musí být vybrány již před výběrem nástroje v ovládacím stromečku. V opačném případě tato volba není dostupná.

Nastavení **"Filtrovat shodné styčníky a dílce"** umožňuje odmazat zdvojené styčníky či dílce, které se mohou v konstrukci vyskytnout jako výsledek aplikace této pomůcky. Následující příklad ukazuje názorně chování tohoto nastavení. Pokud filtrování shodných prvků není zapnuto, je nutné při kopírování níže vykresleného rámu použít kopírování pouze vybraných (zeleně zvýrazněných) prvků. Pokud bychom totiž kopírovali celou konstrukci, budou v místě středního sloupu dva pruty s totožnou polohou. První by pocházel z původní konstrukce, druhý by byl doplněn při kopírování.



Abychom nemuseli sledovat toto případné překrývání dílců, je možné zapnout nastavení **"Filtrovat shodné styčníky a dílce"**. Program poté automaticky kontroluje případné překrývání prvků a zbytečné maže. Rám v tomto případě můžeme překopírovat jako celou konstrukci, bez nutnosti vybírat další dílce.



Pokud chceme, aby se společně s konstrukčními prvky kopírovalo též zatížení zadané na prvcích případně podpory, můžeme použít nastavení **"Kopírovat podpory"** a **"Kopírovat zatížení"**.

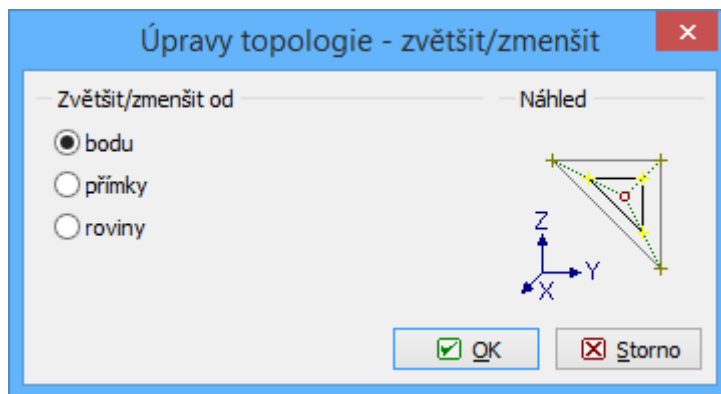
Plánujeme-li použít kopírovanou sestavu prvků dále upravovat, můžeme si ji uložit jako nový **pojmenovaný výběr** pomocí nastavení **"Vytvořit ke kopii nový výběr"**. Sestava se poté uloží pod zadaným jménem do **"Správce pojmenovaných pohledů"**, kde se k ní můžeme kdykoliv vrátit.

Dalším údajem, který musíme v dialogovém okně zvolit, je počet vytvořených kopií. Jako poslední se zadává samotný vektor posunutí, který je rozložen do směrů dle hlavních os Y a Z. Aby bylo možné posunutí či kopírování provést, je nutné, aby minimálně jedna složka posunutí byla nenulová.

## Zvětšit/zmenšit

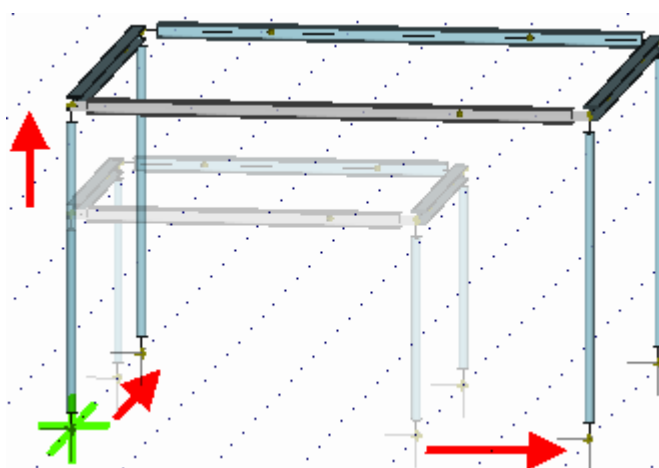
Tento nástroj slouží ke zvětšení respektive zmenšení konstrukce. K dispozici jsou tři základní typy úpravy: vůči bodu, přímkce či rovině. Typ se volí v úvodním dialogovém okně **"Úpravy topologie - zvětšit/zmenšit"**, které se objeví po vybrání nástroje v ovládacím stromečku programu.





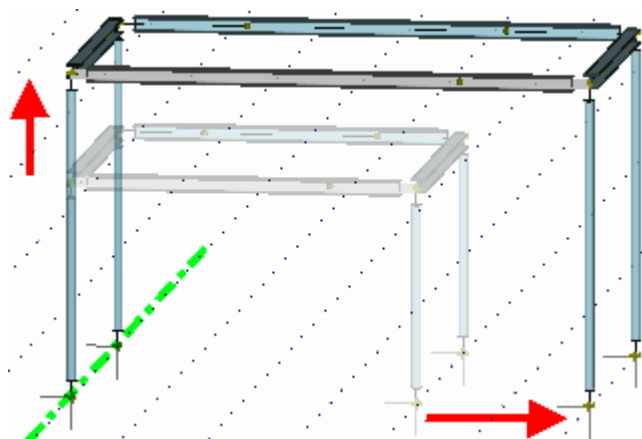
Volba způsobu transformace

Pokud je zvolena transformace vůči bodu, program provede zvětšení či zmenšení ve všech směrech. Úpravou vzniká konstrukce stejného tvaru jako původní konstrukce.



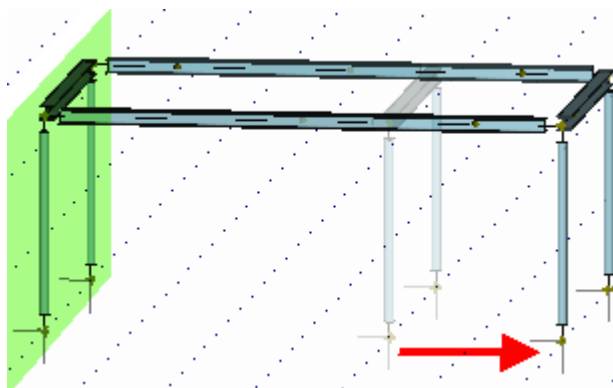
Zvětšení konstrukce vůči bodu

Transformace vůči přímce mění rozměr konstrukce ve směrech kolmých na přímku. Ve směru přímky se rozměr konstrukce nemění. Úpravou vzniká konstrukce jiného tvaru než byla původní konstrukce.



Zvětšení konstrukce vůči přímce

Úprava vůči rovině zvětší/zmenší konstrukci pouze ve směru kolmém k zadané rovině. Mění se tedy pouze jeden rozměr ze tří. Tvar nové konstrukce je tak jiný než u původní konstrukce.



Zvětšení konstrukce vůči rovině

Následuje zadání souřadnic bodu (přímky, roviny). Zadání je možné provést zadáním souřadnic, výběrem již existujícího styčnicku ze seznamu nebo kliknutím na pracovní plochu.

**Zadejte druhý bod roviny**  
Klepněte na styčnick, zadejte jeho název nebo libovolné souřadnice

Textové zadání

	Styčnick:	X [m]:	Y [m]:	Z [m]:
Bod 1 roviny:	1	15,000	0,000	0,000
Bod 2 roviny:				
Bod 3 roviny:				

Předchozí Další Storno

Úpravy topologie - zvětšit/zmenšit

Upravit

Tabulky - není k dispozici

Zadání bodu na pracovní ploše

Následuje zadání souřadnic bodu respektive počátku a konce přímky. Zde je důležité zadat koeficient požadované změny měřítka.

**Generování prvků zvětšením/zmenšením**

---

**Informace**

Celkový počet styčníků: 24      Celkový počet dílců: 29  
 Počet vybraných styčníků: 0      Počet vybraných dílců: 0

---

**Způsob manipulace**

☒ Kopie      ☐ Přesun      ☒ Všechny      ☐ Vybrané

---

**Parametry kopie**

☒ Filtrovat shodné styčnky a dílce      ☒ Kopírovat podpory  
☒ Kopírovat soustředěné hmoty      ☒ Kopírovat zatížení  
☐ Vytvořit ke kopii nový výběr  
☐ Propojit vybrané styčnky dílci

Počet kopií:

---

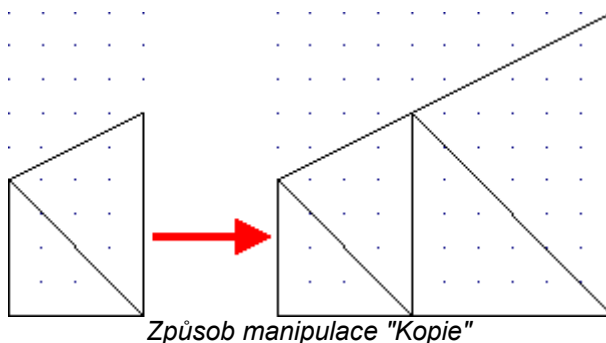
**Parametry zvětšení/zmenšení (Generování od roviny):**

	X [m]	Y [m]	Z [m]
1. bod roviny:	15,000	0,000	0,000
2. bod roviny:	17,598	-1,500	0,000
3. bod roviny:	12,402	1,500	2,500

Koeficient změny měřítka:

Dialogové okno "Generování prvků posunem"

**Způsob manipulace** určuje, zda nástroj původní konstrukci (či její část) smaže a vytvoří konstrukci novou nebo stávající prvky zachová a bude přidávat nové. Pokud je vybrána varianta "**Přesun**", většina ostatních nastavení v okně není dostupná a lze zadat pouze vztažný bod resp. úsečku a koeficient transformace. Způsob transformace "**Kopie**" ponechá původní konstrukci a pouze k ní přidá nové prvky vzniklé transformací.



Nástrojem lze zvětšovat/zmenšovat jak celé konstrukce, tak pouze vybrané prvky. Toto chování ovlivňuje nastavení "**Prvky k manipulování**". Varianta "**Všechny**" aplikuje úpravu na celou konstrukci, varianta "**Vybrané**" pouze na vybrané (zeleně zvýrazněné) prvky konstrukce. Prvky musí být vybrané již před výběrem nástroje v ovládacím stromečku. V opačném případě tato volba není dostupná.

Nastavení "**Filtrovat shodné styčnky a dílce**" umožňuje odmazat zdvojené styčnky či dílce, které se mohou v konstrukci vyskytnout jako výsledek aplikace této pomůcky. Toto nastavení by mělo být vždy zapnuto.

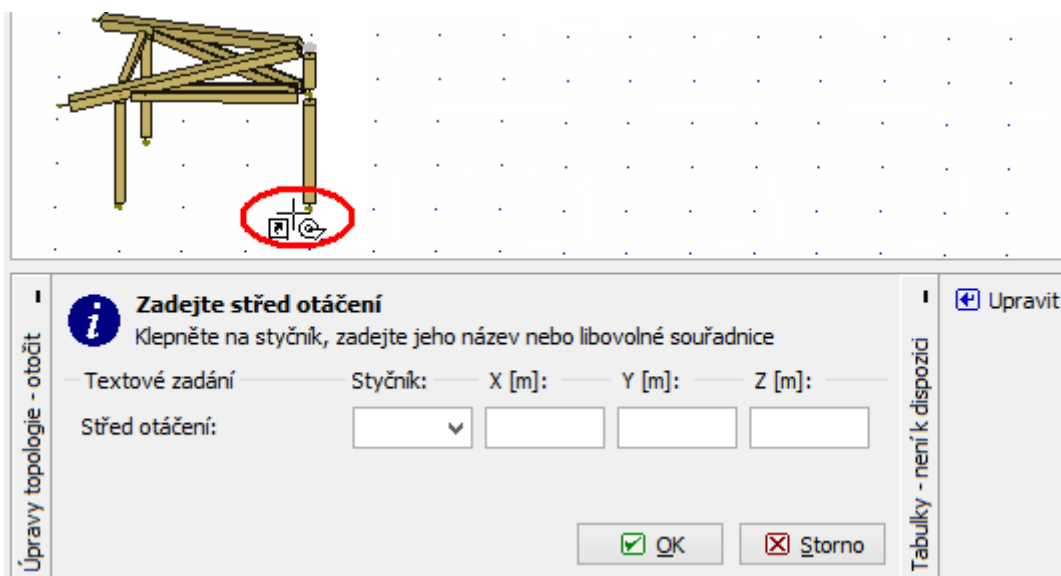
Pokud chceme, aby se společně s konstrukčními prvky kopírovalo též zatížení zadané na prvcích, soustředěné hmoty případně podpory, můžeme použít nastavení "**Kopírovat podpory**", "**Kopírovat soustředěné hmoty**" a "**Kopírovat zatížení**".

Plánujeme-li použít kopírovanou sestavu prvků dále upravovat, můžeme si ji uložit jako nový **pojmenovaný výběr** pomocí nastavení "**Vytvořit ke kopii nový výběr**". Sestava se poté uloží pod zadaným jménem do "**Správce pojmenovaných pohledů**", kde se k ní můžeme kdykoliv vrátit.

Dalším údajem, který musíme v dialogovém okně zvolit, je počet vytvořených kopií. Jako poslední se zadává samotný vztahový bod (respektive úsečka) a koeficient změny měřítka. Pokud je tento součinitel menší než nula, konstrukce se zmenší, v opačném případě dojde ke zvětšení.

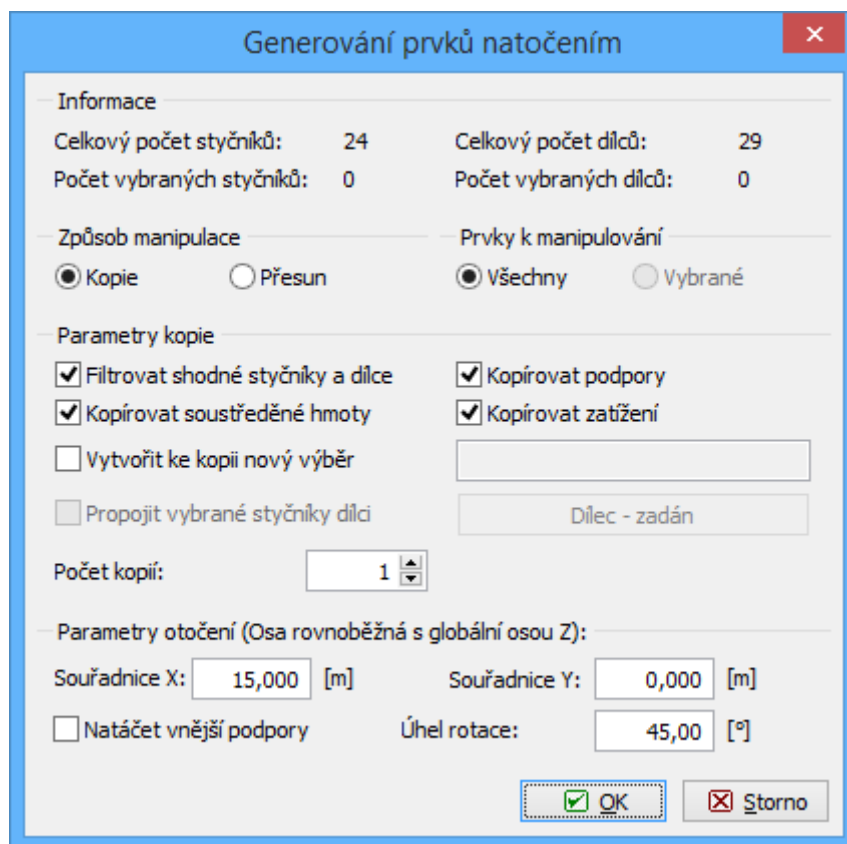
## Otočit

Tento nástroj slouží k natočení konstrukce či její části. Po výběru nástroje v ovládacím stromečku je třeba nejprve zadat osu otáčení. Ta může být rovnoběžná s hlavními osami prostoru nebo může být zadána obecně dvěma body. Zadání bodu (bodů) na ose je možné provést zadáním souřadnic, výběrem již existujícího styčnicku ze seznamu nebo kliknutím na pracovní plochu.



*Zadání středu otáčení na pracovní ploše*

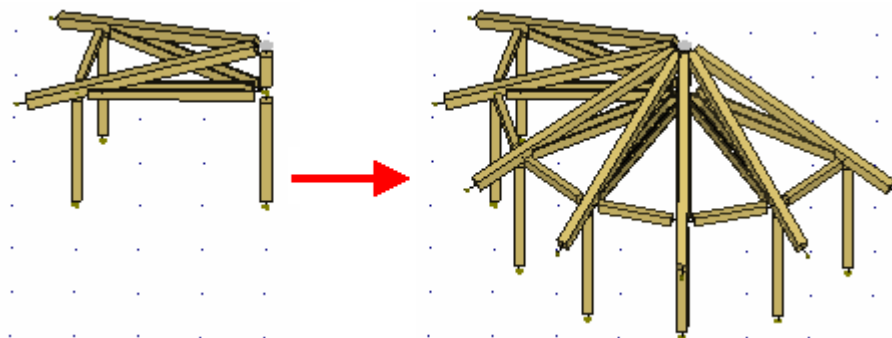
Po zadání vztahné přímky respektive bodu se objeví dialogové okno "**Generování prvků natočením**", v kterém lze ovlivnit chování nástroje.



*Dialogové okno "Generování prvků posunem"*

**Způsob manipulace** určuje, zda nástroj původní konstrukci (či její část) smaže a vytvoří novou natočenou nebo stávající prvky zachová a bude pouze přidávat nové. Pokud je vybrána varianta "**Přesun**", většina ostatních nastavení v okně není

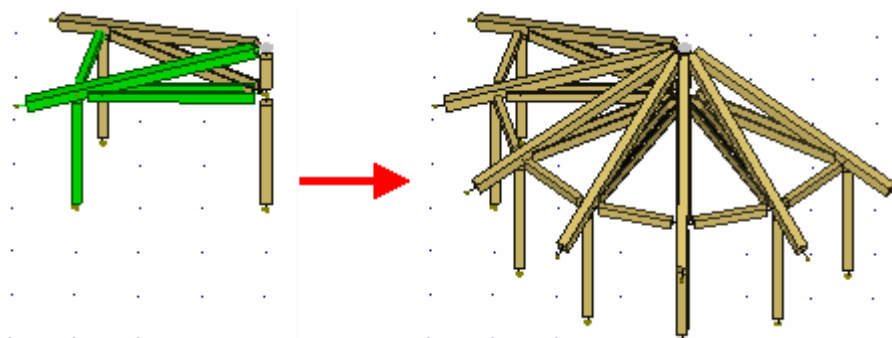
dostupná a lze zadat pouze vztahný bod resp. úsečku a koeficient transformace. Způsob transformace "**Kopie**" ponechá původní konstrukci a pouze k ní přidá nové prvky vzniklé transformací.



*Natočení konstrukce v režimu "Kopie" s opakováním*

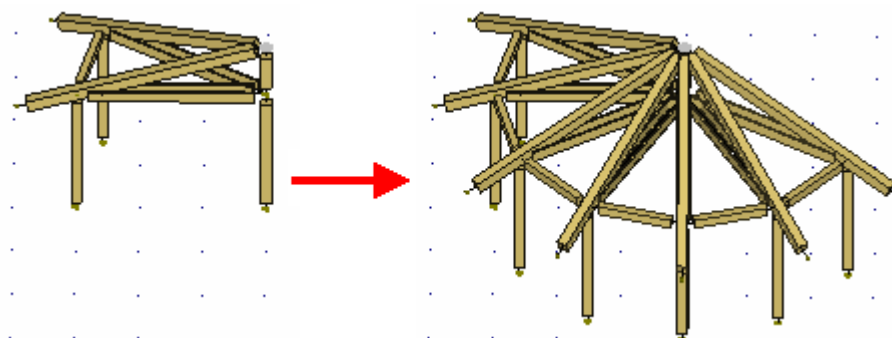
Nástrojem lze natáčet jak celé konstrukce, tak pouze vybrané prvky. Toto chování ovlivňuje nastavení "**Prvky k manipulování**". Varianta "**Všechny**" aplikuje úpravu na celou konstrukci, varianta "**Vybrané**" pouze na vybrané (zeleně zvýrazněné) prvky konstrukce. Prvky musí být vybrané již před výběrem nástroje v ovládacím stromečku. V opačném případě tato volba není dostupná.

Nastavení "**Filtrovat shodné styčníky a dílce**" umožňuje odmazat zdvojené styčníky či dílce, které se mohou v konstrukci vyskytnout jako výsledek aplikace této pomůcky. Toto nastavení by mělo být vždy zapnuto. Následující příklad ukazuje názorně chování tohoto nastavení. Pokud filtrování shodných prvků není zapnuto, je nutné při kopírování níže vykreslené konstrukce použít kopírování pouze vybraných (zeleně zvýrazněných) prvků. Pokud bychom totiž kopírovali celou konstrukci, objevily by se v konstrukci navzájem se překrývající dílce. První by pocházel z původní konstrukce, druhý by byl doplněn při kopírování.



*Kopírování s vypnutou volbou "Filtrovat shodné styčníky a dílce"*

Abychom nemuseli sledovat toto případné překrývání dílců, je možné zapnout nastavení "**Filtrovat shodné styčníky a dílce**". Program poté automaticky kontroluje případné překrývání prvků a zbytečné maže. Konstrukci v tomto případě můžeme překopírovat jako celek, bez nutnosti vybírat dílce.



*Kopírování se zapnutou volbou "Filtrovat shodné styčníky a dílce"*

Pokud chceme, aby se společně s konstrukčními prvky kopírovalo též zatížení zadané na prvcích případně podpory, můžeme použít nastavení "**Kopírovat podpory**" a "**Kopírovat zatížení**".

Plánujeme-li použít kopírovanou sestavu prvků dále upravovat, můžeme si ji uložit jako nový **pojmenovaný výběr** pomocí nastavení "**Vytvořit ke kopii nový výběr**". Sestava se poté uloží pod zadaným jménem do "**Správce pojmenovaných pohledů**", kde se k ní můžeme kdykoliv vrátit.

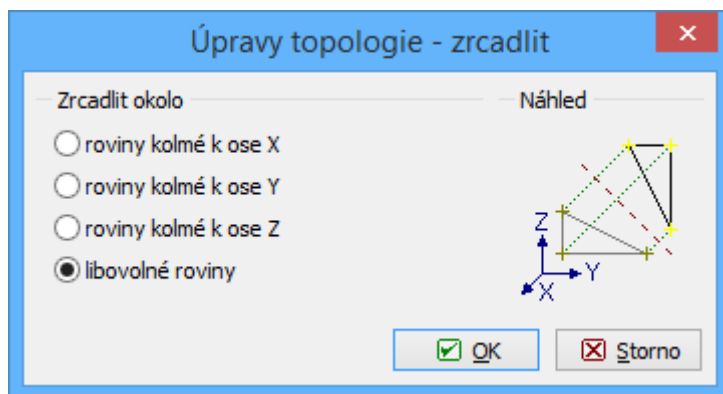
Nastavení "**Natáčet vnější podpory**" umožňuje natočit vnější podpory pomocí **lokálního souřadného systému styčníku** o úhel rovný natočení zbytku konstrukce.

Dalším údajem, který musíme v dialogovém okně zvolit, je počet vytvořených kopií. Jako poslední se zadává samotný

střed otáčení a úhel natočení. Kladný úhel provádí rotaci proti směru hodinových ručiček, záporný úhel po směru.

## Zrcadlit

Tento nástroj slouží k zrcadlení konstrukce. K dispozici jsou čtyři základní typy úpravy: zrcadlení vůči rovinám kolmým k osám  $x$ ,  $y$  či  $z$  nebo vůči obecně zadané rovině. Typ se volí v úvodním dialogovém okně **"Úpravy topologie - zrcadlit"**, které se objeví po vybrání nástroje v ovládacím stromečku programu.

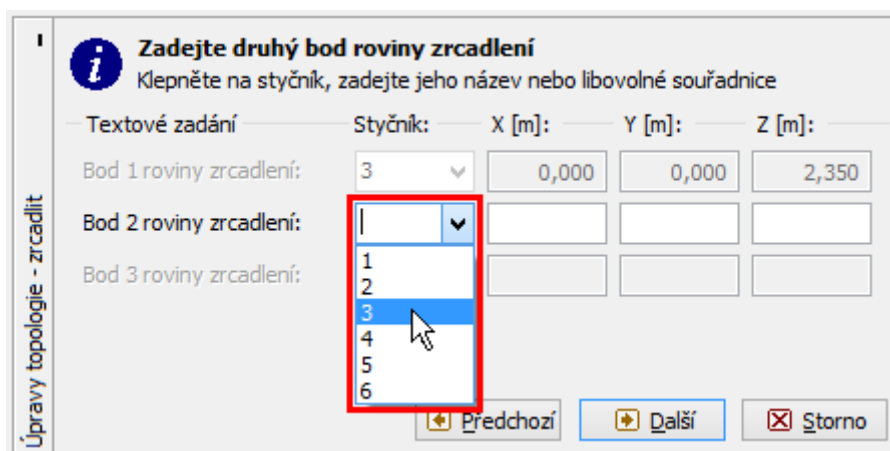


*Volba způsobu zrcadlení*

Zadání pomocí libovolné roviny je zcela obecné řešení, které umožňuje zadat zcela libovolně natočenou rovinu.

## Výběr prvků

Pokud je zvoleno zrcadlení pomocí obecné roviny, následuje v dalším kroku zadání tří bodů roviny, která bude použita k zrcadlení. Body lze zadat buď pomocí souřadnic v globálním souřadném systému nebo výběrem již existujících styčníků v konstrukci. Výběr je možné provést z rozbalovacího seznamu nebo přímo kliknutím na pracovní plochu.



*Výběr styčníku pro definici roviny zrcadlení*

Po výběru způsobu zrcadlení se objeví dialogové okno **"Generování prvků zrcadlením"**, v kterém lze ovlivnit chování nástroje.

Generování prvků zrcadlením ✕

**Informace**

Celkový počet styčníků: 6	Celkový počet dílců: 6
Počet vybraných styčníků: 0	Počet vybraných dílců: 0

**Způsob manipulace**

☒ Kopie
☐ Přesun

**Prvky k manipulování**

☒ Všechny
☐ Vybrané

**Parametry kopie**

☒ Filtrovat shodné styčníky a dílce  
☒ Kopírovat soustředěné hmoty  
☐ Vytvořit ke kopii nový výběr  
☐ Propojit vybrané styčníky dílce

☒ Kopírovat podpory  
☒ Kopírovat zatížení

Počet kopií:

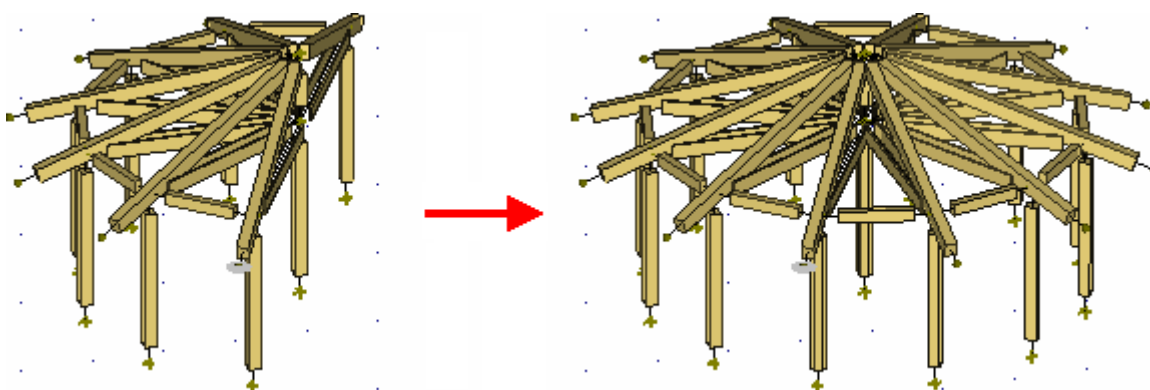
**Parametry zrcadlení (Rovina určená třemi body):**

	X [m]	Y [m]	Z [m]
Souřadnice bodu 1:	<input type="text" value="0,000"/>	<input type="text" value="0,000"/>	<input type="text" value="2,350"/>
Souřadnice bodu 2:	<input type="text" value="0,000"/>	<input type="text" value="0,000"/>	<input type="text" value="0,000"/>
Souřadnice bodu 3:	<input type="text" value="-4,000"/>	<input type="text" value="0,000"/>	<input type="text" value="2,350"/>

☐ Zrcadlit vnější podpory

Dialogové okno "Generování prvků zrcadlením"

**Způsob manipulace** určuje, zda nástroj původní konstrukci (či její část) smaže a vytvoří konstrukci novou nebo stávající prvky zachová a bude přidávat nové. Pokud je vybrána varianta **"Přesun"**, většina ostatních nastavení v okně není dostupná a lze zadat pouze vztažný bod resp. úsečku a koeficient transformace. Způsob transformace **"Kopie"** ponechá původní konstrukci a pouze k ní přidá nové prvky vzniklé transformací.



Způsob zrcadlení "Kopie"

Nástrojem lze zrcadlit jak celé konstrukce, tak pouze vybrané prvky. Toto chování ovlivňuje nastavení **"Prvky k manipulování"**. Varianta **"Všechny"** aplikuje úpravu na celou konstrukci, varianta **"Vybrané"** pouze na vybrané (zeleně zvýrazněné) prvky konstrukce. Prvky musí být vybrané již před výběrem nástroje v ovládacím stromečku. V opačném případě tato volba není dostupná.

Nastavení **"Filtrovat shodné styčníky a dílce"** umožňuje odmazat zdvojené styčníky či dílce, které se mohou v konstrukci vyskytnout jako výsledek aplikace této pomůcky. Toto nastavení by mělo být vždy zapnuto.

Pokud chceme, aby se společně s konstrukčními prvky kopírovalo též zatížení zadané na prvcích, soustředěné hmoty případně podpory, můžeme použít nastavení **"Kopírovat podpory"**, **"Kopírovat soustředěné hmoty"** a **"Kopírovat zatížení"**.

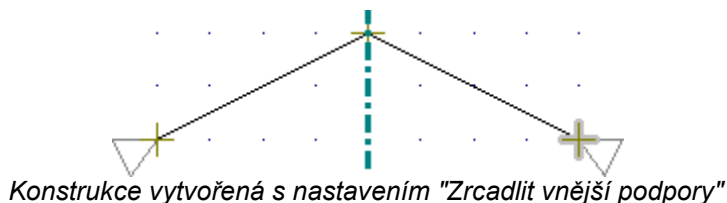
Plánujeme-li použít kopírovanou sestavu prvků dále upravovat, můžeme si ji uložit jako nový **pojmenovaný výběr** pomocí nastavení **"Vytvořit ke kopii nový výběr"**. Sestava se poté uloží pod zadaným jménem do **"Správce pojmenovaných"**.



**pohledů**", kde se k ní můžeme kdykoliv vrátit.

Dalším údajem, který musíme v dialogovém okně zvolit, je počet vytvořených kopií.

Jako poslední se zadávají parametry zrcadlení. Poloha osy zrcadlení je buď zadána vzdáleností od hlavní osy nebo souřadnicemi dvou bodů. Pokud je zapnutý přepínač **"Zrcadlit vnější podpory"**, program převrátí u nově vzniklých podpor orientaci tak, aby odpovídala původnímu tvaru konstrukce.

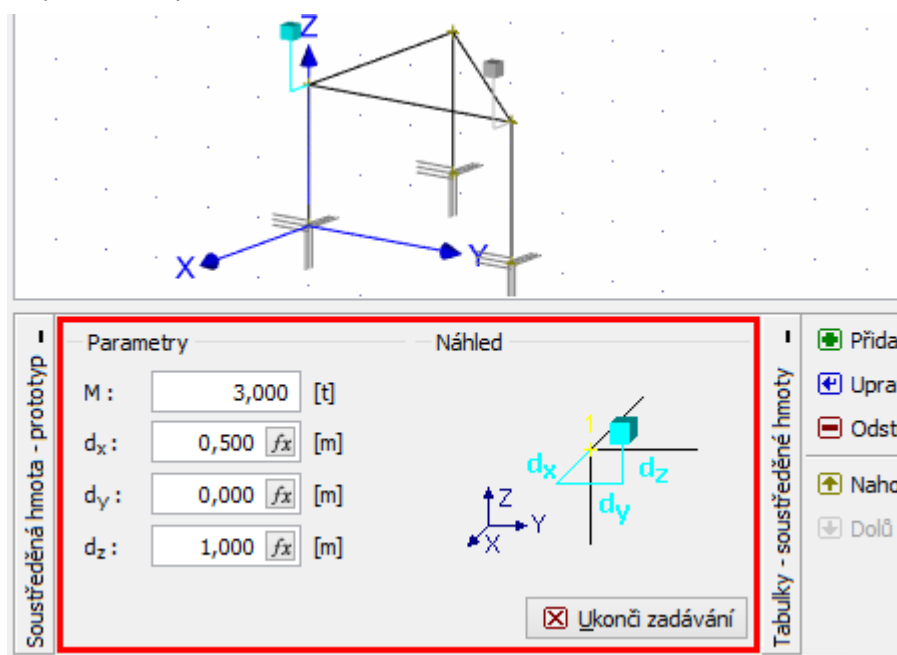


## Dynamika

Tato část slouží k zadávání soustředěných hmot, což jsou přídavné prvky, které přímo nesouvisí se zadanou konstrukcí, avšak mají přímý vliv na dynamické chování konstrukce (například stroje apod.). Soustředěné hmoty je možné zadávat do jakéhokoliv styčnicku konstrukce. Charakterizovány jsou přídavnou hmotností a výstředností vůči styčnicku. Soustředěné hmoty se využívají při dynamických výpočtech (zjištění vlastních tvarů konstrukce).

### Vkládání soustředěných hmot

Soustředěné hmoty lze graficky vkládat přímo kliknutím na styčnicku na pracovní ploše. V ovládacím stromečku musí být aktivní režim **"Přidávat"** v části **"Soustředěné hmoty"**. Po přepnutí do tohoto se objeví dialogové okno **"Prototyp soustředěné hmoty"**. Toto okno umožňuje nastavit vlastnosti (hmotnost a výstřednost), které budou přiřazeny nově soustředěným hmotám. Údaje odpovídají parametrům v dialogovém okně **"Vlastnosti soustředěné hmoty"**. Při prvním otevření okna prototypu je nutné zadané vlastnosti potvrdit tlačítkem **"OK"**. Následně je okno zobrazováno přímo v dolní tabulce, kde lze vlastnosti průběžně upravovat.



*Vlastnosti prototypu ukotvené v zadávacím rámu*

Soustředěné hmoty je možné zadávat též pomocí tabulky ve spodní části okna pomocí tlačítka **"Přidat"**. Rozsah zadávaných veličin je shodný, navíc je nutné vybrat číslo styčnicku, kterému bude soustředěná hmota přiřazena.

### Úprava a odsraňování soustředěných hmot

Úpravu či odstraňování soustředěných hmot je možné provádět po aktivaci příslušného režimu přímo na pracovní ploše nebo tlačítky v tabulce ve spodní části okna. Úprava probíhá v dialogovém okně **"Vlastnosti soustředěné hmoty"**. Více vybraných soustředěných hmot najednou je možné odstranit nástrojem **"Odstranit"** v části **"Soustředěné hmoty"** - **"Vybrané"** ovládacího stromečku.

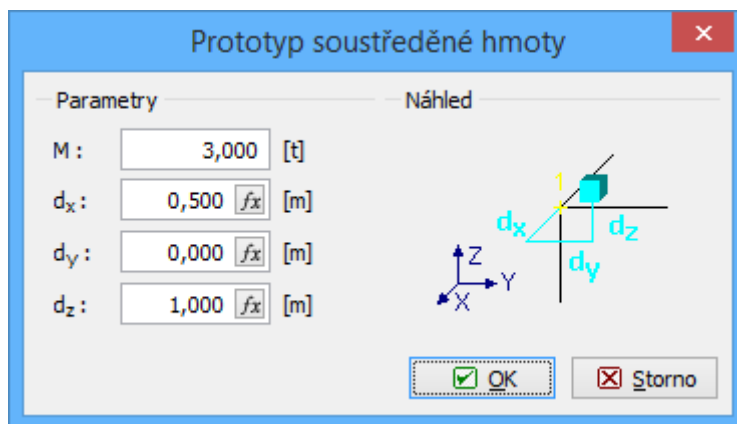
### Vlastnosti soustředěné hmoty

V tomto dialogovém okně je možné upravovat vlastnosti soustředěné hmoty. Soustředěné hmoty se využívají při dynamických výpočtech (zjištění vlastních tvarů konstrukce). Soustředěnou hmotou rozumíme přídavnou hmotnost, která

přímo nesouvisí se zadanou konstrukcí, avšak má přímý vliv na dynamické chování konstrukce (například stroje apod.). Zadat lze následující parametry:

- |                         |   |  |
|-------------------------|---|--|
| <b>M</b>                | • | přídavná hmotnost  |
| <b><math>d_x</math></b> | • | výstřednost (excentricita) ve směru globální osy $x$ vůči vztažnému styčníku |
| <b><math>d_y</math></b> | • | výstřednost (excentricita) ve směru globální osy $y$ vůči vztažnému styčníku |
| <b><math>d_z</math></b> | • | výstřednost (excentricita) ve směru globální osy $z$ vůči vztažnému styčníku |

Hmotnost, která přímo nesouvisí se zadanou konstrukcí, má však vliv na dynamické chování konstrukce, lze do programu zavést pomocí soustředěných hmot. Zadanou hmotu (hmotnost) přiřazujeme do uzlových bodů (styčníků). Program přitom umožňuje uvažovanou hmotu vzhledem k danému uzlovému bodu dále vystředit.



Dialogové okno "Vlastnosti soustředěné hmoty"

## Program Beton

Program "Beton" slouží k posouzení železobetonových dílců a průřezů dle EN 1992-1-1 a EN 1992-2.

### Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní programu se skládá z hlavního menu s nástrojovými lištami v horní části okna, ovládacího stromečku v levé části a pravé části okna, která je určena pro zadávání vstupů a prohlížení výsledků. Hlavní menu obsahuje všechny nástroje, které lze využít při práci s programem. Ovládací stromeček slouží ke správě jednotlivých úloh v projektu a též k navigaci mezi jednotlivými částmi zadávání. Práce se stromečkem je popsána v samostatné kapitole "Ovládací stromeček". Alternativou k ovládacímu stromečku je část "Data" hlavního menu. Tvorba výstupní dokumentace probíhá v okně "Tisk a export dokumentu", které je přístupné z ovládací lišty "Soubory" nebo z části "Soubor" hlavního menu.

V programu lze pracovat se dvěma typy úloh:

- |              |   |  |
|--------------|---|--|
| <b>Řez</b>   | • | jednoduché posouzení průřezu konstrukčního prvku na libovolný počet kombinací vnitřních sil  |
| <b>Dílec</b> | • | posouzení celého dílce se zadanými průběhy vnitřních sil. Tento typ úlohy se používá při přebírání dat z programů "Fin 2D" a "Fin 3D". |

Jednotlivé úlohy se zadávají pomocí tlačítek "Přidat řez" a "Přidat dílec" v záhlaví ovládacího stromečku.

### Úvodní obrazovka

Základní obrazovka umožňuje nastavit informace o projektu a zvolit návrhovou normu.

Rám "Obecné údaje o projektu" zobrazuje údaje z dialogového okna "Obecné údaje o projektu", které je možno využít při sestavování záhlaví či zápatí výstupní dokumentace. Tyto údaje lze změnit pomocí tlačítka "Upravit".

Část "Norma" obsahuje návrhovou normu včetně národní přílohy. Změnu normy lze provést v okně "Volba normy", které se spouští tlačítkem "Upravit".

V části "Nastavení výpočtů" lze upravit chování programu. Dostupná nastavení jsou:

#### Kontrolovat vzdálenost vložek

- Pro podélnou a příčnou výztuž je prováděna kontrola vzdálenosti vložek. Pravidla pro kontrolu jsou popsána v teoretické části v kapitole "Konstrukční zásady".

#### Posouzení konstrukčních zásad informativně

- Konstrukční zásady (stupeň vyztužení, vzdálenost vložek apod.) jsou průběžně kontrolovány, ale nemají vliv na konečný posudek "vyhovuje/nevyhovuje". Konstrukční prvek tedy vyhovuje i v případech, kdy nejsou splněny některé konstrukční zásady.

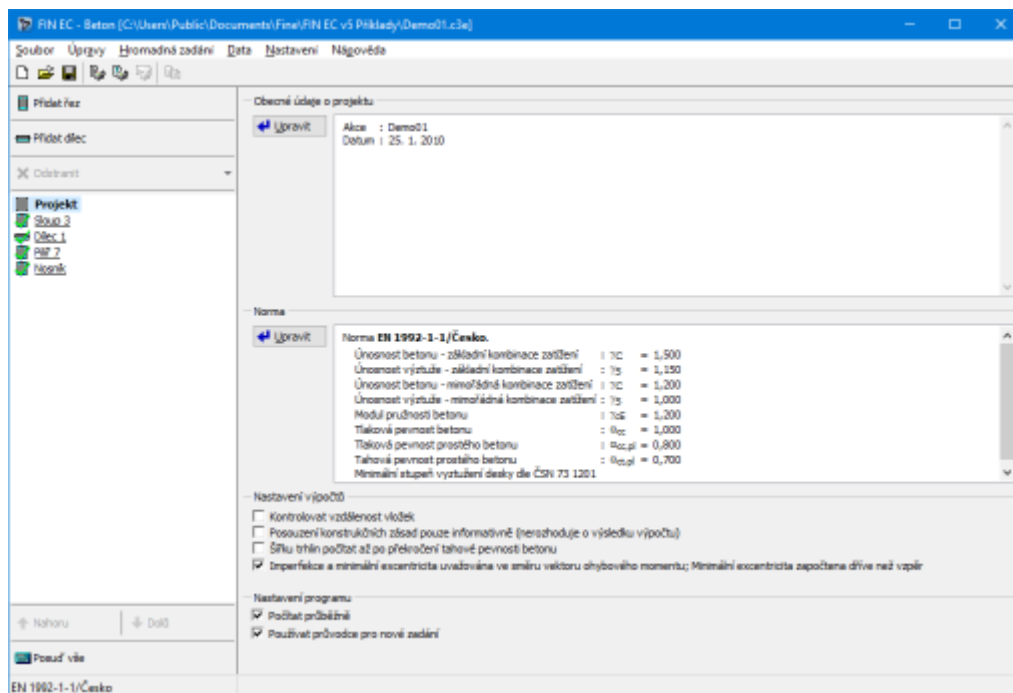
## Šířku trhlin počítat až po dosažení tahové pevnosti betonu

## Imperfekce a minimální excentricita uvažována ve směru ohybového momentu, minimální excentricita započítána dříve než vzpěr

## Počítat průběžně

## Používat průvodce pro nové zadání

- Šířka trhlin je počítána až po dosažení mezní hodnoty  $f_{ctm}$  (pevnost betonu v tahu). Nejsou tedy uvažovány trhliny, které se v konstrukci mohou vyskytnout ještě před dosažením této meze například z technologických důvodů.
- Toto nastavení umožňuje použít způsob posouzení, který byl použit ve starších verzích programu. Podrobnosti k tomuto nastavení jsou uvedeny v teoretické kapitole "**Normálová síla a ohybový moment (MSÚ)**".
- V průběhu práce v dialogových oknech "**Vyztužení**" a "**Smyková výztuž**" jsou v těchto oknech zobrazovány výsledky posouzení průřezu. Lze tak přímo kontrolovat vliv změn na únosnost dílce.
- Pro nový řez se po výběru typu prvku spustí průvodce, ve kterém lze postupně zadat průřez, materiál, podélnou a smykovou výztuž.



Základní obrazovka programu Beton

## Řez

Úloha "**Řez**" slouží k posouzení vyztuženého betonového průřezu na libovolný počet kombinací vnitřních sil. Práce s řezy (vkládání, manipulace) je popsána v části "**Ovládací stromček**". Dialogové okno obsahuje následující části:

## Typ posudku

Tato část umožňuje volbu způsobu posouzení prvku. Na výběr jsou následující varianty:

- 2D** - Zadávání a posouzení je zjednodušeno na jednostranný ohyb. Grafickým výsledkem výpočtu je  $M-N$  diagram. Tento způsob posouzení je vhodný u prvků, kde lze zanedbat vnitřní síly v jednom směru a kroucení (například průvlaky, desky, stěny)
- 3D** - Komplexní posouzení železobetonového prvku na kombinaci prostorového ohybu a kroucení. Grafickým výsledkem výpočtu je  $M_y-M_z$  diagram pro zvolené  $N$ . Tento způsob posouzení je určen pro prvky, kde nelze zanedbat vnitřní síly v jednom směru a kroucení (například sloupy, průvlaky)
- Prostý** - Posouzení prvku z nevyztuženého betonu na účinky prostorového ohybu. Grafickým výsledkem výpočtu je  $M_y-M_z$  diagram pro zvolené  $N$ .

## Průřez, Materiál, Vyztužení

Tato část slouží k zadání základních geometrických charakteristik řezu. Bez zadání těchto údajů není možné pokračovat v posouzení řezu (ostatní části zadávání jsou nepřístupné).

Základní volbou je určení typu prvku. Toto nastavení má vliv na volbu typu posudku a taktéž na určení správných konstrukčních zásad. Rozdíly mezi jednotlivými typy prvků jsou popsány v teoretické části nápovědy v kapitole "**Typy prvků**". Typ prvku by měl být volen vždy s ohledem na skutečné působení prvku v konstrukci.

Ostatní charakteristiky v této části se zadávají postupným spouštěním dialogových oken za pomoci jednotlivých tlačítek.

Některá z nich (týkající se vyztužení) jsou aktivní až po zadání předchozích údajů (geometrie a materiál řezu), neboť na těchto vlastnostech závisí podoba dialogových oken pro zadávání vyztužení.

### Průřez

### Polygon



### Editor



### Materiál

### Vyztužení

### Obecné vyztužení



### Smyková výztuž

### Započítat tlačnou výztuž

- Zadání geometrie průřezu z knihovny předdefinovaných tvarů, zadávání probíhá v samostatném okně "**Editor průřezu**".
- Zadání geometrie průřezu pomocí obecného polygonu v okně "**Obecný polygon**". Tato volba není dostupná pro typ posudku "**2D**".
- Zadání geometrie průřezu pomocí programu "**Průřez**". Program umožňuje zadání obecného tvaru průřezu včetně otvorů. Tato volba není dostupná pro typ posudku "**2D**".
- Zadání třídy pevnosti betonu a materiálu výztuže v okně "**Materiály**".
- Zadání podélné výztuže řezu formou řad výztuže v okně "**Editace vyztužení**".
- Zadání obecné podélné výztuže řezu v okně "**Vyztužení - obecný průřez**". Tato volba není dostupná pro typ posudku "**2D**".
- Zadání smykové výztuže v okně "**Smyková výztuž**".
- Nastavení, které určuje, zda má být podélná výztuž v tlačené oblasti použita pro přenos tlakových sil

Schéma průřezu v této části je **aktivní**, po kliknutí na schéma se spustí dialogové okno pro úpravu průřezu.

## Imperfekce, Vzpěr

Tato část umožňuje zahrnout do výpočtu vliv vzpěru a případně připočíst počáteční imperfekci o hodnotě  $l_0/400$  v souladu s článkem 5.2(9) normy. V případě započítání imperfekce je nutné zadat základní délku prvku  $l_0$ . Základní délka  $l_0$  představuje skutečnou délku prvku, nikoliv vzpěrnou. Pokud se zapne též posouzení vzpěru, zadaná hodnota  $l_0$  se automaticky zapíše též do základních délek pro výpočet vzpěru "**Dél. prvku Y**" a "**Dél. prvku Z**". Tyto hodnoty lze ale přepsat, aniž by se změnila hodnota délky  $l_0$ . V základním nastavení programu se uvažuje kloubové uložení dílce, vzpěrná délka je tedy rovna zadávané hodnotě. Jiný způsob uložení pro směry Y a Z lze zvolit v okně "**Určení vzpěrných délek**", které se spouští v příslušném řádku tlačítkem ". Pomocí tlačítka "**Vzpěr**" lze spustit dialogové okno "**Parametry vzpěru**", kde je možné vybrat metodu výpočtu vzpěru, zadat součinitel dotvarování, změnit způsob uložení prvku případně zadat jiné základní délky.

*Tlačítko pro zpřístupnění podrobných vlastností vzpěru*

## Trhliny

Tato část obsahuje nastavení vztahující se k posouzení mezního stavu použitelnosti - omezení trhlin. Je zde možné zadat vlastní hodnotu maximální šířky trhlin. Maximální šířka trhlin  $w_{max}$  vychází z tabulky 7.1N. Nastavení "**Počítat šířku trhlin pouze při horním/spodním povrchu**" vypne kontrolu šířky trhlin na bočních stranách průřezu. Toto nastavení lze použít v případech, kdy je posuzován pouze výsek konstrukce (například běžný metr stropní desky) a na bocích tedy žádné trhliny nemohou vzniknout.

## Interakční diagram

Tato část znázorňuje únosnost průřezu jako oblast v prostorovém grafu s osami  $N$ ,  $M_y$  a  $M_z$  (resp. v rovinném grafu  $N$  a  $M_y$  pro úlohu typu "**Beton 2D**"). Zatěžovací případ s kombinací vnitřních sil uvnitř grafu je vyhovující, případ se zatížením vně hranic diagramu je nevyhovující. Program je vykresluje jak prostorový diagram, tak nejdůležitější rovinné řezy diagramem. Těmito řezy jsou:

- **Interakční diagram  $M_y$ - $M_z$**  - vodorovný řez prostorovým interakčním diagramem. Pro tento řez lze v poli v pravém horním rohu okna zadat hodnotu normálové síly  $N$ , pro kterou se diagram vykresluje. V opačném případě je zobrazován interakční diagram pro normálovou sílu, která odpovídá aktivnímu zatěžovacímu případu.
- **Interakční diagramy  $N$ - $M_y$  resp.  $N$ - $M_z$**  - svislé řezy prostorovým interakčním diagramem. Pro tyto řezy lze v poli v pravém horním rohu okna zadat hodnotu ohybového momentu  $M_z$  resp.  $M_y$ , pro kterou se diagram vykresluje. V opačném případě je zobrazován interakční diagram pro ohybový moment, který odpovídá aktivnímu zatěžovacímu případu.
- **Interakční diagram  $N$ - $M$**  - svislý řez prostorovým interakčním diagramem, který prochází bodem  $[0,0,0]$  a bodem, který znázorňuje aktuální zatěžovací případ.

Tlačítko "**Kresba**" v pravém dolním rohu spouští dialogové okno, ve kterém lze nastavit barvy použité v interakčním

diagram, zvolit dělení a případně určit, zda se má diagram vykreslovat včetně vlivu vzpěru či bez něj. V řezech je zobrazena oblast bez vlivu vzpěru tenkou linií a oblast s vlivem vzpěru tlustou linií.

Interakční diagram je **aktivní** a lze též použít pro vkládání nových zatěžovacích případů. Prostým kliknutím do interakčního diagramu se do seznamu zatěžovacích případů vloží nový případ, který obsahuje zatížení dle polohy kurzoru a zvolené úrovně řezu. Polohu kurzoru si lze kontrolovat ve stavovém řádku. Ostatní údaje (posouvající síly a kroutící moment) mají v takto vložených zatěžovacích případech hodnotu 0.

Pomocí pravého tlačítka lze v řezu interakčním diagramem vyvolat místní nabídku, která umožňuje uložit souřadnice hraničních bodů interakčního diagramu do souboru \*.csv.



Místní nabídka interakčního diagramu

## Zatěžovací případy

Tato část umožňuje zadat jednotlivé zatěžovací případy (kombinace vnitřních sil a momentů), které jsou pro daný řez posuzovány. Zatěžovací případy se zadávají v **tabulce** pomocí standardních tlačítek "**Přidat**", "**Upravit**" a "**Odstranit**". Tabulka zobrazuje veškeré potřebné informace o zatěžovacích případech (především velikosti vnitřních sil a celkové využití průřezu pro daný zatěžovací případ. Zadávání vnitřních sil probíhá v dialogovém okně "**Editace zatěžovacího případu**". Zatěžovací případy lze přidávat i graficky kurzorem myši v interakčním diagramu.

Zatěžovací případy je možné do tabulky vložit též importem textového respektive \*.csv souboru. Toto řešení je vhodné v případech, kdy je nutné zadat větší počet případů, které vznikly například výpočtem v jiném statickém programu. Nastavení importu a výběr vstupního souboru se provádí v okně "**Import zatížení**", které se spouští tlačítkem "**Import**".

## Výsledky

Tato část zobrazuje základní výsledky posouzení všech zadaných zatěžovacích případů. Pro každý zatěžovací případ je zobrazen přehled zadaných zatížení (indexy začínající *E*) a spočtených únosností (indexy začínající *R*). Poslední sloupec ukazuje celkové posouzení daného zatěžovacího případu (vyhovuje/nevyhovuje).

Detailní výpis výsledků pro vybraný zatěžovací případ lze zobrazit tlačítkem "**Podrobně**" pod tabulkou zatěžovacích případů. Zobrazí se vždy výsledek posouzení zatěžovacího případu, který je v tabulce aktivní (zvýrazněný tučným písmem).

Postupy použité při posouzení jsou popsány v teoretické části nápovědy v kapitolách "**Mezní stav únosnosti**" a "**Mezní stav použitelnosti**".

Výsledky výpočtu

MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI									
Č.	Název	N <sub>Ed</sub> N <sub>Rd</sub> [kN]	V <sub>Edz</sub> V <sub>Rdz</sub> [kN]	V <sub>Edy</sub> V <sub>Rdy</sub> [kN]	M <sub>Edy</sub> M <sub>Rdy</sub> [kNm]	M <sub>Edz</sub> M <sub>Rdz</sub> [kNm]	T <sub>Ed</sub> T <sub>Rd</sub> [kNm]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	-400,00 -692,00	0,00 0,00	0,00 0,00	2,33 → 3,96 6,22	5,46 → 9,13 14,33	0,00 0,00	63,7	Vyhovuje
2	Zat. případ 2	-400,00 -692,00	0,00 0,00	0,00 0,00	-2,40 → -4,00 -6,07	-5,78 → -9,46 -14,38	0,00 0,00	65,8	Vyhovuje

MEZNÍ STAV OMEZENÍ NAPĚTÍ									
Č.	Název	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Edy</sub> [kNm]	M <sub>Edz</sub> [kNm]	σ <sub>c</sub> [MPa]	σ <sub>s,max</sub> [MPa]	σ <sub>s,min</sub> [MPa]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 3	350,00	2,00	0,00	-	328,98	251,27	82,2	Vyhovuje
Limitní hodnoty k <sub>3</sub> × f <sub>yk</sub>						400,00			

Část "Výsledky výpočtu" v posouzení řezu

## Dílec

Úloha "**Dílec**" slouží k posouzení prutového prvku (např. sloup, trám, průvlak) na zadané průběhy vnitřních sil. Dílec může být rozdělen na libovolný počet částí s různými parametry vzpěru a vyztužení. Základním parametrem je typ posudku. K dispozici jsou následující možnosti:



- **2D** - Zadávání a posouzení je zjednodušeno na jednostranný ohyb. Tento způsob posouzení je vhodný u prvků, kde lze zanedbat vnitřní síly v jednom směru a kroucení (například průvlaky, desky, stěny)
- **3D** - Komplexní posouzení železobetonového prvku na kombinaci prostorového ohybu a kroucení. Tento způsob posouzení je určen pro prvky, kde nelze zanedbat vnitřní síly v jednom směru a kroucení (například sloupy, průvlaky)
- **Prostý** - Posouzení prvku z nevyztuženého betonu na účinky prostorového ohybu.

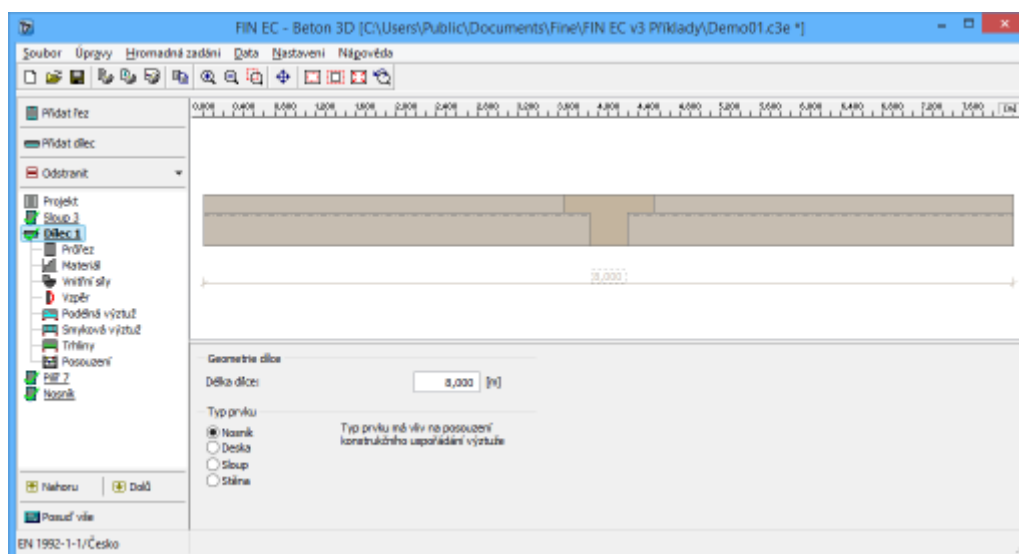
Na úvodní obrazovce k dílci lze též nastavit následující údaje:

- Délka dílce**
- celková délka prvku zadaná v metrech
- Typ prvku**
- Toto nastavení má vliv na volbu typu posudku a taktéž na určení správných konstrukčních zásad. Rozdíly mezi jednotlivými typy prvků jsou popsány v teoretické části nápovědy v kapitole "**Typy prvků**". Typ prvku by měl být volen vždy s ohledem na skutečné působení prvku v konstrukci.

Zadávání vlastností dílce se skládá z následujících částí:

- **Průřez**
- **Materiál**
- **Vnitřní síly**
- **Vzpěr**
- **Podélná výztuž**
- **Smyková výztuž**
- **Trhliny**
- **Posouzení**

Práce s dílci (vkládání, manipulace) je popsána v části "**Ovládací stromeček**".



*Základní nastavení pro dílec*

## Trhliny

Tato část slouží k zadání výpočtových parametrů pro posouzení dílce na mezní stav použitelnosti - omezení trhlin. Je zde možné zadat vlastní hodnotu maximální šířky trhlin. Maximální šířka trhlin  $w_{max}$  vychází z tabulky 7.1N. Nastavení "**Počítat šířku trhlin pouze při horním/spodním povrchu**" vypne kontrolu šířky trhlin na bočních stranách průřezu. Toto nastavení lze použít v případech, kdy je posuzován pouze výsek konstrukce (například běžný metr stropní desky) a na bocích tedy žádné trhliny nemohou vzniknout.

Na velikost trhlin má vliv též plastické smršťování nebo vliv rozpínavých chemických reakcí v ztvrdlém betonu (dotvarování). Tyto mechanismy jsou ve výpočtu zohledněny součinitelem dotvarování. Jeho velikost lze ovlivnit v samostatném okně "**Dotvarování**", které se spouští tlačítkem "**Součinitel dotvarování**".

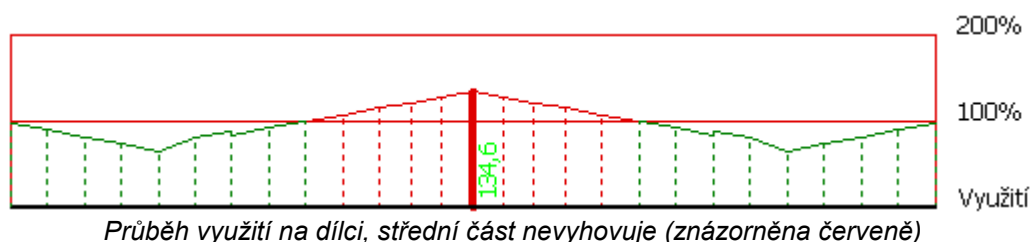
Více informací v teoretické části v kapitole "**Mezního stavu použitelnosti**".

<b>Dotvarování</b> <input type="button" value="Součinitel dotvarování"/> Hodnota : 2,73	<b>Maximální šířka trhliny</b> Maximální šířka trhliny: <input type="checkbox"/> Vlastní <input type="text" value="0,300"/> [mm] <input type="checkbox"/> Počítat šířku trhlin pouze při horním/spodním povrchu Při nezaškrtnuté volbě jsou počítány i trhliny po bocích průřezu. Pokud bude předepsána dodatečná konstrukční výztuž při bocích průřezu, stačí posuzovat pouze při spodním (horním) okraji - u hrany s maximální tahovou deformací.
---	--

Zadávací rám v režimu "Trhliny"

## Posouzení

Část "**Posouzení**" slouží k zobrazování výsledků statického posudku zadaného dílce. Posudek dílce je zobrazen na pracovní ploše formou průběhu využití v procentech po délce dílce. Pokud dílec po celé délce vyhovuje, je průběh vykreslen zelenou barvou. Pokud pro některý úsek využití překračuje 100%, je zvýrazněn červenou barvou.



Zadávací rám obsahuje volbu způsobu výpočtu a možnost vložení řezů dílce, ve kterých mohou být podrobně zobrazeny výsledky posouzení.

## Způsob výpočtu

Způsob výpočtu se volí v horní části zadávacího rámu. Určuje, jakým způsobem a pro jaké zatížení má být proveden posudek. Možné jsou následující varianty:

### Využití rozhodujícího zatěžovacího případu

- Zobrazuje využití rozhodujícího zatěžovacího případu, tj. toho, kde je dosaženo největšího využití

### Obálka maximálních využití (MSÚ)

- Zobrazuje obálku maximálního využití dílce. Pro výpočet obálky jsou použity všechny zatěžovací případy, z kterých je v každém místě dílce vybrána nejhorší hodnota využití

### Jednotlivé zatěžovací případy

- Zobrazí využití dílce pro vybraný zatěžovací případ

Po přepnutí způsobu výpočtu je nutné spustit výpočet posouzení tlačítkem "**Počítej**".

<input type="button" value="Počítej"/>	Způsob výpočtu: <input type="text" value="Využití rozhodujícího zatěžovacího případu (MSÚ)"/>
--	---

Výběr způsobu výpočtu

## Řezy pro posouzení

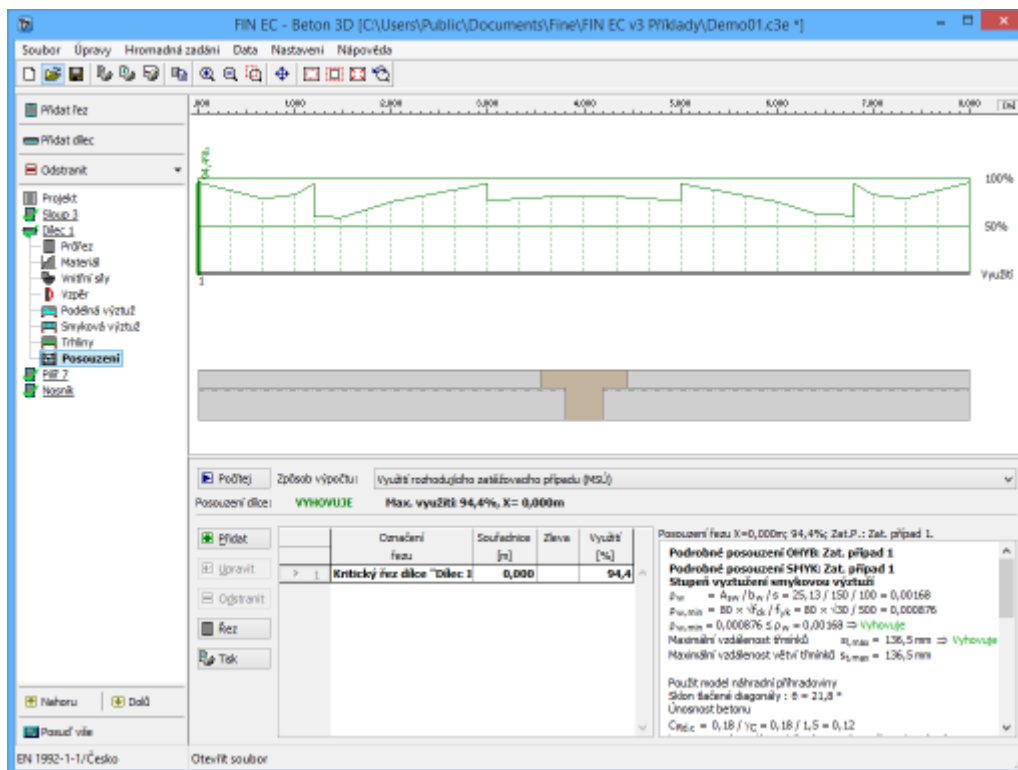
Řezy pro posouzení jsou používány k podrobným výpisům výsledků v zadaných řezech dílce. Pro zadané řezy lze buď vytisknout grafické výstupy nebo je lze převést na samostatné úlohy typu "**Řez**". Program automaticky zobrazuje kritický průřez na dílci (tj. ten s největším využitím), další řezy mohou být vloženy ručně.

Pro práci s řezy jsou v programu k dispozici následující funkce:

- |                  |   |
|------------------|---|
| <b>Řez</b>       | • Převéde aktivní řez v tabulce na samostatnou úlohu " <b>Řez</b> ". Do řezu se převedou všechny potřebné parametry z dílce (průřez, materiály, parametry vzpěru, klopení) i odpovídající vnitřní síly pro všechny zadané zatěžovací případy. |
| <b>Přidat</b>    | • Vkládá na dílec nový řez, ve kterém je možné prohlížet podrobné výsledky posouzení. Nový řez se vkládá pomocí dialogového okna " <b>Nový řez pro posudek</b> ".   |
| <b>Upravit</b>   | • Umožňuje upravit vlastnosti aktivního řezu pro posouzení. poté se otevře dialogové okno " <b>Editace řezu pro posudek</b> " kde můžete upravit " <b>Název</b> " a polohu " <b>Souřadnice X</b> ".   |
| <b>Odstranit</b> | • Odstraní aktivní řez pro posouzení.   |
| <b>Tisk</b>      | • Umožňuje výsledky posouzení v jednotlivých řezech dílce vytisknout v <b>dialogovém okně pro tisk</b> pomocí stručných jednostránkových výstupů.   |

Pro vkládání řezů lze využít i **aktivní pracovní plochu**. Nový řez lze vložit dvojklikem na vybrané místo na dílci.





Posouzení dílce

## Program Beton požár

Program "**Beton požár**" slouží k posouzení požární odolnosti železobetonových dílců a průřezů dle EN 1992-1-2.

### Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní programu se skládá z hlavního menu s nástrojovými lištami v horní části okna, ovládacího stroměčku v levé části a pravé části okna, která je určena pro zadávání vstupů a prohlížení výsledků. Hlavní menu obsahuje všechny nástroje, které lze využít při práci s programem. Ovládací stroměček slouží ke správě jednotlivých úloh v projektu a též k navigaci mezi jednotlivými částmi zadávání. Práce se stroměčkem je popsána v samostatné kapitole "**Ovládací stroměček**". Alternativou k ovládacímu stroměčku je část "**Data**" hlavního menu. Tvorba výstupní dokumentace probíhá v okně "**Tisk a export dokumentu**", které je přístupné z ovládací lišty "**Soubory**" nebo z části "**Soubor**" hlavního menu.

V programu lze pracovat se dvěma typy úloh:

- Řez**
  - jednoduché posouzení průřezu konstrukčního prvku na libovolný počet kombinací vnitřních sil
- Dílec**
  - posouzení celého dílce se zadanými průběhy vnitřních sil. Tento typ úlohy se používá při přebírání dat z programů "**Fin 2D**" a "**Fin 3D**".

Jednotlivé úlohy se zadávají pomocí tlačítek "**Přidat řez**" a "**Přidat dílec**" v záhlaví ovládacího stroměčku.

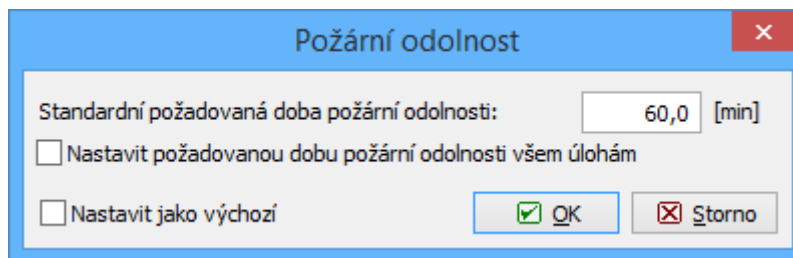
### Úvodní obrazovka

Základní obrazovka umožňuje nastavit informace o projektu a zvolit návrhovou normu.

Rám "**Obecné údaje o projektu**" zobrazuje údaje z dialogového okna "**Obecné údaje o projektu**", které je možno využít při sestavování **záhlaví** či **zápatí** výstupní dokumentace. Tyto údaje lze změnit pomocí tlačítka "**Upravit**".

Část "**Norma**" obsahuje návrhovou normu včetně národní přílohy. Změnu normy lze provést v okně "**Volba normy**", které se spouští tlačítkem "**Upravit**".

Část "**Parametry požární odolnosti**" umožňuje zvolit požadovanou dobu požární odolnosti, pro kterou je prováděno posouzení. Zadaná hodnota je pak použita jako výchozí u jednotlivých úloh projektu, kde může být dále libovolně měněna. Zadávání probíhá v samostatném okně "**Požární odolnost**", které se spouští tlačítkem "**Upravit**". V případě, že je nutné nastavit novou hodnotu požární odolnosti již existujícím úlohám, lze použít políčko "**Nastavit požadovanou dobu požární odolnosti všem úlohám**". Pokud uživatel před ukončením dialogového okna zaškrtně políčko "**Nastavit jako výchozí**", bude zadaná hodnota automaticky nastavena u všech budoucích projektů.



Dialogové okno "Požární odolnost"

V části "**Nastavení výpočtů**" lze upravit chování programu. Dostupná nastavení jsou:

**Kontrolovat vzdálenost vložek**

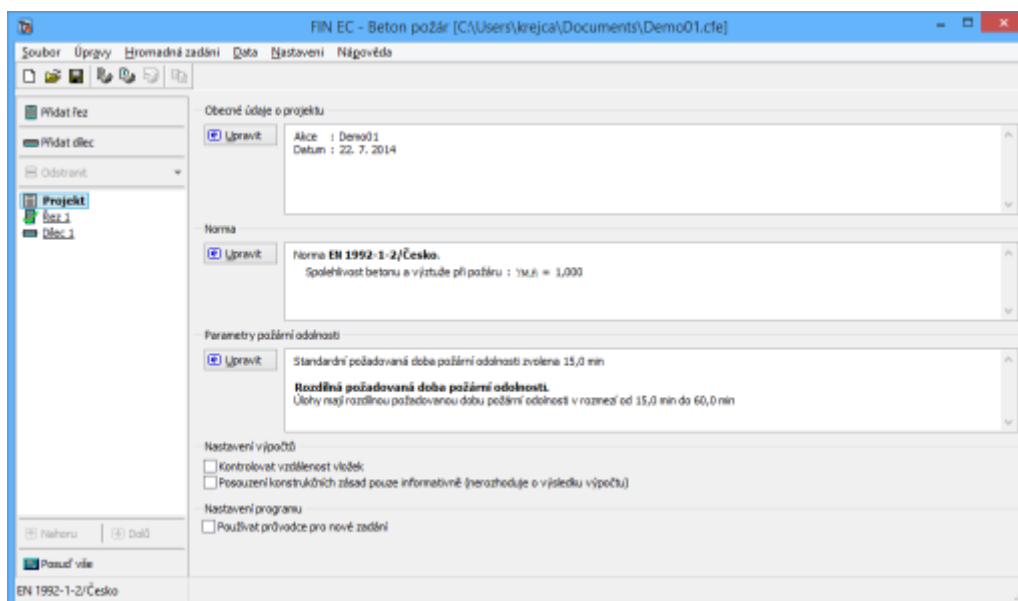
- Kontrola vzdálenosti vložek je prováděna pro podélnou i příčnou výztuž. Pravidla pro kontrolu jsou popsána v teoretické části v kapitole "**Konstrukční zásady**".

**Posouzení konstrukčních zásad informativně**

- Konstrukční zásady (stupeň vyztužení, vzdálenost vložek apod.) jsou průběžně kontrolovány, ale nemají vliv na konečný posudek "**vyhovuje/nevyhovuje**". Konstrukční prvek tedy vyhovuje i v případech, kdy nejsou splněny některé konstrukční zásady.

**Používat průvodce pro nové zadání**

- Pro nový řez se po výběru typu prvku spustí průvodce, ve kterém lze postupně zadat průřez, materiál, podélnou a smykovou výztuž.



Základní obrazovka programu Beton požár

## Volba normy

Program provádí posouzení betonových prvků na účinky požáru dle normy EN 1992-1-2. Toto okno slouží k volbě národní přílohy, případně též ke změně dílčích součinitelů. K dispozici jsou různé národní přílohy a též varianty "**Uživatelská**" a "**Standardní EC**". Volba "**Standardní EC**" provádí výpočet dle základního znění návrhové normy, tedy bez žádné národní přílohy. Volba "**uživatelská**" umožňuje zadat vlastní hodnotu součinitele  $\gamma_{M,fi}$ . Přehled součinitelů dle jednotlivých národních příloh je uveden v teoretické části nápovědy v kapitole "**Národní přílohy**".

Pokud je zaškrtnuto nastavení "**Minimální stupeň vyztužení desky dle ČSN 73 1201 - kap. 8.5.2**", je prováděna kontrola minimálního stupně vyztužení pro prvky typu "**Deska**". Více informací je uvedeno v části "**Konstrukční zásady**" teoretické části nápovědy.

Tlačítko "**Výchozí**" po stisknutí nabízí rozbalitelný seznam s následujícími možnostmi:

**Převzít výchozí nastavení**

- Nastaví parametry dialogového okna dle výchozích nastavení

**Uložit nastavení jako výchozí**

- Převezme aktuální parametry jako nové výchozí nastavení

Použití dílčích součinitelů spolehlivosti je popsáno v **teoretické části** nápovědy.

Dialogové okno "Volba normy"

## Řez

Úloha "Řez" slouží k posouzení požární odolnosti vyztuženého betonového průřezu na libovolný počet kombinací vnitřních sil. Práce s řezy (vkládání, manipulace) je popsána v části "**Ovládací stromček**". Dialogové okno obsahuje následující části:

### Průřez, Materiál, Vyztužení

Tato část slouží k zadání základních geometrických charakteristik řezu. Bez zadání těchto údajů není možné pokračovat v posouzení řezu (ostatní části zadávání jsou nepřístupné).

Základní volbou je určení typu prvku. Toto nastavení má vliv na volbu typu posudku a taktéž na určení správných konstrukčních zásad. Rozdíly mezi jednotlivými typy prvků jsou popsány v teoretické části nápovědy v kapitole "**Typy prvků**". Typ prvku by měl být volen vždy s ohledem na skutečné působení prvku v konstrukci.

Ostatní charakteristiky v této části se zadávají postupným spouštěním dialogových oken za pomoci jednotlivých tlačítek. Některá z nich (týkající se vyztužení) jsou aktivní až po zadání předchozích údajů (geometrie a materiál řezu), neboť na těchto vlastnostech závisí podoba dialogových oken pro zadávání vyztužení.



- |  |   |
|--|---|
| <b>Průřez</b>  | • Zadání geometrie průřezu z knihovny předdefinovaných tvarů, zadávání probíhá v samostatném okně " <b>Editor průřezu</b> " |
| <b>Materiál</b>  | • Zadání třídy pevnosti betonu a materiálu výztuže v okně " <b>Materiály</b> "  |
| <b>Vyztužení</b>   | • Zadání podélné výztuže řezu formou řad výztuže v okně " <b>Editace vyztužení</b> "  |
| <b>Obecné vyztužení</b>  | • Zadání obecné podélné výztuže řezu v okně " <b>Vyztužení - obecný průřez</b> "  |
|  |   |
| <b>Smyková výztuž</b>  | • Zadání smykové výztuže v okně " <b>Smyková výztuž</b> "   |
| <b>Započítat tlačnou výztuž</b>  | • Nastavení, které určuje, zda má být podélná výztuž v tlačené oblasti použita pro přenos tlakových sil                     |

Schéma průřezu v této části je **aktivní**, po kliknutí na schéma se spustí dialogové okno pro úpravu průřezu.

### Imperfekce, Vzpěr

Tato část umožňuje zahrnout do výpočtu vliv vzpěru ve směru Y a případně připočíst počáteční imperfekci o hodnotě  $l_0/400$  v souladu s článkem 5.2(9) normy. V případě započítání imperfekce je nutné zadat základní délku prvku  $l_0$ . Základní délka  $l_0$  představuje skutečnou délku prvku, nikoliv vzpěrnou. Pokud se zapne též posouzení vzpěru, zadaná hodnota  $l_0$  se automaticky zapíše též do základních délek pro výpočet vzpěru "**Dél. prvku Y**" a "**Dél. prvku Z**". Tyto hodnoty lze ale přepsat, aniž by se změnila hodnota délky  $l_0$ . V základním nastavení programu se uvažuje kloubové uložení dílce, vzpěrná délka je tedy rovna zadávané hodnotě. Jiný způsob uložení pro směry Y a Z lze zvolit v okně "**Určení vzpěrných délek**", které se spouští v příslušném řádku tlačítkem "". Pomocí tlačítka "**Vzpěr**" lze spustit dialogové okno "**Parametry vzpěru**", kde je možné vybrat metodu výpočtu vzpěru, zadat součinitel dotvarování, změnit způsob uložení prvku případně zadat jiné základní délky.

Tlačítko pro zpřístupnění podrobných vlastností vzpěru

## Požár

Tato část obsahuje nastavení vztahující se k posouzení požární odolnosti. Zadávat se následující parametry:

- Mezní doba požární odolnosti**
  - Zadávat se požadovaný čas, po který má prvek odolávat účinkům požáru. Hodnota se udává v minutách.
- Metoda výpočtu**
  - Výběr metody výpočtu dle přílohy B normy EN 1992-1-2. Dostupné jsou "**Metoda izotermie 500°C**" a "**Zónová metoda**". Více o metodách výpočtu je uvedeno v teoretické části nápovědy v kapitole "**Metody výpočtu požární odolnosti**".
- Teplotní křivka**
  - Výběr teplotní křivky popisující vývoj teploty plynů v okolí posuzovaného prvku. Typ lze změnit v samostatném okně "**Teplotní křivka**" po stisku stejnojmenného tlačítka. Více o teplotních křivkách je uvedeno v teoretické části nápovědy v kapitole "**Teplotní křivky**". Rozsah dostupných křivek pro jednotlivé metody posouzení je popsán v kapitole "**Metody výpočtu požární odolnosti**".
- Požární detail**
  - Výběr, jakým způsobem je prvek vystaven účinkům požáru (exponovaný ze všech stran, částečně zakrytý apod.). Výběr probíhá v okně "**Požární detail**" po stisku stejnojmenného tlačítka.

## Interakční diagram

Tato část znázorňuje únosnost průřezu jako oblast v prostorovém grafu s osami  $N$ ,  $M_y$  a  $M_z$ . Zatěžovací případ s kombinací vnitřních sil uvnitř grafu je vyhovující, případ se zatížením vně hranic diagramu je nevyhovující. Program je vykresluje jak prostorový diagram, tak nejdůležitější rovinné řezy diagramem. Těmito řezy jsou:

- Interakční diagram  $M_y$ - $M_z$**  - vodorovný řez prostorovým interakčním diagramem. Pro tento řez lze v poli v pravém horním rohu okna zadat hodnotu normálové síly  $N$ , pro kterou se diagram vykresluje. V opačném případě je zobrazován interakční diagram pro normálovou sílu, která odpovídá aktivnímu zatěžovacímu případu.
- Interakční diagramy  $N$ - $M_y$  resp.  $N$ - $M_z$**  - svislé řezy prostorovým interakčním diagramem. Pro tyto řezy lze v poli v pravém horním rohu okna zadat hodnotu ohybového momentu  $M_z$  resp.  $M_y$ , pro kterou se diagram vykresluje. V opačném případě je zobrazován interakční diagram pro ohybový moment, který odpovídá aktivnímu zatěžovacímu případu.
- Interakční diagram  $N$ - $M$**  - svislý řez prostorovým interakčním diagramem, který prochází bodem  $[0,0,0]$  a bodem, který znázorňuje aktuální zatěžovací případ.

Tlačítko "**Kresba**" v pravém dolním rohu spouští dialogové okno, ve kterém lze nastavit barvy použité v interakčním diagramu, zvolit dělení a případně určit, zda se má diagram vykreslovat včetně vlivu vzpěru či bez něj. V řezech je zobrazena oblast bez vlivu vzpěru tenkou linií a oblast s vlivem vzpěru tlustou linií.

Interakční diagram je **aktivní** a lze též použít pro vkládání nových zatěžovacích případů. Prostým kliknutím do interakčního diagramu se do seznamu zatěžovacích případů vloží nový případ, který obsahuje zatížení dle polohy kurzoru a zvolené úrovně řezu. Polohu kurzoru si lze kontrolovat ve stavovém řádku. Ostatní údaje (posouvající síly a kroutící moment) mají v takto vložených zatěžovacích případech hodnotu 0.

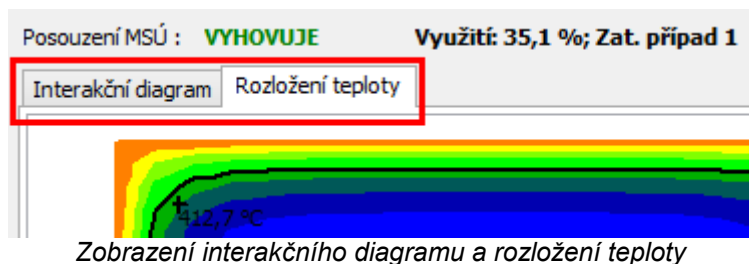
Pomocí pravého tlačítka lze v řezu interakčním diagramem vyvolat místní nabídku, která umožňuje uložit souřadnice hraničních bodů interakčního diagramu do souboru \*.csv.



Místní nabídka interakčního diagramu

## Rozložení teploty

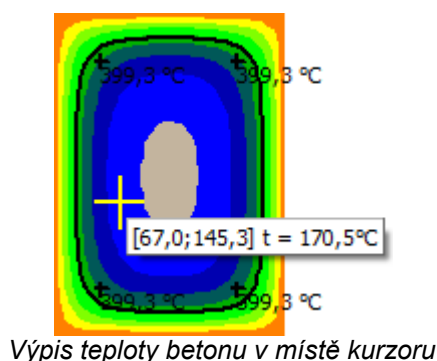
Na místě interakčního diagramu může být zobrazeno též rozložení teploty po průřezu. K přepínání zobrazení slouží záložky "**Interakční diagram**" a "**Rozložení teploty**" v záhlaví kreslicí plochy.



Rozložení teploty vykresluje formou izoploch teplotu v jednotlivých místech průřezu v čase mezní požární odolnosti konstrukce. Pro zobrazení jsou dostupná následující nastavení:

- Kreslit efektivní průřez**
  - Tlustou černou čarou je zobrazen tvar průřezu, který je uvažován pro posouzení v čase mezní požární odolnosti
- Kreslit teplotu výztuže**
  - v místě jednotlivých vložek výztuže se vypíše teplota výztuže v čase mezní požární odolnosti
- Kreslit teplotu těmínků**
  - v místě jednotlivých vložek smykové výztuže se vypíše teplota výztuže v čase mezní požární odolnosti

Při najetí kurzoru myši na průřez s vykresleným průběhem teplot se zobrazí souřadnice aktuálního bodu a jeho teplota v čase mezní požární odolnosti průřezu.



## Zatěžovací případy

Tato část umožňuje zadat jednotlivé zatěžovací případy (kombinace vnitřních sil a momentů), které jsou pro daný řez posuzovány. Zatěžovací případy se zadávají v **tabulce** pomocí standardních tlačítek "**Přidat**", "**Upravit**" a "**Odstranit**". Tabulka zobrazuje veškeré potřebné informace o zatěžovacích případech (především velikosti vnitřních sil a celkové využití průřezu pro daný zatěžovací případ. Zadávání vnitřních sil probíhá v dialogovém okně "**Editace zatěžovacího případu**". Zatěžovací případy lze přidávat i graficky kurzorem myši v interakčním diagramu.

Zatěžovací případy je možné do tabulky vložit též importem textového respektive \*.csv souboru. Toto řešení je vhodné v případech, kdy je nutné zadat větší počet případů, které vznikly například výpočtem v jiném statickém programu. Nastavení importu a výběr vstupního souboru se provádí v okně "**Import zatížení**", které se spouští tlačítkem "**Import**".

## Výsledky

Tato část zobrazuje základní výsledky posouzení všech zadaných zatěžovacích případů. Pro každý zatěžovací případ je zobrazen přehled zadaných zatížení (indexy začínající *E*) a spočtených únosností (indexy začínají *R*). Poslední sloupec ukazuje celkové posouzení daného zatěžovacího případu (vyhovuje/nevyhovuje).

Detailní výpis výsledků pro vybraný zatěžovací případ lze zobrazit tlačítkem "**Podrobně**" pod tabulkou zatěžovacích případů. Zobrazí se vždy výsledek posouzení zatěžovacího případu, který je v tabulce aktivní (zvýrazněný tučným písmem).

Postupy použité při posouzení jsou popsány v **teoretické části nápovědy**.

## Výsledky výpočtu

## MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

Č.	Název	$N_{Ed}$ $N_{Rd}$ [kN]	$V_{Edz}$ $V_{Rdz}$ [kN]	$V_{Edy}$ $V_{Rdy}$ [kN]	$M_{Edy}$ $M_{Rdy}$ [kNm]	$M_{Edz}$ $M_{Rdz}$ [kNm]	$T_{Ed}$ $T_{Rd}$ [kNm]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	0,00	0,00	25,00	1,80	0,00	50,2	Vyhovuje
		0,00	0,00	0,00	49,82	3,59	0,00		
2	Zat. případ 2	0,00	0,00	0,00	-21,08	-27,21	0,00	92,1	Vyhovuje
		0,00	0,00	0,00	-22,89	-29,55	0,00		
3	Zat. případ 3	-320,00	0,00	0,00	15,00 → 18,95	12,30 → 18,73	0,00	54,5	Vyhovuje
		-1318,29	0,00	0,00	34,79	34,39	0,00		

Část "Výsledky výpočtu" v posouzení řezu

## Teplotní křivka

V tomto dialogovém okně lze vybrat teplotní křivku, která bude použita pro popis vývoje teploty plynů při požáru. Na výběr je konvenční nominální křivka (normová) a parametrická křivka.

- **Normová teplotní křivka** - nominální křivka, která je definována v EN 13501-2. Popisuje model plně rozvinutého požáru v úseku.
- **Parametrická teplotní křivka** - průběh této křivky je ovlivněn fyzikálními parametry, které popisují podmínky v požárním úseku.

Vzorce popisující průběh jednotlivých křivek jsou popsány v kapitole "**Teplotní křivky**" v teoretické části nápovědy.

Teplotní křivka

Typ teplotní křivky

Parametrická teplotní křivka

$t_{lim}$  =

20,0

[min]

Součinitel:

$b$  =

1160,00

$[J/(m^2s^{1/2}K)]$

Faktor otvorů:

$O$  =

0,04000

$[m^{1/2}]$

Hustota požárního zatížení:

$q_{td}$  =

75,00

$[MJ/m^2]$

☒ OK

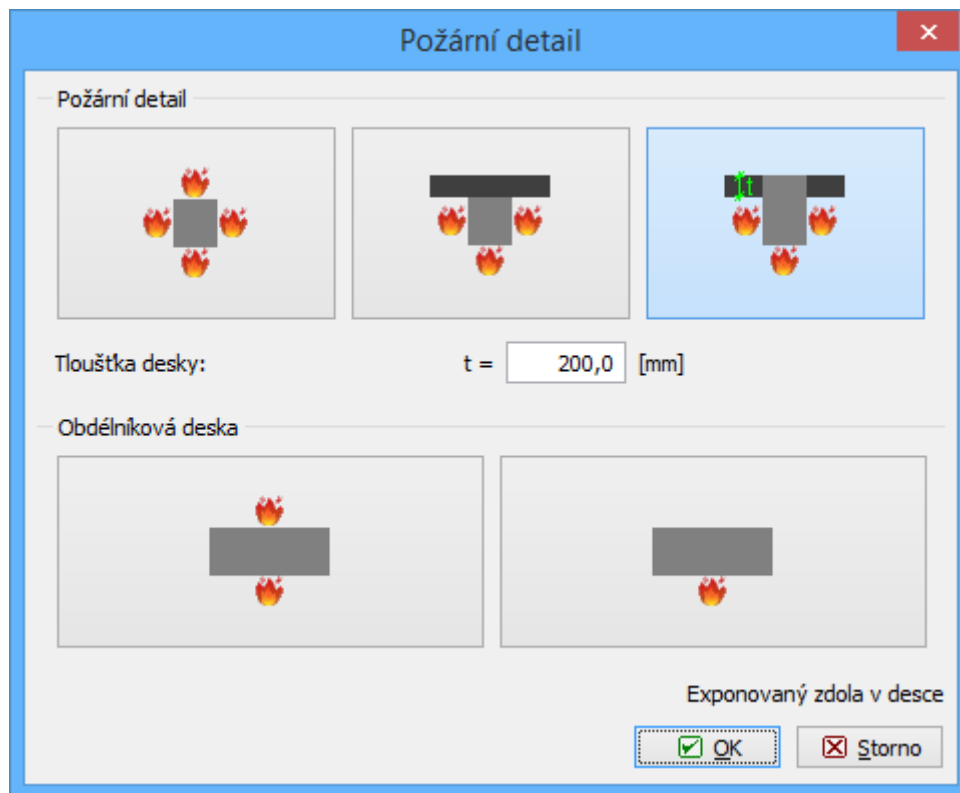
☐ Storno

Okno "Teplotní křivka"

## Požární detail

V tomto okně lze zvolit typ požárního detailu, který má být uvažován při výpočtu. Detaily jsou rozděleny dle počtu stran, z kterých je průřez vystaven žáru. Samostatnou kategorií tvoří detaily v části "**Obdélníková deska**". U detailů v této části se předpokládá, že tvoří výsek deskového či stěnového prvku a boční strany tak nejsou účinkům požáru vystaveny.





Okno "Požární detail"

## Dílec

Úloha "**Dílec**" slouží k posouzení prutového prvku (např. sloup, trám, průvlak) na zadané průběhy vnitřních sil v čase zadané mezní doby požární odolnosti. Dílec může být rozdělen na libovolný počet částí s různými parametry vzpěru a vyztužení.

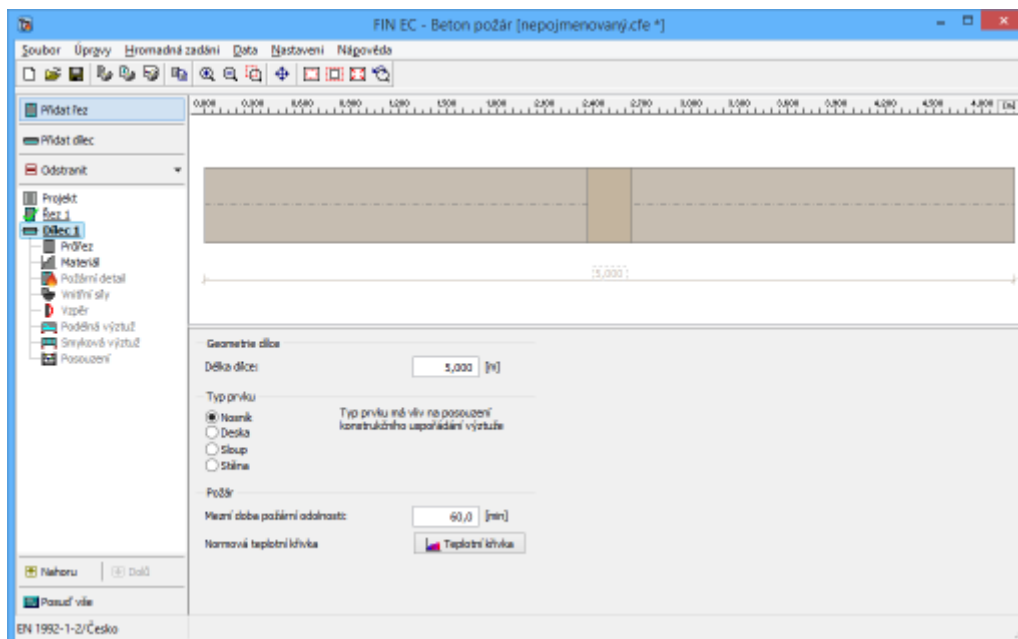
Na úvodní obrazovce k dílci lze nastavit následující údaje:

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Délka dílce</b>                  | • celková délka prvku zadaná v metrech  |
| <b>Typ prvku</b>                    | • Toto nastavení má vliv na volbu typu posudku a takéž na určení správných konstrukčních zásad. Rozdíly mezi jednotlivými typy prvků jsou popsány v teoretické části nápovědy v kapitole " <b>Typy prvků</b> ". Typ prvku by měl být volen vždy s ohledem na skutečné působení prvku v konstrukci.  |
| <b>Mezní doba požární odolnosti</b> | • umožňuje zadat mezní dobu požární odolnosti, při které je prováděno posouzení únosnosti dílce   |
| <b>Teplotní křivka</b>              | • Výběr teplotní křivky popisující vývoj teploty plynů v okolí posuzovaného prvku. Typ lze změnit v samostatném okně " <b>Teplotní křivka</b> " po stisku stejnojmenného tlačítka. Více o teplotních křivkách je uvedeno v teoretické části nápovědy v kapitole " <b>Teplotní křivky</b> ". Rozsah dostupných křivek pro jednotlivé metody posouzení je popsán v kapitole " <b>Metody výpočtu požární odolnosti</b> " |

Zadávat vlastností dílce se skládá z následujících částí:

- **Průřez**
- **Materiál**
- **Požární detail**
- **Vnitřní síly**
- **Vzpěr**
- **Podélná výztuž**
- **Smyková výztuž**
- **Posouzení**

Práce s dílci (vkládání, manipulace) je popsána v části "**Ovládací stromeček**".

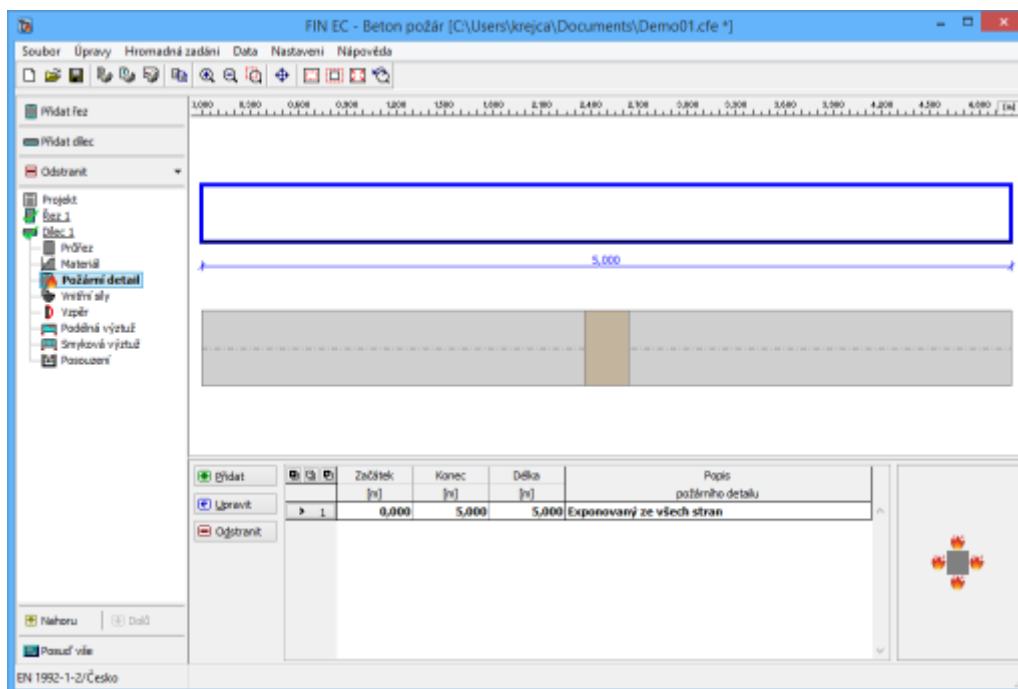


Základní nastavení pro dílec

## Požární detail

V této části zadávacího stromčku lze zadat způsob požární ochrany dílce. Druh ochrany může být zadán stejný pro celou délku dílce nebo lze zvolit v jednotlivých úsecích různé druhy ochrany. Při výchozím stavu tabulky v zadávacím rámu je zadán jeden úsek pro celý dílec, pro který lze tlačítkem **"Upravit"** nebo dvojklikem na řádek v tabulce nastavit potřebný průřez v okně **"Požární detail"**. Pokud se požární detail v jednotlivých částech dílce liší, je možné přidat za první úsek libovolný počet dalších úseků. Vkládání nových úseků se provádí v tabulce pomocí tlačítka **"Přidat"**. Základním parametrem každého nového úseku je *Počátek úseku*, který určuje začátek úseku měřený od počátku dílce. Tento bod je pak zároveň koncovým bodem předcházejícího úseku v tabulce.

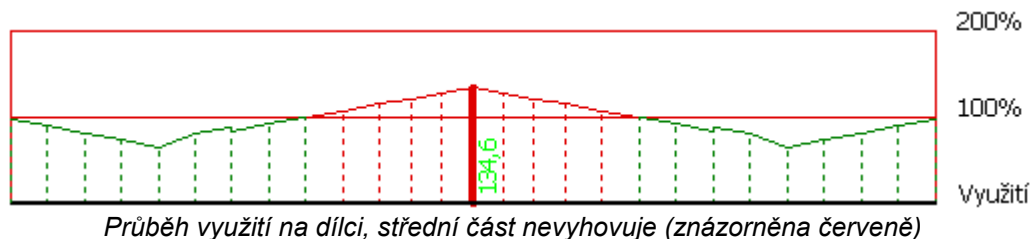
Jednotlivé úseky jsou zobrazovány též graficky na **aktivní pracovní ploše**. Dvojklikem na libovolný úsek lze spustit odpovídající okno pro úpravu vlastností úseku.



Část "Požární detail" posouzení dílců

## Posouzení

Část **"Posouzení"** slouží k zobrazování výsledků statického posudku zadaného dílce. Posudek dílce je zobrazen na pracovní ploše formou průběhu využití v procentech po délce dílce. Pokud dílec po celé délce vyhovuje, je průběh vykreslen zelenou barvou. Pokud pro některý úsek využití překračuje 100%, je zvýrazněn červenou barvou.



Zadávací rám obsahuje volbu způsobu výpočtu a možnost vložení řezů dílce, ve kterých mohou být podrobně zobrazeny výsledky posouzení.

## Volba metody posouzení

Výběr metody výpočtu dle přílohy B normy EN 1992-1-2. Dostupné jsou "**Metoda izotermie 500°C**" a "**Zónová metoda**". Více o metodách výpočtu je uvedeno v teoretické části nápovědy v kapitole "**Metody výpočtu požární odolnosti**".

## Způsob výpočtu

Způsob výpočtu se volí v horní části zadávacího rámu. Určuje, jakým způsobem a pro jaké zatížení má být proveden posudek. Možné jsou následující varianty:

### Využití rozhodujícího zatěžovacího případu

### Obálka maximálních využití (MSÚ)

- Zobrazuje využití rozhodujícího zatěžovacího případu, tj. toho, kde je dosaženo největšího využití
- Zobrazuje obálku maximálního využití dílce. Pro výpočet obálky jsou použity všechny zatěžovací případy, z kterých je v každém místě dílce vybrána nejhorší hodnota využití

### Jednotlivé zatěžovací případy

- Zobrazí využití dílce pro vybraný zatěžovací případ

Po přepnutí způsobu výpočtu je nutné spustit výpočet posouzení tlačítkem "**Počítej**".

Způsob výpočtu: Využití rozhodujícího zatěžovacího případu (MSÚ)

Výběr způsobu výpočtu

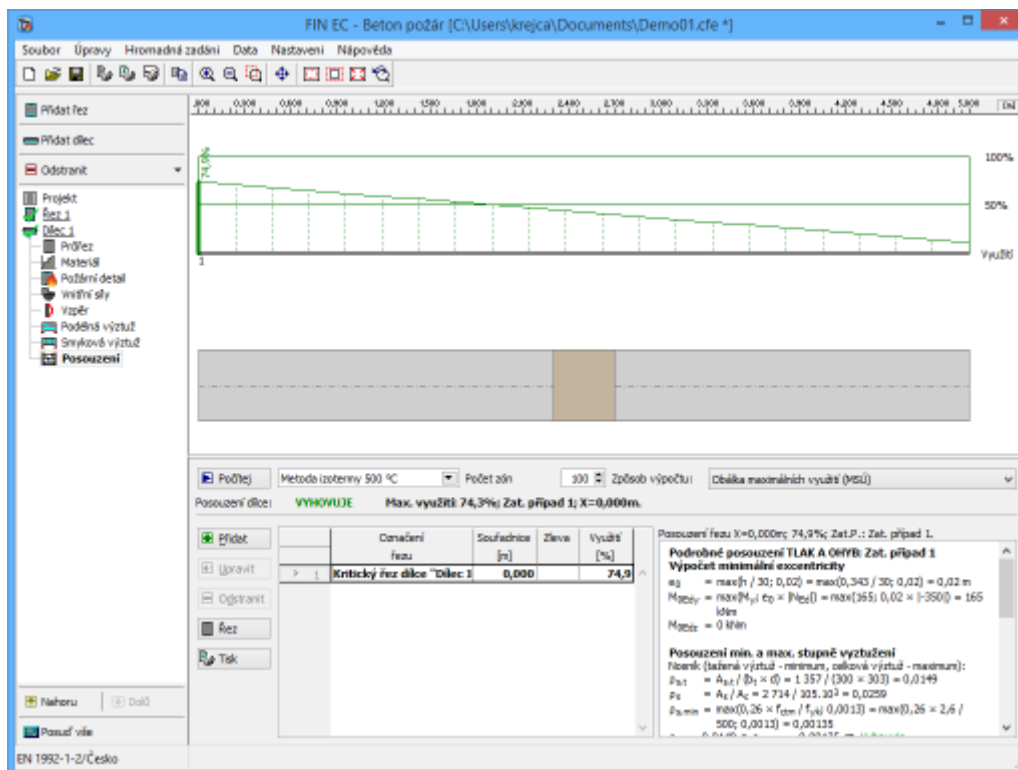
## Řezy pro posouzení

Řezy pro posouzení jsou používány k podrobným výpisům výsledků v zadaných řezech dílce. Pro zadané řezy lze buď vytisknout grafické výstupy nebo je lze převést na samostatné úlohy typu "**Řez**". Program automaticky zobrazuje kritický průřez na dílci (tj. ten s největším využitím), další řezy mohou být vloženy ručně.

Pro práci s řezy jsou v programu k dispozici následující funkce:

- Řez**
  - Převéde aktivní řez v tabulce na samostatnou úlohu "**Řez**". Do řezu se převedou všechny potřebné parametry z dílce (průřez, materiály, parametry vzpěru, klopení) i odpovídající vnitřní síly pro všechny zadané zatěžovací případy.
- Přidat**
  - Vkládá na dílec nový řez, ve kterém je možné prohlížet podrobné výsledky posouzení. Nový řez se vkládá pomocí dialogového okna "**Nový řez pro posudek**".
- Upravit**
  - Umožňuje upravit vlastnosti aktivního řezu pro posouzení. poté se otevře dialogové okno "**Editace řezu pro posudek**" kde můžete upravit "**Název**" a polohu "**Souřadnice X**"
- Odstranit**
  - Odstraní aktivní řez pro posouzení.
- Tisk**
  - Umožňuje výsledky posouzení v jednotlivých řezech dílce vytisknout v **dialogovém okně pro tisk** pomocí stručných jednostránkových výstupů.

Pro vkládání řezů lze využít i **aktivní pracovní plochu**. Nový řez lze vložit dvojklikem na vybrané místo na dílci.



Posouzení dílce

## Program Betonový výsek

Program "**Betonový výsek**" slouží k posouzení železobetonových nosíkových prvků dle EN 1992-1-1 a EN 1992-2.

### Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní programu se skládá z hlavního menu s nástrojovými lištami v horní části okna, ovládacího stroměčku v levé části a pravé části okna, která je určena pro zadávání vstupů a prohlížení výsledků. Hlavní menu obsahuje všechny nástroje, které lze využít při práci s programem. Ovládací stroměček slouží ke správě jednotlivých úloh v projektu a též k navigaci mezi jednotlivými částmi zadávání. Práce se stroměčkem je popsána v samostatné kapitole "**Ovládací stroměček**". Alternativou k ovládacímu stroměčku je část "**Data**" hlavního menu. Tvorba výstupní dokumentace probíhá v okně "**Tisk a export dokumentu**", které je přístupné z ovládací lišty "**Soubory**" nebo z části "**Soubor**" hlavního menu.

Jednotlivé úlohy ("**Dílce**") se zadávají pomocí tlačítka "**Přidat dílec**" v záhlaví ovládacího stroměčku.

### Úvodní obrazovka

Základní obrazovka umožňuje nastavit informace o projektu a zvolit návrhovou normu.

Rám "**Obecné údaje o projektu**" zobrazuje údaje z dialogového okna "**Obecné údaje o projektu**", které je možno využít při sestavování **záhlaví** či **zápatí** výstupní dokumentace. Tyto údaje lze změnit pomocí tlačítka "**Upravit**".

Část "**Norma**" obsahuje návrhovou normu včetně národní přílohy. Změnu normy lze provést v okně "**Volba normy**", které se spouští tlačítkem "**Upravit**".

Část "**Nastavení výpočtu**" obsahuje různá nastavení, kterými lze ovlivnit chování programu:

#### Kontrolovat vzdálenost vložek

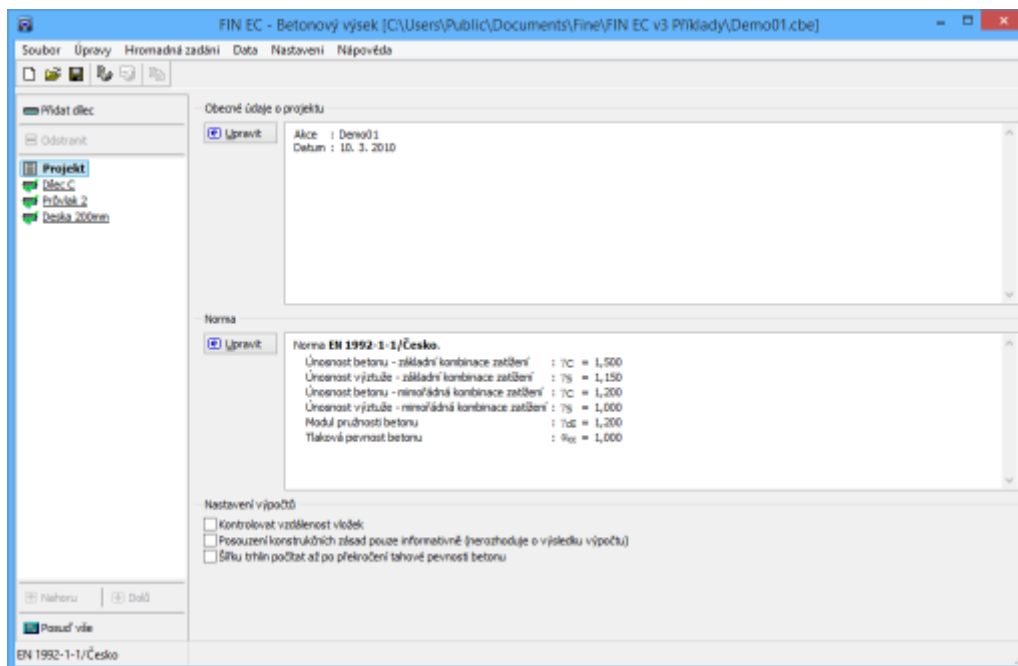
- V částech "**Podélná výztuž**" a "**Smyková výztuž**" je prováděna kontrola vzdálenosti vložek. Pravidla pro kontrolu jsou popsána v teoretické části v kapitole "**Konstrukční zásady**".

#### Posouzení konstrukčních zásad pouze informativně

- Konstrukční zásady (stupeň vyztužení, vzdálenost vložek apod.) jsou průběžně kontrolovány, ale nemají vliv na konečný posudek "**vyhovuje/nevyhovuje**". Konstrukční prvek tedy vyhovuje i v případech, kdy nejsou splněny některé konstrukční zásady.
- Šířka trhlín je počítána až po dosažení mezní hodnoty  $f_{ctm}$  (pevnost betonu v tahu). Nejsou tedy uvažovány trhliny, které se v konstrukci mohou vyskytnout ještě před dosažením této meze například z technologických důvodů.

#### Šířku trhlín počítat až po dosažení tah. pevnosti betonu

Zaškrtnutí políčko "**Počítat průběžně**" zapne průběžný dopočet výsledků při jakékoliv změně vstupních údajů (například při změně výztuže). Toto chování může výrazně zpomalovat práci u konstrukcí s větším počtem kombinací. V opačném případě je posouzení jednotlivých částí prováděno až při přechodu do dané části v ovládacím stroměčku.



*Základní obrazovka programu Betonový výsek*

## Dílec

Úloha "**Dílec**" slouží k posouzení vodorovného prutového prvku (trám, průvlak, deska) na zadané průběhy vnitřních sil. Dílec může být rozdělen na libovolný počet částí s různými parametry vzpěru a vyztužení.

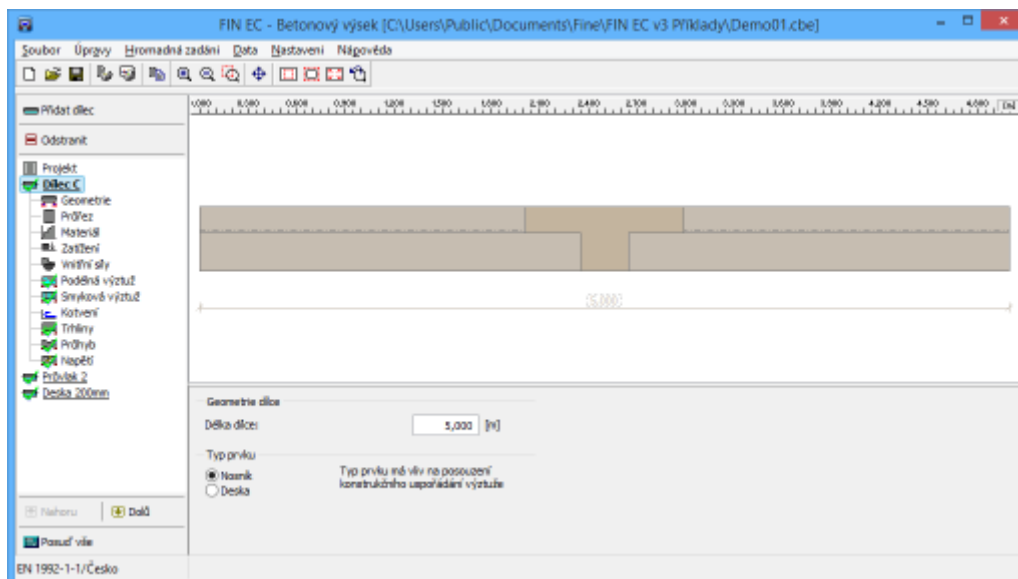
Na úvodní obrazovce k dílci lze nastavit následující údaje:

- Délka dílce** • celková délka prvku zadaná v metrech
- Typ prvku** • Toto nastavení má vliv na volbu typu posudku a také na určení správných konstrukčních zásad. Rozdíly mezi jednotlivými typy prvků jsou popsány v teoretické části nápovědy v kapitole "**Typy prvků**". Typ prvku by měl být volen vždy s ohledem na skutečné působení prvku v konstrukci.

Zadávání vlastností dílce se skládá z následujících částí:

- **Geometrie**
- **Průřez**
- **Materiál**
- **Zatížení**
- **Vnitřní síly**
- **Podélná výztuž**
- **Smyková výztuž**
- **Kotvení**
- **Trhliny**
- **Průhyb**
- **Napětí**

Práce s dílci (vkládání, manipulace) je popsána v části "**Ovládací stromeček**".



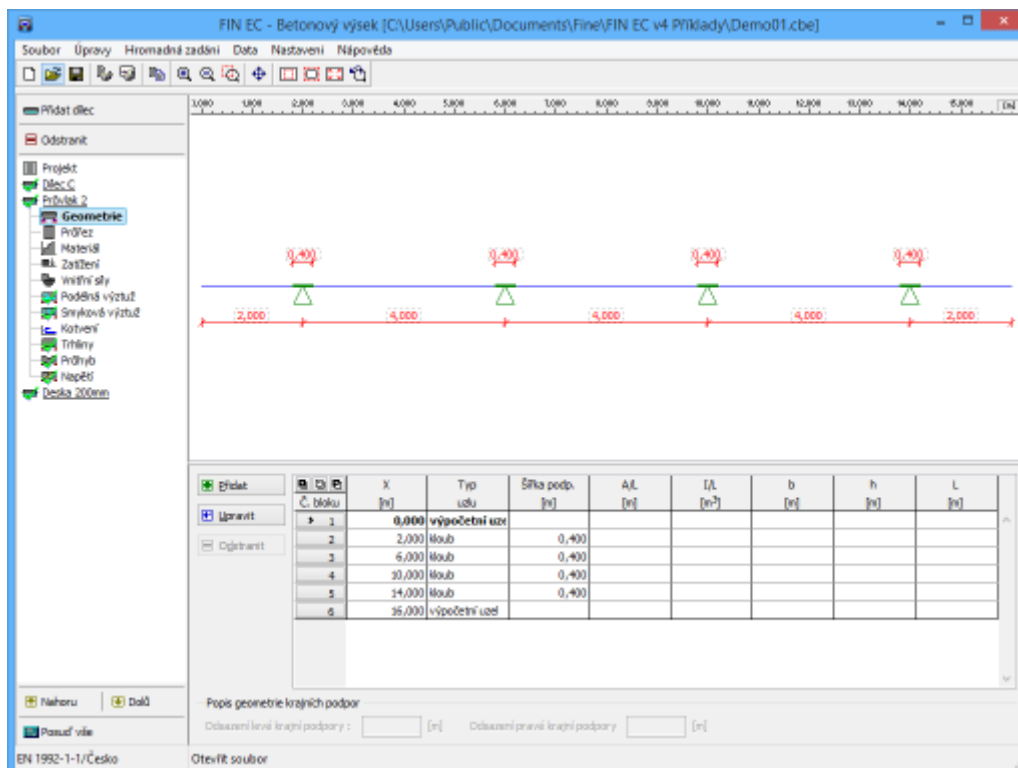
Základní nastavení pro dílec

## Geometrie

Tato část slouží k zadání uzlů na nosník. Jako uzly lze vložit různé druhy podpor, vnitřní klouby či pouhé výpočtové body, v kterých potřebujeme znát přesné výsledky posouzení. Uzly se vkládají a upravují pomocí **tabulky** v zadávacím rámu. Samotné zadávání a úpravy vlastností uzlů probíhají v samostatném okně **"Editace uzlu"**, které se spouští pomocí tlačítek **"Přidat"** a **"Editovat"**.

Pokud jsou podpory zadány i v krajních uzlech, lze v části **"Popis geometrie krajních podpor"** zadat odsazení těchto podpor. To umožňuje volit vzdálenost okraje podpory (například pro redukci ohybových momentů) od podpory ve statickém schématu při současném zachování celkové šířky podpory.

Pracovní plocha obsahuje **aktivní kóty**, pomocí kterých lze měnit polohu a velikost podpor bez nutnosti otvírat příslušná dialogová okna.



Část "Geometrie" posouzení dílce

## Editace uzlu dílce

Toto dialogové okno slouží k zadání případně úpravě polohy uzlu (podpory) na nosníku. Základním údajem o uzlu je jeho poloha (v programu označena jako **"Souřadnice X"**), která je definována jako vzdálenost od počátku nosníku. Dále je možné zadat typ uzlu. Dostupné jsou následující možnosti:



- výpočetní uzel**
  - uzel, ve kterém jsou v průbězích v částech "**Podélná výztuž**", "**Smyková výztuž**", "**Trhliny**", "**Průhyb**" a "**Napětí**" vypisovány výsledky posouzení. Pomocí výpočetních bodů tak lze získat výsledky posouzení i v bodech, které nejsou lokálními extrémy.
- kloub**
  - podpora, ve které je zabráněno posunutí ve svislém směru
- vetknutí**
  - podpora, ve které je zabráněno posunutí ve svislém směru a natočení
- obecná podpora**
  - podpora, u které lze definovat tuhost ve svislém směru i v natočení. Tuhost se zadává ve spodní části okna
- vnitřní kloub**
  - vnitřní kloub na dílci, ve kterém dochází pouze k přenosu posouvajících sil, nikoliv ohybových momentů

Dalším údajem je "**Šířka podpory**", která se využije například při redukci momentů nad podporou v části "**Podélná výztuž**".

## Obecná podpora

Pro uzel typu "**Obecná podpora**" lze v této části zadat údaje pro výpočet tuhosti podpory. Pokud je zaškrtnuta volba "**Zadávat A/L, I/L**", zadávají se obecné poměry  $A/L$  a  $I/L$  s následujícími významy:

- A/L**
  - poměr součtu ploch průřezů svislých konstrukčních prvků podpírajících nosník ( $A$ ) a jejich délky ( $L$ ). Typickým příkladem těchto konstrukčních prvků jsou sloupy. Tento podíl je použit při výpočtu tuhosti podpory ve svislém směru. Při výpočtu tuhosti je uvažováno, že konstrukční prvky jsou z železobetonu. Pokud je použit jiný materiál, je nutné provést přepočet plochy průřezu na ekvivalentní hodnotu za pomoci podílu modulů pružnosti.
- I/L**
  - poměr součtu momentů setrvačnosti průřezů svislých konstrukčních prvků podpírajících nosník ( $I$ ) a jejich délky ( $L$ ). Typickým příkladem těchto konstrukčních prvků jsou sloupy. Tento podíl je použit při výpočtu tuhosti podpory v natočení. Při výpočtu tuhosti je uvažováno, že konstrukční prvky jsou z železobetonu. Pokud je použit jiný materiál, je nutné provést přepočet plochy průřezu na ekvivalentní hodnotu za pomoci podílu modulů pružnosti.

V opačném případě jsou tyto hodnoty dopočítány z následujících hodnot:

- Šířka  $b$** 
  - šířka průřezu konstrukčních prutových prvků (například sloupů), které podpírají nosník ve styčniku. Touto hodnotou se rozumí rozměr průřezu kolmý na směr osy nosníku
- Výška  $h$** 
  - výška průřezu konstrukčních prutových prvků (například sloupů), které podpírají nosník ve styčniku. Touto hodnotou se rozumí rozměr průřezu ve směru osy nosníku
- Délka  $L$** 
  - výška (délka) konstrukčních prutových prvků (například sloupů), které podpírají nosník ve styčniku

Tyto hodnoty jsou použity pro výpočet poměrů  $A/L$  a  $I/L$ . Při zapnuté volbě "**Prut z obou stran**" se uvažuje, že nosník je podpírán dvěma prvky (sloupy) ze dvou stran (dolní a horní).

Okno "Editace uzlu dílce"

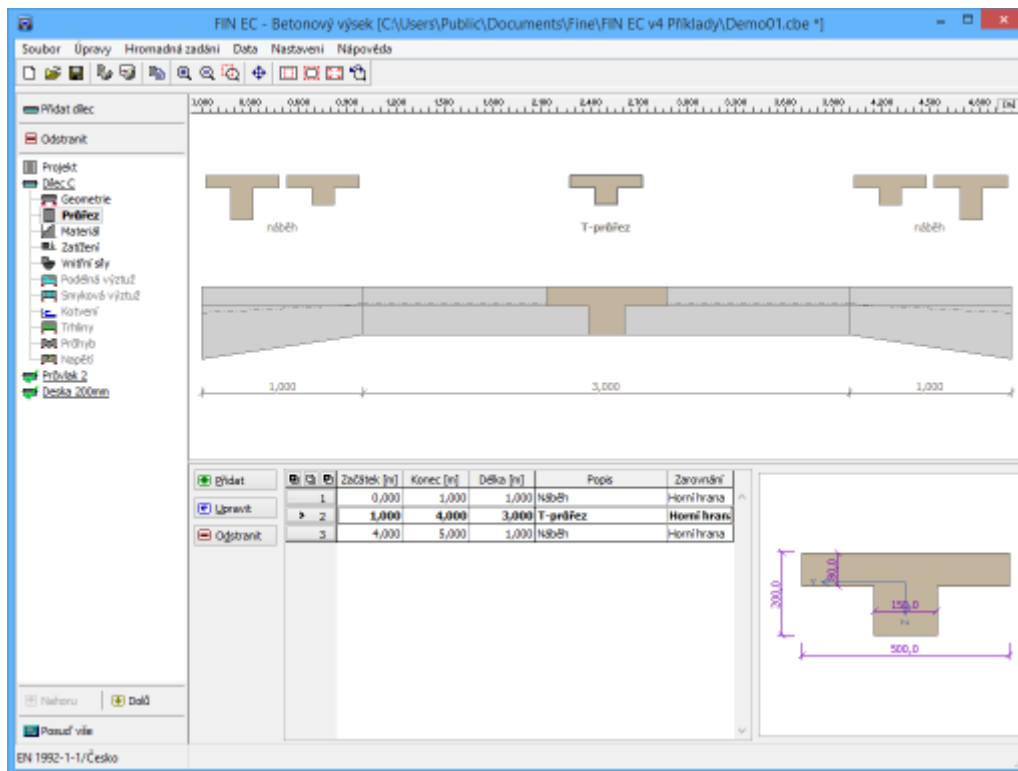
## Průřez

V této části zadávacího stromčku lze zadat průřez dílce. Průřez může být zadán konstantní pro celou délku dílce nebo lze zvolit v jednotlivých úsecích různé profily. Zadán lze též úseky s proměnnými vlastnostmi (náběhy). Při výchozím stavu

tabulky v zadávacím rámu je zadán jeden úsek pro celý dílec, pro který lze tlačítkem **"Upravit"** nebo dvojklikem na řádek v tabulce nastavit potřebný průřez v okně **"Editace úseku průřezu"**. Pokud se průřez v jednotlivých částech dílce liší, je možné přidat za první úsek libovolný počet dalších úseků. Vkládání nových úseků se provádí v tabulce pomocí tlačítka **"Přidat"**. Základním parametrem každého nového úseku je *Počátek úseku*, který určuje začátek úseku měřený od počátku dílce. Tento bod je pak zároveň koncovým bodem předcházejícího úseku v tabulce.

Jednotlivé úseky jsou zobrazovány též graficky na **aktivní pracovní ploše**. Dvojklikem na libovolný úsek lze spustit odpovídající okno pro úpravu vlastností úseku.

Pokud je dílec načten z konstrukce vytvořené ve Finu 2D nebo Finu 3D, je základní materiál dílce načten z tohoto programu.



Část "Průřez" posouzení betonového prvku

## Editace úseku průřezu

Pomocí tohoto okna lze zadat tvar a velikost průřezu daného úseku dílce. Základním parametrem úseku je **"Počátek úseku"**, který určuje začátek úseku měřený od počátku dílce. Tento bod je pak zároveň koncovým bodem předcházejícího úseku. Pro informaci je též zobrazován konec úseku (tj. konec dílce nebo počátek následujícího úseku) a celková délka úseku.

### Typ úseku

V této části lze zvolit typ úseku. Dostupné jsou tyto volby: zda dílec v daném úseku má konstantní průřez (varianta **"Průřez"**) nebo je průřez po délce proměnlivý (varianta **"Náběh"**).

- **Průřez** - konstantní průřez po celé délce prvku
- **Náběh** - průřez dílce je po délce proměnlivý. Geometrie náběhu je dána průřezem na začátku a konci úseku, v mezilehlých bodech se předpokládá lineární změna rozměrů.

### Zarovnání

Tato část umožňuje ovlivnit způsob vykreslení úseku dílce vůči teoretické ose dílce. Zarovnání úseku slouží pouze pro grafické zobrazení prvku, zalomení těžištové osy není ve výpočtech zohledněno.

### Průřez

V této části se zadává tvar a rozměr průřezu. Zadávání probíhá v samostatném okně **"Průřez"**, které se spouští tlačítkem **"Základní"**. Pro úseky typu **"Náběh"** je nutné zadat průřez na začátku a konci úseku. Průřez na začátku a konci náběhu by měl být stejného typu. Náběh, ve kterém T-průřez přechází rozšiřováním stojiny do obdélníku, by měl být tedy zadán pomocí T-průřezu na začátku i konci, avšak koncový průřez by měl mít shodnou šířku pásnice i stojiny.

Pro začátek i konec náběhu je k dispozici nastavení **"dle sousedního úseku"**, které automaticky převezme průřez z přilehlého úseku.

**Editace úseku průřezu**

Úsek  
 Počátek:  [m]    Konec:  [m]    Délka:  [m]

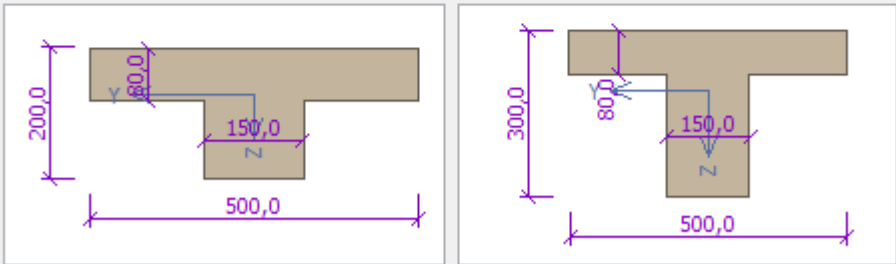
Typ úseku  
☐ Průřez    ☒ Náběh

Zarovnění  
☒ Horní hrana    ☐ Těžiště    ☐ Dolní hrana

Posun hrany  [mm]

Průřez vlevo    Průřez vpravo  
☒ dle sousedního úseku    ☐ dle sousedního úseku  
   

T-průřez    T-průřez 300x500



Okno "Editace úseku průřezu"

## Podélná výztuž

Tato část slouží k zadávání a posouzení ohybové výztuže na dílci. Výztuž se zadává po jednotlivých vložkách v tabulce v zadávacím rámu. Vkládání a úpravy jednotlivých vložek probíhají v dialogovém okně **"Editace vložky"**. V tomto dialogovém okně lze zadat tvar, délku, profil a umístění vložek.

Program v této části ovládacího stroměčku provádí zároveň posouzení zadané výztuže. Kompletní výsledky posouzení pro celý nosník si lze prohlédnout v samostatném okně **"Podrobně"**, které se spouští stejnojmenným tlačítkem. Průběhy využití, posouvajících sil (zatížení) a únosností lze vykreslit v přehledném grafu na pracovní ploše. Veličiny, které budou vykresleny, a vlastnosti grafu s průběhy lze změnit v samostatném dialogovém okně, které je dostupné tlačítkem **"Průběhy"**. Standardně jsou grafy vykreslovány pro obálku zatěžovacích případů, avšak v rozbalovacím seznamu si lze vybrat též zobrazení výsledků pro konkrétní zatěžovací případ.

Pro posouzení ohybové výztuže lze nastavit, zda má být do únosnosti průřezu započítána i výztuž v tlačené oblasti betonu. Toto chování lze ovlivnit nastavením **"Započítat tlačnou výztuž"**.

V rozbalovacím seznamu **"Redukce momentů"** lze určit, zda mají být ohybové momenty nad podporami redukovány či nikoliv. K dispozici jsou následující varianty:

### neredukovat

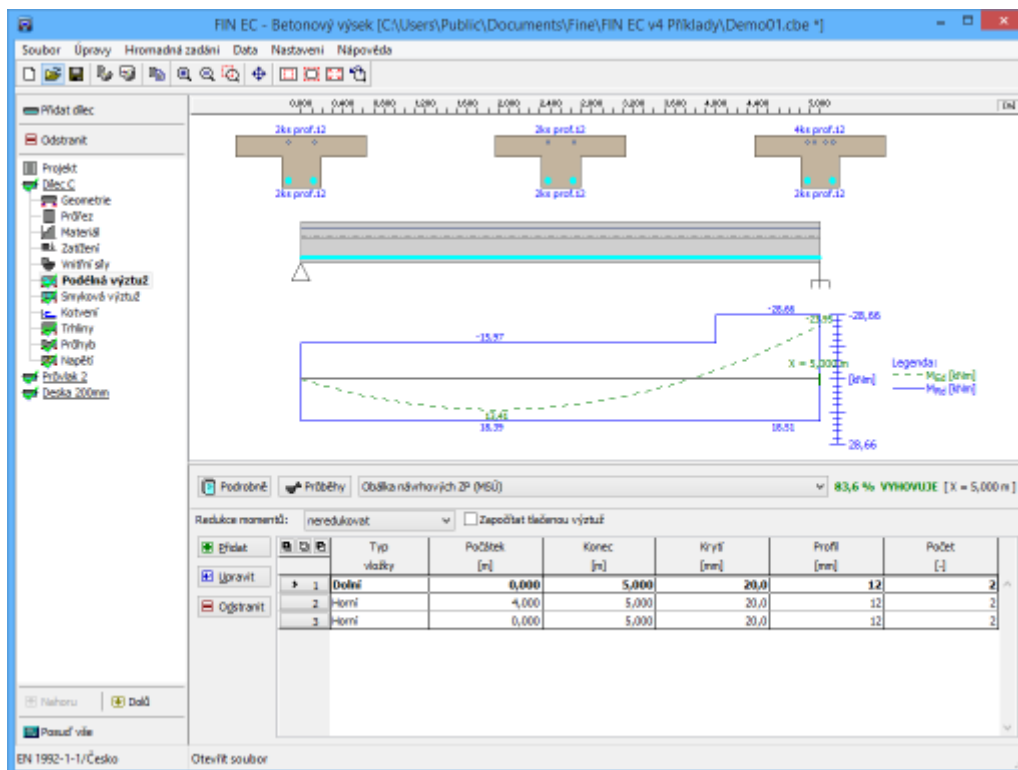
- ohybové momenty nad podporami nejsou redukovány, pro posouzení jsou použity výsledky získané výpočtem vnitřních sil na spojitém nosníku

### redukovat do líce

- pro posouzení ohybové výztuže nad podporou jsou použity hodnoty ohybových momentů na lici podpory. Vyšší hodnoty ohybových momentů přímo nad podporou jsou ignorovány.

### redukovat jako spojitý nosník

- Ohybový moment a posouvající síla nad podporou jsou redukovány s ohledem na předpoklad, že je podporový tlak po šířce podpory rozložen rovnoměrně. Postup je založen na kapitole 3.3.3. normy ČSN 73 1201 a řeší případy, kdy je spojitý nosník prostě uložený na podpoře (například stropní deska podepřená zděnou konstrukcí).



Část "Podélná výztuž" posouzení dílce

## Editace vložky

Toto okno slouží k zadání jednotlivých výztužných vložek nosníku. Nejprve lze vybrat pomocí tlačítek typ vložky (přímý prut, jednoduchý či dvojitý ohyb) a v části "**Umístění vložky**" její přesnou polohu.

### Krytí

V části "**Krytí**" lze nastavit hodnotu krytí podélné výztuže. Na výběr jsou tři možnosti zadání:

- Minimální krytí**
  - tato možnost převezme hodnotu minimálního krytí z dialogového okna "**Krytí výztuže**". Údaje v tomto okně lze změnit tlačítkem "**Minimální krytí**"
- Minimální krytí a třmínky**
  - tato možnost převezme hodnotu minimálního krytí z dialogového okna "**Krytí výztuže**" a připočte k ní průměr třmínků z části "**Smyková výztuž**". Údaje v tomto okně "**Krytí výztuže**" lze změnit tlačítkem "**Minimální krytí**"
- Vlastní krytí**
  - umožňuje zadat vlastní hodnotu krytí bez ohledu na požadavky normy

Tlačítko "**Kontrola krytí**" provede kontrolu, zda zadaná výztuž splňuje podmínky minimálního krytí. Pokud některé vložky minimální krytí nesplňují, program je může automaticky odmazat.

### Vodorovné umístění středu výztuže

Tato část slouží k zadání počtu vložek v této úrovni průřezu a k určení jejich vodorovné polohy. Pokud je zaškrtnuta volba "**Vygenerovat automaticky**", program vkládá krajní vložky na vzdálenost krytí od kraje průřezu, vnitřní vložky rozmístí tak, aby byla zachována stejná vzdálenost mezi vložkami. V případě, že toto nastavení nepoužije, lze zadat přesnou polohu vložek pomocí tabulky.

### Poloha řezu

Pokud je vložka typu "**ohyb**" či "**dvojitý ohyb**", lze pomocí tlačítek "**2. úsek**" a "**3. úsek**" zobrazovat v řezu polohu zadaných vložek v úseku za prvním respektive druhým ohybem.

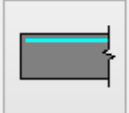
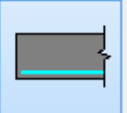
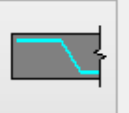
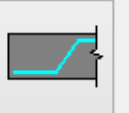
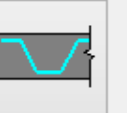
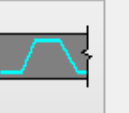
**Editace vložky**

**Krytí**

☐ Minimální krytí  
☐ Minimální krytí a třmínky  
☒ Vlastní krytí

Krytí:  [mm] Minimální krytí Kontrola krytí

**Typ vložky**

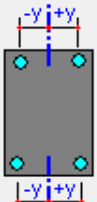
**Umístění vložky**

Profil vložky :  [mm]  
 Počátek :  [m]  
 Konec :  [m]  
 Krytí : ☐ Autom.  [mm]

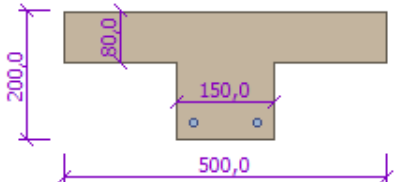
**Vodorovné umístění středu výztuže**

Počet vložek :  [-] ☒ Vygenerovat automaticky

	▼ A	Střed [mm]
> 1		-49,0
2		49,0



**Poloha řezu**



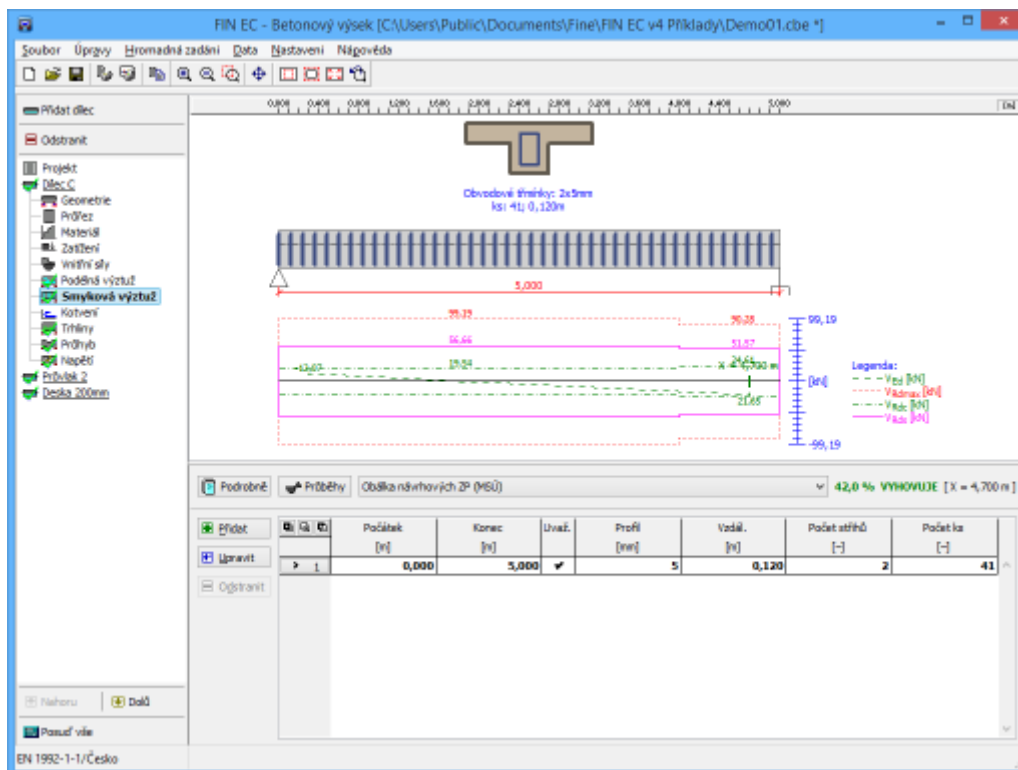
Okno pro zadání tvaru a polohy vložky

## Smyková výztuž

Tato část slouží k zadávání smykové výztuže na dílci. Výztuž může být zadána stejná po celé délce prvku nebo lze dílec rozdělit na libovolný počet dílčích úseků s různými parametry vyztužení. Jednotlivé úseky se zadávají v tabulce v zadávacím rámu. Vlastnosti jednotlivých úseků smykové výztuže se mění v dialogovém okně **"Editace úseku vyztužení"**. V tomto dialogovém okně se zadávají jak parametry výztuže (typ, profil, počet atd...), tak i počátek úseku. Začátek prvního úseku v tabulce je shodný s počátkem dílce, konec každého úseku je roven počátku následujícího úseku.

Na pracovní ploše se zobrazují jednotlivé úseky včetně údajů o zadané smykové výztuži. **Aktivní pracovní plochu** lze využít i k úpravám, kliknutím na aktivní kóty lze měnit délky úseků, parametry vyztužení je možné upravovat dvojklikem na příslušný úsek vyztužení.

Program v této části ovládacího stroměčku provádí zároveň posouzení zadané výztuže. Kompletní výsledky posouzení pro celý nosník si lze prohlédnout v samostatném okně **"Podrobně"**, které se spouští stejnojmenným tlačítkem. Průběhy využití, posouvajících sil (zatížení) a únosností lze vykreslit v přehledném grafu na pracovní ploše. Veličiny, které budou vykresleny, a vlastnosti grafu s průběhy lze změnit v samostatném dialogovém okně, které je dostupné tlačítkem **"Průběhy"**. Standardně jsou grafy vykreslovány pro obálku zatěžovacích případů, avšak v rozbalovacím seznamu si lze vybrat též zobrazení výsledků pro konkrétní zatěžovací případ.



Část "Smyková výztuž" posouzení nosníku

## Kotvení

V této části program provádí výpočet kotevních délek. Parametry, které kotevní délku ovlivňují, jsou vypsány v zadávacím rámu.

### Koncová úprava

- Lze vybrat, zda je vložka ukončena přímým kotevním úsekem či hákem, smyčkou nebo ohybem
- Umožňuje zmenšení kotevní délky dle tabulky 8.2 (součinitel  $\alpha_4$ )

### Ovinutí příčnou výztuží přivařenou k hlavní výztuži

### Ovinutí příčnou výztuží nepřivařenou k hlavní výztuži

### Vždy dobré podmínky

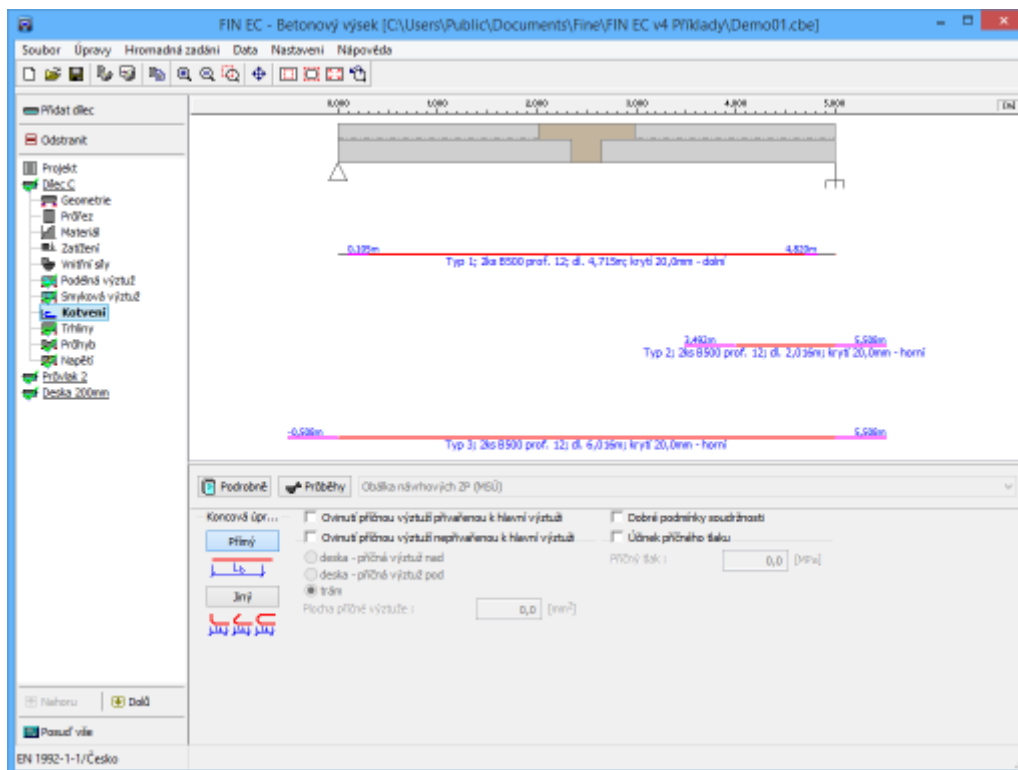
- Umožňuje zmenšení kotevní délky dle tabulky 8.2 (součinitel  $\alpha_3$ ). Jako doplňující údaj je nutné zadat typ prvku (ovlivňuje volbu součinitele  $K$ ) a plochu příčné výztuže
- Toto nastavení popisuje podmínky soudržnosti dle obrázku 8.2 normy. Dobré podmínky soudržnosti jsou u prvků do výšky 250mm po celé výšce, u prvků do 600mm výšky ve spodní části vysoké 250mm a u vyšších prvků po celé výšce kromě horní vrstvy o mocnosti 300mm.
- Umožňuje zmenšení kotevní délky dle tabulky 8.2 (součinitel  $\alpha_5$ )

### Účinek příčného tlaku

Tabulku s kompletním přehledem kotevních délek si lze prohlédnout v samostatném okně "**Podrobně**", které se spouští stejnojmenným tlačítkem. Kotevní délky jsou též vykresleny v přehledném grafu na pracovní ploše. Parametry kresby na pracovní ploše lze upravit tlačítkem "**Průběhy**".

Výpočet kotevních délek je podrobně popsán v teoretické části nápovědy v kapitole "**Kotvení**".





Část "Kotvení" posouzení dílce

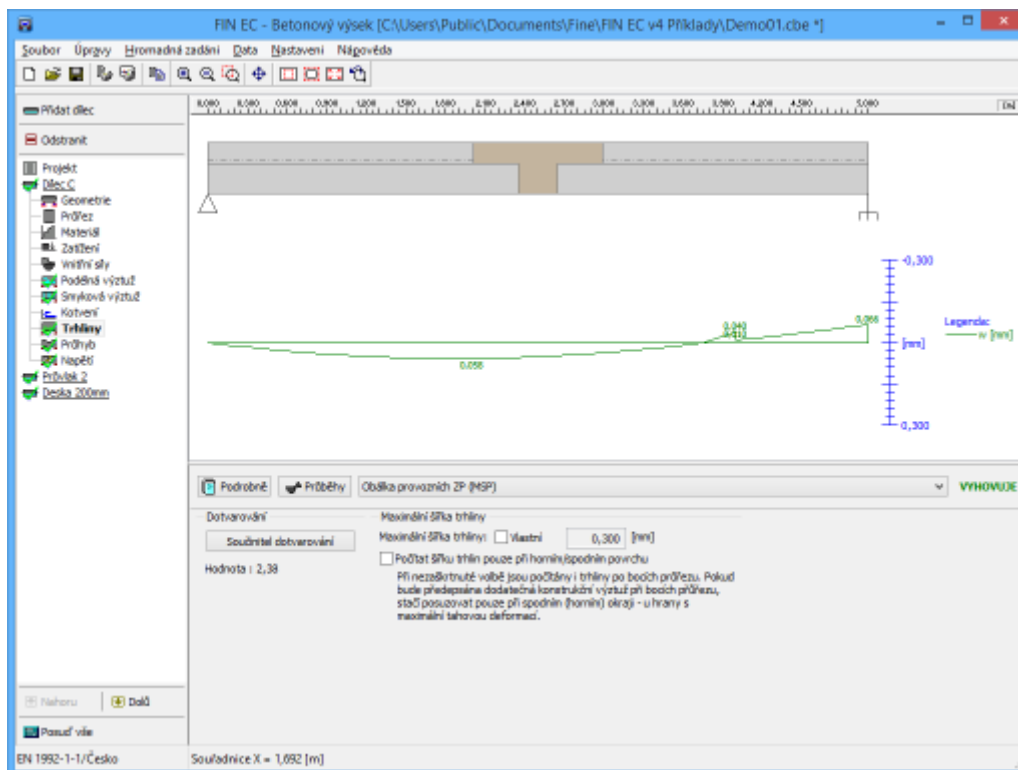
## Trhliny

Tato část slouží k zadání výpočtových parametrů pro posouzení dílce na mezní stav použitelnosti - omezení trhlin. Výpočet je prováděn pro zatěžovací případy typu **"Kvazistálé (MSP)"**, pokud v konstrukci žádný zatěžovací případ tohoto typu není, posouzení neproběhne.

Pokud pro danou konstrukci nevyhovuje omezení trhlin hodnotu danou v normě, lze zadat vlastní hodnotu maximální šířky trhlin. Maximální šířka trhlin  $w_{max}$  vychází z tabulky 7.1N. Nastavení **"Počítat šířku trhlin pouze při horním/spodním povrchu"** vypne kontrolu šířky trhlin na bočních stranách průřezu. Toto nastavení lze použít v případech, kdy je posuzován pouze výsek konstrukce (například běžný metr stropní desky) a na bocích tedy žádné trhliny nemohou vzniknout. Veličiny, které budou vykresleny (kromě velikosti trhlin lze vykreslit i průběh ohybového momentu), a vlastnosti grafu s průběhy lze změnit v samostatném dialogovém okně, které je dostupné tlačítkem **"Průběhy"**. Standardně jsou grafy vykreslovány pro obálku zatěžovacích případů, avšak v rozbalovacím seznamu si lze vybrat též zobrazení výsledků pro konkrétní zatěžovací případ.

Na velikost trhlin má vliv též plastické smršťování nebo vliv rozpínavých chemických reakcí v ztuhlém betonu (dotvarování). Tyto mechanismy jsou ve výpočtu zohledněny součinitelem dotvarování. Jeho velikost lze ovlivnit v samostatném okně **"Dotvarování"**, které se spouští tlačítkem **"Součinitel dotvarování"**.

Více informací v teoretické části v kapitole **"Mezního stavu použitelnosti"**.



Část "Trhliny" posouzení nosníku

## Průhyb

V této části program provádí výpočet a posouzení průhybu. Výpočet je prováděn pouze pro zatěžovací případy určené pro posuzování mezních stavů použitelnosti. Pokud není ani jeden takový zatěžovací případ zadán, není tato část stromečku přístupná. V rámu ve spodní části okna lze zadat údaje ovlivňující samotný posudek průhybu:

### Kvazistálé kombinace - požadavky normy

V této části lze zadat limitní hodnoty průhybu pro zatěžovací případy (kombinace) s kódem "**kvazistálé (MSP)**". Posouzení průhybu pro tyto kombinace je předepsáno normou (kapitola 7.4.1 normy EN 1992-1-1). Pro posouzení si lze vybrat jedno ze čtyř kritérií:

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>I/250 - běžné požadavky</b>       | • Toto omezení je definováno v části 7.4.1.(4) normy. Představuje limitní hodnotu, při které mohou být ohroženy vzhled a obecná použitelnost konstrukce            |
| <b>I/500 - přísné požadavky</b>      | • Toto omezení je definováno v části 7.4.1.(5) normy. Představuje limitní hodnotu, při které mohou být poškozeny přilehlé části konstrukce (např. příčky).         |
| <b>I/ - vlastní požadavky průhyb</b> | • Tato část umožňuje zadat vlastní limitní hodnotu jako zlomek rozpětí konstrukce<br>• Tato část umožňuje zadat vlastní limitní průhyb jako absolutní hodnotu v mm |

### Charakteristické (Časté) kombinace - vlastní požadavky

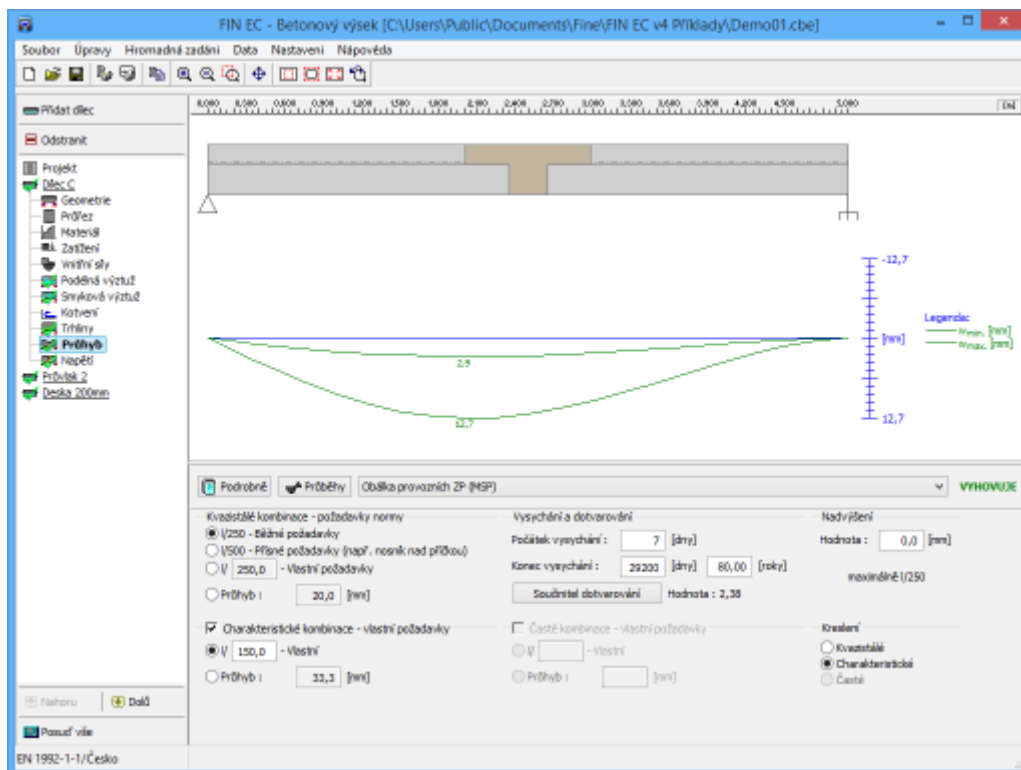
Požadavky na posouzení průhybu pro zatěžovací případy (kombinace) "**charakteristické**" a "**časté**" nejsou předepsány normou. Program umožňuje pro oba tyto typy kombinací zadat vlastní limitní hodnoty, buď jako poměrnou část rozpětí konstrukce nebo jako absolutní velikost.

### Vysychání a dotvarování

V této části lze zadat údaje o vysychání a dotvarování, které ovlivňují výpočet poměrného přetvoření. U vysychání lze zadat počátek a konec vysychání, parametry dotvarování se zadávají v samostatném okně "**Dotvarování**".

Kompletní výsledky pro celý nosník si lze prohlédnout v samostatném okně "**Podrobně**", které se spouští stejnojmenným tlačítkem. Průhyby jsou též vykresleny v přehledném grafu na pracovní ploše. Veličiny, které budou vykresleny (kromě extrémních hodnot lze vykreslit i např. přetvoření od smrštění či ohybový moment), a vlastnosti grafu s průběhy lze změnit v samostatném dialogovém okně, které je dostupné tlačítkem "**Průběhy**". Standardně jsou grafy vykreslovány pro obálku zatěžovacích případů, avšak v rozbalovacím seznamu si lze vybrat též zobrazení výsledků pro konkrétní zatěžovací případ.

Výpočet a posouzení průhybu je podrobně popsán v teoretické části nápovědy v kapitole "**Mezní stav použitelnosti**".

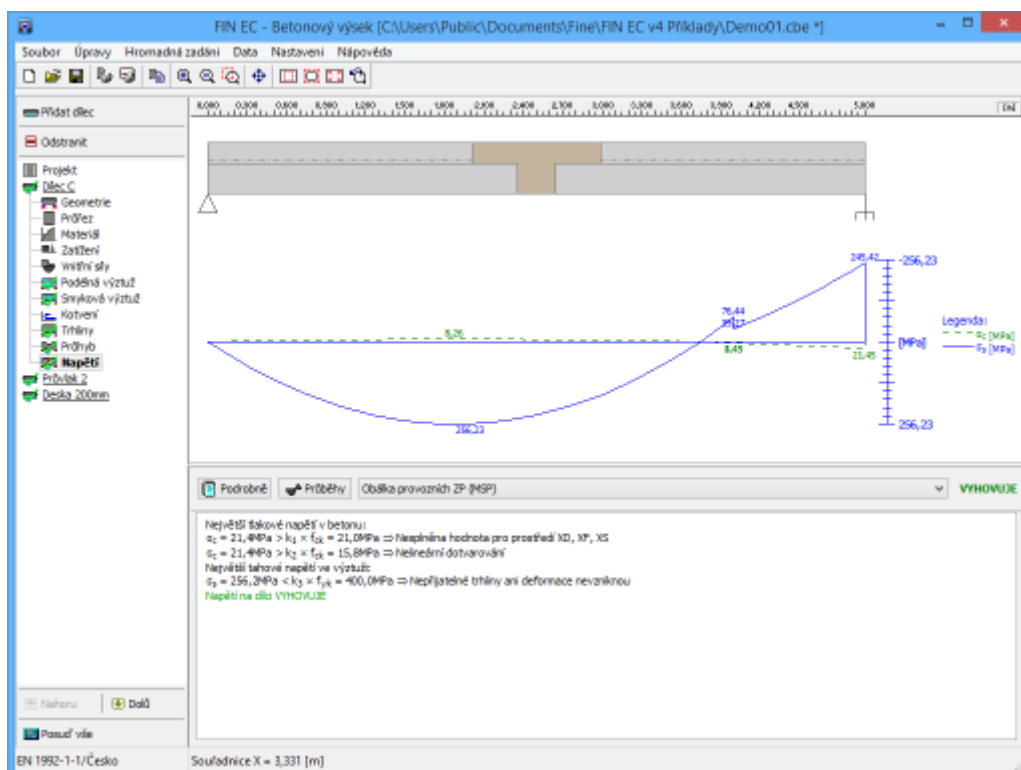


Část "Průběhy" posouzení dílce

## Napětí

V této části program provádí výpočet a posouzení napětí v betonu a oceli. Výpočet je prováděn pouze pro zatěžovací případy typu **"Charakteristické (MSP)"**. Výsledky posouzení jsou vypsány v zadávacím rámu, kompletní výsledky pro jednotlivé body nosníku si lze prohlédnout v samostatném okně **"Podrobně"**, které se spouští stejným tlačítkem. Průběhy ohybových momentů a napětí v betonu a oceli lze vykreslit v přehledném grafu na pracovní ploše. Veličiny, které budou vykresleny, a vlastnosti grafu s průběhy lze změnit v samostatném dialogovém okně, které je dostupné tlačítkem **"Průběhy"**. Standardně jsou grafy vykreslovány pro obálku zatěžovacích případů, avšak v rozbalovacím seznamu si lze vybrat též zobrazení výsledků pro konkrétní zatěžovací případ.

Výpočet a posouzení napětí je podrobně popsán v teoretické části nápovědy v kapitole **"Mezní stav použitelnosti"**.



Část "Napětí" posouzení nosníku

## Program Krátká konzola

Program "**Krátká konzola**" slouží k posouzení detailu krátké konzoly dle EN 1992-1-1 a EN 1992-2.

### Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní programu se skládá z hlavního menu s nástrojovými lištami v horní části okna, ovládacího stroměčku v levé části a pravé části okna, která je určena pro zadávání vstupů a prohlížení výsledků. Hlavní menu obsahuje všechny nástroje, které lze využít při práci s programem. Ovládací stroměček slouží ke správě jednotlivých úloh v projektu a též k navigaci mezi jednotlivými částmi zadávání. Práce se stroměčkem je popsána v samostatné kapitole "**Ovládací stroměček**". Alternativou k ovládacímu stroměčku je část "**Data**" hlavního menu. Tvorba výstupní dokumentace probíhá v okně "**Tisk a export dokumentu**", které je přístupné z ovládací lišty "**Soubory**" nebo z části "**Soubor**" hlavního menu.

V programu lze pracovat se dvěma typy úloh:

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Konzola přímo uložená</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>u přímo uložené konzoly je zatížení z konzoly přenášeno přímo do konstrukce. Typickým příkladem je krátká konzola uložená na sloupu. V patě konzoly ve výpočtovém modelu vzniká styčník typu CCC.</li> </ul>  |
| <b>Konzola nepřímo uložená</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>nepřímo uložené konzoly jsou konzoly, které jsou zavěšeny na konstrukci. Příkladem nepřímo uložené konzoly je konzola uložená na průvlaku. V patě konzoly ve výpočtovém modelu vzniká styčník typu CCT, tahové síly v tomto styčníku jsou přenášeny třmínky nosníku.</li> </ul> |

Jednotlivé úlohy ("**Krátké konzoly**") se zadávají tlačítkem "**Přidat**" v záhlaví ovládacího stroměčku.

### Úvodní obrazovka

Základní obrazovka umožňuje nastavit informace o projektu a zvolit návrhovou normu.

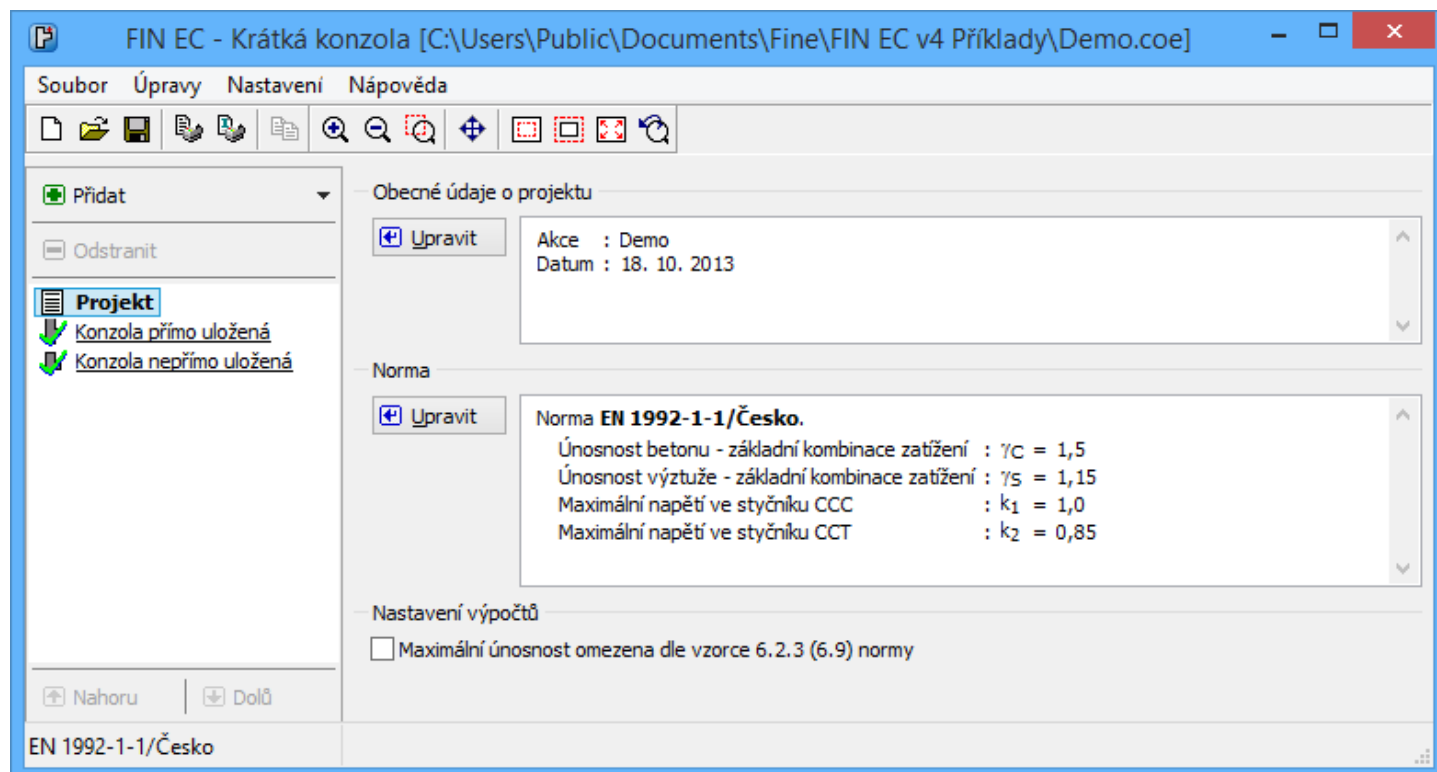
Rám "**Obecné údaje o projektu**" zobrazuje údaje z dialogového okna "**Obecné údaje o projektu**", které je možno využít při sestavování **záhlaví** či **zápatí** výstupní dokumentace. Tyto údaje lze změnit pomocí tlačítka "**Upravit**".

Část "**Norma**" obsahuje návrhovou normu včetně národní přílohy. Změnu normy lze provést v okně "**Volba normy**", které se spouští tlačítkem "**Upravit**".

V části "**Nastavení výpočtů**" lze upravit chování programu. Dostupná nastavení jsou:

- |   |  |
|---|--|
| <b>Maximální únosnost omezena dle vzorce 6.2.3(6.9) normy</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Možnost omezit návrhovou hodnotu s ohledem na rozdrčení tlakových diagonál</li> </ul> |
|---|--|

Vzhled programu je možné ovlivnit v dialogovém okně "**Možnosti**", které je přístupné z části "**Nastavení**" hlavního menu.



Základní obrazovka programu "Krátká konzola"

### Možnosti

Toto dialogové okno obsahuje nastavení, kterými lze ovlivnit vzhled programu a výstupních souborů. Obsahuje dvě

záložky: "**Kresba**" a "**Schémata**".

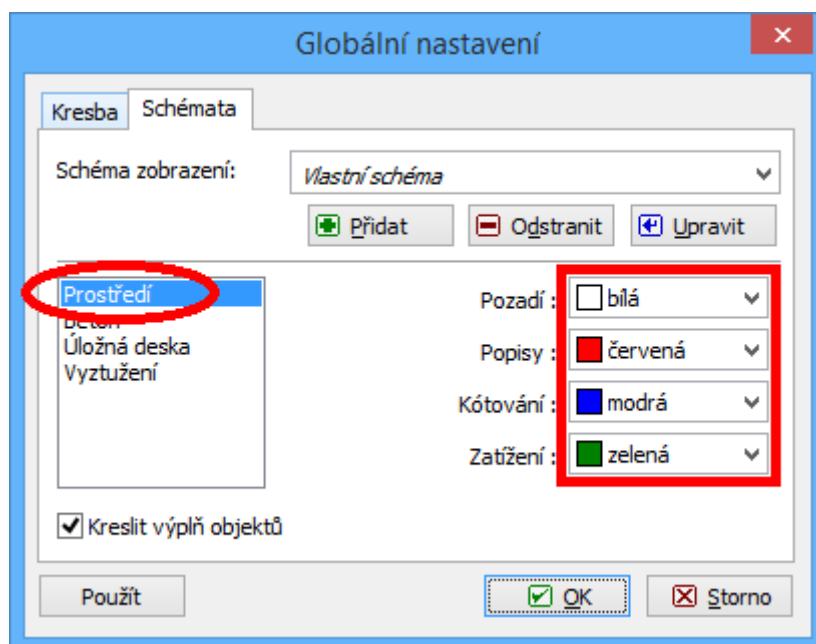
## Kresba

Tato záložka slouží k úpravě vzhledu pracovní plochy a obrázků ve výstupních dokumentech a schránce (uložení obrázku například pomocí zkratky **Ctrl+C** do schránky Windows). Je možné volit velikost textu v popiscích, pomocí výběru barevného schématu je možné ovlivnit barvy na pracovní ploše (pozadí, barvy prvků, kót apod.). V programu je k dispozici několik přednastavených schémat, vlastní barevná schémata si lze přidat v tomto dialogovém okně, záložce "**Schémata**". Tlačítko "->" přepne zobrazení do této záložky.

Tlačítkem "**Nastavení**" lze též ovlivnit ostatní parametry obrázku kopírovaného do schránky, jako například velikost obrázku či rozlišení.

## Schémata

Na této záložce je možné vytvářet a následně upravovat vlastní barevná schémata, která lze využít pro zobrazení na pracovní ploše, pro tiskové dokumenty a pro export obrázků (grafické formáty, schránka). Pro manipulaci se schématy slouží tlačítka "**Přidat**", "**Odebrat**", "**Přejmenovat**". Výběr barev pro jednotlivé prvky se provádí ve spodní části. Změnu barev je možné provádět pouze pro uživatelsky zadaná schémata (v seznamu schémat zobrazena kurzívou). Předdefinovaná schémata (v seznamu schémat zobrazena normálním fontem) nelze měnit.



*Zadávání barev v barevném schématu*

## Krátká konzola

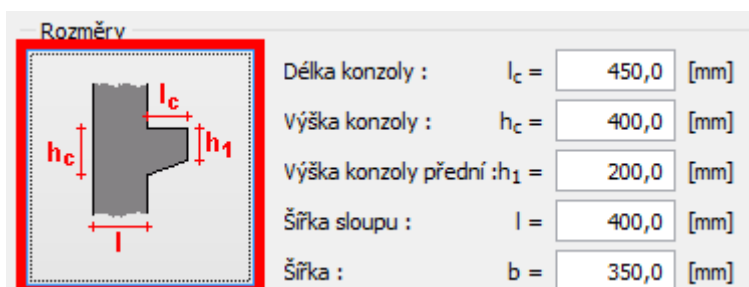
Základní výpočtové okno obsahuje v levé části pole pro zadávání vstupních údajů, v pravé horní části náhled na konstrukci a vpravo dole výpis výsledků posouzení. Vzhled pracovní plochy je možné ovlivnit v dialogovém okně "**Možnosti**". Jako vstupní data se zadávají následující údaje:

## Materiály

V této části se zadávají materiálové charakteristiky betonu a výztuže. Samotný výběr probíhá v okně "**Materiály**", kde si lze jak vybírat z předdefinovaných pevnostních tříd, tak zadat zcela libovolný materiál. Okno je dostupné pomocí tlačítka "**Upravit**". Bez zadání materiálových charakteristik není umožněno zadávání dalších částí.

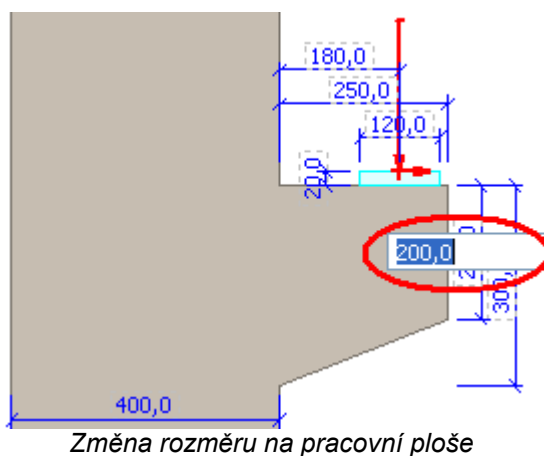
## Rozměry

Část "**Rozměry**" slouží k výběru tvaru konzoly a zadání jednotlivých rozměrů. Tvar konzoly lze zvolit kliknutím na tlačítko se schématem konzoly.



*Tlačítko pro volbu tvaru konzoly*

Samotné rozměry konzoly je možné zadávat buď v příslušných zadávacích polích nebo pomocí přímé editace rozměrů na pracovní ploše.



## Zatížení

Krátká konzola je primárně zatížena svislým zatížením na určitém rameni. Kompletní zadání zatížení se skládá z následujících údajů:

- Excentricita  $a_c$** 
  - vzdálenost působíště síly od hrany nosného prvku (sloupu či nosníku)
- Svislá síla  $F_{Ed}$** 
  - návrhová hodnota svislého zatížení
- Vodorovná síla  $H_{Ed}$** 
  - přídavná vodorovná složka zatížení, hodnota je standardně dopočítána ze svislé síly, je možné ji však libovolně měnit. Přídavná vodorovná síla zvětšuje nutnou plochu hlavní výztuže konzoly
- $H_{Ed}/F_{Ed}$** 
  - poměr mezi svislým a vodorovným zatížením, minimální doporučená velikost součinitele dle literatury je 0,2

## Úložná deska

Pro úložnou desku se zadávají následující údaje:

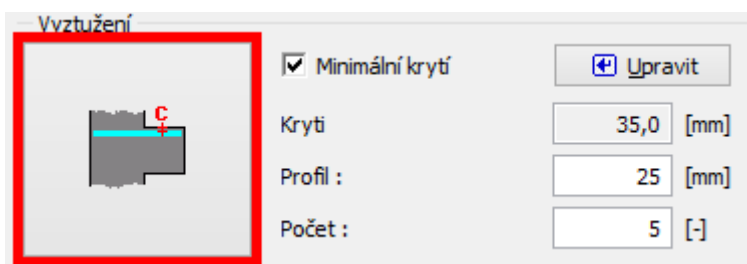
- Délka  $l_p$** 
  - délka úložné desky. Vnitřní okraj úložné desky vstupuje do pravidel pro rozmístění svislých třmínků
- Výška  $\Delta h$** 
  - výška úložné desky. Tato hodnota zvyšuje excentricitu působíště zatížení a tedy sílu v hlavní tahové výztuži.
- Šířka  $b_p$** 
  - šířka úložné desky

## Vyztužení

Tato část umožňuje zadat hlavní tahovou výztuž konzoly. Výztuž se zadává pomocí profilu a počtu vložek.

Pokud je zaškrtnuto políčko "**Minimální krytí**", program automaticky dopočítá minimální krytí výztuže jako součet minimálního krytí z dialogového okna "**Krytí výztuže**" (okno je dostupné tlačítkem "**Upravit**") a profilu svislých třmínků. Pokud není toto políčko zaškrtnuto, je možné v poli "**Krytí**" zadat vlastní hodnotu krytí vrchní vrstvy výztuže.

Tlačítko s náhledem na výztuž umožňuje spustit okno "**Vyztužení**", které obsahuje rozšířené možnosti zadávání výztuže (různé profily ve vrstvě, druhá vrstva).



Tlačítko pro podrobné zadání výztuže

## Třmínky

V rámci vyztužení konzoly se zadává vyztužení svislými a vodorovnými třmínky. Vodorovné třmínky slouží k zachycení příčných tahů v tlačené betonové diagonále. Svislé třmínky navíc u dlouhých konzol vytvářejí tahové pruty v náhradní příhradovině.

Třmínky se zadávají pomocí průměru výztuže, počtu třmínků (počet řad výztuže viditelné v bočním pohledu na konzolu) a

počtu stříhů (počet svislých částí výztuže v rámci jedné řady). Třída oceli třmínků se zadává v části "**Materiál**" (popsáno výše).

## Výsledky

V pravé dolní části se průběžně zobrazují výsledky výpočtu případně chybová hlášení. Výpočtu se věnuje zvláštní kapitola v **teoretické části** nápovědy.

## Vyztužení

V tomto okně je možné zadat rozšířené parametry hlavní výztuže krátké konzoly. Oproti **základnímu oknu** programu je možné zadat druhou vrstvu výztuže a v obou vrstvách též druhý profil výztuže.

Pokud je zaškrtnuto políčko "**Minimální krytí**", program automaticky dopočítá minimální krytí výztuže jako součet minimálního krytí z dialogového okna "**Krytí výztuže**" (okno je dostupné tlačítkem "**Upravit**") a profilu svislých třmínků. Pokud není toto políčko zaškrtnuto, je možné v poli "**Krytí**" zadat vlastní hodnotu krytí vrchní vrstvy výztuže.

Samotná výztuž v základní vrstvě výztuže se zadává profilem a počtem.

Po zaškrtnutí políčka "**Vyztužení - druhá vrstva**" je možné zadat druhou vrstvu tahové výztuže. Poloha vrstvy se zadává vzdáleností středu výztuže od horní hrany konzoly (na rozdíl vrchní od vrchní vrstvy, u které se zadává krytí).

Do první i druhé vrstvy je možné vložit i přídatnou výztuž z jiného profilu, než jaký má základní výztuž vrstvy. Zadávání se zpřístupní zaškrtnutím políčka "**Druhý profil**" před druhým řádkem vrstvy.

*Přidání výztuže jiného profilu do vrstvy*

## Program Protlak

Program "**Protlak**" slouží k posouzení železobetonové stropní desky na protlačení sloupem dle EN 1992-1-1 nebo EN 1992-2.

## Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní programu se skládá z hlavního menu s nástrojovými lištami v horní části okna, ovládacího stroměčku v levé části, pracovní plochy a zadávacího rámu, který se nachází ve spodní části okna. Hlavní menu obsahuje všechny nástroje, které lze využít při práci s programem. Ovládací stroměček slouží k navigaci mezi jednotlivými částmi zadávání. Alternativou k ovládacímu stroměčku je část "**Zadávání**" hlavního menu. Tvorba výstupní dokumentace probíhá v okně "**Tisk a export dokumentu**", které je přístupné z ovládací lišty "**Soubory**" nebo z části "**Soubor**" hlavního menu.

## Úvodní obrazovka

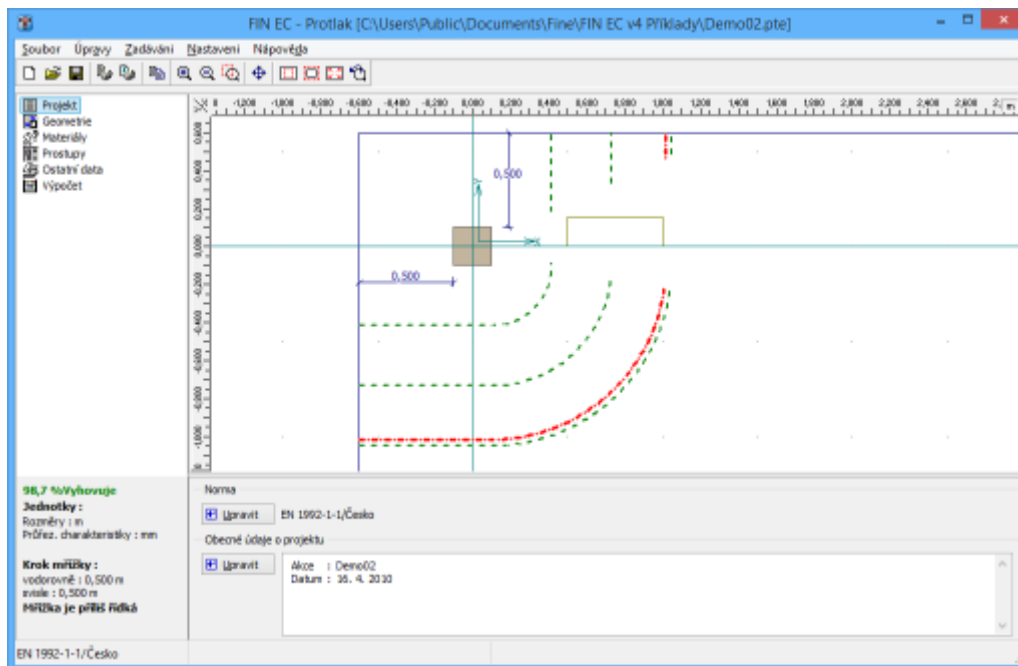
Zadávací rám pro základní obrazovku umožňuje nastavit informace o projektu a zvolit návrhovou normu.

Rám "**Obecné údaje o projektu**" zobrazuje údaje z dialogového okna "**Obecné údaje o projektu**", které je možno využít při sestavování **záhlaví** či **zápatí** výstupní dokumentace. Tyto údaje lze změnit pomocí tlačítka "**Upravit**".

Část "**Norma**" obsahuje návrhovou normu včetně národních příloh. Změnu normy lze provést v okně "**Volba normy**", které se spouští tlačítkem "**Upravit**".



Pomocí ovládacího stroměčku lze přepínat mezi jednotlivými částmi zadávání, spodní rám slouží k samotnému zadávání jednotlivých údajů (geometrie, materiály, posouzení apod.). Strukturu zadávacího stroměčku kopíruje část "**Zadávání**" hlavního menu. Zbytek dialogového okna vyplňuje pracovní plocha, která zobrazuje navrhovanou konstrukci. Vzhled pracovní plochy může být ovlivněn v dialogovém okně "**Možnosti**", které je dostupné z hlavního menu. Na pracovní ploše se kromě geometrie desky a sloupu zobrazují též jednotlivé kontrolované obvody  $u_x$  (zelená resp. modrá barva) a též obvod  $u_{out}$ , kde již smyková výztuž není potřeba (červená barva).



*Základní obrazovka programu "Protlak"*

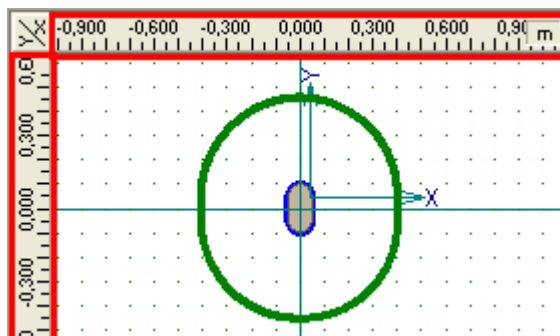
## Možnosti

Toto dialogové umožňuje změnit základní chování programu. Nastavení jsou uspořádána do jednotlivých záložek:

### Obecné

V této záložce je možné změnit vlastnosti mřížky, která se zobrazuje na pracovní ploše a která usnadňuje například zadávání prostupů. Zadat lze jednak krok mřížky, jednak souřadnice základního bodu mřížky. Zarovnávání do mřížky při zadávání prostupů může být vypnuto nastavením "**Zarovnávat do mřížky**".

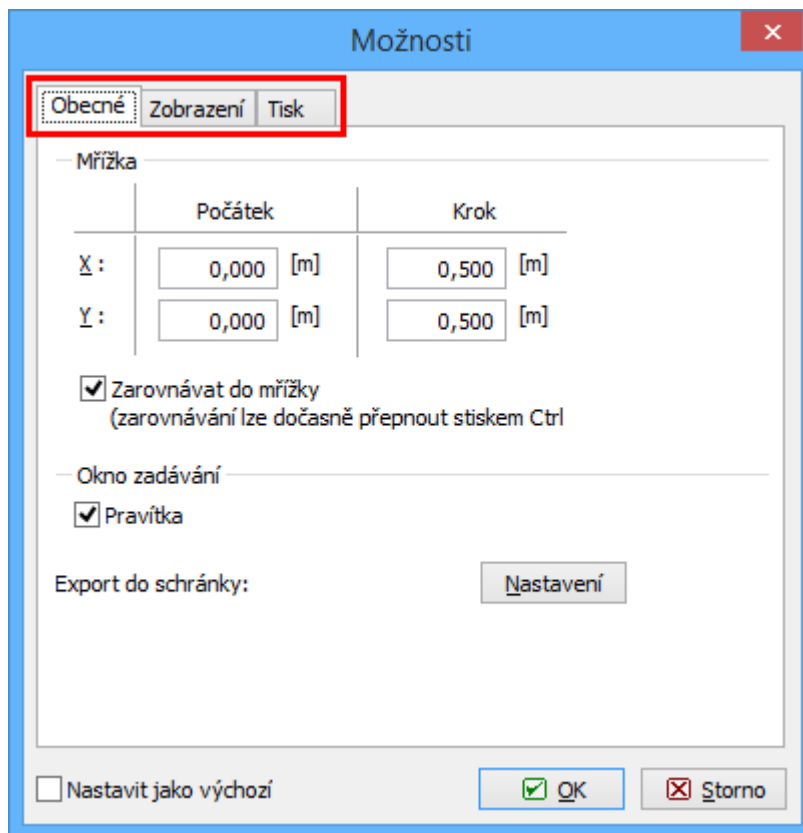
Zapnout/Vypnout lze též zobrazování pravítek podél pracovní plochy.



*Pracovní plocha se zvýrazněnými pravítky a zapnutou zarovnávací mřížkou*

## Zobrazení a Tisk

Tyto záložky umožňují upravit vzhled pracovní plochy a nastavit barvy pro tisk výstupních protokolů. Záložky nahrazují funkce dialogového okna "**Nastavení kresby**", které se vyskytuje u jiných programů FIN EC.



Přepínání mezi záložkami v okně "Možnosti"

## Geometrie

V tomto režimu zadávacího stromčku se nastavují základní geometrické charakteristiky úlohy:

### Geometrie

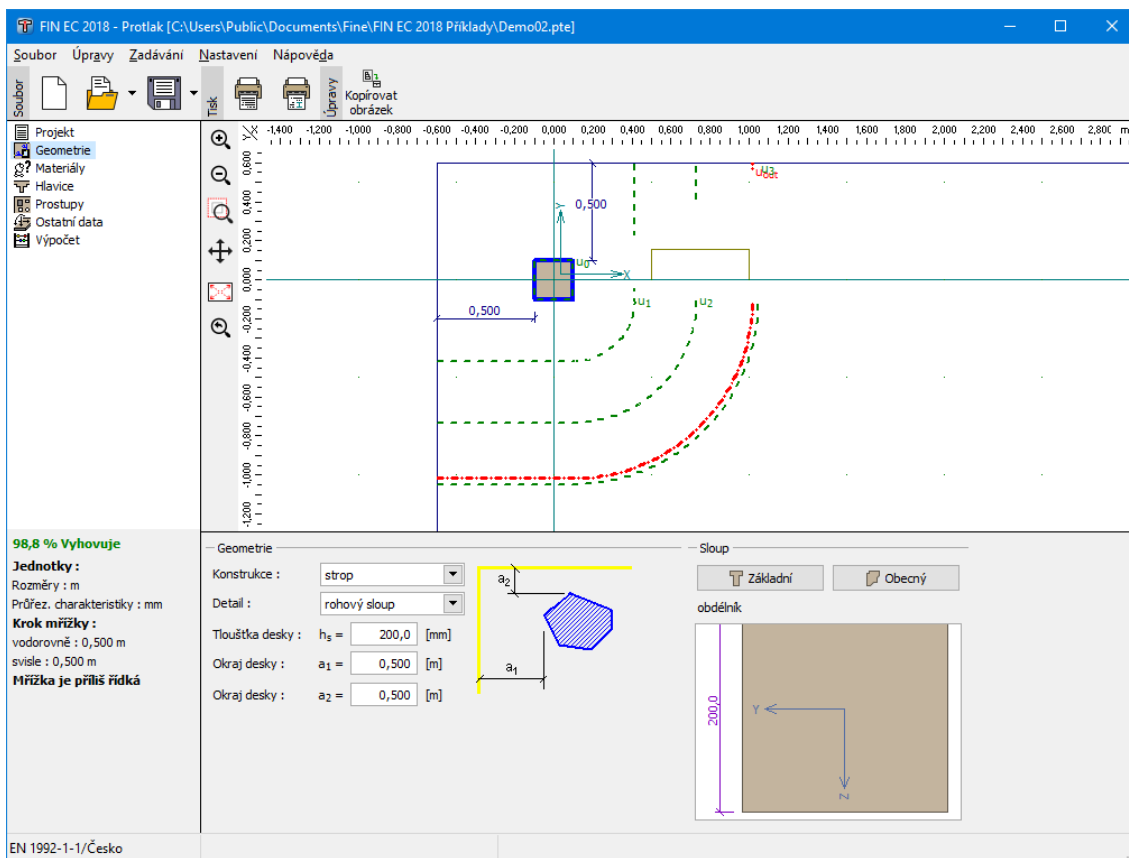
Tato část obsahuje volbu konstrukce, typu detailu a tloušťku desky. Volba "**Konstrukce**" určuje, zda se jedná o posouzení protlačení stropní nebo základové desky. Dále jsou k dispozici následující konstrukční detaily:

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Vnitřní sloup</b>  | • Základní detail sloupu uprostřed desky  |
| <b>Obvodový sloup</b> | • Detail sloupu, který se nachází v blízkosti jedné hrany desky. Je nutné zadat hodnotu $a_1$ , tj. vzdálenost okraje sloupu od hrany desky. Program automaticky vyhodnotí, zda má okraj desky vliv na únosnost.          |
| <b>Rohový sloup</b>   | • Detail sloupu v rohu desky, tj. v blízkosti dvou hran desky. Je nutné zadat hodnoty $a_1$ a $a_2$ , tj. vzdálenosti okraje sloupu od hran desky. Program automaticky vyhodnotí, zda mají okraje desky vliv na únosnost. |
| <b>Konec stěny</b>    | • Ukončení stěny v desce. Je nutné zadat tloušťku stěny $b$ .   |
| <b>Roh stěny</b>      | • Detail kolmého zalomení půdorysu stěny. Je nutné zadat tloušťku stěny $b$ .   |

### Sloup

Zde se zadává geometrie sloupu. Na výběr jsou dvě možnosti zadání:

- |                 |  |
|-----------------|--|
| <b>Základní</b> | • Tato volba umožňuje výběr průřezu sloupu z přednastavené <b>databáze průřezů</b> . K dispozici jsou základní tvary jako například obdélník, kruh, T-profil, I-profil apod. |
| <b>Obecný</b>   | • Tato volba umožňuje zadání zcela obecného průřezu sloupu v <b>samostatném okně</b> .   |



Část "Geometrie" projektu

## Materiály

V této části je možné zadat materiály, které budou použity při posuzování dané úlohy:

### Beton

V této části lze vybrat třídu betonu. Je možné využít seznam přednastavených tříd, který lze vyvolat tlačítkem "**Katalog**", nebo zadat materiál s vlastními charakteristikami (tlačítko "**Vlastní**").

### Výztuž podélná a příčná

Tyto části slouží k zadání třídy betonářské oceli, která je použita jako podélná výztuž desky respektive smyková výztuž nad sloupem. Je možné využít seznam přednastavených tříd, který lze vyvolat tlačítkem "**Katalog**", nebo zadat materiál s vlastními charakteristikami (tlačítko "**Vlastní**").

Kromě tlačítka pro zadávání materiálů obsahuje zadávací rám též přehled zvolených materiálů (beton, podélná výztuž a smyková výztuž) včetně jejich základních charakteristik.

Beton		Podélná výztuž		Smyková výztuž	
<input type="button" value="Katalog"/>	<input type="button" value="Vlastní"/>	<input type="button" value="Katalog"/>	<input type="button" value="Vlastní"/>	<input type="button" value="Katalog"/>	<input type="button" value="Vlastní"/>
Název : C 25/30		Název : B 500		Název : B 500	
Materiálové charakteristiky		Materiálové charakteristiky		Materiálové charakteristiky	
$f_{ck}$	25,0 MPa	$f_{yk}$	500,0 MPa	$f_{yk}$	500,0 MPa
$f_{ctm}$	2,6 MPa	$E_s$	200000,0 MPa	$E_s$	200000,0 MPa
$E_{cm}$	30500,0 MPa				

Zadávací rám "Materiály"

## Hlavice

V této části lze zadat zesílení sloupu v místě desky, které zlepšuje únosnost desky v protlačení.

## Hlavice

V části "**Hlavice**" lze zvolit typ zesílení a půdorysné rozměry. Vybrat lze z těchto typů:

- bez hlavice**
  - Sloup není nijak zesílen
- hlavice ve tvaru sloupu**
  - Sloup je zesílen hlavicí, která svým půdorysným tvarem kopíruje tvar sloupu. Pro tento případ se zadává pouze vzdálenost hrany hlavice od hrany sloupu  $x$ .
- obdélníková hlavice**
  - Sloup je zesílen hlavicí s obdélníkovým půdorysem. Tato hlavice může být kombinována s libovolným tvarem sloupu. Velikost hlavice je definována ortogonálními vzdálenostmi od krajních bodů obrysu sloupu.

## Náběh

V této části se zadává geometrie řezu hlavicí. Na výběr jsou následující možnosti:

- stupeň**
  - V tomto případě je hlavice ukončena svislou hranou, hlavice má ve své ploše konstantní výšku.
- šikmý**
  - Hlavice je v podhledu šikmá.
- vlastní**
  - Kombinace předchozích variant (stupeň se sešikmeným rohem). Výška svislé části i šířka vodorovné části mohou být rovné 0.

Zadávací rám "Hlavice"

## Prostupy

Tato část slouží k zadávání prostupů v desce. Vkládat lze libovolný počet prostupů, program automaticky na základě vzdálenosti od sloupu rozpozná, zda mají být uvažovány ve výpočtu či nikoliv. S prostupy lze pracovat dvěma způsoby: číselně (pomocí dialogových oken) nebo graficky.

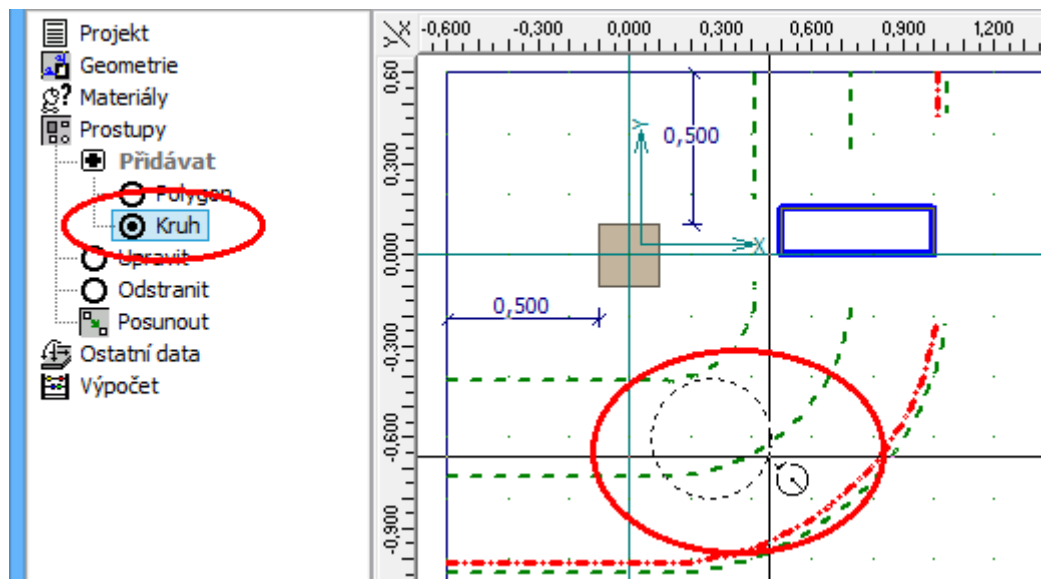
### Číselné zadávání

Číselné zadávání probíhá pomocí **tabulky** v zadávacím rámu. Obecné polygonální prostupy lze vkládat v dialogovém okně "**Polygon**", které lze spustit tlačítkem "**Přidat polygon**". Kruhové prostupy se zadávají tlačítkem "**Přidat kruh**". Samotné zadávání pak probíhá v okně "**Kružnice**".

### Grafické zadávání

Pro grafické zadávání je nutné mít aktivní některý z módů v ovládacím stromečku. Poté se stává pracovní plocha aktivní pro danou činnost. Pro práci s prostupy jsou dostupné následující módy:

- Přidávat - Polygon**
  - Umožňuje vkládání polygonálního prostupu, každé kliknutí na pracovní ploše představuje jeden bod polygonu. Protože je nutné polygon uzavřít, musí být poslední bod polygonu shodný s počátečním bodem.
- Přidávat - Kruh**
  - Vkládá kruhové prostupy. První kliknutí určuje střed prostupu, druhé pak poloměr prostupu.
- Upravit**
  - V tomto režimu je možné upravovat existující prostupy. Pokud je kurzor na prostupu, kliknutí spustí dialogové okno pro úpravu prostupu. Pro polygonální prostupy se spouští okno "**Polygon**", pro kruhové prostupy okno "**Kružnice**".
- Odstranit**
  - V tomto režimu lze kliknutím odmazat libovolný prostup z konstrukce.

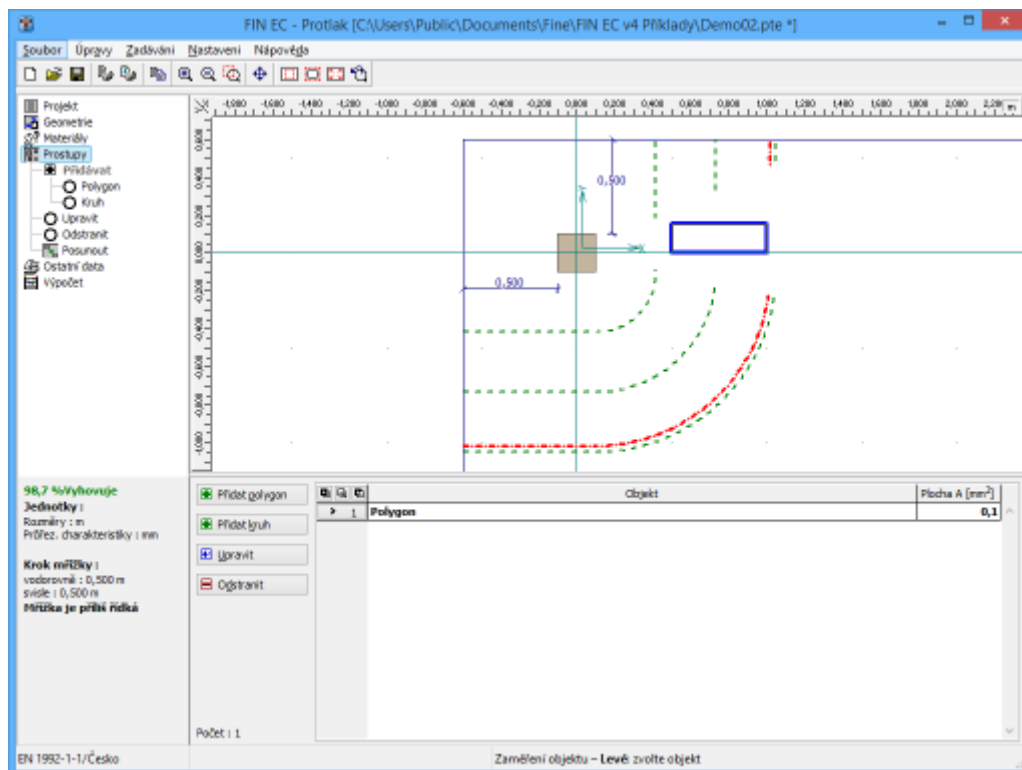


Aktivní režim pro zadávání kruhových prostupů na aktivní ploše

Při práci v grafickém režimu program automaticky zarovnává kurzor do mřížky. Toto chování lze upravit či vypnout v dialogovém okně **"Možnosti"**. Dočasné vypnutí zarovnávání lze též zajistit stiskem klávesy **"Ctrl"** v průběhu práce.

## Posun a kopírování

Pokud je nutné prostup(y) přesunout či překopírovat, je možné využít pomůcku **"Posunout"**, která se nachází v ovládacím stromečku. Samotná manipulace s prostupy se zadává v samostatném okně **"Posunout"**. Tato pomůcka může být použita pro aktivní, vybrané nebo všechny prostupy. Prostupy lze vybírat v **tabulce** v zadávacím rámu.



Část "Prostupy" projektu

## Posunout

V tomto dialogovém okně lze zadat posun či kopírování jednoho či více prostupů. V části **"Způsob manipulace"** se volí, zda se jedná o posun či kopírování. Dále je možné určit, zda se má příkaz provést pro zaměřený (aktivní) prostup, pro vybrané prostupy či pro všechny prostupy v desce. Jako poslední se zadává vektor posunu pomocí složek ve směrech x a y.

**Posunout**

Informace

Počet prostupů 1 (z toho vybraných 0)

Způsob manipulace      Objekty k manipulaci

☐ Kopie    ☒ Přesun    ☐ Všechny    ☐ Vybrané    ☒ Zaměřený

Parametry posunu

Posun ve směru osy X :  [m]

Posun ve směru osy Y :  [m]

☒ OK    ☒ Storno

Dialogové okno pro manipulaci s prostupy

## Ostatní data

Část "**Ostatní data**" slouží k zadávání zatížení a podélné výztuže desky.

### Zatížení

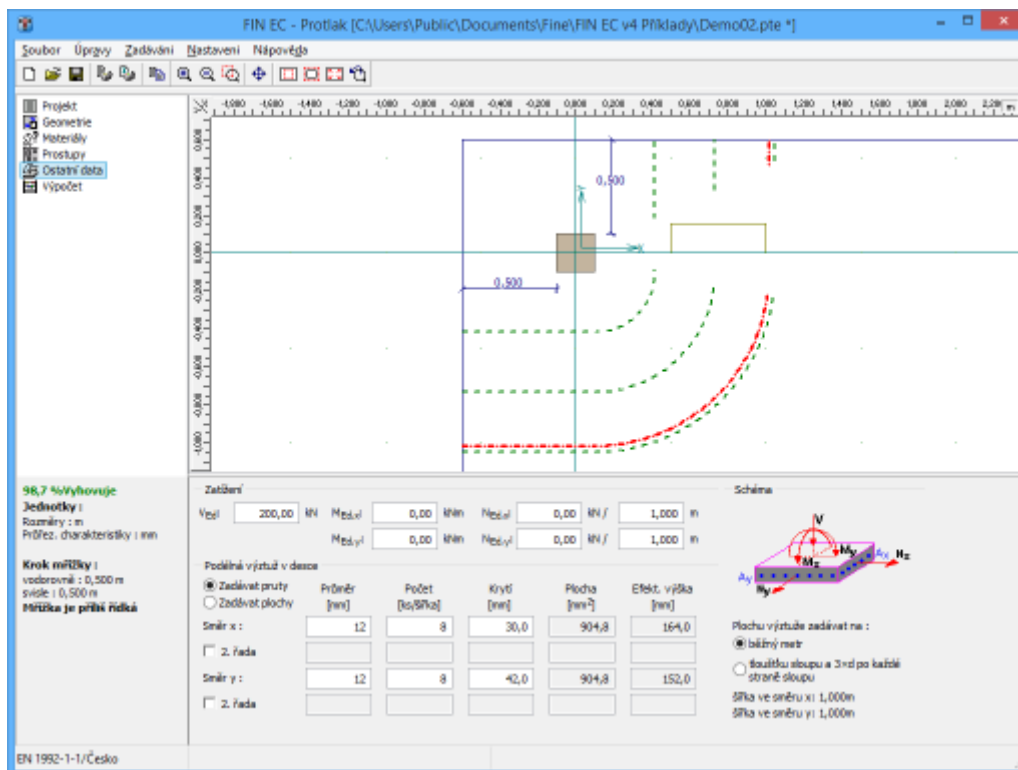
Styk desky a sloupu může být namáhán těmito silami:

- |            |   |
|------------|---|
| $V_{Ed}$   | • Návrhová posouvající síla ve sloupu, kladné znaménko značí orientaci ve směru gravitace.  |
| $\sigma$   | • Napětí v základové spáře použité pro výpočet reakce podloží uvnitř kontrolovaného obvodu  |
| $M_{Ed,x}$ | • Návrhový ohybový moment kolem osy x. Směr kladné orientace je patrný z obrázku " <b>Schéma</b> " v zadávacím rámu.  |
| $M_{Ed,y}$ | • Návrhový ohybový moment kolem osy y. Směr kladné orientace je patrný z obrázku " <b>Schéma</b> " v zadávacím rámu.  |
| $N_{Ed,x}$ | • Návrhová normálová síla rovnoběžná s osou x v desce. Normálové síly mohou být vyvozeny zatížením nebo např. předpětím. U normálové síly je možné zadat, na jaké šířce desky působí. |
| $N_{Ed,y}$ | • Návrhová normálová síla rovnoběžná s osou y v desce. Normálové síly mohou být vyvozeny zatížením nebo např. předpětím. U normálové síly je možné zadat, na jaké šířce desky působí. |

### Podélná výztuž v desce

Podélná výztuž při horním okraji desky se zadává samostatně pro směry x a y. Výztuž lze definovat pomocí plochy nebo až dvou řad výztuže. Druhou řadu lze využít buď pro desku vyztuženou ve více vrstvách (každá vrstva má jiné krytí) nebo pro desku, kde je pravidelná výztuž desky doplněna nad sloupem příložkami (obě vrstvy mají stejné krytí).

V části "**Schéma**" lze nastavit, zda má být zadaná výztuž rozpočítána na běžný metr nebo na celou výpočtovou šířku desky (šířka sloupu + 3d na každé straně sloupu) dle článku 6.4.4. normy EN 1991-1-1. Pokud je výztuž zadána na běžný metr, bude celková plocha výztuže pro výpočet získána vynásobením zadané plochy a výpočtovou šířkou desky.



Část "Ostatní data" projektu

## Výpočet

Část "Výpočet" slouží k zadání samotné výztuže proti protlačení a následnému posouzení.

### Parametry výpočtu

Pomocí volby "**Vliv ohybového momentu**" lze ovlivnit způsob výpočtu součinitele  $\beta$ , který zahrnuje do výpočtu vliv ohybového momentu. Na výběr jsou následující varianty:

#### Použit $\beta$ dle 6.4.3(6)

- V tomto případě je hodnota součinitele  $\beta$  stanovena dle obrázku 6.21N a není tak závislá na skutečné hodnotě zadaného ohybového momentu. Tento zjednodušený postup lze použít v případech, kdy sousední pole mají podobné rozpony a kdy stabilita budovy nezávisí na rámovém působení mezi deskou a sloupem.

#### Spočít $\beta$ dle 6.4.3(3-5) - ve směru momentu

- Podrobný postup, kdy je součinitel  $\beta$  určen na základě zadaných ohybových momentů. Excentricita je uvažována ve směru výslednice ohybových momentů

#### Spočít $\beta$ dle 6.4.3(3-5) - ve směru os

- Podrobný postup, kdy je součinitel  $\beta$  určen na základě zadaných ohybových momentů. Excentricita je získána součtem výstředností v osách  $X$  a  $Y$ .

#### Použit vlastní $\beta$

- Možnost zadat vlastní hodnotu součinitele  $\beta$ .

#### Výztuž uvažovat vždy v rozsahu 0 až 2d

- Pokud je kontrolovaný obvod ve vzdálenosti menší než  $2d$  od sloupu, zohledňuje se ve výpočtu únosnosti vyztuženého průřezu veškerá výztuž do vzdálenosti  $2d$  od sloupu. Toto nastavení je dostupné pouze pro protlačení základových desek.

Nastavení "**Maximální únosnost vyztuženého obvodu**" umožňuje změnit způsob určení součinitele  $k_{max}$ , který slouží k omezení maximální únosnosti vyztuženého průřezu s ohledem na únosnost betonového průřezu.

#### Použit $k_{max}$ dle 6.4.5(1)

- V tomto případě je součinitel  $k_{max}$  stanoven automaticky dle tloušťky desky. Výpočet je proveden dle článku NA 2.52a (ČSN EN 1992-1-1 Z3) resp. NA 2.130 (STN EN 1992-1-1 A1/NA).

#### Použit $k_{max}$ pro smykové trny

- Pro součinitel  $k_{max}$  je použita hodnota 1,9 (v souladu s STN EN 1992-1-1 A1/NA).

#### Použit vlastní $k_{max}$

- Tato volba umožňuje zadat libovolnou hodnotu  $k_{max}$ .

Posouzení protlačení je podrobně popsáno v kapitole "**Protlak**" teoretické části nápovědy.

## Zadání výztuže

Při zadávání výztuže jsou k dispozici tři typy smykové výztuže:



- **radiální třmínky** - smyková výztuž (lišty se smykovými trny, žebříčky a pod.) jsou umístěny paprskovitě od sloupu
- **soustředné třmínky** - třmínky jsou uspořádány v soustředných řadách
- **ohyby** - smyková výztuž tvořená ohyby

V průběhu návrhu lze kontrolovat konstrukční zásady. Tuto kontrolu lze zapnout nastavením "**Kontrolovat konstrukční zásady**" v zadávacím rámu. Více o konstrukčních zásadách je psáno v kapitole "**Protlak - konstrukční zásady**" teoretické části nápovědy.

Pro zadávání lze využít dva základní způsoby: automatický návrh a ruční zadávání. Automatický návrh se provádí pomocí samostatného dialogového okna "**Generace výztuže**", které lze spustit tlačítkem "**Návrh**". Ruční zadávání probíhá v zadávacím rámu. Způsob zadávání se liší dle typu navrhované výztuže. U radiálně uspořádaných třmínků se zadává počet větví, profil, rozestup a počet trnů v jedné řadě a odstup prvního třmínku od okraje sloupu. Pro ohyby a soustředně uspořádané třmínky se výztuž zadává v tabulce po jednotlivých řadách výztuže. Počet výztuže vždy znamená počet stříhů, a to i v případě výztuže pomocí ohybů. Pokud se tedy výztuž skládá z oboustranných ohybů, je počet vložek roven polovině zadaného počtu. Výztuž v tabulce se zadává a upravuje v samostatném okně "**Editace výztuže**".

## Posouzení

V levé části okna je zobrazen aktuální výsledek posouzení včetně využití v procentech. Detailní výsledky (posouzení po jednotlivých obvodech) si lze prohlédnout v samostatném dialogovém okně "**Podrobné výsledky**", které se spouští tlačítkem "**Podrobně**" v zadávacím rámu. Výsledky se zobrazí v samostatném okně, toto okno umožňuje uložení textu do schránky pomocí **Ctrl+C** a vložení do jiného dokumentu. Výsledkem posouzení mohou být tři základní situace:

### Nelze využít

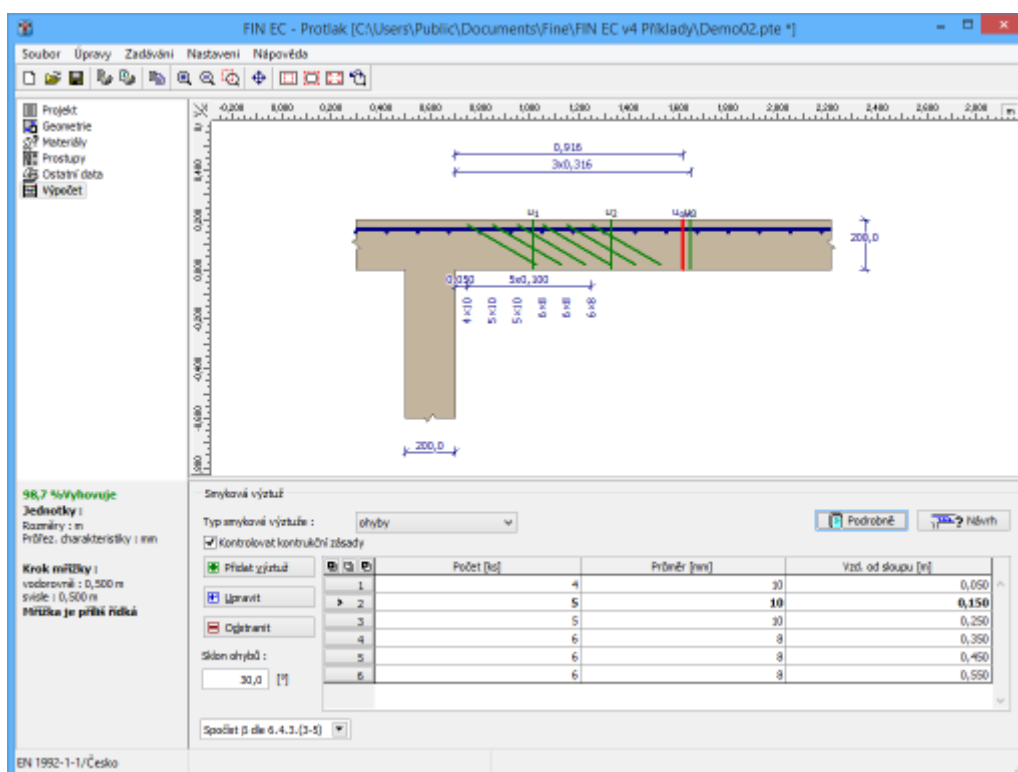
- Pokud je návrhová velikost zatížení  $V_{Ed,max}$  větší než maximální návrhová únosnost na obvodu sloupu  $V_{Rd,max}$ , je překročena maximální smyková síla, kterou je schopna deska přenést, a dochází k drcení betonu. Je nutné zvětšit tloušťku desky či rozšířit sloup.

### Nevyhovuje

- Je splněna podmínka  $V_{Ed,max} < V_{Rd,max}$ , deska je tedy schopna přenést zadané zatížení. Protože však v některém z obvodů není splněna podmínka  $V_{Ed} < V_{Rd,cs}$  resp.  $V_{Rd,c}$ , je nutné doplnit smykovou výztuž proti protlačení.

### Vyhovuje

- Je splněna podmínka  $V_{Ed,max} < V_{Rd,max}$ , deska je tedy schopna přenést zadané zatížení. Zároveň je splněna též podmínka  $V_{Ed} < V_{Rd,cs}$  resp.  $V_{Rd,c}$ , takže není nutné již výztuž doplňovat.



Část "Výpočet"

## Editace výztuže

Toto okno slouží k zadávání smykové výztuže proti protlačení sloupu. V rámci jedné řady výztuže se zadává vzdálenost řady od sloupu, počet výztuže a její profil. Počet výztuže vždy znamená počet stříhů, a to i v případě výztuže pomocí ohybů. Pokud se tedy výztuž skládá z oboustranných ohybů, je počet vložek roven polovině zadaného počtu. Pokud je nastaveno "**Kontrolovat konstrukční zásady**" v rámu "**Výpočet**", program kontroluje minimální počet výztuže v řadě

(dodržení minimální vzdálenosti mezi výztuží).

**Editace výztuže**

**Parametry**

Počet : 5  $\geq 5$

Průměr : 10 [mm]

Vzdálenost : 0,150 [m]

**Konstrukční zásady**

Jednotlivé řady výztuže musí být nejvýše  $\text{Min}(d; 0,75 \times d + \text{délka ohybu})$  (0,158 m) od sebe  
 Poslední řada výztuže musí být vzdálena nejvýše  $1,5 \times d + \text{délka ohybu}$  (0,456 m) od obvodu  
 nevyžadujícím smykovou výztuž  
 První řada výztuže musí být vzdálena nejvýše  $0,5 \times d$  (0,079 m) od sloupu  
 Tangenciální vzdálenost ohybů musí být maximálně  $2 \times d$  (0,316 m)

OK + ↑ OK + ↓ OK Storno

Dialogové okno "Editace výztuže"

## Generace výztuže

Dialogové okno "**Generace výztuže**" slouží k zadání parametrů automatického návrhu výztuže. Uživatel si může zaškrtnutím příslušného řádku vybrat, jaké parametry mají být pevně nastaveny a jaké mají být spočteny automaticky:

- Poloha první řady
- vzdálenost řad
- profil výztuže

Pokud jsou ručně zadány všechny údaje, program navrhuje pouze počty smykové výztuže v jednotlivých řadách. V závorkách za jednotlivými zadávacími poli jsou zobrazeny možné rozsahy zadávaných hodnot. Tyto rozsahy vychází z **konstrukčních zásad**.

Při potvrzení okna tlačítkem "**OK**" program automaticky maže veškerou doposud zadanou výztuž.

**Generace výztuže**

**Parametry**

☒ Použít polohu první řady : 0,050 [m] (0,000-0,079)

☒ Použít vzdálenost řad : 0,100 [m] (0-0,158)

☐ Použít profil výztuže : [mm]

Zadaná smyková výztuž bude smazána OK Storno

Dialogové okno pro automatický návrh výztuže

## Program Ocel

Program "**Ocel**" slouží k posouzení ocelových prvků dle EN 1993-1-1 a EN 1993-1-4.

### Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní programu se skládá z hlavního menu s nástrojovými lištami v horní části okna, ovládacího stroměčku v levé části a pravé části okna, která je určena pro zadávání vstupů a prohlížení výsledků. Hlavní menu obsahuje všechny nástroje, které lze využít při práci s programem. Ovládací stroměček slouží ke správě jednotlivých úloh v projektu a též k navigaci mezi jednotlivými částmi zadávání. Práce se stroměčkem je popsána v samostatné kapitole "**Ovládací stroměček**". Alternativou k ovládacímu stroměčku je část "**Data**" hlavního menu. Tvorba výstupní dokumentace probíhá v okně "**Tisk a export dokumentu**", které je přístupné z ovládací lišty "**Soubory**" nebo z části "**Soubor**" hlavního menu.

V programu lze pracovat se třemi typy úloh:

**Řez**

- jednoduché posouzení průřezu konstrukčního prvku na libovolný počet kombinací vnitřních sil

**Dílec**

- posouzení obecného prutového prvku se zadanými průběhy vnitřních sil. Tento typ úlohy se používá při přebírání dat z programů **"Fin 2D"** a **"Fin 3D"**.

**Nosník**

- komplexní posouzení vodorovného spojitého nosníku dle zadané geometrie a zatížení. Posouzení lze provést jak pro mezní stavy únosnosti tak použitelnosti.

Jednotlivé úlohy se zadávají pomocí tlačítek **"Přidat řez"** a **"Přidat dílec"** v záhlaví ovládacího stroměčku.

**Úvodní obrazovka**

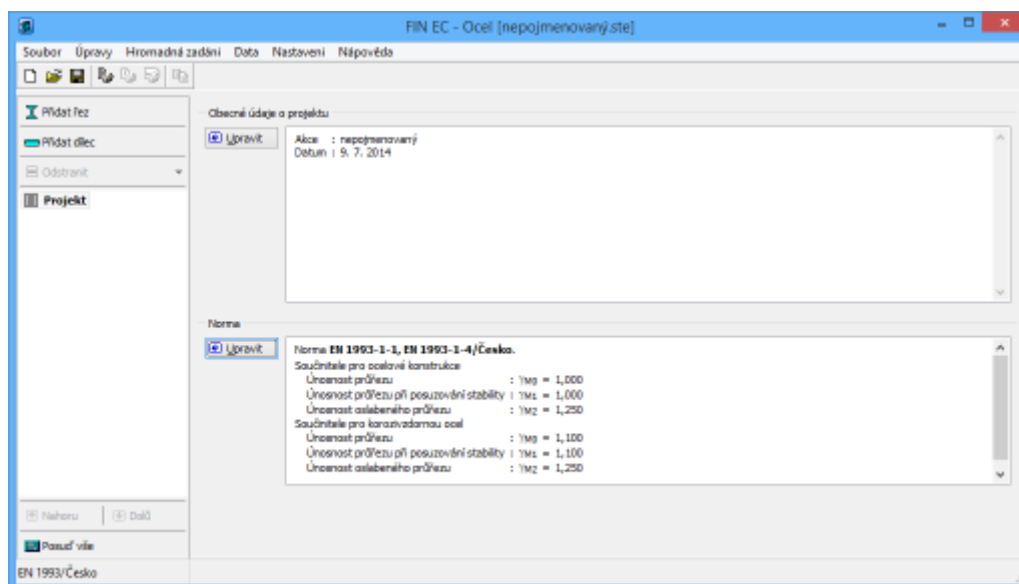
Základní obrazovka umožňuje nastavit informace o projektu a zvolit návrhovou normu.

Rám **"Obecné údaje o projektu"** zobrazuje údaje z dialogového okna **"Obecné údaje o projektu"**, které je možno využít při sestavování **záhlaví** či **zápatí** výstupní dokumentace. Tyto údaje lze změnit pomocí tlačítka **"Upravit"**.

Část **"Norma"** obsahuje návrhovou normu včetně národní přílohy. Změnu normy lze provést v okně **"Volba normy"**, které se spouští tlačítkem **"Upravit"**.

Základní obrazovka též umožňuje nastavit základní informace o projektu a parametry výpočtu.

Postup výpočtu programu je popsán v **teoretické části** nápovědy.



*Základní obrazovka programu Ocel*

**Volba normy**

Toto okno slouží k volbě národní přílohy návrhových norem EN 1993-1-1 (ocelové konstrukce) a EN 1993-1-4 (konstrukce z korozivzdorné oceli), případně též ke změně dílčích součinitelů. K dispozici jsou různé národní přílohy a též varianty **"Uživatelská"** a **"Standardní EC"**. Volba **"Standardní EC"** provádí výpočet dle základního znění návrhové normy, tedy bez žádné národní přílohy. Volba **"uživatelská"** umožňuje zadat vlastní hodnoty dílčích součinitelů spolehlivosti oceli  $\gamma_M$ . Hodnoty tohoto součinitele vycházejí z kapitoly 6.1 normy EN 1993-1-2 resp. 5.1 normy EN 1993-1-4. Použití součinitele je popsáno v **teoretické části** nápovědy.

Tlačítko **"Výchozí"** po stisknutí nabízí rozbalitelný seznam s následujícími možnostmi:

**Převzít výchozí nastavení**

- Nastaví parametry dialogového okna dle výchozích nastavení

**Uložit nastavení jako výchozí**

- Převzme aktuální parametry jako nové výchozí nastavení

### Volba normy

Národní příloha:

Česko

Součinitele pro ocelové konstrukce:

Únosnost průřezu  $\gamma_{M0}$  = 1,000 [-] EN 1993-1-1 - kap.6.1

Únosnost průřezu při posuzování stability  $\gamma_{M1}$  = 1,000 [-] EN 1993-1-1 - kap.6.1

Únosnost oslabeného průřezu  $\gamma_{M2}$  = 1,250 [-] EN 1993-1-1 - kap.6.1

Součinitele pro korozivzdornou ocel:

Únosnost průřezu  $\gamma_{M0}$  = 1,100 [-] EN 1993-1-4 - kap.5.1

Únosnost průřezu při posuzování stability  $\gamma_{M1}$  = 1,100 [-] EN 1993-1-4 - kap.5.1

Únosnost oslabeného průřezu  $\gamma_{M2}$  = 1,250 [-] EN 1993-1-4 - kap.5.1

☐ Použít aktuální nastavení jako výchozí při spuštění

☒ OK ☐ Storno

Okno "Volba normy"

## Řez

Úloha "Řez" slouží k posouzení ocelového průřezu na libovolný počet kombinací vnitřních sil. Práce s řezy (vkládání, manipulace) je popsána v části "Ovládací stromček".

FIN EC - Ocel [C:\Users\Public\Documents\Fine\FIN EC v4 Příklady\Demo.ste]

Soubor Úpravy Hromadná zadání Data Nastavení Náhověda

Přidat řez Přidat dílec Odstranit Projekt Tisk Kritický řez dílec - průřez

Posouzení: **VÝHODNĚ** Max. využití 76,6%; ZP 1 tlak+ohyb.

Rozhodující zatěžovací případy: ZP 1 tlak+ohyb; Třída průřezu 1

Posudek smyku od posuzovací síly  $V_d$ :

20,000 kN < 211,691 kN **Vyhovuje**

Vnitřní síly:  $N = -55,000$  kN;  $M_y = 14,000$  kNm;  $M_z = 0,000$  kNm

Posudek nejneprůvratnější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu

Vzpěr Y: Únosnost:  $N_d = -704,292$  kN;  $M_{y,R} = 51,052$  kNm

$|0,078 + 0,274 + 0,000| = |0,352| < 1$  **Vyhovuje**

Vzpěr Z: Únosnost:  $N_d = -130,123$  kN;  $M_{y,R} = 52,360$  kNm

$|0,495 + 0,266 + 0,000| = |0,766| < 1$  **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 234,2

Parametry řezu: Délka dílce: 9,730 [m]

Průřez, Materiál: Průřez Upravit Z [mm] 200 Materiál Číslo EN 10025-1 Fe 360

Oslabení, PŘÍČNÉ VÝZTUHY: Oslabení oslabení nezápadně Výztuhy výztuhy nezápadně

Zatěžovací případy - vnitřní síly

Název	Sl. řád	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$V_y$ [kN]	$V_z$ [kN]	$T_x$ [kNm]	$T_y$ [kNm]	$S$ [dm <sup>3</sup> ]
ZP 1 tlak+ohyb	1	-55,000	14,000		20,000				
ZP 2 tah	2	450,000							

Parametry výpočtu: Posuzovat štíhlost: Mezi štíhlost:

Parametry vzpěru: Počítat se vzpěrem

Parametry kloupení: Počítat s kloupením Kloupení jednotlivě podle ZP Kloupení My  $l_{k1} = 1,000$  m  $\psi = 1,000$  Kloupení Mz  $l_{k1} = 1,000$  m (nezadáno)

EN 1993-1-1 Česko

Posouzení řezu

Dialogové okno obsahuje následující části:

### Parametry řezu

V této části je třeba zadat celkovou délku dílce, která vstupuje například do výpočtu vzpěru, kloupení nebo posouzení štíhlosti.

### Průřez, Materiál

Pro zadávání slouží následující tlačítka:

- Průřez** • Umožňuje zadání průřezu v okně "**Editace průřezu**".
- Uprav** • Spustí dialogové okno "**Editor průřezu**" s odpovídající nabídkou. Pokud ještě nebyl žádný průřez zadán, spustí se pouze okno "**Editace průřezu**".
- Materiál** • Umožňuje výběr pevnostní třídy oceli z databáze v okně "**Katalog materiálu**". Databáze nabízí pevnostní třídy dle EN 10025, prEN 10113 a EN 10210-1.
- Číselně** • Umožňuje zadání materiálových charakteristik oceli v okně "**Editor materiálu**".

Teoretické pozadí této části je popsáno v kapitolách "**Průřezy**" a "**Materiálové charakteristiky**" teoretické části nápovědy.

## Oslabení, Příčné výztuhy

V této části lze zadat případné oslabení řezu otvory pro spojovací prostředky a příčné výztuhy bránící boulení stěn průřezu. Pro zadávání otvorů slouží tlačítko "**Oslabení**", které spouští dialogové okno "**Oslabení řezu**". Zadaná oslabení zmenšují průřezové charakteristiky, avšak únosnost oslabeného průřezu může být vyšší, neboť pro výpočet únosnosti je použita mez pevnosti  $f_u$ . Tato problematika je více popsána v kapitole "**Oslabení průřezů**" teoretické části nápovědy. Dále je zde možné zadat vzdálenost příčných výztuh průřezu. Tyto výztuhy se používají u takových stěn průřezů, které jsou pro svou velkou štíhlost náchylné k boulení. Při výpočtu smykové únosnosti se pak bere do úvahy vzdálenost těchto výztuh. Jejich tuhost se v programu neposuzuje. Předpokládá se, že je dostatečně velká. Oslabení a výztuhy nelze zadávat pro členěné průřezy.

## Spojky členěného průřezu

Pokud je zadán členěný průřez, lze v této části zadat vlastnosti spojek, které spojují dílčí průřezy. Vlastnosti spojek se zadávají v okně "**Spojky členěného průřezu**", které lze spustit tlačítkem "**Spojky**".

## Zatěžovací případy

Tato část umožňuje zadat jednotlivé zatěžovací případy (kombinace vnitřních sil a momentů), které jsou pro daný řez posuzovány. Zatěžovací případy se zadávají v **tabulce** pomocí standardních tlačítek "**Přidat**", "**Upravit**" a "**Odstranit**". Tabulka zobrazuje veškeré potřebné informace o zatěžovacích případech (především velikosti vnitřních sil pro daný zatěžovací případ). Zadávání vnitřních sil probíhá v dialogovém okně "**Editace zatěžovacího případu**".

Zatěžovací případy je možné do tabulky vložit též importem textového respektive \*.csv souboru. Toto řešení je vhodné v případech, kdy je nutné zadat větší počet případů, které vznikly například výpočtem v jiném statickém programu. Nastavení importu a výběr vstupního souboru se provádí v okně "**Import zatížení**", které se spouští tlačítkem "**Import**".

## Parametry výpočtu

V parametrech výpočtu se lze rozhodnout, zda má být v průběhu posouzení kontrolována i mezní štíhlost prvku. Posouzení se zapíná nastavením "**Posuzovat štíhlost**", po zapnutí se zpřístupní zadávací pole, v kterém je možné stanovit limitní velikost štíhlosti. Tato problematika je popsána v části "**Posouzení štíhlosti**" teoretické části nápovědy.

## Parametry vzpěru

V této části lze zavést do výpočtu vliv vzpěru. Vlastnosti vzpěru se zadávají samostatně pro vybočení kolmo k osám  $z$  a  $y$  v okně "**Parametry vzpěru**", které se spouští tlačítky "**Vzpěr z**" respektive "**Vzpěr y**". Základní údaje z tohoto dialogového okna (konečná vzpěrná délka, základní délka pro výpočet vzpěru, součinitel vzpěru a vybraný model podepření) jsou zobrazeny v řádku za příslušným tlačítkem. Pokud osy  $y$  a  $z$  nejsou hlavními osami průřezu (např. pro úhelník), pak se při výpočtu vzpěru standardně uvažuje vybočení ve směrech hlavních os  $\eta$  a  $\zeta$ . Při zadání parametrů vzpěru je možno určit, že se má počítat s vybočením pouze ve směrech os  $y$  a  $z$ , a to pomocí přepínače "**Vzpěr pouze Y,Z**". Zadání parametrů vzpěru není umožněno, pokud není zadán minimálně jeden zatěžovací stav, který obsahuje tlakovou normálovou sílu. Výpočtu vzpěru se věnují kapitoly "**Únosnost v tlaku s vlivem vzpěru**" a "**Vzpěrná únosnost členěných průřezů**" teoretické části nápovědy.

## Parametry klopení

Je-li řez namáhán ohybovými momenty, posuzuje se i na klopení. Ke klopení může docházet při ohybu momentem  $M_y$  nebo momentem  $M_z$ . Vždy dochází buď k jednomu nebo ke druhému klopení. Protože klopení závisí na tvaru momentové plochy, mohou se parametry klopení lišit pro různé zatěžovací případy. Proto je možno zadávat parametry klopení pro všechny zatěžovací případy dohromady a nebo jednotlivě. Toto chování programu je ovlivněno přepínačem "**Klopení jednotlivě dle ZP**". Pokud je přepínač zapnut, zobrazí se vpravo od něj rozbalovací seznam s názvy zatěžovacích případů. Vlastnosti klopení se pak zadávají vždy pro zatěžovací případ vybraný v seznamu. Při zadávání klopení pro všechny zatěžovací případy dohromady se zadává klopňá délka a jeden tvar momentové plochy, který bude uvažován pro všechny zatěžovací případy. Vlastnosti klopení se zadávají samostatně pro směry  $z$  a  $y$  v okně "**Parametry klopení**", které se spouští tlačítky "**Klopení  $M_y$** " či "**Klopení  $M_z$** ". Základní údaje z tohoto dialogového okna (délka prvku pro výpočet klopení, tvar momentové plochy a typ podepření nosníku) jsou zobrazeny v řádku za příslušným tlačítkem. Zadání parametrů klopení není umožněno, pokud není zadán alespoň jeden zatěžovací případ, který obsahuje zatížení příslušným ohybovým momentem. Výpočtu klopení se věnuje kapitola "**Únosnost v ohybu**" teoretické části nápovědy.

## Výsledky

Výsledky jsou zobrazovány v pravé horní části dialogového okna. Program zobrazuje výsledky provedených posudků pro nejhorší zatěžovací případ případně pro případ, který byl vybrán v "**Parametrech výpočtu**". Podrobné výsledky pro aktivní zatěžovací případ lze zobrazit pomocí tlačítka "**Podrobně**" v tabulce zatěžovacích případů. Výsledky se zobrazí v samostatném okně, toto okno umožňuje uložení textu do schránky pomocí **Ctrl+C** a vložení do jiného dokumentu.

Vztahy použité při posouzení jsou popsány v **teoretické části** nápovědy.

## Dílec

Úloha "**Dílec**" slouží k posouzení obecného prutového prvku na zadané průběhy vnitřních sil. Dílec může být rozdělen na libovolný počet částí s různými parametry vzpěru a klopení. Tento typ je určen především pro posouzení konstrukcí z programů "**Fin 2D**" a "**Fin 3D**".

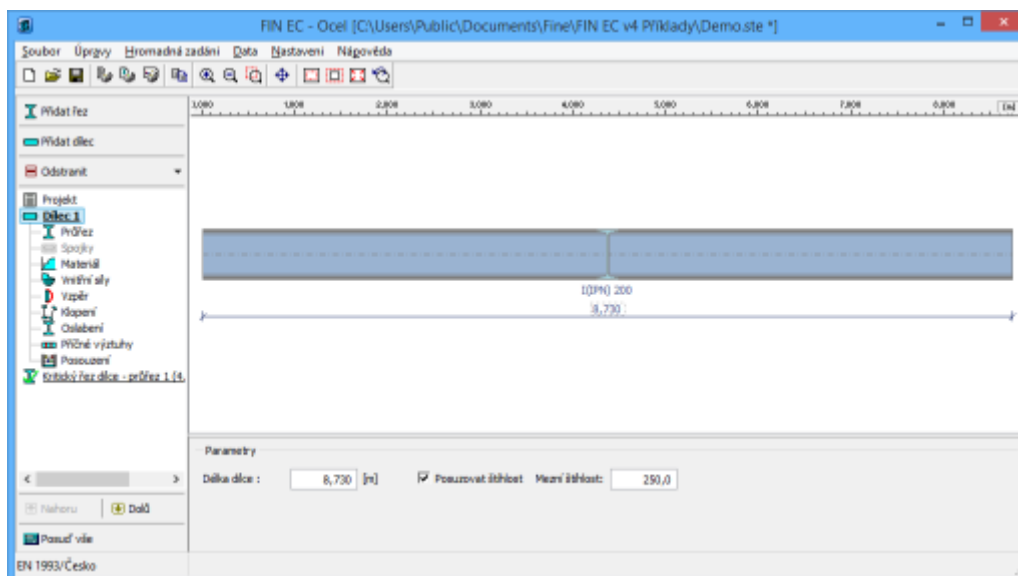
Na úvodní obrazovce k dílci lze nastavit následující údaje:

- Délka prvku**
  - celková délka prvku zadaná v metrech
- Mezní štiřlost**
  - umožňuje zadat mezní štiřlost prvku a kontrolovat ji v průběhu posouzení. Tato problematika je popsána v části "**Posouzení štiřlosti**" teoretické části nápovědy.

Zadávání vlastností dílce se skládá z následujících částí:

- **Průřez**
- **Spojky**
- **Materiál**
- **Vnitřní síly**
- **Vzpěr**
- **Klopení**
- **Oslabení**
- **Příčné výztuhy**
- **Posouzení**

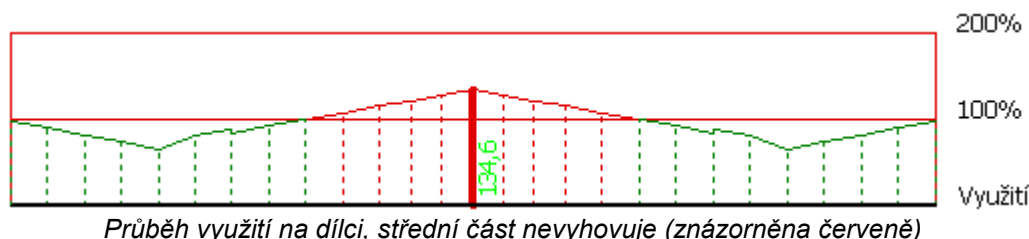
Práce s dílci (vkládání, manipulace) je popsána v části "**Ovládací stromeček**".



*Základní nastavení pro dílec*

## Posouzení

Část "**Posouzení**" slouží k zobrazování výsledků statického posudku zadaného dílce. Posudek dílce je zobrazen na pracovní ploše formou průběhu využití v procentech po délce dílce. Pokud dílec po celé délce vyhovuje, je průběh vykreslen zelenou barvou. Pokud pro některý úsek využití překračuje 100%, je zvýrazněn červenou barvou.





Zadávací rám obsahuje volbu způsobu výpočtu a možnost vložení řezů dílce, ve kterých mohou být podrobně zobrazeny výsledky posouzení.

## Způsob výpočtu

Způsob výpočtu se volí v horní části zadávacího rámu. Určuje, jakým způsobem a pro jaké zatížení má být proveden posudek. Možné jsou následující varianty:

### Využití rozhodujícího zatěžovacího případu

- Zobrazuje využití rozhodujícího zatěžovacího případu, tj. toho, kde je dosaženo největšího využití

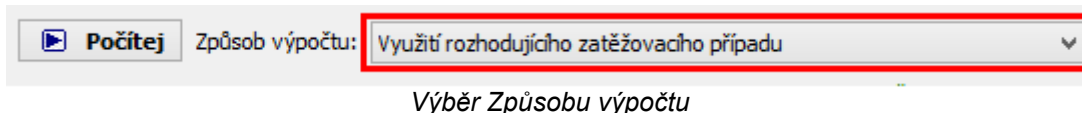
### Obálka maximálních využití

- Zobrazuje obálku maximálního využití dílce. Pro výpočet obálky jsou použity všechny zatěžovací případy, z kterých je v každém místě dílce vybrána nejhorší hodnota využití

### Jednotlivé zatěžovací případy

- Zobrazí využití dílce pro vybraný zatěžovací případ

Po přepnutí Způsobu výpočtu je nutné spustit výpočet posouzení tlačítkem **"Počítej"**.



Výběr Způsobu výpočtu

## Řezy pro posouzení

Řezy pro posouzení jsou používány k podrobným výpisům výsledků v zadaných řezech dílce. Pro zadané řezy lze buď vytisknout grafické výstupy nebo je lze převést na samostatné úlohy typu **"Řez"**. Program automaticky zobrazuje kritický průřez na dílci (tj. ten s největším využitím), další řezy mohou být vloženy ručně.

Pro práci s řezy jsou v programu k dispozici následující funkce:

### Řez

- Převéde aktivní řez v tabulce na samostatnou úlohu **"Řez"**. Do řezu se převedou všechny potřebné parametry z dílce (průřez, materiály, parametry vzpěru, klopení) i odpovídající vnitřní síly pro všechny zadané zatěžovací případy.

### Přidat

- Vkládá na dílec nový řez, ve kterém je možné prohlížet podrobné výsledky posouzení. Nový řez se vkládá pomocí dialogového okna **"Nový řez pro posudek"**.

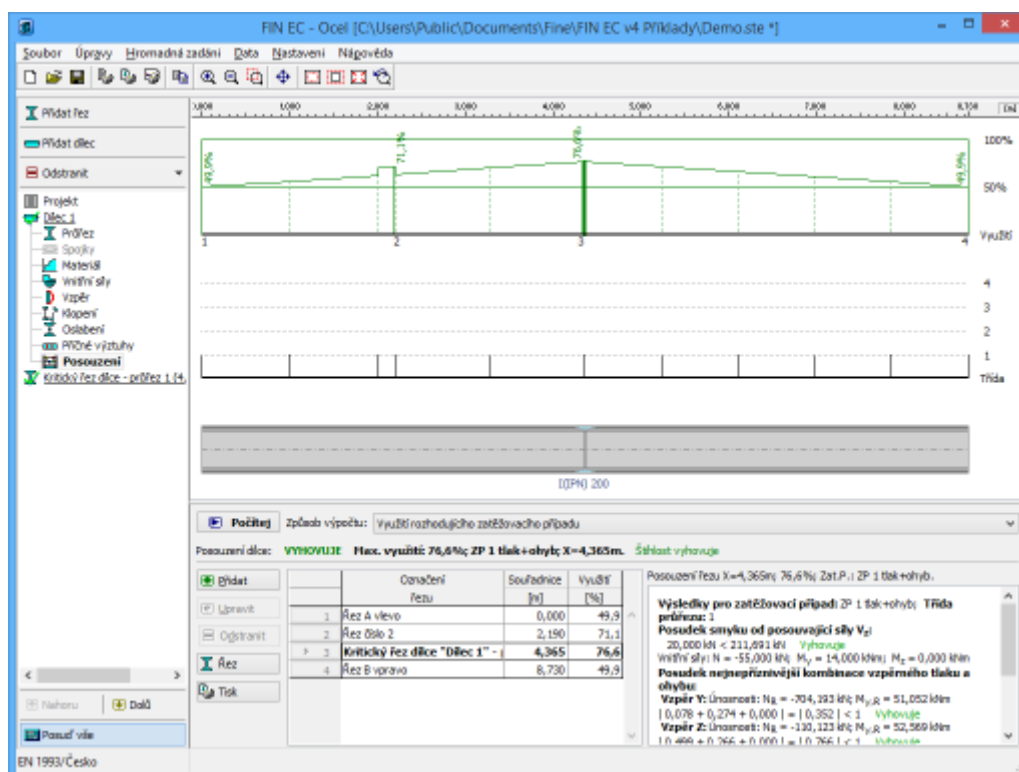
### Upravit

### Odstranit

### Tisk

- Umožňuje upravit vlastnosti aktivního řezu pro posouzení.
- Odstraní aktivní řez pro posouzení.
- Umožňuje výsledky posouzení v jednotlivých řezech dílce vytisknout v **dialogovém okně pro tisk** pomocí stručných jednostránkových výstupů.

Pro vkládání řezů lze využít i **aktivní pracovní plochu**. Nový řez lze vložit dvojklikem na vybrané místo na dílci.



Část "Posouzení" dimenzace dílců



## Nosník

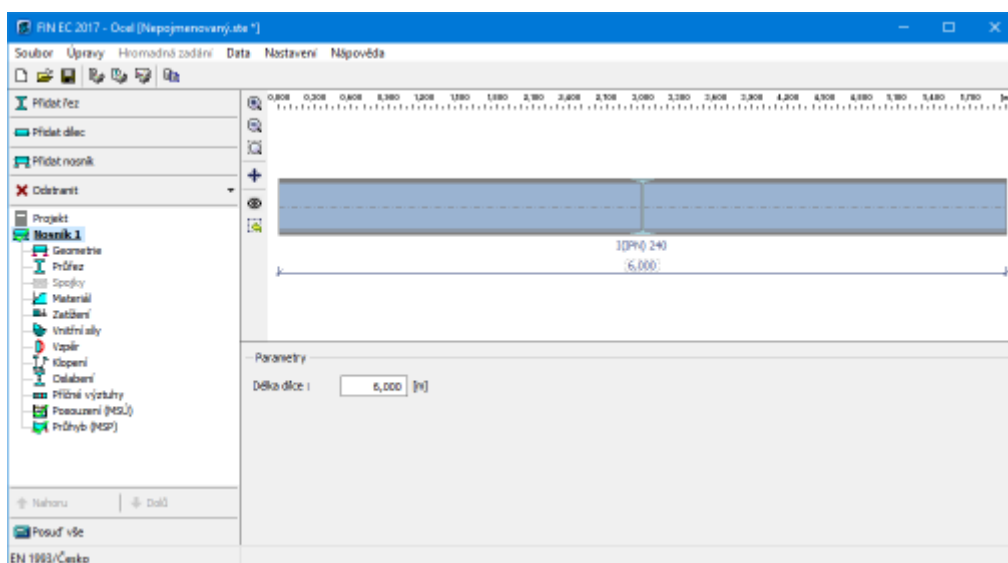
Úloha "**Nosník**" slouží ke komplexnímu posouzení vodorovného spojitého nosníku (trám, průvlak, vaznice apod.) na účinky zadaného zatížení či pro zadané průběhy vnitřních sil. Nosník může být namáhaný pouze jednoosým ohybem. Nosník může být posouzen jak na mezní stav únosnosti, tak použitelnosti.

Zadávací rám na úvodní obrazovce nosníku obsahuje zadávací pole, kde lze měnit celkovou délku prvku.

Zadávání vlastností nosníku se skládá z následujících částí ovládacího stroměčku:

- **Průřez**
- **Spojky**
- **Materiál**
- **Zatížení**
- **Vnitřní síly**
- **Vzpěr**
- **Klopení**
- **Oslabení**
- **Příčné výztuhy**
- **Posouzení (MSÚ)**
- **Průhyb (MSP)**

Práce s nosníky (vkládání, manipulace) je popsána v části "**Ovládací stroměček**".



*Základní obrazovka nosníku*

## Průhyb (MSP)

V této části program provádí výpočet a posouzení průhybu. Výpočet je prováděn pouze pro zatěžovací případy (kombinace) určené pro posuzování mezních stavů použitelnosti. Pokud není žádná taková kombinace v části "**Zatížení**" vytvořena, nelze výpočet průhybu provést. V rámu ve spodní části okna lze zadat způsob výpočtu limitní hodnoty průhybu:

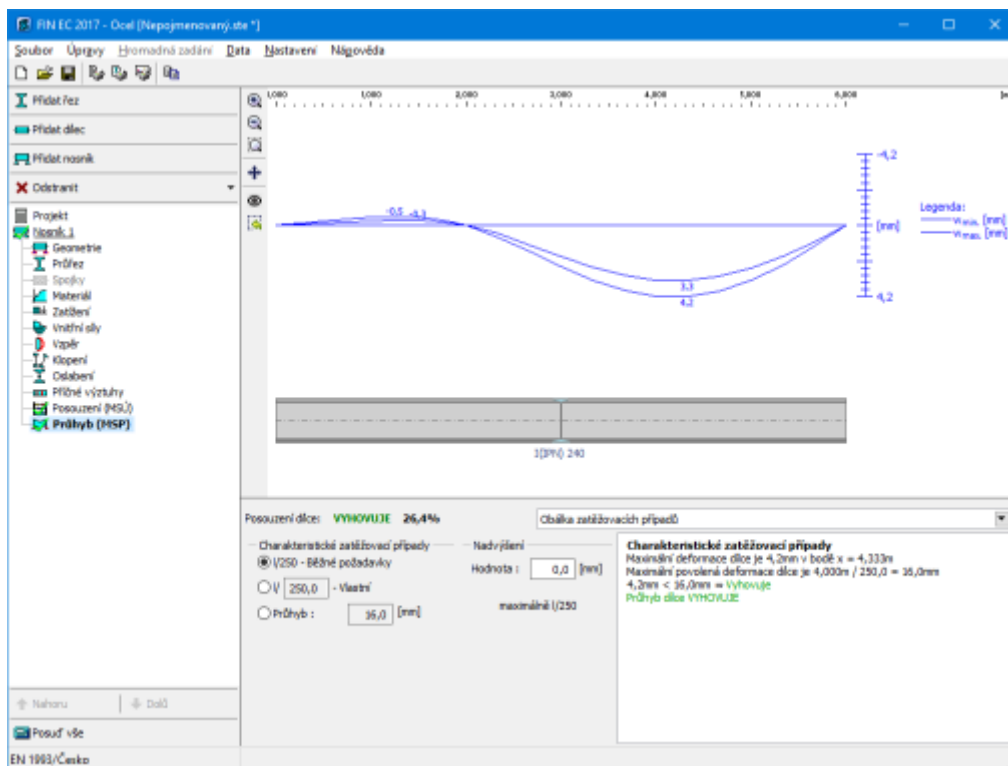
### I/250 - běžné požadavky

- Toto omezení představuje základní omezení průhybu hodnotou, při které mohou být ohroženy vzhled a obecná použitelnost konstrukce

### II - vlastní požadavky

#### Průhyb

- Tato volba umožňuje zadat vlastní limitní hodnotu jako podíl rozpětí konstrukce
- Tato volba umožňuje zadat vlastní limitní průhyb jako absolutní hodnotu v *mm*



Část "Průhyb" posouzení nosníku

## Program Ocel požár

Program "Ocel požár" slouží k posouzení požární odolnosti ocelových prvků dle EN 1993-1-2.

### Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní programu se skládá z hlavního menu s nástrojovými lištami v horní části okna, ovládacího stroměčku v levé části a pravé části okna, která je určena pro zadávání vstupů a prohlížení výsledků. Hlavní menu obsahuje všechny nástroje, které lze využít při práci s programem. Ovládací stroměček slouží ke správě jednotlivých úloh v projektu a též k navigaci mezi jednotlivými částmi zadávání. Práce se stroměčkem je popsána v samostatné kapitole "Ovládací stroměček". Alternativou k ovládacímu stroměčku je část "Data" hlavního menu. Tvorba výstupní dokumentace probíhá v okně "Tisk a export dokumentu", které je přístupné z ovládací lišty "Soubory" nebo z části "Soubor" hlavního menu.

V programu lze pracovat se třemi typy úloh:

- Řez**
  - jednoduché posouzení průřezu konstrukčního prvku na libovolný počet kombinací vnitřních sil
- Dílec**
  - posouzení celého dílce se zadnými průběhy vnitřních sil. Tento typ úlohy se používá při přebírání dat z programů "Fin 2D" a "Fin 3D".
- Nosník**
  - komplexní posouzení vodorovného spojitého nosníku na základě zadané geometrie a zatížení.

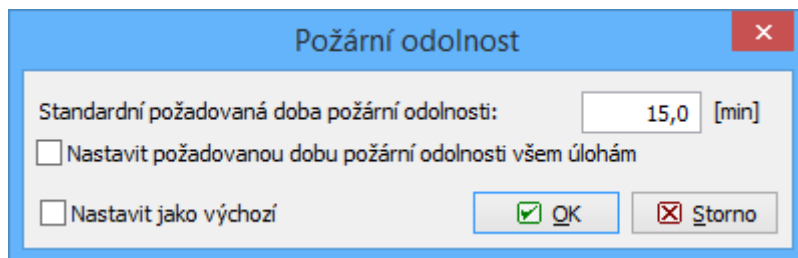
Jednotlivé úlohy se zadávají pomocí tlačítek "Přidat řez", "Přidat dílec" respektive "Přidat nosník" v záhlaví ovládacího stroměčku.

### Úvodní obrazovka

Základní obrazovka umožňuje nastavit informace o projektu a zvolit návrhovou normu.

Rám "Obecné údaje o projektu" zobrazuje údaje z dialogového okna "Obecné údaje o projektu", které je možno využít při sestavování záhlaví či zápatí výstupní dokumentace. Tyto údaje lze změnit pomocí tlačítka "Upravit".

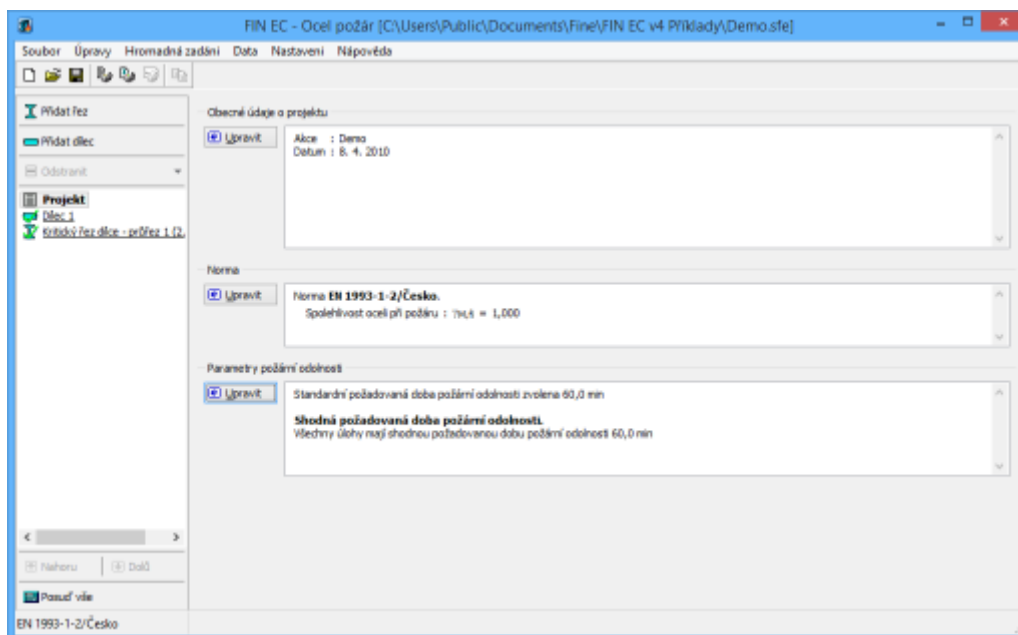
Část "Parametry požární odolnosti" umožňuje zvolit požadovanou dobu požární odolnosti, pro kterou je prováděno posouzení. Zadaná hodnota je pak použita jako výchozí u jednotlivých úloh (řezů, dílců) projektu, kde může být dále libovolně měněna. Zadávání probíhá v samostatném okně "Požární odolnost", které se spouští tlačítkem "Upravit". V případě, že je nutné nastavit novou hodnotu požární odolnosti již existujícím úlohám, lze použít políčko "Nastavit požadovanou dobu požární odolnosti všem úlohám". Pokud uživatel před ukončením dialogového okna zaškrtně políčko "Nastavit jako výchozí", bude zadaná hodnota automaticky nastavena u všech budoucích projektů.



Dialogové okno "Požární odolnost"

Část "**Norma**" obsahuje návrhovou normu včetně národní přílohy. Změnu normy lze provést v okně "**Volba normy**", které se spouští tlačítkem "**Upravit**".

Postup výpočtu programu je popsán v **teoretické části** nápovědy.



Základní obrazovka programu Ocel

## Volba normy

Toto okno slouží k volbě národní přílohy návrhové normy EN 1993-1-2, případně též ke změně dílčích součinitelů. K dispozici jsou různé národní přílohy a též varianty "**Uživatelská**" a "**Standardní EC**". Volba "**Standardní EC**" provádí výpočet dle základního znění návrhové normy, tedy bez žádné národní přílohy. Volba "**uživatelská**" umožňuje zadat vlastní hodnotu dílčího součinitele spolehlivosti oceli při požáru  $\gamma_{M,fi}$ . Hodnota tohoto součinitele vychází z kapitoly 2.3 normy EN 1993-1-2. Použití součinitele je popsáno v **teoretické části** nápovědy.

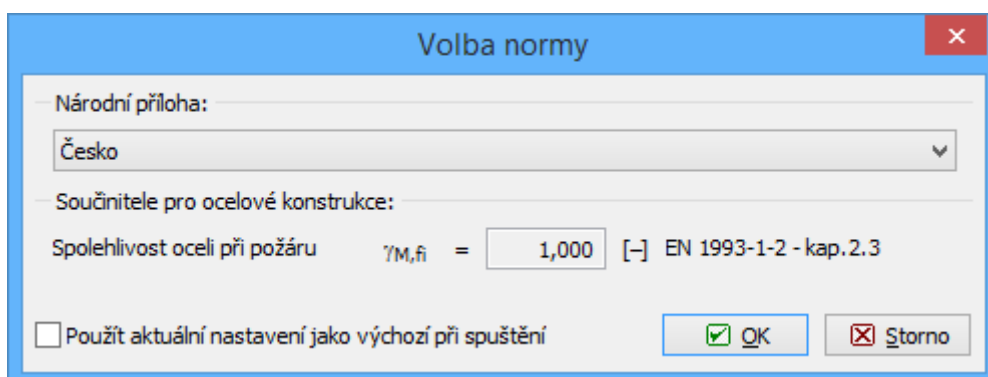
Tlačítko "**Výchozí**" po stisknutí nabízí rozbalitelný seznam s následujícími možnostmi:

**Převzít výchozí nastavení**

- Nastaví parametry dialogového okna dle výchozích nastavení

**Uložit nastavení jako výchozí**

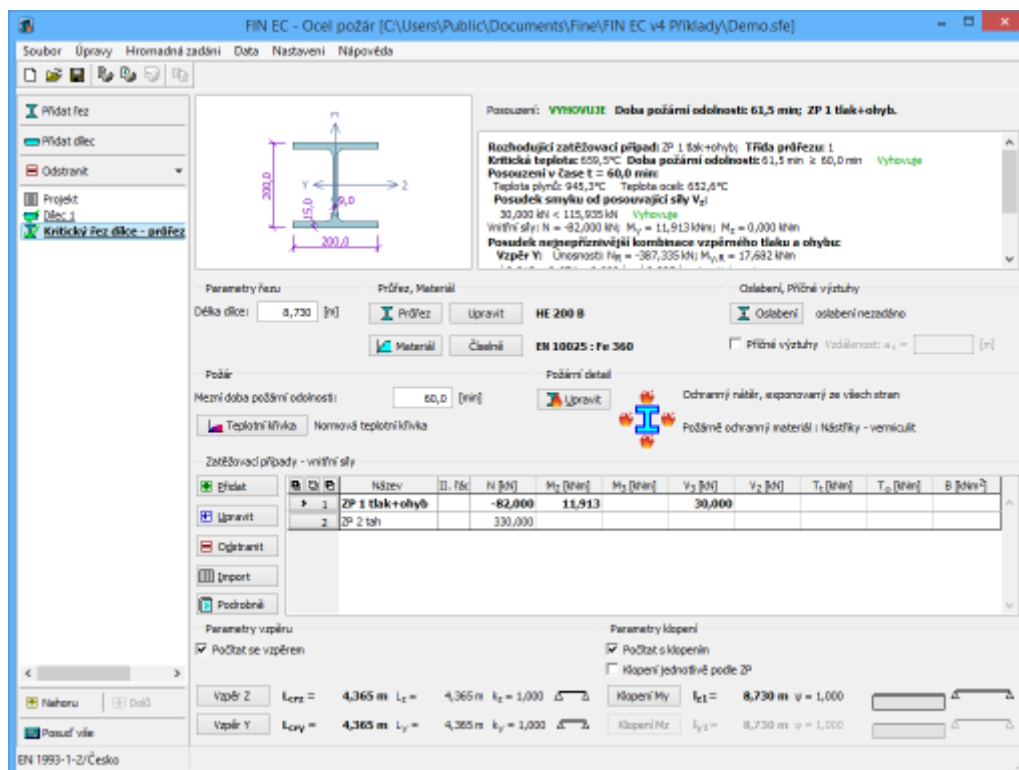
- Převezme aktuální parametry jako nové výchozí nastavení



Okno "Volba normy"

## Řez

Úloha "Řez" slouží k posouzení ocelového průřezu na libovolný počet kombinací vnitřních sil. Práce s řezy (vkládání, manipulace) je popsána v části "**Ovládací stromček**".



Posouzení řezu

Dialogové okno obsahuje následující části:

### Parametry řezu

V této části je třeba zadat celkovou délku dílce, která vstupuje například do výpočtu vzpěru, klopení nebo posouzení štíhlosti.

### Průřez, Materiál

Pro zadávání slouží následující tlačítka:

- Průřez** • Umožňuje zadání průřezu v okně "**Editace průřezu**".
- Uprav** • Spustí dialogové okno "**Editor průřezu**" s odpovídající nabídkou. Pokud ještě nebyl žádný průřez zadán, spustí se pouze okno "**Editace průřezu**".
- Materiál** • Umožňuje výběr pevnostní třídy oceli z databáze v okně "**Katalog materiálu**". Databáze nabízí pevnostní třídy dle EN 10025, prEN 10113 a EN 10210-1.
- Číselně** • Umožňuje zadání materiálových charakteristik oceli v okně "**Editor materiálu**".

Teoretické pozadí této části je popsáno v kapitolách "**Průřezy**" a "**Materiálové charakteristiky**" teoretické části nápovědy.

### Oslabení, Příčné výztuhy

V této části lze zadat případné oslabení řezu otvory pro spojovací prostředky a příčné výztuhy bránící boulení stěn průřezu. Pro zadávání otvorů slouží tlačítko "**Oslabení**", které spustí dialogové okno "**Oslabení řezu**". Zadaná oslabení zmenšují průřezové charakteristiky, avšak únosnost oslabeného průřezu může být vyšší, neboť pro výpočet únosnosti je použita mez pevnosti  $f_u$ . Tato problematika je více popsána v kapitole "**Oslabení průřezů**" teoretické části nápovědy. Dále je zde možné zadat vzdálenost příčných výztuh průřezu. Tyto výztuhy se používají u takových stěn průřezů, které jsou pro svou velkou štíhlost náchylné k boulení. Při výpočtu smykové únosnosti se pak bere do úvahy vzdálenost těchto výztuh. Jejich tuhost se v programu neposuzuje. Předpokládá se, že je dostatečně velká. Oslabení a výztuhy nelze zadávat pro členěné průřezy.

### Spojky členěného průřezu

Pokud je zadán členěný průřez, lze v této části zadat vlastnosti spojek, které spojují dílčí průřezy. Vlastnosti spojek se zadávají v okně "**Spojky členěného průřezu**", které lze spustit tlačítkem "**Spojky**".

## Požár

Základním parametrem pro posouzení požární odolnosti je "**Mezní doba požární odolnosti**". Jedná se o požadovaný čas, po který má prvek odolávat účinkům požáru. Hodnota se zadává v minutách, v rámci posouzení se pak porovnává se spočítanou dobou požární odolnosti. Dále je možné zadat typ teplotní křivky, která slouží k popisu vývoje teploty plynů v okolí posuzovaného prvku. Typ lze změnit v samostatném okně "**Teplotní křivka**" po stisknutí tlačítka "**Křivka**". Jednotlivé teplotní křivky jsou popsány v kapitole "**Vývoj teploty**" v teoretické části nápovědy.

## Protipožární ochrana

V části "**Protipožární ochrana**" lze volit požární detail a případně druh a parametry požární ochrany průřezu. Zadávání probíhá po stisknutí tlačítka "**Detail**" v okně "**Požární detail**".

## Zatěžovací případy

Tato část umožňuje zadat jednotlivé zatěžovací případy (kombinace vnitřních sil a momentů), které jsou pro daný řez posuzovány. Zatěžovací případy se zadávají v **tabulce** pomocí standardních tlačítek "**Přidat**", "**Upravit**" a "**Odstranit**". Tabulka zobrazuje veškeré potřebné informace o zatěžovacích případech (především velikosti vnitřních sil pro daný zatěžovací případ). Zadávání vnitřních sil probíhá v dialogovém okně "**Editace zatěžovacího případu**".

Zatěžovací případy je možné do tabulky vložit též importem textového respektive \*.csv souboru. Toto řešení je vhodné v případech, kdy je nutné zadat větší počet případů, které vznikly například výpočtem v jiném statickém programu. Nastavení importu a výběr vstupního souboru se provádí v okně "**Import zatížení**", které se spouští tlačítkem "**Import**".

## Parametry vzpěru

V této části lze zavést do výpočtu vliv vzpěru. Vlastnosti vzpěru se zadávají samostatně pro vybočení kolmo k osám  $z$  a  $y$  v okně "**Parametry vzpěru**", které se spouští tlačítky "**Vzpěr z**" respektive "**Vzpěr y**". Základní údaje z tohoto dialogového okna (konečná vzpěrná délka, základní délka pro výpočet vzpěru, součinitel vzpěru a vybraný model podepření) jsou zobrazeny v řádku za příslušným tlačítkem. Pokud osy  $y$  a  $z$  nejsou hlavními osami průřezu (např. pro úhelník), pak se při výpočtu vzpěru standardně uvažuje vybočení ve směrech hlavních os  $\eta$  a  $\zeta$ . Při zadání parametrů vzpěru je možno určit, že se má počítat s vybočením pouze ve směrech os  $y$  a  $z$ , a to pomocí přepínače "**Vzpěr pouze Y,Z**". Zadání parametrů vzpěru není umožněno, pokud není zadán minimálně jeden zatěžovací stav, který obsahuje tlakovou normálovou sílu. Výpočtu vzpěru se věnují kapitoly "**Posouzení celistvých průřezů**" a "**Posouzení členěných průřezů**" teoretické části nápovědy.

## Parametry klopení

Je-li řez namáhán ohybovými momenty, posuzuje se i na klopení. Ke klopení může docházet při ohybu momentem  $M_y$  nebo momentem  $M_z$ . Vždy dochází buď k jednomu nebo ke druhému klopení. Protože klopení závisí na tvaru momentové plochy, mohou se parametry klopení lišit pro různé zatěžovací případy. Proto je možno zadávat parametry klopení pro všechny zatěžovací případy dohromady a nebo jednotlivě. Toto chování programu je ovlivněno přepínačem "**Klopení jednotlivě dle ZP**". Pokud je přepínač zapnut, zobrazí se vpravo od něj rozbalovací seznam s názvy zatěžovacích případů. Vlastnosti klopení se pak zadávají vždy pro zatěžovací případ vybraný v seznamu. Při zadávání klopení pro všechny zatěžovací případy dohromady se zadává klopná délka a jeden tvar momentové plochy, který bude uvažován pro všechny zatěžovací případy. Vlastnosti klopení se zadávají samostatně pro směry  $z$  a  $y$  v okně "**Parametry klopení**", které se spouští tlačítky "**Klopení  $M_y$** " či "**Klopení  $M_z$** ". Základní údaje z tohoto dialogového okna (délka prvku pro výpočet klopení, tvar momentové plochy a typ podepření nosníku) jsou zobrazeny v řádku za příslušným tlačítkem. Zadání parametrů klopení není umožněno, pokud není zadán alespoň jeden zatěžovací případ, který obsahuje zatížení příslušným ohybovým momentem. Výpočtu klopení se věnuje kapitola "**Posouzení celistvých průřezů**" teoretické části nápovědy.

## Výsledky

Výsledky jsou zobrazovány v pravé horní části dialogového okna. Program vypisuje kritickou teplotu a dobu požární odolnosti, která je získána na základě této teploty a vybrané teplotní křivky.

Kritická teplota prvku se určuje jako teplota, při níž je hodnota využití prvku právě rovna 100%. Hodnota kritické teploty se hledá iteračním postupem. Pokud prvek nevyhovuje už při běžné teplotě 20°C, je tato hodnota teploty označena jako kritická a dále se nepočítá. Pro průřezy 4. třídy je normou stanoveno, že teplota prvku nemá přesáhnout 350°C. Tato hodnota je ve výpočtu považována za požadovanou hodnotu kritické teploty průřezů 4. třídy bez ohledu na využití průřezu.

Program zobrazuje výsledky provedených posudků pro nejhorší zatěžovací případ případně pro případ, který byl vybrán v "**Parametrech výpočtu**". Podrobné výsledky pro aktivní zatěžovací případ lze též zobrazit pomocí tlačítka "**Podrobně**" v tabulce zatěžovacích případů. Výsledky se zobrazí v samostatném okně, toto okno umožňuje uložení textu do schránky pomocí **Ctrl+C** a vložení do jiného dokumentu. Vztahy použité při posouzení jsou popsány v **teoretické části** nápovědy.

## Teplotní křivka

V tomto dialogovém okně lze vybrat teplotní křivku, která bude použita pro popis vývoje teploty plynů při požáru. Na výběr jsou konvenční nominální křivky (normová, uhlovodíková a křivka vnějšího požáru) a parametrická křivka.

- **Normová teplotní křivka** - nominální křivka, která je definována v EN 13501-2. Popisuje model plně rozvinutého požáru v úseku.

- **Křivka vnějšího požáru** - nominální teplotní křivka, která je určena pro popis vývoje teploty na vnější straně dělicích vnějších stěn, které mohou být vystaveny účinkům požáru z různých částí fasády (např. přímo z požárního úseku).
- **Uhlovodíková křivka** - nominální teplotní křivka popisující účinky požáru uhlovodíkového druhu
- **Parametrická teplotní křivka** - průběh této křivky je ovlivněn fyzikálními parametry, které popisují podmínky v požárním úseku.

Vzorce popisující průběh jednotlivých křivek jsou popsány v kapitole "**Vývoj teploty**" v teoretické části nápovědy.

Okno "Teplotní křivka"

## Požární detail

V tomto okně lze zvolit typ požárního detailu, který má být uvažován při výpočtu. Detaily jsou rozděleny na chráněné a nechráněné a další rozdělení je určeno tím, z kolika stran je průřez vystaven žáru.

Nechráněné průřezy mohou být exponovány žářem ze všech stran nebo mohou být shora ochráněny, např. betonovou deskou stropu. Mohou být rovněž zabetonovány shora do určité výšky, pak se zadává buď výška zabetonování ( $h_{chr}$ ) nebo výška části vystavené žáru ( $h_{exp}$ ).

Ochrana průřezu může být v zásadě dvojitá. Nátěr či nástřik (je nutné zadat tloušťku materiálu  $d_p$ ) nebo truhlík, kterým je průřez obložen (zadává se tloušťka materiálu  $d_p$  a případně též velikost truhlíku). I zde ještě rozlišujeme průřezy vystavené žáru ze všech stran a průřezy shora ochráněné (např. betonovou deskou stropu).

Materiál požární ochrany může být podle typu požárního detailu dvojího druhu. Buď je to hmota ve formě nátěru či nástřiku nebo je to materiál ve tvaru desek. Program obsahuje databázi požárně ochranných materiálů, a to jak nátěrů a nástřiků, tak materiálů desek. Je možno používat libovolné další požárně ochranné materiály, a to tak, že se číselně zadají všechny potřebné parametry.

Pro zadání materiálu požární ochrany jsou k dispozici následující tlačítka:





- |                    |  |
|--------------------|--|
| <b>Katalog</b>     | • Umožňuje výběr materiálu pro požární ochranu z předdefinovaného seznamu v okně " <b>Katalog materiálů</b> ". |
| <b>Vlastní</b>     | • Umožňuje zadání materiálových charakteristik požární ochrany v okně " <b>Editor materiálu</b> ".             |
| <b>Podrobnosti</b> | • Spustí dialogové okno, které zobrazí kompletní výpis fyzikálních charakteristik zvoleného materiálu          |



**Požární detail** ✕

---





**Nechráněný průřez**

[mm]

---

**Chráněný průřez**

**Požární ochrana :**

**Materiál :** Nástřiky - vermiculit

Tloušťka materiálu  $d_p$   [mm]

**Truhlík :**

Šířka  $b_p$  ☒ dle průřezu  [mm]

Výška  $h_p$  ☒ dle průřezu  [mm]

Okno "Požární detail"

## Katalog materiálů - Protipožární ochrana

Toto dialogové okno umožňuje vybrat materiál protipožární ochrany. Tlačítkem "**Informace**" lze zobrazit materiálové charakteristiky pro vybranou třídu.

**Katalog materiálů - Požární ochrana** ✕

---

**Výběr materiálu z katalogu**

- Intumescentní nátěry
- Nástřiky - minerální vlákna
- Nástřiky - vermiculit**
- Nástřiky - perlit
- Hutné nástřiky - vermiculit(perlit) a cement
- Hutné nástřiky - vermiculit(perlit) a sádra
- Desky - vermiculit(perlit) a cement
- Desky - silikátová(vápenosilikátová) vlákna
- Desky - silikátová(vápenosilikátová) vlákna a cement
- Desky - sádrové desky
- Slisované vláknité desky - minerální vlna, čedičová vlna
- Beton běžný
- Beton lehčený
- Zdivo z dutých cihel

Okno "Katalog materiálů"



## Editor materiálu - Požární ochrana

Toto okno umožňuje zadat materiál s libovolně zvolenými vlastnostmi. Použití těchto charakteristik ve výpočtech je popsáno v kapitole "**Vývoj teploty**" teoretické části nápovědy.

Editor materiálu - Požární ochrana			
Popis materiálu			
Název:	Nástříky - vermiculit		
Charakteristiky materiálu			
Měrné teplo	$C_p =$	1200,0	J/kg/K
Tepelná vodivost	$\lambda_p =$	0,120	W/m/K
Hustota	$\rho =$	350,0	kg/m <sup>3</sup>
		<input checked="" type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> Storno

Okno "Editor materiálu"

## Dílec

Úloha "**Dílec**" slouží k posouzení prutového prvku (např. sloup, trám, průvlak) na zadané průběhy vnitřních sil. Dílec může být rozdělen na libovolný počet částí s různými parametry vzpěru a klopení.

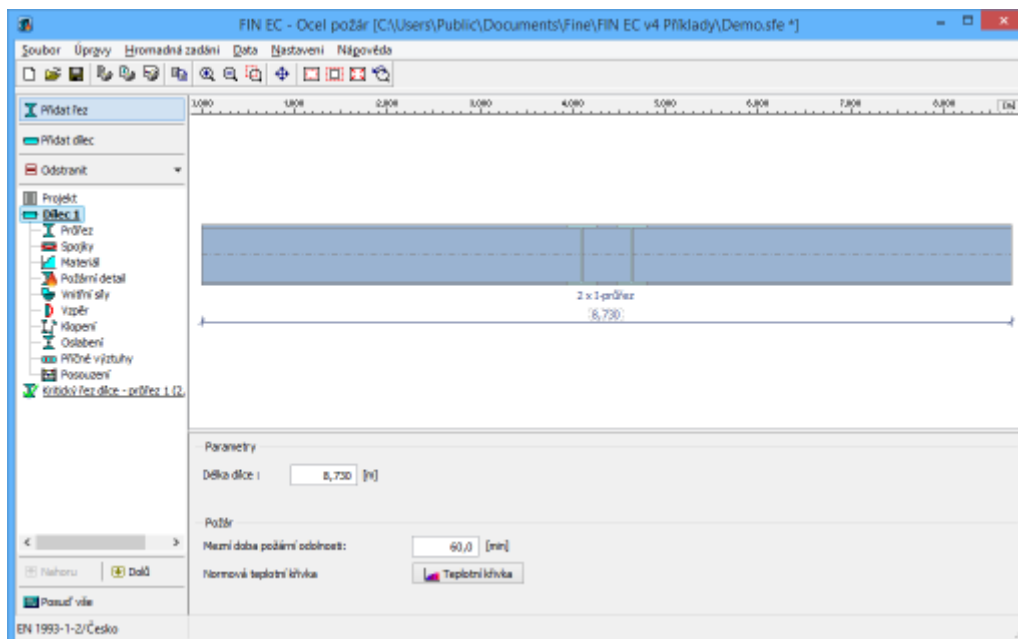
Na úvodní obrazovce k dílci lze nastavit následující údaje:

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Délka prvku</b>                  | • celková délka prvku zadaná v metrech   |
| <b>Mezní doba požární odolnosti</b> | • umožňuje zadat mezní dobu požární odolnosti, s kterou jsou porovnávány výsledky v části " <b>Posouzení</b> ".                                |
| <b>Teplotní křivka</b>              | • umožňuje volbu teplotní křivky, která popisuje nárůst teploty v průběhu požáru. Výběr probíhá v samostatném okně " <b>Teplotní křivka</b> ". |

Zadávání vlastností dílce se skládá z následujících částí:

- **Průřez**
- **Spojky**
- **Materiál**
- **Požární detail**
- **Vnitřní síly**
- **Vzpěr**
- **Klopení**
- **Oslabení**
- **Příčné výztuhy**
- **Posouzení**

Práce s dílci (vkládání, manipulace) je popsána v části "**Ovládací stromček**".

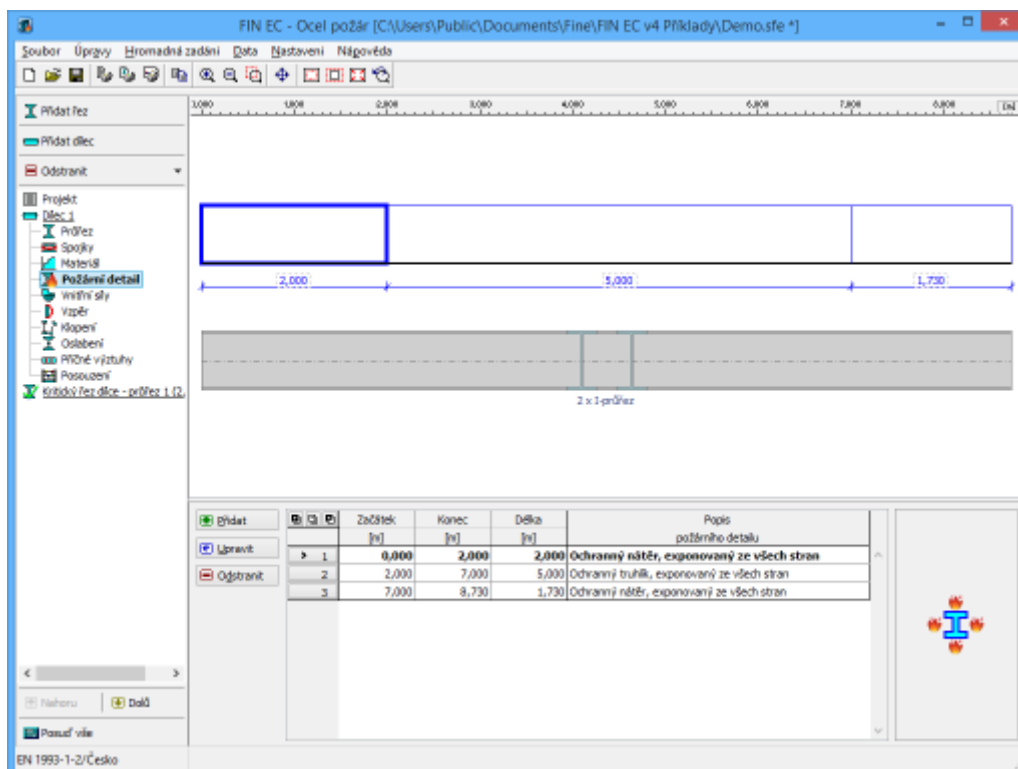


Základní nastavení pro dílec

## Požární detail

V této části zadávacího stromčku lze zadat způsob požární ochrany dílce. Druh ochrany může být zadán stejný pro celou délku dílce nebo lze zvolit v jednotlivých úsecích různé druhy ochrany. Při výchozím stavu tabulky v zadávacím rámu je zadán jeden úsek pro celý dílec, pro který lze tlačítkem **"Upravit"** nebo dvojklikem na řádek v tabulce nastavit potřebný průřez v okně **"Požární detail"**. Pokud se požární detail v jednotlivých částech dílce liší, je možné přidat za první úsek libovolný počet dalších úseků. Vkládání nových úseků se provádí v tabulce pomocí tlačítka **"Přidat"**. Základním parametrem každého nového úseku je *Počátek úseku*, který určuje začátek úseku měřený od počátku dílce. Tento bod je pak zároveň koncovým bodem předcházejícího úseku v tabulce.

Jednotlivé úseky jsou zobrazovány též graficky na **aktivní pracovní ploše**. Dvojklikem na libovolný úsek lze spustit odpovídající okno pro úpravu vlastností úseku.

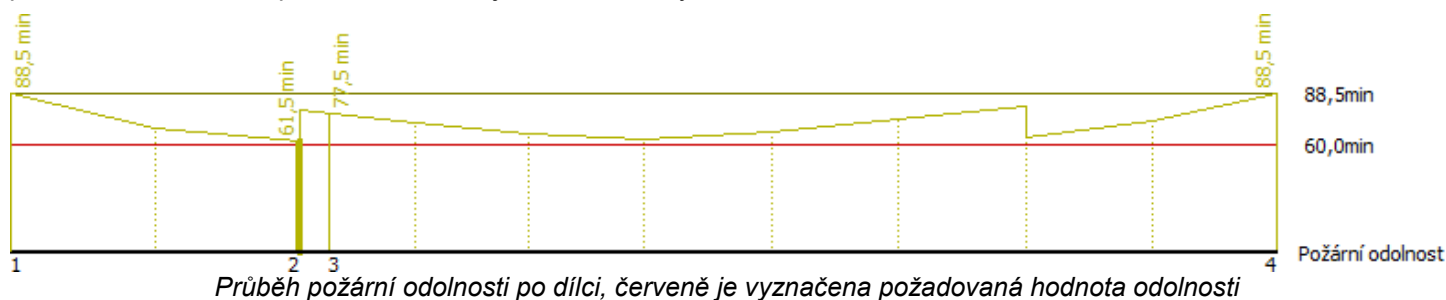


Část "Požární detail" posouzení dílců

## Posouzení

Část **"Posouzení"** slouží k zobrazování výsledků posouzení zadaného dílce. Posudek dílce je zobrazen na pracovní ploše formou průběhu požární odolnosti v minutách po délce dílce. Pokud pro některý úsek požární odolnost překračuje

požadovanou hodnotu požární odolnosti, je tento úsek zvýrazněn červenou barvou.



Zadávací rám obsahuje volbu způsobu výpočtu a možnost vložení řezů dílce, ve kterých mohou být podrobně zobrazeny výsledky posouzení.

## Způsob výpočtu

Způsob výpočtu se volí v horní části zadávacího rámu. Určuje, jakým způsobem a pro jaké zatížení má být proveden posudek. Možné jsou následující varianty:

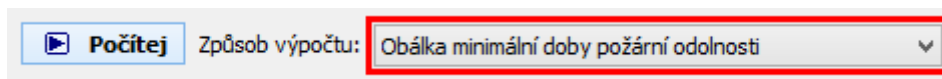
**Doba požární odolnosti rozhodujícího zatěžovacího případu**  
**Obálka minimální doby požární odolnosti**

- Zobrazuje průběh požární odolnosti po dílci pro rozhodující zatěžovací případ, tj. pro ten, kde je dosaženo nejmenší požární odolnosti
- Zobrazuje obálku průběhů požární odolnosti po dílci. Pro výpočet obálky jsou použity všechny zatěžovací případy, z kterých je v každém místě dílce vybrána nejmenší hodnota požární odolnosti

**Jednotlivé zatěžovací případy**

- Zobrazí průběh požární odolnosti po dílci pro vybraný zatěžovací případ

Po přepnutí Způsobu výpočtu je nutné spustit výpočet posouzení tlačítkem "Počítej".



Výběr způsobu výpočtu

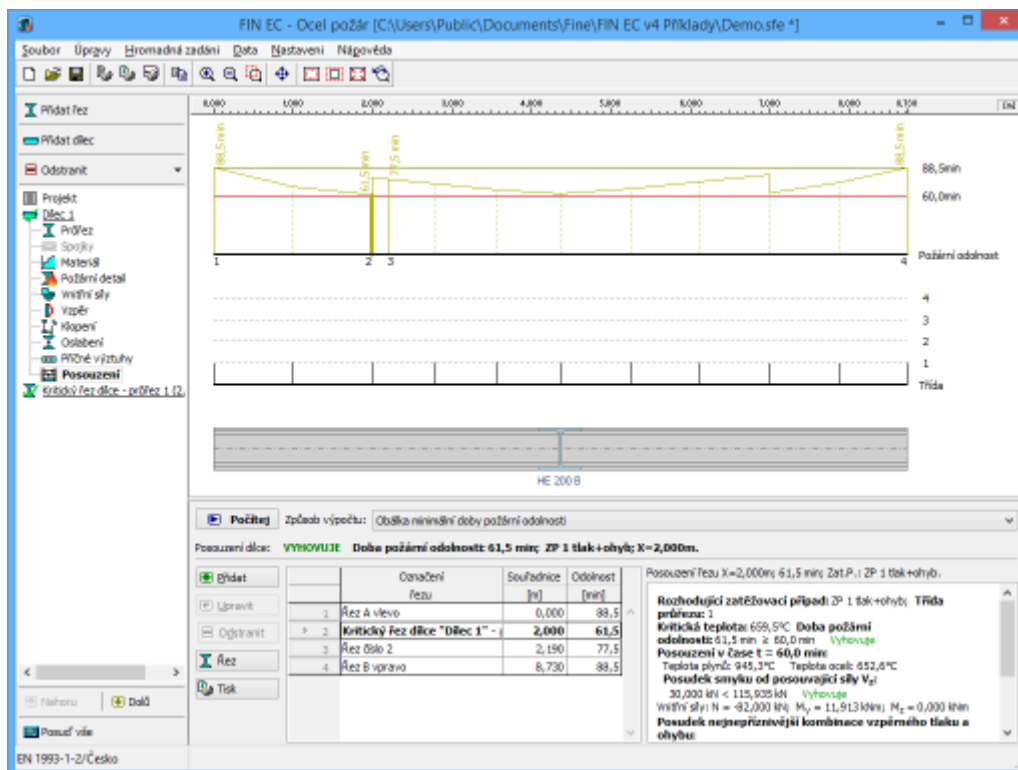
## Řezy pro posouzení

Řezy pro posouzení jsou používány k podrobným výpisům výsledků v zadaných řezech dílce. Podrobné výsledky obsahují kromě požární odolnosti též kritickou teplotu. Kritická teplota prvku se určuje jako teplota, při níž je hodnota využití prvku právě rovna 100%. Pro zadané řezy lze buď vytisknout grafické výstupy nebo je lze převést na samostatné úlohy typu "Řez". Program automaticky zobrazuje kritický průřez na dílci (tj. ten s největším využitím), další řezy mohou být vloženy ručně.

Pro práci s řezy jsou v programu k dispozici následující funkce:

- Řez**
  - Převéde aktivní řez v tabulce na samostatnou úlohu "Řez". Do řezu se převedou všechny potřebné parametry z dílce (průřez, materiály, požární detail, parametry vzpěru, klopení...) i odpovídající vnitřní síly pro všechny zadané zatěžovací případy.
- Přidat**
  - Vkládá na dílec nový řez, ve kterém je možné prohlížet podrobné výsledky posouzení. Nový řez se vkládá pomocí dialogového okna "Nový řez pro posudek".
- Upravit**
  - Umožňuje upravit vlastnosti aktivního řezu pro posouzení.
- Odstranit**
  - Odstraní aktivní řez pro posouzení.
- Tisk**
  - Umožňuje výsledky posouzení v jednotlivých řezech dílce vytisknout v **dialogovém okně pro tisk** pomocí stručných jednostránkových výstupů.

Pro vkládání řezů lze využít i **aktivní pracovní plochu**. Nový řez lze vložit dvojklikem na vybrané místo na dílci.



## Nosník

Úloha "**Nosník**" slouží ke komplexnímu posouzení požární odolnosti vodorovného spojitého nosníku (trám, průvlak, vaznice apod.) na účinky zadaného zatížení či pro zadané průběhy vnitřních sil. Nosník může být namáhán pouze jednoosým ohybem.

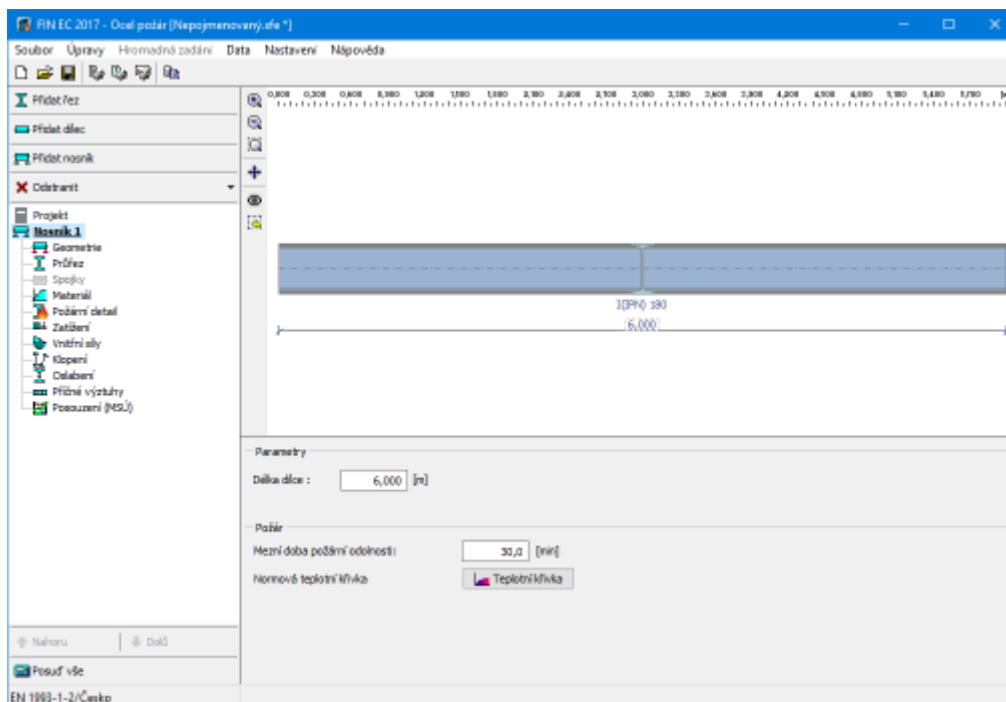
Na úvodní obrazovce k nosníku lze nastavit následující údaje:

- Délka prvku**
  - celková délka prvku zadaná v metrech
- Mezní doba požární odolnosti**
  - umožňuje zadat mezní dobu požární odolnosti, s kterou jsou porovnávány výsledky v části "**Posouzení**".
- Teplotní křivka**
  - umožňuje volbu teplotní křivky, která popisuje nárůst teploty v průběhu požáru. Výběr probíhá v samostatném okně "**Teplotní křivka**".

Zadávání vlastností nosníku se skládá z následujících částí:

- **Geometrie**
- **Průřez**
- **Spojky**
- **Materiál**
- **Požární detail**
- **Zatížení**
- **Vnitřní síly**
- **Vzpěr**
- **Klopení**
- **Oslabení**
- **Příčné výztuhy**
- **Posouzení**

Práce s nosníky (vkládání, manipulace) je popsána v části "**Ovládací stromček**".



Základní nastavení pro nosník

## Program Ocelové spoje

Program "Ocelové spoje" slouží k posouzení spojů ocelových konstrukcí dle EN 1993-1-8.

### Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní programu se skládá z hlavního menu s nástrojovými lištami v horní části okna, ovládacího stroměčku v levé části a pravé části okna, která je určena pro zadávání vstupů a prohlížení výsledků. Hlavní menu obsahuje všechny nástroje, které lze využít při práci s programem. Ovládací stroměček slouží ke správě jednotlivých úloh v projektu a též k navigaci mezi jednotlivými částmi zadávání. Práce se stroměčkem je popsána v samostatné kapitole "**Ovládací stroměček**". Alternativou k ovládacímu stroměčku je část "**Data**" hlavního menu. Tvorba výstupní dokumentace probíhá v okně "**Tisk a export dokumentu**", které je přístupné z ovládací lišty "**Soubory**" nebo z části "**Soubor**" hlavního menu.

Program podporuje následující typy spojů:

- Přípoj nosníku na sloup**
  - styčník napojení nosníků nebo prutů příhradové konstrukce na sloup. Přípoje mohou být umístěny ze všech čtyř stran sloupu.
- Délkové napojení nosníku**
  - styčník napojení konců dvou nosníků pomocí čelních desek. Je možné zvolit kloubovou i ohybově tuhou variantu.
- Přípoj nosníku na průvlak**
  - styčník napojení nosníku na průvlak pomocí kloubové čelní desky. Spoj může být modelován jako oboustranný
- Styčník příhradové konstrukce**
  - styčník příhradové konstrukce z dutých či L-profilů
- Patka sloupu**
  - ukotvení sloupu do základu pomocí šroubů a styčnickové desky nebo zabetonováním. V detailu s patní deskou je tuhost spoje automaticky počítána dle geometrie styčnicku. Pro kotvení zabetonováním jsou normálové síly přenášeny soudržností pláště sloupu a betonu a opřením patního plechu. Ohybový moment a smykové síly jsou přenášeny opřením pláště sloupu.

Jednotlivé úlohy se zadávají tlačítkem "**Přidat**" v záhlaví ovládacího stroměčku.

### Úvodní obrazovka

Základní obrazovka umožňuje nastavit základní informace o projektu a změnit výpočtové parametry.

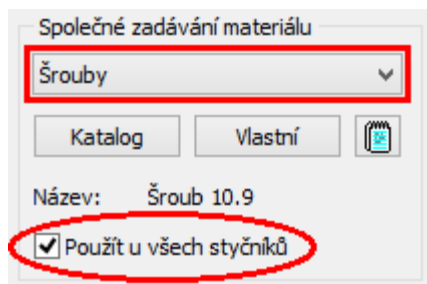
Rám "**Obecné údaje o projektu**" zobrazuje údaje z dialogového okna "**Obecné údaje o projektu**", které je možno využít při sestavování **záhlaví** či **zápatí** výstupní dokumentace. Tyto údaje lze změnit pomocí tlačítka "**Upravit**".

V části "**Norma**" lze zvolit parametry návrhové normy (dílčí součinitele spolehlivosti apod.). Parametry se zadávají v samostatném dialogovém okně "**Volba normy**", které je dostupné pomocí tlačítka "**Upravit**".

Rám "**Parametry výpočtu**" obsahuje volbu, zda se jedná o konstrukci s posuvnými či neposuvnými styčníky. Tento parametr je používán při výpočtu tuhosti přípoje a zatížení přípoje (tuhý, polotuhý, kloubový).

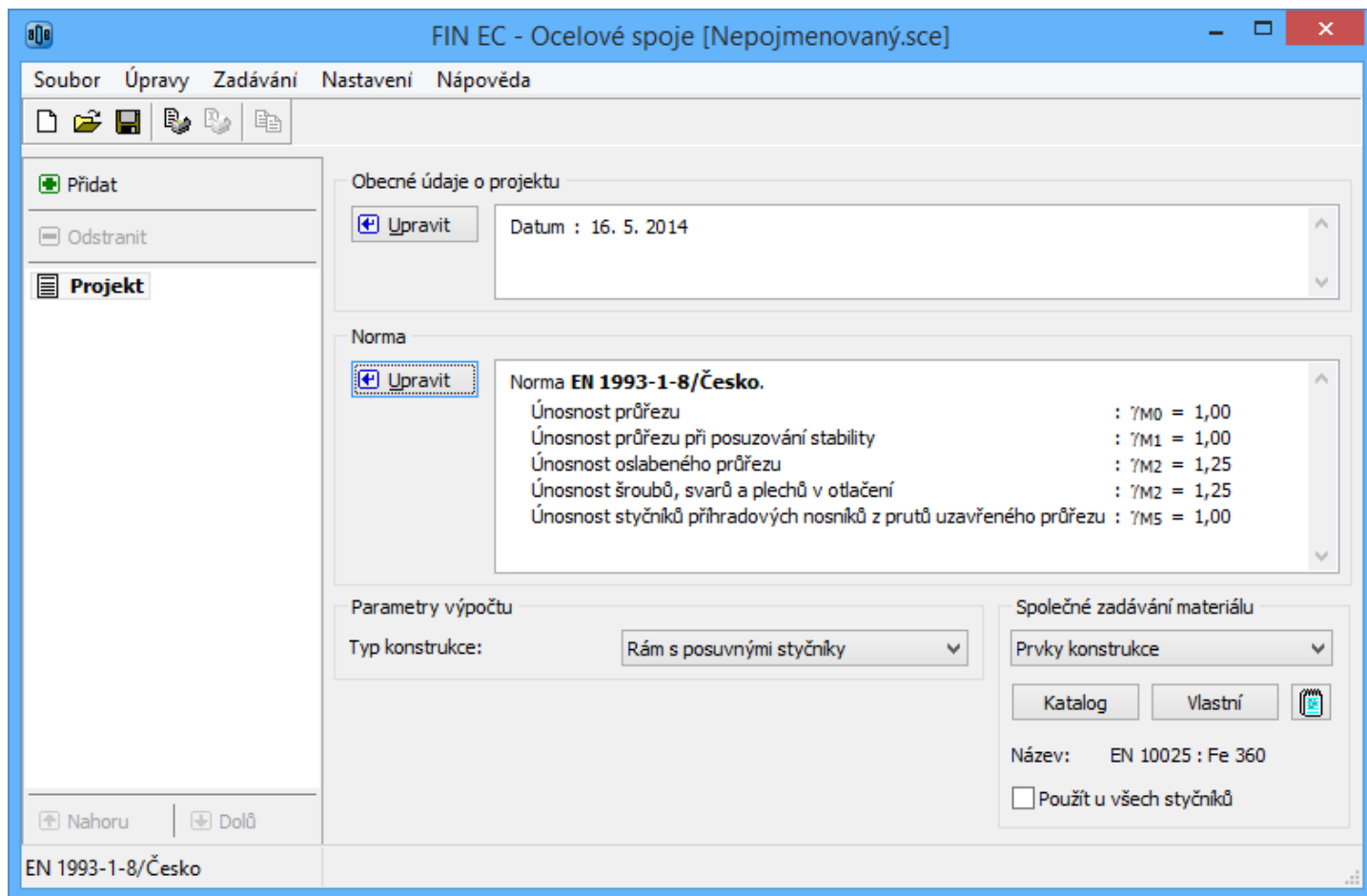
Část "**Společné zadávání materiálu**" umožňuje zadat shodný materiál pro všechny úlohy v projektu. Pokud je některý materiál zadán jako společný pro celý projekt, nelze ho v jednotlivých úlohách měnit. Pro zadání společného materiálu je

nutné nejprve zvolit danou skupinu prvků ("**Prvky konstrukce**" - tedy ocelové části jako např. sloup, patní deska; "**Šrouby**"), zaškrtnout nastavení "**Použit u všech styčnicků**" a poté zadat společný materiál buď z přednastavené databáze (tlačítko "**Katalog**") nebo jako vlastní materiál s ručně zadanými hodnotami únosnosti (tlačítko "**Vlastní**").



Zadání materiálu šroubů pro všechny úlohy projektu

Vzhled programu je možné ovlivnit v dialogovém okně "**Možnosti**", které je přístupné z části "**Nastavení**" hlavního menu.



Základní obrazovka programu "Ocelové spoje"

## Volba normy

Toto okno slouží k volbě národní přílohy k návrhové normě. Dostupné jsou různé národní přílohy a též varianty "**Uživatelská**" a "**Standardní EC**". Volba "**Standardní EC**" provádí výpočet dle základního znění návrhové normy, tedy bez žádné národní přílohy. Volba "**uživatelská**" umožňuje zadat vlastní hodnoty dílčích součinitelů  $\gamma_M$ .

Použití dílčích součinitelů je popsáno v **teoretické části** nápovědy.

Tlačítko "**Výchozí**" po stisknutí nabízí rozbalitelný seznam s následujícími možnostmi:

**Převzít výchozí nastavení**

- Nastaví parametry dialogového okna dle výchozích nastavení

**Uložit nastavení jako výchozí**

- Převzme aktuální parametry jako nové výchozí nastavení

**Volba normy**

Národní příloha:

Česko

Součinitele pro ocelové konstrukce:

Únosnost průřezu	$\gamma_{M0}$	=	1,00	[-]	EN 1993-1-1 - kap.6.1
Únosnost průřezu při posuzování stability	$\gamma_{M1}$	=	1,00	[-]	EN 1993-1-1 - kap.6.1
Únosnost oslabeného průřezu	$\gamma_{M2}$	=	1,25	[-]	EN 1993-1-1 - kap.6.1
Únosnost šroubů, svarů a plechů v otažení	$\gamma_{M2}$	=	1,25	[-]	EN 1993-1-8 - kap.2.2
Únosnost styčnicků příhradových nosníků z prutů uzavřeného průřezu	$\gamma_{M5}$	=	1,00	[-]	EN 1993-1-8 - kap.2.2

Součinitele pro betonové konstrukce:

Únosnost betonu - základní kombinace zatížení	$\gamma_C$	=	1,50	[-]	EN 1992-1-1 - kap.2.4.2.4
---	------------	---	------	-----	---------------------------

Výchozí

OK Storno

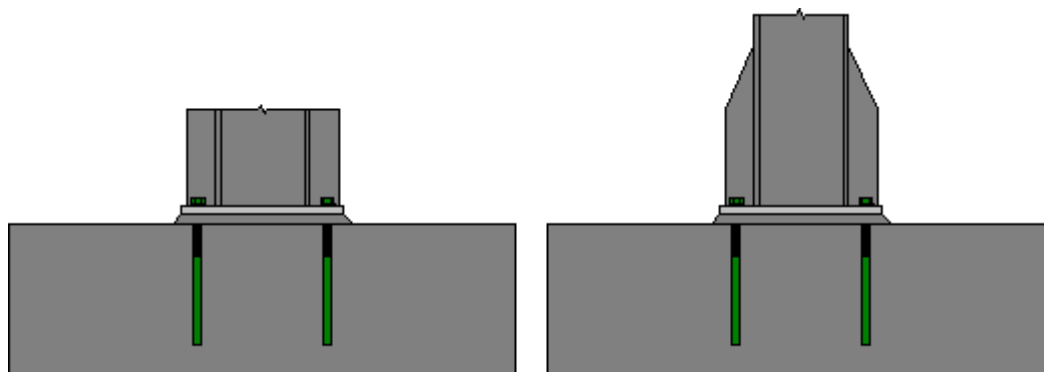
Dialogové okno "Volba normy"

## Možnosti

Toto dialogové okno obsahuje nastavení, kterými lze ovlivnit vzhled programu a výstupních souborů. Obsahuje dvě záložky: "**Kresba**" a "**Schémata**".

### Kresba

Tato záložka slouží k úpravě vzhledu pracovní plochy a obrázků ve výstupních dokumentech a schránce (uložení obrázku například pomocí zkratky **Ctrl+C** do schránky Windows). Pomocí nastavení "**Velikost popisu**" je možné volit velikost textu ve schématu styčnicku. Popis je možné vypnout zaškrtnutím políčka "**Kreslit kóty konstrukčních prvků**". Pokud je zaškrtnuto nastavení "**Kreslit náběh nezkrácený**", program vykreslí pouze část náběhu průvlaku či sloupu. V opačném případě je vykreslen vztažný prvek dostatečně dlouhý, aby byl náběh zobrazen celý.



Zkrácený a nezkrácený náběh v náhledu

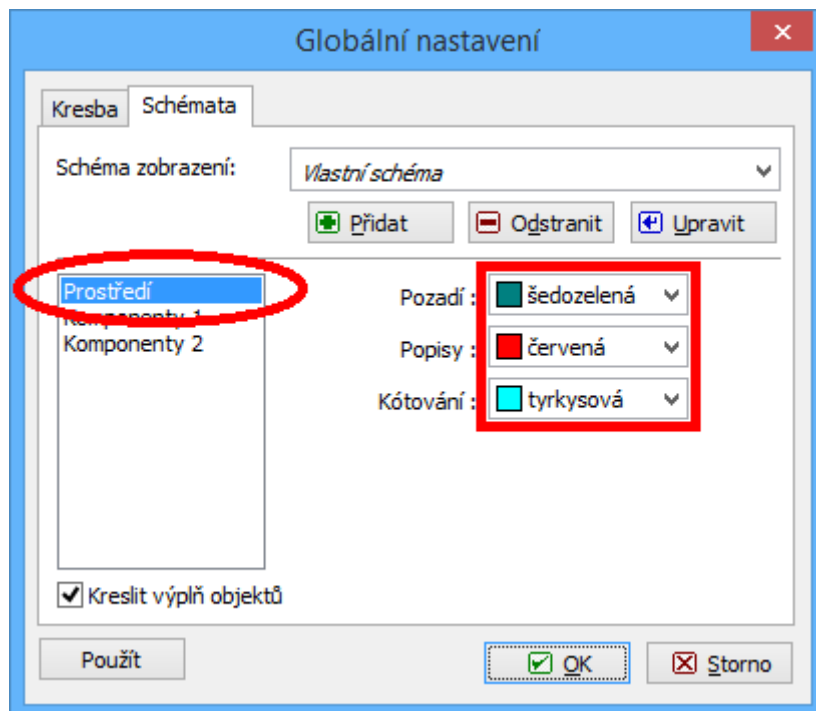
Pomocí výběru barevného schématu je možné ovlivnit barvy na pracovní ploše (pozadí, barvy prvků, kót apod.), ve výstupních dokumentech a ve schránce. V programu je k dispozici několik přednastavených schémat, vlastní barevná schémata si lze přidat v tomto dialogovém okně, záložce "**Schémata**". Tlačítko "**->**" přepne zobrazení do této záložky.

Tlačítkem "**Nastavení**" lze též ovlivnit ostatní parametry obrázku kopírovaného do schránky, jako například velikost obrázku či rozlišení.

### Schémata

Na této záložce je možné vytvářet a následně upravovat vlastní barevná schémata, která lze využít pro zobrazení na pracovní ploše, pro tiskové dokumenty a pro export obrázků (grafické formáty, schránka). Pro manipulaci se schématy slouží tlačítka "**Přidat**", "**Odebrat**", "**Přejmenovat**". Výběr barev pro jednotlivé prvky se provádí ve spodní části. Změnu barev je možné provádět pouze pro uživatelsky zadaná schémata (v seznamu schémat zobrazena kurzívou). Předdefinovaná schémata (v seznamu schémat zobrazena normálním fontem) nelze měnit.

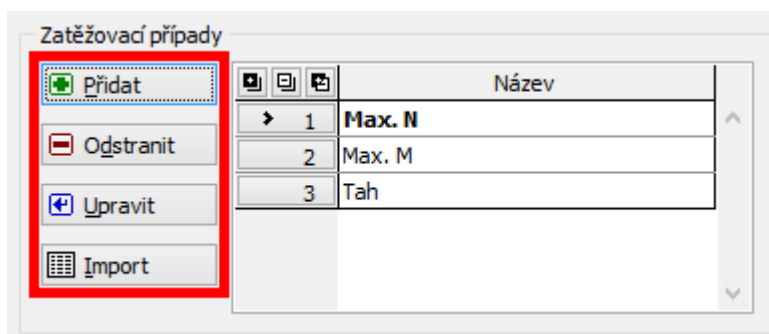




Zadávání barev v barevném schématu

## Spoj

Základní obrazovka úlohy slouží k zadání a úpravě seznamu zatěžovacích případů. Zatěžovacím případem rozumíme kombinaci návrhových hodnot vnitřních sil a momentů, které se ve shodný okamžik vyskytují v konstrukci. Zatěžovací případy jsou použity pro ověření únosnosti spoje. Na této stránce se zadává pouze seznam zatěžovacích případů, samotné hodnoty zatížení se zadávají v části "**Zatížení**". Pro vkládání a mazání zatěžovacích případů slouží tlačítka "**Přidat**" a "**Odstranit**" u tabulky zatěžovacích případů, název existujícího zatěžovacího případu je možné změnit tlačítkem "**Upravit**". Pomocí tlačítka "**Import**" je možné nainportovat seznam zatěžovacích případů včetně hodnot zatížení z \*.txt nebo \*.csv souborů. Nastavení importu lze měnit v okně "**Import zatížení**".

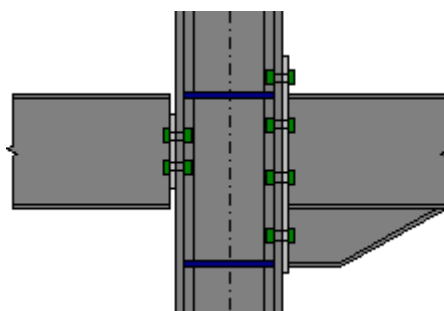


Tlačítka pro práci se zatěžovacími případy

Tlačítko "**Typ přípoje**" umožňuje změnu typu styčnicku, tlačítko "**Typ přípoje**" pak počet a typ jednotlivých **přípoju** respektive typ patky. Změna styčnicku či přípoju vymaže všechna doposud zadaná nastavení (zatížení, geometrie styčnicku apod.).

Rozsah zadávaných vlastností se liší dle typu detailu:

### Napojení nosníku na sloup



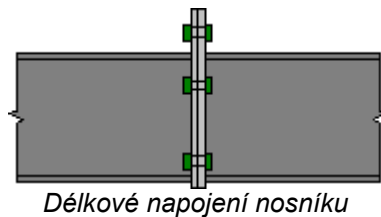
Styčník napojení nosníku na sloup

Zadávání napojení nosníků na sloup se skládá z následujících částí:

- **Zatížení sloupu**
- **Sloup**
- **Výztuhy**

Následuje zadávání jednotlivých **přípojíů**.

### Délkové napojení nosníku

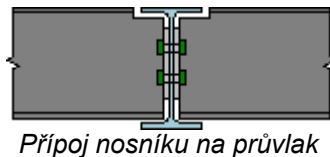


Zadávání délkového napojení nosníku se skládá z následujících částí:

- **Čelní deska**
- **Šrouby**

Následuje zadávání jednotlivých **přípojíů**. Povoleny jsou přípoje s kloubovou a ohybově tuhou čelní deskou.

### Přípoj nosníku na průvlak

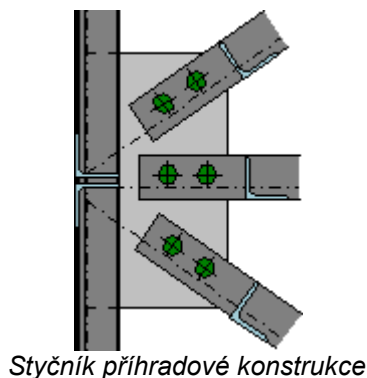


Zadávání přípoje nosníku na průvlak se skládá z následujících částí:

- **Průvlak**

Následuje zadávání jednotlivých **přípojíů**. Pro tento typ je povolen pouze přípoj kloubovou čelní deskou.

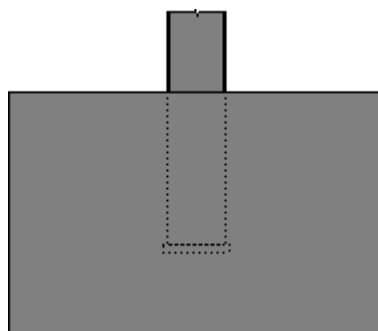
### Styčník příhradové konstrukce



Zadávání styčníku příhradové konstrukce se skládá z následujících částí:

- **Zatížení pásu** (pouze styčník z uzavřených průřezů)
- **Zatížení prutů**
- **Pás**
- **Plech**
- **Pruty**
- **Výsledky**

## Patka zabetonovaného sloupu

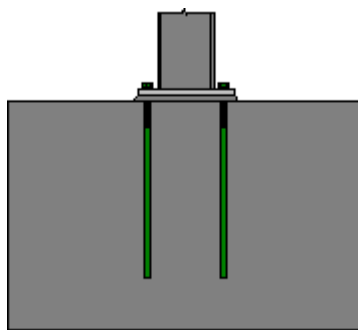


*Zabetonovaná patka*

Zadáání patky zabetonovaného sloupu se skládá z následujících částí:

- **Zatížení sloupu**
- **Patka sloupu**
- **Poloha sloupu**
- **Sloup**
- **Výsledky**

## Patka s tuhou patní deskou



*Patka s tuhou patní deskou*

Úloha s patním plechem obsahuje tyto části:

- **Zatížení sloupu**
- **Patka sloupu**
- **Poloha sloupu**
- **Sloup**
- **Čelní deska**
- **Svary**
- **Šrouby**
- **Výsledky**

## Import zatížení

Okno "**Import zatížení**" se zobrazí po načtení zdrojového \*.txt nebo \*.csv souboru pro import zatížení. Při importu zatížení do programu "**Ocelové spoje**" je důležité nejdříve zadat kompletní geometrii styčnicku včetně všech přípojných prutů, neboť geometrie určuje rozsah (počet) zadávaných hodnot zatížení. Toto okno umožňuje uspořádat data obsažená ve zdrojovém souboru. Levá část okna zobrazuje v tabulce obsah načteného souboru, v pravé části lze vybrat, jaká položka má být přiřazena konkrétnímu sloupku tabulky. U číselných veličin je možné zadat též násobitel, kterým lze vynásobit všechny položky ve sloupci. Tato funkce se používá nejčastěji v případech, když je zdrojový soubor sestaven s jinými jednotkami než s výchozími. Pokud první řádky dokumentu obsahují doplňující údaje (popis veličin apod.), je možné nastavit číslo řádku, od kterého se má import provést. Pro toto zadání slouží položka "**Importovat od řádku číslo**". Výchozí jednotky jsou  $[kN]$  respektive  $[kNm]$ .

**Import zatížení**

Náhled

D:\help\\_podklady Fin EC\ocelove spoje\import\_sil.csv  
Sloupec: 10; Řádky: 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nosník max. M	-4,0	-6,0	8,4	61,0	150,0	8,4	16,8	156,0	65,0	
Sloup max. M	22,2	20,1	8,3	83,0	146,3	0,0	8,3	126,2	60,8	
Sloup max. N	14,0	80,8	15,6	67,0	196,8	-5,6	10,0	116,0	53,0	

Uložit jako výchozí

Parametry importu zatížení

CSV: Sloupce jsou odděleny středníkem ";"

Importovat od řádku číslo: 1

	Sloupec	Násobitel
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Název</b>	1	
<input checked="" type="checkbox"/> Zatížení sloupu	$I_{y,2}$ 2	1,00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Zatížení sloupu	$I_{x,2}$ 3	1,00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Zatížení sloupu	$I_{z,2}$ 4	1,00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Zatížení sloupu	$I_{y,1}$ 5	1,00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Zatížení sloupu	$I_{x,1}$ 6	1,00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Zatížení sloupu	$I_{z,1}$ 7	1,00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Prává pásnice	$M_y$ 8	1,00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Prává pásnice	$V_z$ 9	1,00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Prává pásnice	$N_x$ 10	1,00 [-]

Okno "Import zatížení"

## Tvorba textového souboru

Textový soubor lze vytvořit v jakémkoliv textovém editoru (například *Poznámkový blok*, *Word*, *Writer*). Pro soubor platí, že každý řádek představuje jeden zatěžovací případ. V každém řádku lze vypsat hodnoty všech vnitřních sil, oddělené mohou být mezerou nebo tabulátorem. Pořadí jednotlivých veličin nemusí být totožné s pořadím v programu, je však nutné dodržet stejné pořadí pro všechny zatěžovací případy.

Soubor též může vzniknout použitím části výstupní dokumentace z jiného statického programu.

**import\_sil.txt – Poznámkový blok**

Soubor	Úpravy	Formát	Zobrazení	Nápověda					
Nosník max. M	-4,0	-6,0	8,4	61,0	150,0	8,4	16,8	156,0	65,0
Sloup max. M	22,2	20,1	8,3	83,0	146,3	0,0	8,3	126,2	60,8
Sloup max. N	14,0	80,8	15,6	67,0	196,8	-5,6	10,0	116,0	53,0

Řádek 1, Sloupec 1

Textový soubor v programu "Poznámkový blok"

## Tvorba \*.csv souboru

Pro soubor typu \*.csv (comma-separated values) platí prakticky identická pravidla jako pro textový soubor. Hlavním rozdílem je, že jednotlivé údaje v řádku jsou odděleny středníkem ";".

**Lister - [D:\help\\_podklady Fin EC\ocelove spoje\import\_sil.csv]**

Soubor	Upravit	Možnosti	Kódování	Nápověda
Nosník max. M	-4,0;-6,0;8,4;61,0;150,0;8,4;16,8;156,0;65,0			
Sloup max. M	22,2;20,1;8,3;83,0;146,3;0,0;8,3;126,2;60,8			
Sloup max. N	14,0;80,8;15,6;67,0;196,8;-5,6;10,0;116,0;53,0			

Ukázka \*.csv souboru

Tento typ souboru lze vytvořit i v tabulkových procesorech jako je například *Excel* nebo *Calc*. Vytvořený dokument stačí uložit jako \*.csv soubor s odpovídajícím oddělovacím znakem.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Nosník max. M	-4,0	-6,0	8,4	61,0	150,0	8,4	16,8	156,0	65,0
2	Sloup max. M	22,2	20,1	8,3	83,0	146,3	0,0	8,3	126,2	60,8
3	Sloup max. N	14,0	80,8	15,6	67,0	196,8	-5,6	10,0	116,0	53,0

Příprava \*.csv souboru v tabulkovém procesoru

## Zatížení

V této části se zadávají hodnoty zatížení do jednotlivých zatěžovacích případů. V horní části zadávacího rámu se volí aktivní zatěžovací případ (seznam zatěžovacích případů se sestavuje na základní stránce úlohy). V dolní části pak je možné zadávat hodnoty zatížení. Zadávané veličiny včetně orientace kladného směru jsou zobrazeny na schématu vpravo od zadávacích polí. Zadávat by se měly návrhové hodnoty vnitřních sil (výsledky kombinací pro posouzení mezního stavu únosnosti). Program průběžně kontroluje rovnováhu sil ve styčniku a na případné chyby v zadávání upozorňuje formou varování. Nerovnováha sil není překážkou pro provedení výpočtu.

Zatěžovací případ: Stálé + užitečné1  
Hodnoty zatížení  
 $N_x$  = 0,0 [kN]  
 $V_z$  = 53,0 [kN]  
 $M_y$  = 15,00 [kNm]

**Celkové posouzení** : VYHOVUJE (0,00%)  
**Rozhodující zatížení** : ZP1 - Stálé + užitečné1  
**Rozhodující přípoj** : Přípoj na levé straně  
**PŘÍPOJ NA LEVÉ STRANĚ** - VYHOVUJE (0,00 %)  
Momentová únosnost :  $M_{y,Rd} = 50,99$  kNm (0,00%)  
Smyková únosnost :  $V_{z,Rd} = 215,5$  kN (0,00%)  
Únosnost svarů : Maximální využití (0,00%)  
Počáteční tuhost :  $S_{j,ini} = 49175,28$  kNm/rad  
**PŘÍPOJ NA PRAVÉ STRANĚ** - VYHOVUJE (0,00 %)  
Smyková únosnost :  $V_{z,Rd} = 112,1$  kN (0,00%)  
Únosnost svarů : Maximální využití (0,00%)

Výběr aktivního zatěžovacího případu

## Poloha přípoje

Tato část umožňuje zadat polohu (excentricitu) přípoje vůči středu styčniku či patky a natočení připojovaného prvku. Význam jednotlivých veličin a znaménková konvence je vyznačena ve schématu přípoje vpravo od zadávacích políček.


Poloha přípoje  
 $L_x$  = 0,0 [mm]  
 $L_y$  = 0,0 [mm]  
 $\alpha$  = 0,00 [°]

Zadávaní polohy přípoje ve styčniku/patce

## Průřez

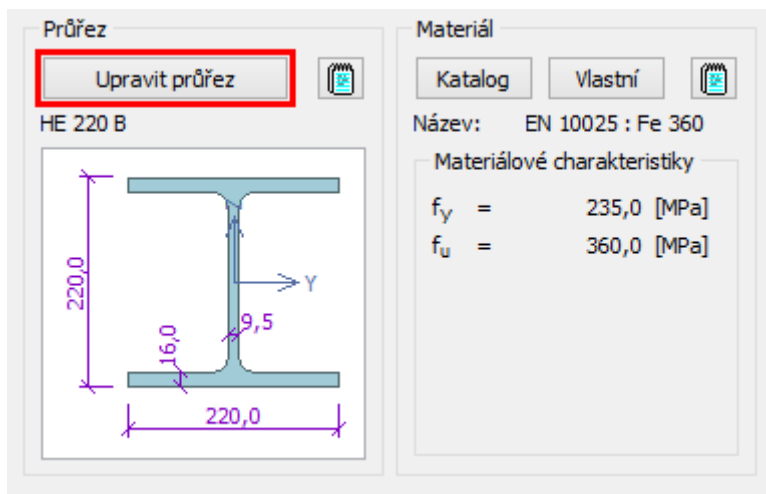
Tato část slouží k zadání rozměrů a materiálu průřezu.

### Průřez

Pomocí tlačítka "**Upravit průřez**" lze spustit dialogové okno "**Zadávaní sloupu/nosníku**", které umožňuje měnit průřez sloupu a též zadávat náběhy. Tlačítko  zobrazí tabulku s průřezovými charakteristikami sloupu.

### Materiál

Materiál sloupu je možné vybrat z **databáze programu** (tlačítko "**Katalog**") nebo jej lze zadat ručně pomocí meze kluzu a meze pevnosti v tahu (tlačítko "**Vlastní**"). Tlačítka pro zadávání materiálu nejsou přístupná, pokud je všem úlohám projektu přiřazen společný materiál na úvodní stránce projektu.



Tlačítko pro úpravu průřezu

## Zadávání sloupu/nosníku

Toto dialogové okno umožňuje měnit geometrii sloupu či nosníku. V levé části je zobrazen průřez v místě uložení, v pravé části pak jeho bokorys. Vlastnosti je možné měnit pomocí následujících tlačítek a zadávacích polí:

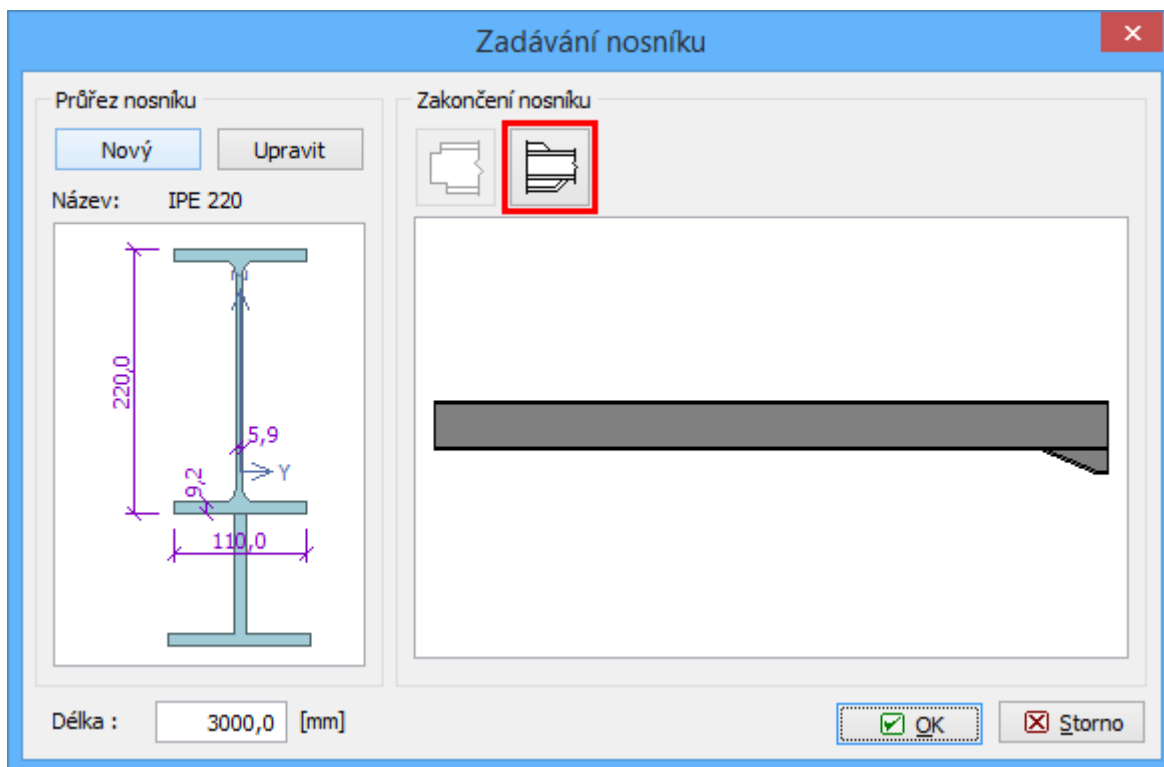
### Nový

### Upravit

### Délka



- pomocí tohoto tlačítka je možné vybrat průřez z databáze válcovaných profilů nebo zadat svařovaný profil s vlastními rozměry. Zadávání probíhá v okně **"Editor průřezu"**.
- tlačítko pro úpravu existujícího průřezu. Je možné buď měnit typ průřezu z databáze válcovaných profilů nebo upravovat rozměry svařovaného profilu. Zadávání probíhá v okně **"Editor průřezu"**.
- zadávací pole umožňuje změnu délky prvku
- tlačítko umožňuje zadání náběhů v místě připojení sloupu či nosníku. Pomocí náběhů je možné vytvořit přípoj s vyšší tuhostí. Vlastnosti náběhů se zadávají v dialogovém okně **"Náběhy"**. Toto tlačítko je dostupné pouze pro ohybově tuhé přípoje.
- tlačítko umožňuje zadání výřezů v místě připojení nosníku na sloup. Tato úprava se použije v případech, kdy není možné z geometrických důvodů ukončit nosník plným průřezem. Vlastnosti výřezů se zadávají v dialogovém okně **"Zakončení nosníku"**. Toto tlačítko je dostupné pouze pro kloubové přípoje nosníků.



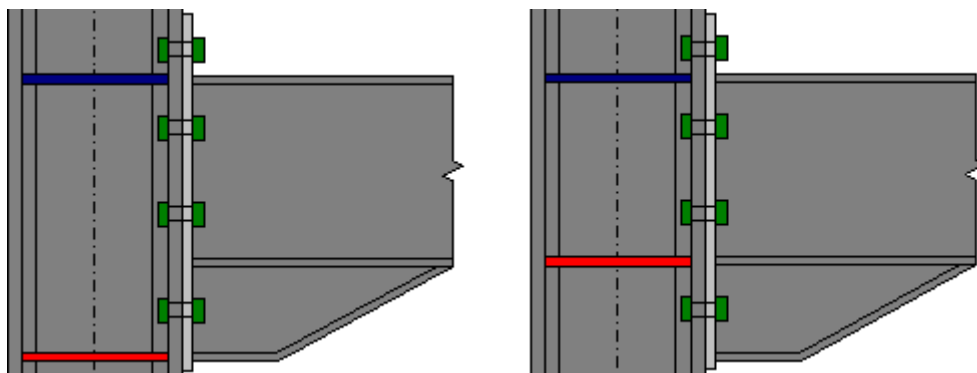
Tlačítko pro zadávání náběhů

## Náběhy

Toto dialogové okno slouží k zadání náběhů na pásnice nosníku či sloupu. Náběh slouží k zvětšení tuhosti přípoje. Náběhy pro horní a dolní (respektive levou a pravou) stranu se zadávají v samostatných záložkách. Zadat lze náběh s pásnicí i bez pásnice. Zadávají se následující vlastnosti náběhu:

- |       |   |
|-------|---|
| $t_w$ | • tloušťka stojiny náběhu                             |
| $h_w$ | • výška stojiny náběhu                                |
| $L_w$ | • délka stojiny náběhu u pásnice základního průřezu   |
| $t_f$ | • tloušťka náběhu pásnice (pouze pro náběh s pásnicí) |
| $b_f$ | • šířka pásnice náběhu (pouze pro náběh s pásnicí)    |
| $L_f$ | • délka stojiny náběhu u pásnice náběhu               |
| $a_w$ | • výška svaru u pásnice náběhu                        |

Pokud je zaškrtnuto políčko "**Přiřadit výztuhu k pásnici náběhu**", program odpovídající výztuhu stojiny sloupu automaticky umístí do výškové úrovně pásnice náběhu. V opačném případě výztuha zůstane na stejném místě, jako v případě nosníku bez náběhu (v úrovni pásnice nosníku).



*Spodní výztuha stojiny sloupu (červeně) přiřazená pásnici náběhu a pásnici nosníku*

Tlačítko "**Zkopírovat do 'Náběh ...'**" umožňuje překopírovat typ a rozměr náběhu z jedné strany průřezu na druhou.

*Okno "Náběhy nosníku"*

## Zakončení nosníku

Toto okno slouží k zadání výřezů na konci nosníku. Výřezy se používají v případech, kdy nelze z geometrických důvodů (křížení s průvlakem či sloupem) nosník ukončit plným průřezem. Význam zadávaných veličin je zobrazen na schématu v pravé části okna.



Dialogové okno "Zakončení nosníku"

## Výztuhy

Tato část slouží k zadání dodatečných výztuh sloupu pro zvýšení únosnosti stojiny v tahu, tlaku a smyku případně též pásnice v ohybu. Zadávání je rozčleněno do tří záložek dle typu výztuh:

- **Vyztužení stojiny** - vyztužení stojiny vodorovnými výztuhami pro zvýšení únosnosti stojiny v tahu či tlaku
- **Vyztužení pásnic** - vyztužení pásnic pro zvýšení únosnosti pásnic v ohybu
- **Zvláštní typy výztuh** - výztuhy zvyšující únosnost stojiny sloupu ve smyku

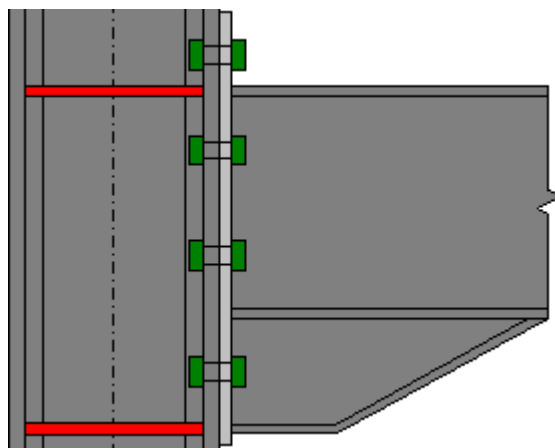
Zadávací rám v režimu "Výztuhy"

## Vyztužení stojiny

V této části je možné zadat vyztužení vodorovnými výztuhami navazujícími na pásnice připojených nosníků. Zadání lze samostatně výztuhu v rovině dolní či horní pásnice připojených nosníků. Pokud má nosník náběhy s pásnicí, lze ve vlastnostech náběhu (dialogové okno "**Náběhy nosníku**") zvolit, zda se má výztuha uvažovat v rovině pásnice nosníku či náběhu. Pro každou výztuhu lze zadat následující údaje:

- $a_w$       • výška svaru u výztuhy  
 $t_s$       • tloušťka výztuhy

Zapojení tohoto typu výztuh do výpočtu je popsáno v kapitole "**Stěna sloupu v tahu a v tlaku**" teoretické části nápovědy.

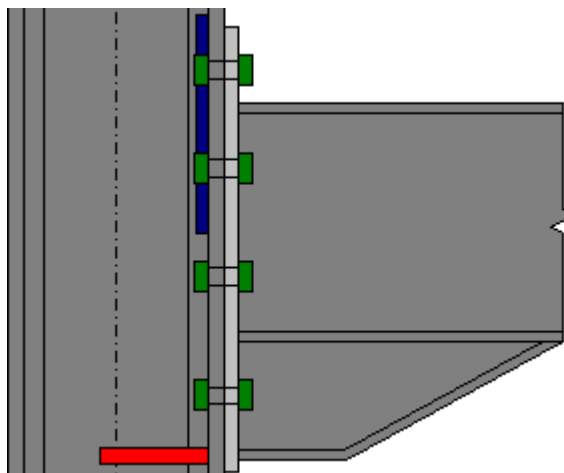


Vodorovné výztuhy stojiny (zvýrazněny červeně)

## Vyztužení pásnic

V této záložce lze zadat vyztužení pásnic sloupu. To lze provést buď příložkami navařenými na pásnice nebo vodorovnými výztuhami. Výztuhy se zadávají v samostatném okně "**Výztuha pásnice sloupu**", které se spouští tlačítkem "**Přidat**". Výztuhy jsou uspořádané v tabulce, pro další práci s výztuhami v této části jsou dostupná též tlačítka "**Upravit**" a "**Odstranit**".

Zapojení tohoto typu výztuh do výpočtu je popsáno v kapitolách "**Čelní deska/pásnice sloupu v ohybu, šrouby v tahu**" a "**Stěna sloupu v tahu a v tlaku**" teoretické části nápovědy.



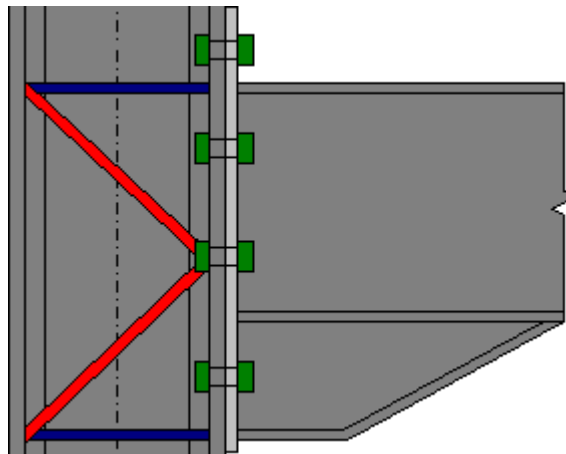
Vyztužení pásnice příložkou (modře) a vodorovnou výztuhou (červeně)

## Zvláštní typy výztuh

V této záložce je možné zadat smykové výztuhy stojiny sloupu. Lze volit mezi několika tvary, k dispozici je též zesílení stojiny sloupu plechem přivařeným naplocho ke stojině. Zadávají se následující údaje:

- |       |   |
|-------|---|
| $a_w$ | • výška svaru u výztuhy   |
| $t_s$ | • tloušťka výztuhy  |
| $h_s$ | • odsazení zalomení výztuhy od pásnice sloupu (pouze pro Z-výztuhu s odsazením)               |
| $a_1$ | • vzdálenost horní hrany výztuhy od srovnávací roviny (pouze pro zesílení přivařeným plechem) |
| $h_s$ | • výška výztuhy (pouze pro zesílení přivařeným plechem)                                       |

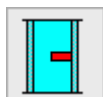
Zapojení tohoto typu výztuh do výpočtu je popsáno v kapitole "**Stěna sloupu ve smyku**" teoretické části nápovědy.



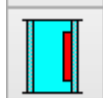
Smykové výztuhy stojiny sloupu (zvýrazněny červeně)

## Výztuha pásnice sloupu

Toto okno slouží k zadání výztuh pásnice sloupu. Zadat lze dva typy výztuh:



**vodorovná výztuha na  
částečnou výšku stěny  
sloupu**



**příložka pásnice  
sloupu**

- vyztužení vodorovně umístěným plechem, který je přivařen k pásnici a stojině sloupu. Výztuha zvyšuje únosnost pásnice sloupu v ohybu, zároveň může zvýšit též únosnost stojiny sloupu v tahu a tlaku.
- zesílení pásnice sloupu navařeným plechem. Výztuha zvyšuje únosnost pásnice sloupu v ohybu.

## Rozměry výztuhy

V tomto rámu lze zadat následující rozměry výztuhy (význam hodnot je zobrazen na schématickém obrázku v okně):

- |       |   |
|-------|---|
| $a_1$ | • vzdálenost horní hrany výztuhy od srovnávací roviny |
| $a_w$ | • výška svaru u výztuhy                               |
| $t_s$ | • tloušťka výztuhy                                    |
| $h_s$ | • délka výztuhy                                       |

Výztuhu lze dočasně vypnout pomocí políčka "**Uvažovat výztuhu**". Při odškrtnutí zůstává výztuha stále zadána, avšak není s ní počítáno v posouzení. Nastavení "**Výztuha je vlevo**" ozrcadlí výztuhu na levou pásnici sloupu.

Zapojení výztuh do výpočtu je popsáno v kapitolách "**Čelní deska/pásnice sloupu v ohybu, šrouby v tahu**" a "**Stěna sloupu v tahu a v tlaku**" teoretické části nápovědy.

Dialogové okno "Výztuha pásnice sloupu"

## Čelní deska/Konzola

Tato část slouží k zadání rozměrů a materiálu čelní desky či styčnickového plechu.

## Geometrie

Pomocí tlačítka "**Editace geometrie**" lze spustit dialogové okno "**Editace čelní desky**" (detail s čelní deskou) respektive "**Editace konzoly**" (připojení styčnickovým plechem), které umožňuje měnit rozměry čelní desky či břitu a počet šroubů.

## Materiál

Materiál plechu je možné vybrat z **databáze programu** (tlačítko "**Katalog**") nebo jej lze zadat ručně pomocí meze kluzu a meze pevnosti v tahu (tlačítko "**Vlastní**"). Tlačítka pro zadávání materiálu nejsou přístupná, pokud je všem úlohám projektu přiřazen společný materiál na úvodní stránce projektu.

**Geometrie**

**Editace geometrie**

Rozměry

$b_p = 120,0$  [mm]

$h_p = 140,0$  [mm]

$t_p = 12,0$  [mm]

Otvory - jednořadé vrtání

$w_1 = 30,0$  [mm]

**Materiál**

Katalog Vlastní

Název: EN 10025 : Fe 360

Materiálové charakteristiky

$f_y = 235,0$  [MPa]

$f_u = 360,0$  [MPa]

**Celkové posouzení** : VYHOVUJE (89,23%)

**Rozhodující zatížení** : ZP 1 - Zatěžovací případ 1

**Rozhodující připoj** : Připoj na levé straně

**PŘÍPOJ NA LEVÉ STRANĚ** - VYHOVUJE (89,23 %)

Smyková únosnost :  $V_{z,Rd} = 112,1$  kN (89,23%)

Únosnost svarů : Maximální využití (34,37%)

**PŘÍPOJ NA PRAVÉ STRANĚ** - VYHOVUJE (71,38 %)

Smyková únosnost :  $V_{z,Rd} = 112,1$  kN (71,38%)

Únosnost svarů : Maximální využití (27,49%)

**Chyba: 0 Varování: 1 Upozornění: 0**

(!) styčník: v zatěžovacím stavu "Zatěžovací případ 1" nejsou splněny podmínky rovnováhy:  $\Sigma F_x = -20,0$  kN

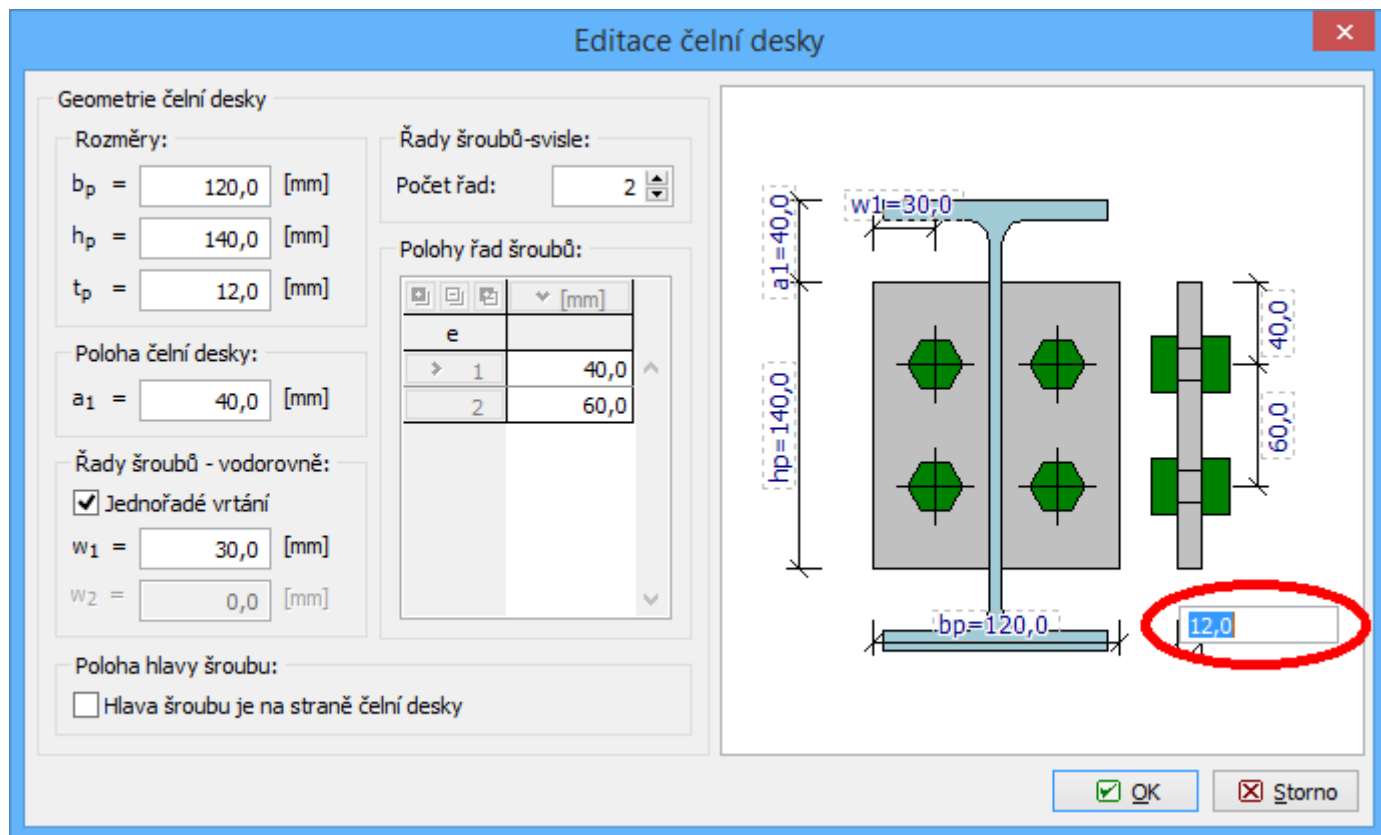
*Tlačítko pro úpravu geometrie čelní desky*

## Editace čelní desky

Toto okno umožňuje změnit rozměry čelní desky a počet a polohu šroubů. Upravovat lze následující hodnoty:

- |  |  |
|--|--|
| $b_p$  | • šířka čelní desky  |
| $h_p$  | • výška čelní desky  |
| $t_p$  | • tloušťka čelní desky   |
| $a_1$  | • poloha čelní desky vůči průřezu  |
| <b>jednořadé vrtání</b>                      | • Pokud se odškrtně toto nastavení, je možné zadat druhou řadu šroubů (ve vodorovném směru). Tato volba je přístupná pouze pro kloubové spoje. |
| $w_1, w_2$                                   | • vzdálenost první resp. druhé řady šroubů od svislého okraje desky  |
| <b>počet řad</b>                             | • počet řad šroubů   |
| <b>polohy řad šroubů</b>                     | • osová vzdálenost první řady šroubů od horní hrany čelní desky respektive vzdálenost dalších řad šroubů od předchozí řady                     |
| <b>Hlava šroubu je na straně čelní desky</b> | • Tato volba ovlivňuje orientaci šroubů ve spoji. Nastavení je dostupné pouze pro připoje čelní desky na sloup.                                |

Zadávané rozměry lze též měnit přímo kliknutím na příslušnou kóty v nákrese čelní desky v pravé části okna.



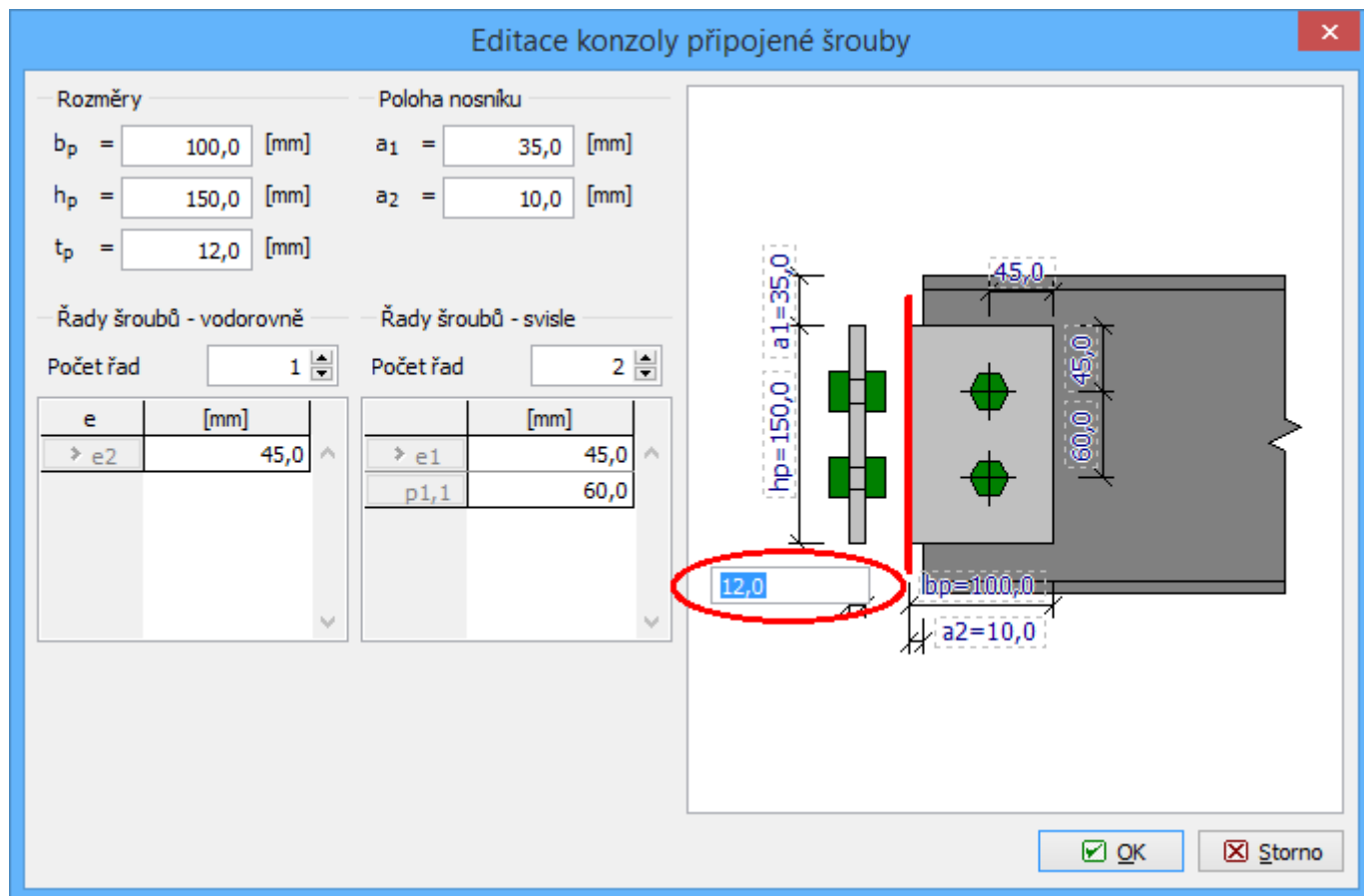
Změna rozměru pomocí aktivní kóty

## Editace konzoly

Toto okno umožňuje změnit rozměry styčnickového plechu a počet a polohu šroubů. Upravovat lze následující hodnoty:

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| <b><math>b_p</math></b>      | • Šířka styčnickové desky  |
| <b><math>h_p</math></b>      | • Výška styčnickové desky  |
| <b><math>t_p</math></b>      | • Tloušťka plechu  |
| <b><math>a_1</math></b>      | • Poloha styčnickové desky vůči průřezu nosníku  |
| <b><math>a_2</math></b>      | • Odstup nosníku od hrany styčnickového plechu   |
| <b>počet řad vodorovně</b>   | • Počet řad šroubů ve vodorovném směru, maximální počet je 2   |
| <b>počet řad svisle</b>      | • Počet řad šroubů ve svislém a vodorovném směru, maximální počet je omezen číslem 20. Maximální počet šroubů by měl zvážit projektant s ohledem na geometrii detailu a použitou teorii výpočtu. |
| <b><math>e_1, p_1</math></b> | • Osová vzdálenost první řady šroubů od horní hrany styčnickové desky respektive vzdálenost dalších řad šroubů od předchozí řady ve svislém směru  |
| <b><math>e_2, p_2</math></b> | • Osová vzdálenost první řady šroubů od vnější (volné) hrany styčnickové desky respektive vzdálenost dalších řad šroubů od předchozí řady ve vodorovném směru                                    |

Zadávané rozměry lze též měnit přímo kliknutím na příslušnou kóty v nákresu čelní desky v pravé části okna.



Změna rozměru pomocí aktivní kóty

## Šrouby

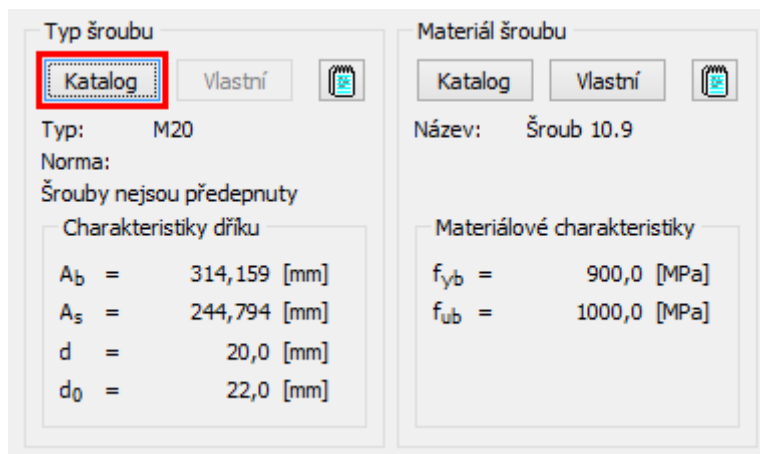
Tato část slouží k zadání typu a rozměrů šroubů včetně jejich materiálu.

### Typ šroubu

Pomocí tlačítka "**Katalog**" lze spustit dialogové okno "**Katalog šroubů**", ve kterém lze volit typ a velikost šroubů.

### Materiál šroubu

Materiál šroubu je možné vybrat z databáze programu (tlačítko "**Katalog**") nebo jej lze zadat ručně pomocí meze kluzu a meze pevnosti v tahu (tlačítko "**Vlastní**"). Tlačítka pro zadávání materiálu nejsou přístupná, pokud je všem úlohám projektu přiřazen společný materiál na úvodní stránce projektu.



Tlačítko pro úpravu vlastností kotevních šroubů

## Katalog šroubů

V tomto dialogovém okně lze vybrat typ a vlastnosti šroubů, matic a případně též podložek. V pravé části okna lze jednotlivé díly zobrazit, přepínání zobrazení se provádí příslušnými záložkami pod obrázkem. Kompletní geometrické vlastnosti šroubů, matic a podložek lze zobrazit v samostatném okně, které je přístupné tlačítkem "**Informace**".

**Katalog kotevních šroubů**

**Druh šroubu**

Zabetonované šrouby s hákem

Hrubé šestihranné matice

Závit šroubu: M20

Délka díku: 700,0 [mm]

Délka závitu: 100,0 [mm]


**Podložka šroubu**


☒ Uvažovat podložky

Hrubé podložky

Označení: Zabetonované šrouby s hákem

Poznámka:

 Informace



Šroub   Matice   Podložka

Název normy:

☒ OK   ☒ Storno

Okno "Katalog kotevních šroubů"

## Svary

Tato část slouží k zadání vlastností svarů připojujících průřez nosníku (sloupu) k čelní desce. Na výběr jsou dva typy svarů:

- Svar kolem dokola**
  - u tohoto typu svaru se předpokládá, že svary budou provedeny kolem dokola celého průřezu nosníku (sloupu). Nelze tedy zadávat délky svarů, ty jsou automaticky dopočítány z geometrie průřezu
- Uživatelský svar**
  - pro tento typ je možné zadat vlastní délky svarů podél pásnic a stojiny. Program automaticky kontroluje, zda délka svarů nepřekračuje geometrické možnosti průřezu.

Zadat lze následující vlastnosti svarů:

- $a_{w,f}$  • výška svaru na pásnici (pouze pro vetknuté přípoje)
- $L_{w,f}$  • délka svaru na pásnici (pouze pro vetknuté přípoje)
- $a_{w,w}$  • výška svaru na stojině
- $L_{w,w}$  • délka svaru na stojině

Schéma v pravé části zadávacího rámu graficky zobrazuje význam jednotlivých veličin

**Typ svaru**

Svar uživatelský

Svar kolem dokola

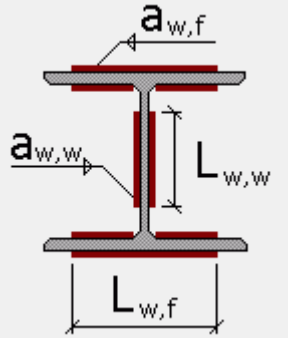
Svar uživatelský

$a_{w,f}$  = 5,0 [mm]

$L_{w,f}$  = 110,0 [mm]

$a_{w,w}$  = 3,0 [mm]

$L_{w,w}$  = 196,6 [mm]



Volba typu svaru

## Výsledky

V části "Výsledky" program v levé části zadávacího rámu zobrazuje podrobné výsledky posouzení pro vybraný zatěžovací případ. Zatěžovací případ lze volit v seznamu umístěném v horní části. Program též automaticky vytváří zatěžovací případ "Nulové zatížení". V tomto zatěžovacím případě se pouze počítá únosnost pro nulové zatížení a posudky se neprovádějí. Pro tisk podrobných výsledků jsou k dispozici následující tlačítka:

-  • Zobrazí rozdělení vnitřních sil v kontaktní spáře s možností kopírování do schránky





- Připraví pro tisk podrobný popis výpočtu pro zvolený zatěžovací případ

V pravé části jsou vždy zobrazeny celkové výsledky posouzení pro celý styčník. Jelikož součástí výpočtu je i kontrola geometrie a ostatních okrajových podmínek výpočtu, může se ve spodní oblasti objevit výpis zjištěných nedostatků. Tyto nedostatky jsou rozděleny do tří kategorií dle závažnosti. Pokud se ve styčníku vyskytuje nějaký nedostatek typu chyba, výsledky výpočtu nejsou přístupné. Pokud se v konstrukci žádné nedostatky nevyskytují, je výpis skryt.

Výsledky pro zatěžovací případy:

ZP1 - Max. N

**Momentová únosnost**  
 Rozhodující komponenta : Patní plech v ohybu  
 Posouzení :  $M_{y,Rd} = 101,41 \text{ kNm} > M_{y,Ed} = 52,00 \text{ kNm}$  ✓

**Únosnost svarů**  
 Kritický bod : Stojina  
 Maximální využití : (48,82%)

**Ohybová tuhost**  
 Počáteční tuhost :  $S_{j,ini} = 34060,35 \text{ kNm/rad}$   
 Sečná tuhost :  $S_{j,Ed} = 11397,32 \text{ kNm/rad}$   
 Klasifikace : polotuhý

**Celkové posouzení** : VYHOVUJE (51,27%)  
**Rozhodující zatížení** : ZP1 - Max. N  
 Momentová únosnost :  $M_{y,Rd} = 101,41 \text{ kNm}$  (51,27%)  
 Únosnost svarů : Maximální využití (48,82%)  
 Počáteční tuhost :  $S_{j,ini} = 34060,35 \text{ kNm/rad}$

**Chyba: 0 Varování: 0 Upozornění: 1**  
 (\*) výpočet neobsahuje posouzení průřezu sloupu na kombinaci momentu a normálové síly.

Volba zatěžovacího případu pro zobrazení podrobných výsledků

## Pás

Tato část slouží k zadání rozměrů a materiálu průřezu.

## Průřez

- Nový**
- pomocí tohoto tlačítka je možné vybrat průřez z databáze válcovaných profilů nebo zadat svařovaný profil s vlastními rozměry. Zadávání probíhá v okně "Editor průřezu".
- Upravit**
- tlačítko pro úpravu existujícího průřezu. Je možné buď měnit typ průřezu z databáze válcovaných profilů nebo upravovat rozměry svařovaného profilu. Zadávání probíhá v okně "Editor průřezu".
- Zrcadlit průřez dle osy Y**
- umožňuje změnit orientaci profilů v průběžném pásu. Tato volba není dostupná pro styčník z dutých profilů.
- Použít zadaný průřez**
- umožňuje vypustit průběžný pás ze zadávání i výpočtu styčníku. Posuzována je poté pouze styčnicková deska s pruty. Tato volba není dostupná pro styčník z dutých profilů.

Tlačítko zobrazí tabulku s průřezovými charakteristikami.

## Materiál

Materiál pásu je možné vybrat z **databáze programu** (tlačítko "Katalog") nebo jej lze zadat ručně pomocí meze kluzu a meze pevnosti v tahu (tlačítko "Vlastní"). Tlačítka pro zadávání materiálu nejsou přístupná, pokud je všem úlohám projektu přiřazen společný materiál na úvodní stránce projektu.

**Průřez**

Nový Upravit

2 x L 60 x 60 x 6

☐ Zrcadlit průřez dle osy Y  
☒ Použít zadaný průřez

**Materiál**

Katalog Vlastní

Název: EN 10025 : Fe 360

Materiálové charakteristiky

$f_y = 235,0 \text{ [MPa]}$   
 $f_u = 360,0 \text{ [MPa]}$

Zadávací rám v části "Pás"

## Zatížení prutů

V této části se zadávají hodnoty zatížení prutů do jednotlivých zatěžovacích případů. V horní části zadávacího rámu se volí aktivní zatěžovací případ (seznam zatěžovacích případů se sestavuje na základní stránce úlohy). V dolní části pak je možné zadávat normálovou sílu pro jednotlivé pruty. Konkrétní prut je vždy nutné vybrat z rozbalovacího seznamu. Zadávat by se měly návrhové hodnoty sil (výsledky kombinací pro posouzení mezního stavu únosnosti).

Výběr aktivního zatěžovacího případu

## Plech

Tato část slouží k zadání rozměrů a materiálu styčnickového plechu.

### Geometrie

Lze zadat tyto rozměry:

- $b_p$  • šířka plechu
- $h_p$  • výška plechu
- $t_p$  • tloušťka plechu
- $h_{p1}$  • osazení horního rohu
- $h_{p2}$  • odsazení spodního rohu
- $a_w$  • výška svaru

Schéma v pravé části zadávacího rámu graficky zobrazuje význam jednotlivých veličin.

### Materiál

Materiál desky je možné vybrat z **databáze programu** (tlačítko "**Katalog**") nebo jej lze zadat ručně pomocí meze kluzu a meze pevnosti v tahu (tlačítko "**Vlastní**"). Tlačítka pro zadávání materiálu nejsou přístupná, pokud je všem úlohám projektu přiřazen společný materiál na úvodní stránce projektu.

Zadávací rám pro styčnickový plech

## Pruty

Tato část slouží k zadání jednotlivých prutů připojených do styčnicku včetně jejich průřezu, materiálu a přesné polohy. Nový prut lze vložit tlačítkem "**Přidat**". Samotné zadávání probíhá v dialogovém okně "**Vlastnosti prutu**". Již zadané pruty jsou uspořádané v **tabulce**, pro další práci s pruty jsou k dispozici tlačítka "**Upravit**" a "**Odstranit**".

Poloha prutu					Průřez prutu
	X[mm]	Y[mm]	D[mm]	$\alpha$ [°]	
1	10,0	0,0	100,0	35,00	L 60 x 60 x 6
2	-10,0	0,0	70,0	0,00	L 60 x 60 x 6
3	-30,0	0,0	90,0	-35,00	L 60 x 60 x 6



**Celkové posouzení** : VYHOVUJE (57,43%)  
**Rozhodující zatížení** : ZP1 - Zatěžovací případ 1  
 Únosnost styčnickového plechu : Maximální využití (14,20%)  
 Únosnost prutu č. 1 :  $N_{1,Rd} = 78,4 \text{ kN}$  (57,43%)  
 Únosnost prutu č. 2 :  $N_{2,Rd} = 93,0 \text{ kN}$  (55,90%)  
 Únosnost prutu č. 3 :  $N_{3,Rd} = 93,0 \text{ kN}$  (47,30%)



Tlačítka pro práci s pruty

## Vlastnosti prutu

V tomto dialogovém okně lze zadat vlastnosti prutu připojeného do styčnicku. Vlastnosti prutu jsou uspořádány do dvou záložek:

### Prut

Tato část slouží k zadání rozměrů a materiálu průřezu. Typ a rozměr průřezu lze zadat či změnit v okně "**Editor průřezu**", které lze spustit tlačítkem "**Nový**". Rozměry průřezu lze rychle změnit tlačítkem "**Upravit**". Tlačítkem "" lze načíst průřez z již existujícího prutu styčnicku. Tlačítko "" zobrazí tabulku s průřezovými charakteristikami prutu.

Materiál sloupce je možné vybrat z **databáze programu** (tlačítko "**Katalog**") nebo jej lze zadat ručně pomocí meze kluzu a meze pevnosti v tahu (tlačítko "**Vlastní**"). Tlačítka pro zadávání materiálu nejsou přístupná, pokud je všem úlohám projektu přiřazen společný materiál na úvodní stránce projektu. Tlačítkem "" lze načíst materiál z již existujícího prutu styčnicku. Tlačítko "" zobrazí charakteristiky vybraného materiálu.

Poloha prutu je definována následujícími údaji (význam jednotlivých hodnot je zobrazen ve schématické obrázku):



- X** • Svislá poloha vkladacího bodu prutu (měřeno od středu styčnicku)
- Y** • Vodorovná poloha vkladacího bodu prutu (měřeno od středu styčnicku)
- D** • Odsazení počátku ocelového profilu od vkladacího bodu prutu
- $\alpha$**  • Natočení prutu

### Vlastnosti prutu č.1

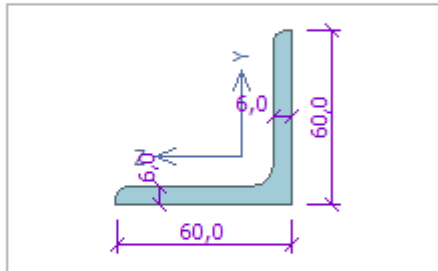
**Prut**    Připojení

---



**Průřez**

Nový    Upravit        

L 60 x 60 x 6



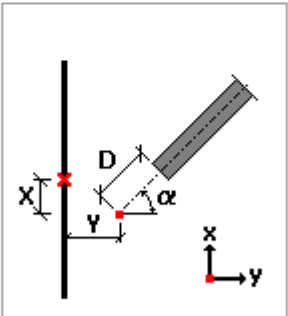
**Materiál**

Katalog    Vlastní        

Název: EN 10025 : Fe 360

**Umístění**

X = 10,0 [mm]  
 Y = 0,0 [mm]  
 D = 100,0 [mm]  
 $\alpha$  = 35,00 [°]




OK
Storno

Záložka "Prut"

## Připojení

Pruty mohou být připojeny dvěma způsoby:

- **šroubované připojení**
- **svařované připojení**

Způsob připojení se volí v rozbalovacím seznamu "**Typ**". Tlačítkem  lze načíst vlastnosti připojení z již existujícího prutu styčnicku. Pomocí nastavení "**Zrcadlit průřez**" je možné změnit umístění zalomení L-profilu vůči ose prutu. Tato změna se může použít v případech, kdy je třeba vyřešit kolizi více prutů ve styčnicku. Nastavení "**Plech ve směru osy Y**" umožňuje změnit, z jaké strany styčnickového plechu je prut umístěn (není přístupné pro složené průřezy).

Při zadávání **šroubovaného** přípoje je třeba zvolit typ šroubu a materiál. Typ a velikost šroubu se vybere z **přednastavené databáze**, která se spouští tlačítkem "**Katalog**". Materiál šroubu je možné vybrat z databáze programu (tlačítko "**Katalog**") nebo jej lze zadat ručně pomocí meze kluzu a meze pevnosti v tahu (tlačítko "**Vlastní**"). Tlačítka pro zadávání materiálu nejsou přístupná, pokud je všem úlohám projektu přiřazen společný materiál na **úvodní stránce** projektu.

Dále je možné zadat počet řad šroubů v podélném směru případně zvolit dvouřadé vrtání. Vzdálenosti mezi šrouby mohou být zadány ručně nebo je program může zvolit sám automaticky, aby byla splněna všechna kritéria daná normou.

Pro **svařovaný** přípoj je možné zadat tloušťku a délku jednotlivých svarů. Koncový svar je možné vypnout:

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>a<sub>w,p1</sub></b> | • výška podélného svaru u odstávajícího ramene   |
| <b>L<sub>w,p1</sub></b> | • délka podélného svaru u odstávajícího ramene (nelze zadat pro typ " <b>koutový dokola</b> ") |
| <b>a<sub>w,p2</sub></b> | • výška podélného svaru u přilehlého ramene  |
| <b>L<sub>w,p2</sub></b> | • délka podélného svaru u přilehlého ramene (nelze zadat pro typ " <b>koutový dokola</b> ")    |
| <b>a<sub>w,v</sub></b>  | • výška koncového svaru  |
| <b>L<sub>w,v</sub></b>  | • délka koncového svaru (nelze zadat pro typ " <b>koutový dokola</b> ")                        |

**Vlastnosti prutu č.1**

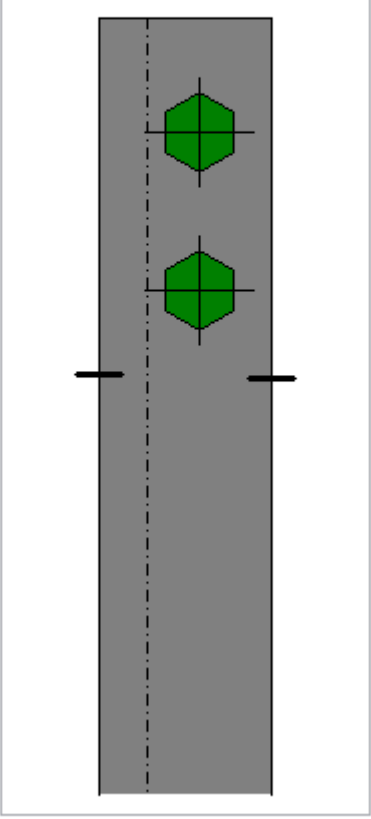
Prut
Připojení

**Způsob připojení prutu**

Typ: šroubované

☐ Zrcadlit průřez

☐ Plech ve směru osy Y



**Typ šroubu**

Katalog Vlastní

Typ: M16

Norma: ON 02 1308

**Materiál šroubu**

Katalog Vlastní

Název: Šroub 10.9

**Poloha hlavy šroubu**

☐ Hlava šroubu na straně desky

**Šrouby podélně**

Počet šroubů: 2

	[mm]
e	
> e 1	40,0
p 1	55,0

**Šrouby příčně**

☒ Automaticky

jednořadé vrtání

e<sub>2</sub> = 35,0 [mm]

OK
Storno

Záložka "Připojení"

## Patka sloupu

Tato část slouží k zadání rozměrů a materiálu betonové patky a podkladního betonu (podliti).

### Geometrie



Program umožňuje zadat následující rozměry:

- $b_b$  • rozměr  $b$  patky
- $a_b$  • rozměr  $a$  patky
- $h_b$  • výška patky
- $t_g$  • tloušťka vrstvy podkladního betonu (podliti) mezi patní deskou a patkou

Při úpravě hodnot se změny ihned projevují v nákresu styčnicku na pracovní ploše.

### Materiál


Materiál patky a podkladního betonu (podliti) je možné vybrat z databáze programu (tlačítko "**Katalog**") nebo jej lze zadat ručně pomocí charakteristické válcové pevnosti betonu v tlaku  $f_{ck}$  (tlačítko "**Vlastní**"). Tlačítka pro zadávání materiálu nejsou přístupná, pokud je všem úlohám projektu přiřazen společný materiál na [úvodní stránce](#) projektu.

<b>Geometrie</b> Patka sloupu: $b_b = 1000,0$ [mm] $a_b = 1000,0$ [mm] $h_b = 900,0$ [mm] Podlití: $t_g = 20,0$ [mm]	<b>Materiál</b> Patka sloupu: Katalog Vlastní  Název: C 30/37 Podlití: Katalog Vlastní  Název: C 20/25	<b>Celkové posouzení</b> : VYHOVUJE (51,27%) <b>Rozhodující zatížení</b> : ZP1 - Max. N Momentová únosnost : $M_{y,Rd} = 101,41$ kNm (51,27%) Únosnost svarů : Maximální využití (48,82%) Počáteční tuhost : $S_{j,ini} = 34060,35$ kNm/rad  <b>Chyba: 0 Varování: 0 Upozornění: 1</b> (*) výpočet neobsahuje posouzení průřezu sloupu na kombinaci momentu a normálové síly.
--	--	--




Zadávací rám "Patka"

## Přípoj

V této části program zobrazuje podrobné výsledky posouzení konkrétního přípoje pro vybraný zatěžovací případ. Zatěžovací případ lze volit v seznamu umístěném v horní části. Program též automaticky vytváří zatěžovací případ "Nulové zatížení". V tomto zatěžovacím případě se pouze počítá únosnost pro nulové zatížení a posudky se neprovádějí.

Tisk podrobných výsledků je k dispozici po zmáčknutí tlačítka .

V pravé části jsou vždy zobrazeny celkové výsledky posouzení pro celý styčník. Jelikož součástí výpočtu je i kontrola geometrie a ostatních okrajových podmínek výpočtu, může se ve spodní oblasti objevit výpis zjištěných nedostatků. Tyto nedostatky jsou rozděleny do tří kategorií dle závažnosti. Pokud se ve styčníku vyskytuje nějaký nedostatek typu chyba, výsledky výpočtu nejsou přístupné. Pokud se v konstrukci žádné nedostatky nevyskytují, je výpis skryt.

Výsledky pro zatěžovací případy: Nulové zatížení 	 	<b>Celkové posouzení</b> : VYHOVUJE (88,91%) <b>Rozhodující zatížení</b> : ZP1 - Zatěžovací případ 1 <b>Rozhodující přípoj</b> : Přípoj na pravé straně <b>PŘÍPOJ NA PRAVÉ STRANĚ - VYHOVUJE (88,91 %)</b> Momentová únosnost : $M_{y,Rd} = 73,11$ kNm (88,91%) Smyková únosnost : $V_{z,Rd} = 386,0$ kN (40,41%) Únosnost svarů : Maximální využití (47,13%) Počáteční tuhost : $S_{j,ini} = 151238,85$ kNm/rad
<b>Momentová únosnost</b> Rozhodující komponenta řada č. 1 - Čelní deska v ohybu $F = 128,6$ kN řada č. 2 - Pásnice náběhu v tlaku $F = 104,1$ kN Únosnost $M_{y,Rd} = 73,11$ kNm <b>Smyková únosnost</b> Rozhodující komponenta : Stěna nosníku ve smyku Únosnost : $V_{z,Rd} = 386,0$ kN <b>Únosnost svarů</b> Kritický bod : Stojina Maximální využití : (71,45%) <b>Ohybová tuhost</b> Počáteční tuhost : $S_{j,ini} = 151238,85$ kNm/rad		

Volba zatěžovacího případu pro zobrazení podrobných výsledků

Program umožňuje výběr následujících typů přípojí:

## Břit

Detail s navařeným styčnickovým plechem se skládá z následujících částí:

- **Zatížení**
- **Poloha přípoje**
- **Nosník**
- **Svary**
- **Konzola**
- **Šrouby**

## Kloubová čelní deska

Úloha s patním plechem obsahuje tyto části:

- **Zatížení**
- **Poloha přípoje**
- **Nosník**
- **Svary**
- **Čelní deska**
- **Šrouby**

## Ohybově tuhá čelní deska

Rozsah zadávání přípoje s ohybově tuhou čelní deskou je shodný s kloubovou čelní deskou

## Svařovaný Přípoj

Svařovaný přípoj nosníku obsahuje tyto části:

- **Zatížení**
- **Poloha přípoje**
- **Nosník**
- **Svary**

## Příhradové pruty na styčnickový plech

Přípoj prutů na styčnickový plech obsahuje tyto části:

- **Zatížení**
- **Poloha přípoje**
- **Plech**
- **Pruty**

## Program Dřevo

Program "**Dřevo**" slouží k posouzení dřevěných prvků dle EN 1995-1-1.

### Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní programu se skládá z hlavního menu s nástrojovými lištami v horní části okna, ovládacího stroměčku v levé části a pravé části okna, která je určena pro zadávání vstupů a prohlížení výsledků. Hlavní menu obsahuje všechny nástroje, které lze využít při práci s programem. Ovládací stroměček slouží ke správě jednotlivých úloh v projektu a též k navigaci mezi jednotlivými částmi zadávání. Práce se stroměčkem je popsána v samostatné kapitole "**Ovládací stroměček**". Alternativou k ovládacímu stroměčku je část "**Data**" hlavního menu. Tvorba výstupní dokumentace probíhá v okně "**Tisk a export dokumentu**", které je přístupné z ovládací lišty "**Soubory**" nebo z části "**Soubor**" hlavního menu.

V programu lze pracovat se třemi typy úloh:

- |               |   |
|---------------|---|
| <b>Řez</b>    | • jednoduché posouzení průřezu konstrukčního prvku na libovolný počet kombinací vnitřních sil   |
| <b>Dílec</b>  | • posouzení celého dílce se zadanými průběhy vnitřních sil. Tento typ úlohy se používá při přebírání dat z programů " <b>Fin 2D</b> " a " <b>Fin 3D</b> ".  |
| <b>Nosník</b> | • komplexní posouzení vodorovného spojitého nosníku dle zadané geometrie a zatížení. Posouzení lze provést jak pro mezní stavy únosnosti tak použitelnosti. |

Jednotlivé úlohy se zadávají pomocí tlačítek "**Přidat řez**", "**Přidat dílec**" a "**Přidat nosník**" v záhlaví ovládacího stroměčku.

### Úvodní obrazovka

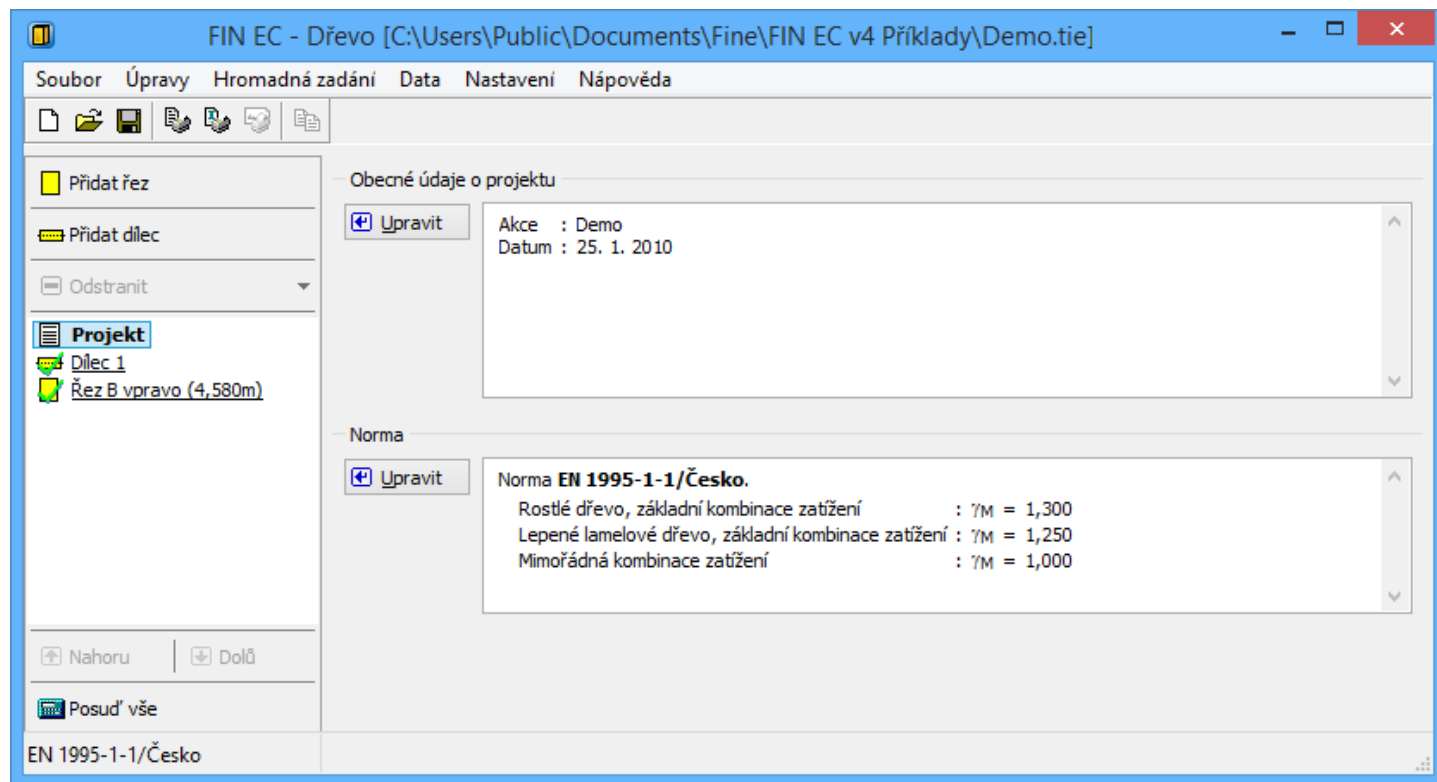
Základní obrazovka umožňuje nastavit informace o projektu a zvolit návrhovou normu.

Rám "**Obecné údaje o projektu**" zobrazuje údaje z dialogového okna "**Obecné údaje o projektu**", které je možno využít při sestavování **záhlaví** či **zápatí** výstupní dokumentace. Tyto údaje lze změnit pomocí tlačítka "**Upravit**".

Část "**Norma**" obsahuje návrhovou normu včetně národní přílohy. Změnu normy lze provést v okně "**Volba normy**", které se spouští tlačítkem "**Upravit**".

Postup výpočtu programu je popsán v **teoretické části** nápovědy.





Základní obrazovka programu "Dřevo"

## Volba normy

Toto okno slouží k volbě návrhové normy a odpovídající národní přílohy, případně též ke změně dílčích součinitelů. V programu jsou dostupné dvě návrhové normy: "EN 1995-1-1" a "ČSN 73 1702". Pro normu "EN 1995-1-1" jsou dostupné různé národní přílohy a též varianty "Uživatelská" a "Standardní EC". Volba "Standardní EC" provádí výpočet dle základního znění návrhové normy, tedy bez žádné národní přílohy. Volba "uživatelská" umožňuje zadat vlastní hodnoty dílčích součinitelů  $\gamma_M$  pro jednotlivé typy materiálů (rostlé a lepené lamelové dřevo, materiály na bázi dřeva) při základních návrhových situacích a pro mimořádné návrhové kombinace. Hodnoty vycházejí z kapitoly 2.4.1 normy EN 1995-1-1 (tabulka 2.3).

Použití těchto součinitelů je popsáno v kapitole "**Mezní stav únosnosti**" teoretické části nápovědy.

Tlačítko "Výchozí" po stisknutí nabízí rozbalitelný seznam s následujícími možnostmi:

**Převzít výchozí nastavení**

- Nastaví parametry dialogového okna dle výchozích nastavení

**Uložit nastavení jako výchozí**

- Převzme aktuální parametry jako nové výchozí nastavení

### Volba normy

**Norma:**  
EN 1995-1-1

**Národní příloha:**  
Česko

**Součinitele pro dřevěné konstrukce:**

Rostlé dřevo, základní kombinace zatížení	$\gamma_M$	=	1,300	[-]	EN 1995-1-1 - kap.2.4.1
Lepené lamelové dřevo, základní kombinace zatížení	$\gamma_M$	=	1,250	[-]	EN 1995-1-1 - kap.2.4.1
LVL, základní kombinace zatížení	$\gamma_M$	=	1,200	[-]	EN 1995-1-1 - kap.2.4.1
Překlička, základní kombinace zatížení	$\gamma_M$	=	1,200	[-]	EN 1995-1-1 - kap.2.4.1
OSB desky, základní kombinace zatížení	$\gamma_M$	=	1,200	[-]	EN 1995-1-1 - kap.2.4.1
Třískové desky, základní kombinace zatížení	$\gamma_M$	=	1,300	[-]	EN 1995-1-1 - kap.2.4.1
Vláknité desky, základní kombinace zatížení	$\gamma_M$	=	1,300	[-]	EN 1995-1-1 - kap.2.4.1
Mimořádná kombinace zatížení	$\gamma_M$	=	1,000	[-]	EN 1995-1-1 - kap.2.4.1

☐ Použít aktuální nastavení jako výchozí při spuštění

☒ OK
 ☐ Storno

Okno "Volba normy"

## Řez

Úloha "Řez" slouží k posouzení dřevěného průřezu na libovolný počet kombinací vnitřních sil. Práce s řezy (vkládání, manipulace) je popsána v části "**Ovládací stromček**".

FIN EC - Dřevo [C:\Users\Public\Documents\Fine\FIN EC v4 Příklady\Demo.tie]

Posouzení: **VÝHODNĚ** Max. využití 62,9%; ZP1 tlak+ohyb. Štíhlost vyhovuje

**Rozhodující zatěžovací případ:** ZP1 tlak+ohyb  
 Vnitřní síly:  $N = -152,000$  kN;  $M_y = 0,000$  kNm;  $M_z = 0,000$  kNm;  $V_y = -10,000$  kN;  $V_z = 0,000$  kN

**Posudek vzpěrného tlaku:**  
 Únosnost  $N_{Ed} = 241,587$  kN  
 $|-0,629| < 1$  Vyhovuje

**Parametry řezu**  
 Délka dílce: 4,580 [m]  
 Třída provozu: 1

**Průřez, materiál**  
 Průřez: Upravit celistvý obdélník  
 Materiál: Česná C22 - jehličnaté  
 Zadané dřevo je jehličnaté rostlé  
☐ Součinitel  $k_2$  pro zvětšení pevnostních charakteristik materiálu v tahu a ohybu

**Zatěžovací případy - vnitřní síly**

	Název	Typ	It. řád	$N$ [kN]	$M_2$ [kNm]	$M_1$ [kNm]	$V_2$ [kN]	$V_1$ [kN]
1	ZP1 tlak+ohyb	dlouhodobé		-152,000			-10,000	
2	ZP 2 tah	krátkodobé		160,000				

**Parametry výpočtu**  
☒ Posuzovat štíhlost: Mean štíhlost: 120,0

**Parametry vzpěru**  
☒ Počítat se vzpěrem

**Parametry klopení**  
☐ Počítat s klopením

Vzpb Z:  $k_{crz} = 2,290$  m  $L_z = 2,290$  m  $k_z = 1,000$   
 Vzpb Y:  $k_{cry} = 2,290$  m  $L_y = 2,290$  m  $k_y = 1,000$

Klopení  $M_y$ :  $k_{y1} = (-\infty - \infty)$   
 Klopení  $M_z$ :  $k_{y2} = (-\infty - \infty)$

EN 1995-1-1/Česko

Posouzení řezu

Dialogové okno obsahuje následující části:

### Parametry řezu

V této části je třeba zadat celkovou délku dílce, která vstupuje například do výpočtu vzpěru, klopení nebo posouzení

štíhlosti, a třídu provozu. Třída provozu zohledňuje vlhkost prostředí a ovlivňuje velikost součinitele  $k_{mod}$  (o součiniteli pojednává kapitola "**Materiálové charakteristiky**" v teoretické části nápovědy).

## Průřez, Materiál

Pro zadávání slouží následující tlačítka:

- |                 |   |
|-----------------|---|
| <b>Průřez</b>   | • Umožňuje zadání průřezu v okně " <b>Editace průřezu</b> ".  |
| <b>Uprav</b>    | • Spustí dialogové okno " <b>Editor průřezu</b> " s odpovídající nabídkou. Pokud ještě nebyl žádný průřez zadán, spustí se pouze okno " <b>Editace průřezu</b> ".   |
| <b>Materiál</b> | • Umožňuje výběr pevnostní třídy dřeva z databáze v okně " <b>Katalog materiálu</b> ". Databáze nabízí jak základní pevnostní třídy dle ČSN EN 1912 (C24 apod.), tak třídy řeziva dle lokálních norem na třídění dřeva. |
| <b>Číselně</b>  | • Umožňuje zadání pevnostních charakteristik dřeva v okně " <b>Editor materiálu</b> ".  |

S ohledem na kapitolu 3.2 normy ČSN EN 1995-1-1 je možné součinitelem  $k_f$  zvětšit charakteristické pevnosti v tahu a ohybu u průřezů malých rozměrů. K tomuto zvýšení slouží zaškrtačací políčko "**Součinitel  $k_f$  pro zvětšení pevnostních charakteristik materiálu v tahu a ohybu**". O součiniteli též pojednává kapitola "**Materiálové charakteristiky**" teoretické části nápovědy.

## Zatěžovací případy

Tato část umožňuje zadat jednotlivé zatěžovací případy (kombinace vnitřních sil a momentů), které jsou pro daný řez posuzovány. Zatěžovací případy se zadávají v **tabulce** pomocí standardních tlačítek "**Přidat**", "**Upravit**" a "**Odstranit**". Tabulka zobrazuje veškeré potřebné informace o zatěžovacích případech (především velikosti vnitřních sil a celkové využití průřezu pro daný zatěžovací případ. Zadávání vnitřních sil probíhá v dialogovém okně "**Editace zatěžovacího případu**".

Zatěžovací případy je možné do tabulky vložit též importem textového respektive \*.csv souboru. Toto řešení je vhodné v případech, kdy je nutné zadat větší počet případů, které vznikly například výpočtem v jiném statickém programu. Nastavení importu a výběr vstupního souboru se provádí v okně "**Import zatížení**", které se spouští tlačítkem "**Import**".

## Parametry výpočtu

V parametrech výpočtu se lze rozhodnout, zda má být v průběhu posouzení kontrolována i mezní štíhlost prvku. Posouzení se zapíná nastavením "**Posuzovat štíhlost**", po zapnutí se zpřístupní zadávací pole, v kterém je možné stanovit limitní velikost štíhlosti. Tato problematika je popsána v části "**Posouzení štíhlosti**" teoretické části nápovědy.

## Parametry vzpěru

V této části lze zavést do výpočtu vliv vzpěru. Vlastnosti vzpěru se zadávají samostatně pro směry  $z$  a  $y$  v okně "**Parametry vzpěru**", které se spouští tlačítky "**Vzpěr  $z$** " či "**Vzpěr  $y$** ". Základní údaje z tohoto dialogového okna (konečná vzpěrná délka, základní délka pro výpočet vzpěru, součinitel vzpěru a vybraný model podepření) jsou zobrazeny v řádku za příslušným tlačítkem. Zadání parametrů vzpěru není umožněno, pokud není zadán minimálně jeden zatěžovací stav, který obsahuje tlakovou normálovou sílu. Výpočtu vzpěru se věnuje kapitola "**Vzpěr**" teoretické části nápovědy.

## Parametry klopení

V této části lze zavést do výpočtu vliv klopení. Vlastnosti klopení se zadávají samostatně pro směry  $z$  a  $y$  v okně "**Parametry klopení**", které se spouští tlačítky "**Klopení  $M_y$** " či "**Klopení  $M_z$** ". Základní údaje z tohoto dialogového okna (délka prvku pro výpočet klopení, typ nosníku a zatížení) jsou zobrazeny v řádku za příslušným tlačítkem. Zadání parametrů klopení není umožněno, pokud není zadán alespoň jeden zatěžovací případ, který obsahuje zatížení příslušným ohybovým momentem. Výpočtu klopení se věnuje kapitola "**Klopení**" teoretické části nápovědy.

## Výsledky

Výsledky jsou zobrazovány v pravé horní části dialogového okna. Podrobné výsledky pro aktivní zatěžovací případ lze zobrazit pomocí tlačítka "**Podrobně**" v tabulce zatěžovacích případů. Výsledky se zobrazí v samostatném okně, toto okno umožňuje uložení textu do schránky pomocí **Ctrl+C** a vložení do jiného dokumentu.

Posouzení je popsáno v kapitole "**Mezní stav únosnosti**" teoretické části nápovědy.

## Spojení

Toto dialogové okno slouží k zadání vlastností spojení dřívků v členěných prutech. Podporovány jsou následující způsoby propojení:

- **nespojeno** - neuvažuje se žádné spojení profilů ve složeném průřezu. Únosnost průřezu je získána jako prostý součet únosností jednotlivých částí. Tento postup se použije v případě, že není zaškrtnuta volba "**Prvky průřezu jsou spojeny**".
- **vložky** - prvky průřezu jsou spojeny mezilehlými vložkami. Vložky mohou být připojeny hřebíky nebo lepením. Pro výpočet únosnosti je nutné zadat vzdálenost a šířku vložek. Posouzení vychází z části C.3 normy EN 1995-1-1.

- **rámové spojky** - prvky průřezu jsou propojeny rámovými spojkami. Spojky mohou být připojeny hřebíky nebo lepením. Pro výpočet únosnosti je nutné zadat vzdálenost a šířku spojek. Posouzení vychází z části C.3 normy EN 1995-1-1.
- **příhradové spojky** - prvky průřezu jsou propojeny příhradovými spojkami tvaru V nebo N. Spojky mohou být provedeny hřebíky nebo lepením. Pro výpočet je nutné zadat vzdálenost styčníků na dřívku, šířku spojek a u hřebíkových spojů též průměr a počet hřebíků na jedné diagonále (u víceštíčných diagonál se jedná o celkový počet hřebíků ve všech střížích). Zaškrtnutí políčko "**Otvory pro hřebíky jsou předvrtané**" ovlivňuje modul prokluzu hřebíků. Posouzení vychází z části C.4 normy EN 1995-1-1.

Posuzované členěné pruty s vložkami a rámovými spojkami by měly splnit okrajové podmínky uvedené v C.3.1(2) normy EN 1995-1-1. Mezi nejdůležitější patří:

- počet volných polí je minimálně tři, tedy dřívky jsou spojeny na koncích a minimálně ve třetinách
- vzdálenost  $b_m$  mezi dřívky není větší než trojnásobek (vložky) resp. šestinásobek (rámové spojky) tloušťky dřívků  $b_1$
- šířka  $l_2$  vyhovuje podmínce  $l_2/b_m \geq 1,5$  pro vložky respektive  $l_2/b_m \geq 2$  pro rámové spojky

Posuzované členěné pruty s příhradovými spojkami by měly splnit okrajové podmínky uvedené v C.4.1(2) normy EN 1995-1-1. Mezi nejdůležitější patří:

- prut se skládá minimálně ze tří polí, konce jsou ztuženy
- štíhlostní poměr pásu (o délce  $l_1$ ) není větší než 60
- u pásů nedojde k vybočení odpovídajícímu délce tlačení prutu  $l_1$

**Spojení**

☒ Prvky průřezu jsou spojeny

Spojky: příhradové

Spojení: hřebíky

Příhrady: Typ V

Vzdálenost spojek:  $L_1$  0,600 [m]

Šířka spojek:  $L_2$  0,120 [m]

Průměr hřebíků:  $d$  4,0 [mm]

☐ Otvory pro hřebíky jsou předvrtané

Počet hřebíků v diagonále: 6

OK Storno

Dialogové okno "Spojení"

## Import zatížení

Okno "**Import zatížení**" se zobrazí po načtení zdrojového \*.txt nebo \*.csv souboru pro import zatížení. Toto okno umožňuje uspořádat data obsažená ve zdrojovém souboru. Levá část okna zobrazuje v tabulce obsah načteného souboru, v pravé části lze vybrat, jaká položka má být přiřazena konkrétnímu sloupku tabulky. U číselných veličin je možné zadat též násobitel, kterým lze přenásobit všechny položky ve sloupci. Tato funkce se používá nejčastěji v případech, když je zdrojový soubor sestaven s jinými jednotkami než s výchozími. Pokud první řádky dokumentu obsahují doplňující údaje (popis veličin adpo.), je možné nastavit číslo řádku, od kterého se má import provést. Pro toto zadání slouží položka "**Importovat od řádku číslo**". Výchozí jednotky pro program "**Dřevo**" jsou [kN] respektive [kNm].

**Import zatížení**

Náhled

D:\help\\_podklady Fin EC\drevo\drevo\_import\_sil.csv

Dle druhého řádu	
1	Ano
0	Ne

Trvání zatížení	
1	Stálé
2	Proměnné dlouhodobé
3	Proměnné střednědobé
4	Proměnné krátkodobé
5	Proměnné okamžikové
6	Mimořádné

Sloupce: 7; Řádky: 3

1	2	3	4	5	6	7
tlak + ohyb	-152,00	5,00	0,00	-10,00	0,00	2
tah	160,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4
maximální ohyb	0,00	16,20	0,00	0,00	0,00	3

Uložit jako výchozí

Parametry importu zatížení

CSV: Sloupce jsou odděleny středníkem ";"

Importovat od řádku číslo: 1

Sloupec: 1

Násobitel:

☒ Název

☒ Normálová síla

☒ Ohybový moment

☒ Ohybový moment

☒ Smyková síla

☒ Smyková síla

☐ Dle druhého řádu

☒ Trvání zatížení

N 2 1,00 [-]

M<sub>2</sub> 3 1,00 [-]

M<sub>3</sub> 4 1,00 [-]

V<sub>3</sub> 5 1,00 [-]

V<sub>2</sub> 6 1,00 [-]

Importuj Storno

Okno "Import zatížení"

## Tvorba textového souboru

Textový soubor lze vytvořit v jakémkoliv textovém editoru (například *Poznámkový blok*, *Word*, *Writer*). Pro soubor platí, že každý řádek představuje jeden zatěžovací případ. V každém řádku lze vpsat hodnoty všech vnitřních sil, oddělené mohou být mezerou nebo tabulátorem. Pořadí jednotlivých veličin nemusí být totožné s pořadím v programu, je však nutné dodržet stejné pořadí pro všechny zatěžovací případy. Řádek může též obsahovat údaj o názvu zatěžovacího případu, informaci o délce trvání zatížení a určení, zda byly vnitřní síly spočítány dle teorie II. řádu či nikoliv. Délka trvání zatížení se určuje číselným kódem dle následujícího schématu:

1	Stálé
2	Proměnné dlouhodobé
3	Proměnné střednědobé
4	Proměnné krátkodobé
5	Proměnné okamžikové
6	Mimořádné

Pokud je třeba provést rozlišení zatěžovacích případů s ohledem na účinky II. řádu, je možné použít následující číselné schéma:

1	Síly spočteny dle teorie II. řádu
0	Síly nejsou spočteny dle teorie II. řádu

Soubor též může vzniknout použitím části výstupní dokumentace z jiného statického programu.

drevo\_import\_sil.txt – Poznámkový blok

Soubor Úpravy Formát Zobrazení Nápověda

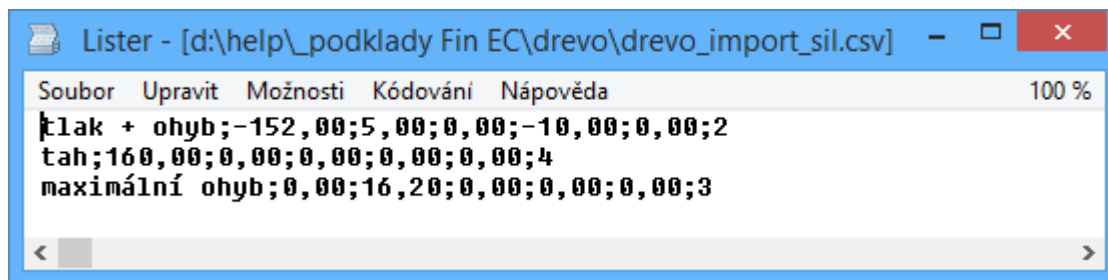
```
"tlak + ohyb" -152,00 5,00 0,00 -10,00 0,00 2
"tah" 160,00 0,00 0,00 0,00 0,00 4
"maximální ohyb" 0,00 16,20 2,30 0,00 0,00 3
```

Řádek 1, Sloupec 1

Textový soubor v programu "Poznámkový blok"

## Tvorba \*.csv souboru

Pro soubor typu \*.csv (comma-separated values) platí prakticky identická pravidla jako pro textový soubor. Hlavním rozdílem je, že jednotlivé údaje v řádku jsou odděleny středníkem ";".



Ukázka \*.csv souboru

Tento typ souboru lze vytvořit i v tabulkových procesorech jako je například *Excel* nebo *Calc*. Vytvořený dokument stačí uložit jako \*.csv soubor s odpovídajícím oddělovacím znakem.

	A	B	C	D	E	F	G
1	tlak + ohyb	-152,00	5,00	0,00	-10,00	0,00	2
2	tah	160,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4
3	maximální ohyb	0,00	16,20	2,30	0,00	0,00	3
4							

Příprava \*.csv souboru v tabulkovém procesoru

## Dílec

Úloha "**Dílec**" slouží k posouzení prutového prvku (např. sloup, trám, průvlak) na zadané průběhy vnitřních sil. Dílec může být rozdělen na libovolný počet částí s různými parametry vzpěru a klopení.

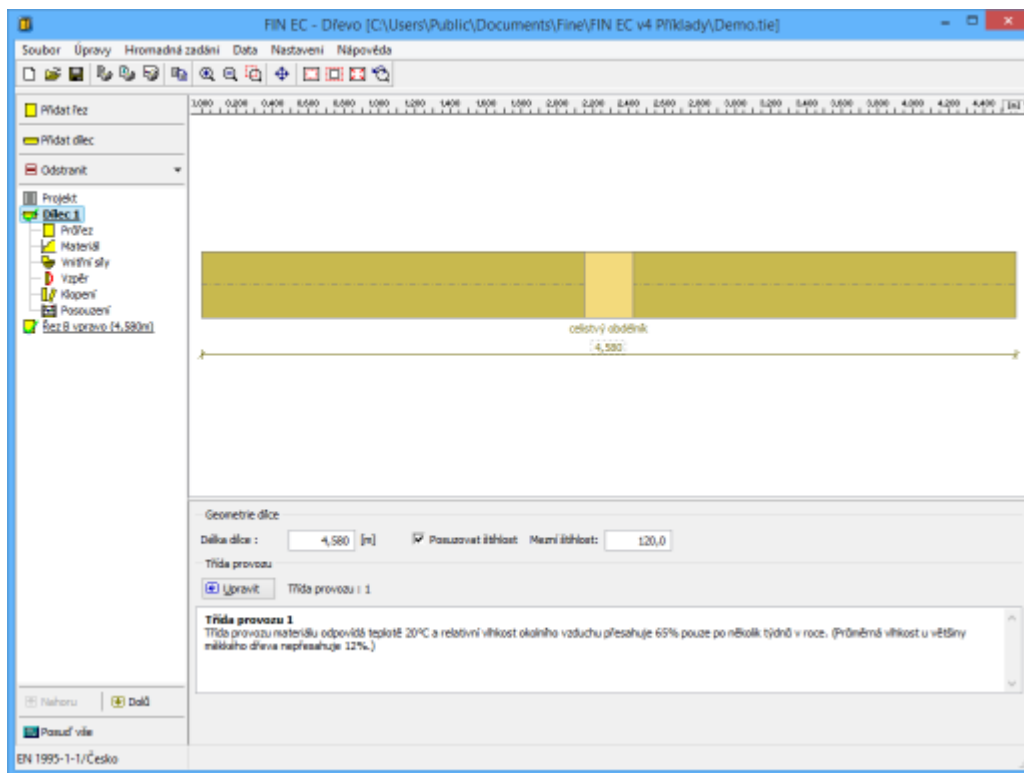
Na úvodní obrazovce k dílci lze nastavit následující údaje:

- Délka prvku**
  - celková délka prvku zadaná v metrech
- Mezní štíhlost**
  - umožňuje zadat mezní štíhlost prvku a kontrolovat ji v průběhu posouzení
- Třída provozu**
  - umožňuje zadat třídu provozu dle kapitoly 2.3.1.3 normy ČSN EN 1995-1-1 pro daný dílec. Základním parametrem pro rozdělení je relativní vlhkost okolního vzduchu. Tato třída provozu má vliv na volbu součinitele  $k_{mod}$  (více v kapitole "**Materiálové charakteristiky**" teoretické části nápovědy).

Zadávatí vlastností dílce se skládá z následujících částí:

- **Průřez**
- **Materiál**
- **Vnitřní síly**
- **Vzpěr**
- **Klopení**
- **Posouzení**

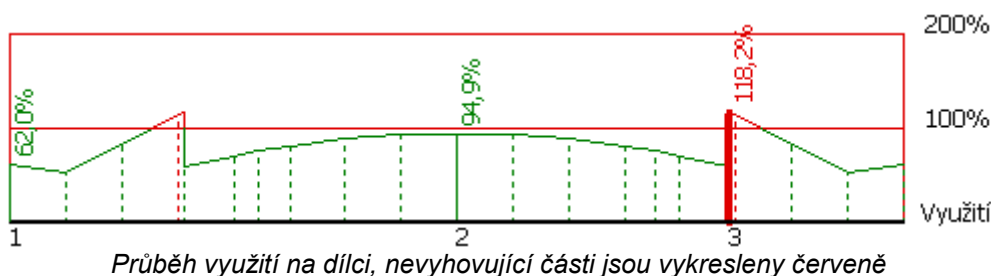
Práce s dílci (vkládání, manipulace) je popsána v části "**Ovládací stromeček**".



Základní nastavení pro dílec

## Posouzení

Část "**Posouzení**" slouží k zobrazování výsledků statického posudku zadaného dílce. Posudek dílce je zobrazen na pracovní ploše formou průběhu využití v procentech po délce dílce. Pokud dílec po celé délce vyhovuje, je průběh vykreslen zelenou barvou. Pokud pro některý úsek využití překračuje 100%, je zvýrazněn červenou barvou.



Zadávací rám obsahuje volbu způsobu výpočtu a možnost vložení řezů dílce, ve kterých mohou být podrobně zobrazeny výsledky posouzení.

## Způsob výpočtu

Způsob výpočtu se volí v horní části zadávacího rámu. Určuje, jakým způsobem a pro jaké zatížení má být proveden posudek. Možné jsou následující varianty:

### Využití rozhodujícího zatěžovacího případu

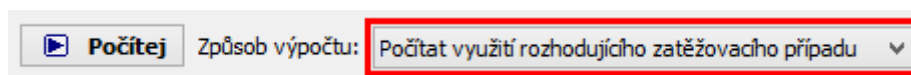
#### Obálka maximálních využití

- Zobrazuje využití rozhodujícího zatěžovacího případu, tj. toho, kde je dosaženo největšího využití
- Zobrazuje obálku maximálního využití dílce. Pro výpočet obálky jsou použity všechny zatěžovací případy, z kterých je v každém místě dílce vybrána nejhorší hodnota využití

### Jednotlivé zatěžovací případy

- Zobrazí využití dílce pro vybraný zatěžovací případ

Po přepnutí Způsobu výpočtu je nutné spustit výpočet posouzení tlačítkem "**Počítej**".



Výběr Způsobu výpočtu

## Řezy pro posouzení

Řezy pro posouzení jsou používány k podrobným výpisům výsledků v zadaných řezech dílce. Pro zadané řezy lze buď vytisknout grafické výstupy nebo je lze převést na samostatné úlohy typu "**Řez**". Program automaticky zobrazuje kritický

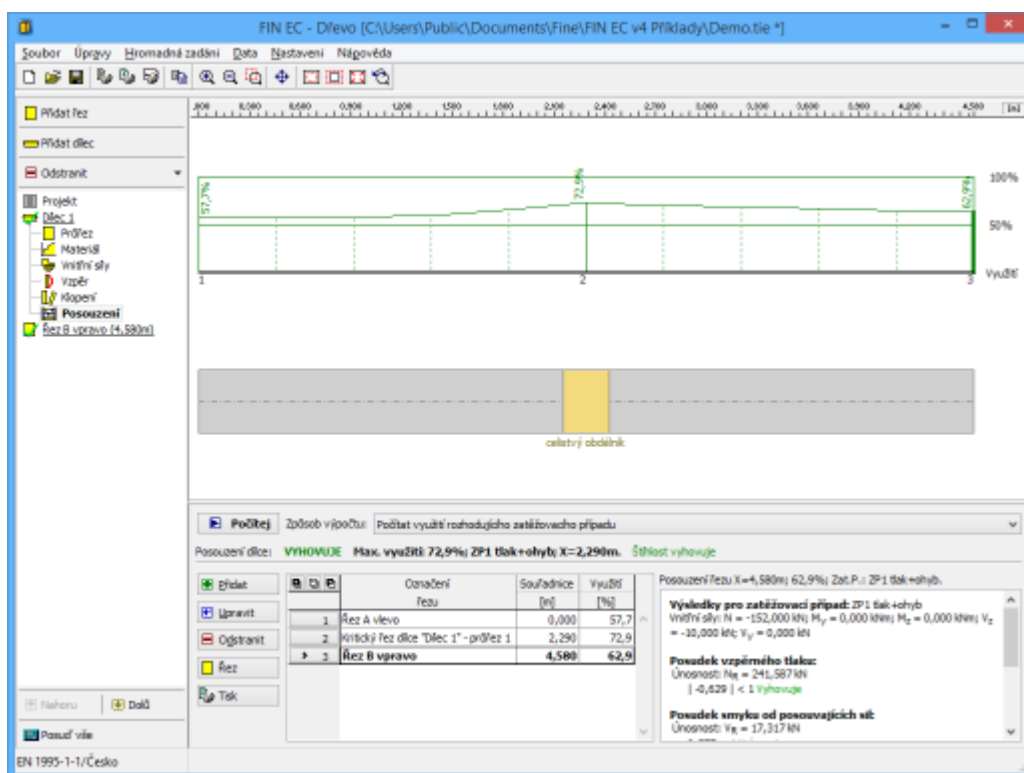


průřez na dílci (tj. ten s největším využitím), další řezy mohou být vloženy ručně.

Pro práci s řezy jsou v programu k dispozici následující funkce:

- Řez**
  - Převede aktivní řez v tabulce na samostatnou úlohu "**Řez**". Do řezu se převedou všechny potřebné parametry z dílce (průřez, materiály, parametry vzpěru, klopení) i odpovídající vnitřní síly pro všechny zadané zatěžovací případy.
- Přidat**
  - Vkládá na dílec nový řez, ve kterém je možné prohlížet podrobné výsledky posouzení. Nový řez se vkládá pomocí dialogového okna "**Nový řez pro posudek**".
- Upravit**
  - Umožňuje upravit vlastnosti aktivního řezu pro posouzení.
- Odstranit**
  - Odstraní aktivní řez pro posouzení.
- Tisk**
  - Umožňuje výsledky posouzení v jednotlivých řezech dílce vytisknout v **dialogovém okně pro tisk** pomocí stručných jednostránkových výstupů.

Pro vkládání řezů lze využít i **aktivní pracovní plochu**. Nový řez lze vložit dvojklikem na vybrané místo na dílci.



Část "Posouzení" dimenzace dílců

## Nosník

Úloha "**Nosník**" slouží ke komplexnímu posouzení vodorovného spojitého nosníku (trám, průvlak, vaznice apod.) na účinky zadaného zatížení či pro zadané průběhy vnitřních sil. Nosník může být namáhaný pouze jednoosým ohybem. Nosník může být posouzen jak na mezní stav únosnosti, tak použitelnosti.

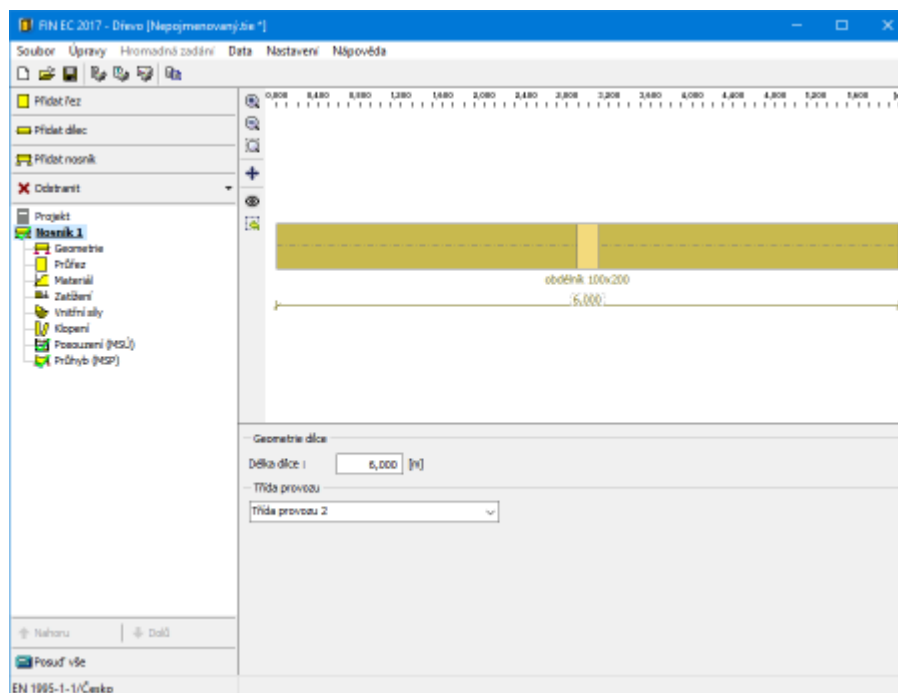
Na úvodní obrazovce k nosníku lze nastavit následující údaje:

- Délka prvku**
  - celková délka prvku zadaná v metrech
- Třída provozu**
  - umožňuje zadat třídu provozu dle kapitoly 2.3.1.3 normy ČSN EN 1995-1-1 pro daný dílec. Základním parametrem pro rozdělení je relativní vlhkost okolního vzduchu. Tato třída provozu má vliv na volbu součinitele  $k_{mod}$  (více v kapitole "**Materiálové charakteristiky**" teoretické části nápovědy).

Zadávání vlastností nosníku se skládá z následujících částí:

- **Geometrie**
- **Průřez**
- **Materiál**
- **Zatížení**
- **Vnitřní síly**
- **Vzpěr**
- **Klopení**
- **Posouzení (MSÚ)**
- **Průhyb (MSP)**

Práce s nosníky (vkládání, manipulace) je popsána v části "**Ovládací stromček**".



Základní nastavení pro nosník

## Průhyb (MSP)

V této části program provádí výpočet a posouzení průhybu. Výpočet je prováděn pouze pro zatěžovací případy (kombinace) určené pro posuzování mezních stavů použitelnosti. Pokud není žádná taková kombinace v části "**Zatížení**" vytvořena, nelze výpočet průhybu provést. V rámu ve spodní části okna lze zadat způsob výpočtu limitní hodnoty průhybu:

### Běžné požadavky

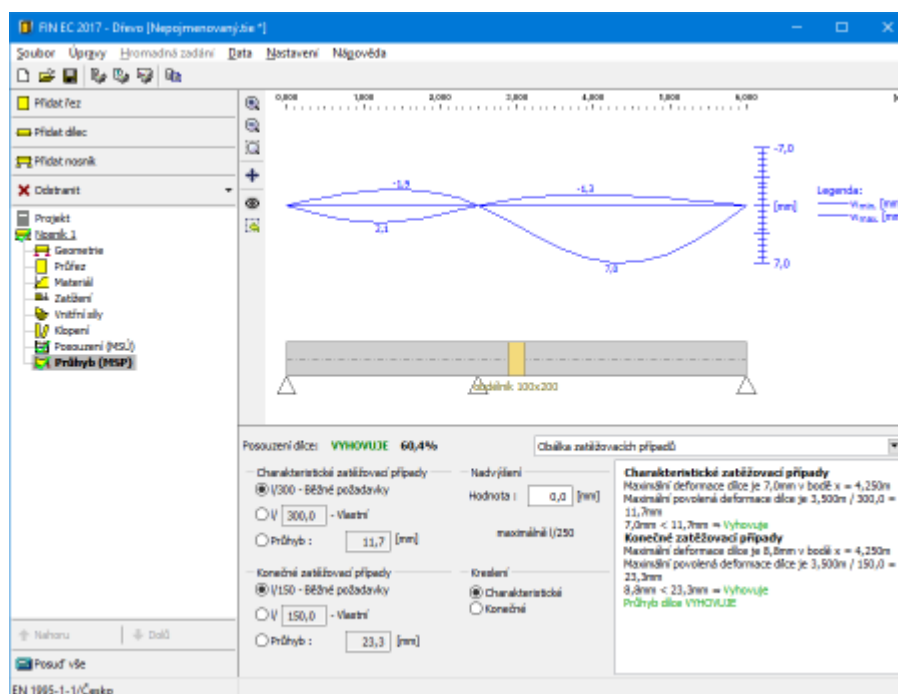
- Toto omezení představuje základní omezení průhybu hodnotou, při které mohou být ohroženy vzhled a obecná použitelnost konstrukce. Výchozí hodnoty vycházejí z tabulky 7.2 normy EN 1995-1-1.

### Vlastní požadavky

#### Průhyb

- Tato volba umožňuje zadat vlastní limitní hodnotu jako podíl rozpětí konstrukce
- Tato volba umožňuje zadat vlastní limitní průhyb jako absolutní hodnotu v *mm*

Zadat lze samostatně požadavky pro charakteristické zatěžovací případy (používají se pro výpočet  $w_{inst}$ ) i pro případy, které jsou určeny pro stanovení konečného průhybu  $w_{net,fin}$ .



Část "Průhyb" posouzení nosníku

## Program Dřevo požár

Program "Dřevo požár" slouží k požární odolnosti dřevěných prvků dle EN 1995-1-2.

### Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní programu se skládá z hlavního menu s nástrojovými lištami v horní části okna, ovládacího stroměčku v levé části a pravé části okna, která je určena pro zadávání vstupů a prohlížení výsledků. Hlavní menu obsahuje všechny nástroje, které lze využít při práci s programem. Ovládací stroměček slouží ke správě jednotlivých úloh v projektu a též k navigaci mezi jednotlivými částmi zadávání. Práce se stroměčkem je popsána v samostatné kapitole "**Ovládací stroměček**". Alternativou k ovládacímu stroměčku je část "**Data**" hlavního menu. Tvorba výstupní dokumentace probíhá v okně "**Tisk a export dokumentu**", které je přístupné z ovládací lišty "**Soubory**" nebo z části "**Soubor**" hlavního menu.

V programu lze pracovat se třemi typy úloh:

- Řez**
  - jednoduché posouzení průřezu konstrukčního prvku na libovolný počet kombinací vnitřních sil
- Dílec**
  - posouzení celého dílce se zadanými průběhy vnitřních sil. Tento typ úlohy se používá při přebírání dat z programů "**Fin 2D**" a "**Fin 3D**".
- Nosník**
  - komplexní posouzení vodorovného spojitého nosníku na základě zadané geometrie a zatížení.

Jednotlivé úlohy se zadávají pomocí tlačítek "**Přidat řez**", "**Přidat dílec**" respektive "**Přidat nosník**" v záhlaví ovládacího stroměčku.

### Úvodní obrazovka

Základní obrazovka umožňuje nastavit informace o projektu a zvolit návrhovou normu.

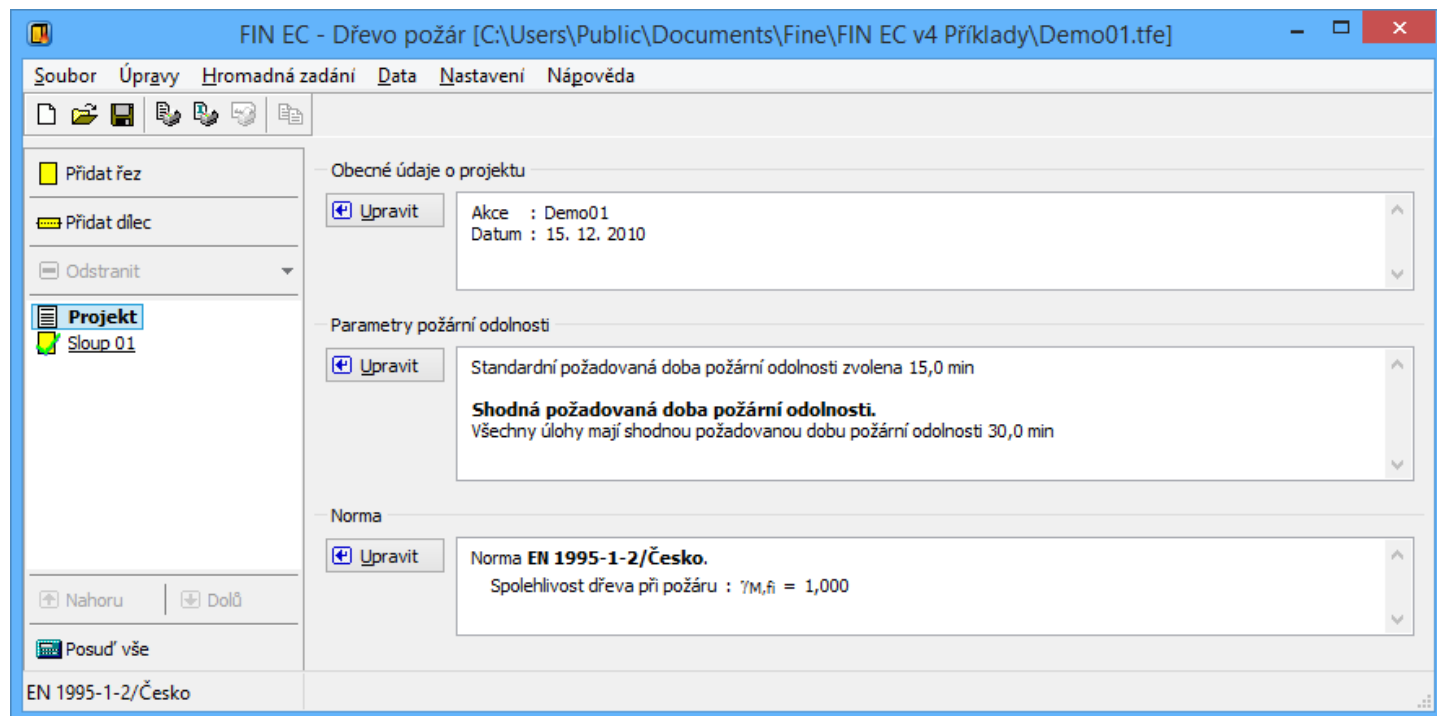
Rám "**Obecné údaje o projektu**" zobrazuje údaje z dialogového okna "**Obecné údaje o projektu**", které je možno využít při sestavování **záhlaví** či **zápatí** výstupní dokumentace. Tyto údaje lze změnit pomocí tlačítka "**Upravit**".

Část "**Parametry požární odolnosti**" umožňuje zvolit požadovanou dobu požární odolnosti, pro kterou je prováděno posouzení. Zadaná hodnota je pak použita jako výchozí u jednotlivých úloh (**řezů**, **dílců**) projektu, kde může být dále libovolně měněna. Zadávání probíhá v samostatném okně "**Požární odolnost**", které se spouští tlačítkem "**Upravit**". V případě, že je nutné nastavit novou hodnotu požární odolnosti již existujícím úlohám, lze použít políčko "**Nastavit požadovanou dobu požární odolnosti všem úlohám**". Pokud uživatel před ukončením dialogového okna zaškrtně políčko "**Nastavit jako výchozí**", bude zadaná hodnota automaticky nastavena u všech budoucích projektů.

Dialogové okno "Požární odolnost"

Část "**Norma**" obsahuje návrhovou normu včetně národní přílohy. Změnu normy lze provést v okně "**Volba normy**", které se spouští tlačítkem "**Upravit**".

Postup výpočtu programu je popsán v **teoretické části** nápovědy.



Základní obrazovka programu "Dřevo požár"

## Volba normy

Toto okno slouží k volbě národní přílohy návrhové normy EN 1995-1-2, případně též ke změně dílčích součinitelů. K dispozici jsou různé národní přílohy a též varianty "Uživatelská" a "Standardní EC". Volba "Standardní EC" provádí výpočet dle základního znění návrhové normy, tedy bez žádné národní přílohy. Volba "uživatelská" umožňuje zadat vlastní hodnotu dílčího součinitele spolehlivosti dřeva při požáru  $\gamma_{M,fi}$ . Hodnota tohoto součinitele vychází z kapitoly 2.3 normy EN 1995-1-2. Použití součinitele je popsáno v kapitole "Mezní stav únosnosti" teoretické části nápovědy.

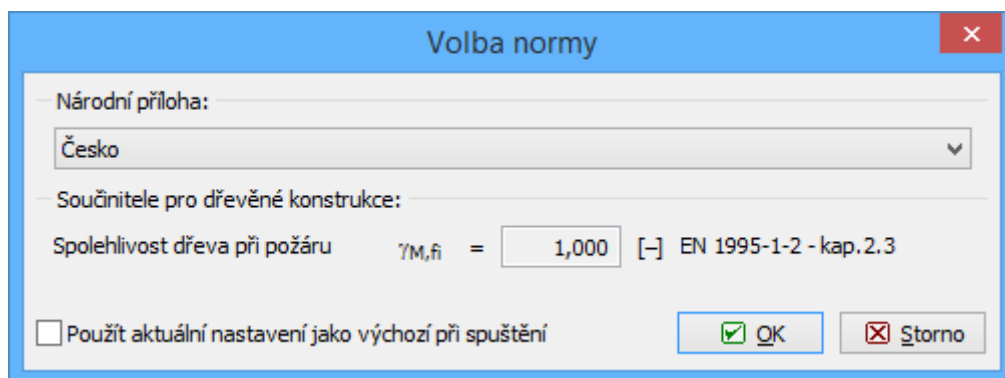
Tlačítko "Výchozí" po stisknutí nabízí rozbalitelný seznam s následujícími možnostmi:

**Převzít výchozí nastavení**

- Nastaví parametry dialogového okna dle výchozích nastavení

**Uložit nastavení jako výchozí**

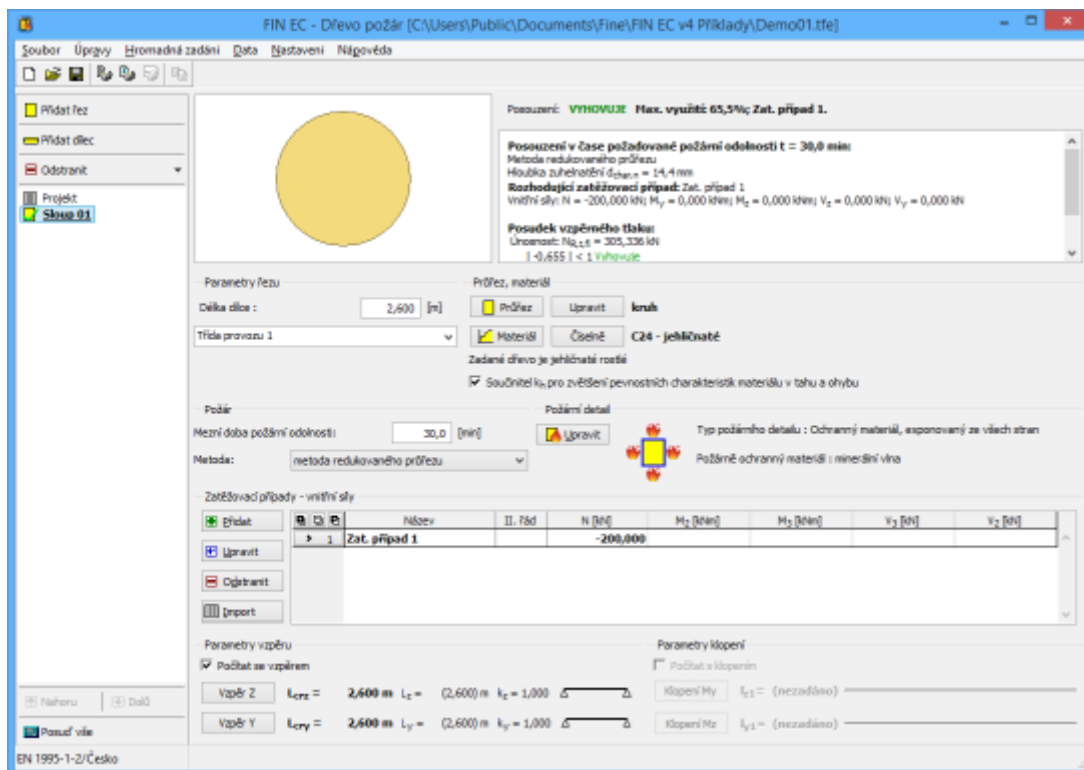
- Převezme aktuální parametry jako nové výchozí nastavení



Okno "Volba normy"

## Řez

Úloha "Řez" slouží k posouzení dřevěného průřezu na libovolný počet kombinací vnitřních sil. Práce s řezy (vkládání, manipulace) je popsána v části "Ovládací stromček".



Posouzení řezu

Dialogové okno obsahuje následující části:

## Parametry řezu

V této části je třeba zadat celkovou délku dílce, která vstupuje například do výpočtu vzpěru a klopení.

## Požár

Zde lze zadat metodu posouzení a dobu požární odolnosti, pro kterou má být proveden posudek. Program na začátku automaticky nastavuje dobu požární odolnosti dle hodnoty zadané v **základních vlastnostech projektu**.

V souladu s kapitolou 4.2 normy ČSN EN 1995-1-2 si lze vybrat, zda má být požární odolnost posouzena **"Metodou redukovaného průřezu"** nebo **"Metodou redukovaných vlastností"**. Doporučenou metodou v normě je **"Metoda redukovaného průřezu"**. Obě metody jsou popsány v kapitole **"Metody posouzení požární odolnosti"** teoretické části nápopovědy.

## Průřez, Materiál

Pro zadávání slouží následující tlačítka:

- Průřez**
  - Umožňuje zadání průřezu v okně **"Editace průřezu"**.
- Uprav**
  - Spustí dialogové okno **"Editor průřezu"** s odpovídající nabídkou. Pokud ještě nebyl žádný průřez zadán, spustí se pouze okno **"Editace průřezu"**.
- Materiál**
  - Umožňuje výběr pevnostní třídy dřeva z databáze v okně **"Katalog materiálů"**. Databáze nabízí jak základní pevnostní třídy dle ČSN EN 1912 (C24 apod.), tak třídy řeziva dle lokálních norem na třídění dřeva.
- Číselně**
  - Umožňuje zadání pevnostních charakteristik dřeva v okně **"Editor materiálu"**.

Norma ČSN EN 1995-1-2 předepisuje v tabulce 3.1 různé návrhové rychlosti zuhelnatění pro jehličnaté a listnaté dřevo. Jedinou výjimkou je bukové dřevo, pro které se má dle článku 3.4.2.(6) uvažovat rychlost zuhelnatění jako pro jehličnaté dřevo. Pokud je posuzováno bukové dřevo, lze pomocí přepínače **"Zadané dřevo je bukové"** toto ustanovení zavést do výpočtu. Tento přepínač je dostupný pouze v případě, že je zvolena pevnostní třída listnatého řeziva  $D_{xx}$ .

S ohledem na kapitolu 3.2 normy ČSN EN 1995-1-1 je možné součinitelem  $k_h$  zvětšit charakteristické pevnosti v tahu a ohybu u průřezů malých rozměrů. K tomuto zvýšení slouží zaškrtnuté políčko **"Součinitel  $k_h$  pro zvětšení pevnostních charakteristik materiálu v tahu a ohybu"**. O součiniteli též pojednává kapitola **"Materiálové charakteristiky"** teoretické části nápopovědy.

## Protipožární ochrana

V této části lze zadat způsob požární ochrany respektive způsob expozice prvku. Zadávání probíhá v okně **"Požární detail"**, které lze spustit tlačítkem **"Detail"** nebo dvojklikem na obrázek detailu.

## Zatěžovací případy

Tato část umožňuje zadat jednotlivé zatěžovací případy (kombinace vnitřních sil a momentů), které jsou pro daný řez posuzovány. Zatěžovací případy se zadávají v **tabulce** pomocí standardních tlačítek "**Přidat**", "**Upravit**" a "**Odstranit**". Zadávání vnitřních sil probíhá v dialogovém okně "**Editace zatěžovacího případu**".

Zatěžovací případy je možné do tabulky vložit též importem textového respektive \*.csv souboru. Toto řešení je vhodné v případech, kdy je nutné zadat větší počet případů, které vznikly například výpočtem v jiném statickém programu. Nastavení importu a výběr vstupního souboru se provádí v okně "**Import zatížení**", které se spouští tlačítkem "**Import**".

## Parametry vzpěru

V této části lze zavést do výpočtu vliv vzpěru. Vlastnosti vzpěru se zadávají samostatně pro směry z a y v okně "**Parametry vzpěru**", které se spouští tlačítky "**Vzpěr z**" či "**Vzpěr y**". Základní údaje z tohoto dialogového okna (konečná vzpěrná délka, základní délka pro výpočet vzpěru, součinitel vzpěru a vybraný model podepření) jsou zobrazeny v řádku za příslušným tlačítkem. Zadání parametrů vzpěru není umožněno, pokud není zadán minimálně jeden zatěžovací stav, který obsahuje tlakovou normálovou sílu.

## Parametry klopení

V této části lze zavést do výpočtu vliv klopení. Vlastnosti klopení se zadávají samostatně pro směry z a y v okně "**Parametry klopení**", které se spouští tlačítky "**Klopení  $M_y$** " či "**Klopení  $M_z$** ". Základní údaje z tohoto dialogového okna (délka prvku pro výpočet klopení, typ nosníku a zatížení) jsou zobrazeny v řádku za příslušným tlačítkem. Zadání parametrů klopení není umožněno, pokud není zadán alespoň jeden zatěžovací případ, který obsahuje zatížení příslušným ohybovým momentem.

## Výsledky

Výsledky jsou zobrazovány v pravé horní části dialogového okna. Program zobrazuje výsledky provedených posudků pro nejhorší zatěžovací případ. Podrobné výsledky pro aktivní zatěžovací případ lze zobrazit pomocí tlačítka "**Podrobně**" v tabulce zatěžovacích případů. Výsledky se zobrazí v samostatném okně, toto okno umožňuje uložení textu do schránky pomocí **Ctrl+C** a vložení do jiného dokumentu.

Posouzení je popsáno v kapitole "**Mezní stav únosnosti**" teoretické části nápovědy.



## Požární detail

V tomto dialogovém okně lze určit způsob ochrany respektive expozice posuzovaného prvku. Program nabízí dva typy nechráněných průřezů: exponovaný ze všech stran či pouze ze tří. Shodné varianty jsou dostupné i pro chráněné průřezy. Dostupné je též posouzení sloupku ve stěnách (obklad ze dvou protilehlých stran, dutiny vyplněny minerální vlnou).

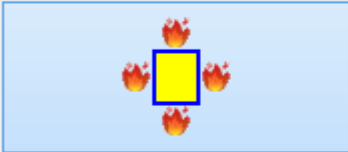

Požární ochranu průřezu tvoří obklad, který jednak posouvá počátek zuhelnatění průřezu v čase a jednak mění rychlost zuhelnatění. Obklad může být ze dřeva, z materiálu na bázi dřeva, ze sádrokartonu nebo z minerální vlny. Pro každý materiál se zadávají další parametry důležité z hlediska výpočtu, jako například měrná hmotnost, tloušťka a případně počet vrstev materiálu. Pro sádrokartonové desky se navíc popisují spáry mezi deskami. Pro nehořlavé ochranné materiály se ještě udává délka připojovacích prostředků (hřebíků, vrutů apod.), neboť na ní závisí délka doby do odpadnutí požární ochrany. Je možno použít i jiný materiál požární ochrany. Pro obecný materiál je ale potřeba popsat průběh nárůstu hloubky zuhelnatění v čase pomocí nezbytných charakteristik. Význam těchto veličin je popsán v teoretické části nápovědy v kapitole "**Stanovení hloubky zuhelnatění**".

Požární detail ✕

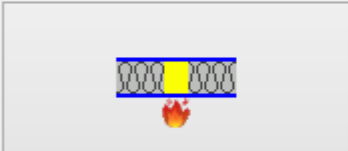
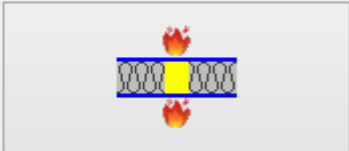
**Nechráněný průřez**

**Chráněný průřez**

Sloupky stěn s dutinami vyplněnými izolací

Požární ochrana :

Materiál : dřevěný obklad ▼

Vrstvy požární ochrany :

☒ 1. vrstva

tloušťka  $h_{in}$  15,0 [mm]

☐ 2. vrstva

tloušťka  $h_{ex}$   [mm]

Objemová hmotnost materiálu  $\rho_k$

600,0 [kg/m<sup>3</sup>]

OK
✕ Storno

Dialogové okno "Požární detail"

## Import zatížení

Okno "**Import zatížení**" se zobrazí po načtení zdrojového \*.txt nebo \*.csv souboru pro import zatížení. Toto okno umožňuje uspořádat data obsažená ve zdrojovém souboru. Levá část okna zobrazuje v tabulce obsah načteného souboru, v pravé části lze vybrat, jaká položka má být přiřazena konkrétnímu sloupci tabulky. U číselných veličin je možné zadat též násobitel, kterým lze přenásobit všechny položky ve sloupci. Tato funkce se používá nejčastěji v případech, když je zdrojový soubor sestaven s jinými jednotkami než s výchozími. Pokud první řádky dokumentu obsahují doplňující údaje (popis veličin adpo.), je možné nastavit číslo řádku, od kterého se má import provést. Pro toto zadání slouží položka "**Importovat od řádku číslo**". Výchozí jednotky pro program "**Dřevo**" jsou [kN] respektive [kNm].



**Import zatížení**

Náhled

D:\help\_podklady Fin EC\drevo\drevo\_import\_sil.csv

Dle druhého řádu

1	Ano
0	Ne

Sloupce: 7; Řádky: 3

1	2	3	4	5	6
tlak + ohyb	-152,00	5,00	0,00	-10,00	0,00
tah	160,00	0,00	0,00	0,00	0,00
maximální ohyb	0,00	16,20	0,00	0,00	0,00

Uložit jako výchozí

Parametry importu zatížení

CSV: Sloupce jsou odděleny středníkem ";"

Importovat od řádku číslo: 1

Sloupec: 1

Násobitel:

N	2	1,00	[-]
M <sub>2</sub>	3	1,00	[-]
M <sub>3</sub>	4	1,00	[-]
V <sub>3</sub>	5	1,00	[-]
V <sub>2</sub>	6	1,00	[-]

☒ Název  
☒ Normálová síla  
☒ Ohybový moment  
☒ Ohybový moment  
☒ Smyková síla  
☒ Smyková síla  
☐ Dle druhého řádu

Importuj Storno

Okno "Import zatížení"

## Tvorba textového souboru

Textový soubor lze vytvořit v jakémkoliv textovém editoru (například *Poznámkový blok*, *Word*, *Writer*). Pro soubor platí, že každý řádek představuje jeden zatěžovací případ. V každém řádku lze vypsát hodnoty všech vnitřních sil, oddělené mezerou nebo tabulátorem. Pořadí jednotlivých veličin nemusí být totožné s pořadím v programu, je však nutné dodržet stejné pořadí pro všechny zatěžovací případy. Řádek může též obsahovat údaj o názvu zatěžovacího případu a informaci, zda byly vnitřní síly spočítány dle teorie II. řádu či nikoliv. Pokud je třeba provést rozlišení zatěžovacích případů s ohledem na účinky II. řádu, je nutné použít následující číselné schéma:

1	Síly spočteny dle teorie II. řádu
0	Síly nejsou spočteny dle teorie II. řádu

Soubor též může vzniknout použitím části výstupní dokumentace z jiného statického programu.

drevo\_import\_sil.txt – Poznámkový blok

Soubor Úpravy Formát Zobrazení Nápověda

```
"tlak + ohyb" -152,00 5,00 0,00 -10,00 0,00
"tah" 160,00 0,00 0,00 0,00 0,00
"maximální ohyb" 0,00 16,20 2,30 0,00 0,00
```

Řádek 1, Sloupec 1

Textový soubor v programu "Poznámkový blok"

## Tvorba \*.csv souboru

Pro soubor typu \*.csv (comma-separated values) platí prakticky identická pravidla jako pro textový soubor. Hlavním rozdílem je, že jednotlivé údaje v řádku jsou odděleny středníkem ";".

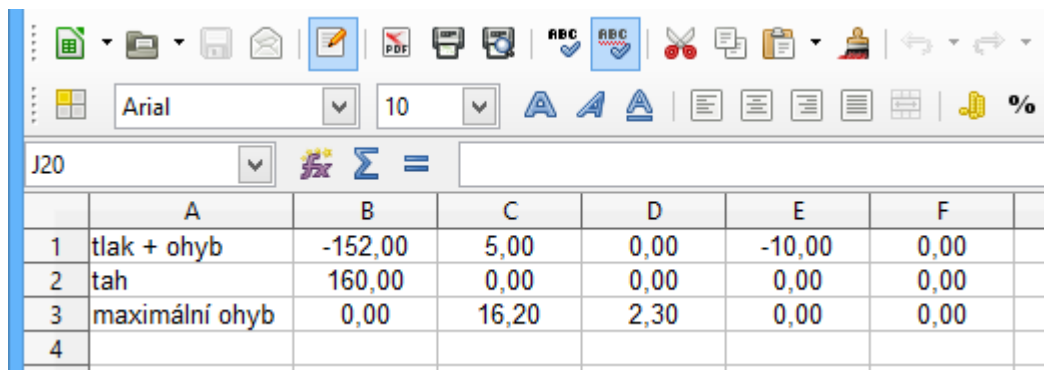
Lister - [d:\help\_podklady Fin EC\drevo\drevo\_import\_sil.csv]

Soubor Upravit Možnosti Kódování Nápověda 100 %

```
tlak + ohyb;-152,00;5,00;0,00;-10,00;0,00
tah;160,00;0,00;0,00;0,00;0,00
maximální ohyb;0,00;16,20;0,00;0,00;0,00
```

Ukázka \*.csv souboru

Tento typ souboru lze vytvořit i v tabulkových procesorech jako je například *Excel* nebo *Calc*. Vytvořený dokument stačí uložit jako \*.csv soubor s odpovídajícím oddělovacím znakem.



	A	B	C	D	E	F
1	tlak + ohyb	-152,00	5,00	0,00	-10,00	0,00
2	tah	160,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	maximální ohyb	0,00	16,20	2,30	0,00	0,00
4						

Příprava \*.csv souboru v tabulkovém procesoru

## Dílec

Úloha "Dílec" slouží k posouzení prutového prvku (např. sloup, trám, průvlak) na zadané průběhy vnitřních sil. Dílec může být rozdělen na libovolný počet částí s různými parametry vzpěru a klopení.

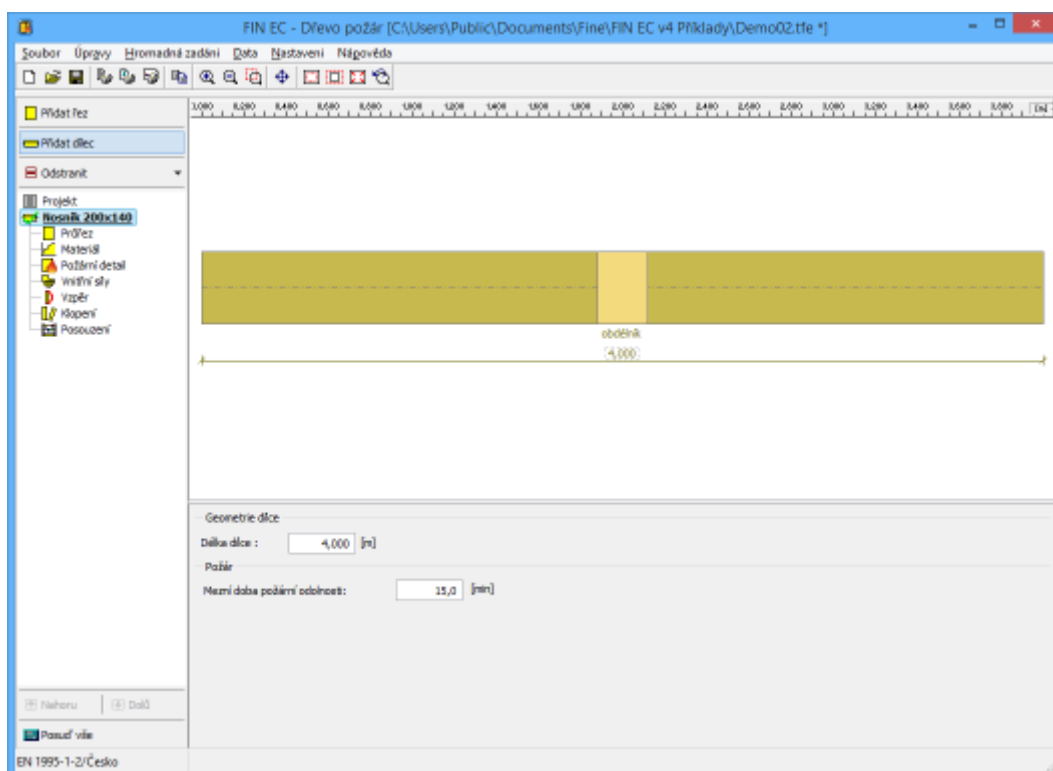
Na úvodní obrazovce k dílci lze nastavit následující údaje:

- Délka prvku**
  - celková délka prvku zadaná v metrech
- Požadovaná doba požární odolnosti**
  - doba požární odolnosti v minutách, pro kterou se provádí posudek dílce

Zadávání vlastností dílce se skládá z následujících částí:

- **Průřez**
- **Materiál**
- **Požární detail**
- **Vnitřní síly**
- **Vzpěr**
- **Klopení**
- **Posouzení**

Práce s dílci (vkládání, manipulace) je popsána v části "**Ovládací stromeček**".



Základní nastavení pro dílec

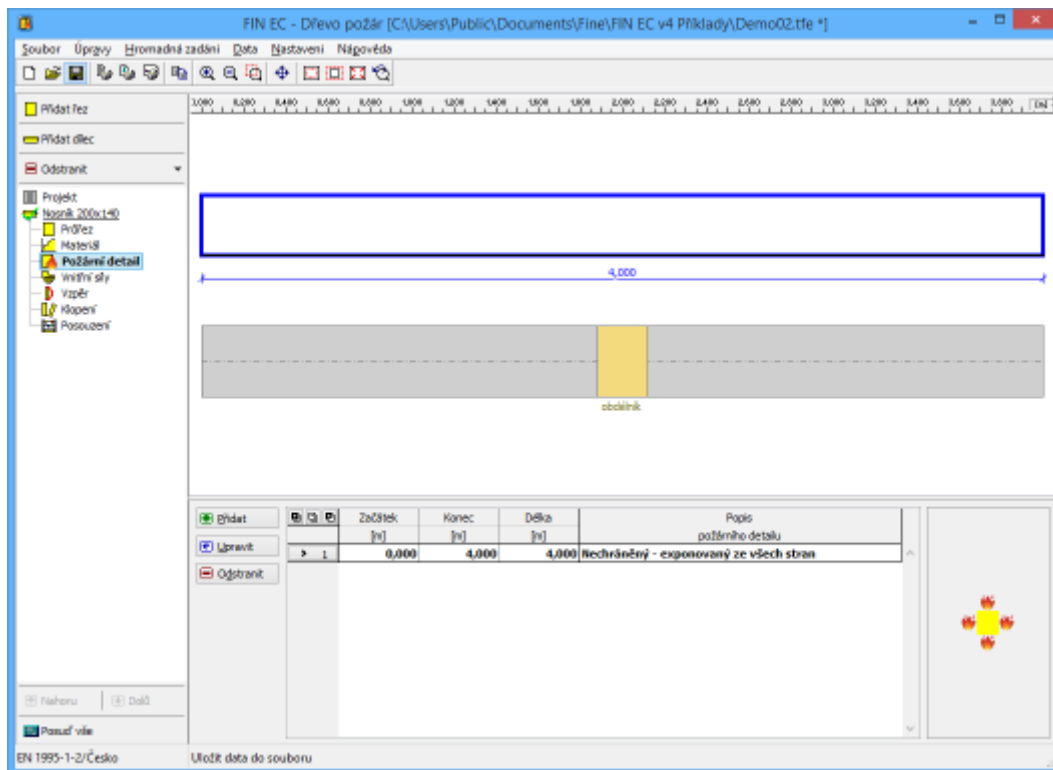
## Požární detail

V této části zadávacího stromečku lze zadat způsob požární ochrany dílce. Druh ochrany může být zadán stejný pro celou

délku dílce nebo lze zvolit v jednotlivých úsecích různé druhy ochrany. Při výchozím stavu tabulky v zadávacím rámu je zadán jeden úsek pro celý dílec, pro který lze tlačítkem **"Upravit"** nebo dvojklikem na řádek v tabulce nastavit potřebný průřez v okně **"Požární detail"**. Pokud se požární detail v jednotlivých částech dílce liší, je možné přidat za první úsek libovolný počet dalších úseků. Vkládání nových úseků se provádí v tabulce pomocí tlačítka **"Přidat"**. Základním parametrem každého nového úseku je **"Počátek úseku"**, který určuje začátek úseku měřený od počátku dílce. Tento bod je pak zároveň koncovým bodem předcházejícího úseku v tabulce.

Jednotlivé úseky jsou zobrazovány též graficky na **aktivní pracovní ploše**. Dvojklikem na libovolný úsek lze spustit odpovídající okno pro úpravu vlastností úseku.

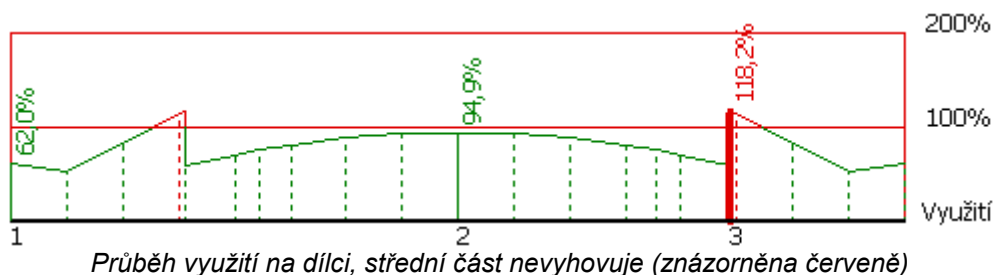
O požární ochraně pojednává kapitola **"Stanovení hloubky zuhelnatění"** teoretické části nápovědy.



Část "Požární detail" dimenzace dílců

## Posouzení

Část **"Posouzení"** slouží k zobrazování výsledků statického posudku zadaného dílce pro zadanou požadovanou dobu požární odolnosti. Posudek dílce je zobrazen na pracovní ploše formou průběhu využití v procentech po délce dílce. Pokud dílec po celé délce vyhovuje, je průběh vykreslen zelenou barvou. Pokud pro některý úsek využití překračuje 100%, je zvýrazněn červenou barvou. Posouzení požární odolnosti se provádí jakožto posouzení únosnosti tzv. zbytkového průřezu. Zbytkový průřez se stanoví tak, že původní rozměry průřezu se zmenší o tzv. hloubku zuhelnatění.



Zadávací rám obsahuje volbu způsobu výpočtu a možnost vložení řezů dílce, ve kterých mohou být podrobně zobrazeny výsledky posouzení.

## Způsob výpočtu

Způsob výpočtu se volí v horní části zadávacího rámu. V souladu s kapitolou 4.2 normy ČSN EN 1995-1-2 si lze vybrat, zda má být požární odolnost posouzena **"Metodou redukovaného průřezu"** nebo **"Metodou redukovaných vlastností"**. Doporučenou metodou v normě je Metoda redukovaného průřezu. Obě metody jsou popsány v kapitole **"Metody posouzení požární odolnosti"** teoretické části nápovědy.

Dále lze stanovit, jakým způsobem a pro jaké zatížení má být proveden posudek. Možné jsou následující varianty:

## Využití rozhodujícího zatěžovacího případu

### Obálka maximálních využití

- Zobrazuje využití rozhodujícího zatěžovacího případu, tj. toho, kde je dosaženo největšího využití
- Zobrazuje obálku maximálního využití dílce. Pro výpočet obálky jsou použity všechny zatěžovací případy, z kterých je v každém místě dílce vybrána nejhorší hodnota využití
- Zobrazí využití dílce pro vybraný zatěžovací případ

### Jednotlivé zatěžovací případy

Po přepnutí způsobu výpočtu je nutné spustit výpočet tlačítkem **"Počítej"**.

Vzorce a postupy použité při posouzení jsou popsány v kapitole **"Mezní stav únosnosti"** teoretické části nápovědy.

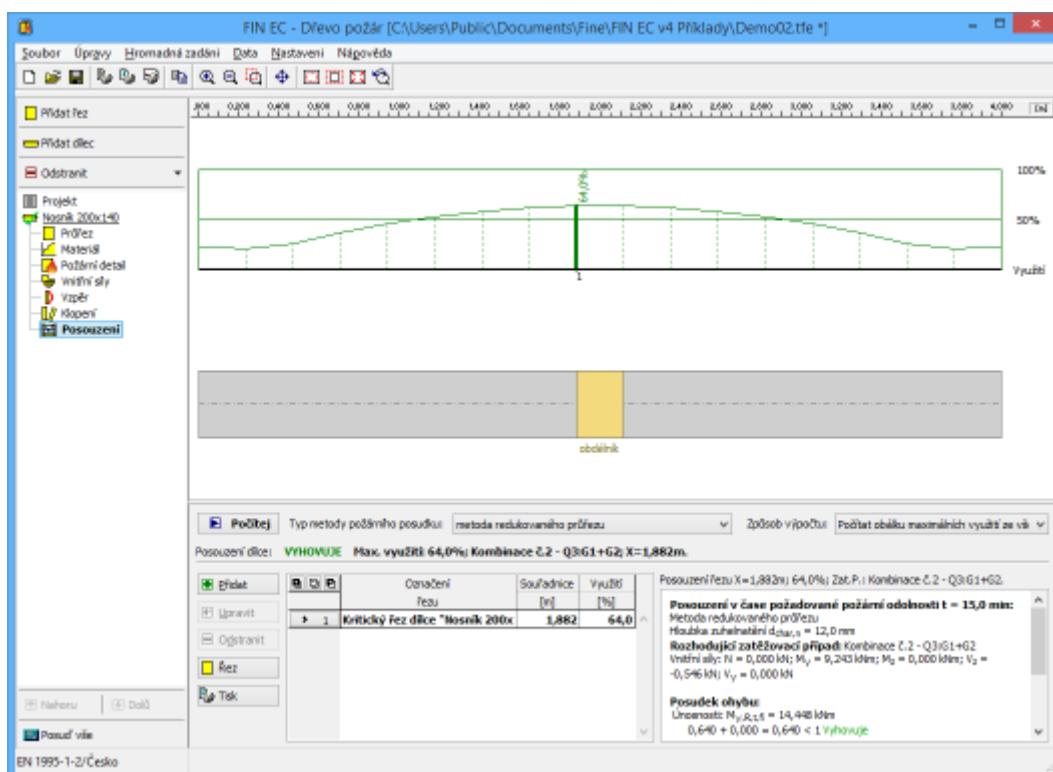
## Řezy pro posouzení

Řezy pro posouzení jsou používány k podrobným výpisům výsledků v zadaných řezech dílce. Pro zadané řezy lze buď vytisknout grafické výstupy nebo je lze převést na samostatné úlohy typu **"Řez"**. Program automaticky zobrazuje kritický průřez na dílci (tj. ten s největším využitím), další řezy mohou být vloženy ručně.

Pro práci s řezy jsou v programu k dispozici následující funkce:

- Řez**
  - Převéde aktivní řez v tabulce na samostatnou úlohu **"Řez"**. Do řezu se převedou všechny potřebné parametry z dílce (průřez, materiály, parametry vzpěru, klopení) i odpovídající vnitřní síly pro všechny zadané zatěžovací případy.
- Přidat**
  - Vkládá na dílec nový řez, ve kterém je možné prohlížet podrobné výsledky posouzení. Nový řez se vkládá pomocí dialogového okna **"Nový řez pro posudek"**.
- Upravit**
  - Umožňuje upravit vlastnosti aktivního řezu pro posouzení.
- Odstranit**
  - Odstraní aktivní řez pro posouzení.
- Tisk**
  - Umožňuje výsledky posouzení v jednotlivých řezech dílce vytisknout v **dialogovém okně pro tisk** pomocí stručných jednostránkových výstupů.

Pro vkládání řezů lze využít i **aktivní pracovní plochu**. Nový řez lze vložit dvojklikem na vybrané místo na dílci.



Část "Posouzení" dimenzace dílců

## Nosník

Úloha **"Nosník"** slouží k posouzení vodorovného prutového prvku (např. sloup, trám, průvlak) na zadané průběhy vnitřních sil. Dílec může být rozdělen na libovolný počet částí s různými parametry vzpěru a klopení.

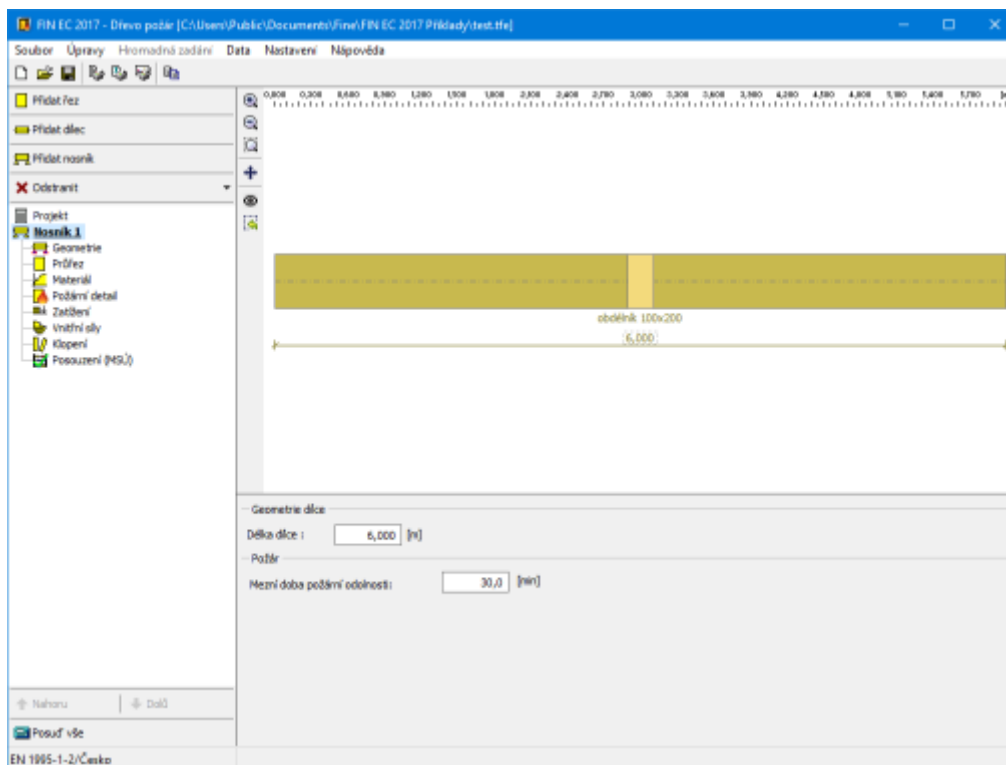
Na úvodní obrazovce lze nastavit následující údaje:

- Délka prvku**
  - celková délka prvku zadaná v metrech
- Požadovaná doba požární odolnosti**
  - doba požární odolnosti v minutách, pro kterou se provádí posudek dílce

Zadávání vlastností nosníku se skládá z následujících částí:

- **Geometrie**
- **Průřez**
- **Materiál**
- **Požární detail**
- **Zatížení**
- **Vnitřní síly**
- **Vzpěr**
- **Klopení**
- **Posouzení**

Práce s nosníky (vkládání, manipulace) je popsána v části "**Ovládací stromček**".



*Základní nastavení pro nosník*

## Program Zdivo

Program "**Zdivo**" slouží k posouzení zděných konstrukcí podle EN 1996-1-1.

### Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní programu se skládá z hlavního menu s nástrojovými lištami v horní části okna, ovládacího stromčku v levé části a pravé části okna, která je určena pro zadávání vstupů a prohlížení výsledků. Hlavní menu obsahuje všechny nástroje, které lze využít při práci s programem. Ovládací stromček slouží ke správě jednotlivých úloh v projektu a též k navigaci mezi jednotlivými částmi zadávání. Práce se stromčkem je popsána v samostatné kapitole "**Ovládací stromček**". Alternativou k ovládacímu stromčku je část "**Data**" hlavního menu. Tvorba výstupní dokumentace probíhá v okně "**Tisk a export dokumentu**", které je přístupné z ovládací lišty "**Soubory**" nebo z části "**Soubor**" hlavního menu.

V programu lze pracovat se dvěma typy úloh:

- Stěna**
  - posouzení zděné stěny na účinky tlakové síly a jednostranného ohybu
- Pilíř**
  - posouzení pilíře s volitelným tvarem průřezu na účinky tlakové síly a oboustranného ohybu.

Jednotlivé úlohy se zadávají pomocí tlačítek "**Přidat stěnu**" a "**Přidat pilíř**" v záhlaví ovládacího stromčku.

### Úvodní obrazovka

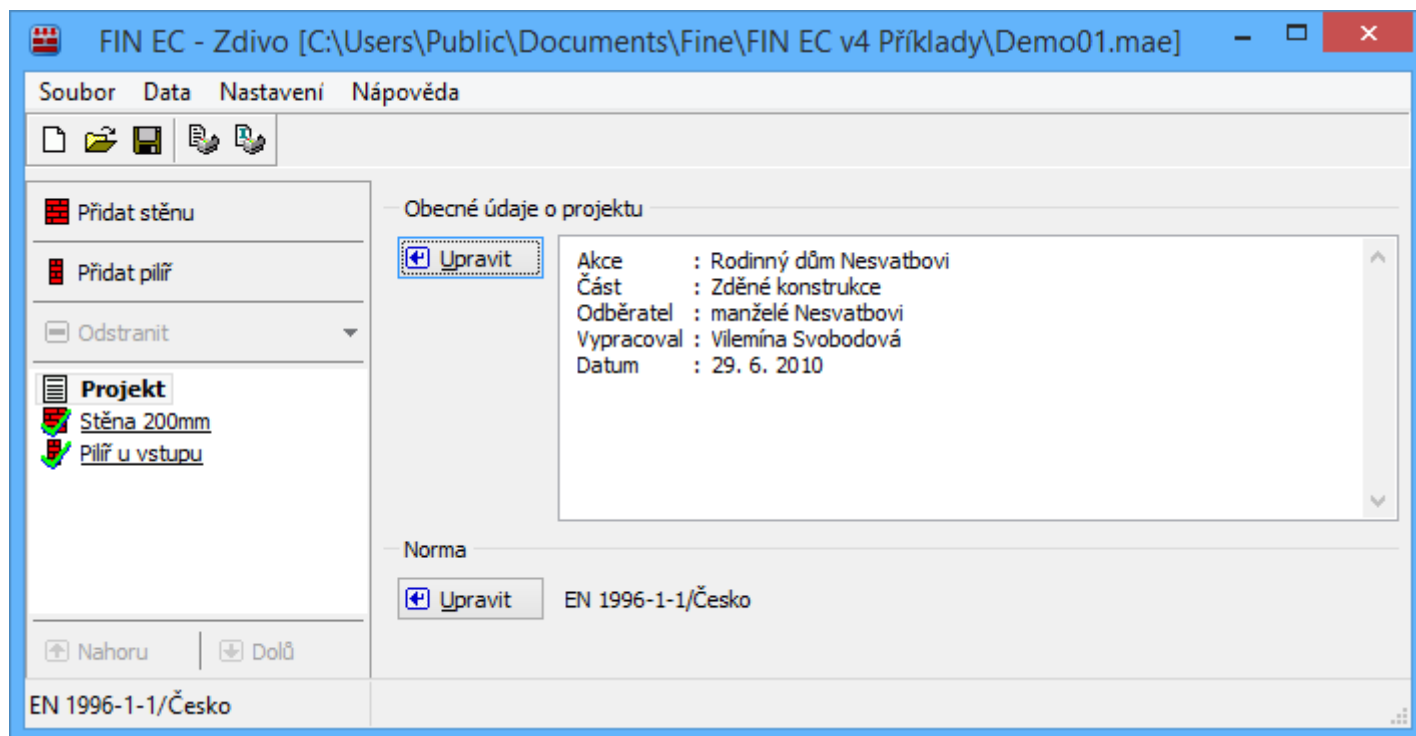
Základní obrazovka umožňuje nastavit základní informace o projektu.

Rám "**Obecné údaje o projektu**" zobrazuje údaje z dialogového okna "**Obecné údaje o projektu**", které je možno využít při sestavování **záhlaví** či **zápatí** výstupní dokumentace. Tyto údaje lze změnit pomocí tlačítka "**Upravit**".

Část "**Norma**" obsahuje návrhovou normu včetně národní přílohy. Změnu normy lze provést v okně "**Volba normy**", které se spouští tlačítkem "**Upravit**". V této části je též možné pomocí nastavení "**Imperfekce a vzpěr řešeny samostatně ve**

**směru os"** zpřístupnit více metod výpočtu vzpěru pro **pilíře**. Toto nastavení doporučujeme používat pouze ve speciálních případech.

Postup výpočtu programu je popsán v **teoretické části** nápovědy.



*Základní obrazovka programu "Zdivo"*

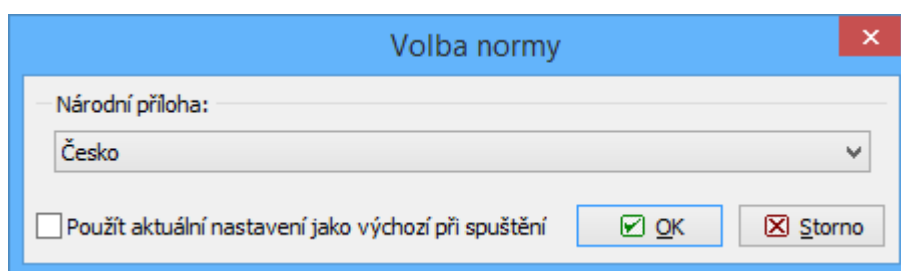
## Volba Normy

Toto okno slouží k volbě národní přílohy k normě EN 1996-1-1. Pokud je zvolena varianta **"Standardní EC"**, program počítá se samotným zněním normy bez jakékoliv národní přílohy.

Přehled součinitelů dle jednotlivých národních příloh je uveden v teoretické části nápovědy v kapitole **"Národní přílohy"**.

Tlačítko **"Výchozí"** po stisknutí nabízí rozbalitelný seznam s následujícími možnostmi:

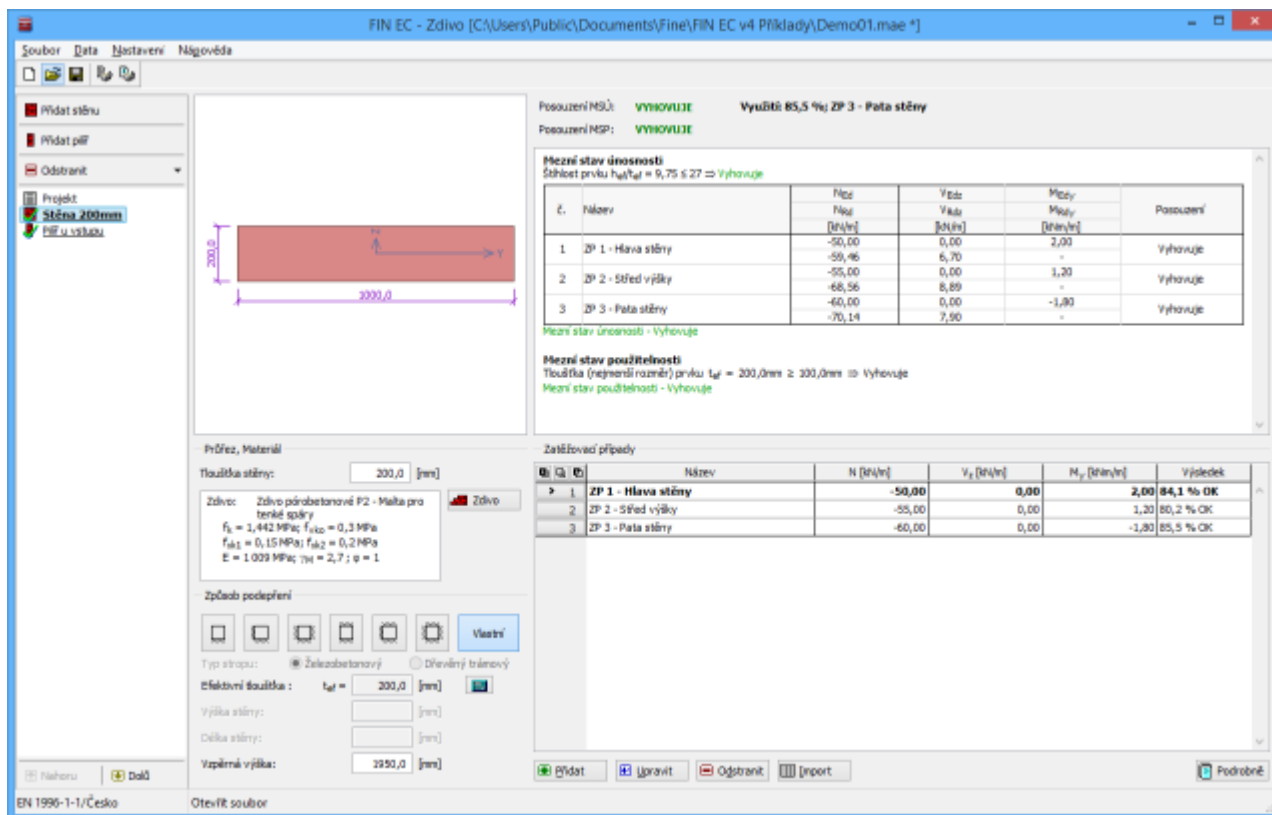
- Převzít výchozí nastavení**
  - Nastaví parametry dialogového okna dle výchozích nastavení
- Uložit nastavení jako výchozí**
  - Převezme aktuální parametry jako nové výchozí nastavení



*Okno "Volba normy"*

## Stěna

Úloha **"Stěna"** slouží k posouzení běžného metru stěny na libovolný počet kombinací vnitřních sil. Práce s jednotlivými úlohami (vkládání, manipulace) je popsána v části **"Ovládací stromček"**.



Úloha typu "Stěna"

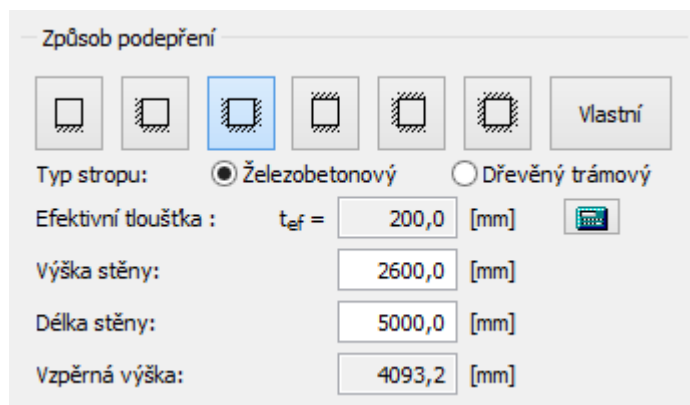
Dialogové okno obsahuje následující části:

### Průřez, Materiál

Tato část slouží k zadání tloušťky stěny a materiálu. Materiálové charakteristiky lze zvolit či zadat v dialogovém okně "Zdivo", které se spouští stejnojmenným tlačítkem.

### Vzpěr

Tato část umožňuje zadat parametry vzpěru. Pomocí tlačítek lze vybrat způsob uložení stěny. Na základě vybraného schématu se použije odpovídající vzorec z kapitoly 5.5.1.2. normy ČSN EN 1996-1-1. U stěn podepřených nahoře i dole lze vybrat, zda jsou uchyceny železobetonovým či trámovým stropem. Tato volba má vliv na velikost zmenšujícího součinitele  $\rho_n$ . Podepření železobetonovým stropem by mělo být zvoleno pouze v případech, kdy je stěna podepřena železobetonovou konstrukcí z obou stran nebo když jednostranné uložení železobetonové konstrukce přesahuje 2/3 tloušťky stěny. Dále je nutné zadat skutečnou výšku stěny případně i délku (u stěn podepřených ze stran). Na základě těchto údajů program automaticky stanoví velikost vzpěrné délky. Pokud se vybere tlačítko "Vlastní", vzpěrná výška se nepočítá dle normy, ale je možné zadat libovolnou hodnotu. Podrobnosti o výpočtu vzpěru jsou uvedeny v teoretické části návodů v kapitole "Výpočet vzpěrných délek".



Část "Vzpěr" v posouzení řezu

### Zatěžovací případy

Tato část umožňuje zadat jednotlivé zatěžovací případy (kombinace vnitřních sil a momentů), které jsou pro daný řez posuzovány. Zatěžovací případy se zadávají v tabulce pomocí standardních tlačítek "Přidat", "Upravit" a "Odstranit". Tabulka zobrazuje veškeré potřebné informace o zatěžovacích případech (především velikosti vnitřních sil a celkové



využití průřezu pro daný zatěžovací případ. Zadávaní vnitřních sil probíhá v dialogovém okně "**Editace zatěžovacího případu**".

Zatěžovací případy je možné do tabulky vložit též importem textového respektive \*.csv souboru. Toto řešení je vhodné v případech, kdy je nutné zadat větší počet případů, které vznikly například výpočtem v jiném statickém programu. Nastavení importu a výběr vstupního souboru se provádí v okně "**Import zatížení**", které se spouští tlačítkem "**Import**".

## Výsledky

Tato část zobrazuje základní výsledky posouzení všech zadaných zatěžovacích případů. Pro mezní stav únosnosti je vypsána tabulka s jednotlivými zatěžovacími případy. Pro každý zatěžovací případ je zobrazen přehled zadaných zatížení (indexy začínající *E*) a spočtených únosností (indexy začínají *R*). Pokud některá hodnota zatížení (resp. kombinace zatížení) překračuje únosnost řezu, je daná hodnota zatížení zvýrazněna červenou barvou. Poslední sloupec ukazuje celkové posouzení daného zatěžovacího případu (vyhovuje/nevyhovuje). Pro mezní stav použitelnosti jsou vypsány jednotlivé posudky včetně konečného hodnocení vyhovuje/nevyhovuje.

Podrobné výsledky pro aktivní zatěžovací případ lze zobrazit pomocí tlačítka "**Podrobně**" v tabulce zatěžovacích případů. Výsledky se zobrazí v samostatném okně, toto okno umožňuje uložení textu do schránky pomocí *Ctrl+C* a vložení do jiného dokumentu.

Postupy použité při posouzení jsou popsány v teoretické části nápovědy v kapitolách "**Mezní stav únosnosti**" a "**Mezní stav použitelnosti**".

Mezní stav únosnosti					
Štíhlost prvku $h_{ef}/t_{ef} = 9,75 \leq 27 \Rightarrow$ <b>Vyhovuje</b>					
Č.	Název	$N_{Ed}$	$V_{Edz}$	$M_{Edy}$	Posouzení
		$N_{Rd}$	$V_{Rdz}$	$M_{Rdy}$	
		[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
1	ZP 1 - Hlava stěny	-50,00	0,00	2,00	Vyhovuje
		-59,46	6,70	-	
2	ZP 2 - Střed výšky	-55,00	0,00	1,20	Vyhovuje
		-68,56	8,89	-	
3	ZP 3 - Pata stěny	-60,00	0,00	-1,80	Vyhovuje
		-70,14	7,90	-	

Mezní stav únosnosti - Vyhovuje

**Mezní stav použitelnosti**  
 Tloušťka (nejmenší rozměr) prvku  $t_{ef} = 200,0\text{mm} \geq 100,0\text{mm} \Rightarrow$  Vyhovuje  
 Poměr výšky a tloušťky prvku  $h/t_{ef} = 13,000 \leq 65,000 \Rightarrow$  Vyhovuje  
 Poměr délky a tloušťky prvku  $l/t_{ef} = 25,000$  bez omezení  
 Mezní stav použitelnosti - Vyhovuje

Část "Výsledky výpočtu" v posouzení stěny

## Zdivo

Toto dialogové okno slouží k určení materiálových charakteristik zdiva. Tyto charakteristiky mohou být stanoveny pomocí katalogových údajů jednotlivých výrobců nebo je lze zadat zcela obecně dle požadavků projektanta. Výpočtové charakteristiky materiálů jsou stanoveny na základě těchto vstupních údajů:

### Zdicí prvky

#### Katalog

- Rozbalovací seznam hlavních výrobců zdicích prvků. Při výběru určitého výrobce program nabízí sortiment jeho výrobků s předem danými charakteristikami. Pokud je vybrána varianta "**Obecný**", lze zadávat zcela libovolné vlastnosti zdicích prvků.

#### Výrobek

- Pokud je v "**Katalogu**" vybrán určitý výrobce zdicích prvků, zobrazuje se v tomto rozbalovacím seznamu odpovídající výrobní sortiment. Po výběru konkrétního výrobku se automaticky nastaví následující charakteristiky dle údajů výrobce.

#### Druh

- Pokud je v "**Katalogu**" vybrán "**Obecný**" sortiment zdicích prvků, lze v tomto seznamu zadat druh zdicích prvků. Tento druh pak ovlivňuje stanovení jednotlivých pevnostních charakteristik.

#### Skupina

- Pokud je v "**Katalogu**" vybrán "**Obecný**" sortiment zdicích prvků, lze v tomto seznamu zadat skupinu dle článku 3.1.1 normy ČSN EN 1996-1-1. Pórobetonové tvárnice, zdicí prvky z umělého kamene a pravidelné zdicí prvky z přírodního kamene jsou řazeny do *Skupiny 1*. Pálené a vápenopiskové zdicí prvky a betonové tvárnice jsou řazeny do *Skupiny 2-4* dle geometrických charakteristik definovaných v tabulce 3.1 normy ČSN EN 1996-1-1.

#### Kategorie

- Pokud je v "**Katalogu**" vybrán "**Obecný**" sortiment zdicích prvků, lze v tomto seznamu zadat kategorii dle příslušné normy (EN 771-1 až EN 771-6).

<b>Pevnost <math>f_b</math></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tato hodnota představuje normalizovanou průměrnou pevnost v tlaku. Tato hodnota může být deklarována výrobcem nebo ji lze získat příslušným postupem z pevnosti v tlaku.</li> </ul>
<b>Zatížení působí rovnoběžně s ložnou spárou</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toto nastavení ovlivňuje výpočet charakteristické hodnoty pevnosti v tlaku dle článku 3.6.1.2.(3) normy.</li> </ul>
<b>Styčná spára bez malty</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toto nastavení ovlivňuje výpočet charakteristické hodnoty pevnosti v tlaku dle článku 3.6.1.2.(5) normy.</li> </ul>
<b>Ve zdivu je podélná spára</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pokud je zdivo vyzděno na obyčejnou maltu a ve zdivu je podélná spára rovnoběžná s lícem stěny, redukuje se součinitel <math>K</math> hodnotou 0,8 (čl. 3.6.1.2.(6) normy).</li> </ul>
<b>Malta</b>	
<b>Druh</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Druh malty, který ovlivňuje především volbu vztahu pro výpočet pevnosti v tlaku <math>f_k</math> a též hodnotu součinitele <math>K</math>.</li> </ul>
<b>Původ malty</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Původ malty určuje, zda složení a výrobní postup použité malty byly zvoleny tak, aby bylo dosaženo potřebných vlastností (malta "<b>dle výrobce</b>"), nebo zda je použita malta, jejíž vlastnosti jsou předpokládány na základě stanoveného poměru složek ("<b>předpisová</b>" malta). Původ malty ovlivňuje hodnotu dílčího součinitele <math>\gamma_M</math>.</li> </ul>
<b>Pevnost <math>f_m</math></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tato hodnota představuje pevnost v tlaku malty.</li> </ul>
<b>Malta v pruzích</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toto nastavení umožňuje zahrnout do výpočtu zmenšení pevnostních charakteristik v případě, že malta je aplikována v pruzích, které nepokrývají celou šířku ložné spáry (čl. 3.6.2.(5) normy ČSN EN 1996-1-1). V tom případě je nutné zadat poměr <math>g/t</math>, kde <math>g</math> představuje součet šířek maltových pruhů a <math>t</math> je tloušťka stěny.</li> </ul>

Na základě výše uvedených údajů program stanoví jednotlivé pevnostní charakteristiky zdiva. Postup je blíže popsán v kapitole "**Pevnostní charakteristiky**" teoretické části nápovědy. Pokud se použije nastavení "**Uvažovat vlastní hodnoty**", program umožní zadat zcela libovolné pevnosti materiálu. Zadati lze následující charakteristiky:

$f_k$	<ul style="list-style-type: none"> <li>charakteristická hodnota pevnosti zdiva v tlaku</li> </ul>
$f_{vko}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>charakteristická hodnota počáteční pevnosti zdiva ve smyku bez zatížení tlakem</li> </ul>
$f_{xk1}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>charakteristická hodnota pevnosti zdiva v tahu za ohybu při rovině porušení rovnoběžné s ložnými spárami</li> </ul>
$f_{xk2}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>návrhová hodnota pevnosti zdiva v tahu za ohybu při rovině porušení kolmé k ložným spáram</li> </ul>
$E$	<ul style="list-style-type: none"> <li>modul pružnosti zdiva</li> </ul>
$\gamma_M$	<ul style="list-style-type: none"> <li>dílčí součinitel materiálu</li> </ul>
$\varphi_M$	<ul style="list-style-type: none"> <li>součinitel dotvarování zdiva, přednastavené hodnoty jsou získány jako průměr z rozptylu, který je uveden v poznámce k odstavci 3.7.4 (2)</li> </ul>
$\rho$	<ul style="list-style-type: none"> <li>objemová tíha zdiva, používá se při dopočtu normálové síly v zatěžovacích případech typu "<b>Svisle zatížená stěna/pilíř</b>". Výchozí hodnoty vychází z výrobních katalogů dodavatelů zdiva.</li> </ul>

Materiál ✕

**Zdicí prvky**

Katalog : Obecný

Výrobek :

Druh : Zdivo pórobetonové

Skupina : Skupina 1

Kategorie : Kategorie I

Pevnost :  $f_b =$  2,000 2,000 [MPa]

☐ Zatížení působí rovnoběžně s ložnou spárou

☐ Styčné spáry bez malty (pro výpočet smyku)

☐ Ve zdivu je podélná spára

☐ Upravit únosnost dle rozměrů prvku (EN 772-1)

Šířka prvku :  $b =$   [mm]

Výška prvku :  $h =$   [mm]

**Malta**

Druh : Malta pro tenké spáry

Původ malty : Předpisová

Pevnost :  $f_m =$   [MPa]

☐ Malta v pružích (poměr šířky malty a šířky zdiva)

Poměr :  $g/t =$   [-]

**Parametry materiálu**

☐ Uvažovat vlastní hodnoty

Název : Zdivo pórobetonové P2 - Malta pro tenké spáry

Tlaková pevnost :  $f_k =$  1,442 [MPa]

Smyková pevnost :  $f_{vko} =$  0,300 [MPa]

Pevnost v tahu za ohybu :  $f_{xk1} =$  0,150 [MPa]

Pevnost v tahu za ohybu :  $f_{xk2} =$  0,200 [MPa]

Modul pružnosti :  $E =$  1009 [MPa]

Dílčí součinitel :  $\gamma_M =$  2,700 [-]

☐ Součinitel dotvarování (0,500-1,500) :  $\varphi =$  1,000 [-]

☐ Objemová hmotnost (300,0-1000,0) :  $\rho =$  800,0 [kg/m<sup>3</sup>]

**Výpočet**

$$f_k = K \times f_b^{\alpha}$$

$$= 0,8 \times 2^{0,85}$$

$$= \mathbf{1,442 \text{ MPa}}$$

$$E = K_E \times f_k$$

$$= 700 \times 1,442$$

$$= \mathbf{1 \ 009 \text{ MPa}}$$

OK
Storno

Okno "Materiál"

## Účinná tloušťka

V tomto dialogovém okně je možné změnit způsob výpočtu účinné tloušťky stěny případně vypočíst tuto hodnotu pro stěnu vyztuženou pilíři. K dispozici jsou následující možnosti:

- **Vlastní** - umožňuje zadat vlastní hodnotu účinné tloušťky stěny
- **Jednoduchá stěna** - jako účinná tloušťka je použita zadaná skutečná tloušťka stěny
- **Stěna s pilíři** - je proveden dopočet účinné tloušťky stěny s výztužnými pilíři dle 5.5.1.3(2) normy EN 1996-1-1

Účinná tloušťka ✕

Stěna s pilíři

Vzdálenost pilířů :  $L =$  3000,0 [mm]

Tloušťka pilířů :  $T =$  500,0 [mm]

Šířka pilířů :  $B =$  300,0 [mm]

Účinná tloušťka :  $t_{ef} =$  260,0 [mm]

OK
Storno

Dialogové okno "Účinná tloušťka"

## Editace zatěžovacího případu

Toto dialogové okno umožňuje zadání všech potřebných údajů (především vnitřních sil) pro zatěžovací případ. Kromě samotného zatížení je třeba v tomto okně vybrat i typ posudku, který má být pro tento zatěžovací případ použit. Na výběr jsou následující možnosti:

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>Svisle zatížená stěna</b>    | • Tento posudek slouží k posouzení konstrukcí zatížených především svislým zatížením jako celku. Je prováděn posudek v hlavě, patě a ve středu stěny (článek 6.1.2. normy ČSN EN 1996-1-1).  |
| <b>Hlava stěny</b>              | • Tento posudek slouží pro posouzení konstrukcí zatížených především svislým zatížením v hlavě stěny (článek 6.1.2. normy ČSN EN 1996-1-1). Výstřednost zatížení je počítána dle vztahu (6.5).   |
| <b>Střed výšky stěny</b>        | • Tento posudek slouží k posouzení konstrukcí zatížených především svislým zatížením v polovině výšky stěny (článek 6.1.2. normy ČSN EN 1996-1-1). Výstřednost zatížení je počítána dle vztahu (6.7).  |
| <b>Patka stěny</b>              | • Tento posudek slouží k posouzení konstrukcí zatížených především svislým zatížením v patě stěny (článek 6.1.2. normy ČSN EN 1996-1-1). Výstřednost zatížení je počítána dle vztahu (6.5).  |
| <b>Ohyb okolo vodorovné osy</b> | • Tento posudek slouží k posouzení konstrukcí zatížených bočně (článek 6.3.1. normy ČSN EN 1996-1-1). Představuje způsob porušení, kdy je namáhána ohybem ložná spára zdiva (obrázek 3.1a normy). Pro výpočet se použije pevnost zdiva v tahu za ohybu s rovinou porušení rovnoběžnou s ložnými spárami $f_{xk1}$ .                |
| <b>Ohyb okolo svislé osy</b>    | • Tento posudek slouží k posouzení konstrukcí zatížených bočně (článek 6.3.1. normy ČSN EN 1996-1-1). Představuje způsob porušení, kdy je namáhána ohybem styčná spára zdiva (obrázek 3.1b normy). Pro výpočet se použije pevnost zdiva v tahu za ohybu s rovinou porušení rovnoběžnou s ložnými kolmo k ložným spáram $f_{xk2}$ . |

Pro zatěžovací případ "**Svisle zatížená stěna**" lze zadat všechny vnitřní síly (normálovou sílu, smykové síly a ohybové momenty pro dva směry) v hlavě, středu a patě stěny či pilíře. Pokud nejsou některé hodnoty zadány, program je automaticky dopočítává dle následujících pravidel:

- normálová síla ve středu stěny  $N_{md}$  a v patě stěny  $N_{2d}$  jsou vypočítány jako součet normálové síly v hlavě paty  $N_{1d}$  a vlastní tíhy stěny či pilíře. Vlastní tíha je spočítána z geometrie průřezu za pomoci objemové tíhy (lze zadat v okně "**Zdivo**" nebo přímo v okně "**Editace zatěžovacího případu**" a dílčího součinitele zatížení  $\gamma_G = 1,35$ ).
- smykové síly ve středu stěny  $V_{mdz}$  a  $V_{mdy}$  a v patě stěny  $V_{2dz}$  a  $V_{2dy}$  automaticky přebírají hodnoty smykových sil v hlavě stěny  $V_{1dz}$  a  $V_{1dy}$ .
- ohybové momenty ve středu stěny  $M_{mdz}$  a  $M_{mdy}$  jsou automaticky dopočítány lineární interpolací z hodnot ohybových momentů v patě stěny  $M_{2dz}$  a  $M_{2dy}$  a v hlavě stěny  $M_{1dz}$  a  $M_{1dy}$ .

### Editace zatěžovacího případu

**Zatěžovací případ**

Zat. případ 1

**Typ posudku**

Volba ovlivní typ posudku dle čl. 6.1 nebo dle čl. 6.3 normy ČSN EN 1996-1-1

Svisle zatížená stěna

**Síla na řezu**

	Hlava	Střed	Pata
Normálová síla:	$N_{1d} = -22,00$	$N_{md} = -24,58$	$N_{2d} = -27,15$ [kN]
Smyková síla:	$V_{1dz} = 0,00$	$V_{mdz} = 0,00$	$V_{2dz} = 0,00$ [kN]
Smyková síla:	$V_{1dy} = 0,00$	$V_{mdy} = 0,00$	$V_{2dy} = 0,00$ [kN]
Ohybový moment:	$M_{1dy} = 0,38$	$M_{mdy} = -0,07$	$M_{2dy} = -0,52$ [kNm]
Ohybový moment:	$M_{1dz} = 0,00$	$M_{mdz} = 0,00$	$M_{2dz} = 0,00$ [kNm]
<input type="checkbox"/> Objemová hmotnost (1700,0-1900,0) : $\rho = 1800,0$ [kg/m <sup>3</sup> ]			

**Konvence zadávání**

$M_y > 0$  - táhne spodní vlákna       $M_z > 0$  - táhne vlákna vlevo

Okno "Editace zatěžovacího případu"

## Import zatížení

Okno "Import zatížení" se zobrazí po načtení zdrojového \*.txt nebo \*.csv souboru pro import zatížení. Toto okno umožňuje uspořádat data obsažená ve zdrojovém souboru. Levá část okna zobrazuje v tabulce obsah načteného souboru, v pravé části lze vybrat, jaká položka má být přiřazena konkrétnímu sloupci tabulky. U číselných veličin je možné zadat též násobitel, kterým lze přenásobit všechny položky ve sloupci. Tato funkce se používá nejčastěji v případech, když je zdrojový soubor sestaven s jinými jednotkami než s výchozími. Pokud první řádky dokumentu obsahují doplňující údaje (popis veličin apod.), je možné nastavit číslo řádku, od kterého se má import provést. Pro toto zadání slouží položka "Importovat od řádku číslo". Výchozí jednotky jsou [kN] respektive [kNm].

### Import zatížení

**Náhled**

D:\zdivo\_import\_sil.csv

Umístění zatížení						
1	Hlava stěny					
2	Střed výšky stěny					
3	Pata stěny					
4	Ohyb okolo vodorovné osy					
5	Ohyb okolo svislé osy					

Sloupce: 7; Řádky: 3

1	2	3	4	5	6	7
Hlava stěny	-50,00	0,00	0,00	2,00	0,00	1
Střed stěny	-55,00	0,00	0,00	1,20	0,00	2
Pata stěny	-60,00	0,00	0,00	-1,80	0,00	3

**Parametry importu zatížení**

CSV: Sloupce jsou odděleny středníkem ";"

Importovat od řádku číslo: 1

☒ **Název**

	Sloupec	Násobitel
<input checked="" type="checkbox"/> Normálová síla	N 2	1,00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Smyková síla	V <sub>z</sub> 3	1,00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Smyková síla	V <sub>y</sub> 4	1,00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Ohybový moment	M <sub>y</sub> 5	1,00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Ohybový moment	M <sub>z</sub> 6	1,00 [-]
<input type="checkbox"/> Umístění zatížení		

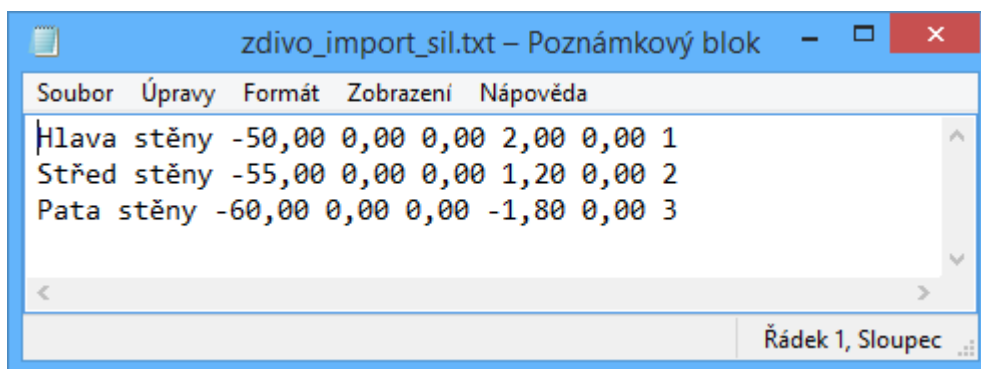
Okno "Import zatížení"

## Tvorba textového souboru

Textový soubor lze vytvořit v jakémkoliv textovém editoru (například *Poznámkový blok*, *Word*, *Writer*). Pro soubor platí, že každý řádek představuje jeden zatěžovací případ. V každém řádku lze vypsát hodnoty všech vnitřních sil, oddělené mohou být mezerou nebo tabulátorem. Pořadí jednotlivých veličin nemusí být totožné s pořadím v programu, je však nutné dodržet stejné pořadí pro všechny zatěžovací případy. Řádek může též obsahovat údaj o názvu zatěžovacího případu a informaci o umístění zatížení (tedy typ posudku). Při importu nelze volit typ posudku "**Svislé zatížená stěna**". V těchto případech je nutné zatěžovací případ rozdělit do tří samostatných zatěžovacích případů typu "**Hlava stěny**", "**Střed stěny**" a "**Pata stěny**". Umístění zatížení se určuje číselným kódem dle následujícího schématu:

1	Hlava stěny
2	Střed výšky stěny
3	Pata stěny
4	Ohyb okolo vodorovné osy
5	Ohyb okolo svislé osy

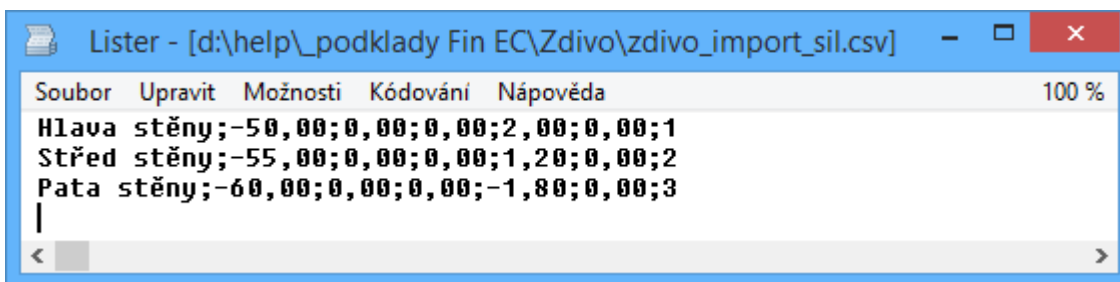
Soubor též může vzniknout použitím části výstupní dokumentace z jiného statického programu.



Textový soubor v programu "Poznámkový blok"

## Tvorba \*.csv souboru

Pro soubor typu \*.csv (comma-separated values) platí prakticky identická pravidla jako pro textový soubor. Hlavním rozdílem je, že jednotlivé údaje v řádku jsou odděleny středníkem ";".



Ukázka \*.csv souboru

Tento typ souboru lze vytvořit i v tabulkových procesorech jako je například *Excel* nebo *Calc*. Vytvořený dokument stačí uložit jako \*.csv soubor s odpovídajícím oddělovacím znakem.

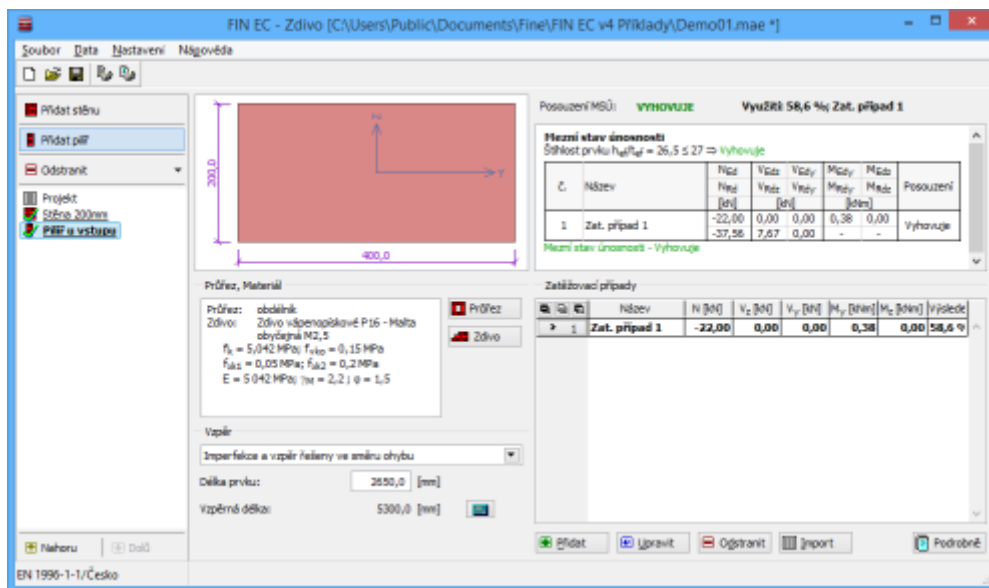
	A	B	C	D	E	F	G
1	Hlava stěny	-50,00	0,00	0,00	2,00	1	
2	Střed stěny	-55,00	0,00	0,00	1,20	2	
3	Pata stěny	-60,00	0,00	0,00	-1,80	3	
4							

Příprava \*.csv souboru v tabulkovém procesoru

## Pilíř

Úloha "**Pilíř**" slouží k posouzení zděného pilíře na libovolný počet kombinací vnitřních sil. Práce s jednotlivými úlohami (vkládání, manipulace) je popsána v části "**Ovládací stromeček**".





Úloha typu "Pilíř"

Dialogové okno obsahuje následující části:

### Průřez, Materiál

Tato část slouží k zadání tvaru a materiálu průřezu. Charakteristiky se zadávají postupným spouštěním dialogových oken za pomoci jednotlivých tlačítek:

- Průřez**
  - Zadání geometrie průřezu z **knihovny předdefinovaných tvarů**
- Zdivo**
  - Zadání materiálových charakteristik použitých ve výpočtu v okně "**Zdivo**"

Schéma průřezu v této části je **aktivní**, po kliknutí na schéma se spustí dialogové okno pro úpravu průřezu.

### Vzpěr

Pokud je na **základní obrazovce** programu vypnuto nastavení "**Imperfekce a vzpěr řešeny samostatně ve směru os**", umožňuje tato část zadat parametry výpočtu vzpěru. Na výběr jsou dvě metody řešení imperfekcí a vzpěru:

- Imperfekce a vzpěr řešeny ve směru ohybu**
  - Posouzení vzpěru a započítání imperfekce je prováděno ve směru ohybu. Směr ohybu je definován vektorovým součtem ohybových momentů ve směru y a z. Tento výpočet v některých případech může poskytovat nestandardní výsledky.
- Imperfekce a vzpěr řešeny samostatně ve směru os**
  - Posouzení vzpěru a započítání imperfekce je prováděno samostatně pro jednotlivé složky zatížení ve směrech y a z. Toto je doporučený postup výpočtu.

Dále se v této části zadává délka prvku, která se používá pro výpočet vzpěrných délek. Vzpěrná délka pilíře v daném směru je spočítána z této délky na základě způsobu podepření zadaného v okně "**Určení vzpěrných délek**", které se spouští tlačítkem "**...**".

### Zatěžovací případy

Tato část umožňuje zadat jednotlivé zatěžovací případy (kombinace vnitřních sil a momentů), které jsou pro daný řez posuzovány. Zatěžovací případy se zadávají v **tabulce** pomocí standardních tlačítek "**Přidat**", "**Upravit**" a "**Odstranit**". Tabulka zobrazuje veškeré potřebné informace o zatěžovacích případech (především velikosti vnitřních sil a celkové využití průřezu pro daný zatěžovací případ. Zadávání vnitřních sil probíhá v dialogovém okně "**Editace zatěžovacího případu**".

Zatěžovací případy je možné do tabulky vložit též importem textového respektive \*.csv souboru. Toto řešení je vhodné v případech, kdy je nutné zadat větší počet případů, které vznikly například výpočtem v jiném statickém programu. Nastavení importu a výběr vstupního souboru se provádí v okně "**Import zatížení**", které se spouští tlačítkem "**Import**".

### Výsledky

Tato část zobrazuje základní výsledky posouzení všech zadaných zatěžovacích případů. Pro mezní stav únosnosti je vypsána tabulka s jednotlivými zatěžovacími případy. Pro každý zatěžovací případ je zobrazen přehled zadaných zatížení (indexy začínající *E*) a spočtených únosností (indexy začínají *R*). Pokud některá hodnota zatížení (resp. kombinace zatížení) překračuje únosnost řezu, je daná hodnota zatížení zvýrazněna červenou barvou. Poslední sloupec ukazuje celkové posouzení daného zatěžovacího případu (vyhovuje/nevyhovuje).

Podrobné výsledky pro aktivní zatěžovací případ lze zobrazit pomocí tlačítka "**Podrobně**" v tabulce zatěžovacích případů. Výsledky se zobrazí v samostatném okně, toto okno umožňuje uložení textu do schránky pomocí **Ctrl+C** a vložení do



jiného dokumentu.

Postupy použité při posouzení jsou popsány v teoretické části nápovědy v kapitole "**Mezní stav únosnosti**".

Mezní stav únosnosti							
Štíhlost prvku $h_{ef}/t_{ef} = 26,5 \leq 27 \Rightarrow$ <b>Vyhovuje</b>							
Č.	Název	$N_{Ed}$	$V_{Edz}$	$V_{Edy}$	$M_{Edy}$	$M_{Edz}$	Posouzení
		$N_{Rd}$	$V_{Rdz}$	$V_{Rdy}$	$M_{Rdy}$	$M_{Rdz}$	
		[kN]	[kN]		[kNm]		
1	Zat. případ 1	-22,00	0,00	0,00	0,38	0,00	Vyhovuje
		-37,56	7,67	0,00	-	-	

Mezní stav únosnosti - Vyhovuje

Část "Výsledky výpočtu" v posouzení pilíře

## Průřez

Toto dialogové okno slouží k zadávání a úpravě průřezu posuzovaného prvku. V horní části si lze vybrat jeden z přednastavených tvarů, samotné rozměry se zadávají v tabulce v levé části. Rozměry odpovídají kótám, které jsou vykresleny v náhledu průřezu v pravé části dialogového okna.

Tlačítko "**Informace**" v levém dolním rohu umožňuje zobrazení podrobných charakteristik průřezu.

Editor průřezu - Zdivo, standardní

Popis průřezu

název

L-průřez 1200x900

poznámka

Rozměry průřezu

šířka průřezu	b =	900,0 mm
výška průřezu	h =	1200,0 mm
tloušťka stojiny	$t_w$ =	300,0 mm
tloušťka pásnice	$t_f$ =	300,0 mm

Informace

OK

Storno

Okno "Editor průřezu"

## Určení vzpěrných délek

Toto dialogové okno umožňuje výběr součinitele pro stanovení účinné délky prvku při výpočtu vzpěru. Pokud je zaškrtnuta volba "**Jiná délka prvku**", je možné zadat základní délku pilíře pro výpočet vzpěrné délky, než jaká je uvedena na **úvodní obrazovce** úlohy. Výběr typů uložení vychází z obecných teorií pro posouzení vzpěru. Poslední varianta umožňuje zadání libovolného součinitele vzpěrné délky.

Okno "Určení vzpěrných délek"

## Program Zatížení

Program "**Zatížení**" slouží k sestavování zatěžovacích protokolů v souladu s normami EN 1991-1-1, EN 1991-1-3 a EN 1991-1-4.

### Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní programu se skládá z hlavního menu s nástrojovými lištami v horní části okna, ovládacího stroměčku v levé části a pravé části okna, která je určena pro zadávání vstupů a prohlížení výsledků. Hlavní menu obsahuje všechny nástroje, které lze využít při práci s programem. Ovládací stroměček slouží ke správě jednotlivých úloh v projektu a též k navigaci mezi jednotlivými částmi zadávání. Práce se stroměčkem je popsána v samostatné kapitole "**Ovládací stroměček**". Alternativou k ovládacímu stroměčku je část "**Data**" hlavního menu. Tvorba výstupní dokumentace probíhá v okně "**Tisk a export dokumentu**", které je přístupné z ovládací lišty "**Soubory**" nebo z části "**Soubor**" hlavního menu.

Program podporuje přidávat jednotlivé dílčí protokoly:

- Plošný**
  - Umožňuje sestavení zatěžovacího protokolu z jednotlivých položek. Položkami mohou být materiály či prvky z katalogu, užitná zatížení či libovolná další zatížení zadaná uživatelem. Výsledkem je hodnota zatížení vztažená na metr čtvereční.
- Prutový**
  - Obsahuje stejné možnosti jako typ "**Plošný**", zatížení je však vztaženo na určitou zatěžovací šířku. Výsledkem je hodnota zatížení vztažená na metr běžný.
- Bodový**
  - Obsahuje stejné možnosti jako typ "**Plošný**", zatížení je však vztaženo na určitou zatěžovací plochu. Výsledkem je síla.
- Sníh**
  - Umožňuje výpočet zatížení sněhem pro vybraný typ konstrukce (různé druhy střech, lokální účinky). Výsledkem jsou hodnoty zatížení včetně přehledného obrázku.
- Větr**
  - Umožňuje výpočet zatížení větrem pro vybraný typ konstrukce (různé druhy střech, stěny). Výsledkem jsou hodnoty zatížení včetně přehledného obrázku.

Jednotlivé protokoly řeší vždy samostatnou úlohu (například skladba stavební konstrukce, zatížení sněhem či větrem na určitý typ konstrukce). Výsledky v jednotlivých protokolech lze převést na prutové či bodové zatížení pomocí tzv. "**lokalizací**". Lze tak jednoduše získat zatížení na konkrétní konstrukční prvek. Každý protokol může mít libovolný počet lokalizací. Pokud dojde ke změně zatížení v základní úloze, dojde k automatické aktualizaci i ve všech lokalizacích. K vkládání protokolů do projektu slouží tlačítko "**Přidat**" v záhlaví ovládacího stroměčku.

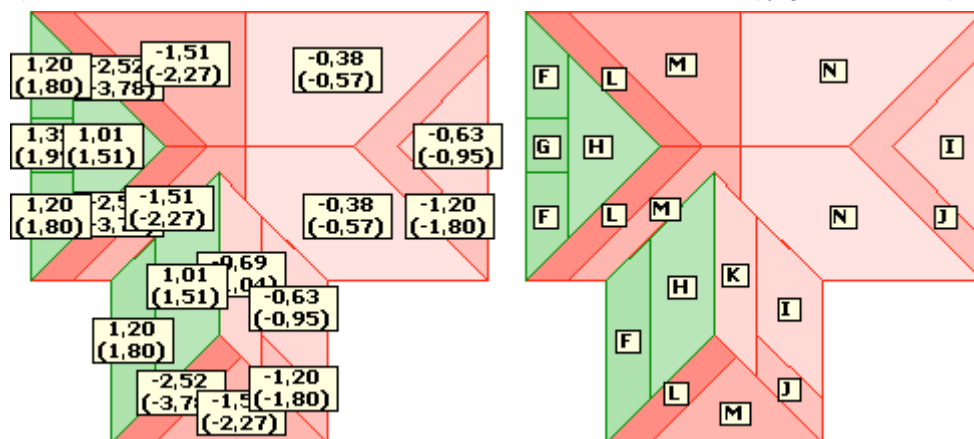
### Úvodní obrazovka

Základní obrazovka umožňuje nastavit informace o projektu a zvolit návrhovou normu.

Rám "**Obecné údaje o projektu**" zobrazuje údaje z dialogového okna "**Obecné údaje o projektu**", které je možno využít při sestavování **záhlaví** či **zápatí** výstupní dokumentace. Tyto údaje lze změnit pomocí tlačítka "**Upravit**".

Dále je možné zde zvolit národní přílohu k návrhovým normám. Na základě vybrané národní přílohy se změní některá pravidla a nastaví se též odpovídající mapy pro výpočet zatížení sněhem a větrem. Volba "**Standardní EC**" vytváří protokoly dle základního znění návrhové normy, tedy bez žádné národní přílohy.

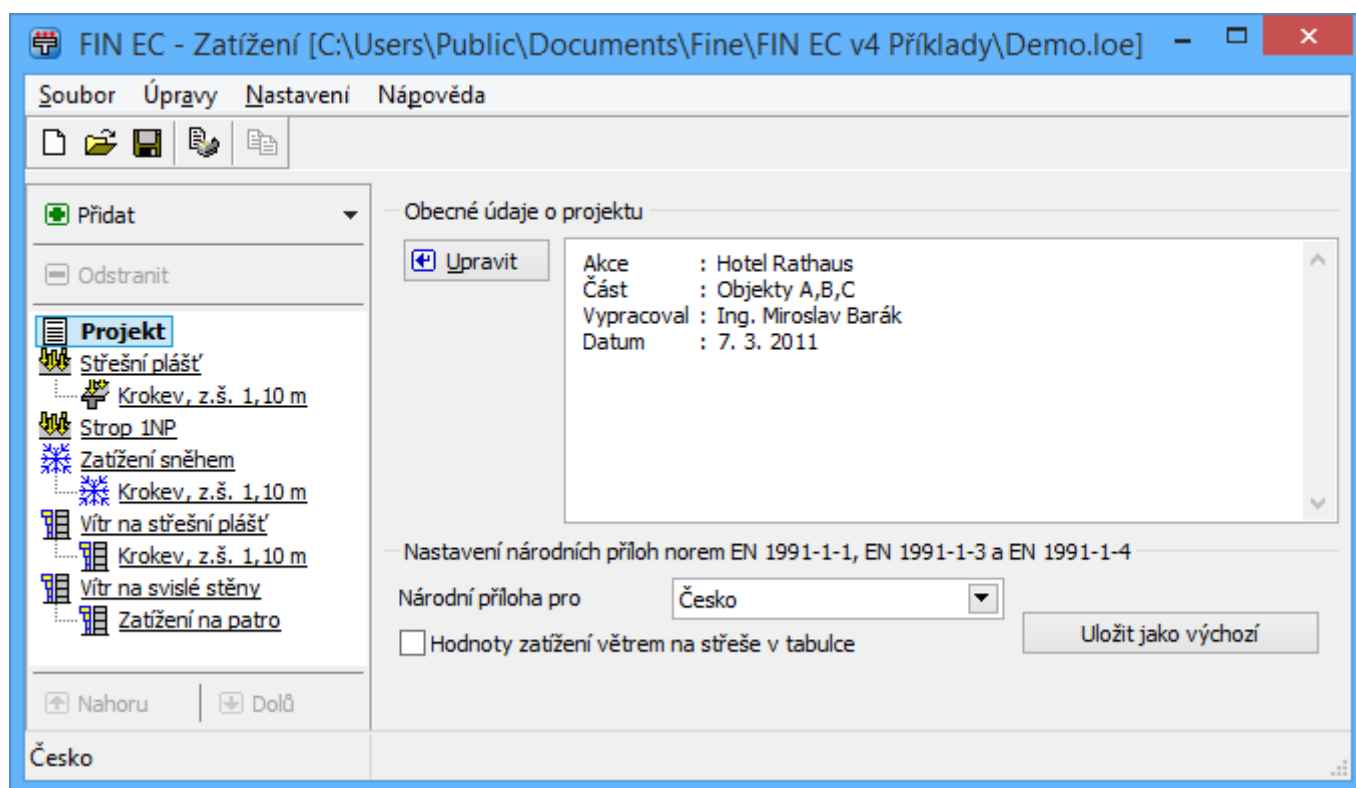
Dalším nastavením v této části je přepínač "**Hodnoty zatížení větrem na střeše v tabulce**", který ovlivňuje vzhled protokolů o zatížení větrem na střešní konstrukce. Nastavení umožňuje zobrazovat v půdorysu střechy pouze označení oblastí zatížení, nikoliv hodnoty zatížení. Charakteristické a návrhové hodnoty zatížení jsou pak vypsány v tabulce pod půdorysem. Tento typ zobrazení se hodí především v případech složitých půdorysů, kde se hodnoty zatížení v půdorysu mohou překrývat.



Půdorys se zobrazenými hodnotami zatížení nebo s názvy oblastí

Tlačítko "Výchozí" po stisknutí nabízí rozbalitelný seznam s následujícími možnostmi:

- Převzít výchozí nastavení** • Nastaví parametry dialogového okna dle výchozích nastavení
- Uložit nastavení jako výchozí** • Převzme aktuální parametry jako výchozí pro nové projekty



Základní obrazovka programu "Zatížení"

## Plošné, prutové, bodové zatížení

Protokoly o plošném, prutovém či bodovém zatížení slouží k výpočtu hodnoty zatížení, které se skládá z více položek. Aktuální vzhled protokolu je zobrazen v pravé části okna, nalevo od náhledu se nalézají tlačítka pro úpravu protokolu. Jako jednotlivé položky protokolu mohou být použity různé materiály, konstrukční průřezy, proměnná zatížení či libovolné uživatelsky zadané hodnoty. Výsledkem je pro plošné zatížení hodnota v  $kN/m^2$ , pro prutové v  $kN/m$ , pro bodové v  $kN$ .

Pro sestavování protokolu lze využít následující nástroje:

- Protokol** • Tlačítko "Protokol" umožňuje v okně "Nastavení sekcí protokolu" nastavit název a popis protokolu a ovlivnit strukturu protokolu (výpis mezisoučtů apod.).
- Přidat** • Tlačítko "Přidat" slouží k přidávání položek do protokolu. Zadávání položek probíhá v okně "Nová položka protokolu".
- Vsunout** • Slouží též pro přidání nové položky, avšak vloží ji před aktivní položku (podbarvena modře) v protokolu.
- Upravit** • Tlačítko spouští dialogové okno "Editace položky protokolu" pro úpravu aktivní položky v seznamu. Stejnou funkci má též dvojité kliknutí přímo na položku v protokolu.
- Odstranit** • Odstraní aktivní položku (podbarvena modře) z protokolu.

**Nahoru/Dolů****Lokalizuj**

- Tlačítka se šipkami umožňují změnu pořadí jednotlivých položek
- Pomocí tlačítka **"Lokalizuj"** lze z aktuálního protokolu odvodit nový protokol, který podědí veškeré zadané položky. Lokalizace mohou být stejného nebo nižšího typu (z plošného zatížení lze odvodit jakoukoliv lokalizaci, z prutového pouze prutovou a bodovou, z bodového pak pouze bodovou lokalizaci). Lokalizace lze využít, pokud je třeba z plošného zatížení odvodit zatížení na prutové konstrukční prvky s různými zatěžovacími šířkami nebo pokud potřebujeme ze základního protokolu vytvořit více variantních řešení se stejným základem (například skladbu stropní konstrukce ze základního protokolu lze kombinovat pomocí lokalizací s různými druhy užitého zatížení). Vlastnosti a typ lokalizace se zadávají v okně **"Lokalizace zatížení"**.

Stálé zatížení	Charakt. [kN/m²]	Souč. [-]	Návrh. [kN/m²]
Ostatní stálé zatížení			
Vláknocementová krytina	0,14	1,35	0,19
<b>Střešní latě 40/60 (0,01 / 0,210)</b>	<b>0,05</b>	<b>1,35</b>	<b>0,07</b>
Kontralatě 40/60 (0,01 / 1,100)	0,01	1,35	0,01
Krokev 180/100 (0,08 / 1,100)	0,07	1,35	0,09
Tepelná izolace 180mm mezi krokev	0,07	1,35	0,09
Sádrové desky hutné (12,00 × 0,013)	0,16	1,35	0,22
Součet: Ostatní stálé zatížení	0,50	1,35	0,68
Součet: Stálé zatížení	0,50	1,35	0,68

Nástroje pro úpravu protokolu, aktivní zatížení je "Střešní latě 40/60"

## Nastavení protokolu

V tomto okně lze zadat název protokolu a poznámku, která se následně zobrazuje ve výstupním dokumentu.

Pokud je toto dialogové okno otevřeno pro protokol plošného, prutového nebo bodového zatížení, nabízí v rámu **"Zobrazení"** následující nastavení, která mohou ovlivnit vzhled protokolu:

**Třídít dle druhu (stálé, proměnné...)**

**Třídít dle základního typu**

**Rekapitulace stálého zatížení**

**Rekapitulace proměnného zatížení**

**Sumace dle délky trvání**

**Celková suma**

- Umožňuje třídít zatížení dle druhu zatížení (stálé, proměnné, předpětí, mimořádné). Druh zatížení se volí při zadávání položky v okně **"Nová položka protokolu"**.
- Umožňuje třídít zatížení dle položky **"Základní typ"**.
- Na závěr výpisu stálých zatížení provede rekapitulaci zadaného zatížení dle položky **"Základní typ"** (volí se při vkládání jednotlivých položek v okně **"Nová položka protokolu"**).
- Na závěr výpisu proměnných zatížení provede rekapitulaci zadaného zatížení dle položky **"Základní typ"** (volí se při vkládání jednotlivých položek v okně **"Nová položka protokolu"**).
- umožňuje provést rekapitulaci proměnných zatížení dle délky trvání (volí se při vkládání jednotlivých položek v okně **"Nová položka protokolu"**).
- Proveďte součet stálých a proměnných zatížení.

Pokud je toto dialogové okno otevřeno pro lokalizaci, obsahuje též kolonku pro změnu zatěžovací šířky respektive zatěžovací plochy.

Okno "Nastavení sekcí protokolu"

## Nová položka protokolu

Toto okno slouží k zadávání a úpravám jednotlivých položek protokolu. V horní části si lze vybrat "**Typ zatížení**" ("**Stálé**" / "**Proměnné**" / "**Předpětí**" / "**Mimořádné**"), který určuje hodnotu součinitele  $\gamma$  a zároveň slouží k základnímu třídění položek v protokolu. Podrobnější rozdělení lze provést pomocí položky "**Základní typ**". Tato položka slouží pouze ke zpřehlednění protokolu, neovlivňuje výslednou hodnotu zatížení. Výsledný protokol lze třídit případně též vytvářet i různé přehledy (součty) zatížení dle druhu, typu či délky trvání zatížení. Tyto možnosti se volí v okně "**Nastavení sekcí protokolu**".

Jednotlivé položky protokolu mohou být zadány následujícími způsoby:

**Zadávat zatížení**  
**Zadávat z katalogu materiálů**

- Umožňuje zadat charakteristickou hodnotu zatížení ručně.

**Zadávat z katalogu průřezů**

- Charakteristická hodnota zatížení je získána z **katalogu materiálů**. Tento katalog je pro stálá zatížení tvořen databází různých stavebních materiálů, které mají předdefinované objemové respektive plošné tíhy. Databázi katalogu lze libovolně doplnit vlastními položkami. Po výběru položky z katalogu je možné získanou charakteristickou hodnotu zatížení libovolně měnit. Pro proměnná zatížení katalog obsahuje zatížení uvedená v normě EN 1991-1.
- Charakteristická hodnota zatížení je získána z **katalogu průřezů**. Katalog obsahuje nejčastěji používané ocelové, dřevěné, betonové a zděné profily včetně databáze válcovaných ocelových profilů. Po výběru položky z katalogu je možné získanou charakteristickou hodnotu zatížení libovolně měnit. Pokud je položka vkládána do protokolu typu "**Plošné**", je nutné zadat roznášecí šířku, která převede liniové zatížení průřezu na plošné zatížení. Obdobně pro protokol typu "**Bodové**" je třeba zadat zatěžovací šířku (délku prutového prvku), která zajistí přepočet zatížení na osamělou sílu.

U každé položky lze zadat či změnit název a součinitel zatížení  $\gamma$ . Tento součinitel slouží ke stanovení návrhové hodnoty zatížení z charakteristické. Programem jsou automaticky nabízeny součinitele dle tabulky A1.2(B) normy EN 1990 (Soubor B).


**Editace položky protokolu** ✕


Druh zatížení : G - Stálé zatížení ▼

Základní typ : Ostatní stálé zatížení ▼

Typ zadávání

☐ Zadávat zatížení

☐ Zadávat z katalogu materiálů 

☒ Zadávat z katalogu průřezů 

Název : Krokev 180/100

Tíha průřezu : 0,08 [kN/m]

Roznášecí šířka : 1,100 [m]

Charakteristické zatížení : 0,07 [kN/m<sup>2</sup>]

Součinitel zatížení :  $\gamma_f =$  1,35 [-]

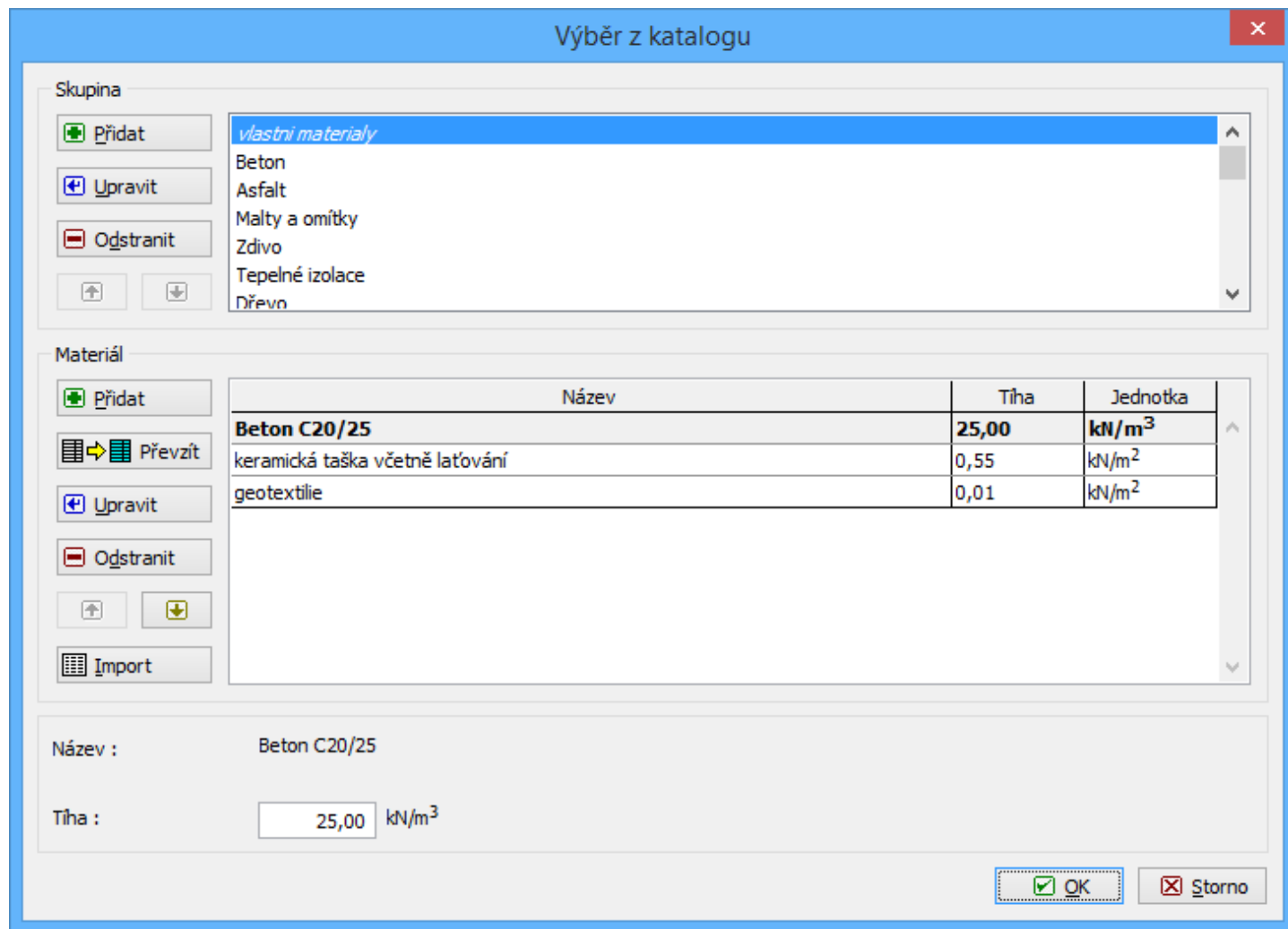
Návrhové zatížení : 0,10 [kN/m<sup>2</sup>]

✔ OK
✕ Storno

Okno "Editace položky zatížení"

## Katalog materiálů

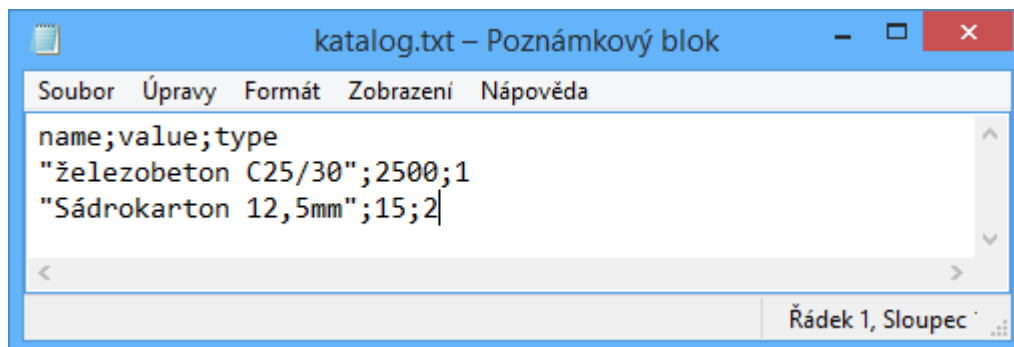
Toto okno obsahuje výběr položky z materiálového katalogu. Pro lepší přehlednost jsou materiály v katalogu rozčleněny do jednotlivých skupin. Katalog lze doplnit o vlastní položky. Seznam skupin je umístěn v horní části okna. Dolní část obsahuje seznam materiálů ve vybrané skupině. Skupiny "**Skladované materiály**" obsahují objemové tíhy dle tabulek A.7 až A.12 normy EN 1991-1-1. Pro proměnná zatížení katalog obsahuje zatížení uvedená v kapitole 6.3 normy EN 1991-1.



Okno "Výběr z katalogu"

## Doplnění katalogu vlastními materiály

Katalog lze doplnit libovolným množstvím vlastních materiálů. Nejprve je třeba vytvořit novou skupinu (tlačítkem **"Přidat"** v tlačítkové liště u seznamu skupin). V takto vytvořené skupině lze vytvářet, upravovat či mazat jednotlivé materiály. Do uživatelsky zadané skupiny lze buď přidat zcela novou položku (pomocí tlačítka **"Přidat"**) nebo převzít již existující materiál z jiné skupiny (tlačítko **"Převzít"**). Program je též schopen načíst seznam položek z textového souboru s příponou \*.csv. Tento typ souboru lze vytvořit v textových editorech (Poznámkový blok, Word, Writer) či tabulkových procesorech (např. Excel, Calc). Jednotlivé položky jsou řazeny do řádků, pro každou položku je v řádku postupně zadán název, tíha materiálu a typ. Název musí být uveden v uvozovkách, typ určuje jednotky tíhy. Pokud je zadán typ 1, jsou materiálu přiřazeny jednotky  $\text{kg/m}^3$ . Pokud je zadán typ 2, jedná se o plošný materiál s jednotkami  $\text{kg/m}^2$ . Jako oddělovací znaménko je použit středník.



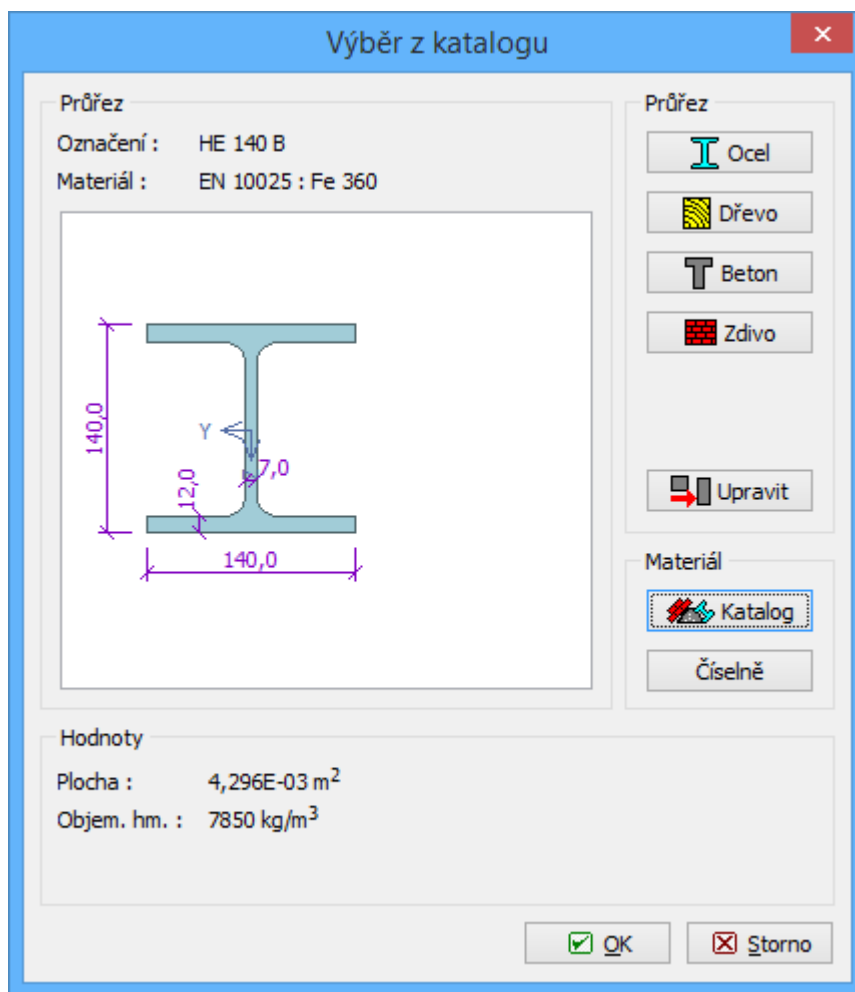
Soubor pro import materiálů otevřený v programu "Poznámkový blok"

## Katalog průřezů

Toto okno umožňuje přidat do protokolu položku, která představuje prutový konstrukční prvek. Průřez se zadává pomocí tlačítek **"Ocel"**, **"Dřevo"**, **"Beton"** nebo **"Zdivo"** v pravé části okna. Již zadaný průřez lze změnit buď kliknutím na nákras průřezu nebo na tlačítko **"Upravit"**. Tlačítky **"Katalog"** a **"Číselně"** ve spodní části okna je možné vybrat materiál z



katalogu materiálů nebo ho zadat číselně (zadává se objemová tíha).



Okno "Výběr z katalogu"

## Lokalizace zatížení

Lokalizace zatížení slouží k odvození nového protokolu, který podědí od základního veškeré zadané položky. Lokalizace mohou být stejného nebo nižšího typu (z plošného zatížení lze odvodit jakoukoliv lokalizaci, z prutového pouze prutovou a bodovou, z bodového pak pouze bodovou lokalizaci). Lokalizace lze využít, pokud je třeba z plošného zatížení odvodit zatížení na prutové konstrukční prvky s různými zatěžovacími šířkami nebo pokud potřebujeme ze základního protokolu vytvořit více variantních řešení se stejným základem (například skladbu stropní konstrukce ze základního protokolu lze kombinovat pomocí lokalizací s různými druhy užitého zatížení).

Lokalizace typu "**Na sílu**" je vhodná pro přepočet zadaného zatížení na počet kotevních prvků, které mají být schopné zatížení přenést. Výsledné jednotky závisí na typu základního protokolu ( $k_s$  pro původní protokol typu "**Bodová**",  $ks/m$  pro typ "**Liniová**",  $ks/m^2$  for "**Plošná**"). Pro tuto lokalizaci je nutné zadat kotevní sílu (únosnost jednoho spojovacího prostředku).

Při zadávání nové lokalizace je třeba vybrat typ lokalizace ("**plošná**"/ "**prutová**"/ "**bodová**"), název a v případě zadávání lokalizace nižšího typu než je základní protokol též zatěžovací šířku či plochu.

Velikost zatěžovací plochy resp. šířky a název lze později změnit v okně "**Nastavení protokolu**" u příslušné lokalizace.

Okno "Lokalizace zatížení"

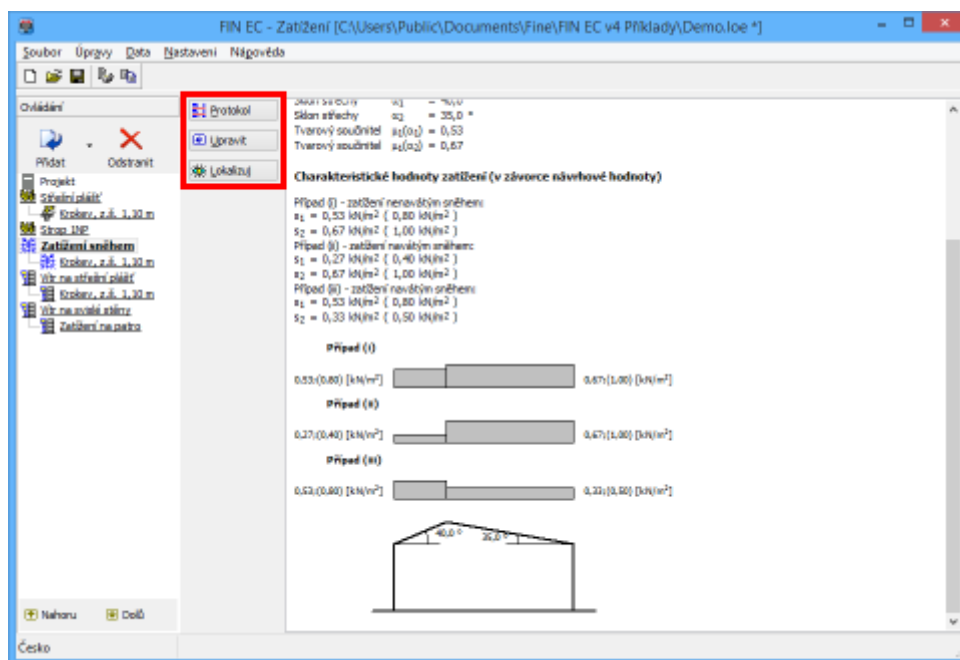
## Sníh

Protokol o zatížení sněhem slouží ke stanovení zatížení sněhem na určitý typ konstrukce. Na základě vybrané sněhové oblasti, typu konstrukce a dalších doplňujících parametrů program vypíše charakteristické i návrhové hodnoty zatížení na konstrukci včetně přehledného nákresu. Všechny tyto údaje se zadávají v okně "**Editace zatížení sněhem**", které se automaticky spustí po založení protokolu typu "**Sníh**". Výsledné hodnoty jsou uvedeny jako plošné zatížení v  $kN/m^2$ . Převod na prutové či bodové zatížení lze provést lokalizací.

Pro další práci s protokolem jsou dostupné následující tlačítka:

- Upravit**
  - Tlačítko "**Upravit**" umožňuje upravit parametry zatížení sněhem zadané v okně "**Editace zatížení sněhem**".
- Lokalizuj**
  - Pomocí tlačítka "**Lokalizuj**" lze z aktuálního protokolu odvodit hodnoty zatížení na prutový či bodový prvek. Odvození probíhá zadáním zatěžovací šířky respektive plochy. Výsledkem jsou hodnoty zatížení v  $kN/m$ , případně  $kN$ . Vlastnosti a typ lokalizace se zadávají v okně "**Lokalizace zatížení**".

Postupy použité ve výpočtech zatížení sněhem jsou popsány v teoretické části nápovědy v kapitole "**Zatížení sněhem**".



Nástroje pro úpravu protokolu o zatížení sněhem

## Editace zatížení sněhem

Toto okno slouží k zadání parametrů zatížení sněhem. V rámu "**Vlastnosti zatížení sněhem**" je možné určit následující nastavení (rozsah zadání se může lišit pro jednotlivé národní přílohy):

- Sněhová oblast**
  - z rozbalovacího seznamu či z mapy (lze otevřít tlačítkem "...") lze vybrat potřebnou sněhovou oblast. Na základě vybrané sněhové oblasti se určí charakteristická hodnota zatížení sněhem  $s_k$ . Nejvyšší sněhová oblast umožňuje zadání libovolné hodnoty  $s_k$ .

**Typ krajiny**

- určení typu krajiny má vliv na hodnotu součinitele expozice  $C_e$ . Nabídka vychází z tabulky 5.1 normy EN 1991-1-3. Při výběru součinitele je třeba zohlednit i případnou budoucí zástavbu.

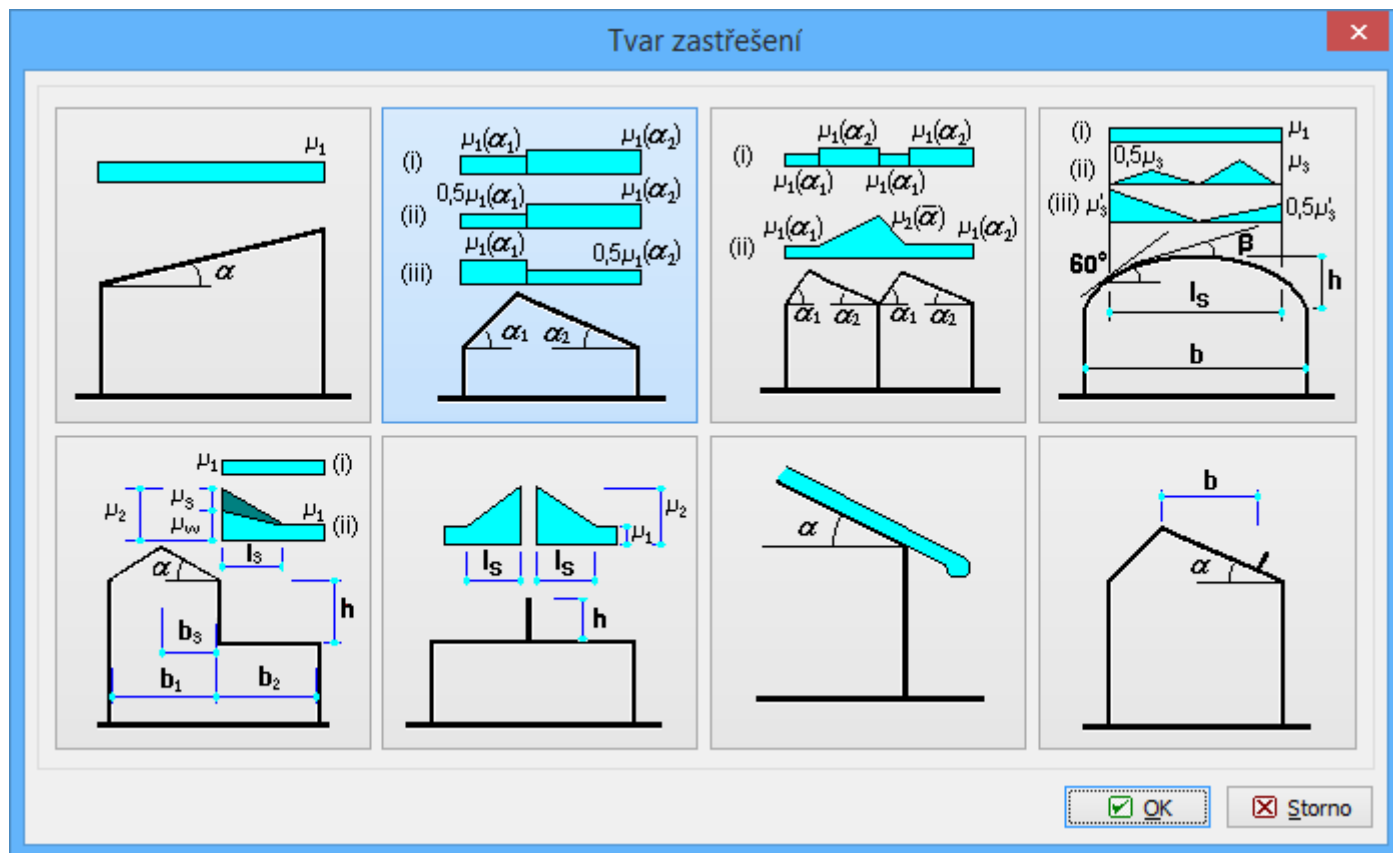
**Tepelný součinitel**

- tento součinitel umožňuje snížit zatížení sněhem u střeš s vysokou tepelnou propustností ( $> 1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). V ostatních případech má být  $C_t$  uvažován jako 1,0.

**Uvažovat****mimořádné zatížení**

- pomocí tohoto nastavení lze vložit do protokolu část týkající se výjimečného zatížení sněhem dle části 4.3 normy EN 1991-1-3. Oblasti s výjimečným zatížením sněhem jsou popsány v jednotlivých národních přílohách. Pro výpočet mimořádného zatížení je nutné zadat součinitel  $C_{esf}$ . Hodnota doporučená normou EN 1991-1-3 je 2,0.

Rám "**Typ zastřešení**" umožňuje výběr druhu řešené úlohy a zadání potřebných parametrů (kóty, sklony). Typ úlohy se vybírá kliknutím na obrázek se schématem konstrukce.



Výběr dostupných úloh pro zatížení sněhem

Pokud je u střechy zaškrtnuto "**Zabráněno sklouzávání**", nepoužije se redukce tvarového součinitele  $\mu_1$  dle sklonu střechy (obrázek 5.1 normy EN 1991-1-3).

Součinitel zatížení  $\gamma_F$  představuje dílčí součinitel zatížení, kterým se zohledňují možné nepříznivé odchylky hodnot zatížení od reprezentativních hodnot v souladu s EN 1990. Programem jsou automaticky nabízeny součinitele dle tabulky A1.2(B) normy EN 1990 (Soubor B).

Postup výpočtu zatížení sněhem je popsán v kapitole "**Zatížení sněhem**" teoretické části nápovědy.

**Editace zatížení sněhem**

Název :

Vlastnosti zatížení sněhem

Charakteristická hodnota zatížení Mapa

Sněhová oblast:   $S_k$ :  [kN/m<sup>2</sup>]

Součinitel expozice

Typ krajiny:   $C_e$ :  [-]

Tepelný součinitel  $C_t$ :  [-]

☐ Uvažovat mimořádné zatížení  $C_{esl}$ :  [-]

Typ zastřešení

$\alpha_1$ :  [°]  $\mu_1(\alpha_1)$ :  [-]

$\alpha_2$ :  [°]  $\mu_1(\alpha_2)$ :  [-]

☐ Zabráněno sklouzávání vlevo

☐ Zabráněno sklouzávání vpravo

Součinitel zatížení:  $\gamma_f$  =  [-]

☒ OK ☒ Storno

Okno "Editace zatížení sněhem"

## Lokalizace zatížení

Toto okno umožňuje zadat parametry lokalizace, která převede plošné zatížení získané v základním protokolu na liniové či bodové zatížení.

Je možné vybrat jeden z následujících typů:

- Prutová**
  - plošné zatížení ze základního protokolu bude převedeno na liniové zatížení. Zadání je nutné doplnit zatěžovací šířkou, kterou bude vynásobeno původní zatížení.
- Bodová**
  - plošné zatížení ze základního protokolu bude převedeno na osamělou sílu. Zadání je nutné doplnit zatěžovací plochou, kterou bude vynásobeno původní zatížení.

**Lokalizace zatížení**

Parametry lokalizace

Lokalizace protokolu: Zatížení sněhem

Typ původního protokolu : sněh

Typ lokalizace :

Název :

Zatěžovací šířka :  [m]

☒ OK ☒ Storno

Okno "Lokalizace zatížení"

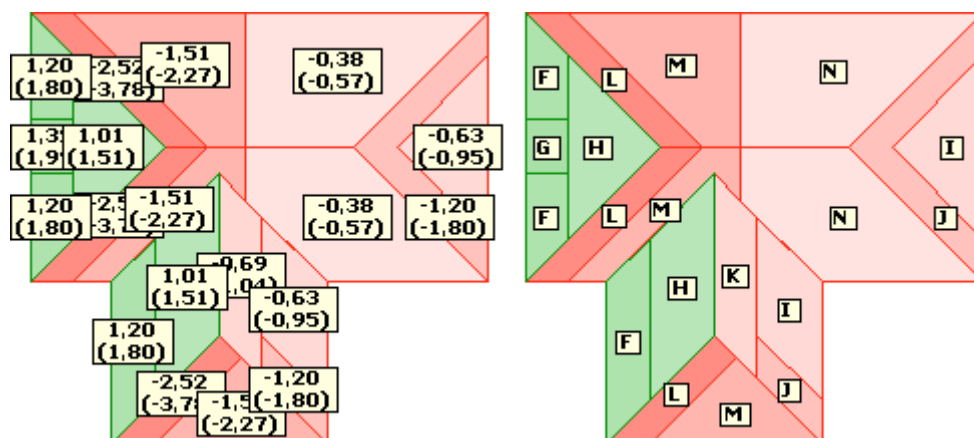
## Vítr

Tento typ protokolu slouží ke stanovení zatížení od větru působícího na konstrukci. Na základě vybraného typu konstrukce a potřebných parametrů program vypíše charakteristické i návrhové hodnoty zatížení na konstrukci včetně přehledného nákresu. Všechny tyto údaje se zadávají v okně **"Editace zatížení větrem"**, které se automaticky spustí po založení protokolu typu **"Vítr"**. Výsledné hodnoty jsou uvedeny jako plošné zatížení v  $kN/m^2$ . Převod na prutové či bodové zatížení lze provést lokalizací.

Pro další práci s protokolem jsou dostupné následující tlačítka:

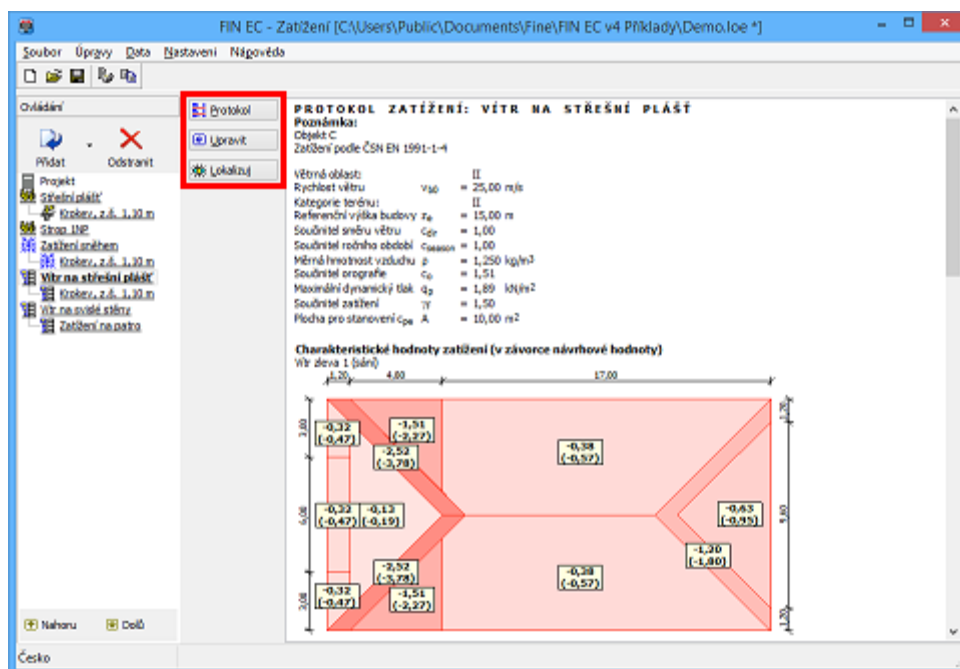
- Protokol**
- Tlačítko **"Upravit"** umožňuje upravit parametry zatížení větrem zadané v okně **"Editace zatížení větrem"**.
- Lokalizuj**
- Pomocí tlačítka **"Lokalizuj"** lze z aktuálního protokolu odvodit hodnoty zatížení na prutový či bodový prvek. Odvození probíhá zadáním zatěžovací šířky respektive plochy. Výsledkem jsou hodnoty zatížení v  $kN/m$ , případně  $kN$ . Vlastnosti a typ lokalizace se zadávají v okně **"Lokalizace zatížení"**.

Pokud je půdorys střechy členitý a hodnoty zatížení v nákresu se překrývají, je možné zobrazit v půdorysu pouze označení oblastí a hodnoty zatížení vypsát v tabulce pod půdorysem. Tento způsob zobrazení lze zapnout přepínačem **"Hodnoty zatížení větrem na střeše v tabulce"** na **základní obrazovce** programu.



Půdorys se zobrazenými hodnotami zatížení nebo s názvy oblastí

Postupy použité ve výpočtech zatížení větrem jsou popsány v teoretické části nápovědy v kapitole **"Zatížení větrem"**.



Nástroje pro úpravu protokolu o zatížení větrem

## Editace zatížení větrem

Toto okno slouží k zadání parametrů zatížení větrem. Je rozděleno do dvou částí: V první části se zadávají parametry nutné k výpočtu maximálního dynamického tlaku, druhá část slouží k výběru a zadání konkrétní úlohy. Mezi oběma částmi se lze pohybovat tlačítky **"Další"/"Předchozí"**. V první části se zadávají následující údaje:

<b>Větrná oblast</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Z rozbalovacího seznamu či z mapy (lze otevřít tlačítkem <b>"Mapa"</b>) lze vybrat potřebnou větrnou oblast. Na základě vybrané větrné oblasti se určí výchozí základní rychlost větru <math>v_{b,0}</math>. Nejvyšší větrná oblast umožňuje zadání libovolné hodnoty <math>v_{b,0}</math>.</li> </ul>
<b>Kategorie terénu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kategorie terénu určuje drsnost terénu v místě výstavby. Přesný popis kategorií je popsán v <b>"Příloze A"</b> k EN 1991-1-4, parametry, které se vybrané kategorii přiřazují, jsou uvedeny v tabulce 4.1 téže normy. Při výběru kategorie terénu je nutné brát ohled na okolní terén s nižší drsností. Pravidla pro tyto případy jsou popsána v kapitole A.2 normy.</li> </ul>
<b>Referenční výška budovy</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Referenční výška budovy <math>Z_e</math> slouží pro výpočet dynamického tlaku větru.</li> </ul>
<b>Součinitel směru větru</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tento součinitel <math>c_{dir}</math> je definován v kapitole 4.2 normy EN 1991-1-4. Pro Českou republiku a Slovensko se uvažuje jeho hodnota jako <math>1,0</math>.</li> </ul>
<b>Součinitel ročního období</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Součinitel ročního období <math>c_{season}</math> umožňuje redukovat zatížení větrem u dočasných budov, u kterých se očekává, že budou existovat pouze v ročním období, kdy nehrozí maximální zatížení větrem. Dle národních příloh pro Českou republiku a Slovensko má být tento součinitel <math>c_{season}</math> uvažován jako <math>1,0</math>.</li> </ul>
<b>Měrná hmotnost vzduchu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Doporučená hodnota měrné hmotnosti vzduchu <math>\rho</math> je <math>1,25\text{kg/m}^3</math>.</li> </ul>
<b>Součinitel orografie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Součinitel orografie <math>c_o</math> umožňuje zavést do výpočtu zvýšení rychlosti větru na izolovaných kopcích, hřebenech nebo srážech a strmých svazích. Výpočet součinitele je proveden v samostatném okně <b>"Součinitel orografie"</b>, které se spouští tlačítkem <b>"Upravit"</b> za zadávacím políčkem pro tento součinitel. Výpočet vychází z kapitoly A.3 normy EN 1991-1-4.</li> </ul>
<b>Maximální dynamický tlak</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Program zobrazuje vypočítanou hodnotu maximálního dynamického tlaku <math>q_p</math> dle vzorce (4.8) normy EN 1991-1-4. Po zaškrtnutí políčka <b>"Použít vlastní max. dynamický tlak"</b> lze zadat vlastní hodnotu tlaku <math>q_p</math>.</li> </ul>
<b>Velikost zatížené plochy</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Velikost zatížené plochy <math>A</math> je použita pro stanovení součinitelů vnějšího tlaku větru. Pokud je zatížená plocha menší než <math>1\text{m}^2</math>, jsou do výpočtu použity hodnoty <math>c_{pe,1}</math>. Pro plochy nad <math>10\text{m}^2</math> jsou použity hodnoty <math>c_{pe,10}</math>. Pro mezilehlé hodnoty je prováděna logaritmická interpolace dle kapitoly 7.2.1.</li> </ul>

Součinitel zatížení  $\gamma_F$  představuje dílčí součinitel zatížení, kterým se zohledňují možné nepříznivé odchylky hodnot zatížení od reprezentativních hodnot v souladu s EN 1990. Programem jsou automaticky nabízeny součinitele dle tabulky A1.2(B) normy EN 1990 (Soubor B).

Postup výpočtu maximálního dynamického tlaku je popsán podrobně v kapitole **"Zatížení větrem"** teoretické části nápovědy.

Po stisknutí tlačítka **"Další"** se přejde na druhou část okna, kde se vybírá druh a parametry řešené úlohy. Dostupné jsou následující typy:

<b>Střecha</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>V této úloze program generuje zatížení větrem na půdorys střechy. Program umožňuje vybrat různé půdorysy či typy střech. V této úloze jsou použity pravidla uvedená v kapitolách 7.2.3 (ploché střechy), 7.2.4 (pultové střechy), 7.2.5 (sedlové střechy) a 7.2.6 normy EN 1991-1-4.</li> </ul>
<b>Přístřešek</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>V této úloze program generuje zatížení větrem na půdorys přístřešku resp. osaměle stojící střechy bez stěn. Program umožňuje vybrat různé půdorysy či typy střech. V této úloze jsou použity pravidla uvedená v kapitole 7.3 (přístřešky) normy EN 1991-1-4.</li> </ul>
<b>Stěny pravouhlého objektu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vytváří zatížení větrem na stěny pravouhlých objektů. Je možné zadat libovolný počet výškových úrovní, v kterých má být zatížení zjištěno. Výpočet vychází z kapitoly 7.2.2 normy.</li> </ul>
<b>Klenbová střecha</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tato úloha vytváří zatížení na klenbové (válnové) střechy dle článku 7.2.8 normy EN 1991-1-4.</li> </ul>
<b>Kopule</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tato úloha vytváří zatížení na kopule dle článku 7.2.8 normy EN 1991-1-4.</li> </ul>

Editace zatížení větrem

Název :

---

Vnější tlak větru

Základní rychlost větru

Větrná oblast: II  $V_{b0}$ : 25,00 [m/s]

Kategorie terénu

**II** Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a s izolovanými překážkami (stromy, budovy), jejichž vzdálenost je větší než 20násobek výšky překážek

---

Referenční výška budovy  $Z_e$ : 15,000 [m]

Součinitel směru větru  $C_{dir}$ : 1,00 [-]

Součinitel ročního období  $C_{season}$ : 1,00 [-]

☒ Použít vlastní měrnou hmotnost vzduchu  $\rho$ : 1,250 [kg/m<sup>3</sup>]

Součinitel orografie   $C_o$ : 1,51 [-]

☐ Použít vlastní max. dynamický tlak  $q_p$ : 1,89 [kN/m<sup>2</sup>]

---

Velikost zatěžované plochy : 10,00 [m<sup>2</sup>]

Poznámka: Pro nosné konstrukce střech se má dle normy ČSN EN 1991-1-4 použít plocha větší nebo rovna 10m<sup>2</sup>

Součinitel zatížení :  $\gamma_f =$  1,50 [-]

Okno "Editace zatížení větrem"

## Střecha/Přístřešek

Typy "**Střecha**" a "**Přístřešek**" umožňují vytvoření protokolu zatížení pro střešní konstrukci (uzavřenou či otevřenou). Podporovány jsou různé typy střech (sedlová, valbová apod.) a několik základních půdorysů. Pomocí **lokalizace** lze v jakémkoliv místě vytvořit řez konstrukcí a zjistit zatížení působící na prutový prvek.

### Typ střechy

V rozbalovacím seznamu si lze vybrat jeden z následujících typů střechy:

- |                |   |
|----------------|---|
| <b>Vlastní</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pomocí tohoto typu lze zadat střechy s nestandardní topologií (různé sklony střešních rovin, kombinace sedlové a valbové střechy, polovalby apod.). Možnosti tohoto typu jsou popsány níže. Tvarové součinitele <math>c_{pe}</math> pro typ "<b>vlastní</b>" jsou odvozeny z kapitol 7.2.3, 7.2.4, 7.2.5 a 7.2.6 normy EN 1991-1-4 na základě topologie střechy. Pokud nelze z topologie jednoznačně odvodit typ střechy, (například střecha s jedním štítem a jednou valbou) je použita varianta s méně příznivými výsledky.</li> </ul> |
| <b>Valbová</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tento typ umožňuje zadat valbovou střechu s jednotným sklonem. Pokud je třeba zadat u různých sklony u jednotlivých střešních rovin, je třeba použít typ "<b>vlastní</b>". Výpočet zatížení probíhá dle kapitoly 7.2.6 normy EN 1991-1-4. Pro sklony menší než 5° by měl být použit typ "<b>plochá</b>".</li> </ul>  |
| <b>Sedlová</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tvarové součinitele <math>c_{pe}</math> pro sedlové střechy jsou stanoveny dle kapitoly 7.2.5 resp. tabulky 7.7 normy. Pro sklony menší než 5° by měl být použit typ "<b>plochá</b>". Pokud je třeba zadat u různých sklony u jednotlivých střešních rovin, je třeba použít typ "<b>vlastní</b>".</li> </ul>   |
| <b>Plochá</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Plochá střecha slouží ke stanovení zatížení větrem na střešní konstrukce se sklonem menším než 5°. Hodnoty součinitelů <math>c_{pe}</math> vychází z kapitoly 7.2.3 resp. tabulky 7.6 normy. V souladu s normou lze pro typ "<b>Střecha</b>" vybrat různé typy hran střechy (ostré, mansardové, zakřivené, s atikou).</li> </ul>   |
| <b>Pultová</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tento typ střechy je dostupný pouze pro obdélníkový půdorys. Provádí výpočet zatížení větrem dle kapitoly 7.2.4 resp. tabulky 7.6 normy.</li> </ul>  |

### Možnosti typu "vlastní"

Pokud je zvolen typ "**vlastní**", program zpřístupní tabulku "**Vlastnosti zdi**", kde lze u jednotlivých střešních rovin měnit sklon, výšku okapu či dokonce střešní rovinu vypnout. Takto lze docílit široké palety typů střech. V průběhu úprav v



tabulce se v pravé části automaticky aktualizuje náhled na konstrukci.

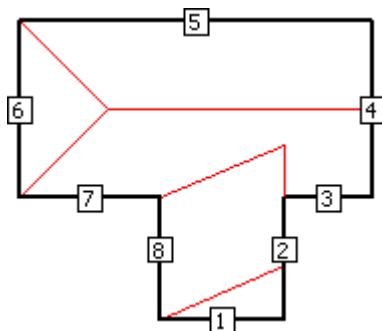
Typ střechy: vlastní

Rozměry konstrukce [m]					
$L_{x,1}$	=	23,000	$L_{y,1}$	=	12,000

Vlastnosti zdí			
	Okap	Sklon [°]	výška okapu [m]
1	<input checked="" type="checkbox"/>	50,00	0,000
2	<input type="checkbox"/>		
3	<input checked="" type="checkbox"/>	40,00	0,000
4	<input checked="" type="checkbox"/>	40,00	2,000

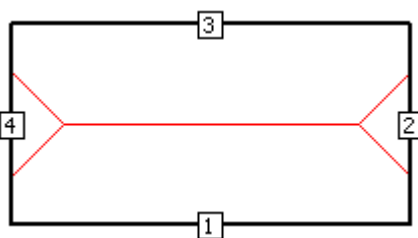
Tabulka "vlastnosti zdí"

Tabulka "**Vlastnosti zdí**" obsahuje řádky s jednotlivými hranami půdorysu. Pořadí hran odpovídá číslování na schématu napravo od tabulky. V prvním sloupci "**Okap**" lze zaškrtnout, zda se má použít u konkrétní hrany střešní rovina či nikoliv. Tímto přepínačem lze vytvořit například střechu s jedním štítem a jednou valbou.



Vypnuté střešní roviny u hran 2 a 4

Ve sloupci "**Sklon**" lze měnit sklon jednotlivých střešních rovin. Sloupec "**Výška okapu**" umožňuje posunout okap svislým směrem oproti počáteční úrovni. Takto lze vytvořit například střechu s polovalbou.



Střecha s posunem okapu u hran 2 a 4

## Působení větru na střechu

Pro některé sklony střech jsou v normě u vybraných oblastí předepsány hodnoty maximálního tlaku i maximálního sání. Pomocí tohoto přepínače si lze zvolit, zda mají být zobrazeny všechny varianty (položka "**Tlak i sání**") nebo jen část z nich.

### Kotvení (pouze typ "Střecha")

Hodnota zatížení na metr čtvereční může být pomocí této části převedena na počet kotevních prvků. V tom případě je nutné zadat kotevní sílu (únosnost jednoho spojovacího prostředku). Zatěžovací protokol poté obsahuje počty kotevních prvků na metr čtvereční plochy. Tohoto nastavení lze využít například v případě, kdy má být stanoven počet kotevních prvků pro kotvení plochých střech z důvodu sání. Toto nastavení je většinou kombinováno s variantou "**Obálka**" v následující části "**Směr působení větru**".

### Směr působení větru

V této části lze nastavit, pro jaké směry vanutí větru mají být vytvořeny zatěžovací protokoly. Popis směrů odpovídá

orientaci budovy na pracovní ploše. Zvolit lze až čtyři směry působení a obálku. Obálka automaticky zjistí v každém bodě maximální hodnotu ze všech čtyř směrů. Tato část není dostupná pro typ "**přístřešek**", neboť kapitola 7.3 normy obsahuje již hodnoty tvarových součinitelů pro obálku směrů.

### Přístřešek (pouze typ "Přístřešek")

Tato část obsahuje možnost zadat rozsah uvažovaného součinitele plnosti  $\varphi$  v souladu s obrázkem 7.15 normy EN 1991-1-4. Výchozí interval  $<0;1,0>$  obsahuje všechny možné stavy, od zcela otevřeného přístřešku ( $\varphi=0$ ) až po zcela uzavřený přístřešek ( $\varphi=1,0$ ). Pokud je třeba zjistit hodnoty zatížení pouze pro uzavřený přístřešek, je nutné zadat interval jako  $<1,0;1,0>$ .

Pomocí tlačítka "**Předchozí**" se lze vrátit do **první části okna**, kde lze upravovat údaje ovlivňující velikost maximálního dynamického tlaku a volbu tvarových součinitelů.

Editace zatížení větrem

Typ objektu:

Střecha

Typ střechy: 

valbová

Sklon střechy: 

40,00

 [°]

Rozměry konstrukce [m]			
L <sub>x,1</sub> =	23,000	L <sub>y,1</sub> =	12,000

Vlastnosti zdí			
	Okap	Sklon [°]	výška okapu [m]
1	✓	40,00	0,000
2	✓	40,00	0,000
3	✓	40,00	0,000
4	✓	40,00	0,000

Působení větru na střechu

☐ Tlak  
☐ Sání  
☒ Tlak i sání  
☐ Kotvení

Kotevní síla: F<sub>d</sub> = [kN]

Směr působení větru

☒ Shora  
☐ Zdola  
☒ Zleva  
☐ Zprava  
☐ Obálka

← Předchozí

OK

✗ Storno

Parametry zatížení větrem na střechu

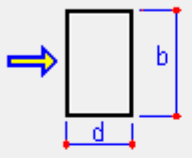
### Stěny pravoúhlého objektu

U vybraného typu konstrukce "**Stěny pravoúhlého objektu**" je třeba zadat základní rozměry budovy (výška objektu  $h$ , délka objektu  $d$  a šířka objektu  $b$ ). Význam jednotlivých rozměrů je zobrazen ve schematickém nákresu. Dále se v dialogu zadávají jednotlivé úrovně, v kterých se má zjistit hodnota tlaku větru. K zadávání úrovní slouží tabulka ve spodní části okna. Každá úroveň je určena výškou nad terénem zadávanou v metrech.

Pomocí tlačítka "**Předchozí**" se lze vrátit do **první části okna**, kde lze upravovat údaje ovlivňující velikost maximálního dynamického tlaku a volbu tvarových součinitelů.

**Editace zatížení větrem**

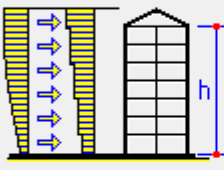
Typ objektu : Stěny pravoúhlého objektu



Výška objektu :  $h =$  30,00 [m]

Délka objektu :  $d =$  12,00 [m]

Šířka objektu :  $b =$  13,00 [m]



+ Přidat

U Upravit

- Odstranit

Č. rozhr.	Výška [m]
1	3,00
2	6,00
3	9,00
4	12,00
5	15,00
6	18,00
7	21,00
8	24,00
9	27,00
10	30,00

← Předchozí
OK
✖ Storno

Zadávání charakteristik stěn

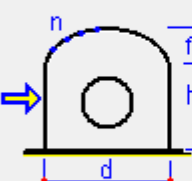
## Klenbová střecha a kopule

Pokud se vybere typ objektu "**Klenbová střecha**" nebo "**Kopule**", je třeba zadat výšku stěn  $h$ , délku objektu  $d$  a výšku oblouku  $f$ . Význam jednotlivých rozměrů je zobrazen ve schematickém nákresu. Pro kopule lze též zadat počet bodů na polovině střechy, v kterých bude vypočtena přesná hodnota zatížení. Tyto hodnoty program vypisuje do tabulky včetně vodorovné vzdálenosti od návětrné hrany.

Pomocí tlačítka "**Předchozí**" se lze vrátit do první části okna, kde lze upravovat údaje ovlivňující velikost maximálního dynamického tlaku a volbu tvarových součinitelů.

**Editace zatížení větrem**

Typ objektu : Kopule



Výška stěn :  $h =$  15,00 [m]

Délka objektu :  $d =$  18,00 [m]

Výška oblouku :  $f =$  3,00 [m]

Počet bodů na polovině střechy :  $n =$  3

← Předchozí
OK
✖ Storno

Zadávání geometrie kopule

## Lokalizace zatížení

Toto okno umožňuje zadat parametry lokalizace, která převede plošné zatížení získané v základním protokolu na liniové. Pro tento převod je nutné zadat zatěžovací šířku, kterou se má základní zatížení vynásobit.

Lokalizace zatížení na střeše

Název, poznámka

Název protokolu :

Poznámka :

Zatěžovací šířka :  [m]

Umístění řezu

Orientace řezu : Ve směru osy Y

Počátek řezu

X :  [m]

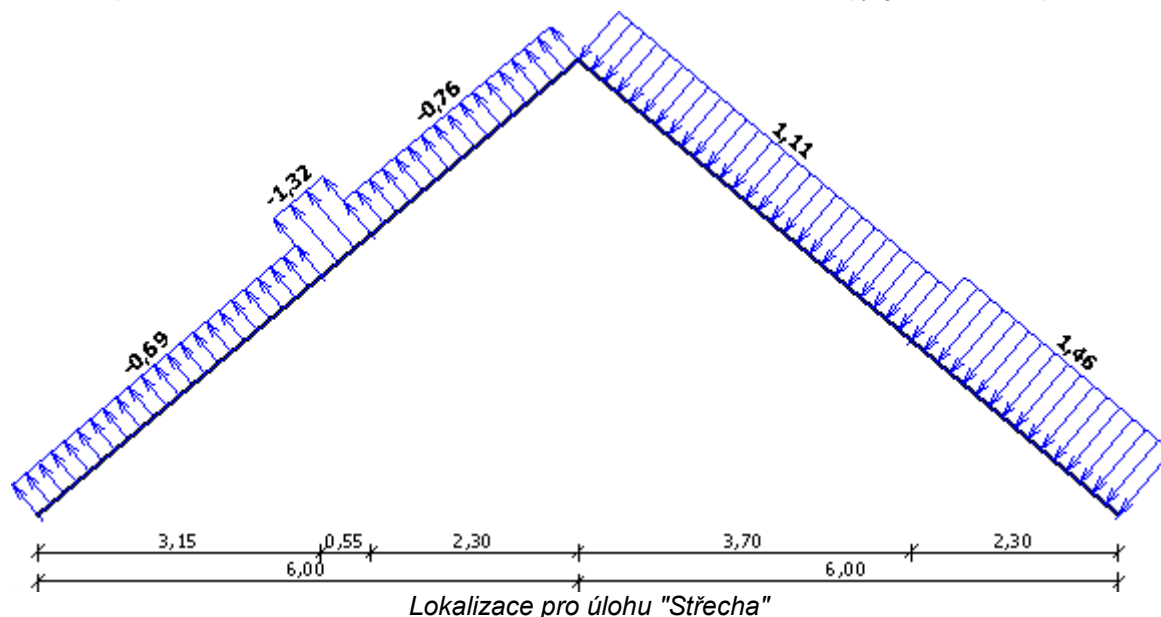
Y :  [m]

Sklon řezu :  [°]

Délka řezu :  [m]

Okno "Lokalizace zatížení"

Pokud je lokalizace zadána pro úlohu "**Střecha**", lokalizace se provádí formou řezu konstrukcí. Součástí zadání tak je možnost zvolit polohu, natočení a délku řezu střešní konstrukcí. Spodní část okna v tomto případě obsahuje půdorys se zobrazenou polohou řezu.



## Program Výseč

Program "**Výseč**" počítá charakteristiky průřezů, které jsou složeny ze stěn. Stěnou zde rozumíme rovinnou část průřezu, jejíž tloušťka je výrazně menší než ostatní rozměry. Typickými představiteli stěnových průřezů jsou ocelové profily, tenkostěnné kovové profily, komůrkové profily (např. betonové profily komorových mostů) nebo stěnové pilíře (např. ztužující jádra výškových budov). Počítají se průřezové charakteristiky potřebné pro výpočet napjatosti průřezu při namáhání tahem, tlakem a ohybem a pro výpočet napjatosti od volného a vázaného kroucení. Těmito charakteristikami jsou:

- plocha průřezu
- poloha těžiště
- momenty setrvačnosti
- moment tuhosti v prostém kroucení  $I_k$
- hlavní výsečová pořadnice  $\omega$
- poloha středu smyku
- statický výsečový moment  $S_\omega$
- výsečový moment setrvačnosti  $I_\omega$

## Uživatelské rozhraní

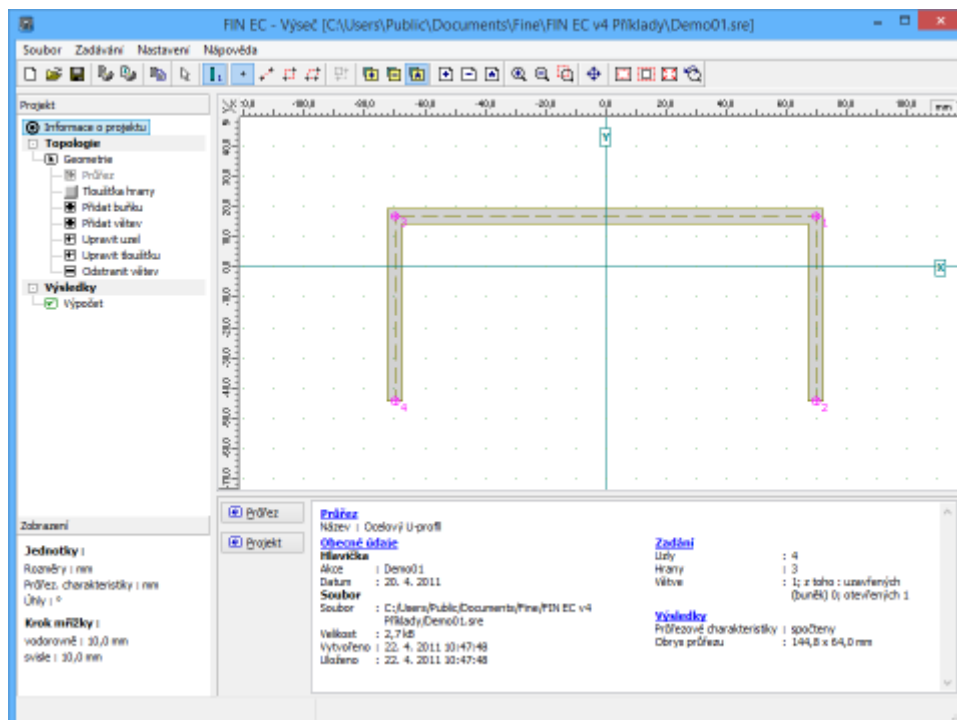
Uživatelské rozhraní programu se skládá z hlavního menu s nástrojovými lištami v horní části okna, ovládacího stroměčku v levé části, pracovní plochy a spodního zadávacího rámu. Hlavní menu obsahuje všechny nástroje, které lze využít při práci s programem. Ovládací stroměček slouží k navigaci mezi jednotlivými částmi zadávání a pro zobrazení výsledků. Alternativou k ovládacímu stroměčku je část "**Zadávání**" hlavního menu. Vzhled pracovní plochy může být ovlivněn v dialogovém okně "**Možnosti**", které je dostupné z části "**Nastavení**" hlavního menu. Tvorba výstupní dokumentace probíhá v okně "**Tisk a export dokumentu**", které je přístupné z ovládací lišty "**Soubory**" nebo z části "**Soubor**" hlavního menu.

Ovládací stroměček je rozdělen na dvě základní části:

- **Topologie** - slouží k zadání geometrie průřezu
- **Výsledky** - Zobrazuje výsledky výpočtu

## Úvodní obrazovka

Základní obrazovka programu slouží k zadání identifikačních informací průřezu. Tlačítkem "**Průřez**" lze spustit dialogové okno, ve kterém je možné zadat název průřezu a případně též poznámku. Tlačítko "**Projekt**" spouští okno "**Obecné údaje o projektu**", které obsahuje možnost zadání identifikačních údajů projektu, které lze využít při sestavování **záhlaví** či **zápatí** výstupní dokumentace. Zadané údaje se zobrazují v rámu ve spodní části okna.



Základní obrazovka programu "Výseč"

## Topologie

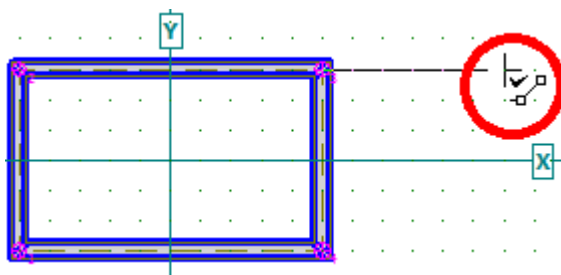
Tato část slouží k zadání tvaru průřezu. Geometrie průřezu se zadává jako čárové schéma, kdy čáry (v programu označeny jako "**hrany**") tvoří střednice jednotlivých stěn průřezu. Hmotu průřezu je získána přiřazením tloušťky hranám. Při modelování průřezu je třeba dodržovat zásady, které jsou popsány v kapitole "**Zásady modelování**" teoretické části nápovědy.

## Tvorba průřezu

Průřez lze zadávat pomocí následujících funkcí v ovládacím stroměčku:

- **Průřez** - jako základ průřezu je možné zvolit přednastavené průřezy z databáze prvků. Výběr probíhá v okně "**Vložit průřez**". K dispozici jsou jak válcované profily, tak nejčastější svařované. Tento postup je vhodné použít, pokud chceme získat charakteristiky například válcovaného I-profilu s náběhem. Tento způsob zadávání je přístupný pouze v případě, kdy je pracovní plocha ještě prázdná a nebyly zadány žádné buňky či otevřené větve.
- **Přidat buňku** - v tomto režimu je možné přidávat uzavřené větve jak graficky na pracovní ploše, tak číselně pomocí dialogového okna. Tento režim je dostupný pouze v případech, kdy není zadána žádná otevřená větev (platí i pro průřezy vložené z databáze a složené z otevřených větví). Více o tomto omezení je uvedeno v **teoretické části** nápovědy.
- **Přidat větev** - v tomto režimu je možné přidávat otevřené větve jak graficky na pracovní ploše, tak číselně pomocí dialogového okna.

Grafické zadávání větví probíhá přímo na pracovní ploše. Jednotlivé uzly větve se zadávají klikáním levým tlačítkem myši na plochu. Při zadávání je možné využít zarovnávací mřížku, jejíž parametry se zadávají v dialogovém okně "**Možnosti**". Konec zadávání větve je třeba potvrdit. U uzavřené větve se ukončení zadávání potvrzuje opětovným kliknutím na první uzel větve, u otevřených opětovným kliknutím na poslední uzel větve. Při potvrzení se změní vzhled kurzoru:



Vzhled kurzoru při ukončení zadávání větve

Kromě grafického zadávání je k dispozici i zadávání pomocí dialogového okna "**Přidat větev/buňku**", kde je možné zadávat polohy uzlů pomocí souřadnic. Toto okno je dostupné po stisku příslušného tlačítka u tabulky větví ve spodní části okna programu:

**Prototyp tloušťky hrany : 5,0 mm**

Uzly   Hrany   Větvě

**Buňku**   **Větev**   Odstranit

Počet : 2

index	Typ větve	Indexy hran tvořící větev
1	uzavřená (buňka)	1 - 4
2	uzavřená (buňka)	2, 5 - 7

*Tlačítka pro zadání větví pomocí souřadnic*

## Úpravy průřezu

Průřez lze dále upravovat za pomoci následujících režimů:

- **Upravit uzel** - umožňuje změnit souřadnice uzlu v dialogovém okně "**Vlastnosti uzlu**".
- **Upravit tloušťku** - umožňuje změnit tloušťku hrany v dialogovém okně "**Vlastnosti hrany**". Tloušťku lze pomocí tohoto dialogového okna změnit u aktivní hrany, u vybraných hran nebo u všech hran v průřezu.
- **Odstranit větev** - umožňuje odstranit libovolnou větev. Pokud v některém z uzlů odstraňované větve začínají jiné větve, jsou zároveň odstraněny i tyto.

Po zadání geometrie je možné přejít do části "**Výpočet**", kde jsou vypsány spočítané průřezové charakteristiky.

## Vložit průřez

V tomto okně je možné vybrat z databáze ocelový průřez který lze použít jako základ modelování. Databáze se otevírá tlačítkem "**Ocel**", výběr probíhá v okně "**Editor průřezu**". K dispozici je jak sortiment běžně vyráběných válcovaných profilů, tak řada svařovaných průřezů s volitelnými rozměry. Průřez je možné změnit tlačítkem "**Upravit**", průřezové charakteristiky databázového profilu jsou dostupné po stisku tlačítka "**Informace**".

V okně je též možné zadat souřadnice bodu vložení případně natočení profilu  $\alpha$ .

**Vložení : Průřez**

Poloha

Těžiště  $X_t$    0,0   [mm]

Těžiště  $Y_t$    0,0   [mm]

Natočení  $\alpha$    90,0   [°]

Průřez

Označení: **HE 220 B**

**Ocel**   Upravit   Informace

OK   Storno

*Spuštění databáze ocelových průřezů*

## Přidat větev/buňku

Toto okno slouží k zadání jednotlivých větví průřezu. Levá část okna obsahuje tabulku se seznamem uzlů větve, pravá zobrazuje schéma větve. Pro práci s uzly jsou dostupná následující tlačítka:



- **Přidat** - spustí okno "**Přidat uzel**" pro zadání souřadnic nového uzlu. Nový uzel je přidán na konec větve.
- **Vsunout** - umožňuje vložit bod před jakýkoliv existující uzel. Nejprve je nutné v tabulce nastavit jako aktivní (v tabulce se zvýrazní tučným fontem, ve schématu zelenou barvou) ten uzel, před který se má vložit nový uzel. Samotné zadávání nového uzlu opět probíhá v okně "**Přidat uzel**".
- **Upravit** - upraví vlastnosti aktivního již zadaného uzlu (souřadnice, tloušťka hrany předcházející uzlu)
- **Odstranit** - smaže aktivní uzel

V případě uzavřených větví (buněk) je minimální počet uzlů v tabulce tři. U otevřených větví je minimální počet dva (počáteční a koncový bod).

**Přidání : Uzavřená větev (buňka)**

	Index uzlu	Souřadnice uzlu		Tloušťka hrany [mm]
		X [mm]	Y [mm]	
1	***	-50,0	-100,0	5,0
2	***	50,0	-100,0	5,0
3	***	50,0	100,0	5,0
> 4	***	<b>-50,0</b>	<b>100,0</b>	<b>5,0</b>

**Přidat**

**Vsunout**

**Upravit**

**Odstranit**

Počet : 4

**Přidej** **Zavřít**

Okno pro úpravu větve

## Přidat uzel

Toto okno slouží k zadání souřadnic jednotlivých uzlů větve. Jako první uzel větve (výjimkou je první uzel první větve v průřezu) je nutné vybrat číslo uzlu na některé, již existující, větvi. U následujících uzlů si lze zvolit, jak mají být zadány:

- **Zadat nový** - poloha uzlu se zadá souřadnicemi  $[X, Y]$ , zároveň je možné zadat tloušťku hrany, která v tomto uzlu končí (vede z předchozího uzlu do zadávaného)
- **Vybrat existující** - jako poloha nového uzlu se použijí souřadnice již existujícího uzlu z jiné větve

Okno "Přidat uzel"

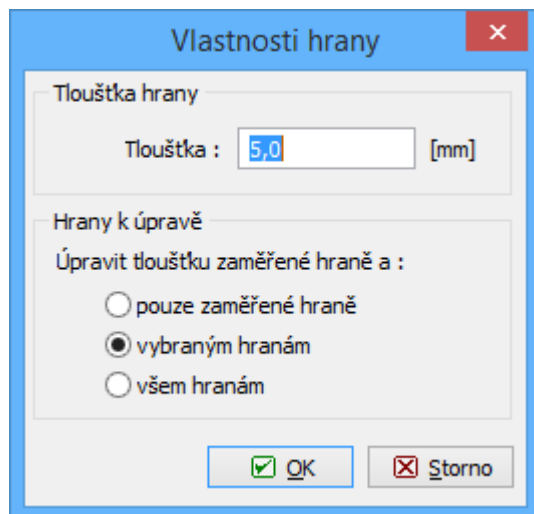
## Vlastnosti uzlu

Toto okno umožňuje změnit polohu uzlu úpravou souřadnic v globálním souřadném systému. Pokud je v daném místě víc uzlů se stejnými souřadnicemi (od více větví), je nutné zvolit číslo konkrétního uzlu v rozbalovacím seznamu.

Úprava souřadnic uzlu

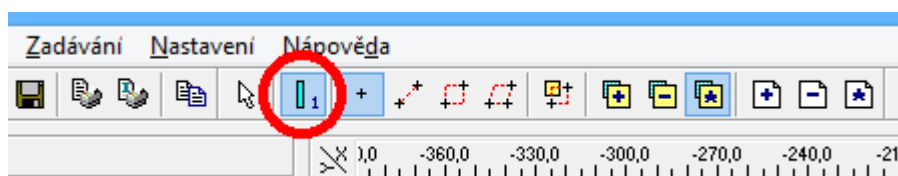
## Vlastnosti hrany

V tomto okně je možné změnit tloušťku hrany. Tato úprava může být provedena pro jednu aktuální hranu, pro všechny hrany v průřezu či pro více vybraných hran.



Okno pro úpravu tloušťky hrany

Pokud je třeba změnit tloušťku jen u některých (vybraných) hran, je nutné nejprve zapnout režim pro výběr hran a hrany na pracovní ploše vybrat. Režim výběru se zapne tlačítkem **"Vybírat hrany"** v nástrojové liště nad pracovní plochou. Poté již je možné vybírat hrany graficky kurzorem na pracovní ploše. Vybrané hrany jsou na ploše zvýrazněny zelenou barvou. Při výběru hran je možné využít nástrojovou lištu **"Výběry"**.



Tlačítko "Výběr hran"

Alternativně je možné vybírat hrany i pomocí tlačítek v prvním sloupečku tabulky ve spodní části okna programu.

	Uzly hrany						Tloušťka	Hrana je součástí větve
index	Zač.	X [mm]	Y [mm]	Kon.	X [mm]	Y [mm]	[mm]	
1	1	-50,0	-100,0	2	50,0	-100,0	5,0	1
2	2	50,0	-100,0	3	50,0	100,0	5,0	1
3	3	50,0	100,0	4	-50,0	100,0	10,0	1
4	4	-50,0	100,0	1	-50,0	-100,0	5,0	1

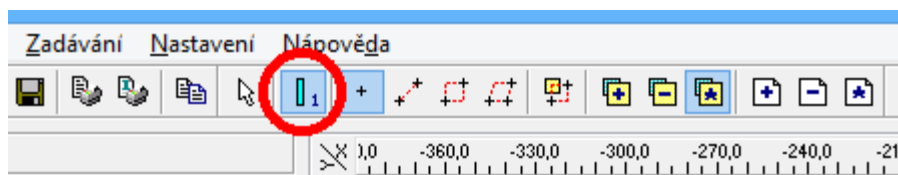
Tlačítka pro výběr hran v tabulce

## Výpočet

Tato část slouží k prohlížení spočítaných materiálových charakteristik. Na pracovní ploše je možné vykreslit průběhy výsečových charakteristik, tabulka ve spodní části programu obsahuje výpis průřezových charakteristik.

### Vykreslení výsečových charakteristik na pracovní ploše

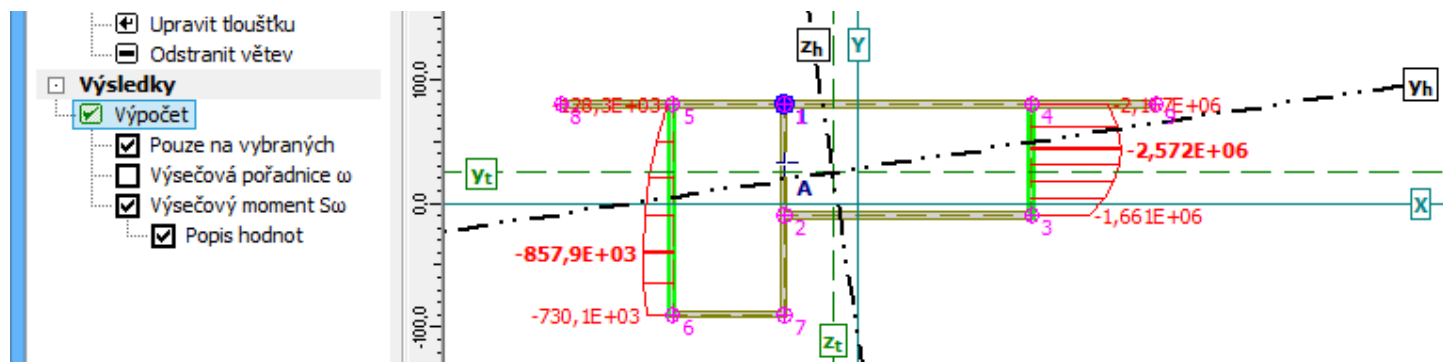
Na pracovní ploše je možné vykreslit výsečovou pořadnici  $\omega$  a výsečový moment  $S_{\omega}$ . Vykreslované veličiny se vybírají v ovládacím stroměčku. velikost popisu je možné změnit v dialogovém okně **"Možnosti"**, záložka **"Zobrazení"**. Výsečové charakteristiky je možné pro přehlednost vykreslit pouze na některých hranách. V tom případě je nutné zaškrtnout v ovládacím stroměčku **"Pouze na vybraných"** a potřebné hrany na pracovní ploše vybrat. Výběr je umožněn pouze v případě, když je zapnutý režim **"Výběr hran"** v nástrojové liště nad pracovní plochou.



Tlačítko "Výběr hran"

Při výběru hran je možné využít nástrojovou lištu **"Výběry"**. Vybrané hrany jsou na pracovní ploše zvýrazněny zelenou

barvou.



Vykreslení výšečového momentu na vybraných hranách

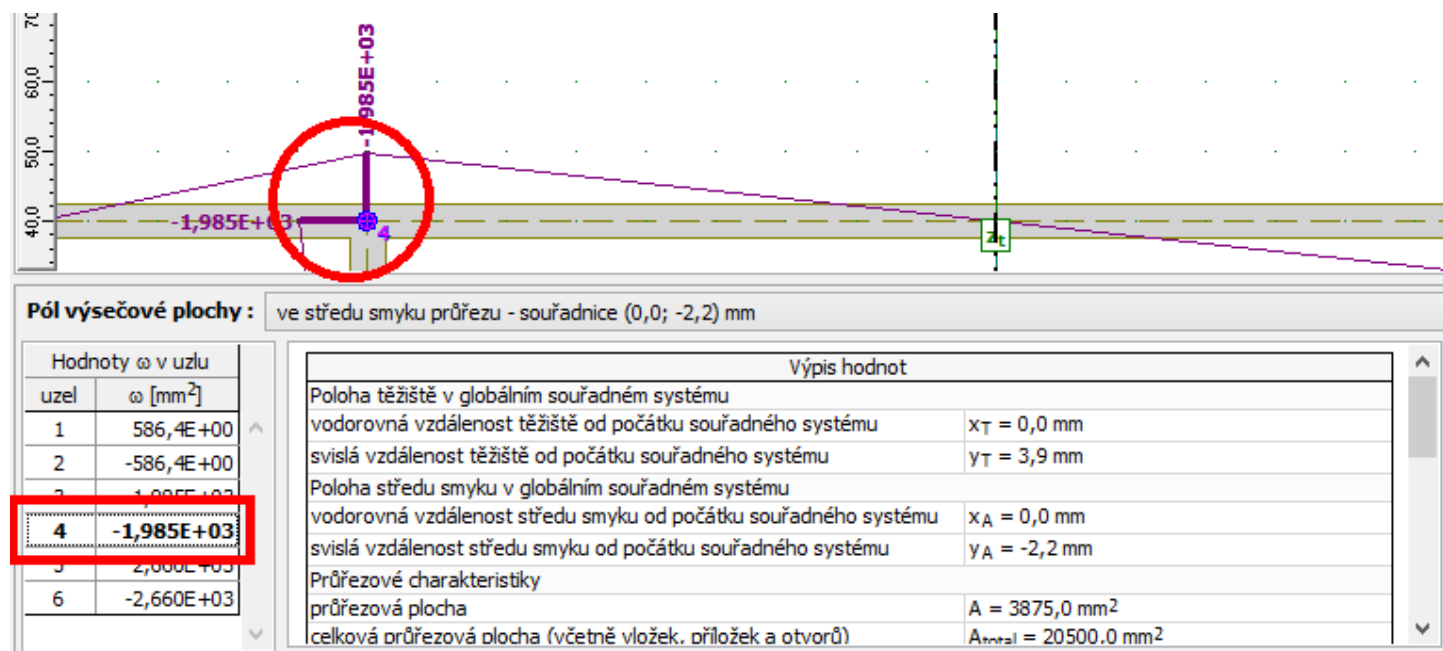
Kromě výšečových charakteristik se na pracovní ploše vykresluje též:

- **poloha těžiště** - těžiště průřezu se nachází v průsečíku os  $y_t$  a  $z_t$  (vykresleny čárkovanou čarou)
- **střed smyku** - označen jako bod A
- **hlavní osy průřezu** - tučné osy kreslené dvojčerkovanou čarou, označeny  $y_h$  a  $z_h$

Aktuální obrázek je možné překopírovat pomocí klávesové zkratky **Ctrl+C** nebo pomocí tlačítka "📄" v nástrojové liště do schránky Windows a vložit do jakéhokoliv dokumentu.

## Výpis výšečové pořadnice $\omega$ v tabulce

Hodnoty výšečové pořadnice  $\omega$  v jednotlivých uzlech jsou též vypsány v tabulce ve spodní části okna. Při zaměření určitého řádku v tabulce se příslušný uzel zvýrazní na pracovní ploše.



Výpis výšečových pořadnic v tabulce

## Výpis průřezových charakteristik

Spodní rám též obsahuje tabulku se všemi průřezovými charakteristikami, které jsou pro průřez spočítány programem. Údaje v tabulce je možné kurzorem označit a překopírovat do jiného programu (textového editoru). V tabulce je dostupné po zmáčknutí pravého tlačítka myši kontextové menu, které obsahuje potřebné příkazy pro kopírování textu.

Více o výšečových a průřezových charakteristikách je uvedeno v [teoretické části](#) nápovědy.

**Pól výšečové plochy :** ve středu smyku průřezu - souřadnice (0,0; -2,2) mm

Hodnoty $\omega$ v uzlu	
uzel	$\omega$ [mm <sup>2</sup> ]
1	586,4E+00
2	-586,4E+00
3	1,985E+03
4	-1,985E+03
5	2,660E+03
6	-2,660E+03

Výpis hodnot	
Poloha těžiště v globálním souřadném systému	
vodorovná vzdálenost těžiště od počátku souřadného systému	$x_T = 0,0$ mm
svislá vzdálenost těžiště od počátku souřadného systému	$y_T = 3,9$ mm
Poloha středu smyku v globálním souřadném systému	
vodorovná vzdálenost středu smyku od počátku souřadného systému	$x_A = 0,0$ mm
svislá vzdálenost středu smyku od počátku souřadného systému	$y_A = -2,2$ mm
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	$A = 3875,0$ mm <sup>2</sup>

Kontextové menu pro kopírování údajů z tabulky

## Program Průřez

Program "**Průřez**" provádí výpočet průřezových charakteristik, které jsou využívány jako vstupní data pro statický výpočet konstrukcí a pro dimenzování. Geometrie průřezu může být zcela libovolná, je možné kombinovat databázové profily (například ocelové válcované průřezy) a libovolné tvary, a to včetně otvorů. Výsledky výpočtu následující průřezové charakteristiky:

- Souřadnice těžiště -  $x_T$ ,  $y_T$
- Průřezová plocha -  $A$
- Obvod průřezu -  $P$
- Souřadnice těžiště měřené od okrajů minimální obdélníkové obálky průřezu -  $y_{cg}$ ,  $z_{cg}$
- Momenty setrvačnosti k těžišťovým osám -  $I_y$ ,  $I_z$ ,  $D_{yz}$
- Sklon hlavních centrálních os -  $\phi$
- Poloměry setrvačnosti -  $i_y$ ,  $i_z$
- Polární moment a poloměr setrvačnosti -  $I_p$ ,  $i_p$
- Moment tuhosti v prostém kroucení -  $I_k$
- Průřezové moduly v krajních vláknech průřezu -  $W_{y1}$ ,  $W_{y2}$ ,  $W_{z1}$ ,  $W_{z2}$

Bližší informace o průřezových charakteristikách je napsáno v **teoretické části** nápovědy.

## Uživatelské rozhraní

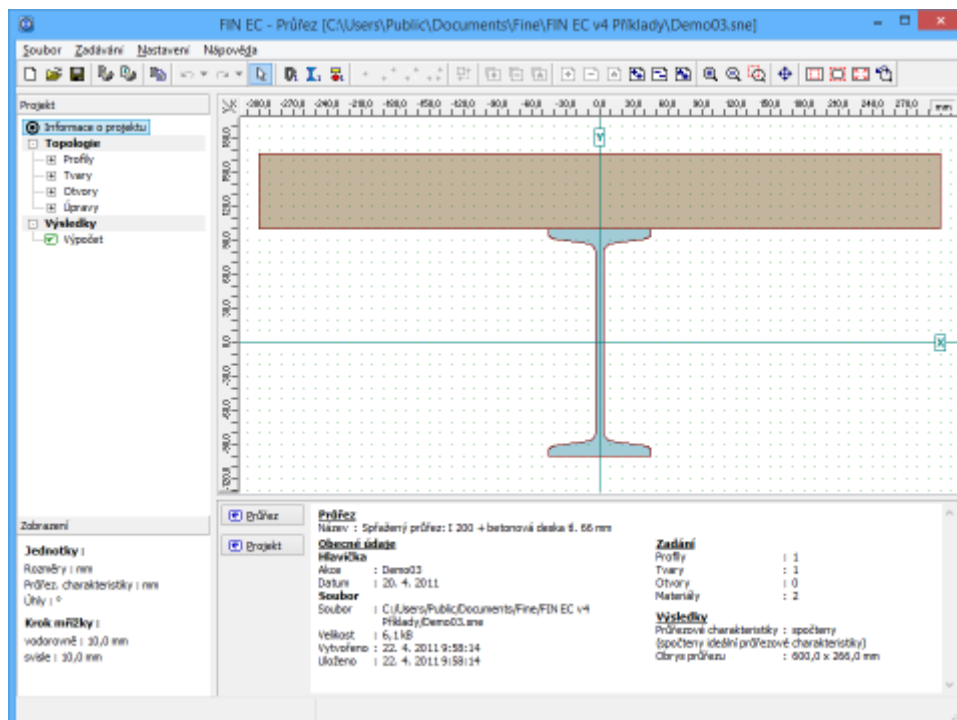
Uživatelské rozhraní programu se skládá z hlavního menu s nástrojovými lištami v horní části okna, ovládacího stroměčku v levé části, pracovní plochy a spodního zadávacího rámu. Hlavní menu obsahuje všechny nástroje, které lze využít při práci s programem. Ovládací stroměček slouží k navigaci mezi jednotlivými částmi zadávání a pro zobrazení výsledků. Alternativou k ovládacímu stroměčku je část "**Zadávání**" hlavního menu. Vzhled pracovní plochy může být ovlivněn v dialogovém okně "**Možnosti**", které je dostupné z části "**Nastavení**" hlavního menu. Tvorbou výstupní dokumentace probíhá v okně "**Tisk a export dokumentu**", které je přístupné z ovládací lišty "**Soubory**" nebo z části "**Soubor**" hlavního menu.

Ovládací stroměček je rozdělen na dvě základní části:

- **Topologie** - slouží k zadání geometrie průřezu
- **Výsledky** - Zobrazuje výsledky výpočtu

## Úvodní obrazovka

Základní obrazovka programu slouží k zadání základních informací o průřezu. Tlačítkem "**Průřez**" lze spustit dialogové okno, ve kterém je možné zadat název průřezu a případně též poznámku. Tlačítko "**Projekt**" spouští okno "**Obecné údaje o projektu**", které obsahuje možnost zadání identifikačních údajů projektu, které lze využít při sestavování **záhlaví** či **zápatí** výstupní dokumentace. Zadané údaje se zobrazují v rámu ve spodní části okna.



Základní obrazovka programu "Průřez"

## Topologie

Tato část slouží k zadání tvaru průřezu. Geometrie průřezu může být zcela libovolná, je možné kombinovat různé materiály, počet částí průřezu není omezen. Ovládací stromček v části "**Topologie**" je rozčleněn do částí dle typů objektů, z kterých se průřez může skládat:

- **Profil** - tato část slouží pro vkládání profilů z přednastavené databáze průřezů
- **Tvary** - v této části je možné zadat části průřezu za pomoci obecného polygonu
- **Otvory** - v této části je možné vložit libovolný otvor do profilu či tvaru
- **Úpravy** - v této části jsou umístěny nástroje pro manipulaci s objekty (kopírování, zrcadlení, mazání vrcholů apod.)

Při tvorbě průřezu je nutné dbát na **zásady modelování**.

Po zadání geometrie je možné přejít do části "**Výpočet**", kde jsou vypsány spočítané průřezové charakteristiky.

## Profil

Tato část slouží k práci s profily, tedy s přednastavenými tvary, které jsou obsaženy v databázi programu. Profily lze libovolně z databáze přidávat, následně je upravovat či mazat. Kromě těchto základních úprav je lze převést i na jiný typ objektu (tvar či otvor). Profily je možné přiřadit pouze takový materiál, který typem odpovídá databázi (nelze například válcovanému profilu přiřadit materiál typu beton).

### Vkládání profilů

Profily je možné vkládat buď graficky pomocí příkazu "**Přidávat**" v ovládacím stromčku nebo číselně pomocí tlačítka "**Přidat**" v nástrojové liště u tabulky profilů ve spodní části okna. Výběr z databáze probíhá v dialogovém okně "**Profil**", kde je též možné zadat materiál profilu, natočení a bod vložení. Pokud je profil vkládán graficky, je bod vložení definován kliknutím na pracovní plochu.

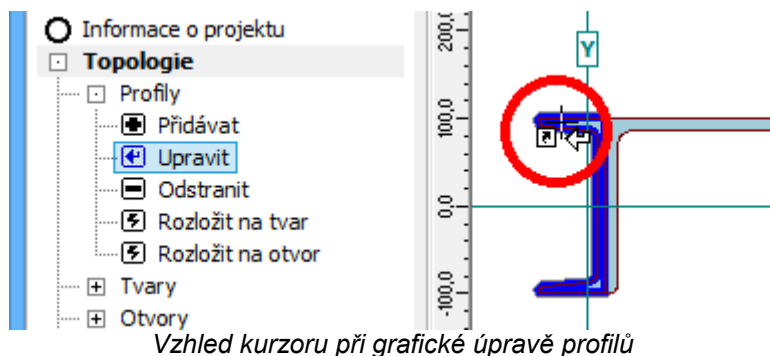
### Úpravy profilů

K dispozici jsou následující funkce pro úpravu profilů:

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Upravit</b>           | • Umožňuje změnit typ či rozměr profilu z databáze v dialogovém okně " <b>Profil</b> ". Kromě toho lze v tomto okně též změnit polohu, natočení a materiál profilu.   |
| <b>Rozložit na tvar</b>  | • Přemění profil na jiný typ objektu - <b>tvar</b> . Tato funkce je vhodná v případech, kdy je nutné tvar profilu dále upravovat (například přidat či odebrat další body) nebo když je třeba přiřadit profilu jiný materiál než ten, který mu odpovídá v databázi. Tato operace je nevratná, převedení obecného tvaru na profil není možné. |
| <b>Rozložit na otvor</b> | • Přemění profil na jiný typ objektu - <b>otvor</b> . Tato funkce je vhodná v případech, kdy je nutné rychle zadat otvor, který je tvarem podobný profilu z databáze. Tato operace je nevratná, převedení otvoru na profil není možné.  |

Úpravy je možné provádět jak graficky pomocí nástrojů v ovládacím stromčku (výběr profilu pro úpravu je prováděn kliknutím na profil na pracovní ploše) nebo pomocí tlačítek u tabulky profilů (upravován je vždy profil zaměřený v tabulce).

Při grafické úpravě profilů se při najetí myši nad profil změni vzhled kurzoru.



Další operace s profilem je možné provádět nástroji v části "**Úpravy**".

## Odstranění profilů

Profilem lze též odstranit dvěma způsoby: při použití nástroje "**Odstranit**" v ovládacím stroměčku je výběr profilu k odstranění prováděn graficky na pracovní ploše, pokud se použije stejnojmenné tlačítko v tabulce profilů, je odstraněn aktivní profil (zvýrazněn tučným písmem v tabulce a modrou barvou na pracovní ploše).

Profil: **Upravit** Průřez: **L 110 x 110 x 12** Natočení: **-90,0 [°]** Materiál: **EN 10025 : Fe 360 (E = 210000,0 MPa)**

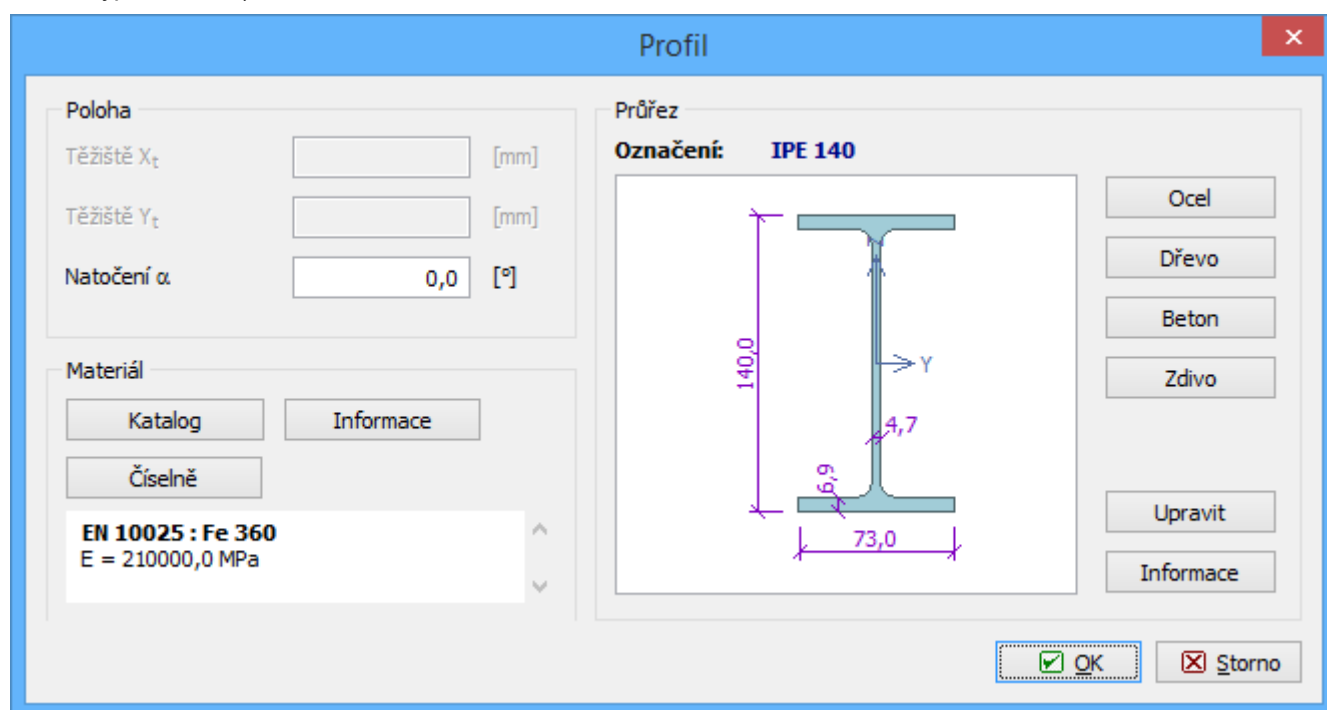
index	Průřez	Materiál	Natočení $\alpha$ [°]	Těžiště		Modul pružnosti E [MPa]
				$X_t$ [mm]	$Y_t$ [mm]	
1	<b>U(UPN) 200</b>	<b>EN 10025 : Fe 360</b>	<b>180,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>210000,0</b>
2	L 200 x 200 x 14	EN 10025 : Fe 360	-90,0	74,4	45,7	210000,0

Odstranění profilu s indexem 1 tlačítkem u tabulky profilů

## Profil

V tomto okně lze vybrat z přednastavené databáze profil, který je možné použít jako část průřezu. Databáze je rozčleněna dle jednotlivých materiálů a otevírá se příslušnými tlačítky (např. "**Ocel**") v pravé části okna. Výběr probíhá v okně "**Editor průřezu**". Průřez je možné změnit tlačítkem "**Upravit**", průřezové charakteristiky databázového profilu jsou dostupné po stisku tlačítka "**Informace**".

V okně je též možné zadat souřadnice bodu vložení případně natočení profilu  $\alpha$ . Zároveň je možné upravit materiálové charakteristiky. Dle **zásad modelování** není možné změnit materiál profilu na jiný typ (například válcovaný IPE profil s materiálem typu "**beton**").



Dialogové okno "Profil"



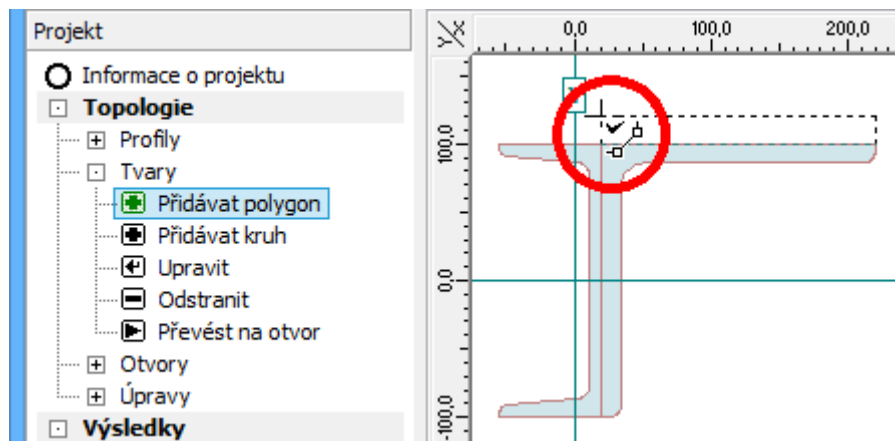
## Tvary

Tato část slouží k práci s obecnými polygony, tzv. "**tvary**". Způsobem zadávání se tvary dělí na dva základní typy: kruh a obecný polygon. Tvary nejsou nijak geometricky omezeny, pouze platí, že by se obecný polygon neměl křížit. Tvary lze následně libovolně upravovat či mazat. Kromě těchto základních úprav je lze převést i na otvor. Tvarů lze přiřadit zcela libovolný materiál.

### Vkládání tvarů

Zadávání tvarů je rozděleno na dva případy: obecný polygon a kruh.

**Obecný polygon** je možné vkládat buď graficky pomocí příkazu "**Přidávat polygon**" v ovládacím stromečku nebo číselně pomocí tlačítka "**Polygon**" v nástrojové liště u tabulky tvarů ve spodní části okna. V tomto případě zadávání probíhá v okně "**Polygon**". Při grafickém zadávání se jednotlivé body polygonu zadávají klikáním na pracovní ploše. Zadání polygonu je nutné potvrdit opětovným kliknutím na počáteční bod polygonu. Potvrzení je indikováno jiným vzhledem kurzoru



Vzhled kurzoru při uzavření polygonu

Obdobně lze zadávat **kruh**: Při grafickém zadávání (položka "**Přidat kruh**") se na pracovní ploše volí poloha středu a poloha jakéhokoliv bodu na kružnici, který definuje poloměr kruhu. Číselně lze kruh zadat po stisknutí tlačítka "**Kruh**" u tabulky tvarů ve stejnojmenném **dialogovém okně**.

### Úpravy tvarů

K dispozici jsou následující funkce pro úpravu tvarů:

- Upravit**
  - Umožňuje změnit geometrii tvaru v dialogovém okně "**Polygon**" respektive "**Kružnice**". Kromě toho lze v těchto oknech též změnit polohu tvaru a materiál.
- Převést na otvor**
  - Přemění tvar na objekt typu **otvor**. Tato operace je vratná, otvory lze obdobným nástrojem převést na tvary.

Úpravy je možné provádět jak graficky pomocí nástrojů v ovládacím stromečku (výběr tvaru pro úpravu je prováděn kliknutím na pracovní ploše) nebo pomocí tlačítek u tabulky tvarů (upravován je vždy tvar zaměřený v tabulce).

Další operace s tvary (například přidávání či mazání vrcholů polygonu) je možné provádět nástroji v části "**Úpravy**".

### Odstranění tvarů

Tvary lze též odstranit dvěma způsoby: při použití nástroje "**Odstranit**" v ovládacím stromečku je výběr tvaru k odstranění prováděn graficky na pracovní ploše, pokud se použije stejnojmenné tlačítko v tabulce tvarů, je odstraněn aktivní tvar (zvýrazněn tučným písmem v tabulce a modrou barvou na pracovní ploše).

Materiál: EN 10025 : Fe 360 (E = 210000,0 MPa) <span>Upravit</span>					
<span>Polygon</span>				Objekt	Materiál
<span>Kruh</span>				index	Plocha A [mm <sup>2</sup> ]
<span>Upravit</span>				1	Region
<span>Odstranit</span>				2	Region
<span>Na otvor</span>				3	Kruh
				4	<b>Kruh</b>
					EN 10025 : Fe 360
					18450,0
					2650,0
					2827,4
					<b>5026,5</b>
					210000,0
					210000,0
					210000,0
					<b>210000,0</b>

Odstranění tvaru s indexem 4 tlačítkem u tabulky tvarů

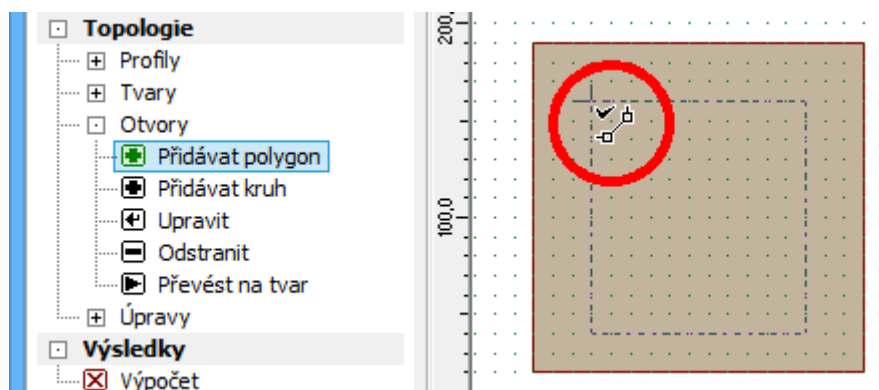
## Otvory

Tato část slouží k práci s otvory, tedy obecnými polygony, které jsou umístěny uvnitř profilů či tvarů a které představují prostupy v těchto objektech. Způsobem zadávání se otvory dělí obdobně jako "**tvary**" na dva základní typy: kruh a obecný polygon. Tvary nejsou nijak geometricky omezeny, pouze platí, že by se obecný polygon otvoru neměl křížit a že by se otvor měl nacházet uvnitř jiného objektu.

### Vkládání otvorů

Zadávání otvorů je rozděleno na dva případy: obecný polygon a kruh.

**Obecný polygon** je možné vkládat buď graficky pomocí příkazu "**Přidávat polygon**" v ovládacím stroměčku nebo číselně pomocí tlačítka "**Polygon**" v nástrojové liště u tabulky tvarů ve spodní části okna. V tomto případě zadávání probíhá v okně "**Polygon**". Při grafickém zadávání se jednotlivé body polygonu zadávají klikáním na pracovní ploše. Zadání polygonu je nutné potvrdit opětovným kliknutím na počáteční bod polygonu. Potvrzení je indikováno jiným vzhledem kurzoru



Vzhled kurzoru při uzavření polygonu

Obdobně lze zadávat **kruh**: Při grafickém zadávání (položka "**Přidat kruh**") se na pracovní ploše volí poloha středu a poloha jakéhokoliv bodu na kružnici, který definuje poloměr kruhu. Číselně lze kruh zadat po stisknutí tlačítka "**Kruh**" u tabulky tvarů ve stejnojmenném **dialogovém okně**.

### Úpravy otvorů

K dispozici jsou následující funkce pro úpravu otvorů:

- Upravit**
  - Umožňuje změnit geometrii otvoru v dialogovém okně "**Polygon**" respektive "**Kružnice**". Kromě toho lze v těchto oknech též změnit polohu otvoru.
- Převést na tvar**
  - Přemění tvar na objekt typu **tvar**. Tato operace je vratná, tvary lze obdobným nástrojem převést na otvory.

Úpravy je možné provádět jak graficky pomocí nástrojů v ovládacím stroměčku (výběr tvaru pro úpravu je prováděn kliknutím na pracovní ploše) nebo pomocí tlačítek u tabulky otvorů (upravován je vždy otvor zaměřený v tabulce).

Další operace s otvory (například přidávání či mazání vrcholů polygonu) je možné provádět nástroji v části "**Úpravy**".

### Odstranění otvorů

Otvory lze též odstranit dvěma způsoby: při použití nástroje "**Odstranit**" v ovládacím stroměčku je výběr otvoru k odstranění prováděn graficky na pracovní ploše, pokud se použije stejnojmenné tlačítko v tabulce otvorů, je odstraněn aktivní otvor (zvýrazněn tučným písmem v tabulce a modrou barvou na pracovní ploše).

<div> <div>Polygon</div> <div>Kruh</div> <div>Upravit</div> <div>Odstranit</div> <div>Na tvar</div> </div>	Objekt		Plocha A [mm <sup>2</sup> ]
	index		
	1	Region	2200,0
	2	<b>Kruh</b>	<b>1256,6</b>
	3	Kruh	314,2

Odstranění otvoru s indexem 2 tlačítkem u tabulky otvorů

## Úpravy

V této části ovládacího stroměčku jsou umístěny nástroje pro manipulaci s objekty (**profily**, **tvary** a **otvory**) z části "**Topologie**". K dispozici jsou následující nástroje:

- **Posunout** - Provede posun vybraného objektu v zadaném směru. Pomocí tohoto nástroje je možné vytvořit novou kopii objektu či pouze přesunout původní objekt.
- **Otočit** - Provede natočení vybraného objektu bodu otáčení. Pomocí tohoto nástroje je možné vytvořit novou kopii objektu či pouze přesunout původní objekt.
- **Zrcadlit** - Provede zrcadlení vybraného objektu vůči ose zrcadlení. Pomocí tohoto nástroje je možné vytvořit novou kopii objektu či pouze přesunout původní objekt.
- **Zarovnat** - Natočí objekty tak, aby jejich vybrané hrany byly rovnoběžné
- **Přichýlit** - Slouží posunu objektů tak, aby se vzájemně dotýkaly hranami
- **Rozdělit úsek** - Vloží nové vrcholy na hranu tvaru či otvoru
- **Odstranit vrchol** - Umožňuje odstranit vrchol z polygonu tvaru či otvoru
- **Odstranit** - Odstraní jakýkoliv profil, tvar či otvor

## Posunout

Pomůcka "**Posunout**" slouží k posunu či ke kopírování objektů posunem. Chování tohoto nástroje lze ovlivnit v dialogovém okně "**Posunout**", které se po vybrání pomůcky v ovládacím stroměčku objeví.

Dialogové okno "Posunout"

**Způsob manipulace** určuje, zda nástroj pouze posune průřez (či jeho část) nebo stávající objekty zachová a bude vytvářet nové kopírování.

Tímto nástrojem lze přesouvat/kopírovat aktivní ("**Zaměřený**") objekt, všechny objekty nebo pouze vybrané prvky. Toto chování ovlivňuje nastavení "**Prvky k manipulování**". Varianta "**Všechny**" aplikuje úpravu na všechny objekty, varianta "**Vybrané**" pouze na vybrané (zeleně zvýrazněné) objekty. Režim výběru objektů se zapíná pomocí tlačítek v nástrojové liště nad pracovní plochou.



Tlačítka pro aktivaci výběrů

Prvky musí být vybrané již před výběrem nástroje v ovládacím stroměčku. V opačném případě tato volba není dostupná.



Kopírování vybraných objektů

Jako poslední se zadává samotný vektor posunutí, který je rozložen do směrů dle hlavních os X a Y. Aby bylo možné posunutí či kopírování provést, je nutné, aby minimálně jedna složka posunutí byla nenulová.

## Otočit

Pomůcka "**Otočit**" slouží k posunu či ke kopírování objektů otočením. Chování tohoto nástroje lze ovlivnit v dialogovém okně "**Otočit**", které se po vybrání pomůcky v ovládacím stroměčku objeví. Nejprve je ale nutné zadat střed otáčení, a to buď graficky výběrem uzlu na pracovní ploše nebo zadáním souřadnic v zadávacím rámu. Souřadnice středu otáčení je možné později změnit v dialogovém okně úpravy.

Dialogové okno "Otočit"

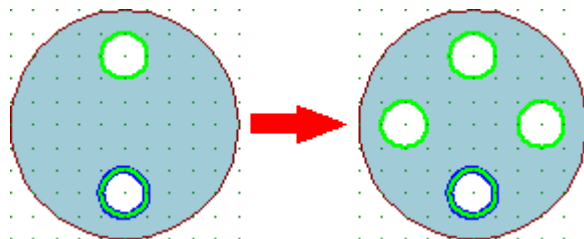
**Způsob manipulace** určuje, zda nástroj pouze posune průřez (či jeho část) nebo stávající objekty zachová a bude vytvářet nové kopírováním.

Tímto nástrojem lze přesouvat/kopírovat aktivní ("**Zaměřený**") objekt, všechny objekty nebo pouze vybrané prvky. Toto chování ovlivňuje nastavení "**Prvky k manipulování**". Varianta "**Všechny**" aplikuje úpravu na všechny objekty, varianta "**Vybrané**" pouze na vybrané (zeleně zvýrazněné) objekty. Režim výběru objektů se zapíná pomocí tlačítek v nástrojové liště nad pracovní plochou.



Tlačítka pro aktivaci výběrů

Prvky musí být vybrané již před výběrem nástroje v ovládacím stroměčku. V opačném případě tato volba není dostupná.

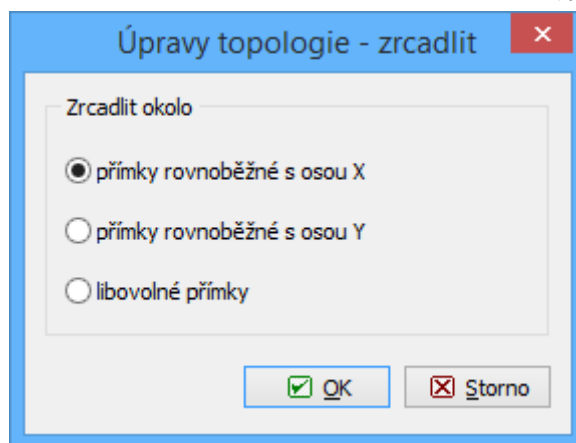


Kopírování vybraných objektů otočením

Jako poslední je možné upravit souřadnice středu otáčení, který byl zadán před otevřením dialogového okna, a zadat úhel natočení. Kladný úhel natáčí objekty proti směru hodinových ručiček (v souladu s pravotočivým souřadným systémem).

## Zrcadlit

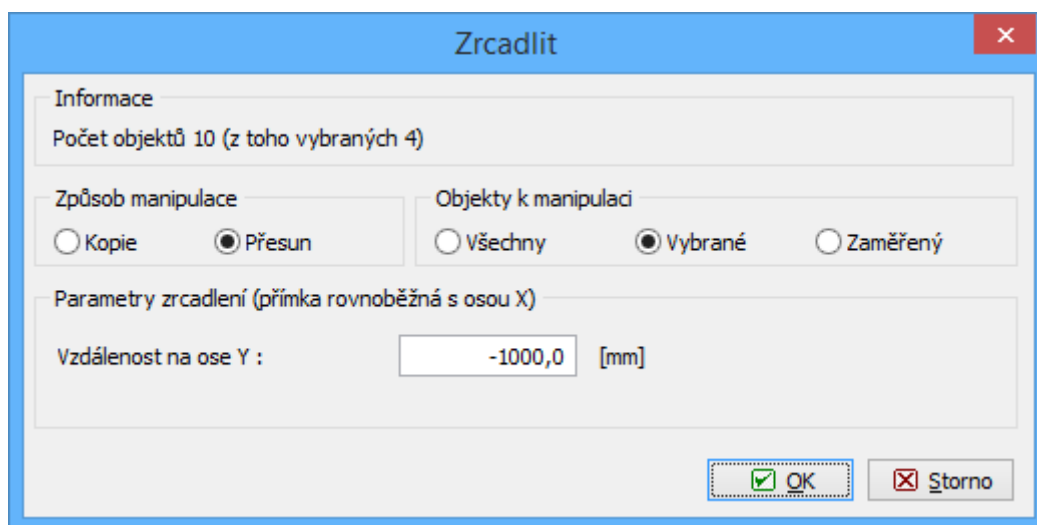
Tento nástroj slouží k zrcadlení konstrukce. K dispozici jsou tři základní typy úpravy: zrcadlení vůči přímkám rovnoběžným s osami X či Y nebo vůči přímce, která je zadána zcela obecně. Typ se volí v úvodním dialogovém okně "**Úpravy topologie - zrcadlit**", které se objeví po vybrání nástroje v ovládacím stroměčku programu.



Volba způsobu zrcadlení

U prvních dvou variant se zadává poloha hodnotou posunu od hlavní osy. Zadání pomocí libovolné osy je zcela obecné řešení, které umožňuje zadat zcela libovolně natočenou osu, avšak i přímku rovnoběžnou s některou z hlavních os. Zadání úsečky lze provést zadáním souřadnic, výběrem již existujícího uzlu ze seznamu nebo kliknutím na pracovní plochu.

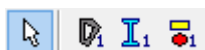
Chování této úpravy lze dále ovlivnit v dialogovém okně "**Zrcadlit**", které se po zadání osy zrcadlení objeví.



Dialogové okno "Zrcadlit"

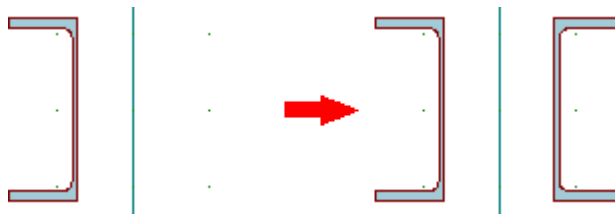
**Způsob manipulace** určuje, zda nástroj pouze posune průřez (či jeho část) nebo stávající objekty zachová a bude vytvářet nové kopírováním.

Tímto nástrojem lze přesouvat/kopírovat aktivní ("**Zaměřený**") objekt, všechny objekty nebo pouze vybrané prvky. Toto chování ovlivňuje nastavení "**Prvky k manipulování**". Varianta "**Všechny**" aplikuje úpravu na všechny objekty, varianta "**Vybrané**" pouze na vybrané (zeleně zvýrazněné) objekty. Režim výběru objektů se zapíná pomocí tlačítek v nástrojové liště nad pracovní plochou.



Tlačítka pro aktivaci výběrů

Prvky musí být vybrané již před výběrem nástroje v ovládacím stroměčku. V opačném případě tato volba není dostupná.



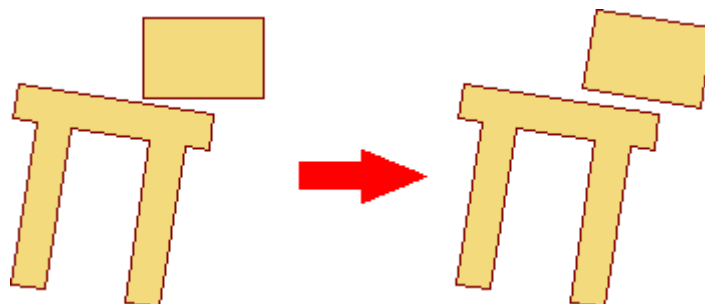
Kopírování vybraných objektů zrcadlením

Jako poslední je možné upravit souřadnice osy zrcadlení, které byly zadány před otevřením dialogového okna.

## Zarovnat

Tento nástroj slouží k natočení jednoho objektu dle úhlu, který je definován uzly druhého objektu.

Pro zadání zarovnání je třeba vybrat nejprve dva uzly na zarovnávaném objektu a dva uzly na vzorovém objektu. V rámci zarovnání je zarovnávaný objekt natočen kolem svého těžiště tak, aby směrnice určená zvolenými uzly na zarovnávaném objektu byla rovnoběžná se směrnicí, která je dána vybranými uzly na vzorovém objektu. Vzhledem k tomu, že vybrané body na objektu definují orientovanou úsečku, záleží na pořadí, v jakém jsou uzly zvoleny.



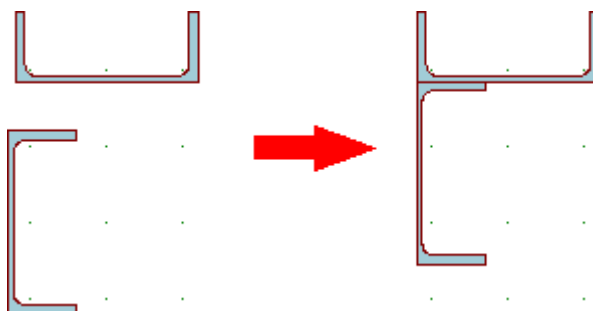
*Zarovnání objektu dle hrany natočeného objektu*

## Přichýlit

Tento nástroj slouží k vzájemnému zarovnání dvou objektů uzly nebo hranami. Dva objekty lze k sobě přichýlit buď dvěma body nebo hranami.

### Přichýlení dvěma body

Pokud je zvolena varianta "**Přichýlit bod objektu k bodu objektu**", je nutné zadat uzel (referenční bod) na zarovnávaném objektu a uzel (referenční bod) na objektu, ke kterému se má zarovnávaný objekt přichýlit. Zarovnávaný objekt se posune tak, aby referenční bod na tomto objektu měl identickou polohu s referenčním bodem na druhém objektu. Tato varianta je rychlejší, ale lze ji využít pouze v případě, že oba objekty budou mít po přichýlení alespoň jeden shodný uzel.



*Přichýlení dvěma body*

### Přichýlení hranami

Přichýlení hranami je nutné použít v případech, kdy přichylované objekty nebudou mít žádný společný uzel. Přichýlení je provedeno na základě zadání polohy referenčních bodů v dialogovém okně "**Přichýlit**".

**Přichýlit**

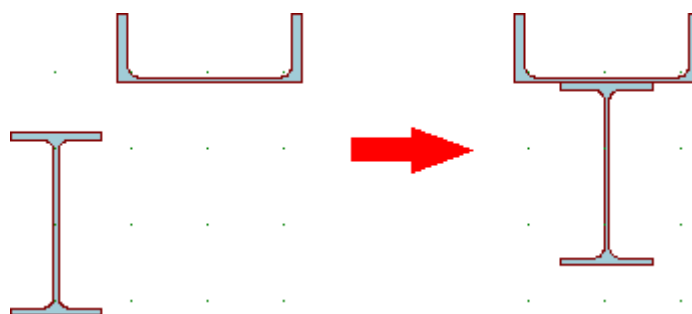
**Na obou úsecích zvolte referenční bod pro určení parametrů přichýlení (posunutí) zvoleného objektu**

Parametry referenčního bodu		Parametry referenčního bodu	
Úsek přichylovaného objektu		Úsek pro přichýlení objektu	
Poloha vzhledem k	Způsob umístění v	Poloha vzhledem k	Způsob umístění v
<input checked="" type="radio"/> bodu 1	<input checked="" type="radio"/> procentech	<input checked="" type="radio"/> bodu 3	<input checked="" type="radio"/> procentech
<input type="radio"/> bodu 2	<input type="radio"/> milimetrech	<input type="radio"/> bodu 4	<input type="radio"/> milimetrech
Umístění		Umístění	
Délka úseku 120,0 mm		Délka úseku 240,0 mm	
umístění v procentech	<input type="text" value="50,0"/> [%]	umístění v procentech	<input type="text" value="50,0"/> [%]
umístění v milimetrech	<input type="text" value="60,0"/> [mm]	umístění v milimetrech	<input type="text" value="120,0"/> [mm]
<b>Referenční bod [mm]:</b>		<b>Referenční bod [mm]:</b>	
X =	2000,0	X =	2201,6
Y =	-280,0	Y =	-214,5

☒ OK
 ☐ Storno

Dialogové okno "Přichýlit"

Referenční body na obou hranách mohou být zadány v procentech nebo v milimetrech, poloha může být měřena od počátku či konce hrany.



Přichýlení hranami

## Rozdělit úsek

Dělením hran umísťujeme vrcholy na stávající hrany. To může být užitečné tehdy, chceme-li odstranit část objektu (např. vytvořit čtvrtkruh z celého kruhu).

Tento nástroj slouží k přidání nových uzlů na libovolnou hranu tvaru či otvoru. Tyto uzly je možné využít pro následující úpravy tvaru. Hrana je přidávanými uzly rovnoměrně rozdělena na hrany o stejné délce. Po přepnutí stromečku do režimu "Rozdělit úsek" se zobrazí okno "Dělení objektu". V tomto okně lze zadat počet částí, na které se hrana rozdělí. Počet vložených uzlů je vždy o jeden menší než počet zadanych částí.

**Dělení objektu**

Parametry dělení

Počet částí :

☒ OK
 ☐ Storno

Okno pro zadání počtu částí hrany

Po potvrzení zadaného počtu částí tlačítkem "OK" se na hranu rovnoměrně vloží nové uzly.





Spodní hrana průřezu před a po použití nástroje "Rozdělit úsek"

## Výpočet

Tato část slouží k výpisu spočítaných materiálových charakteristik. Program umí počítat průřezové charakteristiky dvěma způsoby:

- Skutečné průřezové charakteristiky** jsou spočteny jen z geometrických údajů a nemá na ně vliv druh ani počet materiálů.
- Ideální průřezové charakteristiky** mají význam u průřezů složených z částí z různých materiálů (např. ocel a beton). Ideální charakteristiky jsou přepočteny na jeden z použitých materiálů, který musí být zadán uživatelem. Výpočet ideálních charakteristik je proveden tak, aby se při tahu, tlaku a ohybu deformovaly všechny části průřezu společně. Vztahný materiál je možné zvolit v rozbalovacím seznamu v horní části zadávacího rámu.

Tabulka hodnot	
Spočteny ideální průřezové charakteristiky pro materiál C 40/50	
Poloha těžiště v globálním souřadném systému	
vodorovná vzdálenost těžiště od počátku souřadného systému	$x = 0,0 \text{ mm}$
svislá vzdálenost těžiště od počátku souřadného systému	$y = 88,3 \text{ mm}$
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	$A = 59640,0 \text{ mm}^2$
obvod průřezu	$P = 2039,1 \text{ mm}$
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky	$v_{min} = 300,0 \text{ mm}$

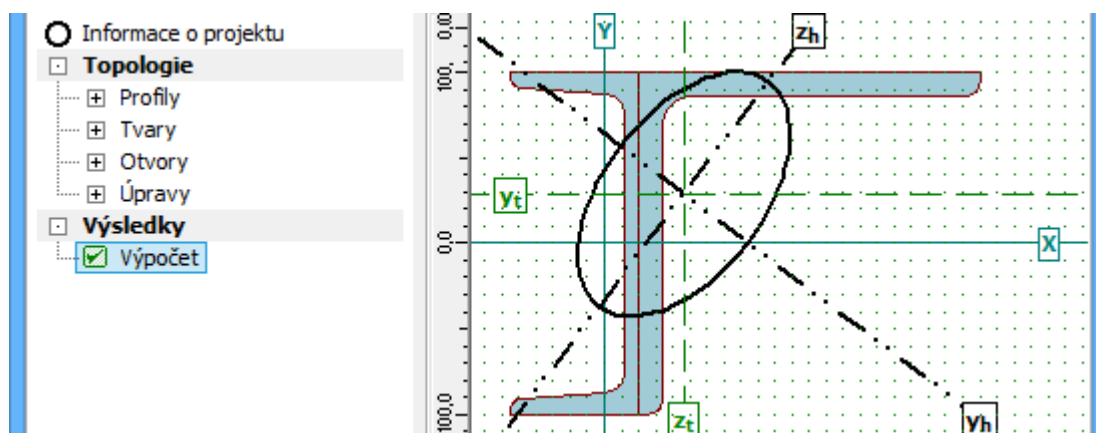
Volba materiálu při výpočtu charakteristik ideálního průřezu

Způsob výpočtu průřezových charakteristik ideálního průřezu je popsán v [teoretické části](#) nápovědy.

## Vykreslení výsledků na pracovní ploše

V náhledu průřezu na pracovní ploše jsou vykresleny následující výsledky:

- poloha těžiště** - těžiště průřezu se nachází v průsečíku os  $y_t$  a  $z_t$  (vykresleny čárkovanou čarou)
- elipsa setrvačnosti** - označen jako bod A
- hlavní osy průřezu** - tučné osy kreslené dvojčerchovanou čarou, označeny  $y_h$  a  $z_h$



Vykreslení výsledků na pracovní ploše

Aktuální obrázek je možné překopírovat pomocí klávesové zkratky **Ctrl+C** nebo pomocí tlačítka "📄" v nástrojové liště do schránky Windows a vložit do jakéhokoliv dokumentu.

## Výpis průřezových charakteristik

Spodní rám obsahuje tabulku se všemi průřezovými charakteristikami, které jsou pro průřez spočítány programem. Údaje v tabulce je možné kurzorem označit a překopírovat do jiného programu (textového editoru). V tabulce je dostupné po zmáčknutí pravého tlačítka myši kontextové menu, které obsahuje potřebné příkazy pro kopírování textu.

Více o výšečových a průřezových charakteristikách je uvedeno v **teoretické části** nápovědy.

☐ Skutečného průřezu ☒ Ideálního průřezu C 40/50

Tabulka hodnot	
Spočteny ideální průřezové charakteristiky pro materiál C 40/50.	
Poloha těžiště v globálním souřadném systému	
vodorovná vzdálenost těžiště od počátku souřadného systému	$x = 0,0 \text{ mm}$
svislá vzdálenost těžiště od počátku souřadného systému	$y = 88,3 \text{ mm}$
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	$A = 59640,0 \text{ mm}^2$
obvod průřezu	$P = 2039,1 \text{ mm}$

Kontextové menu pro kopírování údajů z tabulky

## Program Parametrická křivka

Tento program slouží ke stanovení charakteristik parametrické teplotní křivky na základě zadaného požárního zatížení v daném požárním úseku.

### Základní práce s programem

Zadávaní jednotlivých vstupních údajů se provádí v levé části hlavního okna programu. Pravá část obsahuje půdorys požárního úseku a též výsledky ve formě grafu teploty v závislosti na čase. Tento graf je průběžně aktualizován dle zadaných vstupních hodnot. Protokol s výsledky výpočtu lze vytisknout v okně **"Tisk a export dokumentu"**, který lze spustit z hlavního menu ("Soubor" - "Tisk"), z nástrojové lišty nebo pomocí klávesové zkratky **Ctrl+P**.

Pro každou úlohu je možné zadat identifikační údaje (název úlohy, autor apod.), které lze využít při sestavování **záhlaví a zápatí** výstupní dokumentace. Tyto údaje lze zadat v okně **"Obecné údaje o projektu"**, které je přístupné z hlavního menu ("Nastavení" - "Projekt"). Součástí programu je též okno **"Údaje o firmě"**, které obsahuje identifikační údaje firmy (kontakty, seznam projektantů). Tyto údaje jsou sdílené všemi programy Fin EC a mohou být též využity při sestavování výstupní dokumentace. Okno je přístupné z části **"Nastavení"** hlavního menu (položka **"Firma"**).

V programu lze zadat následující vstupní údaje:

### Stěny požárního úseku

Tato část slouží k zadání geometrie půdorysu požárního úseku. Tvar půdorysu není nijak omezen, je možno jej zadat zcela libovolně. Výška stěn může být nejvýše **4m**, což je základní omezení použitelnosti parametrické teplotní křivky. V každé obvodové stěně je možno zadat jeden obdélníkový otvor. Pokud je ve stěně otvorů víc, je třeba zadat rozměry tak, aby plocha zadaného otvoru byla součtem ploch jednotlivých skutečných otvorů a šířka zadaného otvoru součtem šířek skutečných otvorů. Materiály obvodových stěn, podlahy a stropu se popisují hustotou, měrným teplem a tepelnou vodivostí. Materiály jednotlivých obvodových stěn mohou být různé.

### Materiál podlahy a stropu

V těchto částech lze zadat materiálové charakteristiky podlahy a stropu, zadávané hodnoty jsou shodné jako v případě stěn požárního úseku.

### Požární parametry

Pro stanovení průběhu teplotní křivky jsou potřebné též následující požární parametry:

#### Doba rozvoje požáru $t_{lim}$

- Závisí na rychlosti rozvoje požáru a v normě jsou pro ni stanoveny následující hodnoty: **15min** pro velkou rychlost rozvoje požáru (např. divadla, kina, nákupní centra, knihovny), **20min** pro střední rychlost rozvoje požáru (např. byty, nemocnice, hotely, kanceláře, školy) a **25min** pro malou rychlost rozvoje požáru (např. dopravní prostory)
- Tato hodnota závisí na druhu provozu v budově a její hodnoty se pohybují zhruba v rozmezí **50-2000 MJ/m<sup>2</sup>**.

#### Charakteristická hustota požárního zatížení na jednotku podlahové plochy $q_{f,k}$

#### Součinitel vlivu velikosti požárního úseku na nebezpečí vzniku požáru $\delta_{q1}$

#### Součinitel vlivu druhu provozu na nebezpečí vzniku požáru $\delta_{q2}$

- Vyjadřuje závislost nebezpečí vzniku požáru na velikosti požárního úseku. Jeho hodnoty se pohybují mezi **1,1** pro plochu **25m<sup>2</sup>** a **2,13** pro **10000m<sup>2</sup>**.
- Popisuje nebezpečí vzniku požáru vlivem druhu provozu a nabývá hodnot mezi **0,78** pro galerie, muzea a bazény a **1,66** pro výrobní zábavné pyrotechniky a barev.

## Součinitel vlivu aktivních protipožárních opatření $\delta_n$

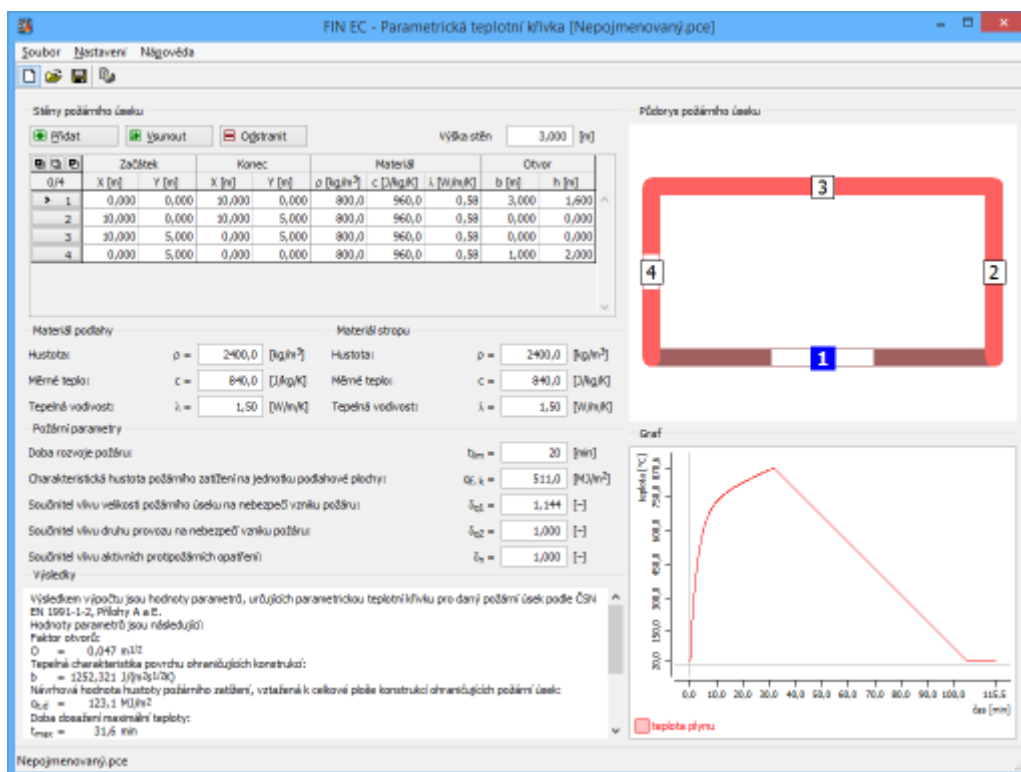
- Zahrnuje vliv funkcí aktivních protipožárních opatření jako jsou detektory, samočinná hasicí zařízení a prostředky a možnosti manuálního hašení. Jeho hodnoty pro jednotlivé aktivní prvky jsou stanoveny v normě EN 1991-1-2, pro běžná protipožární opatření jej lze uvažovat hodnotou 1,0.

## Výsledky

Výsledky jsou prezentovány třemi způsoby. Jednak je to zobrazení teplotní křivky jakožto grafu závislosti teploty plynů na čase. Dalším výstupem výsledků je čtveřice následujících parametrů, jimiž je křivka jednoznačně popsána:

- $O$  Faktor otvorů
- $b$  Tepelná charakteristika povrchu ohraničujících konstrukcí
- $q_{t,d}$  Návrhová hodnota hustoty požárního zatížení, vztažená k celkové ploše ohraničujících konstrukcí
- $t_{max}$  Doba dosažení maximální teploty

Tyto parametry jsou vhodné pro použití v dalších výpočtech pomocí jiného software. Pro modelování přesného průběhu teplotní křivky je určen třetí způsob prezentace výsledků, což jsou analytické vztahy pro jednotlivé matematické křivky, z nichž se parametrická teplotní křivka skládá. Je to exponenciální křivka pro fázi ohřevu a přímka pro fázi chladnutí. Tyto vztahy lze použít pro potřeby automatického dopočítávání hodnot teploty v libovolném čase.



Okno programu "Parametrická teplotní křivka"

## Program Přestup tepla

Tento program slouží ke stanovení průběhu přestupu tepla do ocelové konstrukce v průběhu požáru. Výsledky jsou prezentovány formou grafu teplot plynů a oceli v závislosti na čase.

## Základní práce s programem

Zadávat jednotlivých vstupních údajů se provádí v levé části hlavního okna programu. Pravá část obsahuje graf s výsledky výpočtu. Tento graf je průběžně aktualizován dle zadaných vstupních hodnot. Protokol s výsledky výpočtu lze vytisknout v okně "**Tisk a export dokumentu**", který lze spustit z hlavního menu ("**Soubor**" - "**Tisk**"), z nástrojové lišty nebo pomocí klávesové zkratky **Ctrl+P**.

Pro každou úlohu je možné zadat identifikační údaje (název úlohy, autor apod.), které lze využít při sestavování **záhlaví a zápatí** výstupní dokumentace. Tyto údaje lze zadat v okně "**Obecné údaje o projektu**", které je přístupné z hlavního menu ("**Nastavení**" - "**Projekt**"). Součástí programu je též okno "**Údaje o firmě**", které obsahuje identifikační údaje firmy (kontakty, seznam projektantů). Tyto údaje jsou sdílené všemi programy Fin EC a mohou být též využity při sestavování výstupní dokumentace. Okno je přístupné z části "**Nastavení**" hlavního menu (položka "**Firma**").

V programu lze zadat následující vstupní údaje:

## Vlastnosti průřezu

Tato část slouží k zadání tvaru průřezu. Na výběr jsou tyto typy:

## Válcované Svařované Obecné

- Umožňuje vybrat I-profil z přednastavené databáze
- Umožňuje zadat obecný I-profil s vlastními rozměry
- Umožňuje zadat zcela obecný průřez pomocí celkové plochy průřezu a celkového obvodu průřezu

Typ válcovaného průřezu respektive rozměry svařovaného průřezu se zadávají v okně "**Editor průřezu**", které se spouští tlačítkem "**Upravit**".

## Vlastnosti teplotní křivky

V této části lze vybrat teplotní křivku, která bude použita pro popis vývoje teploty plynů při požáru. Na výběr jsou konvenční nominální křivky (normová, uhlovodíková a křivka vnějšího požáru) a parametrická křivka.

- **Normová teplotní křivka** - nominální křivka, která je definována v EN 13501-2. Popisuje model plně rozvinutého požáru v úseku.
- **Křivka vnějšího požáru** - nominální teplotní křivka, která je určena pro popis vývoje teploty na vnější straně dělicích vnějších stěn, které mohou být vystaveny účinkům požáru z různých částí fasády (např. přímo z požárního úseku).
- **Uhlovodíková křivka** - nominální teplotní křivka popisující účinky požáru uhlovodíkového druhu
- **Parametrická teplotní křivka** - průběh této křivky je ovlivněn fyzikálními parametry, které popisují podmínky v požárním úseku.

Vzorci popisující průběh jednotlivých křivek jsou popsány v kapitole "**Vývoj teploty**" v teoretické části nápovědy.

## Vlastnosti materiálu požární ochrany

V této části lze zvolit typ požárního detailu, který má být uvažován při výpočtu. Detaily jsou rozděleny na chráněné a nechráněné a další rozdělení je určeno tím, z kolika stran je průřez vystaven žáru.

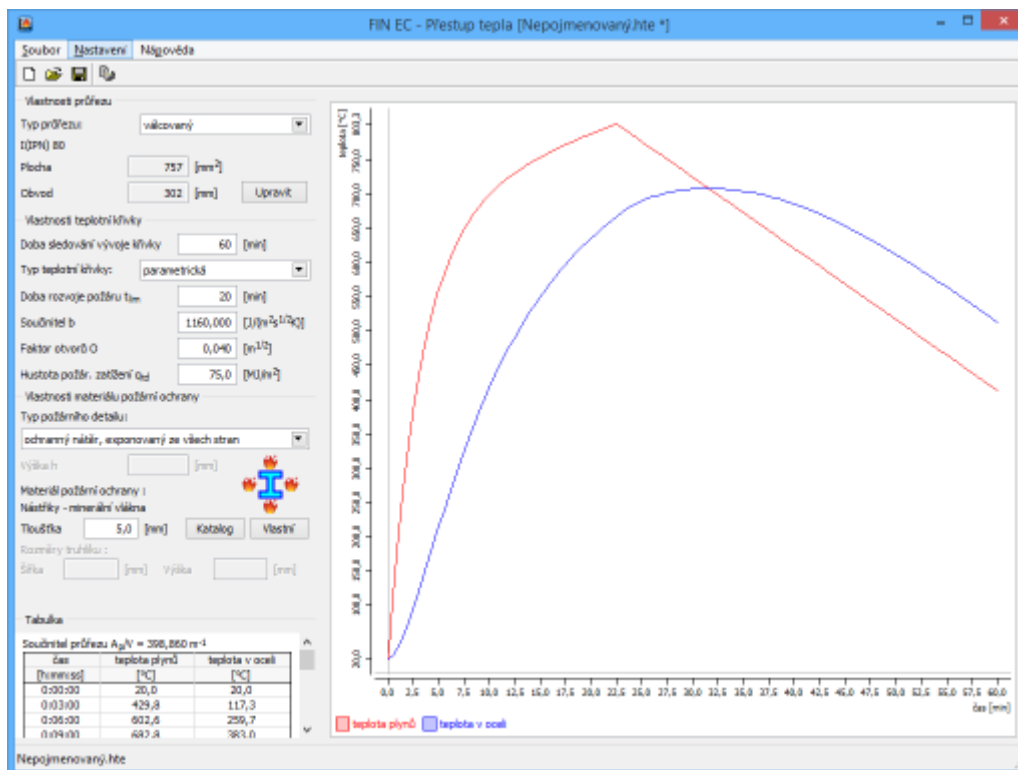
Nechráněné průřezy mohou být exponovány žářem ze všech stran nebo mohou být shora ochráněny, např. betonovou deskou stropu. Mohou být rovněž zabetonovány shora do určité výšky, pak se zadává buď výška zabetonování ( $h_{chr}$ ) nebo výška části vystavené žáru ( $h_{exp}$ ).

Ochrana průřezu může být v zásadě dvojí. Nátěr či nástřik (je nutné zadat tloušťku materiálu  $d_p$ ) nebo truhlík, kterým je průřez obložen (zadává se tloušťka materiálu  $d_p$  a případně též velikost truhlíku). I zde ještě rozlišujeme průřezy vystavené žáru ze všech stran a průřezy shora ochráněné (např. betonovou deskou stropu).

Materiál požární ochrany může být podle typu požárního detailu dvojího druhu. Buď je to hmota ve formě nátěru či nástřiku nebo je to materiál ve tvaru desek. Program obsahuje databázi požárně ochranných materiálů, a to jak nátěrů a nástřiků, tak materiálů desek. Je možno používat libovolné další požárně ochranné materiály, a to tak, že se číselně zadají všechny potřebné parametry.

Pro zadání materiálu požární ochrany jsou k dispozici následující tlačítka:

- |                |  |
|----------------|--|
| <b>Katalog</b> | • Umožňuje výběr materiálu pro požární ochranu z předdefinovaného seznamu v okně " <b>Katalog materiálu</b> ". |
| <b>Vlastní</b> | • Umožňuje zadání materiálových charakteristik požární ochrany v okně " <b>Editor materiálu</b> ".             |



Okno programu "Přestup tepla"

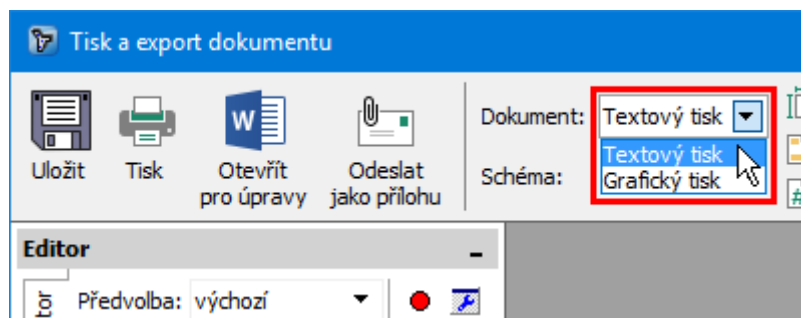
## Tisk

Dialogové okno "**Tisk a export dokumentu**" slouží k sestavení a tisku dokumentace projektu. Dokument se sestavuje za pomoci ovládacího stroměčku, ve kterém lze zapnout či vypnout jednotlivé kapitoly a zároveň pomocí nastavení ovlivnit způsob výpisu. Další činnosti (volba záhlaví, tisk, prohlížení dokumentu) lze provádět pomocí nástrojů v **nástrojové liště** či v hlavním menu. Veškeré informace se v dokumentu aktualizují při každém spuštění tiskového okna. Každý dokument je tedy vždy aktuální a odpovídá nejnovějšímu stavu projektu. Vytvořený dokument je možné přímo vytisknout či uložit jako soubor ve formátu \*.pdf nebo \*.rtf. Dokumentace z programů "**Fin 2D**" a "**Fin 3D**" může obsahovat uživatelem vkládané obrázky. Práce s těmito obrázky je popsána v kapitole "**Tisk obrázků**".

Většina programů umožňuje vytvoření dvou druhů tiskových sestav:

- **textový tisk** - podrobný dokument, který může obsahovat kromě standardního výpisu vstupů a výsledků posouzení též podrobné údaje jako například detailní průřezové charakteristiky či mezivýsledky posouzení. Rozsah dokumentu lze ovlivnit v ovládacím stroměčku
- **grafický tisk** - stručný jednostránkový dokument, pro každou úlohu jsou na jedné stránce vypsány jak všechny vstupy, tak výsledek posouzení.

Volba typu výstupu se provádí v rozbalovacím seznamu "**Dokument**" v nástrojové liště.



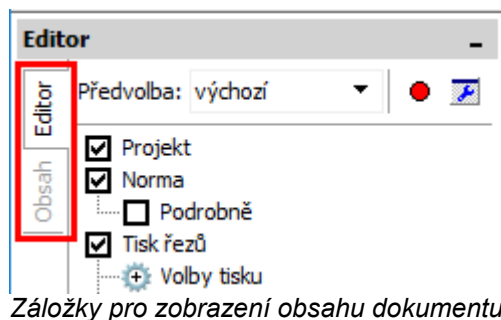
Výběr typu dokumentu

## Obsah dokumentu

Obsah dokumentu je možné upravit pomocí ovládacího stroměčku v levé části okna. Zaškrtnutím políček u jednotlivých položek stroměčku se tyto části přidají do dokumentu. Stav stroměčku lze kdykoliv uložit pomocí systému **předvoleb**. Takto lze jednoduše vytvořit přednastavené typy dokumentu, které lze v nových projektech nastavit jedním kliknutím.

Místo stroměčku je možné zobrazit též obsah dokumentu. Pro přepínání mezi ovládacím stroměčkem a obsahem slouží podélné záložky vlevo od stroměčku.





Záložky pro zobrazení obsahu dokumentu

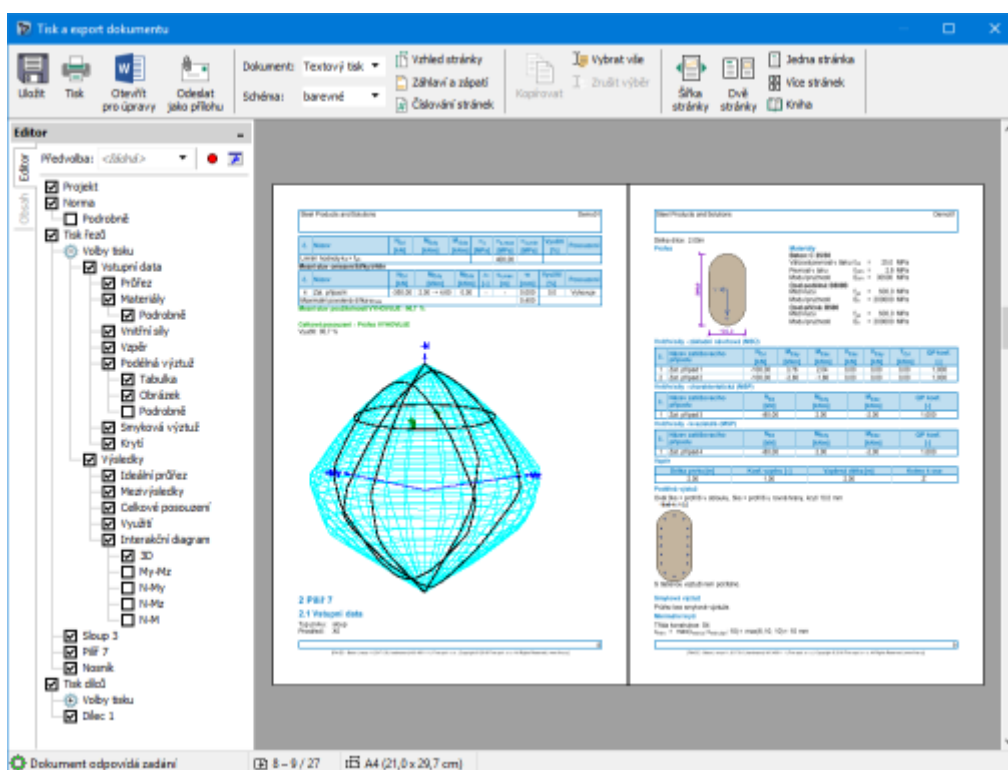
Vytvořeným dokumentem lze listovat buď za pomoci kolečka myši nebo tlačítky v nástrojové liště.

## Vzhled dokumentu

Tiskové okno obsahuje též nástroje pro úpravu vzhledu výsledného dokumentu:

- **Záhlaví a zápatí** - v dialogovém okně "**Nastavení záhlaví a zápatí**" lze přidat do dokumentu záhlaví či zápatí stránek a zadat též jejich obsah.
- **Velikost a orientace stránky** - v okně "**Vzhled stránky**" lze zvolit velikost a orientaci stránky a též velikost okrajů.
- **Velikost písma** - Velikost písma v dokumentech lze zvolit též v okně "**Vzhled stránky**".
- **Číslování stránek** - způsob číslování včetně libovolných předpon či přípon lze nastavit v okně "**Číslování stránek**".

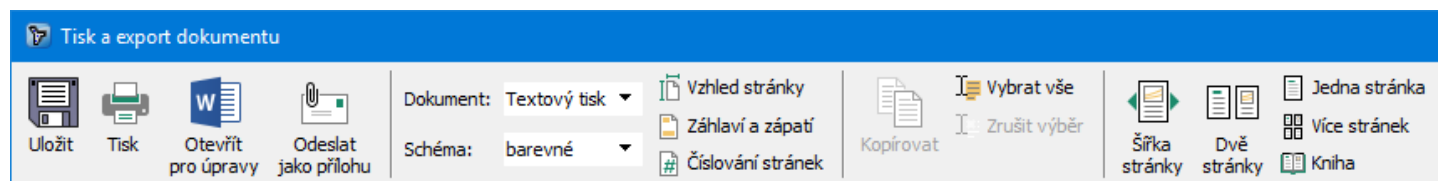
Tyto nástroje jsou přístupné buď z **nástrojové lišty** nebo z hlavního menu.



Okno "Tisk a export dokumentu"





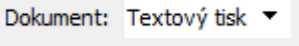
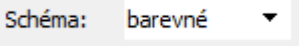











## Nástrojová lišta Tisk

Nástrojová lišta dialogového okna "**Tisk a export dokumentu**" slouží k nastavení vlastností a prohlížení vytvářeného dokumentu a též k samotnému tisku.



Nástrojová lišta tiskového okna

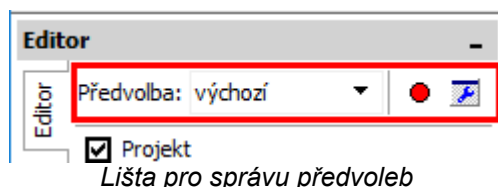
Nástrojová lišta obsahuje následující tlačítka:

	<b>Uložit jako</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uloží vytvořený dokument na disk. Na výběr je formát <b>*.PDF</b> nebo editovatelný <b>*.RTF</b>.</li> </ul>
	<b>Tisk</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vytiskne vytvořený dokument.</li> </ul>
	<b>Otevřít pro úpravy</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Otevře dokument v programu, který je určen pro práci s <b>*.rtf</b> soubory (například Word, Write, Wordpad). V tomto editoru lze dokument dále upravovat.</li> </ul>
	<b>Odeslat jako přílohu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Otevře okno výchozího mailového klienta pro odeslání mailu a připojí dokument jako <b>*.pdf</b> přílohu.</li> </ul>
	<b>Typ dokumentu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nastaví typ dokumentu (textový či jednostránkový grafický)</li> </ul>
	<b>Barevné schéma</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Volba použitého barevného schématu (barevně, odstíny šedi, černobíle)</li> </ul>
	<b>Vlastnosti stránky</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umožňuje změnit velikost a orientaci stránky v okně "<b>Vzhled stránky</b>".</li> </ul>
	<b>Záhlaví a zápatí</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umožňuje zadat či upravit záhlaví a zápatí dokumentu. K zadávání slouží okno "<b>Záhlaví a zápatí</b>".</li> </ul>
	<b>Číslování stránek</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umožňuje ovlivnit číslování stránek dokumentu. Zadání probíhá v okně "<b>Číslování stránek</b>". Zadání lze počátek číslování, předponu či příponu čísla.</li> </ul>
	<b>Kopírovat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zkopíruje vybraný text do schránky. Tlačítko je aktivní pouze v případě, že je část textu v dokumentu vybraná.</li> </ul>
	<b>Vybrat vše</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vybere kompletní text dokumentu</li> </ul>
	<b>Zrušit výběr</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zruší výběr textu</li> </ul>
	<b>Šířka stránky</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Upraví velikost stránky na maximální šířku dialogového okna</li> </ul>
	<b>Dvě stránky</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Upraví zobrazení tak, aby v okně byly zobrazeny dvě stránky vedle sebe</li> </ul>
	<b>Jedna stránka</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Upraví velikost stránky tak, aby byla v dialogovém okně zobrazena celá strana</li> </ul>
	<b>Více stránek</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umožňuje zobrazit v okně více stránek zároveň. Počet zobrazených stránek závisí na šířce okna a měřítku zobrazení. Měřítka lze měnit kolečkem myši při zmáčknutí klávese "<b>Ctrl</b>".</li> </ul>
	<b>Kniha</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zmenší zobrazení výstupního dokumentu na obrazovce. Lze opakovat do ukončení pravým tlačítkem myši.</li> </ul>

## Předvolby stromečku

Předvolby umožňují uložit stav stromečku (zaškrtnuté položky) v **tiskovém okně** pod libovolným jménem. Uložený stav stromečku pak může být kdykoliv znovu vyvolán výběrem předvolby z rozbalovacího seznamu. Tímto způsobem je možné si předdefinovat oblíbené typy výstupní dokumentace.

Pro práci s předvolbami slouží nástrojová lišta v záhlaví stromečku.



## Uložení předvolby

Novou předvolbu (stav stromečku) lze uložit pomocí tlačítka "●" v nástrojové liště. Pro uložení předvolby je nutné zadat název předvolby, lze též vyplnit popis.


## Výběr a správa předvoleb

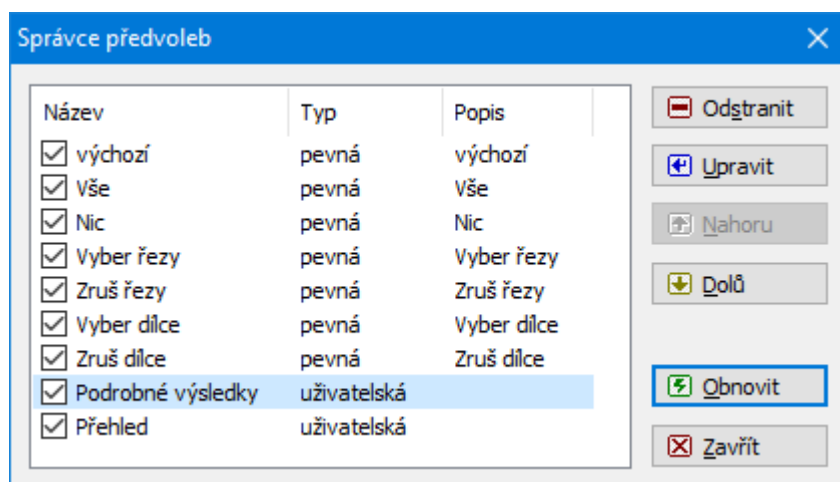
Výběr předvolby, která se má nastavit na stromečku, se provádí v rozbalovacím seznamu "**Předvolba**" v nástrojové liště v záhlaví stromečku. Kromě uživatelsky zadanych předvoleb jsou v seznamu následující přednastavené položky:

- Výchozí** - standardní nastavení stromečku, součástí dokumentu jsou všechny potřebné vstupy a výsledky. Dokument neobsahuje podrobné výpisy.
- Vše** - zaškrtně všechny položky ve stromečku
- Nic** - vypne všechny položky ve stromečku
- Vyber řez/dílce** - zaškrtně všechny úlohy typu "**řez**" respektive "**dílec**"



- **Zruš řezy/dílce** - zruší výběr všech úloh typu "řez" respektive "dílec"

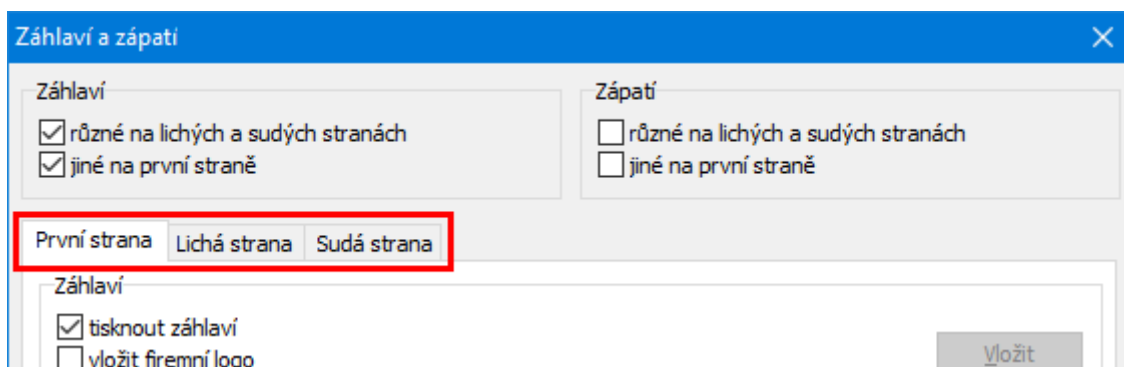
Pomocí tlačítka  lze spustit dialogové okno "**Správce předvoleb**". V tomto okně je možné upravovat seznam uložených předvoleb (přejmenovávat, mazat). Upravovat nelze programem definované předvolby. Jakákoliv předvolba může být skryta v nástrojové liště za pomoci zaškrtačacího políčka před názvem předvolby.



Okno "Správce předvoleb"

## Nastavení záhlaví a zápatí

V tomto dialogovém okně je možné zapnout tvorbu záhlaví či zápatí a zadat údaje, které se mají vypisovat. V horní části lze nastavit, zda má být záhlaví či zápatí stejné pro všechny stránky, či zda se má použít jiné nastavení pro první stránku a sudé/liché stránky. Toho lze využít v případech, kdy první stránka neobsahuje záhlaví a sudé/liché stránky se liší s ohledem na orientaci vůči hřebenu sešitého dokumentu. Pokud jsou tato nastavení zaškrtnuta, zadávají se záhlaví a zápatí v jednotlivých záložkách.



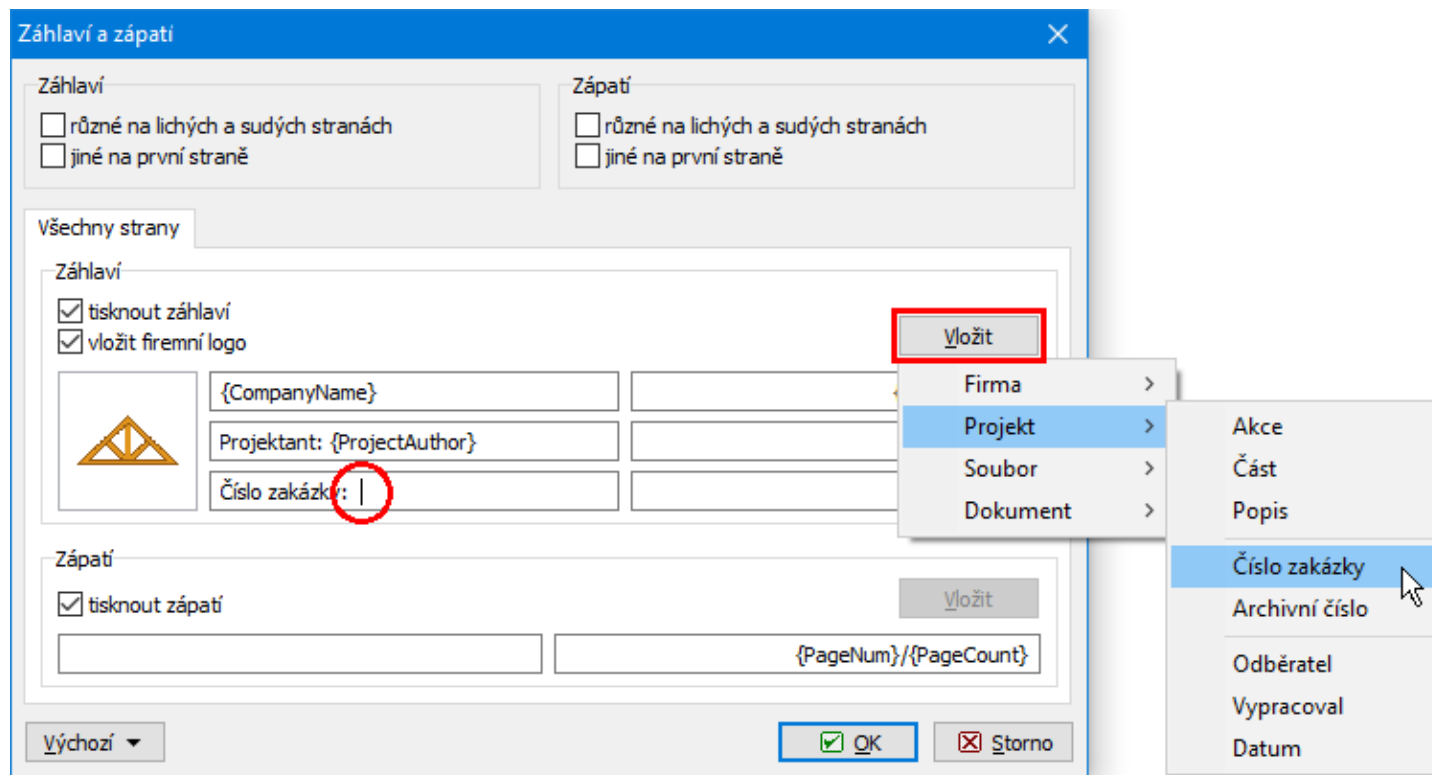
Záložky pro zadání záhlaví dle typu strany

Zaškrtačací políčko "**tisknout záhlaví (zápatí)**" určuje, zda se bude hlavička či patička tisknout. V záhlaví lze též zapnout pomocí přepínače "**Vložit firemní logo**" zobrazení firemního loga. Logo je nejprve nutné nahrát v dialogovém okně "**Údaje o firmě**".

Jednotlivé řádky záhlaví a zápatí mohou obsahovat libovolný text či proměnné projektu. Proměnné jsou údaje, které jsou již zadány na jiném místě programu. Jako proměnné lze využít údaje z následujících míst:

- dialogové okno "**Údaje o firmě**" - základní identifikační údaje o firmě (název, adresa, kontakty apod.)
- dialogové okno "**Obecné údaje o projektu**" - vlastnosti projektu (název akce či úlohy, autor)
- systémová data - obecné vlastnosti dokumentu (datum, čas, číslování stránek)

Proměnné lze zadat tlačítkem "**Vložit**" (tlačítko otevře seznam proměnných). Tlačítko je aktivní pouze v případě, je-li kurzor umístěn v některém ze zadávacích polí záhlaví či zápatí. Vložené proměnné jsou zapsány v interním formátu odděleném od ostatního textu složenými závorkami. Proměnné lze libovolně kombinovat.



*Vložení proměnné do místa kurzoru v třetí řádce záhlaví*

Tlačítko "Výchozí" po stisknutí nabízí rozbalitelný seznam s následujícími možnostmi:

- Převzít výchozí nastavení** • Nastaví parametry dialogového okna dle výchozích nastavení
- Uložit nastavení jako výchozí** • Převzme aktuální parametry jako nové výchozí nastavení

Výchozí nastavení se ukládají zvlášť pro textové dokumenty a zvlášť pro tisk obrázků. Nastavení jsou společná pro všechny programy Fin EC.

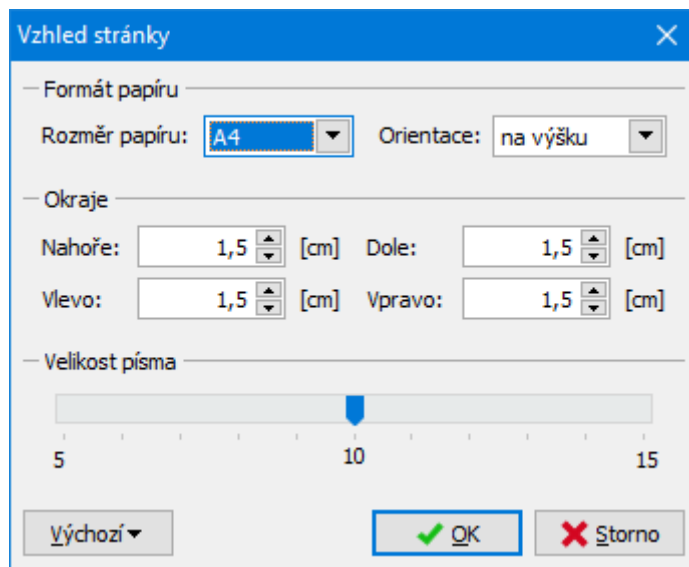
## Vzhled stránky

Dialogové okno umožňuje nastavit parametry vzhledu stránky (formát papíru, orientaci tisku a okraje) a velikost fontu písma.

Tlačítko "Výchozí" po stisknutí nabízí rozbalitelný seznam s následujícími možnostmi:

- Převzít výchozí nastavení** • Nastaví parametry dialogového okna dle výchozích nastavení
- Uložit nastavení jako výchozí** • Převzme aktuální parametry jako nové výchozí nastavení

Výchozí nastavení se ukládají zvlášť pro textové dokumenty a zvlášť pro tisk obrázků. Nastavení jsou společná pro všechny programy Fin EC.



*Dialogové okno "Vlastnosti stránky"*

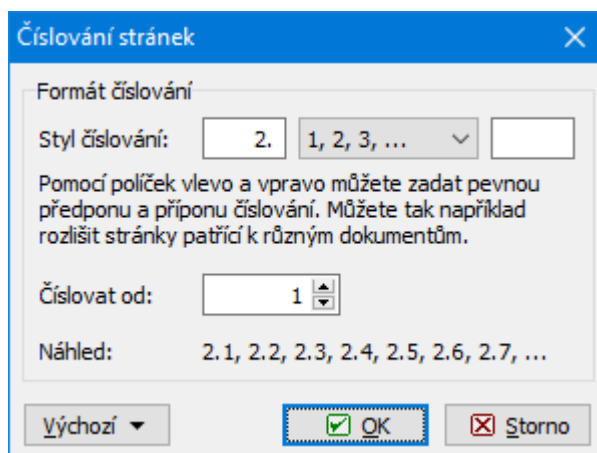
## Číslování stránek

Dialogové okno určuje pravidla pro číslování stránek. "**Styl číslování**" určuje styl číslování stránek (arabské číslice, římské číslice, pomocí znaků abecedy) včetně možnosti vložení konstantní předpony či přípony. Volba "**Číslovat od**" umožní začít číslovat od libovolného čísla.

Tlačítko "**Výchozí**" po stisknutí nabízí rozbalitelný seznam s následujícími možnostmi:

- Převzít výchozí nastavení** • Nastaví parametry dialogového okna dle výchozích nastavení
- Uložit nastavení jako výchozí** • Převeze aktuální parametry jako nové výchozí nastavení

Výchozí nastavení se ukládají zvlášť pro textové dokumenty a zvlášť pro tisk obrázků. Nastavení jsou společná pro všechny programy Fin EC.



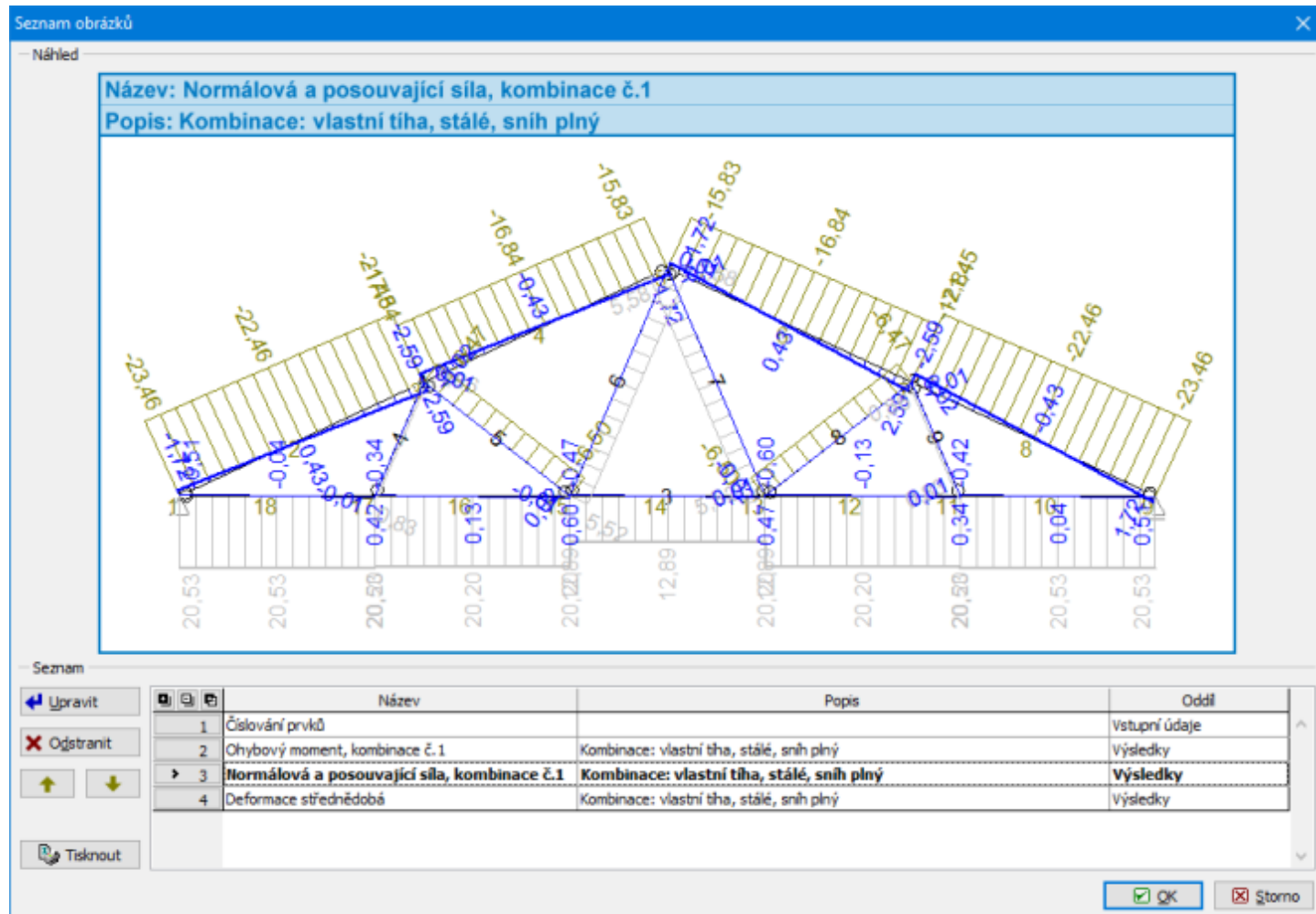
Dialogové okno "Číslování stránek"

## Tisk obrázků

V programech "**Fin 2D**" a "**Fin 3D**" lze do textových výstupů libovolně vkládat obrázky, které zobrazují konstrukci včetně výsledků. Program si u těchto obrázků ukládá parametry kreslení (popis konstrukce apod.) a zobrazené veličiny. Obrázky jsou vždy generovány s těmito nastaveními před tiskem tak, aby zobrazovaly vždy poslední stav konstrukce a aktuální výsledky. Obrázek do výstupu lze jednoduše v jakémkoliv režimu programu vložit pomocí tlačítka "**Přidat obrázek**", které se nachází ve spodní části ovládacího stroměčku. Obrázky lze následně upravovat (měnit vzhled, popis či umístění v dokumentu) v okně "**Seznam obrázků**", které je dostupné pomocí stejnojmenného tlačítka.

### Okno "Seznam obrázků"

Toto okno slouží ke správě obrázků, které lze vkládat do tiskových sestav. Okno obsahuje tabulku obrázků ve spodní části okna, aktivní obrázek je vždy zobrazen v náhledu. Vlastnosti obrázků lze měnit pomocí tlačítka "**Upravit**" (alternativně lze využít dvojklik v na příslušný řádek tabulky) v okně "**Vlastnosti obrázku**". Obrázky lze též mazat (tlačítko "**Odstranit**") nebo měnit jejich pořadí tlačítky se šipkami. Tlačítko "**Tisknout**" vytiskne aktivní obrázek do samostatného dokumentu.

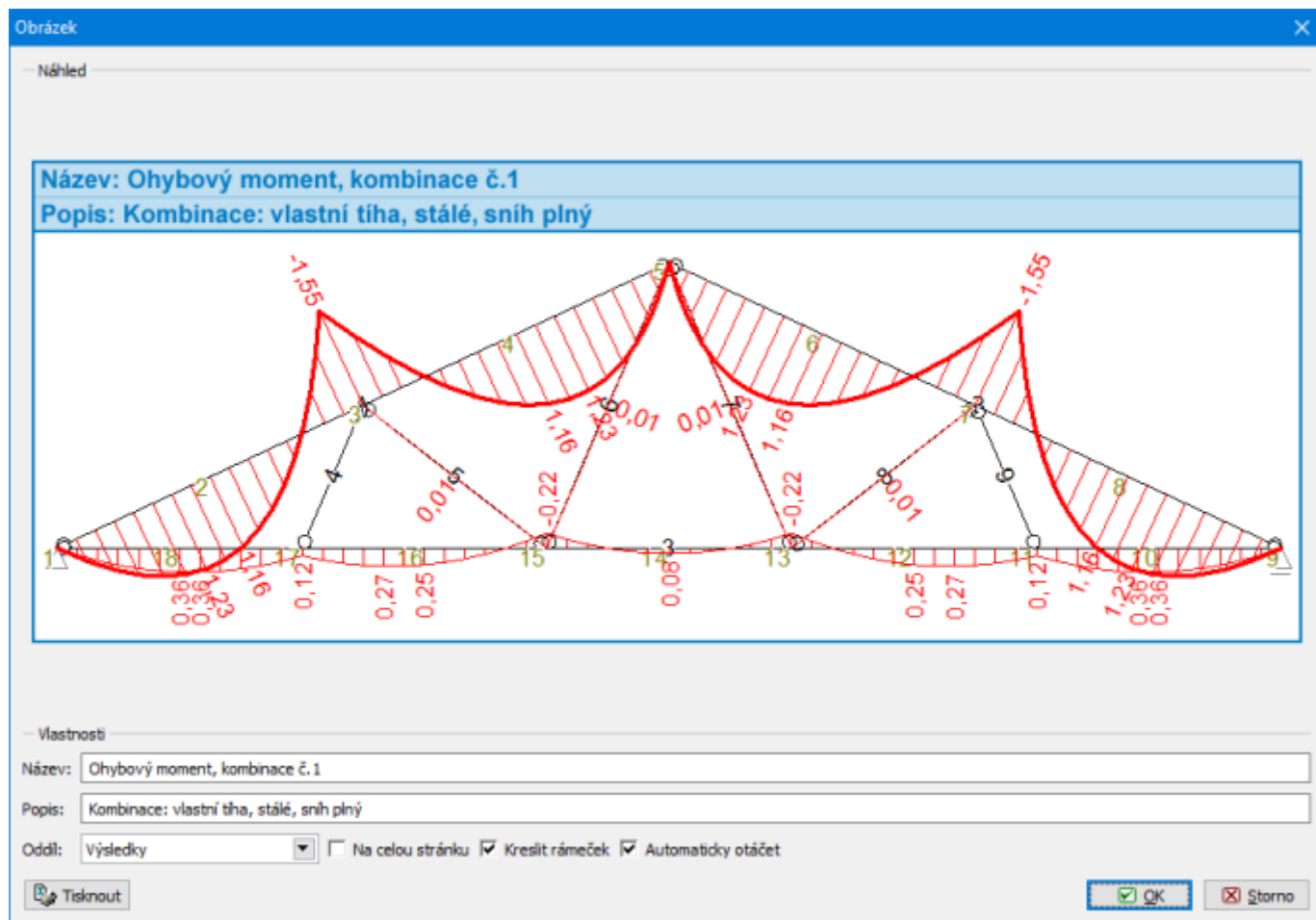


Okno "Seznam obrázků"

## Vlastnosti obrázku

Toto okno obsahuje vlastnosti obrázku, který může být použit ve výstupní dokumentaci. Kromě náhledu obsahuje následující vlastnosti, kterými lze ovlivnit vzhled obrázku v dokumentu:

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Název</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>V tomto poli je možné zadat název obrázku. Program automaticky do tohoto pole vytváří kód, který popisuje jak vykreslované veličiny tak zatěžovací stavy či kombinace, pro které jsou výsledky zobrazeny</li> </ul>  |
| <b>Popis</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Do tohoto pole může být vložena poznámka či popis doplňující nadpis obrázku</li> </ul>   |
| <b>Oddíl</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Umožňuje zvolit část (kapitolu) dokumentace, do které bude obrázek vložen. Obrázky se vždy vkládají na konec daného oddílu.</li> </ul>   |
| <b>Na celou stránku</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pokud je toto nastavení zaškrtnuto, je obrázek v dokumentaci umístěn tak, aby zabíral celý prostor jedné stránky.</li> </ul>   |
| <b>Kreslit rámeček</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Umožňuje zapnutí orámování obrázku</li> </ul>  |
| <b>Automaticky otáčet</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nastavení, které automaticky otáčí konstrukci dle rozměrů konstrukce tak, aby byla ideálně vyplněna plocha stránky. Pokud je konstrukce delší než je její výška, program ji otočí pro zobrazení na celou stránku. Pokud je konstrukce výrazně vyšší než širší, program ji otočí při základním vkládání obrázku na část stránky.</li> </ul> |
| <b>Tisknout</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tlačítko v levém dolním rohu, které umožňuje přímo vytisknout daný obrázek do samostatného dokumentu. Tisk probíhá ve standardním tiskovém okně.</li> </ul>  |



Vlastnosti obrázku

## Teorie

Teoretická část.

## Statika

## Souřadné systémy

V programech Fin 3D a Fin 2D je používáno několika souřadných systémů. Pro efektivní práci s programy je nezbytné všem těmto souřadným systémům rozumět a správně se v nich orientovat.

### Globální souřadný systém

Globální souřadný systém je v programu zaveden jediný, jeho osy jsou označeny X,Y,Z a slouží k zadávání základní geometrie konstrukce. Je pravoúhlý a pravotočivý. Globální souřadný systém programu má jednu pevnou zásadu: Ať je v pracovním okně jakkoli natočen, jeho osa Z vždy určuje směr "vzhůru", tedy proti gravitaci. Toto má pro práci s programem jediný důsledek, a to ten, že zatížení zadané jako vlastní tíha konstrukce, bude vždy působit proti směru globální osy Z.

Výše uvedené platí pro program Fin 3D. V programu Fin 2D jsou konstrukce zadávány v rovině v souřadném systému Y,Z.

### Lokální souřadné systémy

Lokální souřadný systém je vytvořen na každém dílci. Slouží pro definování orientace průřezu dílce, pro zadávání zatížení dílce a pro určení směrů vnitřních sil na dílci. Lokální souřadné systémy mají osy označené 1,2,3 a jsou pravoúhlé a pravotočivé. Pro určení lokálního souřadného systému na dílci platí tyto zásady:

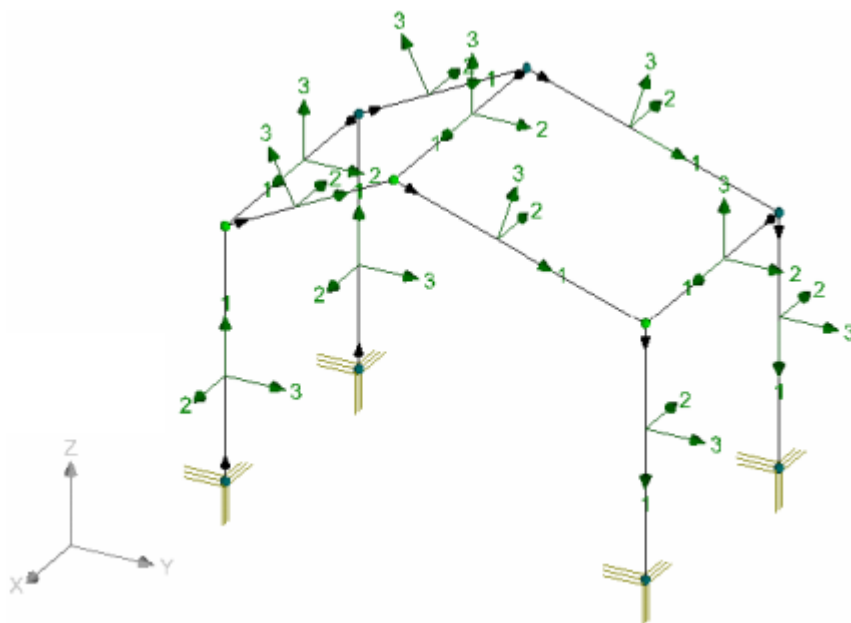
- Osa 1 lokálního souřadného systému dílce je vždy podélnou těžišťovou osou dílce a směřuje od začátečního styčnicku dílce k jeho koncovému styčnicku.
- Osa 3 lokálního souřadného systému leží ve svislé rovině, tedy v rovině rovnoběžné s globální osou Z. Orientace lokální osy 3 je shodná s orientací osy Z, tedy je kladná směrem "vzhůru". Tato zásada nemůže být uplatněna u dílců rovnoběžných s globální osou Z (tedy u svislých dílců). Zde pak platí, že lokální osa 3 je rovnoběžná a shodně orientovaná s globální osou Y.

## Souřadné systémy průřezů dílců

Tímto názvem označujeme souřadný systém, v němž je tvar průřezu definován. Jeho osy jsou označeny  $y, z$  a pro nenatočený průřez platí, že osa  $y$  se kryje s osou 2 a osa  $z$  s osou 3 lokálního souřadného systému dílce. Souřadný systém průřezu slouží k definování natočení průřezu a rovněž k určení směrů vnitřních sil "po průřezu".

## Souřadné systémy styčníků (pouze FIN 3D)

Souřadné systémy styčníků slouží pro zadávání natočených podpor a zatížení styčníků. Jejich osy jsou označeny  $X_S, Y_S, Z_S$ . Každý souřadný systém styčnicku je určen svým počátkem, jímž je styčník, kterému tento souřadný systém náleží, dále styčníkem (obecně bodem) na kladné poloose  $X_S$  a styčníkem (obecně bodem) v rovině  $X_S Y_S$ , jehož souřadnice  $Y_S$  je kladná. Každý styčník může mít maximálně jeden souřadný systém.



Globální souřadný systém konstrukce a souřadné systémy dílců

## Konstrukční prvky

Pro vytváření modelů konstrukcí jsou v programu definovány dva základní konstrukční prvky. Styčníky (uzly) a dílce. Styčníky jsou dále rozděleny podle svého charakteru na absolutní a relativní.

### Absolutní styčníky

Absolutní styčníky jsou bezrozměrné geometrické útvary (body) v prostoru, které modelují styky jednotlivých tyčových prvků (dílce) konstrukce. Jsou dány svými absolutními souřadnicemi v globálním nebo některém uživatelském souřadném systému. Odtud také plyne jejich označení absolutní styčníky.

Absolutní styčník má v programu Fin 3D 6 stupňů volnosti (3 posuny a 3 natočení) a každý z těchto stupňů volnosti může být styčníku odebrán podepřením nebo omezen pružným podepřením. Podpory styčnicků lze zadávat buď ve směrech os globálního **souřadného systému** nebo ve směrech souřadného systému styčnicku.

Absolutní styčník v programu Fin 2D má 3 stupně volnosti (2 posuny a 1 natočení) a každý z těchto stupňů volnosti může být styčníku odebrán podepřením nebo omezen pružným podepřením. **Podpory styčnicků** lze zadávat buď ve směrech os globálního souřadného systému nebo ve směru natočení podpory styčnicku.

### Dílce

Dílce jsou prvky konstrukce, jimiž se modelují tyčové díly, spojující styčníky konstrukce. Z hlediska geometrie se jedná o orientované úsečky v prostoru, určené dvěma styčníky, jakožto krajními body. Každý dílec má svůj počáteční styčník a koncový styčník. Směrem od počátku ke konci je pak dán směr osy 1 lokálního souřadného systému dílce.

Každý dílec musí mít definovaný průřez, přesněji řečeno musí mít zadány průřezové charakteristiky. Je tedy možno přiřadit dílci tvar průřezu (buď výběrem z databáze průřezů nebo pomocí editoru průřezů) a nebo zadat číselné hodnoty základních **průřezových charakteristik**. Podobným způsobem je třeba přiřadit dílci **materiál**.

Dalším atributem dílce je jeho typ. Základním typem dílce je nosník. Nosič modeluje chování tyčového prvku podepřeného ve styčnicích. Dalším typem dílce je nosník na **podloží**. Pomocí něj lze modelovat tyčové prvky po délce spojitě podepřené pružným prostředím, tedy např. základové pásy konstrukcí.

Dílec je dále charakterizován uložením svých konců, tedy připojením do počátečního a koncového styčnicku. Každý z konců dílce je ke krajnímu styčníku připojen šesti vazbami (3 posuny a 3 natočení). Každá z těchto vazeb může být uvolněna nebo nahrazena pružinou, případně polotuhým uložením. Je třeba dát jen pozor, aby i po uvolnění byl dílec k ostatní části konstrukce dostatečně upevněn, aby přílišným uvolněním koncových vazeb nevznikl dílec tvarově neurčitý.



Uvolňování konců dílců slouží nejčastěji k modelování vnitřních kloubů, pružiny a polotuhá připojení modelují pružné nebo pružnoplastické chování styků v konstrukcích..

Další charakteristiky dílce jsou v programu označovány jako "**Speciální**". Sem patří informace o tom, zda má být dílec modelován jako prut s vlivem smyku či bez vlivu smyku a informace o zabránění deplanaci průřezu v krajních styčnicích dílce. O těchto charakteristikách pojednává podrobněji kapitola "**Speciální charakteristiky dílců**".

## Relativní styčnický

Relativní styčnický nemá pevně dané globální souřadnice, ale jsou zadány polohou na tzv. vztažném dílci. Relativní styčnický jsou pevně svázány se svým vztažným dílcem a se změnou polohy vztažného dílce se odpovídajícím způsobem mění i absolutní poloha jeho relativních styčnicků. Poloha relativních styčnicků na vztažném dílci se udává jako vzdálenost od jednoho z krajních styčnicků dílce, a to buď v jednotkách délky nebo v procentech délky dílce.

Relativní styčnický mohou být podepřeny stejně jako styčnický absolutní. Podporou, případně pružnou podporou, lze relativnímu styčnicku odebrat, případně omezit, kterékoli z jeho šesti stupňů volnosti. Podpory a pružné podpory je možno zadat stejně jako u absolutních styčnicků buď ve směrech os globálního souřadného systému nebo ve směrech **souřadného systému podpory**.

Relativní styčnický lze použít tam, kde chceme na jeden dílec napojit několik dalších dílců a tato spojení zachovat i při změnách polohy dílce. Např. napojení diagonál a svislic na pásové dílce příhradových nosníků. Další využití může být pro vložení styčnicků do konstrukce v místech, kde chceme získat přesné hodnoty deformací a vnitřních sil.

Speciálním typem relativních styčnicků jsou "**Nůžkové spoje**", což jsou relativní styčnický spojující dva dílce v jejich vzájemném průsečíku. Tyto spoje zajišťují shodnou deformaci dílců v daném místě, umožňují však vzájemné natočení dílců. Mezi dílci je tak umožněn přenos sil, ohybové momenty přenášeny nejsou.

## Podpory styčnicků

Podpory styčnicků zajišťují upevnění konstrukce jako celku. Je možno je umisťovat jak do styčnicků absolutních, tak i do styčnicků relativních.

### Typy podepření

Styčnický mohou být v každém ze svých šesti stupňů volnosti buď uvolněny, pak je v tomto směru zcela umožněn pohyb styčnicku, nebo mohou být podepřeny dvojím způsobem: pevně nebo pružně. Pevné podepření znamená úplné zabránění pohybu styčnicku. Je zde nulová deformace a jako odezva na zabránění deformací tu vzniká reakce. V pružně podepřeném styčnicku je deformaci zabráněno jen částečně. Tuhost podpory je charakterizována hodnotou pérové konstanty  $k$ . V takovéto podpoře se část energie realizuje jako deformace a část přechází do reakce v pružině. Při zadávání velikosti pérové konstanty  $k$  je třeba dodržet nastavené jednotky.

### Natočení podpor

Podpory styčnicků je možno libovolně natáčet. K natočení podpory je třeba nejprve styčnicku vytvořit **souřadný systém** styčnicku. Je-li souřadný systém styčnicku vytvořen, určíme jako speciální parametr styčnicku, že podpora má sledovat směry os tohoto souřadného systému a nikoli systému globálního. Pro styčnick lze pak natočení podpory měnit přepínáním mezi souřadným systémem styčnicku a globálním souřadným systémem, tedy přepínat mezi dvěma natočeními. Pro zadání jiné hodnoty natočení je nutno zadat nový souřadný systém styčnicku. Výše uvedené platí pro program Fin 3D.

V programu Fin 2D natočíme podporu v rovině zadáním úhlu.

## Připojení dílců

Uložení začátku a konce dílce popisuje, jak je dílec připevněn ke svým krajním styčnickům, a tedy ke zbytku konstrukce. Vazby konců dílců je možno uvolňovat a tím modelovat například vnitřní klouby nebo ne zcela tuhé chování styků v konstrukci.

### Volné, pevné a pružné připojení

Každý ze šesti stupňů volnosti na začátku a na konci dílce je standardně upevněn (vetknut) do koncového styčnicku. Každou z těchto vazeb je možno uvolnit nebo nahradit pružinou, ohybové momentové vazby je možno nahradit polotuhým připojením. Při uvolňování vazeb je třeba dát pozor, aby se konstrukce nestala mechanismem. Například uvolnění stejného posunu na začátku i na konci dílce vede k tomu, že dílec se dává do pohybu a konstrukce je pro naši metodu neřešitelná.

Pružná upevnění konců dílce se zadávají jako speciální charakteristiky dílce. Vazba v každém stupni volnosti může být nahrazena pružinou o tuhosti  $k$ . Při jejím zadávání je třeba dbát na správné jednotky.

K pružnému a polotuhému uložení je třeba mít na zřeteli následující skutečnost. Uložení konců dílců se zadává v lokálním souřadném systému. Poddajnosti pružin se ve výpočtu sčítají s poddajnostmi dílců, které jsou vyjádřeny k hlavním centrálním osám průřezu. Výpočet tedy dává exaktně přesné výsledky na pružné a polotuze upevněných dílcích jen v tom případě, že lokální osy dílce jsou totožné s hlavními centrálními osami průřezu, tedy pro dílce, jejichž průřez není natočen a je symetrický alespoň kolem jedné z os  $y, z$  souřadného systému průřezu. V ostatních případech lze výsledky považovat jen za přibližné.



## Průřezy

Průřez je vlastností dílce, která je rozhodující pro tuhost dílce vůči jednotlivým typům namáhání. Do výpočtu průřezu vstupují prostřednictvím průřezových charakteristik. V programu je možno použít poměrně širokou škálu průřezů připravených v databázi nebo si vytvářet nové pomocí editoru průřezů.

### Průřezové charakteristiky

Do výpočtu vstupují, a tedy je třeba nějakým způsobem zadat, tyto průřezové charakteristiky:

$b$	• maximální vodorovný rozměr [mm]
$h$	• maximální svislý rozměr [mm]
$y_{cg}$	• vzdálenost těžiště od levé strany minimální obálky průřezu [mm]
$z_{cg}$	• vzdálenost těžiště od dolní strany minimální obálky průřezu [mm]
$A$	• průřezová plocha [mm <sup>2</sup> ]
$P$	• obvod průřezu [mm]
$A_y$	• plocha přenášející smyk od zatížení ve směru osy $y$ souřadného systému průřezu [mm <sup>2</sup> ]
$A_z$	• plocha přenášející smyk od zatížení ve směru osy $z$ souřadného systému průřezu [mm <sup>2</sup> ]
$I_y$	• moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose [mm <sup>4</sup> ]
$I_z$	• moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose [mm <sup>4</sup> ]
$D_{yz}$	• deviační moment setrvačnosti k těžišťovým osám [mm <sup>4</sup> ]
$I_k$	• moment tuhosti průřezu v prostém kroucení [mm <sup>4</sup> ]
$I_\omega$	• výsečový moment setrvačnosti průřezu [mm <sup>4</sup> ]

### Zadání průřezu

Zadání průřezu je možno provést třemi způsoby:

- Je možno průřez vybrat z databáze, kdy se zadá tvar a rozměry průřezu. Průřezové charakteristiky budou automaticky vypočteny a předány programu.
- Tvar průřezu je možno vytvořit pomocí editoru průřezu (programy "**Průřez**", "**Výseč**") nebo pomocí dimenzačních programů. Tento program spočítá základní průřezové charakteristiky a předá je do výpočtu. Nevýhodou je to, že takto lze získat pouze základní průřezové charakteristiky, tedy plochu a momenty setrvačnosti. Veličiny charakterizující tuhost průřezu v kroucení a plochy přenášející smyk budou pro obecné průřezy nulové.
- Všechny průřezové charakteristiky lze zadat přímo číselnými hodnotami. Tím lze zadat libovolný průřez bez ohledu na jeho tvar. Je třeba dát pouze pozor na jednotky.

Průřezové charakteristiky jsou po zadání podrobeny kontrole. Průřezová plocha a momenty setrvačnosti musejí být větší než nula. Pokud tomu tak není, program nepokračuje a je nutno zadání opravit. Pro výpočet musí být i modul tuhosti v kroucení  $I_k$  větší nuly. Tato hodnota mnohdy ale není důležitá a uživatel ji ani nepotřebuje znát. Proto program nabízí dosazení odhadnuté hodnoty  $I_k$ . Odhad je proveden podle St. Venantova přibližného vzorce, který dobře vyhovuje pro masivní průřezy, ale pro průřezy se štíhlými stěnami není příliš výstižný. Pokud uživatele zajímají přesnější výsledky kroucení prutů, je třeba hodnotě  $I_k$  věnovat jistou pozornost.

Po zadání tvaru průřezu, resp. průřezových charakteristik je třeba ještě určit natočení zadaného průřezu v lokálním souřadném systému dílce. Natočení udává úhel mezi osami  $y, z$  souřadného systému průřezu a osami 2,3 lokálního souřadného systému dílce. Tento úhel je kladný, pokud se při pohledu proti ose 1 lokálního **souřadného systému** dílce průřez natočí proti chodu hodinových ručiček.

## Materiál

Materiál je další vlastnost, na níž závisí tuhost dílce, a kterou třeba před výpočtem určit. Materiál do výpočtu vstupuje prostřednictvím materiálových charakteristik, což jsou konstanty, které popisují chování materiálu při určitých způsobech namáhání.

### Materiálové charakteristiky

Do výpočtu vstupují tyto materiálové charakteristiky:

$E$	• Modul pružnosti
$G$	• Smykový modul
$\alpha$	• Součinitel teplotní roztažnosti
$\gamma$	• Měrná tíha

Všechny materiálové charakteristiky mají své jednotky. Na ně je třeba dát pozor, a to zejména při číselném zadávání.

### Zadání materiálu

Zadání materiálu je možno provést dvěma způsoby:

- Je možno materiál vybrat z databáze. Materiálové charakteristiky budou načteny a předány programu.

- Všechny materiálové charakteristiky lze zadat přímo číselnými hodnotami. Tak lze zadat libovolný materiál, jen je třeba dát pozor na jednotky.

## Model podloží

Pro dílce typu nosník na podloží je součástí modelu dílce model podloží. Jde o pružné prostředí, na němž dílec spočívá po celé své délce. Pružné podloží působí vždy v lokálním souřadném systému dílce a lze si je představit jako řadu pružin určitých tuhostí, které podpírají dílec po délce. Kvůli prostorové obecnosti programu je možno modelovat podloží na dílci ve dvou směrech. Ve směru lokální osy 3 (což je běžnější) a ve směru lokální osy 2.

Podloží je modelováno jako pružiny, které působí v tlaku i v tahu. To mnohdy neodpovídá skutečnosti (chování zemin), a proto je třeba dát pozor na výsledky a vyloučit tah tam, kde ve skutečném prostředí nemůže vzniknout.

Pružné podloží nahrazuje svým působením vnější podpory konstrukce a kontaktní napětí po délce dílce představuje náhradu uzlových reakcí. Vnějšími podporami je třeba zajistit pouze posuny konstrukce ve směru kolmém na působení pružného podloží.

Použitý model nosníku na pružném podloží dobře modeluje nosníky symetrických nenatočených průřezů (betonový obdélník, ocelová hranatá trubka a pod.). Natočené nebo nesymetrické průřezy nemusejí splňovat některé předpoklady řešení, a proto je třeba brát u nich získané výsledky s mírnou rezervou. V každém případě však tyto výsledky postačují pro získání orientační představy o chování konstrukce.

## Charakteristiky podloží

Tuhost podloží je charakterizována dvěma konstantami  $C_1$  a  $C_2$ . Konstanta  $C_1$  představuje klasickou tuhost pružiny ve směru její osy,  $C_2$  si lze představit jako smykovou vazbu mezi sousedními pružinami  $C_1$ . V modelu je zahrnut i vliv smykové kotliny podél dílce a volbou je možno nastavit započítání vlivu smykové kotliny před začátkem nebo za koncem dílce. Toto modeluje situaci, kdy podloží pokračuje i mimo dílec. Kotlina, která zde vzniká pak ovlivňuje chování konstrukce. Smyková kotlina před začátkem nebo za koncem dílce by měla být zadána pouze tam, kde konstrukční prvek modelovaný dílcem na podloží skutečně končí a nenavazuje na něj další dílec na podloží, a to ani v kolmém směru, jak je tomu například u roštů.

Další charakteristikou dílce na podloží je šířka, na níž dílec na podloží spočívá ( $b$ , resp.  $h$ ). Je většinou shodná s maximálním rozměrem průřezu kolmo na směr působení podloží, nicméně je možno zde číselně zadat obecnou hodnotu.

Ač do výpočtu vstupují vždy charakteristiky  $C_1$  a  $C_2$ , nejsou mnohdy jejich hodnoty dopředu známe. Proto je v programu nabídnuta možnost nechat si tyto konstanty spočítat. Výpočet hodnot  $C_1$  a  $C_2$  vychází z parametrů, které jsou nejčastěji k dispozici pro zeminy, a to modul deformace  $E_{def}$ , Poissonovo číslo  $\nu$  a hloubka deformační zóny  $h_d$ .

Modul deformace  $E_{def}$  je hodnota běžně získávaná ze zkoušek zemin. Je třeba při zadávání této hodnoty nezaměnit s oedometrickým modulem  $E_{oed}$ , což je rovněž často prezentovaná charakteristika zemin. Mezi oběma moduly platí vztah

$$E_{oed} = E_{def} \frac{1 - \nu}{(1 + \nu)(1 - 2\nu)}$$

kde je:  $\nu$  • Poissonovo číslo, které nabývá hodnot z otevřeného intervalu (0;0,5)

Hloubka deformační zóny udává, jak hluboko v podloží se projevuje deformace od zatížení nosníkem. V programu se zadává poměr mezi hloubkou deformační zóny  $h_d$  a šířkou nosníku  $b$  (resp.  $h$ ). Tedy např. při zadání poměru 3 je hloubka deformační zóny  $h_d=3b$ . Rozumné hodnoty tohoto poměru se pohybují mezi 1,5 a 5,0.

## Speciální charakteristiky dílců

Jako speciální označujeme ty charakteristiky dílců, které jsou zajímavé jen pro určité případy konstrukcí a jejichž uživatelské nastavení ve většině případů není nutné provádět. Patří sem volba výpočetního modelu prutu (s vlivem smyku nebo bez něj), zadání zabránění deplanaci při kroucení a zadání speciálních případů uložení konců dílců.

### Vliv smyku

Při výpočtu je možno použít dvojího teoretického modelu prutu. První model splňuje tzv. Bernoulli - Navierovu hypotézu, podle níž rovinný průřez kolmý ke střednici prutu před deformací, zůstává i po deformaci rovinný a kolmý k deformované střednici. Tento model zanedbává vliv smykových sil na přetvoření a vyhovuje pro většinu typicky prutových konstrukcí, kdy podélný rozměr prutu je výrazně (řádově) větší než rozměry jeho průřezu. U prutových prvků, které mají větší průřezové rozměry (např. masivní trámy), již není možno vliv smyku zanedbat a je třeba jej zahrnout do výpočtového modelu prutu. Počítáme pak podle tzv. Mindlinovy hypotézy, která praví, že průřez rovinný a kolmý ke střednici prutu před deformací, zůstává i po deformaci rovinný, ale není už kolmý k deformované střednici prutu. Tuhost prutu se snižuje vlivem smykových sil na deformace.

### Zabránění deplanace na koncích dílců

Při kroucení prutů dochází k deformaci průřezu jednak v jeho rovině a jednak ke zprohýbání v kolmém směru, tedy ve směru podélné osy prutu. To je deplanace. Jestliže této deplanaci není zabráněno, v průřezu vzniká od kroucení pouze smykové napětí, průřezy se ve směru osy prutu volně deformují a dochází k tzv. volnému kroucení. Pokud však deplanaci konstrukčně zabráníme (tuhým upevněním ve styčnicích), v průřezích budou od kroucení vznikat vedle smykových i

normálová napětí, dochází k tzv. vázanému kroucení. Je třeba dodat, že některé tvary průřezů nedeplanují ze své geometrické podstaty a proto v prutech těchto průřezů dochází pouze k volnému kroucení. Deplanace nastává zejména u ocelových průřezů, a to u těch, které mají nenulovou výsečovou pořadnici  $\omega$  a tedy i výsečový moment setrvačnosti  $I_\omega$ . Pouze u těchto průřezů je umožněno v programu zadávat charakteristiky zabránění deplanaci.

Zabránění deplanaci se zadává jako konstanta z uzavřeného intervalu  $\langle 0; 1 \rangle$ , přičemž 0 znamená zcela volnou deplanaci, 1 je deplanace úplně znemožněná. Čísla mezi těmito mezemi určují míru částečného zabránění deplanaci.

Na dílcích s průřezy, které mohou deplanovat je možno po výpočtu prohlížet a předávat pro dimenzování trojici vnitřních sil, které vznikají v průřezu vlivem kroucení. Jsou to moment volného kroucení  $T_t$ , bimoment  $B$  a moment vázaného kroucení  $T_o$ . Momenty  $T_t$  a  $T_o$  vyvolávají v průřezu smykové napětí, důsledkem bimomentu  $B$  je normálové napětí na průřezu.

## Speciální uložení konců dílců

Uložení konců dílců je možno libovolně nakombinovat z připojení volných, pevných a pružných.

## Vyloučený tah či tlak

U každého dílce lze vyloučit tahové či tlakové namáhání. V takových případech přestává v konstrukci platit princip superpozice a průběhy vnitřních sil pro kombinace musí být stanoveny přímým výpočtem, nikoliv součtem hodnot jednotlivých zatěžovacích stavů. Výpočet je tedy časově náročnější, v případě velkého množství kombinací není možné získat výsledky v reálném čase.

Samotný výpočet probíhá iteračním způsobem, v jednotlivých iteracích jsou z matice tuhosti odstraňovány prvky, v kterých se vyskytuje nepovolený způsob namáhání. Při modelování konstrukce je třeba si uvědomit, že při vyloučení dílce ve výpočtu není uvažováno ani s vlastní tíhou dílce, ani s jakýmkoliv zatížením, které bylo na dílec zadáno.

## Zatěžovací stavy

Zatěžovací stav je množina jednotlivých zatížení na jednotlivých dílcích a styčnicích, která k sobě logicky patří a jsou vzájemně neoddělitelná, tedy působí na konstrukci vždy dohromady. Každé zadané zatížení patří do některého zatěžovacího stavu. Nelze tedy zadávat zatížení, aniž by byl nejprve určen zatěžovací stav, do něhož zatížení patří. Starost o zatěžovací stav by měla být na prvním místě při jakékoliv manipulaci se zatíženími. Každý zatěžovací stav má své číslo a název, čímž je jednoznačně určen. Dále má tři parametry, které jej charakterizují. Jsou to kód zatěžovacího stavu, charakter působení zatěžovacího stavu a koeficient zatěžovacího stavu.

## Kód zatěžovacího stavu

Každý zatěžovací stav má přiřazený kód, který popisuje, jakého typu jsou zatížení v tomto zatěžovacím stavu obsažena. Podle kódu existují čtyři typy zatěžovacích stavů: silový, deformační, vlastní tíha a oteplení.

Silový zatěžovací stav obsahuje zatížení osamělými silami, spojitými zatíženími nebo osamělými momenty. Mohou to být zatížení dílcová nebo styčnicková. Deformační zatěžovací stav obsahuje zatížení charakteru deformací styčnicků. Sem patří poklesy a natočení podpor (připomeňme, že deformací lze zatížit pouze takový styčník, který je v daném směru nebo v dané rotaci podepřený). Vlastní tíha je zvláštní typ zatěžovacího stavu. Zatížení se zde generuje automaticky a žádné zatížení v něm není možno zadat. Zatěžovací stav s kódem oteplení obsahuje zatížení dílců změnami teploty po průřezu.

Z filozofie zatěžovacích stavů vyplývá, že nelze kombinovat zatížení různých typů (např. oteplení + pokles podpor) v jednom zatěžovacím stavu. Při změně kódu zatěžovacího stavu dojde vždy k vynulování všech zatížení v daném zatěžovacím stavu. Jediný převod lze provést změnou kódu vlastní tíha na kód silový, kdy automaticky vygenerované zatížení v zatěžovacím stavu zůstane.

## Charakter působení zatížení

Podle charakteru působení zatížení může mít zatěžovací stav charakter dlouhodobý nebo krátkodobý. Tohoto parametru se dále využívá pouze v kombinacích, kdy se sestavují některé kombinace bez krátkodobých zatížení, vyžaduje-li to příslušná dimenzační norma.

## Součinitele

Každý zatěžovací stav má přiřazený dílčí součinitele zatížení a kombinační součinitele.

Dílčí součinitele zatížení slouží ke stanovení návrhových hodnot zatížení dle vzorce

$$F_d = \gamma_f F_{rep}$$

- kde je:
- $F_d$  • návrhová hodnota zatížení
  - $\gamma_f$  • dílčí součinitel zatížení, který zohledňuje možné nepříznivé odchylky hodnot zatížení od reprezentativních hodnot
  - $F_{rep}$  • reprezentativní hodnota zatížení

Program rozlišuje dva dílčí součinitele zatížení:

- |                   |   |   |
|-------------------|---|---|
| $\gamma_{f, Sup}$ | <b>Součinitel zatížení - nepříznivé působení zatížení</b> | • dílčí součinitel zatížení pro zatížení, které vyvoluje nepříznivé působení na konstrukci. |
|-------------------|---|---|

- $\gamma_{f,Inf}$  Součinitel zatížení - příznivé působení zatížení**
- dílčí součinitel zatížení pro zatížení, které vyvoluje příznivé působení na konstrukci. Tento součinitel je u proměnných zatížení automaticky roven 0.

**Kombinační součinitele** jsou použity pro stanovení reprezentativní hodnoty zatížení dle vzorce

$$F_{rep} = \psi F_k$$

- kde je:  **$F_{rep}$**  • reprezentativní hodnota zatížení  
 **$\psi$**  • součinitel  $\psi_0$ ,  $\psi_1$  či  $\psi_2$  případně hodnota 1,0. Volba součinitele závisí na druhu kombinace a na druhu zatížení (stálé, hlavní proměnné, vedlejší proměnné, mimořádné)  
 **$F_k$**  • charakteristická hodnota zatížení

Kombinační součinitele tak mohou například zohledňovat pravděpodobnost současného výskytu více zatěžovacích stavů v zatěžovací kombinaci, případně určovat dlouhodobou složku zatížení pro mezní stavy použitelnosti.

- $\psi_0$  Součinitel kombinační hodnoty** • Součinitel, který se používá při sestavování kombinací pro mezní stavy únosnosti a nevratné mezní stavy použitelnosti.
- $\psi_1$  Součinitel časté hodnoty** • Součinitel, který se používá při sestavování kombinací pro mezní stavy únosnosti obsahující mimořádná zatížení a vratné mezní stavy použitelnosti.
- $\psi_2$  Součinitel kvazistálé hodnoty** • Součinitel, který se používá při sestavování kombinací pro mezní stavy únosnosti obsahující mimořádná zatížení a vratné mezní stavy použitelnosti. Slouží též k vyjádření dlouhodobých účinků zatížení.

Pro stálá zatížení se v programu zadává navíc **Součinitel redukce stálých zatížení  $\xi$** , který se používá v kombinacích pro mezní stavy únosnosti dle vzorce 6.10b normy EN 1990.

## Kategorie

Kategorie zatěžovacích stavů se používají k nastavení hodnot součinitelů  $\psi$  u proměnných zatížení respektive součinitele  $\xi$  u stálých zatížení. Kategorie odpovídají údajům v tabulce A1.1 normy EN 1990.

## Zatížení

Zatížení je model fyzikálních vlivů, které působí na skutečnou konstrukci. Program umí modelovat několik typů fyzikálních vlivů, a to: působení sil a momentů, působení vlastní tíhy konstrukce, vnucené deformace konstrukce a vliv změn teploty na konstrukci. Zatížení jsou uspořádána do **zatěžovacích stavů**.

### Silová zatížení

Silová zatížení mohou působit na dílce nebo na styčníky. Podle typu zatížení to mohou být osamělé síly, osamělé momenty nebo spojitá zatížení silová. Pro jednoznačné určení zatížení je třeba zadat zatěžovací stav, do nějž zatížení patří, prvek, na nějž zatížení působí (konkrétní dílec nebo styčník), velikost zatížení v patřičných silových, resp. momentových jednotkách, orientaci zatížení a u zatížení dílců také umístění zatížení na dílci v patřičných jednotkách délky.

### Zatížení deformacemi

Deformace lze předepisovat pouze styčníkům. Styčník, jemuž chceme předepsat deformaci, musí být ve směru této deformace podepřen, což platí pro posuny i pro natočení. Při zadávání velikosti deformace, je třeba dát pozor na jednotky, v nichž se tato velikost udává.

### Zatížení vlastní tíhou

Zatížení vlastní tíhou se generuje automaticky v okamžiku, kdy založíme zatěžovací stav typu vlastní tíha. Vlastní tíha se generuje jako záporné spojitě zatížení ve směru globální osy Z, po celé délce dílců. Hodnota tohoto zatížení je dána průřezovou plochou profilu dílce a měrnou tíhou materiálu dílce. V tomto zatěžovacím stavu není možno vytvářet další zatížení. Pokud chceme toto zatížení upravovat nebo k němu přidávat jiná silová zatížení, můžeme změnit kód zatěžovacího stavu na silový. Zatížení vlastní tíhou bude pak prezentováno jako běžné silové spojitě zatížení výše uvedené velikosti, orientace směru a rozměru.

### Zatížení změnou teploty

Změnou teploty rozumíme celkové ohřátí nebo ochlazení dílce nebo nerovnoměrné oteplení nebo ochlazení jednotlivých povrchů dílce. O **změně** teploty hovoříme proto, že zadávané hodnoty nejsou absolutními hodnotami teploty změřené teploměrem na konstrukci, ale jsou to rozdíly takto naměřených hodnot proti teplotám, při nichž byla konstrukce budována a při nichž předpokládáme, že v konstrukci nejsou žádná vnitřní pnutí vlivem teploty. Kladné hodnoty znamenají ohřátí konstrukce, záporné ochlazení. Zatížení změnou teploty lze aplikovat pouze na dílce.

Obecné zadání zatížení změnou teploty v prostoru není úplně triviální a skládá se ze dvou částí. Z popsání teplotního pole v rovině průřezu dílce a z umístění průřezu v tomto teplotním poli. Teplotní pole se zadává pomocí obdélníku a hodnot změn teploty ve středech jeho stran. Obdélník je určen délkami stran  $dx$  a  $dy$ , změny teplot na jeho stranách jsou značeny  $t_h$ -horní,  $t_d$ -dolní,  $t_l$ -levá a  $t_p$ -pravá strana obdélníku. Je třeba zadat minimálně jednu a maximálně tři hodnoty změny teploty. Zadanými hodnotami je pak proložena rovina, a to následujícím způsobem: Je-li zadána jedna hodnota, rovina má

konstantní hodnotu a modeluje rovnoměrné ohřátí nebo ochlazení celého průřezu. Při zadání dvou hodnot je těmito hodnotami proložena rovina tak, že gradient změny teploty má směr spojnice dvou zadaných hodnot. Tři zadané hodnoty určují pak rovinu jednoznačně.

Poloha průřezu vůči zadanému teplotnímu poli se určuje pomocí souřadnic těžiště průřezu v zadaném obdélníku. Za počátek je vzat levý dolní roh obdélníku.

Standardní rozměry obdélníku a umístění průřezu v něm, které program nabízí, jsou takové, že obdélník tvoří nejmenší obálku průřezu. Tato poloha se zřejmě bude hodit pro většinu praktických případů.

## Kombinace zatěžovacích stavů

Kombinace zatěžovacích stavů jsou stavy zatížení konstrukce vzniklé sečtením několika zatěžovacích stavů vynásobených součiniteli kombinace. Kombinace slouží k modelování situací, kdy na konstrukci působí více typů zatížení najednou (např. vlastní tíha + sníh + vítr + užité zatížení). V programu se vytvářejí odděleně kombinace pro mezní stavy únosnosti a použitelnosti (dále dělené pro výpočet podle 1. a 2. řádu) a pro výpočet lineární stability. Pro všechny tyto kombinace platí stejné zásady, jsou jen datově odděleny.

Každá kombinace je určena číslem a názvem. Její charakter je dán kódem kombinace. Při zadávání je třeba určit, které zatěžovací stavy se v kombinaci vyskytují, zda stálá zatížení působí příznivě či nepříznivě a u proměnných zatěžovacích stavů též vybrat, zda mají být uvažovány jako hlavní proměnné zatížení.

### Mezní stav únosnosti

Pro mezní stavy únosnosti lze sestavit následující druhy kombinací:

- |                     |  |
|---------------------|--|
| <b>Základní</b>     | • Generuje základní kombinace pro mezní stav únosnosti dle vztahu 6.10 z normy EN 1990   |
| <b>Alternativní</b> | • Generuje kombinace pro mezní stav únosnosti dle vztahů 6.10a a 6.10b z normy EN 1990. Tato varianta vytváří dvojnásobný počet kombinací než základní varianta.   |
| <b>Mimořádná</b>    | • Generuje mimořádné kombinace pro mezní stav únosnosti dle vztahu 6.11 z normy EN 1990. U mimořádných kombinací lze zadat mimořádný zatěžovací stav, který bude v těchto kombinacích použit. Zároveň je nutné určit, zda bude pro hlavní proměnné zatížení použit součinitel $\psi_1$ nebo $\psi_2$ . |

### Mezní stav použitelnosti

Pro mezní stavy použitelnosti lze sestavit následující druhy kombinací:

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Charakteristická</b> | • kombinace dle vztahu 6.14 normy EN 1990  |
| <b>Častá</b>            | • kombinace dle vztahu 6.15 normy EN 1990  |
| <b>Kvazistálá</b>       | • kombinace dle vztahu 6.16 normy EN 1990  |
| <b>Konečný průhyb</b>   | • kombinace pro výpočet konečného průhybu dřevěných konstrukcí. Předpis kombinací vychází z odstavce 2.2.3(5) normy EN 1995-1-1. Tato kombinace poskytuje pouze relevantní hodnoty deformací. Hodnoty vnitřních sil jsou zvýšeny o vliv dotvarování. |

### Lineární stabilita

U kombinací pro posouzení lineární stability konstrukce se u zatěžovacích stavů nepoužívají dílčí součinitele zatížení  $\gamma_f$ . U proměnných zatěžovacích stavů lze vybrat, zda mají být redukovány součinitelem či  $\psi_0$  nikoliv.

## Výpočet podle 1. řádu

Výpočet je stěžejní činnost programu. Skládá se z několika částí, plynule na sebe navazujících. První částí je kontrola zadání. Kontroluje se, zda je zadáno vše, co je pro výpočet potřeba. Styčníky, dílce, zatěžovací stavy.

Dalším krokem je optimalizace (pokud je nastaveno, že se má provádět), což je činnost, která by měla výrazně urychlit výpočet složitějších konstrukcí.

Potom se sestavuje globální matice tuhosti konstrukce. Sestavuje se z dílčích matic tuhosti jednotlivých prutů. Prut je základní prvek konstrukce pro výpočet. Jeho vztah k dílci je takový, že prut je částí dílce, například je úsekem dílce mezi dvěma relativními styčníky. Každý dílec je tedy pro výpočet složen z prutů na sebe navazujících a ležících na jedné přímce.

Po sestavení matice tuhosti konstrukce se sestavují vektory pravých stran, v nichž jsou umístěny hodnoty styčnickových zatížení. V těchto hodnotách jsou obsažena i dílcová zatížení, která byla předem přepočtena do zatížení styčnicků. Vektorů pravých stran je tolik, kolik je zatěžovacích stavů. Program používá metodu sestavení matice tuhosti konstrukce po prvcích (prutech).

Poté následuje řešení soustavy rovnic. Soustava rovnic je řešena metodou Sky-Line, která je efektivní pro prutové a topologicky nestejnorodé konstrukce. Výhodou této finitní metody je také minimalizace "zbytečných" nulových prvků v matici a tím zmenšení numerické nepřesnosti.

Celkově může být výpočet časově náročný především při použití iteračních postupů v dynamických a stabilitních výpočtech, zvláště pak pro větší konstrukce, na nichž nebyla aplikována automatická optimalizace číslování styčnicků. Řešením soustavy rovnic se získají hodnoty deformací ve styčnicích, což jsou klíčové údaje pro všechny činnosti



postprocesoru, pro výpočty vnitřních sil, reakcí, deformací dílců a napětí.

Poslední částí výpočtu je příprava a uložení hodnot potřebných pro zrychlení prohlížení výsledků. V této fázi se vypočítávají a ukládají hodnoty vnitřních sil v koncových bodech prutů a reakce v podepřených styčnicích, vyhledávají a ukládají se extrémy vnitřních sil.

## Optimalizace číslování

Optimalizace číslování je proces, který umožňuje dosáhnout větší rychlosti výpočtu. Je-li optimalizace zapnuta, provede se před výpočtem přečíslování styčniců konstrukce tak, aby se zrychlilo řešení soustavy rovnic. Účelem přečíslování je to, aby matice tuhosti konstrukce měla nenulové prvky co možná nejvíc soustředěné kolem hlavní diagonály. Tím se výrazně snižuje počet operací prováděných při řešení soustavy rovnic. Přečíslování je provedeno jen uvnitř výpočtu, takže pro uživatele zůstává zachováno jeho číslování původně zadané. Algoritmus optimalizace neumožňuje provést přečíslování u nespojitých konstrukcí. Nedoporučuje se tudíž řešit najednou několik složitějších konstrukcí. Doba potřebná pro řešení soustavy rovnic u těchto konstrukcí bez přečíslování podstatně narůstá.

## Singularita při řešení rovnic

To je nejčastější chyba, která nastává při řešení. Většinou je způsobena nedostatečným podepřením a upevněním konstrukce nebo její části. Je třeba zkontrolovat podepření konstrukce jako celku, dále tvarovou určitost všech dílčích částí konstrukce a nakonec upevnění všech dílců ve svých koncích. Tato chyba signalizuje, že nějaká část konstrukce se může volně v prostoru pohybovat. Nejčastěji to bývá rotace kolem podélné osy dílce nebo nedostatečné podepření rovinných konstrukcí v prostoru.

## Deformace, reakce, kontaktní napětí

Toto jsou výsledky výpočtů, jejichž hodnoty jsou vyčíslovány ve styčnicích, kde je možno je považovat za "přesné". Třebaže je možno nechat si je zobrazit ve formě průběhů, pokud nás zajímají číselné hodnoty, je třeba se soustředit na styčnický. Pro čtení hodnot ve styčnicích je možno použít zobrazování styčnickových informací na obrazovce, nebo vytvořit textový výstup.

### Deformace

Deformace styčniců jsou základními výsledky výpočtu. Z jejich hodnot se dopočítávají všechny další výsledky jako reakce, vnitřní síly a kontaktní napětí.

Program nabízí možnost vykreslení průběhů deformací po dílcích. Tyto průběhy jsou získány tak, že hodnotami deformací ve styčnicích jsou proloženy aproximační funkce tvaru kubických parabol. Průběhy jsou tedy jen přiblížením ke skutečným hodnotám deformací a slouží hlavně pro dokreslení představy o tvaru deformované konstrukce. Proto není možné získat číselné hodnoty deformací z těchto průběhů. Přesné hodnoty jsou pouze ve styčnicích. Pokud má uživatel zájem o zjištění přesné hodnoty deformace v konkrétním bodě dílce, je třeba do tohoto bodu vložit styčnický (stačí relativní styčnický na dílci) a v něm si pak nechat číselné hodnoty deformací vypsát. Na dílcích s uvolněnými nebo pružně uloženými koncovými vazbami se dají hodnoty deformací zjistit jedinečně pomocí vložených relativních styčniců. Pro tyto dílce je navíc třeba alespoň jeden relativní styčnický vložit, chceme-li dostat "rozumný" tvar ohybové čáry dílce.

### Reakce

Pro každý stupeň volnosti styčnicku, v němž je zadána pevná nebo pružná podpora, vypočítá program reakci, sílu (moment), kterou v podpoře vyvolává zatížení konstrukce. Reakce jsou konečnými hodnotami, které se už dál nijak nezpracovávají, ani se neposuzují v dimenzování. Tudíž je třeba každou reakci zvlášť posoudit a konstrukční detaily podpor navrhnout tak, aby vypočtené reakce přenesly.

### Kontaktní napětí

Kontaktní napětí u nosníků na podloží je obdobou reakcí u klasických nosníků. Je to tlak, který se z konstrukce přenáší do podloží a je třeba zajistit, aby podloží (základová půda) bylo schopno toto napětí přenést.

Kontaktní napětí se vypočítává z posunů kolmých na podloží a z natočení v rovině kolmé k podloží kolem osy kolmé k ose nosníku. Vychází se tedy z deformací, jejichž hodnoty jsou vypočtené ve styčnicích. I napětí se tudíž počítá ve styčnicích a po prutech se předpokládá lineární průběh. To odpovídá té vlastnosti nosníku na podloží, že čím hustší bude dělení, tím přesnější výsledky lze očekávat. Vliv natočení může vnášet do průběhu kontaktního napětí nespojitosti, kdy hodnota ve styčnicku zleva může být různá od hodnoty na tomtéž styčnicku zprava. Za nejsprávnější tu pak lze považovat průměr těchto hodnot. Tato nepřesnost se dá snížit co možná pravidelným a hustým dělením dílce.

## Vnitřní síly

Vnitřní síly jsou finálním výsledkem statického výpočtu konstrukce. Slouží pro dimenzování jednotlivých konstrukčních prvků. Program pracuje s těmito základními druhy vnitřních sil:

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Normálová síla</b>   | • působí v ose prutu, namáhá prut tahem nebo tlakem   |
| <b>Posouvající síly</b> | • působí kolmo na prut, namáhají prut smykem, vznikají většinou na ohybaných prutech. V prostoru mohou působit na prut obecně dvě posouvající síly navzájem kolmé |
| <b>Ohybové momenty</b>  | • vznikají v ohybaných prutech. V prostoru mohou působit na prut obecně dva ohybové momenty navzájem kolmé  |
| <b>Krouticí moment</b>  | • kroutí prut kolem jeho podélné osy, namáhá průřez prutu smykem  |

## Moment vázaného kroucení

## Bimoment

- vzniká v prutech, jejichž průřezy mohou deplanovat a jejich deplanaci je alespoň zčásti zabráněno. Namáhá průřez prutu smykem
- vzniká v prutech, jejichž průřezy mohou deplanovat a jejich deplanaci je alespoň zčásti zabráněno. Namáhá průřez prutu napětím ve směru osy prutu (normálovým napětím)

Program nabízí několik způsobů, jak průběhy vnitřních sil zobrazit, aby informace o chování konstrukce byly maximálně srozumitelné a vyčerpávající.

## Vnitřní síly po dílci a po průřezu

Vnitřní síly po dílci jsou vztaženy k lokálnímu souřadnému systému dílce. Jsou označeny indexy shodnými s označením os lokálního souřadného systému.  $N$  je normálová síla,  $V_2$  a  $V_3$  jsou posouvající síly ve směrech lokálních os 2 a 3,  $M_1$  krouticí moment a  $M_2$ ,  $M_3$  ohybové momenty ohybající dílec kolem lokálních os 2 a 3.

Zajímavými mohou být ještě ty hodnoty vnitřních sil, které vstupují do dimenzování průřezů dílců. Jsou to tzv. vnitřní síly po průřezu a získají se transformací vnitřních sil po dílci z lokálního souřadného systému dílce do souřadného systému průřezu dílce. Tyto vnitřní síly jsou pak označeny  $N$ ,  $V_z$ ,  $V_y$ ,  $M_1$ ,  $M_y$  a  $M_z$ , kde indexy  $y$  a  $z$  značí osy **souřadného systému** průřezu. K vnitřním silám po průřezu jsou řazeny i veličiny charakterizující kroucení, tedy bimoment  $B$ , moment vázaného kroucení  $T_\omega$ , a moment volného kroucení  $T_t$ . Tyto veličiny je možno počítat a zobrazovat pouze na dílcích, které mají ocelový průřez tvaru  $I$ ,  $U$ , hranaté trubky,  $\pi$ , nebo je složen ze dvou  $I$ -průřezů. Jsou to profily, jejichž výsečový moment setrvačnosti není nulový a u nichž známe průběh výsečové pořadnice  $\omega$ .

## Vnitřní síly od zatěžovacích stavů a od kombinací

Průběhy vnitřních sil je možno počítat od zatěžovacích stavů i od kombinací. Dimenzační programy se mohou spouštět jen pro průběhy od kombinací. Pro dimenzování je tedy nutno vytvořit nějaké kombinace. Chceme-li dimenzovat jen na vnitřní síly od zatěžovacího stavu, je třeba vytvořit kombinaci sestávající pouze z tohoto zatěžovacího stavu.

Matematicky platí, že hodnoty průběhů od kombinací jsou součtem hodnot od jednotlivých zatěžovacích stavů kombinace přenásobených kombinačními součiniteli a součiniteli zatěžovacích stavů.

## Obálky vnitřních sil

Obálky vnitřních sil slouží k zachycení extrémů vnitřních sil na dílcích od různých zatěžovacích stavů, resp. kombinací. Každá hodnota obálky na dílci může pocházet z jiného zatěžovacího stavu, resp. kombinace. Jedná se tedy o průběhy fiktivní, uměle vytvořené, které mohou posloužit při vyhledávání extrémně namáhaných míst konstrukce. Každá obálka se skládá ze dvou částí, a to z kladné větve a ze záporné větve.

Obálka se vytvoří tak, že se zadají zatěžovací stavy, resp. kombinace, které mají být do obálky zahrnuty. Pak je třeba zadat klíč, podle něhož bude obálka vytvořena. Klíčem obálky je vnitřní síla, jejíž extrémy budou vyhledávány. Obálky ostatních vnitřních sil pak jsou tvořeny hodnotami těchto sil odpovídajícími extrémům vnitřní síly klíčové. Jsou to tedy hodnoty pocházející z těch zatěžovacích stavů, resp. kombinací, ze kterých pocházejí extrémy klíčové vnitřní síly. Je-li zadán klíč VŠE, hledají se extrémy všech vnitřních sil nezávisle na sobě.

## Vlastní kmitání

Vedle standardních výpočtů lineární a nelineární statiky umožňuje program Fin 3D stanovení vlastních frekvencí a vlastních tvarů kmitání prutových konstrukcí. Cílem tohoto modulu je jednak umožnit uživateli odhadnout chování konstrukcí v případech, kdy setrvačné účinky hmoty dané konstrukce nelze zanedbat a v neposlední řadě jej upozornit na případné nedostatky v návrhu konstrukce v okamžiku, kdy se některá z vlastních frekvencí uvažované konstrukce nalézají v blízkosti frekvence budící.

Z hlediska mechaniky konstrukcí lze úlohu o nalezení vlastních frekvencí a vlastních tvarů netlumeného kmitání charakterizovat jako obecný problém vlastních čísel popsany rovnicí

$$(K - \omega^2 M) r = 0$$

- kde je:
- |     |  |
|-----|--|
| $K$ | • matice tuhosti                                     |
| $M$ | • matice hmotnosti uvažované konstrukce              |
| $r$ | • vlastní tvar kmitání příslušný k vlastní frekvenci |

Je-li řád matic  $K$  a  $M$   $n$ , potom výše uvedená rovnice umožňuje vypočítat  $n$  vlastních frekvencí  $\omega_i$  a  $n$  vlastních tvarů  $r_i$ . Z rovnice je rovněž patrné, že absolutní hodnota složek vektoru  $r$  není rozhodující pro popis tvaru kmitání. V programu Fin 3D jsou vlastní vektory  $r_i$  normovány, přitom velikost jednotlivých složek posunutí se nezobrazuje.

Matice tuhosti konstrukce  $K$  se sestavuje obdobně jako v případě úloh lineární statiky. K sestavení matice hmotnosti  $M$  je použita konzistentní formulace. Matice hmotnosti není potom diagonální, ale obecně plná. Při výpočtu prvků matice hmotnosti se vychází z objemové hmotnosti materiálu jednotlivých prutů. Hmotnost, která přímo nesouvisí se zadanou konstrukcí, má však vliv na dynamické chování konstrukce, lze do programu zavést pomocí soustředěných hmot. Zadanou hmotu (hmotnost) přiřazujeme do uzlových bodů (styčnicků). Program přitom umožňuje uvažovanou hmotu vzhledem k danému uzlovému bodu dále vystředit.

Jak jsme se již zmínili, výše uvedená rovnice umožňuje vypočítat pouze tolik vlastních frekvencí, kolik je stupňů volnosti. V odborné literatuře je popsána celá řada metod umožňujících nalézt úplné řešení problému. V mnoha případech je to však



nepraktické, neboť z inženýrského hlediska je důležitých pouze několik prvních vlastních frekvencí a vlastních tvarů kmitání. Navíc vyšší vlastní tvary a frekvence jsou již zatíženy značnou chybou plynoucí z diskretizace konstrukce na jednotlivé konečné prvky. Program Fin 3D se proto omezuje na použití pouze dvou, v dnešní době nejčastěji používaných, metod určených pro řešení rozsáhlých úloh, kdy nás zajímá pouze několik prvních vlastních tvarů a frekvencí.

## Metoda iterace podprostoru

Jako první představíme nejčastěji citovanou metodu iterace podprostoru. Tato metoda počítá zvolený počet nejnižších vlastních tvarů a frekvencí, přitom z důvodu zvýšení rychlosti konvergence se iterace provádí na větším počtu vlastních vektorů, než kolik jich je požadováno. Doporučujeme proto zadat konstrukci tak, aby měla alespoň dvojnásobný počet stupňů volnosti než je požadovaný počet vlastních tvarů. Tato metoda bohužel nezaručuje, že vypočtené vlastní frekvence jsou právě ty nejnižší. Proto je program vybaven Sturmovou kontrolou informující uživatele o případném vynechání některého z požadovaných vlastních tvarů. K selhání metody nejčastěji dochází u úloh, pro které jsou charakteristické shluky s větším počtem frekvencí. Na druhé straně si tato metoda snadno poradí s vlastními tvary příslušejícími vícenásobným vlastním frekvencím.

## Lanczosova metoda

Druhou metodou implementovanou v programu Fin 3D je metoda Lanczosova. Tato metoda získává v poslední době stále více na popularitě. Její přednost se projevuje zejména u úloh s velkým počtem stupňů volnosti. Pokud řešená úloha nevyžaduje podporu pevného disku, je tato metoda výrazně rychlejší než metoda iterace podprostoru. I když je to metoda velice spolehlivá, je podobně jako metoda iterace podprostoru doplněna Sturmovou kontrolou. I tato metoda v současné verzi počítá pouze zvolený počet nejnižších vlastních frekvencí. Současná verze Lanczosovy metody bohužel neumožňuje separaci vlastních tvarů kmitání příslušející vícenásobným vlastním frekvencím. V takovém případě doporučujeme, aby uživatel provedl výpočet s použitím obou výše uvedených metod.

## Přesnost výpočtu a konvergence

Jak jsme se již zmínili v úvodu této kapitoly, závisí přesnost výpočtu jednotlivých vlastních frekvencí na zvoleném stupni diskretizace. Teoreticky lze určit tolik vlastních tvarů a frekvencí, kolik je v konstrukci hmotných stupňů volnosti. Ve skutečnosti jsou však vlastní tvary, jejichž stupeň se blíží počtu hmotných stupňů volnosti, zatíženy značnou numerickou chybou z důvodu příliš hrubého dělení na prvky. V takovém případě je nutno zvolit jemnější dělení dílců na jednotlivé prutové prvky. Navíc rychlost konvergence k nižším vlastním tvarům kmitání závisí v případě metody iterace podprostoru na počtu vektorů, které jsou ve výpočtu použity a jak jsme již uvedli, při iteraci se pracuje, pokud je to možné, vždy s počtem vlastních tvarů o něco vyšším než je požadovaný počet. I na tento fakt by se měl brát zřetel při volbě počtu hmotných stupňů volnosti vůči požadovanému počtu vlastních frekvencí.

Nedostatečný počet hmotných stupňů volnosti je také jedním z hlavních důvodů ukončení výpočtu, aniž byly nalezeny všechny požadované vlastní tvary kmitání uvažované konstrukce. Dalším důvodem může být nedostatečný počet zadaných iterací, popřípadě požadovaná přesnost výpočtu vlastních frekvencí. Přitom maximální počet iterací, který výpočet umožňuje je roven 200. Požadovaná tolerance na přesnost výpočtu by měla být vyšší než  $10^{-4}$ .

Na tomto místě bychom rádi upozornili na speciální význam pojmu iterace v případě Lanczosovy metody. Z teoretického hlediska se jedná o generaci báze vektoru použitého v Rayleighově - Ritzově metodě. V praxi to znamená, že maximální počet iterací nemůže být vyšší než počet hmotných stupňů volnosti. Uživatel by proto neměl být překvapen, že výpočet konstrukce se 6 stupni volnosti byl ukončen po šesté iteraci, přestože zadaný počet iterací byl zvolen 100. Volbě počtu iterací při výpočtu Lanczosovou metodou byla měla být věnována dostatečná pozornost, neboť je tím do jisté míry ovlivněna rychlost výpočtu. Důvodem je, že pro každou iteraci se alokuje část vnitřní paměti, která může být při výpočtu zcela nevyužita. Počet zadaných iterací by se měl proto co nejvíce blížit počtu iterací, které jsou pro konvergenci k požadovanému počtu zadaných vlastních frekvencí skutečně potřeba. Bohužel neexistuje žádný obecný recept, jak v takovém případě postupovat a uživatel je odkázán na svůj vlastní úsudek a zkušenost získanou při opakovaném řešení různých typů konstrukcí. Podobně jako v případě metody iterace podprostoru je maximální počet iterací roven 200.

## Lineární stabilita

Nedílnou součástí návrhu štíhlých prutových konstrukcí by měl být společně se statickým výpočtem také výpočet stabilitní, neboť podává z inženýrského hlediska řadu důležitých informací o možném chování navrhované konstrukce. Vztah mezi zatížením, které v daném okamžiku na konstrukci působí a zatížením kritickým, vedoucím ke ztrátě stability, je jedním z výstupů stabilitního výpočtu. Vlastní tvar vybočení potom dává jednak velmi dobrou představu o možném mechanismu porušení konstrukce ztrátou stability a zároveň umožňuje odhadnout charakter geometrických imperfekcí, které jsou pro uvažovanou konstrukci nebezpečné. Současná verze programu Fin 3D poskytuje uživateli nástroj, jak se v těchto problémech lépe orientovat.

Úlohu lineární stability lze charakterizovat jako problém určení kritické hodnoty zatížení ideální konstrukce jako násobek zatížení, které na tuto konstrukci skutečně působí. Za tím účelem je nutno zapsat podmínky rovnováhy na deformované konstrukci a zahrnout tak vliv normálových sil na příčnou tuhost prutových prvků. Rovnice rovnováhy pak přejde na tvar

$$(K - \lambda K_{\sigma}) r = 0$$

kde je:

$K$	• matice tuhosti
$K_{\sigma}$	• matice geometrické tuhosti (počátečních napětí) vyjadřující vliv normálových sil
$r$	• vlastní tvar vybočení

Podobně jako vlastní tvary kmitání je i vlastní tvar vybočení normován, přičemž normované hodnoty uzlových deformací

se nezobrazují. Výše uvedená rovnice je obdobou rovnice popisující vlastní tvary kmitání. Na rozdíl od vlastního kmitání nás však zajímá pouze nejmenší vlastní číslo rovnice, které označíme jako  $\lambda_{krit}$ . Předpokládáme-li, že hodnota zatížení rozloženého po konstrukci odpovídá vektoru uzlových sil  $R$ , potom vektor

$$R_{krit} = \lambda_{krit} R$$

odpovídá hodnotě kritického zatížení vedoucí ke ztrátě stability celé konstrukce. Pokud vyjde  $\lambda_{krit}$  záporné, je konstrukce stabilní a ke ztrátě stability by došlo v okamžiku přenásobení stávajícího zatížení hodnotou  $(-1)$ .

## Metoda iterace podprostoru a metoda Lanczosova

Podobně jako problém vlastního kmitání vede i zde rovnice na obecný problém vlastních čísel. K jeho řešení lze použít jak metodu iterace podprostoru tak metodu Lanczosovu. Metoda iterace podprostoru byla upravena tak, aby bylo možno řešit konstrukce, ve kterých se vyskytují jak tažené, tak tlačené prutové prvky. Naproti tomu Lanczosova metoda je v tomto ohledu více konzervativní a vyžaduje, aby matice počátečních napětí byla pozitivně definitní. Jinými slovy umožňuje řešit pouze ty konstrukce, ve kterých se při daném zatížení vyskytují jen tlačené nebo zcela nezatížené prvky. Vzhledem k tomu, že výhody i nevýhody obou metod jsou podrobně popsány v předcházející kapitole, nebudeme se k nim v tomto odstavci blíže vyjadřovat.

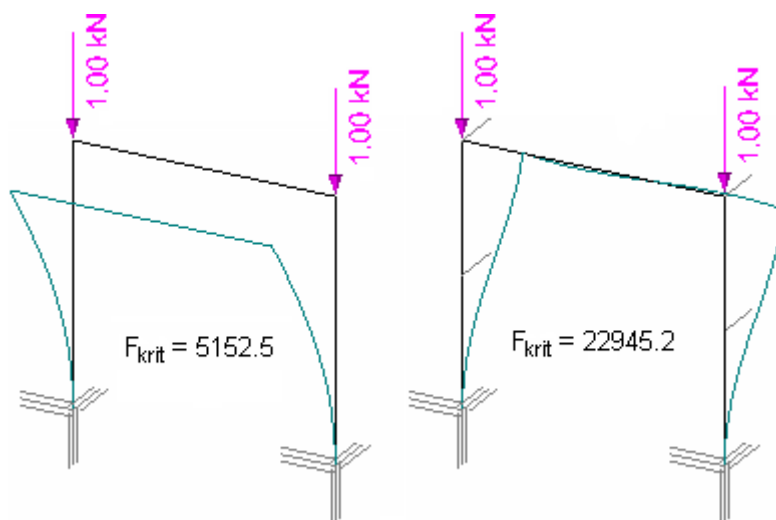
## Metoda inverzní matice

Jak jsme se již zmínili, naším cílem je nalézt nejmenší vlastní číslo rovnice. Jednou z nejznámějších metod, která je výhradně určena k řešení tohoto problému je metoda Inverzní iterace a v programu Fin 3D doplňuje skupinu výše uvedených metod určených k řešení stabilitních problémů konstrukcí. Jak je již patrné z názvu je metoda inverzní iterace metodou iterační. Jedná se o metodu poměrně spolehlivou a přesnou v tom smyslu, že opakováním iteračního cyklu se může s libovolnou přesností (omezenou přesností počítače) přiblížit ke správnému řešení. Bohužel v některých případech je rychlost konvergence velice pomalá a maximální počet možných iterací, který je podobně jako u vlastního kmitání roven 200, nemusí být vždy postačující. Proto je výstup výpočtu doplněn o informaci týkající se dosažené přesnosti. V případě, že konvergence nebyla dosažena má uživatel možnost buď zvýšit počet iterací, nebo snížit požadovanou přesnost, anebo zvolit jinou metodu.

## Doporučení

Vzhledem k tomu, že na rozdíl od běžného výpočtu lineární statiky neplatí v lineární stabilitě princip superpozice, provádí se výpočet pouze pro zvolený počet předem definovaných kombinací. Ve výsledcích je potom každá kombinace charakterizována kritickým násobkem zatížení  $\lambda_{krit}$  (ve výsledcích je koeficient  $\lambda_{krit}$  označen jako  $f_{krit}$ ) a vlastním tvarem vybočení. Přitom pro každou kombinaci charakterizovanou skutečným zatížením by měla být hodnota součinitele  $\lambda_{krit}$  větší než 4. V opačném případě by se měl projektant vážně zamyslet nad statickým návrhem konstrukce a statický model buď přeformulovat anebo uvažovat o možných konstrukčních úpravách.

Dalších pár poznámek je věnováno rozdílu výpočtu prostorových a rovinných konstrukcí. Uživatel by si měl být vědom skutečnosti, že rovinná konstrukce v rovině zatížená má tendenci vybočit z roviny konstrukce. Pokud je vybočení z roviny konstrukce zabráněno, je kritický násobek zatížení  $\lambda_{krit}$  výrazně vyšší než když tomu tak není. Tato skutečnost je demonstrována na příkladě jednoduchého rovinného rámu jehož stojky jsou zatíženy v rovině rámu osovými silami. Výsledek je patrný z následujícího obrázku. V prvním případě se jedná o prostorové vybočení. Ve druhém případě bylo vybočení z roviny rámu zabráněno a  $\lambda_{krit}$  se zvýšilo více než čtyřikrát.



Porovnání vybočení z roviny a v rovině

Na závěr jen pár slov k výpočtu vzpěrných délek. Vzhledem k tomu, že se jedná o poměrně komplikovaný problém a žádný obecný recept neexistuje, jsou uživatelé v tomto směru odkázáni na inženýrský cit, praxi a zdravý rozum. Pokud se však uživatel nevyhne práci se vzpěrnými délkami, poskytuje stabilitní výpočet vstup pro jejich jednoduchý odhad. Pokud se v konstrukci vyskytují pruty, které jsou výrazně namáhány na vzpěr, lze při výpočtu vzpěrných délek postupovat následujícím způsobem: V prvním kroku určíme statickým výpočtem průběh normálových sil po konstrukci. V druhém

roku pak odhadneme hodnotu  $\lambda_{krit}$  a určíme průběh normálových sil odpovídající hodnotě kritického zatížení ze vzorce

$$N_{crit} = \lambda_{crit} N$$

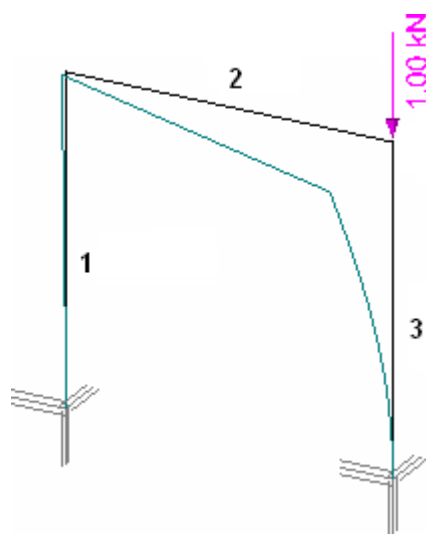
kde je:  $N$  • normálová síla v daném průřezu od skutečného zatížení

K odhadu vzpěrné délky v uvažovaném průřezu pak použijeme klasický Eulerův vzorec pro kritické břemeno ve tvaru

$$l_h^2 = \pi^2 \frac{EI}{N_{crit}}$$

kde je:  $l_h$  • vzpěrná délka prvku  
 $EI$  • ohybová tuhost prutu  
 $N_{krit}$  • hodnota kritické normálové síly

Upozorňujeme, že tento vzorec byl odvozen za předpokladu osově zatíženého přímého prutu. Jeho použití pro odhad vzpěrných délek obecně zatížené konstrukce by proto mělo být podřízeno důkladné analýze, přitom oblast použití výše uvedeného vzorce by se měla týkat pouze té části konstrukce, ve které jsou jednotlivé prvky výrazně tlačené a svým charakterem odpovídají chování osamělého přímého prutu. Na obr níže této skutečnosti odpovídá prut 3, přitom pruty 1 a 2 pouze doplňují pružné uložení horního styčnicku prutu 3 a jejich posouzení na vzpěr je bezpředmětné. Jak je vidět, vzhledem k prutu 3 se rám chová jako pružně uložená konzola. Proto také výpočet vzpěrných délek na prutech 1 a 2 by byl nesmyslný.



Příklad osově zatíženého prvku

Závěrem chceme jen poznamenat, že stabilitní posouzení chování štíhlých prutových konstrukcí není problém triviální a měla by se mu věnovat dostatečná pozornost.

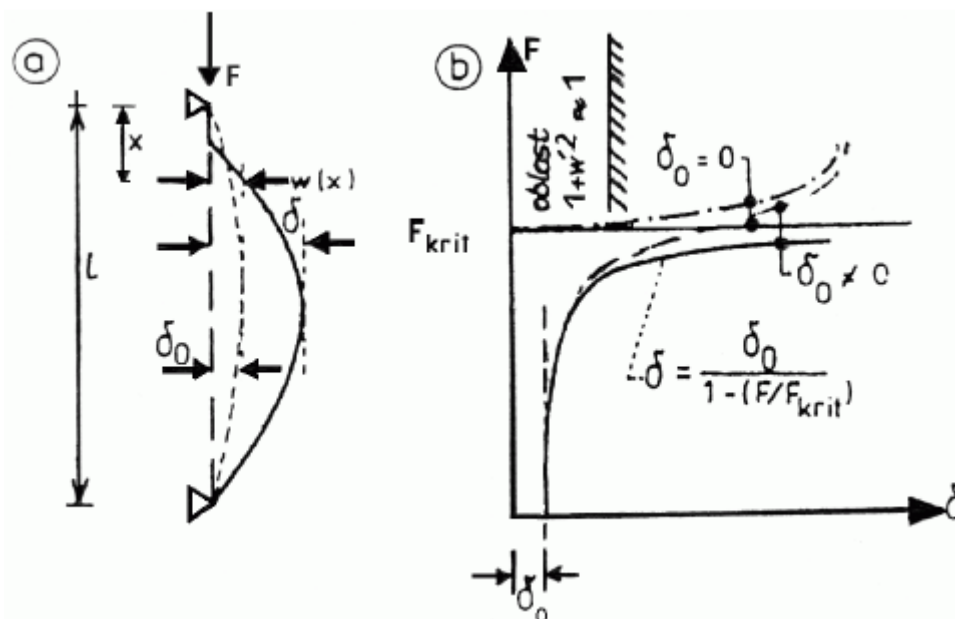
## Výpočet podle 2. řádu

### Teoretický úvod

S rozvojem moderní výpočetní techniky se teorie druhého řádu stává mocným nástrojem inženýra při navrhování štíhlých prutových konstrukcí. Názory na rámec jejího použití se však v inženýrské komunitě často různí. V této kapitole se proto pokusíme objasnit některé důležité aspekty této teorie jak z hlediska teoretického tak z hlediska jejího praktického využití.

Jak jsme se již v úvodu této kapitoly zmínili, je teorie druhého řádu aparát k analýze napjatosti štíhlých konstrukcí s výraznými osovými silami, které se nacházejí buď pod účinkem příčných sil nebo jsou vystaveny vlivu počátečních imperfekcí. Imperfekce mohou být materiálové (např. nerovnoměrné rozložení tuhostí po průřezu) nebo geometrické (zakřivená osa prutu před zatížením, excentricity v uložení pilířů ap.). Materiálové imperfekce lze obvykle převést na imperfekce geometrické. V takovém případě chápeme osu v imperfektní konstrukci jako spojnici středů tuhostí heterogenních průřezů.

Teorie druhého řádu je **zjednodušením** metod geometricky nelineární analýzy konstrukcí. Předpoklady, na kterých je tato teorie vybudována, jsou uvedeny níže. Zde se nejprve stručně zmíníme o rozdílu mezi geometricky nelineárním a lineárním přístupem, jako i o možnostech jejich praktické aplikace. K ilustraci postačí následující obrázek



Zatěžovací dráhy dokonalého ( $\delta_0=0$ ) a imperfektního prutu ( $\delta_0 \neq 0$ )

V první části obrázku jsou počáteční imperfekce vyjádřeny parametrem  $\delta_0$ , konečný stav parametrem  $\delta$ . Připomeňme, že počáteční imperfekce  $\delta_0$  mohou být způsobeny i účinkem příčných sil. Stanovíme je obvyklým výpočtem při zanedbání osových sil na přetvoření konstrukce (teorie prvního řádu). V části b jsou načteny zatěžovací dráhy dokonalého ( $\delta_0=0$ ) a imperfektního ( $\delta_0 \neq 0$ ) prutu odpovídající geometricky nelineárnímu (čerkované křivky) a lineárnímu (plné křivky) řešení. Lze je získat integrací Eulerovy diferenciální rovnice

$$\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0} = \frac{M}{EI}$$

kde v geometricky nelineární úloze platí

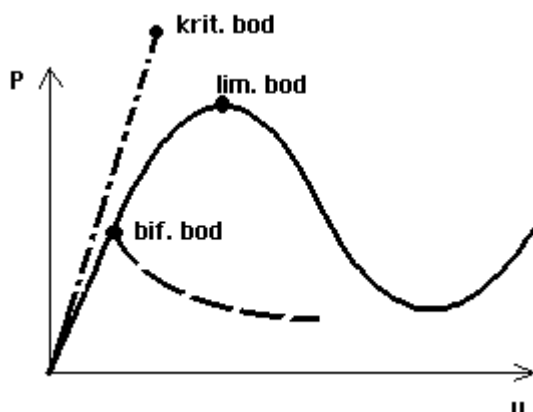
$$\frac{1}{\rho} = -\frac{w''}{(1 + w'^2)^{\frac{3}{2}}}$$

a v lineární úloze platí

$$\frac{1}{\rho} \cong -w''$$

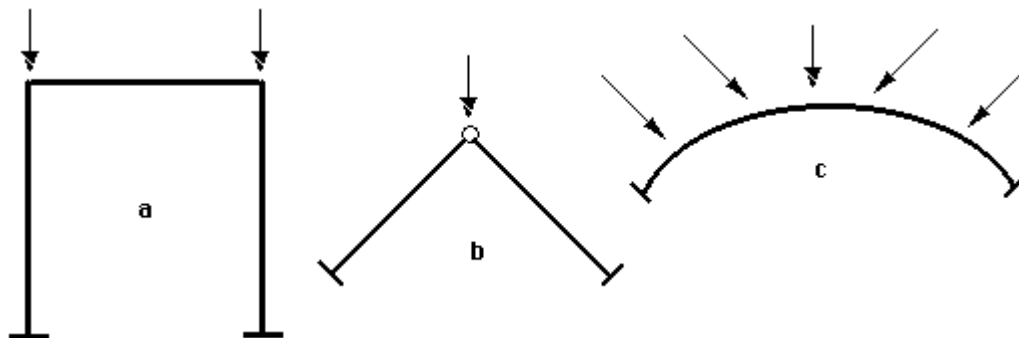
Čárkou je označena derivace průhybu podle  $x$ . I za použití zjednodušení je při složitém tvaru konstrukce integrace Eulerovy diferenciální rovnice obtížná, a proto se používají různé přibližné metody. Podobně jako v případě teorie prvního řádu je i zde použita deformační varianta MKP.

**Geometricky nelineární výpočty** jsou nezbytné k nalezení kritických stavů (bifurkačních či limitních) na dráze "zatížení-posun" zejména u konstrukcí zakřivených, jako jsou oblouky a prutové mřížoviny uspořádané do tvaru zakřivené plochy (např. kulové či válcové ap.). V limitním bodě zatížení dosahuje své maximální nebo minimální hodnoty ("bod zvratu"), v bifurkačním bodě dochází k rozvětvení rovnováhy (např. vedle rovnováhy na symetricky se deformující oblouk - plná čára, může existovat rovnováha na nesymetricky se deformující oblouku - čárkovaná čára). Tyto vztahy nelze v žádném případě zachytit lineárním výpočtem (čerkovaná čára), který výrazně nadhodnocuje stabilitní únosnost konstrukce.



## Bifurkační a limitní body

**Lineární výpočty** lze naproti tomu aplikovat s jistotou u klasických rámových konstrukcí tvořících ortogonální systém (a na následujícím obrázku). Zatímco konstrukce na na pozici *a* umožňuje linearizaci výpočtu, vzpěradlo na pozici *b* se svým chováním blíží spíše oblouku (pozice *c*) a linearizace je nepřijatelná. **Rozhodnutí, zda konstrukci lze řešit lineárním či nelineárním výpočtem, vyžaduje nejen určité teoretické znalosti, ale i jisté praktické zkušenosti inženýra.**



Využitelnost lineární teorie

## Předpoklady teorie 2.řádu

Teorie druhého řádu je zjednodušením geometricky lineárního výpočtu spočívající na těchto předpokladech

- Lze linearizovat geometrické vztahy mezi deformacemi a posuny (geometricky lineární výpočet).
- Rozložení osových sil se při deformaci konstrukce nemění.
- Rovnováha se vyjadřuje na deformovaném tvaru.

Při klasické formulaci založené na integraci základních rovnic lze vyjádřit vztah mezi koncovými silami prutu  $f$  a odpovídajícími posuny  $r$  ve tvaru

$$K(\lambda) r = f$$

kde je:  $\lambda$  • parametr zatížení

Poznamenejme, že při proporcionálním zatížení všechny vnější síly rostou úměrně tomuto parametru. Linearita úlohy spočívá v tom, že matice tuhosti  $K$  není funkcí vektoru uzlových deformací  $r$ . Úlohu lze řešit dvěma způsoby.

1. Matici tuhosti  $K(\lambda)$  uvedeme na tvar

$$K(\lambda) = K_0 - \lambda K_\sigma$$

kde je:  $K_0$  • matice tuhosti podle teorie prvního řádu  
 $K_\sigma$  • matice počátečních napětí (geometrické tuhosti)

Rozložíme-li konstrukci na dostatečný počet prvků, blíží se řešení s rozvojem k přesnému řešení. Tento postup je základem programů systému FIN 3D a FIN 2D. V souladu s výše uvedenou formulací probíhá výpočet následujícím způsobem. V prvním kroku se pro předpokládané zatížení určí průběh normálových sil po konstrukci užitím teorie prvního řádu. Znalost normálových sil pro dané zatížení slouží k sestavení matice počátečních napětí  $K_\sigma$ . Statický výpočet se pak opakuje, tentokrát však s modifikovanou maticí  $K(\lambda)$ .

Základní rovnice předpokládá ideální tvar konstrukce, ovšem s možností zatížení příčnými silami. V případě imperfektní konstrukce zatížené osovými silami nejprve nabude rovnice základní rovnice s výše uvedenou úpravou tvaru

$$(K_0 - \lambda K_\sigma) r = K_0 r_0$$

kde je:  $r_0$  • vektor počátečních uzlových imperfekcí

Výraz  $K_0 r_0$  je ekvivalentní účinku příčných sil. V případě kombinací obou se silové účinky imperfekcí  $K_0 r_0$  i příčných sil  $R$  sčítají. Pokud jsou na druhé straně oba výrazy jak  $K_0 r_0$  a  $R$  rovny nule, přejde rovnice na problém lineární stability.

2. Druhý přístup (iterační) odráží klasické přístupy analýzy imperfektních štíhlých konstrukcí:

Řeší se úloha

$$K_0 r = f$$

Matice tuhosti se opraví s ohledem na novou (aktualizovanou) geometrii, takže

$$K_1 r \neq f$$

Nerovnováhu  $f - K_1 r$  je třeba rozvést pomocí rovnice

$$K_1 \Delta r = f - K_1 r$$

neboli

$$K_1(r + \Delta r) = f$$

Výpočet se opakuje až

$$\|\Delta r\| \leq \varepsilon$$

## Vztah teorie druhého řádu k normám

Normový výpočet vyžaduje stanovení součinitele vzpěrnosti, který se opírá o stanovení štíhlosti prutu (vzpěrné délky). Je třeba zdůraznit, že příslušné vztahy vycházejí z předpokladu, že se jedná o chování izolovaného prutu. Z tohoto důvodu jsou také velmi obtížně použitelné, zejména pokud se jedná o složitější konstrukci, v níž jsou některé pruty tlačené a jiné tažené, takže tvar vybočení těchto prutů se zásadně liší. Pro tyto účely poskytuje na druhé straně výpočet podle teorie druhého řádu vnitřní síly na přetvořené konstrukci, takže výpočet napětí nevyžaduje stanovení součinitelů vzpěrnosti. Lze říci, že stabilitní výpočet se tak převádí na výpočet pevnostní.

Závěrem tohoto odstavce upozorníme na jeden důležitý poznatek. Známe-li hodnotu součinitele kritického zatížení  $\lambda_{krit}$ , můžeme snadno odhadnout při proporcionálním zatížení a za předpokladu, že rozhodující pruty jsou převážně tlačené, přetvoření podle teorie druhého řádu vzhledem k počátečním imperfekcím  $\delta_0$  popřípadě k deformacím vypočteným podle teorie prvního řádu.

$$\delta = \frac{\delta_0}{1 - \frac{1}{\lambda_{krit}}}$$

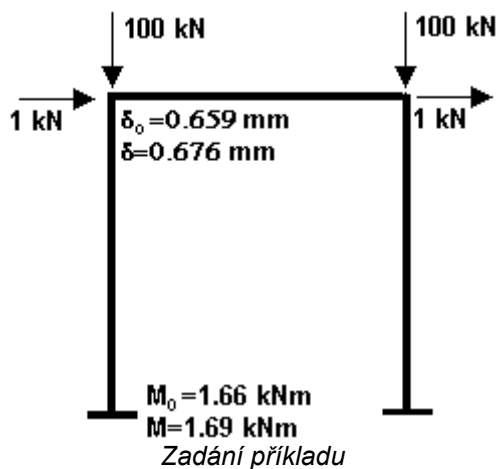
Obdobný vztah, byť s menší přesností, platí i pro vnitřní síly, např. ohybové momenty.

$$M = \frac{M_0}{1 - \frac{1}{\lambda_{krit}}}$$

kde je:  $M_0$  • ohybový moment stanovený podle teorie prvního řádu

V tomto vzorci se odráží smysl výpočtu kritického zatížení.

K posouzení platnosti vztahů uvedených výše jsme zvolili příklad jednoduchého rovinného rámu zatíženého osamělými silami v rámových rozích. Předpokládané geometrické imperfekce byly modelovány příčnými silami velikosti  $1/100$  svislého zatížení. Vodorovný posun příčle  $\delta_0$  vypočtený podle teorie prvního řádu byl v tomto případě roven  $0,659\text{ mm}$ . Výpočet podle teorie druhého řádu vedl k hodnotě příčného posunu  $\delta$  rovné  $0,675\text{ mm}$ . Obdobné výsledky jsme obdrželi pro hodnoty ohybových momentů ve vetknutí. Moment  $M_0$  byl roven  $1,66\text{ kNm}$ , zatímco moment  $M$  vypočtený podle teorie druhého řádu vzrostl na  $1,69\text{ kNm}$ . Při použití výše uvedených rovnic jsme obdrželi hodnotu příčného posunu  $\delta$  rovnou  $0,676\text{ mm}$ , což se prakticky shoduje s výpočtem pomocí programu FIN 3D. Hodnota ohybového momentu je rovna  $1,70\text{ kNm}$ . V porovnání s výpočtem je tento rozdíl méně než  $0,6\%$ .



Závěrem bychom chtěli poznamenat, že i přes efektivní výpočetní techniku a programy by inženýr neměl zapomínat na jednoduché metody výpočtu, které mu poskytnou rychlý odhad chování imperfektní konstrukce, zejména při předběžném návrhu.

## Teorie Statika

### Beton

### Typy prvků

Výběr typu prvku má vliv jak na kontrolu **konstrukčních zásad**, tak na způsob posouzení. Programy podporují následující typy prvků:



## Nosník

Dle EN 1992-1-1 odstavec 5.3.1(3) lze za nosník považovat takový prvek, který má rozpětí větší nebo rovné trojnásobku výšky průřezu.

Pro nosníky je prováděna kontrola, která zaručí, že nedojde k dosažení mezního přetvoření 3,5‰ v krajních vláknech tlačené oblasti před dosažením meze kluzu  $f_{yk}$  ve výztuži, která je nejvíce vzdálena od tlačného okraje. Tato kontrola zajistí, že nedojde k drcení betonu bez předchozího plastického protažení výztuže. V těchto případech se totiž před kolapsem konstrukce neobjeví ani trhliny ani zvýšený průhyb. Tento posudek je prováděn formou omezení poměru  $\xi$ :

$$\xi \leq \xi_{max}$$

kde  $\xi$  je dáno vztahem

$$\xi = \frac{x}{d}$$

kde je:  $x$  • výška tlačené oblasti  
 $d$  • vzdálenost tlačného okraje betonového průřezu od nejvzdálenější vrstvy tahové výztuže

Maximální hodnota  $\xi_{lim}$  je dána vztahem

$$\xi_{lim} = \frac{3.5 \cdot 10^{-6} E_s}{3.5 \cdot 10^{-6} E_s + f_{yk}}$$

kde je:  $E_s$  • návrhová hodnota modulu pružnosti oceli  
 $f_{yk}$  • charakteristická mez kluzu oceli

## Deska

Dle odstavce 5.3.1(4) lze za desku považovat takový prvek, který má nejmenší plošný rozměr větší nebo rovný pětinásobku tloušťky desky.

Pro tento typ prvku je prováděna kontrola dosažení meze kluzu oceli  $f_{yk}$  ve výztuži před dosažením mezního přetvoření 3,5‰ v krajních vláknech tlačené oblasti betonového průřezu. Tato kontrola je popsána výše.

## Sloup

Dle odstavce 5.3.1(7) lze za sloup považovat takový prvek, u kterého poměr výšky a šířky průřezu nepřesahuje hodnotu 4.0 a délka je nejméně trojnásobek šířky průřezu.

## Stěna

Dle odstavce 5.3.1(7) lze za stěnu mají považovat takové svislé prvky, které nesplňují kritérium pro sloup.

## Materiálové charakteristiky

### Beton

Program umožňuje zadávat materiál výběrem z databáze nebo zadáním vlastních hodnot. Databáze obsahuje základní řadu pevnostních tříd dle tabulky 3.1 normy EN 1992-1-1. Při zadávání vlastního materiálu je nutné zadat následující hodnoty:

$f_{ck}$  • charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní  
 $f_{ctm}$  • průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu  
 $E_{cm}$  • sečnový modul pružnosti betonu

Při zadávání vlastního materiálu lze využít automatický dopočet  $f_{ctm}$  a  $E_{cm}$  dle tabulky 3.1. Pokud je zadaná hodnota  $f_{ck}$  menší nebo rovna 50MPa, je  $f_{ctm}$  počítána vztahem

$$f_{ctm} = 0.3 f_{ck}^{\frac{2}{3}}$$

v ostatních případech je použit vztah

$$f_{ctm} = 2.12 \ln \left( 1 + \frac{f_{cm}}{10} \right)$$

Sečnový modul pružnosti  $E_{cm}$  je určen vzorcem

$$E_{cm} = 22 \left( \frac{f_{cm}}{10} \right)^{0.3}$$

kde průměrná hodnota válcové pevnosti v tlaku  $f_{cm}$  je dána vztahem

$$f_{cm} = f_{ck} + 8$$



## Betonářská ocel

Pokud je třeba použít ve výpočtu takový materiál, který není dostupný v databázi, je možné zadat vlastní materiál betonářské výztuže pomocí následujících charakteristik:

- $f_{yk}$  • charakteristická mez kluzu betonářské výztuže  
 $E_s$  • modul pružnosti

Do výpočtu vstupují tzv. návrhové hodnoty vlastností materiálu. Ty se z charakteristických hodnot (dolní index  $k$ ) získávají jejich vydělením součinitelem vlastností materiálu  $\gamma_M$ . Návrhové hodnoty jsou označeny dolním indexem  $d$ .

## Redukce materiálových charakteristik při účinku požáru

### Beton

Charakteristická pevnost betonu v tlaku je redukována v souladu s kapitolou 4.2.4.2:

$$f_{c,\Theta} = k_c f_{ck}$$

- kde je:  $f_{c,\Theta}$  • pevnost v tlaku při teplotě  $\Theta$   
 $k_c$  • redukční součinitel  
 $f_{ck}$  • charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku

### Betonářská ocel

Charakteristická pevnost betonářské oceli je redukována v souladu s kapitolou 4.2.4.3:

$$f_{sy,\Theta} = k_s f_{yk}$$

- kde je:  $f_{sy,\Theta}$  • pevnost betonářské výztuže při teplotě  $\Theta$   
 $k_s$  • redukční součinitel  
 $f_{yk}$  • charakteristická hodnota pevnosti betonářské oceli

## Indikativní třída betonu

Indikativní (minimální) třída betonu závisí na stupni vlivu prostředí, který je definován v tabulce 4.1 normy EN 1992-1-1. Indikativní třída betonu je dána tabulkou E.1N:

Stupeň vlivu prostředí	Indikativní pevnostní třída
X0	C12/15
XC1	C20/25
XC2	C25/30
XC3	C30/37
XC4	C30/37
XD1	C30/37
XD2	C30/37
XD3	C35/45
XS1	C30/37
XS2	C35/45
XS3	C35/45
XF1	C30/37 (C25/30)
XF2	C25/30 (provzd. min.4%)
XF3	C30/37 (C25/30 provzd. min.4%)
XF4	C30/37 (provzd. min.4%)
XA1	C30/37 (C25/30)
XA2	C30/37
XA3	C35/45

*poznámka: hodnoty v závorce odpovídají národní příloze pro Česko, tabulce E1.CZ. Pokud není splněn požadavek na minimální provzdušnění, je nutné použít vyšší třídu.*

## Minimální krytí

Minimální potřebná krycí vrstva výztuže je stanovena dle kapitoly 4.4.1 normy EN 1992-1-1.

Při výpočtu je stanovena nominální krycí vrstva v souladu se vztahem 4.1:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

- kde je:  $c_{nom}$  • nominální krycí vrstva  
 $c_{min}$  • minimální krycí vrstva

$\Delta c_{dev}$  • přídavek na návrhovou odchylku

Minimální krycí vrstva  $c_{min}$  je stanovena vztahem 4.2:

$$c_{min} = \max \left\{ \begin{array}{l} c_{min,b} \\ c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add} \\ 10mm \end{array} \right\}$$

kde je:  $c_{min,b}$  • minimální krycí vrstva z hlediska soudržnosti dle tabulky 4.2  
 $c_{min,dur}$  • minimální krycí vrstva z hlediska podmínek prostředí dle tabulky 4.4N  
 $\Delta c_{dur,\gamma}$  • přídavná hodnota z hlediska spolehlivosti prvku dle 4.4.1.2(6)  
 $\Delta c_{dur,st}$  • redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli dle 4.4.1.2(7)  
 $\Delta c_{dur,add}$  • redukce minimální krycí vrstvy při použití přídavné ochrany dle 4.4.1.2(8)

## Součinitel dotvarování

Součinitel dotvarování zohledňuje trvalé (plastické) změny objemu nebo tvaru betonu způsobené dlouhodobým zatížením (dotvarování). Součinitel dotvarování je stanoven dle *Přílohy B* normy EN 1992-1-1. Je uvažován cement třídy  $N$ .

Konečná hodnota součinitele dotvarování  $\varphi$  je získána dle vztahu B.1:

$$\varphi = \varphi_0 \beta_c(t, t_0)$$

kde je:  $\varphi_0$  • základní součinitel dotvarování  
 $\beta_c(t, t_0)$  • součinitel časového průběhu dotvarování po zatížení

Základní součinitel dotvarování  $\varphi_0$  je počítán dle vztahu B.2:

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \beta(f_{cm}) \beta(t_0)$$

kde je:  $\varphi_{RH}$  • součinitel, vystihující vliv relativní vlhkosti  
 $\beta(f_{cm})$  • součinitel, vystihující vliv pevnosti betonu  
 $\beta(t_0)$  • součinitel, vystihující vliv stáří betonu v okamžiku vnesení zatížení

Součinitel  $\varphi_{RH}$  vystihující vliv relativní vlhkosti je získán následujícím postupem:

$$\varphi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \quad \text{pro } f_{cm} \leq 35MPa$$

$$\varphi_{RH} = \left[ 1 + \frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \cdot \alpha_1 \right] \cdot \alpha_2 \quad \text{pro } f_{cm} < 35MPa$$

kde je:  $RH$  • relativní vlhkost okolního prostředí v procentech  
 $h_0$  • náhradní rozměr prvku  
 $\alpha_1, \alpha_2$  • součinitele vlivu pevnosti betonu

Náhradní rozměr prvku  $h_0$  je získán vztahem B.6:

$$h_0 = \frac{2A_c}{u}$$

kde je:  $A_c$  • plocha průřezu  
 $u$  • obvod průřezu vystavený působení prostředí

Součinitele  $\alpha_1$  a  $\alpha_2$  jsou počítány dle vzorců B.8c:

$$\alpha_1 = \left[ \frac{35}{f_{cm}} \right]^{0.7}, \alpha_2 = \left[ \frac{35}{f_{cm}} \right]^{0.2}$$

kde je:  $f_{cm}$  • průměrná hodnota pevnosti betonu v tlaku po 28 dnech

Součinitel  $\beta(f_{cm})$  vystihující vliv pevnosti betonu je stanoven dle B.4:

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}}$$

Součinitel  $\beta(t_0)$  vystihující vliv stáří betonu v okamžiku vnesení zatížení je získán dle B.5:

$$\beta(t_0) = \frac{1}{(0.1 + t_0^{0.2})}$$

kde je:  $t_0$  • stáří betonu v okamžiku vnesení zatížení

Součinitel časového průběhu dotvarování po zatížení  $\beta_c(t, t_0)$  je stanoven dle B.7:

$$\beta_c(t, t_0) = \left[ \frac{(t - t_0)}{(\beta_H + t - t_0)} \right]^{0.3}$$

kde je:  $t$  • stáří betonu v uvažovaném okamžiku  
 $t_0$  • stáří betonu v okamžiku vnesení zatížení  
 $\beta_H$  • součinitel

Součinitel  $\beta_H$  je stanoven následujícím způsobem:

$$\beta_H = 1.5 \left[ 1 + (0.012RH)^{18} \right] h_0 + 250 \leq 1500 \quad \text{pro } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa}$$

$$\beta_H = 1.5 \left[ 1 + (0.012RH)^{18} \right] h_0 + 250 \alpha_3 \leq 1500 \alpha_3 \quad \text{pro } f_{cm} < 35 \text{ MPa}$$

Součinitel  $\alpha_3$  je počítán dle vzorce B.8c:

$$\alpha_3 = \left[ \frac{35}{f_{cm}} \right]^{0.5}$$

## Konstrukční zásady

V rámci posouzení konstrukčních zásad jsou prováděny následující kontroly:

- minimální stupeň vyztužení
- maximální stupeň vyztužení
- minimální vzdálenost vložek

### Minimální stupeň vyztužení

Pro prvky typů "**nosník**" a "**deska**" musí plocha tahové výztuže splnit podmínku v souladu s 9.2.1.1(1):

$$A_{s,t} \geq \max \left\{ \frac{0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t d}{0.0013 b_t d} \right\}$$

kde je:  $A_{s,t}$  • plocha tahové výztuže  
 $f_{ctm}$  • pevnost betonu v tahu  
 $f_{yk}$  • mez kluzu oceli  
 $b_t$  • průměrná hodnota šířky tahové oblasti průřezu  
 $d$  • účinná výška průřezu

Pokud je zapnuta kontrola minimálního stupně vyztužení dle ČSN 73 1201, kap. 8.5.2, je pro prvky typu "**deska**" prováděna následující kontrola:

$$A_{s,t} \geq \max \left\{ \frac{0.0018 \frac{f_{yk}}{500} A_c}{0.0014 A_c} \right\}$$

kde je:  $A_{s,t}$  • plocha tahové výztuže  
 $A_c$  • celková plocha průřezu  
 $f_{yk}$  • mez kluzu oceli

Pro prvky typu "**sloup**" musí celková plocha podélné výztuže splnit podmínku v souladu s 9.5.2(2):

$$A_s \geq \max \left\{ \frac{0.10 N_{Ed}}{f_{yd}}, 0.002 A_c \right\}$$

kde je:  $A_s$  • celková plocha podélné výztuže  
 $N_{Ed}$  • návrhová normálová tlaková síla  
 $f_{yd}$  • návrhová pevnost výztuže  
 $A_c$  • celková plocha průřezu

Pro prvky typu "**stěna**" musí plocha svislé výztuže splnit podmínku v souladu s 9.6.2(1):

$$A_s \geq 0.002 A_c$$

kde je:  $A_s$  • celková plocha svislé výztuže

$A_c$  • celková plocha průřezu

## Maximální stupeň vyztužení

Pro všechny typy prvků musí celková plocha výztuže splnit podmínku v souladu s 9.2.1.1(3), 9.5.2(2) a 9.5.2(2):

$$A_s \leq 0.04A_c$$

kde je:  $A_s$  • celková plocha výztuže  
 $A_c$  • celková plocha průřezu

## Minimální vzdálenost vložek

Pokud je zapnuta kontrola vzdálenosti vložek, je prováděna kontrola dle 8.2(2):

$$s_{min} = \left\{ \begin{array}{l} k_1 \phi \\ d_g + k_2 \\ 20mm \end{array} \right\}$$

kde je:  $s_{min}$  • minimální vzdálenost mezi vložkami  
 $k_1, k_2$  • konstanty  
 $\phi$  • průměr výztuže  
 $d_g$  • rozměr největšího zrna kameniva

## Vzpěr

Vliv účinků druhého řádu při normálovém namáhání je zohledněn v souladu s kapitolou 5.8 normy EN 1992-1-1. K dispozici jsou následující metody výpočtu:

- Metoda založená na jmenovité tuhosti
- Metoda založená na jmenovité křivosti
- Zjednodušená metoda dle 12.6.5.2 (pouze pro prostý beton)

## Štíhlostní kritérium

Podrobný výpočet vzpěru je prováděn, pokud je v daném směru překročena limitní štíhlost  $\lambda_{lim}$ . Limitní štíhlost je stanovena dle vztahu 5.13N:

$$\lambda_{lim} = 20 \cdot A \cdot B \cdot C \sqrt{n}$$

kde je:  $\lambda_{lim}$  • limitní štíhlost  
 $A, B, C$  • součinitele  
 $n$  • poměrná normálová síla

Součinitel  $A$  je dán vztahem:

$$A = \frac{1}{1 + 0.2\varphi_{ef}}$$

kde je:  $\varphi_{ef}$  • účinný součinitel dotvarování

Součinitel  $B$  je dán vztahem:

$$B = \sqrt{1 + 2\omega}$$

kde je:  $\omega$  • mechanický stupeň vyztužení

Mechanický stupeň vyztužení  $\omega$  je získán vztahem:

$$\omega = \frac{A_s f_{yd}}{A_c f_{cd}}$$

kde je:  $A_s$  • celková plocha podélné výztuže  
 $f_{yd}$  • návrhová mez kluzu výztuže  
 $A_c$  • celková plocha průřezu  
 $f_{cd}$  • návrhová pevnost betonu v tlaku

Součinitel  $C$  je dán vztahem:

$$C = 1.7 - r_m$$

kde je:  $r_m$  • poměr momentů

Poměr momentů  $r_m$  je dán vztahem:

$$r_m = \frac{M_{01}}{M_{02}}$$

kde je:  $M_{01}, M_{02}$  • koncové momenty prvního řádu

Poměrná normálová síla  $n$  je dána vztahem:

$$n = \frac{N_{Ed}}{A_c f_{cd}}$$

kde je:  $N_{Ed}$  • Návrhová hodnota normálové síly  
 $A_c$  • celková plocha průřezu  
 $f_{cd}$  • návrhová pevnost betonu v tlaku

## Metoda založená na jmenovité tuhosti

Tato metoda je založena na kapitole 5.8.7. Jmenovitá tuhost prvku je dána vztahem 5.21:

$$EI = K_c E_{cd} I_c + K_s E_s I_s$$

kde je:  $K_c$  • součinitel zohledňující účinky trhlin, dotvarování betonu apod.  
 $E_{cd}$  • návrhová hodnota modulu pružnosti betonu  
 $I_c$  • moment setrvačnosti betonového průřezu  
 $K_s$  • součinitel, kterým se zohledňuje příspěvek betonářské výztuže  
 $E_s$  • návrhová hodnota modulu pružnosti oceli  
 $I_s$  • moment setrvačnosti výztuže vztažený k těžišti betonového průřezu

Součinitel  $K_c$  je dán vztahem 5.22:

$$k_c = \frac{k_1 k_2}{(1 + \varphi_{ef})}$$

kde je:  $k_1$  • součinitel zohledňující pevnostní třídu betonu  
 $k_2$  • součinitel závislý na normálové síle a štíhlosti  
 $\varphi_{ef}$  • účinný součinitel dotvarování

Součinitel  $k_1$  je stanoven dle vztahu 5.23:

$$k_1 = \sqrt{\frac{f_{ck}}{20}}$$

kde je:  $f_{ck}$  • charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku

Součinitel  $k_2$  je stanoven dle vztahu 5.24:

$$k_2 = n \frac{\lambda}{170} \leq 0.2$$

kde je:  $n$  • poměrná normálová síla  
 $\lambda$  • štíhlost

Vzpěrné břemeno stanovené na základě jmenovité tuhosti je určeno vztahem:

$$N_B = \frac{\pi^2 EI}{l_0^2}$$

kde je:  $N_B$  • vzpěrné břemeno  
 $EI$  • jmenovitá tuhost  
 $l_0$  • účinná délka pro výpočet vzpěrné únosnosti

Celkový návrhový moment zohledňující účinky druhého řádu je dán vztahem 5.28:

$$M_{Ed} = M_{0Ed} \left[ 1 + \frac{\beta}{\frac{N_B}{N_{Ed}} - 1} \right]$$

kde je:  $M_{0Ed}$  • moment prvního řádu  
 $\beta$  • součinitel závislý na poměru momentů prvního a druhého řádu  
 $N_B$  • vzpěrné břemeno

$N_{Ed}$  • návrhová hodnota normálové síly

Součinitel  $\beta$  je dán vztahem 5.29:

$$\beta = \frac{\pi^2}{c_0}$$

kde je:  $c_0$  • součinitel závislý na průběhu momentu prvního řádu

Hodnota součinitele  $c_0$  je zadávána v programu. Hodnoty doporučené dle odstavce 5.8.7.3(3):

Součinitel $c_0$	Průběh momentu prvního řádu
8.0	konstantní
9.6	parabolický
12	symetrický trojúhelníkový

## Metoda založená na jmenovité křivosti

Tato metoda používá postupy uvedené v kapitole 5.8.8. Jmenovitá křivost je dána vztahem 5.34:

$$\frac{1}{r} = K_r \cdot K_\varphi \cdot \frac{1}{r_0}$$

kde je:  $1/r$  • křivost  
 $K_r$  • opravný součinitel závislejší na normálové síle  
 $K_\varphi$  • součinitel zohledňující dotvarování

křivost  $1/r_0$  je dána vztahem:

$$\frac{1}{r_0} = \frac{\varepsilon_{yd}}{0.45d}$$

kde je:  $\varepsilon_0$  • poměrné přetvoření oceli při dosažení meze kluzu oceli  
 $d$  • účinná výška průřezu

Poměrné přetvoření oceli při dosažení meze kluzu oceli  $\varepsilon_0$  je dáno vztahem

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s}$$

kde je:  $f_{yd}$  • návrhová hodnota meze kluzu oceli  
 $E_s$  • modul pružnosti oceli

Účinná výška průřezu je počítána v souladu se vztahem 5.35:

$$d = \frac{h}{2} + i_s$$

kde je:  $h$  • výška průřezu  
 $i_s$  • poloměr setrvačnosti celkové plochy výztuže

Součinitel  $K_r$  je určen vzorcem 5.36:

$$K_r = \min \left\{ \frac{n_u - n}{n_u - n_{bal}}, 1.0 \right\}$$

kde je:  $n$  • poměrná normálová síla  
 $n_{bal}$  • hodnota poměrné normálové síly při maximální momentové únosnosti. V souladu s 5.8.8.3(3) je uvažována hodnota 0.4

poměrná normálová síla  $n_u$  je dána vztahem:

$$n_u = 1 + \omega$$

kde je:  $\omega$  • mechanický stupeň vyztužení

Součinitel  $K_\varphi$  je dán vztahem 5.37:

$$K_\varphi = \max \left\{ 1 + \beta \varphi_{ef}, 1.0 \right\}$$

kde je:  $\beta$  • součinitel závislý na pevnostní třídě betonu a štíhlosti  
 $\varphi_{ef}$  • účinný součinitel dotvarování

Součinitel  $\beta$  je dán vztahem:

$$\beta = 0.35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{\lambda}{150}$$

- kde je:  $f_{ck}$  • charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku  
 $\lambda$  • štíhlost

Jmenovitý moment druhého řádu  $M_2$  je stanoven dle 5.33:

$$M_2 = N_{Ed} e_2$$

- kde je:  $N_{Ed}$  • návrhová hodnota normálové síly  
 $e_2$  • průhyb prvku

Průhyb  $e_2$  je dán vztahem

$$e_2 = \frac{1}{r} \frac{l_0^2}{c}$$

- kde je:  $1/r$  • křivost  
 $l_0$  • účinná délka prvku  
 $c$  • součinitel závislý na rozdělení křivosti

Hodnota součinitele  $c$  je zadávána v programu. Hodnoty doporučené dle odstavce 5.8.8.2(4):

Součinitel $c$	Průběh křivosti
8.0	konstantní
10	sinusový

Celkový návrhový moment zohledňující účinky druhého řádu je dán vztahem 5.31:

$$M_{Ed} = M_{0Ed} + M_2$$

- kde je:  $M_{Ed}$  • celkový návrhový moment zohledňující účinky druhého řádu  
 $M_{0Ed}$  • návrhový moment prvního řádu  
 $M_2$  • jmenovitý moment druhého řádu

### Zjednodušená metoda dle 12.6.5.2

Pro konstrukční prvky z nevyztuženého nebo slabě vyztuženého betonu lze použít postup dle 12.6.5.2 normy EN 1992-1-1. Návrhová normálová síla na mezi únosnosti štíhlého konstrukčního prvku lze stanovit dle vztahu 12.10:

$$N_{Rd} = b \cdot h_w \cdot f_{cd} \cdot \Phi$$

- kde je:  $b$  • šířka průřezu  
 $h_w$  • výška průřezu  
 $f_{cd}$  • návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku  
 $\Phi$  • součinitel zohledňující výstřednost

Součinitel  $\Phi$  je počítán dle vztahu 12.11:

$$\Phi = 1.14 \left( 1 - \frac{2e_{tot}}{h_w} \right) - 0.02 \frac{l_0}{h_w} \leq \left( 1 - \frac{2e_{tot}}{h_w} \right)$$

Výstřednost  $e_{tot}$  je stanovena dle vztahu

$$e_{tot} = e_0 + e_i$$

- kde je:  $e_0$  • je výstřednost prvního řádu, včetně případných účinků stropní konstrukce (tj. možných momentů upnutí stropní desky, přenášených do stěny) a vodorovných sil  
 $e_i$  • přídavná výstřednost pokrývající účinky geometrických imperfekcí  
 $l_0$  • vzpěrná délka

### Kotvení

Kotevní délky jsou stanoveny dle kapitoly 8.4 normy EN 1992-1-1. Pro každý prut výztuže je spočítána dle vztahu 8.3 základní požadovaná kotevní délka  $l_{b,rqd}$ , která je nezbytná pro zachycení síly ve vložce:

$$l_{b,rqd} = \left( \frac{\phi}{4} \right) \left( \frac{\sigma_{sd}}{f_{b,d}} \right)$$



- kde je:
- |               |  |
|---------------|--|
| $l_{b,rqd}$   | • základní požadovaná kotevní délka          |
| $\phi$        | • průměr vložky                              |
| $\sigma_{sd}$ | • návrhové napětí na konci vložky            |
| $f_{bd}$      | • návrhové mezní napětí betonu v soudržnosti |

Návrhová hodnota mezního napětí v soudržnosti  $f_{bd}$  je dána vztahem 8.2:

$$f_{bd} = 2.25\eta_1\eta_2f_{ctd}$$

- kde je:
- |           |   |
|-----------|---|
| $f_{ctd}$ | • návrhová hodnota pevnosti betonu v tahu   |
| $\eta_1$  | • součinitel závislý na kvalitě podmínek v soudržnosti a poloze prutu během betonáže. Může nabývat hodnot 1,0 (dobré podmínky soudržnosti) nebo 0,7 (ostatní případy) |
| $\eta_2$  | • součinitel závislý na průměru prutu, který nabývá hodnoty 1,0 pro výztuž o průměru menším než 32mm. Pro větší průměry je součinitel stanoven následujícím vzorcem:  |

$$\eta_2 = \frac{132 - \phi}{100}$$

Návrhová kotevní délka  $l_{bd}$  je dána vztahem 8.4:

$$l_{bd} = \alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_4\alpha_5l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

- kde je:
- |             |   |
|-------------|---|
| $l_{b,min}$ | • minimální kotevní délka   |
| $\alpha_1$  | • součinitel dle tabulky 8.2 zohledňující tvaru prutu   |
| $\alpha_2$  | • součinitel dle tabulky 8.2 zohledňující vliv minimální betonové krycí vrstvy                        |
| $\alpha_3$  | • součinitel dle tabulky 8.2 zohledňující vliv ovinutí příčnou výztuží                                |
| $\alpha_4$  | • součinitel dle tabulky 8.2 vliv jednoho nebo více příčně přivařených prutů                          |
| $\alpha_5$  | • součinitel dle tabulky 8.2 vliv tlaku kolmého na rovinu odštěpování betonu v návrhové kotevní délce |

Minimální kotevní délka  $l_{b,min}$  je pro kotvení v tahu dána vztahem 8.6:

$$l_{b,min} > \max \left\{ \begin{array}{l} 0.3l_{b,rqd} \\ 10\phi \\ 100mm \end{array} \right\}$$

Minimální kotevní délka  $l_{b,min}$  je pro kotvení v tlaku dána vztahem 8.7:

$$l_{b,min} > \max \left\{ \begin{array}{l} 0.6l_{b,rqd} \\ 10\phi \\ 100mm \end{array} \right\}$$

## Metody výpočtu požární odolnosti

### Metoda izotermy 500°C

Tato metoda je založena na kapitole B.1 normy EN 1992-1-2. Může být použita společně s normovou či parametrickou teplotní křivkou. Při použití této metody je nutné respektovat požadavky na minimální šířku průřezu dle tabulky B.1 normy EN 1992-1-2.

Postup výpočtu:

- výpočet průběhu teploty po průřezu metodou konečných prvků
- stanovení redukovaného betonového průřezu jako oblasti, která je ohraničena izotermou 500°C. Pro tento průřez nejsou redukovány pevnostní charakteristiky betonu
- stanovení redukované pevnosti jednotlivých prutů betonářské výztuže dle teploty průřezu v daném místě
- posouzení průřezu za předpokladu výše uvedených vlastností betonu a výztuže. Ve výpočtu je uvažováno i s výztuží, která je umístěna vně izotermy 500°C

### Zónová metoda

Tato metoda vychází z kapitoly B.2. Poskytuje přesnější výsledky, především pro sloupky. Může být použita pouze s normovou teplotní křivkou.

Postup výpočtu:

- průřez se rozdělí na zadaný počet paralelních zón
- v každé zóně se na základě průběhu teplot určí střední teplota a střední pevnost v tlaku  $f_{cd}(\Theta)$
- stanoví se střední součinitel redukce pro průřez  $k_{c,m}$  dle vztahu (B.11):

$$k_{c,m} = \frac{(1 - 0.2/n)}{n} \sum_{i=1}^n k_c(\Theta_i)$$

- kde je:
- $(1-0.2)/n$  • Součinitel zohledňující proměnlivost teploty v každé zóně
  - $n$  • počet paralelních zón v polovině průřezu
  - $k_c(\Theta_i)$  • redukční součinitel betonu v  $i$ -té zóně pro teplotu  $\Theta$

- stanoví se šířka poškozené zóny. Pro prvky typu "**Nosník**" či "**Deska**" je použit vztah (B.12):

$$a_z = w \left[ 1 - \frac{k_{c,m}}{k_c(\Theta_M)} \right]$$

Pro prvky typu "**Sloup**" a "**Stěna**" a pro ostatní typy prvků se zapnutým posouzením vzpěru je použit vztah (B.13):

$$a_z = w \left[ 1 - \left( \frac{k_{c,m}}{k_c(\Theta_M)} \right)^{1.3} \right]$$

- kde je:
- $w$  • polovina celkové šířky průřezu
  - $k_c(\Theta_M)$  • redukční součinitel betonu ve středu průřezu

## Teplotní křivky

Pro popis vývoje teploty plynů při požáru používá program teplotní křivky pro jednotlivé druhy požáru popsané v normě EN 1991-1-2.

### Normová teplotní křivka

Základní z nominální křivka, kde je teplota plynů v požárním úseku dána vztahem

$$\Theta = 20 + 345 \log_{10}(8t + 1)$$

- kde je:
- $\theta_g$  • teplota plynů ve °C
  - $t$  • čas v minutách

### Parametrická křivka

Parametrická křivka, použitá v programu, platí pro požární úseky o podlahové ploše do  $500m^2$ , bez otvorů ve střeše a s výškou úseku do  $4m$ . Parametrická křivka je složena ze dvou částí. Z větve fáze ohřevu, kdy teplota plynů narůstá a z větve fáze chladnutí, která popisuje pokles teploty po kulminaci požáru. Pro popis parametrické křivky jsou použity v programu čtyři parametry:

- doba rozvoje požáru neomezeného snížením přístupu kyslíku  $t_{lim}$  (požár řízený palivem)
- tepelná charakteristika povrchu konstrukce ohraničující požární úsek  $b$  daná vztahem

$$b = \sqrt{\rho c \lambda}$$

- kde je:
- $\rho$  • objemová hmotnost v  $kg/m^3$
  - $c$  • měrné teplo v  $J/(kg K)$
  - $\lambda$  • tepelná vodivost v  $W/(m K)$  materiálu konstrukce

- faktor otvorů  $O$  daný vztahem

$$O = A_v \frac{\sqrt{h_{eq}}}{A_t}$$

- kde je:
- $A_v$  • celková plocha svislých otvorů ve všech stěnách ohraničujících požární úsek v  $m^2$
  - $h_{eq}$  • vážený průměr výšek oken ve všech stěnách ohraničujících požární úsek v  $m$
  - $A_t$  • celková plocha konstrukcí ohraničujících požární úsek včetně otvorů v  $m^2$

- návrhová hodnota hustoty požárního zatížení  $q_{t,d}$  vztažená k celé ploše povrchu  $A_t$  ohraničujících konstrukcí požárního úseku.

Tuto křivku lze použít pouze s "**Metodou izotermie 500°C**".

## Normálová síla a ohybový moment (MSÚ)

Ohybový moment s normálovou silou nebo bez normálové síly je posuzováno dle ČSN EN 1992-1-1 kap. 6.1

Při stanovení MSÚ železobetonového průřezu se vychází z následujících předpokladů:

- rovinné průřezy zůstávají rovinné

- poměrné přetvoření soudržné betonářské výztuže v tahu i tlaku, je stejné jako poměrné přetvoření okolního betonu
- tahová pevnost betonu se zanedbává
- tlaková napětí v betonu jsou odvozena z pracovního diagramu (Parabolicko-rektangulární)
- napětí v betonářské výztuži je odvozeno z pracovního diagramu s rostoucí horní větví a omezeným poměrným přetvořením

## Smyk (MSÚ)

Posouzení smykové únosnosti je prováděno dle kapitoly 6.2 normy EN 1992-1-1.

### Únosnost betonu bez smykové výztuže

Únosnost prostého betonového průřezu ve smyku  $V_{Rd,c}$  je stanovena dle odstavce 6.2.2(1):

$$V_{Rd,c} = \left[ C_{Rd,c} k \left( 100 \rho_l f_{ck} \right)^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \right] b_w d$$

- kde je:
- |          |   |
|----------|---|
| $\rho_l$ | • stupeň vyztužení tahovou výztuží                                |
| $f_{ck}$ | • charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní |
| $b_w$    | • nejmenší šířka průřezu v tažené oblasti                         |
| $d$      | • účinná výška průřezu  |

Minimální hodnota únosnosti  $V_{Rd,c}$  je dána vztahem (6.2b):

$$V_{Rd,c} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

Součinitel  $k$  je dán vztahem

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}}$$

- kde je:  $d$  • účinná výška průřezu

Stupeň vyztužení  $\rho_l$  je získán vztahem

$$\rho_l = \min \left\{ \frac{A_{sl}}{b_w d}; 0.02 \right\}$$

- kde je:  $A_{sl}$  • plocha podélné výztuže v tažené oblasti

Pro napětí betonu v tlaku v těžišťové ose průřezu  $\sigma_{cp}$  platí vztah

$$\sigma_{cp} = \min \left\{ \frac{N_{Ed}}{A_c}; 0.2 f_{cd} \right\}$$

- kde je:  $N_{Ed}$  • návrhová hodnota normálové síly  
 $A_c$  • plocha betonového průřezu  
 $f_{cd}$  • návrhová válcová pevnost betonu v tlaku

Hodnota  $C_{Rd,c}$  je získána jako

$$C_{Rd,c} = \frac{0.18}{\gamma_c}$$

Hodnota  $v_{min}$  je dána vztahem (6.3N):

$$v_{min} = 0.035 k^{3/2} \sqrt{f_{ck}}$$

### Únosnost vyztuženého průřezu

Únosnost svislé smykové výztuže je dána vztahem (6.8):

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z \cdot f_{yd} \cdot \cot \Theta$$

- kde je:  $A_{sw}$  • plocha smykové výztuže  
 $s$  • osová vzdálenost smykové výztuže  
 $f_{yd}$  • návrhová mez kluzu smykové výztuže  
 $z$  • rameno vnitřních sil. Velikost ramena může být stanovena výpočtem nebo může být zadána jako násobek účinné výšky  $d$   
 $\Theta$  • sklon tlačných diagonál

Pro smykovou výztuž skloněnou pod úhlem  $\alpha$  je únosnost dána vztahem (6.13):

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z \cdot f_{yd} \cdot (\cot\Theta + \cot\alpha) \sin\alpha$$

Maximální únosnost tlačných diagonál je dána vztahem (6.9):

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} b_w z \nu_1 f_{cd}}{\cot\Theta + \tan\Theta}$$

- kde je:
- |               |  |
|---------------|--|
| $\alpha_{cw}$ | • součinitel zohledňující stav napětí v tlačném pásu, nabývající hodnoty 1,0 |
| $b_w$         | • nejmenší šířka průřezu mezi taženým a tlačným pásem                        |
| $\nu_1$       | • redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem                    |
| $f_{cd}$      | • návrhová válcová pevnost betonu v tlaku                                    |
| $\Theta$      | • sklon tlačných diagonál  |

Pro smykovou výztuž skloněnou pod úhlem  $\alpha$  je únosnost dána vztahem (6.14):

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z \nu_1 f_{cd} \frac{\cot\Theta + \cot\alpha}{1 + \cot^2\Theta}$$

Redukční součinitel je dán vztahem (6.6N):

$$\nu_1 = 0.6 \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right)$$

Jako únosnost vyztuženého průřezu  $V_{Rd}$  je použita menší z hodnot  $V_{Rd,s}$  a  $V_{Rd,max}$ .

## Kroucení (MSÚ)

Namáhání průřezu kroutícím momentem je posuzováno dle kapitoly 6.3 normy EN 1992-1-1. Výpočet je založen na modelu ekvivalentního tenkostěnného průřezu. Účinná tloušťka stěny tenkostěnného průřezu je získána dle odstavce 6.3.2:

$$t_{ef} = \frac{A_c}{u}$$

- kde je:
- |          |                                     |
|----------|-------------------------------------|
| $t_{ef}$ | • účinná tloušťka stěny             |
| $A_c$    | • celková plocha betonového průřezu |
| $u$      | • vnější obvod průřezu              |

## Únosnost betonu bez výztuže proti kroucení

Pokud není zadána výztuž proti kroucení, je proveden posudek dle odstavce 6.3.2(5):

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,c}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,c}} \leq 1.0$$

- kde je:
- |            |   |
|------------|---|
| $T_{Ed}$   | • návrhová hodnota kroutícího momentu             |
| $T_{Rd,c}$ | • únosnost prostého betonového průřezu v kroucení |
| $V_{Ed}$   | • návrhová hodnota smykové síly                   |
| $V_{Rd,c}$ | • únosnost prostého betonového průřezu ve smyku   |

Únosnost  $T_{Rd,c}$  je dána vztahem (6.26):

$$T_{Rd,c} = 2 f_{ctd} A_k t_{ef}$$

- kde je:
- |           |   |
|-----------|---|
| $f_{ctd}$ | • návrhová hodnota únosnosti betonu v tahu          |
| $A_k$     | • plocha omezená střednicemi spojených stěn průřezu |

## Únosnost vyztuženého průřezu

Únosnost tlačných diagonál je dána vztahem (6.29):

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} \leq 1.0$$

- kde je:
- |              |   |
|--------------|---|
| $T_{Ed}$     | • návrhová hodnota kroutícího momentu                   |
| $T_{Rd,max}$ | • návrhový kroutící moment na mezi únosnosti            |
| $V_{Ed}$     | • návrhová hodnota smykové síly                         |
| $V_{Rd,max}$ | • maximální návrhová posouvající síla na mezi únosnosti |

Návrhový krouticí moment na mezi únosnosti  $T_{Rd,max}$  je dán vztahem (6.30):

$$T_{Rd,max} = 2\nu\alpha_{cw}f_{cd}A_k t_{ef} \sin\Theta \cos\Theta$$

- kde je:
- $\alpha_{cw}$  • součinitel zohledňující stav napětí v tlačném pásu, nabývající hodnoty 1,0
  - $A_k$  • plocha omezená střednicemi spojených stěn průřezu
  - $\nu$  • redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem
  - $f_{cd}$  • návrhová válcová pevnost betonu v tlaku
  - $\Theta$  • sklon tlačných diagonál

Návrhová síla v příčné výztuži  $V_{Ed}$  je dána vztahem

$$V_{Edt} = \frac{T_{Ed}}{2A_k}$$

- kde je:
- $V_{Edt}$  • návrhová tahová síla v příčné výztuži od kroutícího momentu
  - $T_{Ed}$  • návrhová hodnota kroutícího momentu
  - $A_k$  • plocha omezená střednicemi spojených stěn průřezu

Únosnost příčné výztuže (třmínků)  $V_{Rdt}$  je dána vztahem:

$$V_{Rdt} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot \cot\Theta$$

- kde je:
- $A_{sw}$  • část plochy třmínků, která je vyčleněna pro zachycení kroutícího momentu
  - $s$  • osová vzdálenost třmínků
  - $f_{yd}$  • návrhová mez kluzu smykové výztuže
  - $\Theta$  • sklon tlačných diagonál

Posouzení únosnosti výztuže je provedeno vztahem

$$\frac{V_{Edt}}{V_{Rdt}} \leq 1.0$$

## Mezní stav použitelnosti

Mezní stavy použitelnosti jsou posuzovány dle kapitoly 7 normy ČSN EN 1992-1-1. Cílem posouzení mezních stavů použitelnosti je ověřit, zda bude konstrukce během své životnosti schopna plnit funkci pro kterou byla navržena.

Při posouzení mezních stavů použitelnosti je uvažováno s rozvojem trhlin při libovolném tahovém napětí v betonu. Uživatelskou volbou lze nastavit, aby s rozvojem trhlin bylo uvažováno až po překročení pevnosti betonu v tahu  $f_{ctm}$ .

## Mezní stav omezení napětí

Posouzení je založeno na kapitole 7.2. Mezní stav omezení napětí je ověřován pro "charakteristické" zatěžovací případy (kombinace).

Tlakové napětí v betonu má být omezeno z důvodu možného vzniku podélných trhlin případně nadměrného dotvarování. Maximální tlakové napětí v betonu je omezeno vztahem

$$\sigma_{c,lim} = k_1 f_{ck}$$

- kde je:
- $k_1$  • součinitel, který nabývá hodnoty 0,6
  - $f_{ck}$  • charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní

Posudek je v souladu s 7.2(2) posuzován pouze pokud je zadán stupeň vlivu prostředí XD, XF nebo XS.

Tahové napětí v betonářské výztuži musí být omezeno, aby se zabránilo vzniku nepružných poměrných přetvoření, nepřijatelných trhlin a deformací. V souladu s 7.2(5) je maximální tahové napětí omezeno vztahem:

$$\sigma_{c,lim} = k_3 f_{yk}$$

- kde je:
- $k_3$  • součinitel, který nabývá hodnoty 0,8
  - $f_{yk}$  • charakteristická mez kluzu betonářské výztuže

Pro návrhovou normu EN 1992-2 je možné zadat u jednotlivých zatěžovacích případů vlastní hodnotu poměru modulů pružnosti oceli a betonu, který je použit při výpočtu napětí v ideálním průřezu. Lze tak zohlednit vliv dotvarování či požadavky navazujících norem (například ČSN 73 6214, článek 6).

## Mezní stav omezení trhlin

Mezní stav omezení trhlin je posuzován dle kapitoly 7.3. Velikost trhlin má být omezena tak, aby nedošlo k narušení řádné funkce nebo trvanlivosti konstrukce, popř. k nepříznivému ovlivnění jejího vzhledu. Šířka trhlin je kontrolována pro zatěžovací případy (kombinace) typu "kvazistálé".

Výpočet šířky trhlin je proveden dle kapitoly 7.3.4. Šířka trhlin  $w_k$  je dána vztahem 7.8:

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

- kde je:
- $s_{r,max}$  • maximální vzdálenost trhlin
  - $\varepsilon_{sm}$  • průměrná hodnota poměrného přetvoření výztuže. Uvažuje se pouze přídatné tahové poměrné přetvoření od stavu nulového poměrného přetvoření betonu ve stejné úrovni
  - $\varepsilon_{cm}$  • průměrná hodnota poměrného přetvoření betonu mezi trhlami

Vztah  $\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$  lze stanovit vztahem 7.9:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0.6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

- kde je:
- $\sigma_s$  • napětí v tahové výztuži stanovené v průřezu porušeném trhlami
  - $\alpha_e$  • poměr návrhové hodnoty modulu pružnosti oceli a sečnového modulu pružnosti betonu
  - $k_t$  • součinitel závisící na době trvání zatížení. Nabývá hodnoty 0,6 pro krátkodobé zatížení a 0,4 pro dlouhodobé zatížení

a

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}}$$

- kde je:
- $A_s$  • průřezová plocha betonářské výztuže
  - $A_{c,eff}$  • účinná plocha taženého betonu obklopující betonářskou výztuž

Maximální vzdálenost trhlin  $s_{r,max}$  je dána vztahem 7.11:

$$s_{r,max} = k_3 c + \frac{k_1 k_2 k_4 d}{\rho_{p,eff}}$$

- kde je:
- $k_1$  • součinitel, kterým se zohledňují vlastnosti soudržné výztuže, pro žebírkovanou ocel nabývá hodnoty 0,8
  - $k_2$  • součinitel, kterým se zohledňuje rozdělení poměrného přetvoření, pro prostý tah nabývá hodnoty 1,0, pro ohyb hodnoty 0,5
  - $k_3$  • součinitel, který nabývá hodnoty 3,4
  - $k_4$  • součinitel, který nabývá hodnoty 0,425
  - $c$  • krytí podélné výztuže
  - $d$  • průměr vložek podélné výztuže. Pokud jsou v průřezu použity vložky různých velikostí, použije se ekvivalentní průměr výztuže

Ekvivalentní průměr výztuže  $d$  je dán vztahem 7.12:

$$d = \frac{n_1 d_1^2 + n_2 d_2^2}{n_1 d_1 + n_2 d_2}$$

- kde je:
- $n_1$  • počet vložek průměru  $d_1$
  - $n_2$  • počet vložek průměru  $d_2$

Maximální šířka trhlin  $w_{max}$  vychází z tabulky 7.1N.

### Mezní stav omezení deformace (pouze program Betonový výsek)

Průhyb konstrukce je zjištěn přímým výpočtem dle doporučení v 7.4.3(7). Je spočítána křivost v jednotlivých bodech po délce prvku, průhyb je poté získán numerickou integrací. Přetvárné veličiny v místech, kde nedochází k plnému rozvoji trhlin, jsou získány dle vztahu (7.18), který je uveden v odstavci 7.4.3(3):

$$\alpha = \zeta \alpha_{||} + (1 - \zeta) \alpha_{\perp}$$

- kde je:
- $\alpha$  • přetvárná veličina (např. poměrné přetvoření, křivost nebo pootočení)
  - $\zeta$  • rozdělovací součinitel, který zohledňuje tahové zpevnění průřezu
  - $\alpha_{\perp}$  • přetvárná veličina pro stav bez trhlin
  - $\alpha_{||}$  • přetvárná veličina pro stav s trhlami

Rozdělovací součinitel  $\zeta$  je dán vztahem (7.19):

$$\zeta = 1 - \beta \left( \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2$$

- kde je:
- $\zeta$  • rozdělovací součinitel, který zohledňuje tahové zpevnění průřezu
  - $\beta$  • součinitel, kterým se zohledňuje vliv doby trvání na průměrnou hodnotu poměrného přetvoření. Nabývá hodnoty 1,0 (krátkodobé zatížení) nebo 0,5 (dlouhodobé zatížení)
  - $\sigma_{sr}$  • napětí v tahové výztuži vypočtené pro průřez s trhlinami při zatížení, které způsobuje vznik prvních trhlin
  - $\sigma_s$  • napětí v tahové výztuži vypočtené pro průřez s trhlinami

Křivost od smršťování je dána vztahem (7.21):

$$\frac{1}{r_{cs}} = \varepsilon_{cs} \alpha_e \frac{S}{I}$$

- kde je:
- $1/r_{cs}$  • křivost od smršťování
  - $\varepsilon_{cs}$  • poměrné přetvoření od celkového smršťování
  - $\alpha_e$  • účinný poměr modulů pružnosti
  - $S$  • statický moment průřezové plochy výztuže k těžišti průřezu
  - $I$  • moment setrvačnosti průřezu

Účinný poměr modulů pružnosti  $\alpha_e$  je dán vztahem:

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{c,eff}}$$

- kde je:
- $\alpha_e$  • účinný poměr modulů pružnosti
  - $E_s$  • modul pružnosti oceli
  - $E_{c,eff}$  • účinný modul pružnosti betonu (včetně vlivu dotvarování)

Účinný modul pružnosti betonu  $E_{c,eff}$  je dán vztahem (7.20):

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(\infty, t_0)}$$

- kde je:
- $E_{c,eff}$  • účinný modul pružnosti betonu (včetně vlivu dotvarování)
  - $E_{cm}$  • sečnový modul pružnosti betonu
  - $\varphi(\infty, t_0)$  • příslušný součinitel dotvarování

## Protlak

Výpočet protlačení železobetonové desky je proveden podle postupů uvedených v kapitole 6.4 normy. Otvary jsou uvažovány dle zadání (není kontrolována podmínka, že vzdálenost otvoru musí být menší než **6d** – toto je ponecháno na úsudku projektanta). Kontrolní obvody jsou stanoveny v souladu s 6.4.2(1) v násobcích vzdálenosti **2d**.

## Smykové napětí v kontrolovaném obvodu

Smykové napětí v kontrolovaném obvodu je stanoveno vzorcem

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_i d}$$

- kde je:
- $\beta$  • součinitel
  - $V_{Ed}$  • návrhová hodnota posouvající síly
  - $d$  • průměrná účinná výška desky
  - $u_i$  • délka  $i$ -tého kontrolovaného obvodu

Průměrná účinná výška desky je stanovena vztahem

$$d = \frac{d_y + d_z}{2}$$

- kde je:
- $d_y$  • účinná výška kontrolovaného průřezu ve směru  $y$
  - $d_z$  • účinná výška kontrolovaného průřezu ve směru  $z$

Součinitel  $\beta$  může být zadán ručně, stanoven dle obrázku 6.21N nebo určen výpočtem dle vztahu (6.39):

$$\beta = 1 + k \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{W_1}$$

- kde je:
- $u_1$  • délka základního kontrolovaného obvodu



- $k$  • součinitel závisející na poměru mezi rozměry sloupu  $c_1$  a  $c_2$ . Jeho hodnota je funkcí vzájemného vztahu mezi nevyváženým momentem přenášeným nerovnoměrným smykem a momentem přenášeným ohybem i kroucením. Hodnota je stanovena dle tabulky 6.1. Součinitel je počítán ve směru výslednice ohybového momentu.
- $W_I$  • modul, který odpovídá rozdělení smyku na obrázku 6.19 normy

Program nabízí též obecný způsob výpočtu součinitele  $\beta$ , (volba "**Spočíst  $\beta$  dle 6.4.3(3-5) - ve směru os**" v části "**Výpočet**").

$$\beta = 1 + \frac{u_1}{V_{Ed}} \cdot \left( k_x \frac{M_{Ed,x} + V_{Ed} \cdot e_{x,1}}{W_{x,1}} + k_y \frac{M_{Ed,y} + V_{Ed} \cdot e_{y,1}}{W_{y,1}} \right)$$

- kde je:
- $u_1$  • délka kontrolovaného obvodu
  - $k_x, k_y$  • součinitele závisející na poměru mezi rozměry sloupu  $c_1$  a  $c_2$ . Jejich hodnota je funkcí vzájemného vztahu mezi nevyváženým momentem přenášeným nerovnoměrným smykem a momentem přenášeným ohybem i kroucením. Hodnoty jsou stanovena dle tabulky 6.1.
  - $M_{Ed,x}, M_{Ed,y}$  • ohybové momenty ve směrech  $x$  a  $y$
  - $e_{x,1}, e_{y,1}$  • Excentricity těžiště kontrolního obvodu vůči těžišti sloupu
  - $W_{x,1}, W_{y,1}$  • moduly ve směrech  $x$  a  $y$ , přepočítané k těžišti kontrolního obvodu

Modul  $W_I$  je získán numerickou integrací dle vztahu 6.40:

$$W_I = \int_0^{u_i} |e| dl$$

- kde je:
- $dl$  • diferenciál délky obvodu
  - $e$  • vzdálenost diferenciálu  $dl$  od osy, kolem které otáčí moment  $M_{Ed}$

## Maximální únosnosti ve smyku při protlačení

Na líci sloupu a ve všech kontrolovaných obvodech je prováděna kontrola

$$v_{Ed} < v_{Rd,max}$$

- kde je:
- $v_{Ed}$  • návrhová hodnota posouvající síly
  - $v_{Rd,max}$  • návrhová hodnota maximální únosnosti ve smyku při protlačení

Návrhová hodnota maximální únosnosti ve smyku při protlačení je získána dle 6.4.5(3):

$$v_{Rd,max} = 0.4 \nu f_{cd}$$

kde

$$\nu = 0.6 \left[ 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right]$$

## Únosnost ve smyku při protlačení bez smykové výztuže

Pokud je splněna následující podmínka, není třeba navrhovat smykovou výztuž:

$$v_{Ed} < v_{Rd,c}$$

- kde je:
- $v_{Ed}$  • návrhová hodnota posouvající síly
  - $v_{Rd,c}$  • návrhová hodnota únosnosti ve smyku při protlačení desky bez smykové výztuže

Návrhová hodnota únosnosti ve smyku při protlačení desky bez smykové výztuže je stanoven dle kapitoly 6.4.4(1):

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp})$$

kde

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0$$

a

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} \leq 0.02$$

- kde je:
- $\rho_{ly}, \rho_{lz}$  • stupeň vyztužení tahovou výztuží ve směrech  $y$  a  $z$

Tlakové napětí v betonu vyvozené osovým zatížením  $\sigma_{cp}$  je stanoveno vztahem

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cy} + \sigma_{cz}}{2}$$

Normálová napětí v betonu  $\sigma_{cy}$  a  $\sigma_{cz}$  v kritickém průřezu ve směru os  $y$  a  $z$  jsou dána vztahy:

$$\sigma_{cy} = \frac{N_{Ed,y}}{A_{cy}}; \sigma_{cz} = \frac{N_{Ed,z}}{A_{cz}}$$

kde je:  $N_{Ed,y}, N_{Ed,z}$  • normálové síly ve směrech  $y$  a  $z$  v celé šířce pole desky (střední sloupy) resp. v kontrolovaném průřezu (okrajové sloupy)  
 $A_{cy}; A_{cz}$  • odpovídající plochy betonového průřezu

Hodnota  $v_{min}$  je počítána dle 6.2.2(1):

$$v_{min} = 0.035k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

## Únosnost ve smyku při protlačení desek se smykovou výztuží

Pokud je požadována smyková výztuž, postupuje se dle 6.4.5(1):

$$v_{Rd,cs} = 0.75v_{Rd,c} + 1.5 \frac{d}{s_r} A_{sw} f_{ywd,eff} \frac{1}{u_1 d} \sin \alpha$$

kde je:  $A_{sw}$  • plocha smykové výztuže na ověřovaném obvodu  
 $s_r$  • radiální vzdálenost obvodů smykové výztuže  
 $f_{ywd,eff}$  • účinná návrhová pevnost smykové výztuže na protlačení  
 $d$  • průměrná účinná výška v ortogonálních směrech  
 $\alpha$  • úhel smykové výztuže

Výše uvedený vzorec předpokládá konstantní hodnotu  $s_r$  mezi jednotlivými obvody výztuže a též konstantní plochu  $A_{sw}$  ve všech těchto obvodech. Aby bylo možné posoudit výztuž s různými hodnotami  $s_r$  a  $A_{sw}$ , je tento vzorec převeden na následující vztah:

$$v_{Rd,cs} = 0.75v_{Rd,c} + 0.75A_{sw,x} f_{ywd,eff} \frac{1}{u_1 d} \sin \alpha$$

kde je:  $A_{sw,x}$  • U stropních desek se jedná o skutečnou plochu smykové výztuže v pásu o šířce  $2d$ , který je umístěn směrem ke sloupu vůči kontrolovanému obvodu. U kontrolovaných obvodů základové desky ve vzdálenosti do  $2d$  od sloupu se jako šířka uvažovaného pásu bere vzdálenost kontrolovaného obvodu od sloupu. Pokud je zaškrtnuto nastavení "**Výztuž uvažovat vždy v rozsahu 0 až 2d**", je pro kontrolované obvody do vzdálenosti  $2d$  od sloupu uvažována smyková výztuž jako pro kontrolní obvod ve vzdálenosti  $2d$ .

Plocha  $A_{sw,x}$  tedy ve vzorci (6.52) nahrazuje výraz

$$2d \frac{A_{sw}}{s_r}$$

Výše uvedený výraz vyjadřuje množství výztuže v pásu šířky  $2d$  pro konstantní  $A_{sw}$  a  $s_r$ .

Účinná návrhová pevnost smykové výztuže na protlačení je dána vztahem

$$f_{ywd,eff} = 250 + 0.25d \leq f_{ywd}$$

Délka kontrolního obvodu nevyžadujícího smykovou výztuž je určena pomocí 6.4.5(4):

$$u_{out,ef} = \frac{\beta V_{Ed}}{V_{Rd,c} d}$$

## Protlak - konstrukční zásady

V průběhu posouzení je kontrolovány konstrukční zásady uspořádání výztuže dle kapitoly 9.4.3. Tato kontrola konstrukčních zásad může být v programu vypnuta, v tom případě nedodržení těchto zásad nemá vliv na celkový posudek úlohy. Jsou kontrolovány následující konstrukční zásady:

- osová vzdálenost obvodů spon nesmí překročit  $0,75d$
- vzdálenost prvního obvodu smykové výztuže od líce sloupu musí být v intervalu  $(0,3d; 0,5d)$
- tangenciální vzdálenost vložek v prvním kontrolovaném obvodu (do vzdálenosti  $2d$  od zatěžované plochy) nesmí překročit hodnotu  $1,5d$
- tangenciální vzdálenost vložek vně prvního kontrolovaného obvodu nesmí překročit hodnotu  $2,0d$

kde  $d$  je účinná výška průřezu.

## Krátká konzola

Program "Krátká konzola" používá následující pravidla v průběhu návrhu:

### Návrhová hodnota napětí ve styčnicku

Návrhová hodnota únosnosti betonu v tlaku je dána vztahem:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$$

kde je:	$f_{cd}$	• návrhová hodnota únosnosti betonu v tlaku
	$\alpha_{cc}$	• součinitel, kterým se zohledňují dlouhodobé účinky na pevnost v tlaku
	$f_{ck}$	• charakteristická hodnota únosnosti betonu v tlaku
	$\gamma_c$	• dílčí součinitel betonu

Návrhové napětí ve styčnicích, ve kterých nejsou kotvena táhla (typ CCC), je stanoveno dle 6.5.4. (4) následujícím vztahem:

$$\sigma_{Rd,max} = k_1 \nu' f_{cd}$$

Návrhové napětí ve styčnicích s tlakovými i tahovými silami s táhly kotvenými v jednom směru (typ CCT) je stanoveno dle 6.5.4. (4) následujícím vztahem:

$$\sigma_{Rd,max} = k_2 \nu' f_{cd}$$

Návrhové napětí ve styčnicích s tlakovými i tahovými silami s táhly kotvenými ve více směrech (typ CTT) je stanoveno dle 6.5.4. (4) následujícím vztahem:

$$\sigma_{Rd,max} = k_3 \nu' f_{cd}$$

kde je:	$\sigma_{Rd,max}$	• návrhová hodnota maximálního napětí betonu ve styčnicku
	$k_1$	• součinitel pro styčnický typ CCC
	$k_2$	• součinitel pro styčnický typ CCT
	$k_3$	• součinitel pro styčnický typ CTT
	$\nu'$	• součinitel
	$f_{cd}$	• návrhová hodnota únosnosti betonu v tlaku

Součinitel  $\nu'$  je stanoven dle 6.5.2 (2) vztahem:

$$\nu' = 1 - f_{c,k}/250$$

kde je:	$f_{ck}$	• charakteristická hodnota únosnosti betonu v tlaku
---------	----------	---

### Model náhradní příhradoviny

šířka (vodorovný průmět) tlačené oblasti ve styčnicku je stanovena vztahem:

$$x_1 = \frac{F_{Ed}}{b \cdot \sigma_{Rd,max}}$$

kde je:	$x_1$	• šířka tlačené oblasti styčnicku
	$F_{Ed}$	• návrhová hodnota svislé síly
	$b$	• šířka konzoly
	$\sigma_{Rd,max}$	• návrhová hodnota maximálního napětí betonu ve styčnicku

Rameno vnější síly je stanoveno vztahem:

$$a = a_c + 0.5x_1 + \frac{H_{Ed}}{F_{Ed}}(d' + \Delta h)$$

kde je:	$a$	• rameno vnější síly
	$a_c$	• excentricita svislé síly
	$x_1$	• šířka tlačené oblasti styčnicku
	$H_{Ed}$	• návrhová hodnota vodorovné síly
	$F_{Ed}$	• návrhová hodnota svislé síly
	$d'$	• rozdíl výšky konzoly a účinné výšky konzoly
	$\Delta h$	• výška úložné desky

Výška (svislý průmět) tlačené oblasti ve styčnicku je dána vztahem:

$$y_1 = d - \sqrt{d^2 - 2x_1 a}$$

- kde je:
- $a$  • rameno vnější síly
  - $d$  • účinná výška průřezu
  - $x_1$  • šířka tlačené oblasti styčníku

Pro výpočet ramene vnitřních sil je použit vztah:

$$z = d - 0.5y_1$$

Tahová síla v hlavní výztuži je dána vztahem:

$$F_t = F_{Ed} \frac{a}{z} + H_{Ed}(1 + d'/z)$$

- kde je:
- $F_{Ed}$  • návrhová hodnota svislé síly
  - $a$  • rameno vnější síly
  - $z$  • rameno vnitřních sil
  - $H_{Ed}$  • návrhová hodnota vodorovné síly
  - $d'$  • rozdíl výšky konzoly a účinné výšky konzoly

Síla v tlakové diagonále je určena vztahem:

$$F = F_{Ed} / \sin(\Theta)$$

- kde je:
- $\Theta$  • sklon tlačené diagonály
  - $F_{Ed}$  • návrhová hodnota svislé síly

## Únosnost bez smykové výztuže

Smyková únosnost průřezu bez smykové výztuže je posuzována dle ČSN EN 1992-1-1 6.2.2 (1).

## Návrh a posouzení výztuže

Návrhová hodnota meze kluzu oceli je dána vztahem:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$

- kde je:
- $f_{yd}$  • návrhová hodnota meze kluzu betonářské oceli
  - $f_{yk}$  • charakteristická hodnota meze kluzu betonářské oceli
  - $\gamma_s$  • dílčí součinitel betonářské oceli

Požadovaná plocha hlavní výztuže je stanovena následovně:

$$A_{sl, req} = F_t / f_{yd}$$

Příčná tahová síla potřebná pro výpočet svislé a vodorovné výztuže konzoly je určena dle ČSN EN 1992-1-1 6.5.3 (3).

$$T = \frac{1}{4} \left( 1 - 0.7 \frac{a}{h} \right) F$$

Vodorovná a svislá složka tahové síly jsou počítány vztahy

$$T_{vert} = T \cdot \cos(\theta), T_{horz} = T \cdot \sin(\theta)$$

- kde je:
- $T_{vert}$  • svislá složka tahové síly
  - $T_{horz}$  • vodorovná složka tahové síly
  - $T$  • příčná tahová síla v tlačené diagonále
  - $\theta$  • sklon tlačené diagonály

Vodorovná a svislá složka tahové síly jsou zvětšeny o 20% s ohledem na rozdílný směr výztuže a příčné tahové síly.

U dlouhých konzol je stanovena minimální smyková výztuže dle kapitoly 6.2 normy ČSN EN 1992-1-1

$$A_{sv, req} = \beta \cdot F_{Ed} / f_{yd}$$

- kde je:
- $A_{sv, req}$  • požadovaná plocha smykové výztuže
  - $\beta$  • součinitel
  - $F_{Ed}$  • síla v tlakové diagonále
  - $f_{yd}$  • návrhová hodnota meze kluzu betonářské oceli

Tato výztuž by měla být umístěna ve středních třech čtvrtinách vzdálenosti mezi sloupem a úložnou deskou.

Minimální svislá a vodorovná výztuž jsou stanoveny dle vztahů

$$A_{sv, req} = \frac{T_{vert}}{f_{y, d}}; A_{sh, req} = \frac{T_{horz}}{f_{y, d}}$$

## Napětí pod styčnou deskou

Napětí pod styčnou deskou je ověřováno v souladu s kapitolou 6.7 normy EN 1992-1-1:

$$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1}/A_{c0}} \leq 3.0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$$

- kde je:  $A_{c0}$  • zatížená plocha  
 $A_{c1}$  • největší návrhová roznašecí plocha podobného tvaru jako  $A_{c0}$

Velikost plochy  $A_{c1}$  je získána dle 6.7(3) použitím maximálního roznašecího úhlu  $26,56^\circ$  při splnění podmínky, že návrhová roznašecí plocha nesmí opustit vnější obrys konzoly.

## Národní přílohy

Pro návrhovou normu EN 1992-1-1 jsou použity následující součinitele pro jednotlivé národní přílohy:

Součinitel	EN 1992-1-1	Česko	Slovensko	Polsko	Bulharsko
$\gamma_c$ - základní návrhové situace	1,50	1,50	1,50	1,40	1,50
$\gamma_s$ - základní návrhové situace	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
$\gamma_c$ - mimořádné návrhové situace	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
$\gamma_s$ - mimořádné návrhové situace	1,00	1,0	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{m,fi}$ - mimořádné návrhové situace	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{cE}$ - modul pružnosti betonu	1,20	1,20	1,20	1,20	1,30
$\alpha_{cc}$ - tlaková pevnost betonu	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\alpha_{cc}$ - tlaková pevnost prostého betonu	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
$\alpha_{cc}$ - tahová pevnost prostého betonu	0,80	0,70	0,80	0,80	0,80
$k_1$ - napětí ve styčniku CCC	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$k_2$ - napětí ve styčniku CCT	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
$k_3$ - napětí ve styčniku CTT	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75

Pro návrhovou normu EN 1992-2 jsou použity následující součinitele pro jednotlivé národní přílohy:

Součinitel	EN 1992-2	Česko	Slovensko	Polsko	Bulharsko
$\gamma_c$ - základní návrhové situace	1,50	1,50	1,50	1,40	1,50
$\gamma_s$ - základní návrhové situace	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
$\gamma_c$ - mimořádné návrhové situace	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
$\gamma_s$ - mimořádné návrhové situace	1,00	1,0	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{m,fi}$ - mimořádné návrhové situace	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{cE}$ - modul pružnosti betonu	1,20	1,20	1,20	1,20	1,30
$\alpha_{cc}$ - tlaková pevnost betonu	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
$\alpha_{cc}$ - tlaková pevnost prostého betonu	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
$\alpha_{cc}$ - tahová pevnost prostého betonu	0,80	0,70	0,80	0,80	0,80
$k_1$ - napětí ve styčniku CCC	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$k_2$ - napětí ve styčniku CCT	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
$k_3$ - napětí ve styčniku CTT	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75

## Podporované verze norem

## Ocel

## Průřezy

Programem je možno posuzovat 11 tvarů celistvých průřezů prutů. Z toho 9 tvarů je tvořeno stěnami, tedy prvky, u nichž jeden rozměr (tloušťka) bývá výrazně menší než druhý (šířka) a dva tvary jsou charakterizovány jako plné. Celistvé průřezy jsou rozděleny podle způsobu výroby na válcované (neboli hromadně vyráběné) a svařované. Válcované profily jsou obsaženy v databázi, která je součástí programu. Databáze pokrývá téměř kompletní sortiment profilů dostupných na

českém trhu, a to jak tuzemských, tak i profilů vyráběných v Evropě. Pro svařované průřezy se zadávají všechny rozměry a je možno si tak vytvářet profily daného tvaru o libovolných rozměrech. Jako svařovaný lze zadat i libovolný hromadně vyráběný profil, který v databázi profilů není zanesen.

Průřez je definován v pravotočivém souřadném systému, jehož kladná část osy  $y$  směřuje doleva a kladná část osy  $z$  směřuje dolů. Počátek této souřadné soustavy je umístěn do těžiště průřezu.

Průřezové charakteristiky, které ve výpočtu vystupují jsou :

$b, h, t_1, t_2 \dots$	• Rozměry [mm]
$A$	• Průřezová plocha [mm <sup>2</sup> ]
$I_y, I_z$	• Momenty setrvačnosti k osám $y$ a $z$ [mm <sup>4</sup> ]
$i_y, i_z$	• Poloměry setrvačnosti k osám $y$ a $z$ [m]
$D_{yz}$	• Deviační moment setrvačnosti [mm <sup>4</sup> ] (jen u průřezů tvaru úhelníku)
$I_\eta, I_\zeta$	• Momenty setrvačnosti k hlavním osám $\eta$ a $\zeta$ [mm <sup>4</sup> ] (jen u průřezů tvaru úhelníku)
$i_\eta, i_\zeta$	• Poloměry setrvačnosti k osám $\eta$ a $\zeta$ [m] (jen u průřezů tvaru úhelníku)
$I_t$	• Moment tuhosti v prostém kroucení [mm]
$I_\omega$	• Výsečový moment setrvačnosti ke středu smyku [mm <sup>6</sup> ]
$y_b, z_t$	• Souřadnice těžiště [mm]
$a_y, a_z$	• Souřadnice středu smyku [mm]
$y_p, z_p$	• Souřadnice působíště zatížení [mm]
$h_{pl}, b_{pl}$	• Úroveň vodorovné i svislé plastické neutrální osy [mm]
$W_{pl,y}, W_{pl,z}$	• Plastické průřezové moduly [mm <sup>3</sup> ]

Hodnoty průřezových modulů jsou stanoveny tak, aby v nich byl obsažen vliv nesymetrie průřezů reprezentovaný hodnotou deviačního momentu setrvačnosti  $D_{yz}$ . Průřezové moduly jsou pak určeny vztahy

$$W_y = \frac{I_y I_z - D_{yz}^2}{z I_z - y D_{yz}}, W_z = \frac{I_y I_z - D_{yz}^2}{z D_{yz} - y I_y}$$

Moment tuhosti v prostém kroucení je pro průřezy tvořené stěnami stanovován zjednodušeně podle vztahu:

$$I_t = \frac{1}{3} \sum b_i t_i^3$$

pro plné průřezy se používá zjednodušený St. Venantův vzorec:

$$I_t = \frac{A^4}{40(I_y + I_z)}$$

Výsečový moment setrvačnosti se počítá podle vztahu:

$$I_\omega = \iint_F \omega^2 dF$$

kde je:  $F$  • plocha průřezu  
 $\omega$  • výsečová pořadnice

Dvojice souřadnic těžiště, středu smyku a působíště zatížení jsou měřeny s ohledem na tvar průřezu a jejich systém je pro každou z nich jiný a je různý i pro různé tvary průřezů.

## Souřadné systémy

V řezu prvku jsou vytvořeny dva souřadné systémy. Lokální souřadný systém prvku, jeho osy jsou označeny 2,3 a souřadný systém průřezu, jeho osy jsou označeny  $y, z$ . Zadávání (vzpěr, klopení) se provádí vesměs v lokálním souřadném systému prvku. Tedy natočení průřezu prvku je natočení vůči lokálním osám 2,3. Zadávané vnitřní síly jsou označeny indexy 2 a 3, protože jsou rovněž vztaženy k lokálnímu souřadnému systému prvku. Výpočet pak probíhá v souřadném systému průřezu. Vnitřní síly se vždy před výpočtem přepočítávají z lokálního souřadného systému prvku do souřadného systému průřezu.

## Materiálové charakteristiky

Materiál je možno zadat výběrem z databáze programu. Databáze obsahuje běžné druhy ocelí používaných u stavebních konstrukcí. Materiály jsou rozděleny podle norem, které určují jejich označení. Databáze obsahuje značení podle ČSN a podle Eurokódů.

Je samozřejmě možné zadat i jiný materiál, v databázi neobsažený. U toho je pak nutno zadat materiálové charakteristiky číselně. Do výpočtu vstupují tyto charakteristiky:

$E$  • Modul pružnosti



- G** • Smykový modul  
 **$f_y$**  • Mez kluzu oceli  
 **$f_u$**  • Mez pevnosti oceli v tahu

## Oslabení průřezů

U všech celistvých průřezů kromě kulaté trubky a průřezů plných je možno počítat s oslabením průřezu otvory pro spojovací prostředky. Otvory lze zadat ve všech stěnách průřezu. Zadává se počet otvorů, průměr, rozteč a odsazení od kraje stěny. Oslabení je omezeno tak, že průřez, který je symetrický, zůstane symetrický i po oslabení. Nelze tedy například oslabit různě levou a pravou část pásnice I-profilu. Pro oslabené průřezy se ve výpočtech počítá se zmenšenými průřezovými charakteristikami. Změna vnitřních sil vlivem posunu těžiště oslabeného průřezu se zanedbává.

Je třeba mít na zřeteli, že únosnost oslabeného průřezu může vyjít vyšší než únosnost průřezu bez oslabení. To proto, že u oslabených průřezů se únosnost stanovuje z meze pevnosti oceli  $f_u$ , kdežto u neoslabených průřezů z meze kluzu  $f_y$ .

Oslabené průřezové charakteristiky se počítají pro každý způsob namáhání odlišně. Pro namáhání osovou silou a ohybovými momenty se započítávají všechny otvory, které mají přiřazený typ "**nevyplněné**". Otvory typu "**vyplněné**" se započítávají jen v těch částech průřezu, kde vzniká kladné normálové napětí, tedy tah. Pro namáhání smykem se počítá se všemi otvory bez ohledu na zadaný typ.

## Klasifikace průřezů

Klasifikace je prvním krokem posudku průřezu. Při klasifikaci je průřez podle štíhlosti jednotlivých stěn a podle způsobu namáhání zařazen do jedné ze čtyř tříd. Pro průřezy 1. a 2. třídy se pak počítá s využitím plasticity, průřezy 3. třídy se posuzují s využitím pouze pružné oblasti chování materiálu. Pro průřezy 4. třídy, nejnáchylnější k lokálnímu boulení stěn, se průřez redukuje na tzv. efektivní průřez a na něm se počítá únosnost s využitím pružného chování materiálu.

Klasifikace se provádí pro každou stěnu průřezu samostatně a výsledná třída je pak nejvyšší z takto získaných hodnot tříd. Tažené části průřezů v programu klasifikujeme třídou 1. To je formálně v drobném rozporu s normou, věcně to však nemá žádný negativní efekt a umožňuje to zachovat jistou spojitost ve filosofii programu.

V programu se klasifikace provádí pro všechna namáhání najednou. Tedy pro namáhání osovou silou a oběma ohybovými momenty. Přitom pro konkrétní stěnu se přepočítává účinek momentu kolem osy rovnoběžné s podélnou osou stěny na přírůstek normálové síly. Tento přírůstek je vypočten tak, aby vyvolal v dané stěně stejně velké napětí jako přepočítávaný moment. Pro 1. a 2. třídu se při tomto přepočtu uvažuje plastické rozdělení napětí po průřezu, pro 3. a 4. třídu pak rozdělení napětí podle teorie pružnosti. Tedy například pro zatřídění horní pásnice I-profilu, namáhaného kladným ohybovým momentem  $M_y$ , se normálová síla v pásnici změní o  $dN$ , což bude záporná hodnota neboť kladný moment  $M_y$  vyvolává v horní pásnici tlak. Při klasifikaci dolní pásnice tohoto profilu by hodnota  $dN$  byla kladná, neboť zde vzniká tah.

U každého průřezu je možno zadat, že nemá být posuzován s využitím plasticity. Při klasifikaci takového průřezu je mu pak vždy přiřazena třída 3 nebo 4.

Průřez tvaru plné čtyřhranné oceli nelze dle ČSN EN 1993-1-1 zatřídít. Jsou tedy použita následující pravidla:

- Průřezy se štíhlostí menší než 9 jsou uvažovány jako 1. třída
- Průřezy se štíhlostí menší než 10 jsou uvažovány jako 2. třída
- Průřezy s vyšší štíhlostí jsou uvažovány jako 3. třída

Pro obdélníkový průřez není možné stanovit efektivní průřez, proto není pro tyto průřezy zavedena 4. třída. Pro velmi štíhlé obdélníky je tedy zanedbán vliv lokálního boulení.

Při klasifikaci průřezů namáhaných vázaným kroucením počítáme s průběhem normálového napětí od bimomentu podle teorie pružnosti. Z toho důvodu těmto průřezům vždy přiřazujeme třídu 3 nebo 4.

## Posouzení štíhlosti

Z inženýrské praxe je známo, že příliš štíhlé prvky mohou způsobovat problémy. Ať už při výrobě konstrukce, hlavně při manipulaci s jejími jednotlivými částmi, nebo při provozu hotové konstrukce. Norma mezní hodnoty štíhlosti nestanovuje, přesto bývá vhodné u některých prvků udržet štíhlost v určitých mezích. Proto program vždy počítá a vypisuje hodnotu štíhlosti daného prvku. Je možno zvolit i režim, kdy bude štíhlost posouzena.

Pokud je zapnuta kontrola štíhlosti prvku, program porovnává štíhlost prutu se zadanou limitní hodnotou. Štíhlosti prvku ve směrech  $y$  a  $z$  se počítají dle následujícího vzorce:

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y}, \lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z}$$

- kde je:  $l_{cr,y}, l_{cr,z}$  • vzpěrné délky při vybočení kolmo k osám  $y$ , resp.  $z$   
 $i_y, i_z$  • poloměry setrvačnosti průřezu k příslušným osám

vzpěrné délky  $l_{cr,y}$  a  $l_{cr,z}$  se uvažují následovně:

- **tlačené dílce** - je použita vzpěrná délka v daném směru.



- **tažené dílce** - je použita "**délka úseku pro vybočení**". Pokud není zadána, je použita základní délka prvku.

Při posouzení štíhlosti prvku program použije větší z hodnot  $\lambda_y$  a  $\lambda_z$ .

## Posouzení obecného průřezu

Obecný průřez vytvořený programem "**Průřez**" lze posuzovat na libovolnou kombinaci normálové síly ( $N$ ), ohybových momentů ( $M_y$  a  $M_z$ ) a posouvajících sil ( $V_y$  a  $V_z$ ). Při posouzení průřezu je možné zvolit pružné či plastické rozložení napětí po průřezu. Při posouzení nelze stanovit efektivní průřez pro posouzení dle třídy průřezů 4.

Při posouzení lze uvažovat s vlivem vzpěru, nelze však počítat s vlivem klopení.

S ohledem na obecnou topologii zadaného průřezu program není schopen stanovit smykové plochy pro směry  $y$  a  $z$ . Tyto hodnoty musí být zadány uživatelem. Pomůcka pro odhad smykových ploch provede rovnoměrné rozdělení celkové plochy průřezu na obě složky.

## Smyková únosnost celistvých průřezů

Smyková únosnost ve směru osy  $z$  resp.  $y$  se počítá ze vztahu:

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{V,z} \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}}, V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{V,y} \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}}$$

- kde je:
- |                       |   |
|-----------------------|---|
| $A_{V,z}$ , $A_{V,y}$ | • plocha, která přenáší smyk ve směru $z$ , resp. $y$ |
| $f_y$                 | • mez kluzu oceli                                     |
| $\gamma_{M0}$         | • součinitel spolehlivosti                            |

Pokud je průřez oslabený otvory pro spojovací prostředky a platí, že

$$A_{V,z,osl} < \frac{f_y}{f_u} A_{V,z}, A_{V,y,osl} < \frac{f_y}{f_u} A_{V,y}$$

- kde je:
- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| $A_{V,z,osl}$ , $A_{V,y,osl}$ | • oslabená plocha, která přenáší smyk ve směru $z$ , resp. $y$ |
| $A_{V,z}$ , $A_{V,y}$         | • plocha, která přenáší smyk ve směru $z$ , resp. $y$          |
| $f_y$                         | • mez kluzu oceli  |
| $f_u$                         | • mez pevnosti oceli   |

počítá se ještě smyková únosnost oslabeného průřezu:

$$V_{pl,Rd,z,osl} = \frac{A_{V,z,osl} \frac{f_u}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}}, V_{pl,Rd,y,osl} = \frac{A_{V,y,osl} \frac{f_u}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}}$$

- kde je:
- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| $A_{V,z,osl}$ , $A_{V,y,osl}$ | • oslabená plocha, která přenáší smyk ve směru $z$ , resp. $y$ |
| $f_y$                         | • mez kluzu oceli  |
| $\gamma_{M0}$                 | • součinitel spolehlivosti                                     |

Jako smyková únosnost se pak uvažuje menší z hodnot  $V_{pl,Rd}$  a  $V_{pl,Rd,osl}$ . Pokud má průřez stěny podepřené na dvou okrajích rovnoběžně s osou  $z$  resp.  $y$ , započítává se do smykové únosnosti ve směru osy  $z$  resp.  $y$  ještě vliv boulení těchto stěn. Efekt boulení lze omezit zadáním příčných výztuh. Pro výpočet boulení stěny vlivem smyku je v programu použito tzv. jednoduché pokritické metody, převzaté z ENV 1993-1-1, kap. 5.6. Smyková únosnost s vlivem boulení stěny se posuzuje tehdy, je-li štíhlost stěny průřezu větší, než hodnota  $69\epsilon$ , kde  $\epsilon = (235/f_y)^{0.5}$ . Smyková únosnost s vlivem boulení je stanovena vztahem

$$V_{ba,Rd,z} = \frac{d t_w \tau_{ba}}{\gamma_{M1}}, V_{ba,Rd,y} = \frac{d t_w \tau_{ba}}{\gamma_{M1}}$$

- kde je:
- |               |   |
|---------------|---|
| $d$           | • šířka stěny                           |
| $t_w$         | • tloušťka stěny                        |
| $\tau_{ba}$   | • jednoduchá pokritická smyková pevnost |
| $\gamma_{M1}$ | • součinitel spolehlivosti              |

Výpočtová smyková únosnost ve směru osy  $z$   $V_{Rd,z}$  se určí jako menší z hodnot  $V_{pl,Rd,z}$  a  $V_{ba,Rd,z}$ , únosnost ve směru osy  $y$   $V_{Rd,y}$  se určí jako menší z hodnot  $V_{pl,Rd,y}$ . Pro stěny na jednom konci volné není boulení vlivem smyku řešeno.

## Namáhání smykem od kroucení

U průřezů namáhaných kroucením se počítá se smykovými účinky od volného a od vázaného kroucení. Při namáhání krouticím momentem volného kroucení  $T_t$  se stanovuje smykové napětí  $\tau_t$ . Pro otevřené průřezy je napětí  $\tau_t$  dáno vztahem

$$\tau_t = \frac{T_t}{I_t} t$$

- kde je:
- |       |  |
|-------|--|
| $T_t$ | • krouticí moment volného kroucení     |
| $I_t$ | • moment tuhosti v prostém kroucení    |
| $t$   | • tloušťka stěny průřezu v daném místě |

Pro uzavřené průřezy je napětí  $\tau_t$  dáno vztahem

$$\tau_t = \frac{T_t}{\Omega_t t}$$

- kde je:
- |            |   |
|------------|---|
| $T_t$      | • krouticí moment volného kroucení              |
| $\Omega_t$ | • dvojnásobek plochy uzavřené střednicí průřezu |
| $t$        | • tloušťka stěny průřezu v daném místě          |

Při namáhání krouticím momentem vázaného kroucení  $T_\omega$  se smykové napětí  $\tau_\omega$  počítá podle vztahu

$$\tau_\omega = \frac{T_\omega S_\omega}{I_\omega t}$$

- kde je:
- |            |  |
|------------|--|
| $T_\omega$ | • krouticí moment vázaného kroucení    |
| $S_\omega$ | • výsečový statický moment             |
| $I_\omega$ | • výsečový moment setrvačnosti průřezu |
| $t$        | • tloušťka stěny průřezu v daném místě |

Smykové napětí se pak posuzuje podle vztahu

$$\tau = \tau_t + \tau_\omega \leq \frac{f_y}{\sqrt{3}\gamma_{M0}}$$

- kde je:
- |               |                            |
|---------------|----------------------------|
| $f_y$         | • mez kluzu oceli          |
| $\gamma_{M0}$ | • součinitel spolehlivosti |

Při kombinaci namáhání smykovou silou a krouticím momentem se únosnosti ve smyku  $V_{Rd,y}$  a  $V_{Rd,z}$  redukují vzhledem k účinkům kroucení. Redukce se provádí podle vztahů

$$V_{T,Rd} = \left[ \sqrt{1 - \frac{\tau_t}{f_y/\sqrt{3}/\gamma_{M0}}} - \frac{\tau_\omega}{f_y/\sqrt{3}/\gamma_{M0}} \right] V_{Rd}$$

pro průřezy tvaru I a U a

$$V_{T,Rd} = \left[ 1 - \frac{\tau_t}{f_y/\sqrt{3}/\gamma_{M0}} \right] V_{Rd}$$

pro ostatní tvary průřezů.

## Malý a velký smyk

Podle ČSN EN 1993-1-1 ovlivňuje míra využití průřezu na smyk jeho únosnost na ostatní namáhání, tedy na ohyb a osovou sílu. Pokud platí, že

$$V_{Sd} \leq 0.5V_{pl,Rd}$$

- kde je:
- |             |                    |
|-------------|--------------------|
| $V_{Sd}$    | • smyková síla     |
| $V_{pl,Rd}$ | • smyková únosnost |

jedná se o tzv. "**malý smyk**", v opačném případě jde o tzv. "**velký smyk**". Pokud je průřez namáhán smykem od kroucení, dosazuje se za hodnotu  $V_{pl,Rd}$  hodnota únosnosti  $V_{pl,T,Rd}$ , tedy snížená vlivem namáhání smykem od kroucení dle kapitoly "**Namáhání smykem od kroucení**". Pro průřezy namáhané "**velkým smykem**" se počítá s redukovanou plastickou únosností na namáhání ohybem a osovou silou. Redukce se provádí tak, že na těch částech průřezu, kde působí "**velký smyk**", se počítá se sníženou mezí kluzu oceli. Snížená mez kluzu je určena vztahem

$$(1 - \rho)f_y$$

- kde je:
- |        |                      |
|--------|----------------------|
| $\rho$ | • součinitel redukce |
| $f_y$  | • mez kluzu oceli    |

součinitel redukce  $\rho$  je určený vztahem

$$\rho = \left( 2 \frac{V_{Sd}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$$

případně vztahem

$$\rho = \left( 2 \frac{V_{Sd}}{V_{pl,T,Rd}} - 1 \right)^2$$

při namáhání smykem od kroucení.

## Únosnost v tahu

Plastická únosnost plného průřezu v tahu se vypočítává podle vztahu

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$$

kde je:

<b>A</b>	• plocha průřezu
<b>f<sub>y</sub></b>	• mez kluzu oceli
<b>γ<sub>M0</sub></b>	• součinitel spolehlivosti

Mezní únosnost oslabeného průřezu se počítá podle vztahu

$$N_{u,Rd} = 0.9 \frac{A_{osl} f_u}{\gamma_{M2}}$$

kde je:

<b>A<sub>osl</sub></b>	• oslabená plocha průřezu
<b>f<sub>u</sub></b>	• mez pevnosti oceli
<b>γ<sub>M2</sub></b>	• součinitel spolehlivosti

Jako výpočtová únosnost v tahu  $N_{t,Rd}$  je vybrána menší z těchto dvou únosností. Výpočtová únosnost v tahu se případně redukuje při namáhání "**velkým smykem**" (blíže popsáno v kapitole "**Malý a velký smyk**"). Součinitel redukce tahové únosnosti je určen podle vztahu

$$\rho = \frac{(1 - \rho_z) A_{V,z} + (1 - \rho_y) A_{V,y}}{A}$$

kde je:

<b>ρ<sub>z</sub>, ρ<sub>y</sub></b>	• součinitel redukce únosnosti vlivem smyku ve směru osy z resp. y
<b>A<sub>V,z</sub>, A<sub>V,y</sub></b>	• plochy přenášející smyk ve směrech os z a y
<b>A</b>	• celková plocha průřezu

## Únosnost v prostém tlaku

Únosnost průřezu v tlaku se počítá pro průřezy 1., 2. a 3. třídy podle vztahu

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$$

a pro průřezy 4. třídy podle vztahu

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{eff} f_y}{\gamma_{M0}}$$

kde je:

<b>A</b>	• plocha průřezu
<b>A<sub>eff</sub></b>	• plocha efektivního průřezu
<b>f<sub>y</sub></b>	• mez kluzu oceli
<b>γ<sub>M0</sub></b>	• součinitel spolehlivosti

Mezní únosnost oslabeného průřezu v tlaku se počítá pro průřezy 1., 2. a 3. třídy podle vztahu

$$N_{u,Rd} = 0.9 \frac{A_{osl} f_u}{\gamma_{M2}}$$

a pro průřezy 4. třídy podle vztahu

$$N_{u,Rd} = 0.9 \frac{A_{eff,osl} f_u}{\gamma_{M2}}$$

kde je:

<b>A<sub>osl</sub></b>	• oslabená plocha průřezu
------------------------	---------------------------

$A_{eff,osl}$	• oslabená plocha efektivního průřezu
$f_u$	• mez pevnosti oceli
$\gamma_{M2}$	• součinitel spolehlivosti

Jako výpočtová únosnost v prostém tlaku  $N_{c,Rd}$  je vybrána menší z těchto dvou hodnot. Výpočtová únosnost v prostém tlaku se případně redukuje při namáhání "**velkým smykem**" (blíže popsáno v kapitole "**Malý a velký smyk**"). Součinitel redukce tlakové únosnosti je určen podle vztahu

$$\rho = \frac{(1 - \rho_z) A_{V,z} + (1 - \rho_y) A_{V,y}}{A}$$

kde je: $\rho_z, \rho_y$	• součinitel redukce únosnosti vlivem smyku ve směru osy z resp. y
$A_{V,z}, A_{V,y}$	• plochy přenášeující smyk ve směrech os z a y
$A$	• celková plocha průřezu

## Únosnost v tlaku s vlivem vzpěru

Návrhová vzpěrná únosnost průřezu je dána vztahem

$$N_{b,Rd} = \chi \frac{A f_y}{\gamma_{M1}}$$

kde je: $\chi$	• součinitel vzpěrnosti
$A$	• plocha průřezu
$f_y$	• mez kluzu oceli
$\gamma_{M1}$	• součinitel spolehlivosti

Pro průřezy 4. třídy se počítá s efektivní plochou průřezu  $A_{eff}$ . Je-li průřez oslaben, počítá se s oslabenou plochou průřezu  $A_{osl}$ . Vzpěrná únosnost se počítá pro vybočení ve směrech os y a z nebo ve směrech hlavních os  $\eta$  a  $\zeta$ .

Pro vybočení kolmo k osám z a y jsou štíhlosti  $\lambda_z$  resp.  $\lambda_y$  dány vztahem

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z}, \lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y}$$

kde je: $L_{cr,z}, L_{cr,y}$	• vzpěrná délka pro vybočení kolmo k ose z resp. y
$i_z, i_y$	• poloměr setrvačnosti kolmý k ose z a y

Poměrné štíhlosti  $\bar{\lambda}_z$  resp.  $\bar{\lambda}_y$  jsou dány vztahem

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} \sqrt{\frac{A_{eff}}{A}}, \bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} \sqrt{\frac{A_{eff}}{A}}$$

kde je: $\lambda_z, \lambda_y$	• štíhlosti k osám z a y
$\lambda_1$	• hodnota štíhlosti pro výpočet poměrné štíhlosti
$A_{eff}$	• efektivní plocha průřezu
$A$	• celková plocha průřezu

Hodnota štíhlosti  $\lambda_1$  pro výpočet poměrné štíhlosti je spočtena vztahem

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

kde je: $E$	• modul pružnosti oceli
$f_y$	• mez kluzu oceli

Pro hodnoty  $\bar{\lambda}_z$  resp.  $\bar{\lambda}_y$  a tvar posuzovaného průřezu je stanovena hodnota součinitele imperfekce  $\alpha$ , která reprezentuje jednu z pěti křivek vzpěrné pevnosti  $a_0, a, b, c, d$ . Součinitele vzpěrnosti  $\chi_z$  resp.  $\chi_y$  jsou pak počítány ze vztahu

$$\chi_z = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}_z^2}}, \chi_y = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}_y^2}}$$

avšak musí být splněno, že

$$\chi_z \leq 1.0, \chi_y \leq 1.0$$

kde  $\phi$  je pro směry  $z$  a  $y$  získáno dle následujících vzorců

$$\phi = \frac{1}{2} \left( 1 + \alpha (\bar{\lambda}_z - 0.2) + \bar{\lambda}_z^2 \right), \phi = \frac{1}{2} \left( 1 + \alpha (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2 \right)$$

Se součiniteli  $\chi_z$  resp.  $\chi_y$  jsou spočteny vzpěrné únosnosti  $N_{b,Rd,z}$  resp.  $N_{b,Rd,y}$

$$N_{b,Rd,z} = \chi_z \frac{A f_y}{\gamma_{M1}}, N_{b,Rd,y} = \chi_y \frac{A f_y}{\gamma_{M1}}$$

Vzpěrné únosnosti průřezu se případně redukuje při namáhání "**velkým smykem**" (blíže popsáno v kapitole "**Malý a velký smyk**"). Součinitel redukce tlakové únosnosti je určen podle vztahu

$$\rho = \frac{(1 - \rho_z) A_{V,z} + (1 - \rho_y) A_{V,y}}{A}$$

kde je:  $\rho_z, \rho_y$  • součinitel redukce únosnosti vlivem smyku ve směru osy  $z$  resp.  $y$   
 $A_{V,z}, A_{V,y}$  • plochy přenášející smyk ve směrech os  $z$  a  $y$   
 $A$  • celková plocha průřezu

## Únosnost v ohybu

Výpočtový moment únosnosti pro průřezy 1. a 2. třídy je dán vztahem

$$M_{c,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}}, M_{c,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}}$$

kde je:  $W_{pl,y}, W_{pl,z}$  • plastický průřezový modul k ose  $y$  resp.  $z$   
 $f_y$  • mez kluzu oceli  
 $\gamma_{M0}$  • součinitel spolehlivosti

Pro průřezy 3. a 4. třídy počítáme moment únosnosti ve čtyřech bodech na každém průřezu. Tyto body jsou umístěny v rozích průřezu. Výpočtový moment únosnosti pro průřezy 3. třídy je dán vztahem

$$^i M_{c,Rd,y} = \frac{^i W_y f_y}{\gamma_{M0}}, ^i M_{c,Rd,z} = \frac{^i W_z f_y}{\gamma_{M0}}$$

kde je:  $^i W_y, ^i W_z$  • průřezový modul k ose  $y$  resp.  $z$  v  $i$ -tém bodě průřezu  
 $f_y$  • mez kluzu oceli  
 $\gamma_{M0}$  • součinitel spolehlivosti

Výpočtový moment únosnosti pro průřezy 4. třídy počítáme ze vztahu

$$^i M_{c,Rd,y} = \frac{^i W_{y,eff} f_y}{\gamma_{M0}}, ^i M_{c,Rd,z} = \frac{^i W_{z,eff} f_y}{\gamma_{M0}}$$

kde je:  $^i W_{eff,y}, ^i W_{eff,z}$  • průřezový modul efektivního průřezu k ose  $y$  resp.  $z$  v  $i$ -tém bodě průřezu  
 $f_y$  • mez kluzu oceli  
 $\gamma_{M0}$  • součinitel spolehlivosti

Pokud je průřez oslaben, počítá se ještě mezní únosnost oslabeného průřezu v ohybu. Pro 1. a 2. třídu se počítá podle vztahu

$$M_{c,Rd,y,osl} = 0.9 \frac{W_{pl,y,osl} f_u}{\gamma_{M2}}, M_{c,Rd,z,osl} = 0.9 \frac{W_{pl,z,osl} f_u}{\gamma_{M2}}$$

kde je:  $W_{pl,y,osl}, W_{pl,z,osl}$  • plastický modul oslabeného průřezu k ose  $y$  resp.  $z$   
 $f_u$  • mez pevnosti oceli  
 $\gamma_{M2}$  • součinitel spolehlivosti

Pro 3. třídu podle vztahu

$$^i M_{c,Rd,y,osl} = \frac{^i W_{y,osl} f_y}{\gamma_{M2}}, ^i M_{c,Rd,z,osl} = \frac{^i W_{z,osl} f_y}{\gamma_{M2}}$$

kde je:  $^i W_{y,osl}, ^i W_{z,osl}$  • průřezový modul oslabeného průřezu k ose  $y$  resp.  $z$  v  $i$ -tém bodě průřezu  
 $f_u$  • mez pevnosti oceli  
 $\gamma_{M2}$  • součinitel spolehlivosti

A pro 4. třídu podle vztahu

$$^i M_{c,Rd,y,osl} = \frac{^i W_{y,eff,osl} f_y}{\gamma M2}, \quad ^i M_{c,Rd,z,osl} = \frac{^i W_{z,eff,osl} f_y}{\gamma M2}$$

kde je:  $^i W_{y,eff,osl}$ ,  $^i W_{z,eff,osl}$

- průřezový modul efektivního oslabeného průřezu k ose y resp. z v  $i$ -tém bodě průřezu
- $f_u$
- mez pevnosti oceli
- $\gamma M2$
- součinitel spolehlivosti

Při posouzení se pak počítá s menší z hodnot  $M_{c,Rd,y}$  a  $M_{c,Rd,y,osl}$  resp.  $M_{c,Rd,z}$  a  $M_{c,Rd,z,osl}$ .

U průřezů namáhaných "**velkým smykem**" (blíže popsáno v kapitole "**Malý a velký smyk**") se počítá ještě redukovaná únosnost v ohybu daná vztahem

$$M_{c,Rd,y,red} = \frac{W_{pl,y,red} f_y}{\gamma M0}, \quad M_{c,Rd,z,red} = \frac{W_{pl,z,red} f_y}{\gamma M0}$$

kde je:  $^i W_{pl,y,red}$ ,  $^i W_{pl,z,red}$

- redukovaný plastický průřezový modul k ose y resp. z
- $f_y$
- mez kluzu oceli
- $\gamma M0$
- součinitel spolehlivosti

Redukovaný plastický průřezový modul je počítán jako plastický průřezový modul s redukovanou únosností na těch částech průřezu, které přenášejí "**velký smyk**". Redukce je provedena pomocí součinitelů  $\rho_z$  a  $\rho_y$  stanovených podle kapitoly "**Malý a velký smyk**". Při posouzení průřezu se počítá s menší z hodnot  $M_{c,Rd,y}$  a  $M_{c,Rd,y,red}$  resp.  $M_{c,Rd,z}$  a  $M_{c,Rd,z,red}$ .

## Vliv klopení na únosnost

Únosnost v ohybu s vlivem klopení je dána vztahy

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT,y} M_{c,RD,y}, \quad M_{b,Rd,z} = \chi_{LT,z} M_{c,RD,z}$$

kde je:  $\chi_{LT,y}$ ,  $\chi_{LT,z}$

- součinitele klopení
- $M_{c,Rd,y}$ ,  $M_{c,Rd,z}$
- ohybové únosnosti

Součinitele klopení  $\chi_{LT,y}$  resp.  $\chi_{LT,z}$  závisí na hodnotě pružného kritického momentu při ztrátě příčné a torzní stability  $M_{cr}$ , počítaného podle vztahů

$$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L}, \quad M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_y GI_t}}{L}$$

kde  $\mu_{cr}$  je bezrozměrný kritický moment daný vztahy

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[ \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) \right]$$

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_y} \left[ \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) \right]$$

kde  $\kappa_{wt}$  je bezrozměrný parametr kroucení:

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_{\omega} L} \sqrt{\frac{EI_{\omega}}{GI_t}}$$

$\zeta_g$  je bezrozměrný parametr působíště zatížení vzhledem ke středu smyku:

$$\zeta_g = \frac{\pi z_g}{k_z L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}}, \quad \zeta_g = \frac{\pi y_g}{k_y L} \sqrt{\frac{EI_y}{GI_t}}$$

$\zeta_j$  je bezrozměrný parametr nesymetrie průřezu:

$$\zeta_j = \frac{\pi z_j}{k_z L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}}, \quad \zeta_j = \frac{\pi y_j}{k_y L} \sqrt{\frac{EI_y}{GI_t}}$$

kde je:  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$

- součinitele závislé na zatížení a podmínkách uložení konců
- $k_z$ ,  $k_y$ ,  $k_{\omega}$
- součinitele vzpěrné délky
- $E$
- modul pružnosti oceli

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>G</b>                     | • smykový modul pružnosti oceli  |
| <b><math>I_z, I_y</math></b> | • moment setrvačnosti průřezu k těžišťové ose z resp. y                        |
| <b>L</b>                     | • vzdálenost bodů prutu zajištěných proti klopení                              |
| <b><math>I_\omega</math></b> | • výsečový moment setrvačnosti průřezu   |
| <b><math>I_t</math></b>      | • moment tuhosti průřezu v prostém kroucení                                    |
| <b><math>z_g, y_g</math></b> | • svislá resp. vodorovná vzdálenost působíště zatížení od středu smyku průřezu |

a  $z_j$  a  $y_j$  jsou dány vztahy

$$z_j = z_s - \frac{0.5 \int_A (y^2 + z^2) z dA}{I_y}, y_j = y_s - \frac{0.5 \int_A (y^2 + z^2) y dA}{I_z}$$

kde je:  **$z_s, y_s$**  • souřadnice středu smyku vzhledem k těžišti průřezu

Na základě kritického momentu  $M_{cr}$  je stanovena poměrná štíhlost  $\bar{\lambda}_{LT}$ :

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}, \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_z f_z}{M_{cr}}}$$

kde je:  **$W_y, W_z$**  • průřezový modul k ose y resp. z

Podle tvaru posuzovaného průřezu je stanovena hodnota součinitele imperfekce při klopení  $\alpha_{LT}$ , která reprezentuje jednu z křivek klopení a, b, c, d. Součinitele vzpěrnosti  $\chi_{LT,y}$  resp.  $\chi_{LT,z}$  jsou pak počítány ze vztahů

$$\chi_{LT,z} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}}, \chi_{LT,y} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}}$$

ale musí být splněno, že

$$\chi_{LT,z} \leq 1.0, \chi_{LT,y} \leq 1.0$$

kde

$$\phi_{LT} = \frac{1}{2} \left( 1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right)$$

S vlivem klopení při ohybu momentem se nepočítá v případě, že je průřez tuhý v kroucení (jako například uzavřené průřezy) nebo působí-li ohybový moment v rovině menší únosnosti průřezu.

## Únosnost pro namáhání bimomentem

Pro výpočet únosnosti průřezu na namáhání bimomentem uvažujeme pružné rozdělení napětí po průřezu, proto řešíme vždy jako průřez 3. nebo 4. třídy. Hodnoty únosnosti jsou stanoveny ve čtyřech rozích průřezu, kde očekáváme při namáhání bimomentem největší hodnoty napětí. Únosnost pro namáhání bimomentem je počítána podle vztahu

$$i B_{Rd} = \frac{I_\omega f_y}{i_\omega \gamma_{M0}}$$

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| kde je: <b><math>I_\omega</math></b> | • výsečový moment setrvačnosti                     |
| <b><math>i_\omega</math></b>         | • hodnota výsečové pořadnice v i-tém bodě průřezu. |
| <b><math>f_y</math></b>              | • mez kluzu oceli                                  |
| <b><math>\gamma_{M0}</math></b>      | • součinitel spolehlivosti                         |

## Posouzení únosnosti ve smyku

Posudek smykové únosnosti je proveden ve dvou směrech, a to ve směrech os y a z. Posouzení mají tvar:

$$|V_z| \leq V_{T,Rd,z}, |V_y| \leq V_{T,Rd,y}$$

- |  |  |
|--|--|
| kde je: <b><math>V_z, V_y</math></b>       | • zadané posouvající síly  |
| <b><math>V_{T,Rd,z}, V_{T,Rd,y}</math></b> | • únosnosti průřezu ve smyku vypočtené podle kapitoly " <b>Smyková únosnost celistvých průřezů</b> ", případně s vlivem snížení únosnosti při smyku od kroucení podle kapitoly " <b>Namáhání smykem od kroucení</b> ". |

## Posouzení normálového namáhání průřezu

Normálovým napětím namáhají průřez osová síla  $N$ , ohybové momenty  $M_y, M_z$  a bimoment  $B$ . Kombinace těchto namáhání se posuzuje podle podmínek předepsaných v ČSN EN 1993-1-1. Pro průřezy 3. a 4. třídy jsou tyto podmínky vyčísleny v nejnejpříznivější kombinaci, to znamená v nejnamáhanějším rohu průřezu.



Průřez se posuzuje podle následujících podmínek:

Pro průřezy 1. a 2. třídy podmínka ve tvaru

$$\frac{N}{N_{Rd}} + \frac{M_y}{M_{c,Rd,y}} + \frac{M_z}{M_{c,Rd,z}} \leq 1$$

pro průřezy 3. třídy podmínka ve tvaru

$$\frac{N}{N_{Rd}} + \frac{M_y}{M_{c,Rd,y}} + \frac{M_z}{M_{c,Rd,z}} + \frac{B}{B_{Rd}} \leq 1$$

pro průřezy 4. třídy podmínka ve tvaru

$$\frac{N}{N_{Rd}} + \frac{M_y + Ne_{N_y}}{M_{c,Rd,y}} + \frac{M_z + Ne_{N_z}}{M_{c,Rd,z}} + \frac{B}{B_{Rd}} \leq 1$$

- kde je:
- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| $N_{Rd}$                    | • únosnost v tahu $N_{t,Rd}$ , resp. v prostém tlaku $N_{c,Rd}$                              |
| $M_{c,Rd,y}$ , $M_{c,Rd,z}$ | • únosnosti průřezu v ohybu  |
| $B_{Rd}$                    | • únosnost na namáhání bimomentem  |
| $e_{N_y}$ , $e_{N_z}$       | • posunutí těžiště efektivního průřezu oproti těžišti celého průřezu ve směrech os $z$ a $y$ |

V případě, že průřez nevyhovuje na smyk ve směru obou os  $y$  a  $z$ , tedy je jeho únosnost smykem plně vyčerpána, je za jednotlivé sčítance v podmínkách dosazována hodnota 1.0.

## Členěné průřezy namáhané posouvající silou

### Posouzení namáhání posouvající silou $V_z$

Je-li osa  $z$  kolmá ke hmotné ose průřezu (a to většinou je), posuzuje se působení posouvající síly  $V_z$  v programu obdobně jako u celistvých průřezů. Smyková únosnost ve směru osy  $z$  se počítá ze vztahu

$$V_{Rd,z} = \frac{A_{V,z} \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}}$$

- kde je:
- |               |   |
|---------------|---|
| $A_{V,z}$     | • součet ploch přenášejících smyk ve směru osy $z$ na všech dílčích částech průřezu |
| $f_y$         | • mez kluzu oceli   |
| $\gamma_{M0}$ | • součinitel spolehlivosti  |

Vlastní podmínka posouzení má tvar

$$|V_z| \leq V_{Rd,z}$$

Pokud tato podmínka není splněna, průřez nevyhovuje a výpočet končí.

### Posouzení namáhání posouvající silou $V_y$

Síla  $V_y$  u většiny členěných průřezů v programu působí ve směru hmotné osy průřezu. Z toho plyne, že tato posouvající síla je z větší části přenášena tuhostí spojek. Její vliv se projevuje v posouzení únosnosti na ohyb (kapitola "**Členěné průřezy v tahu, tlaku a ohybu**"), na vzpěr (kapitola "**Vzpěrná únosnost členěných průřezů**") a v posouzení spojek (kapitola "**Posouzení příhradových spojek**").

## Členěné průřezy v tahu, tlaku a ohybu

Únosnost dílčího prutu v tahu, resp. v prostém tlaku se vypočte ze vztahu

$$N_{t,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$$

respektive

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$$

- kde je:
- |               |                            |
|---------------|----------------------------|
| $A$           | • plocha průřezu           |
| $f_y$         | • mez kluzu oceli          |
| $\gamma_{M0}$ | • součinitel spolehlivosti |

Je-li prut současně namáhan ohybovým momentem  $M_y$ , vypočte se ještě únosnost dílčího prutu na ohyb od momentu  $M_y$ . Ta je dána pro průřezy 1. a 2. třídy vztahem

$$M_{c,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}}$$

, pro průřezy 3.třídy vztahem

$$M_{c,Rd,y} = \frac{W_y f_y}{\gamma_{M0}}$$

a pro průřezy 4.třídy vztahem

$$M_{c,Rd,y} = \frac{W_{y,eff} f_y}{\gamma_{M1}}$$

kde je:

- $W_{pl,y}$  • plastický průřezový modul dílčího průřezu k ose y
- $W_y$  • průřezový modul dílčího průřezu k ose y
- $W_{y,eff}$  • průřezový modul efektivního průřezu dílčího průřezu k ose y

Je-li prut současně namáhán ohybovým momentem kolem nehmotné osy  $M_z$ , provede se přepočet tohoto momentu na přírůstek osově síly v dílčím prutu  $dN$ . Tento přepočet se pro průřezy s příhradovými spojkami provádí podle vztahu

$$dN = \frac{M_z}{h_0}$$

pro průřezy s rámovými spojkami podle vztahu

$$dN = 0.5 M_z h_0 \frac{A}{\frac{A}{2} h_0^2 + 2I_z}$$

kde je:

- $h_0$  • vzdálenost těžišť dílčích průřezů
- $A$  • plocha
- $I_z$  • moment setrvačnosti dílčího průřezu

Je-li prut současně namáhán posouvající silou  $V_y$  ve směru hmotné osy průřezu, provede se přepočet této posouvající síly na ohybový moment  $M_{z,Sd}$  namáhající dílčí průřez. Pro tento přepočet je použito vztahu

$$M_{z,Sd} = \frac{V_y l_1}{4}$$

kde je:

- $l_1$  • vzdálenost spojek

Únosnost dílčího prutu na ohyb od momentu  $M_z$  se pak vypočte pro průřezy 1. a 2.třídy vztahem

$$M_{c,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}}$$

, pro průřezy 3.třídy vztahem

$$M_{c,Rd,z} = \frac{W_z f_y}{\gamma_{M0}}$$

a pro průřezy 4.třídy vztahem

$$M_{c,Rd,z} = \frac{W_{z,eff} f_y}{\gamma_{M1}}$$

kde je:

- $W_{pl,z}$  • plastický průřezový modul dílčího průřezu k ose y
- $W_z$  • průřezový modul dílčího průřezu k ose y
- $W_{z,eff}$  • průřezový modul efektivního průřezu dílčího průřezu k ose y

Posouzení dílčího průřezu na namáhání osovou silou a ohybovými momenty se provádí podle podmínky obdobné jako pro celistvé průřezy. Pro členěné průřezy je použita podmínka ve tvaru

$$\frac{\frac{|N|}{n} + |dN|}{N_{Rd}} + \frac{\frac{|M_y|}{n}}{M_{c,Rd,y}} + \frac{|M_{z,Sd}|}{M_{c,Rd,z}} \leq 1$$

kde je:

- $N_{Rd}$  • únosnost  $N_{t,Rd}$  resp.  $N_{c,Rd}$
- $n$  • počet dílčích průřezů
- $dN$  • přírůstek osově síly v dílčím prutu od momentu  $M_z$

$M_{z, Sd}$  • moment v dílčím prutu od posouvající síly  $V_y$

## Vzpěrná únosnost členěných průřezů

Vzpěrná únosnost při vybočení kolmo ke hmotné ose je dána vztahem

$$N_{b,Rd,y} = \chi \frac{A f_y}{\gamma_{M1}}$$

kde je:

$\chi$	• součinitel vzpěrnosti
$A$	• plocha průřezu
$f_y$	• mez kluzu oceli
$\gamma_{M1}$	• součinitel spolehlivosti

Pro průřezy 4. třídy se počítá s efektivní plochou průřezu  $A_{eff}$ .

Pro vybočení kolmo ke hmotné ose  $y$  je štíhlost  $\lambda_y$  dána vztahem

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y}$$

kde je:

$L_{cr,y}$	• vzpěrná délka pro vybočení kolmo k ose $y$
$i_y$	• poloměr setrvačnosti kolmý k ose $y$

Poměrná štíhlost  $\bar{\lambda}_y$  je dána vztahem

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} \sqrt{\frac{A_{eff}}{A}}$$

kde je:

$\lambda_y$	• štíhlosti k ose $y$
$\lambda_1$	• hodnota štíhlosti pro výpočet poměrné štíhlosti
$A_{eff}$	• poloměr setrvačnosti kolmý k ose $y$
$A$	• celková plocha průřezu

Hodnota štíhlosti  $\lambda_1$  pro výpočet poměrné štíhlosti je spočtena vztahem

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

kde je:

$E$	• modul pružnosti oceli
$f_y$	• mez kluzu oceli

Pro hodnotu  $\bar{\lambda}_y$  a tvar posuzovaného průřezu je stanovena hodnota součinitele imperfekce  $\alpha$ , která reprezentuje jednu ze čtyř křivek vzpěrné pevnosti  $a, b, c, d$ . Součinitel vzpěrnosti  $\chi_y$  je pak počítán ze vztahu

$$\chi_y = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}_y^2}}$$

avšak musí být splněno, že

$$\chi_y \leq 1.0$$

kde  $\phi$  je získáno dle následujících vzorců

$$\phi = \frac{1}{2} \left( 1 + \alpha (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2 \right)$$

Pokud je zadaná osová síla v průřezu větší než únosnost  $N_{b,Rd,y}$ , průřez nevyhovuje a výpočet končí.

Dále se posuzuje vzpěrná únosnost při vybočení kolmo k nehmotné ose. Je vypočtena kritická síla  $N_{cr}$  podle vztahu

$$N_{cr} = \pi^2 \frac{EI_{eff}}{l_{cr,z}^2}$$

kde je:

$l_{cr,z}$	• vzpěrná délka pro vybočení kolmo k ose $z$
$E$	• modul pružnosti
$I_{eff}$	• účinný moment setrvačnosti průřezu, který závisí na typu spojek

Pro příhradové spojky je  $I_{eff}$  počítán ze vztahu

$$I_{eff} = \frac{A}{2} h_0^2$$

kde je:  $A$  • průřezová plocha dílčího prutu  
 $h_0$  • vzdálenost těžišť dílčích průřezů

Pro rámové spojky se nejdřív spočte moment setrvačnosti průřezu  $I_1$  podle vztahu

$$I_1 = \frac{A}{2} h_0^2 + 2I_z$$

kde je:  $A$  • průřezová plocha dílčího prutu  
 $h_0$  • vzdálenost těžišť dílčích průřezů  
 $I_z$  • moment setrvačnosti dílčího průřezu

Pak se spočítá poloměr setrvačnosti průřezu  $i_0$

$$i_0 = \sqrt{\frac{I_1}{2A}}$$

Pro hodnotu štíhlosti danou vztahem

$$\lambda = \frac{l_{cr,z}}{i_0}$$

se přiřadí hodnota součinitele  $\mu$  a moment setrvačnosti  $I_{eff}$  se spočte podle vztahu

$$I_{eff} = \frac{A}{2} h_0^2 + 2\mu I_z$$

Pokud je zadaná osová síla větší než kritická síla  $N_{cr}$ , průřez nevyhovuje a výpočet končí.

Dalším krokem je výpočet smykové tuhosti  $S_v$ . Pro rámové spojky je smyková tuhost dána vztahy

$$S_v = 2\pi^2 \frac{EI_z}{l_1^2}$$

případně

$$S_v = \frac{24EI_z}{l_1^2 \left(1 + \frac{2I_z}{rI_b} + \frac{h_0}{l_1}\right)}$$

ale musí být splněno že

$$S_v \leq 2\pi^2 \frac{EI_z}{l_1^2}$$

kde je:  $l_1$  • vzdálenost spojek  
 $r$  • počet rovin spojek  
 $I_b$  • moment setrvačnosti průřezu spojky  
 $h_0$  • vzdálenost těžišť dílčích průřezů

Je-li zadaná osová síla větší než smyková tuhost  $S_v$ , průřez nevyhovuje a výpočet končí. Je-li dále

$$\frac{|N|}{N_{cr}} + \frac{|N|}{S_v} > 1$$

průřez rovněž nevyhovuje a výpočet končí.

Síla v dílčím prutu uprostřed délky mezi spojkami je pro rámové spojky dána vztahem

$$N_{f,Sd} = 0.5 \left( N + M_s h_0 \frac{A}{I_{eff}} \right)$$

pro spojky příhradové pak vztahem

$$N_{f,Sd} = 0.5N + \frac{M_s}{h_0}$$

v nichž moment  $M_S$  je určen vztahem

$$M_S = \frac{N_{e0}}{1 - \frac{|N|}{N_{cr}} - \frac{|N|}{S_v}}$$

kde je:  $e_0$  • počáteční amplituda zakřivení daná v ČSN EN 1993-1-1 hodnotou  $l_{cr,z}/500$

Vzpěrná únosnost prutu je dána vztahem

$$N_{b,Rd} = \chi_z \frac{A f_y}{\gamma_{M1}}$$

kde je:  $\chi_z$  • součinitel vzpěrnosti  
 $A$  • plocha průřezu  
 $f_y$  • mez kluzu oceli  
 $\gamma_{M1}$  • součinitel spolehlivosti

kde součinitel vzpěrnosti  $\chi_z$  je určen pomocí štíhlosti  $\lambda$  dané vztahem

$$\lambda = \frac{l_1}{i_{min}}$$

kde je:  $l_1$  • vzdálenost spojek  
 $i_{min}$  • nejmenší poloměr setrvačnosti dílčího průřezu

Poměrná štíhlost  $\bar{\lambda}_z$  je dána vztahem

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} \sqrt{\frac{A_{eff}}{A}}$$

kde

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

Pro hodnotu  $\bar{\lambda}_z$  a tvar posuzovaného průřezu je stanovena hodnota součinitele imperfekce  $\alpha$ , která reprezentuje jednu ze čtyř křivek vzpěrné pevnosti  $a, b, c, d$ . Součinitel vzpěrnosti  $\chi_z$  je pak počítán ze vztahu

$$\chi_z = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}_z^2}}$$

avšak musí být splněno, že

$$\chi_z \leq 1.0$$

kde

$$\phi = \frac{1}{2} \left( 1 + \alpha (\bar{\lambda}_z - 0.2) + \bar{\lambda}_z^2 \right)$$

kde

$$\alpha = 0.65 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

V místě spojky se vypočítává smyková síla  $V_S$

$$V_S = \pi \frac{M_S}{l_{cr,z}}$$

a moment  $M_{z,Sd}$  působící na dílčím průřezu vlivem spojek

$$M_{z,Sd} = \frac{(V_S + V_y) l_1}{4}$$

kde je:  $l_1$  • vzdálenost spojek

$V_y$  • zadaná posouvající síla

Únosnost dílčího prutu na ohyb od momentu  $M_y$  je dána pro průřezy 1. a 2. třídy vztahem

$$M_{c,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}}$$

, pro průřezy 3. třídy vztahem

$$M_{c,Rd,y} = \frac{W_y f_y}{\gamma_{M0}}$$

a pro průřezy 4. třídy vztahem

$$M_{c,Rd,y} = \frac{W_{y,eff} f_y}{\gamma_{M1}}$$

kde je:  $W_{pl,y}$  • plastický průřezový modul dílčího průřezu k ose y  
 $W_y$  • průřezový modul dílčího průřezu k ose y  
 $W_{y,eff}$  • průřezový modul efektivního průřezu dílčího průřezu k ose y

Únosnost dílčího prutu na ohyb od momentu  $M_z$  se pak vypočte pro průřezy 1. a 2. třídy vztahem

$$M_{c,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}}$$

, pro průřezy 3. třídy vztahem

$$M_{c,Rd,z} = \frac{W_z f_y}{\gamma_{M0}}$$

a pro průřezy 4. třídy vztahem

$$M_{c,Rd,z} = \frac{W_{z,eff} f_y}{\gamma_{M1}}$$

kde je:  $W_{pl,z}$  • plastický průřezový modul dílčího průřezu k ose z  
 $W_z$  • průřezový modul dílčího průřezu k ose z  
 $W_{z,eff}$  • průřezový modul efektivního průřezu dílčího průřezu k ose z

Posouzení se nakonec provádí ve dvou řezech. Uprostřed délky dílčího prutu a v místě spojky.

Uprostřed délky dílčího prutu se využívá podmínky

$$\frac{N_{f,Sd} + dN}{N_{b,Rd}} + \frac{k_y \frac{M_y}{n}}{M_{c,Rd,y}} \leq 1$$

kde je:  $n$  • počet dílčích průřezů  
 $dN$  • přírůstek osových sil v dílčím prutu od momentu  $M_z$   
 $k_y$  • součinitel určený shodně jako pro celistvé průřezy

V místě spojky má podmínka tvar

$$\frac{\frac{N}{n} + dN}{N_{b,Rd}} + \frac{k_y \frac{M_y}{n}}{M_{c,Rd,y}} + \frac{k_z \frac{M_{z,Sd}}{n}}{M_{c,Rd,z}} \leq 1$$

## Posouzení příhradových spojek

Pokud se počítá bez uvažování vzpěru, získává se síla ve spojnici vztahem

$$N_{Sp} = \frac{V_y d}{r h_0}$$

kde je:  $V_y$  • zadaná posouvající síla  
 $d$  • délka spojky  
 $r$  • počet rovin spojek  
 $h_0$  • vzdálenost těžišť dílčích průřezů

Únosnost spojky se stanoví výrazem

$$N_{Rd,Sp} = \frac{A_d f_y}{\gamma_{M0}}$$

kde je:  $A_d$  • plocha průřezu spojky  
 $f_y$  • mez kluzu oceli  
 $\gamma_{M0}$  • součinitel spolehlivosti

Spojky vyhoví, platí-li

$$N_{Sp} \leq N_{Rd,Sp}$$

Při uvažování vzpěru se síla ve spojce získá vztahem

$$N_{Sp} = \frac{(V_s + |V_y|) d}{r h_0}$$

kde je:  $V_y$  • zadaná posouvající síla  
 $V_s$  • smyková síla v místě spojky  
 $d$  • délka spojky  
 $r$  • počet rovin spojek  
 $h_0$  • vzdálenost těžišť dílčích průřezů

Štíhlost spojky je určena odhadem, podle vztahu

$$\lambda_{Sp} = \frac{d}{3.5 \sqrt{A_d}}$$

kde je:  $d$  • délka spojky  
 $A_d$  • plocha průřezu spojky

Poměrná štíhlost  $\bar{\lambda}_{Sp}$  je dána vztahem

$$\bar{\lambda}_{Sp} = \frac{\lambda_{Sp}}{\lambda_1}$$

kde

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

Hodnota součinitele imperfekce  $\alpha$ , je stanovena pro křivku vzpěrné pevnosti c. Součinitel vzpěrnosti  $\chi_{Sp}$  je pak počítán ze vztahu

$$\chi_{Sp} = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}_{Sp}^2}}$$

avšak musí být splněno, že

$$\chi_{Sp} \leq 1.0$$

kde

$$\phi = \frac{1}{2} \left( 1 + \alpha (\bar{\lambda}_{Sp} - 0.2) + \bar{\lambda}_{Sp}^2 \right)$$

Vzpěrná únosnost spojky je pak dána vztahem

$$N_{Rd,Sp} = \chi_{Sp} \frac{A_d f_y}{\gamma_{M1}}$$

Spojky vyhoví, platí-li

$$N_{Sp} \leq N_{Rd,Sp}$$

## Národní přílohy

Pro návrhovou normu EN 1993-1-1 jsou použity následující součinitele pro jednotlivé národní přílohy:

Součinitel	EN 1993-1-1	Česko	Slovensko	Polsko	Bulharsko	Itálie
$\gamma_{M0}$ - únosnost průřezu	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	1,05



<b>Y<sub>M1</sub> - posuzování stability</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	1,05
<b>Y<sub>M2</sub> - oslabený průřez</b>	1,25	1,25	1,25	1,10	1,25	1,25

Pro návrhovou normu EN 1993-1-8 jsou použity následující součinitele pro jednotlivé národní přílohy:

Součinitel	EN 1993-1-8	Česko	Slovensko	Polsko	Bulharsko	Itálie
<b>Y<sub>M2</sub> - šrouby, svary a plechy v otláčení</b>	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
<b>Y<sub>M5</sub> - styčníky z uzavřených profilů</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,0

## Ocel Požár

### Principy výpočtu požární odolnosti

Norma EN 1993-1-2 popisuje způsob posouzení ocelové konstrukce na účinky požáru. Hlavním výsledkem posudku je doba požární odolnosti konstrukce, která se porovnává s požadovanou dobou požární odolnosti. Požadovanou dobu požární odolnosti stanovují požární předpisy pro různé typy stavebních konstrukcí.

Výpočet vychází ze specifického zatížení konstrukce. Únosnost konstrukce při požáru se stanovuje podobně jako při klasickém posudku, ovšem je ovlivněna teplotou konstrukce. S narůstající teplotou únosnost konstrukce klesá. Pro dané zatížení konstrukce se určí kritická teplota a podle typu požárního detailu a požární ochrany prvku je pak stanovena doba požární odolnosti, jako doba vystavení požáru, po níž je v prvku dosaženo kritické teploty. Vývoj teploty je popsán **teplotními křivkami** podle normy ČSN EN 1991-1-2.

### Zatížení při požární situaci

Vnitřní síly, které vstupují do posudku požární situace, mají být spočteny pro mimořádné požární kombinace, pro něž platí pravidla, stanovená v normě ČSN EN 1990. Tyto kombinace mají obecně tvar

$$\sum \gamma_{GA} G_k + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i} + \sum A_d(t)$$

kde je:	<b>G<sub>k</sub></b>	• charakteristické hodnoty stálých zatížení
	<b>Q<sub>k,1</sub></b>	• charakteristická hodnota jednoho proměnného zatížení
	<b>Q<sub>k,i</sub></b>	• charakteristické hodnoty ostatních proměnných zatížení
	<b>A<sub>d(t)</sub></b>	• návrhové hodnoty zatížení z požárního namáhání závislé na čase <i>t</i>
	<b>Y<sub>GA</sub></b>	• dílčí součinitel stálých zatížení pro mimořádnou situaci
	<b>ψ<sub>1,1</sub>, ψ<sub>2,i</sub></b>	• kombinační součinitele

Pro tuto kombinaci je možno přijmout zjednodušené pravidlo, že ji lze stanovit pro čas *t=0* a tyto účinky považovat za stálé po celou dobu požárního namáhání. Program tedy předpokládá, že vnitřní síly, které jsou zadány jako vstupní hodnoty, jsou spočteny pro takovou kombinaci.

### Výpočet únosností

Při výpočtu únosností průřezu při požární situaci má rozhodující vliv změna deformačních a pevnostních vlastností oceli při vyšší teplotě. Tyto změny jsou vyjádřeny pomocí redukčních součinitelů *k<sub>y,θ</sub>* a *k<sub>E,θ</sub>*. *k<sub>y,θ</sub>* je součinitel redukce meze kluzu a *k<sub>E,θ</sub>* je součinitel redukce modulu pružnosti. Hodnoty obou těchto součinitelů jsou v normě EN 1993-1-2 tabelovány a leží v rozmezí od 1.0 při 20°C do 0.0 při 1200°C. Ve výpočtech pak vystupují redukované hodnoty meze kluzu a modulu pružnosti.

### Výpočet smykové únosnosti

Smyková únosnost při požární situaci ve směru os *z* resp. *y* se počítají ze vztahu:

$$V_{fi,\Theta,Rd,z} = \frac{A_{V,z} \frac{k_{y,\Theta} f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M,fi}}, \quad V_{fi,\Theta,Rd,y} = \frac{A_{V,y} \frac{k_{z,\Theta} f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M,fi}}$$

kde je:	<b>A<sub>V,z</sub>, A<sub>V,y</sub></b>	• plocha, která přenáší smyk ve směru <i>z</i> , resp. <i>y</i>
	<b>k<sub>y,θ</sub></b>	• součinitel redukce meze kluzu
	<b>f<sub>y</sub></b>	• mez kluzu oceli
	<b>Y<sub>M,fi</sub></b>	• dílčí součinitel spolehlivosti při požární situaci

Pokud má průřez stěny podepřené na dvou okrajích rovnoběžně s osou *z* resp. *y*, započítává se do smykové únosnosti ve směru osy *z* resp. *y* ještě vliv boulení těchto stěn. Efekt boulení lze omezit zadáním příčných výztuh. Pro výpočet boulení stěny vlivem smyku je v programu použito tzv. jednoduché pokritické metody. Podle ní se smyková únosnost s vlivem boulení stanoví vztahem

$$V_{fi,\Theta,Rd,z} = k_{y,\Theta} \frac{dt_w \tau_{ba}}{\gamma_{M,fi}}, V_{fi,\Theta,Rd,y} = k_{z,\Theta} \frac{dt_w \tau_{ba}}{\gamma_{M,fi}}$$

kde je:

<b><math>d</math></b>	• šířka stěny
<b><math>t_w</math></b>	• tloušťka stěny
<b><math>\tau_{ba}</math></b>	• jednoduchá pokritická smyková pevnost
<b><math>\gamma_{M,fi}</math></b>	• dílčí součinitel spolehlivosti při požární situaci

Výpočtová smyková únosnost ve směru osy  $z$   $V_{fi,\Theta,Rd,z}$  se určí jako menší z hodnot  $V_{fi,\Theta,Rd,z}$  a  $V_{fi,\Theta,ba,Rd,z}$ , únosnost ve směru osy  $y$   $V_{fi,\Theta,Rd,y}$  se určí jako menší z hodnot  $V_{fi,\Theta,Rd,y}$  a  $V_{fi,\Theta,ba,Rd,y}$ . Pro stěny na jednom konci volné není boulení vlivem smyku řešeno.

### Namáhání smykem od kroucení

U průřezů namáhaných kroucením se počítá se smykovými účinky od volného a od vázaného kroucení. Při namáhání kroucím momentem volného kroucení  $T_t$  se stanovuje smykové napětí  $\tau_t$ . Pro otevřené průřezy je napětí  $\tau_t$  dáno vztahem

$$\tau_t = \frac{T_t}{I_t} t$$

kde je:

<b><math>T_t</math></b>	• kroucící moment volného kroucení
<b><math>I_t</math></b>	• moment tuhosti v prostém kroucení
<b><math>t</math></b>	• tloušťka stěny průřezu v daném místě

Pro uzavřené průřezy je napětí  $\tau_t$  dáno vztahem

$$\tau_t = \frac{T_t}{\Omega_t}$$

kde je:

<b><math>T_t</math></b>	• kroucící moment volného kroucení
<b><math>\Omega_t</math></b>	• dvojnásobek plochy uzavřené střednicí průřezu
<b><math>t</math></b>	• tloušťka stěny průřezu v daném místě

Při namáhání kroucím momentem vázaného kroucení  $T_\omega$  se smykové napětí  $\tau_\omega$  počítá podle vztahu

$$\tau_\omega = \frac{T_\omega S_\omega}{I_\omega t}$$

kde je:

<b><math>T_\omega</math></b>	• kroucící moment vázaného kroucení
<b><math>S_\omega</math></b>	• výsečový statický moment
<b><math>I_\omega</math></b>	• výsečový moment setrvačnosti průřezu
<b><math>t</math></b>	• tloušťka stěny průřezu v daném místě

Smykové napětí se pak posuzuje podle vztahu

$$\tau = \tau_t + \tau_\omega \leq \frac{k_{y,\Theta} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M,fi}}$$

kde je:

<b><math>k_{y,\Theta}</math></b>	• součinitel redukce meze kluzu
<b><math>f_y</math></b>	• mez kluzu oceli
<b><math>\gamma_{M,fi}</math></b>	• dílčí součinitel spolehlivosti při požární situaci

Při kombinaci namáhání smykovou silou a kroucím momentem se únosnosti ve smyku  $V_{Rd,y}$  a  $V_{Rd,z}$  redukují vzhledem k účinkům kroucení. Redukce se provádí podle vztahů

$$V_{fi,\Theta,T,Rd} = \left[ \sqrt{1 - \frac{\tau_t}{k_{y,\Theta} f_y / \sqrt{3} / \gamma_{M,fi}}} - \frac{\tau_\omega}{k_{y,\Theta} f_y / \sqrt{3} / \gamma_{M,fi}} \right] V_{fi,\Theta,Rd}$$

pro průřezy tvaru I a U a

$$V_{fi,\Theta,T,Rd} = \left[ 1 - \frac{\tau_t}{k_{y,\Theta} f_y / \sqrt{3} / \gamma_{M,fi}} \right] V_{fi,\Theta,Rd}$$

pro ostatní tvary průřezů.

## Výpočet únosnosti v tahu

Únosnost průřezu při požární situaci v tlaku se počítá podle vztahu

$$N_{fi,\Theta,T,Rd} = \frac{A k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}}$$

kde je:

<b>A</b>	• plocha průřezu
<b><math>k_{y,\Theta}</math></b>	• součinitel redukce meze kluzu
<b><math>f_y</math></b>	• mez kluzu oceli
<b><math>\gamma_{M,fi}</math></b>	• dílčí součinitel spolehlivosti při požární situaci

## Výpočet únosnosti v prostém tlaku

Únosnost průřezu při požární situaci v tlaku se počítá podle vztahu

$$N_{c,fi,\Theta,T,Rd} = \frac{A k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}}$$

kde je:

<b>A</b>	• plocha průřezu
<b><math>k_{y,\Theta}</math></b>	• součinitel redukce meze kluzu
<b><math>f_y</math></b>	• mez kluzu oceli
<b><math>\gamma_{M,fi}</math></b>	• dílčí součinitel spolehlivosti při požární situaci

## Výpočet vzpěrné únosnosti

Vzpěrná únosnost průřezu při požární situaci je dána vztahem

$$N_{b,fi,\Theta,T,Rd} = \chi_{fi} \frac{A k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}}$$

kde je:

<b><math>\chi_{fi}</math></b>	• součinitel vzpěrnosti
<b>A</b>	• plocha průřezu
<b><math>k_{y,\Theta}</math></b>	• součinitel redukce meze kluzu
<b><math>f_y</math></b>	• mez kluzu oceli
<b><math>\gamma_{M,fi}</math></b>	• dílčí součinitel spolehlivosti při požární situaci

Vzpěrná únosnost se počítá pro vybočení ve směrech os  $y$  a  $z$  nebo ve směrech hlavních os  $\eta$  a  $\zeta$ . Součinitel vzpěrnosti  $\chi_{fi}$  odpovídá poměrné štíhlosti  $\bar{\lambda}_{\Theta}$  a je dán vztahem

$$\chi_{fi} = \frac{1}{\varphi_{\Theta} + \sqrt{\varphi_{\Theta}^2 - \bar{\lambda}_{\Theta}^2}}$$

kde

$$\varphi_{\Theta} = \frac{1}{2} \left( 1 + \alpha \bar{\lambda}_{\Theta} + \bar{\lambda}_{\Theta}^2 \right)$$

kde

$$\alpha = 0.65 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

Poměrná štíhlost  $\bar{\lambda}$  pro teplotu  $\theta$  se určuje z výrazu

$$\bar{\lambda}_{\Theta} = \bar{\lambda} \sqrt{k_{y,\Theta} / k_{E,\Theta}}$$

kde je:

<b><math>\bar{\lambda}</math></b>	• poměrná štíhlost při teplotě 20°C
<b><math>k_{y,\Theta}</math></b>	• součinitel redukce meze kluzu
<b><math>k_{E,\Theta}</math></b>	• součinitel redukce modulu pružnosti

Jako výpočtová vzpěrná únosnost průřezu  $N_{b,fi,\Theta,Rd}$  je vzata do posudku menší z únosností při vybočení k ose  $y$  nebo  $z$ .

## Výpočet únosnosti v ohybu

Výpočtový moment únosnosti při požární situaci je dán vztahem

$$M_{c,fi,\Theta,Rd} = \frac{W k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}} / (\kappa_1 \kappa_2)$$

- kde je:
- |                 |  |
|-----------------|--|
| $W$             | • průřezový modul  |
| $k_{y,\Theta}$  | • součinitel redukce meze kluzu  |
| $f_y$           | • mez kluzu oceli  |
| $\gamma_{M,fi}$ | • dílčí součinitel spolehlivosti při požární situaci                             |
| $\kappa_1$      | • součinitel podmínek působení pro nerovnoměrné rozdělení teploty po průřezu     |
| $\kappa_2$      | • součinitel podmínek působení pro nerovnoměrné rozdělení teploty po délce prvku |

Pro průřezy 3. a 4. třídy počítáme moment únosnosti ve čtyřech bodech na každém průřezu. Tyto body jsou umístěny v rozích průřezu.

## Vliv klopení na únosnost v ohybu

Únosnost v ohybu při požární situaci s vlivem klopení je dána vztahem

$$M_{b,fi,\Theta,Rd} = \chi_{LT,fi} M_{c,fi,\Theta,Rd}$$

- kde je:
- |                      |  |
|----------------------|--|
| $\chi_{LT,fi}$       | • součinitel klopení při požární situaci                     |
| $M_{c,fi,\Theta,Rd}$ | • ohybová únosnost získaná výpočtem podle předchozí kapitoly |

Součinitel klopení  $\chi_{LT,fi}$  odpovídá poměrné štíhlosti  $\bar{\lambda}_{LT,\Theta}$  a je dán vztahem

$$\chi_{LT,fi} = \frac{1}{\varphi_{LT,\Theta} + \sqrt{\varphi_{LT,\Theta}^2 - \bar{\lambda}_{LT,\Theta}^2}}$$

kde

$$\varphi_{LT,\Theta} = \frac{1}{2} \left( 1 + \alpha \bar{\lambda}_{LT,\Theta} + \bar{\lambda}_{LT,\Theta}^2 \right)$$

kde

Poměrná štíhlost  $\bar{\lambda}_{LT,\Theta}$  pro teplotu  $\Theta$  se určuje z výrazu

$$\bar{\lambda}_{LT,\Theta} = \bar{\lambda}_{LT} \sqrt{k_{y,\Theta} / k_{E,\Theta}}$$

- kde je:
- |                             |                                       |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| $\bar{\lambda}_{LT,\Theta}$ | • poměrná štíhlost při teplotě 20°C   |
| $k_{y,\Theta}$              | • součinitel redukce meze kluzu       |
| $k_{E,\Theta}$              | • součinitel redukce modulu pružnosti |

## Výpočet únosnosti pro namáhání bimomentem

Pro výpočet únosnosti průřezu na namáhání bimomentem při požární situaci uvažujeme pružné rozdělení napětí po průřezu, proto řešíme vždy jako průřez 3. nebo 4. třídy. Hodnoty únosnosti jsou stanoveny ve čtyřech rozích průřezu, kde očekáváme při namáhání bimomentem největší hodnoty napětí. Únosnost pro namáhání bimomentem při požární situaci je počítána podle vztahu

$$B_{fi,\Theta,Rd} = \frac{I_{\omega} k_{y,\Theta} f_y}{\omega \gamma_{M,fi}} / (\kappa_1 \kappa_2)$$

- kde je:
- |                 |  |
|-----------------|--|
| $I_{\omega}$    | • výsečový moment setrvačnosti   |
| $\omega$        | • hodnota výsečové pořadnice v daném bodě průřezu                                |
| $k_{y,\Theta}$  | • součinitel redukce meze kluzu  |
| $f_y$           | • mez kluzu oceli  |
| $\gamma_{M,fi}$ | • dílčí součinitel spolehlivosti při požární situaci                             |
| $\kappa_1$      | • součinitel podmínek působení pro nerovnoměrné rozdělení teploty po průřezu     |
| $\kappa_2$      | • součinitel podmínek působení pro nerovnoměrné rozdělení teploty po délce prvku |

## Posouzení celistvých průřezů

### Posouzení únosnosti ve smyku

Posudek smykové únosnosti je proveden ve dvou směrech, a to ve směrech os y a z. Posouzení má tvar:

$$|Q| \leq V_{fi,\Theta,Rd}$$

- kde je:  $Q$  • zadaná posouvající síla  
 $V_{fi,\theta,Rd}$  • únosnost průřezu ve smyku

## Posouzení normálového namáhání průřezu

Normálovým napětím namáhají průřez osová síla  $N$ , ohybové momenty  $M_y$ ,  $M_z$  a bimoment  $B$ . Posuzuje se kombinace těchto namáhání.

Pokud je průřez posuzován bez uvažování vzpěru a klopení, posuzuje se podle následující podmínky:

$$\frac{N}{N_{fi,\Theta,Rd}} + \frac{M_y}{M_{c,fi,\Theta,Rd,y}} + \frac{M_z}{M_{c,fi,\Theta,Rd,z}} + \frac{B}{B_{fi,\Theta,Rd}} \leq 1$$

- kde je:  $N_{fi,\theta,Rd}$  • únosnost v tahu  $N_{t,fi,\theta,Rd}$  resp. v prostém tlaku  $N_{c,fi,\theta,Rd}$   
 $M_{c,fi,\theta,Rd,y}$  • únosnost průřezu v ohybu kolem osy  $y$   
 $M_{c,fi,\theta,Rd,z}$  • únosnost průřezu v ohybu kolem osy  $z$   
 $B_{fi,\theta,Rd}$  • únosnost na namáhání bimomentem při požární situaci

Pokud je průřez namáhán na vzpěr, posuzuje se podle následujících podmínek:

Pro průřezy 1. a 2. třídy podmínka ve tvaru

$$\frac{N}{N_{b,fi,\Theta,Rd}} + \frac{k_y M_y}{M_{c,fi,\Theta,Rd,y}} + \frac{k_z M_z}{M_{c,fi,\Theta,Rd,z}} \leq 1$$

- kde je:  $N_{b,fi,\theta,Rd}$  • vzpěrná únosnost průřezu při požární situaci  
 $k_y, k_z$  • vzpěrné součinitele

Součinitele  $k_y, k_z$  jsou dány výrazy

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y N}{\chi_y A f_y}, k_z = 1 - \frac{\mu_z N}{\chi_z A f_y}$$

ale

$$k_y \leq 1.5, k_z \leq 1.5$$

- kde  $\chi_y, \chi_z$  • součinitele vzpěrnosti  
jsou:

a součinitele  $\mu_y, \mu_z$  jsou dány vztahy

$$\mu_y = \bar{\lambda}_y (2\beta_{M_y} - 4) + \frac{W_{pl,y} - W_y}{W_y}, \mu_z = \bar{\lambda}_z (2\beta_{M_z} - 4) + \frac{W_{pl,z} - W_z}{W_z}$$

ale

$$\mu_y \leq 0.9, \mu_z \leq 0.9$$

- kde je:  $\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$  • poměrné štíhlosti  
 $\beta_{M_y}, \beta_{M_z}$  • ekvivalentní součinitele rovinného vzpěru závislé na tvaru momentových ploch momentů  $M_y$  a  $M_z$

Pro průřezy 3. třídy podmínka ve tvaru

$$\frac{N}{N_{b,fi,\Theta,Rd}} + \frac{k_y M_y}{M_{c,fi,\Theta,Rd,y}} + \frac{k_z M_z}{M_{c,fi,\Theta,Rd,z}} + \frac{B}{B_{fi,\Theta,Rd}} \leq 1$$

- kde je:  $N_{b,fi,\theta,Rd}$  • vzpěrná únosnost průřezu při požární situaci  
 $k_y, k_z$  • vzpěrné součinitele

Součinitele  $k_y, k_z$  jsou dány výrazy

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y N}{\chi_y A f_y}, k_z = 1 - \frac{\mu_z N}{\chi_z A f_y}$$

ale

$$k_y \leq 1.5, k_z \leq 1.5$$

- kde  $\chi_y, \chi_z$  • součinitele vzpěrnosti  
jsou:

a součinitele  $\mu_y, \mu_z$  jsou dány vztahy

$$\mu_y = \bar{\lambda}_y (2\beta_{My} - 4), \mu_z = \bar{\lambda}_z (2\beta_{Mz} - 4)$$

ale

$$\mu_y \leq 0.9, \mu_z \leq 0.9$$

kde je:  $\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$  • poměrné štíhlosti  
 $\beta_{My}, \beta_{Mz}$  • ekvivalentní součinitele rovinného vzpěru závislé na tvaru momentových ploch momentů  $M_y$  a  $M_z$

Pro průřezy 4. třídy podmínka ve tvaru

$$\frac{N}{N_{b,fi,\Theta,Rd}} + \frac{k_y (M_y + Ne_{Ny})}{M_{c,fi,\Theta,Rd,y}} + \frac{k_z (M_z + Ne_{Nz})}{M_{c,fi,\Theta,Rd,z}} + \frac{B}{B_{fi,\Theta,Rd}} \leq 1$$

kde je:  $N_{b,fi,\Theta,Rd}$  • vzpěrná únosnost průřezu při požární situaci  
 $k_y, k_z$  • vzpěrné součinitele

Součinitele  $k_y, k_z$  jsou dány výrazy

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y N}{\chi_y A_{eff,y}}, k_z = 1 - \frac{\mu_z N}{\chi_z A_{eff,y}}$$

ale

$$k_y \leq 1.5, k_z \leq 1.5$$

kde  $\chi_y, \chi_z$  • součinitele vzpěrnosti  
 jsou:

a součinitele  $\mu_y, \mu_z$  jsou dány vztahy

$$\mu_y = \bar{\lambda}_y (2\beta_{My} - 4), \mu_z = \bar{\lambda}_z (2\beta_{Mz} - 4)$$

ale

$$\mu_y \leq 0.9, \mu_z \leq 0.9$$

kde je:  $\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$  • poměrné štíhlosti  
 $\beta_{My}, \beta_{Mz}$  • ekvivalentní součinitele rovinného vzpěru závislé na tvaru momentových ploch momentů  $M_y$  a  $M_z$

Je-li průřez namáhán ohybem s možným klopením, posuzuje se podle následujících podmínek:

Pro průřezy 1. a 2. třídy podmínka ve tvaru

$$\frac{N}{N_{b,fi,\Theta,Rd,z}} + \frac{k_{LT} M_y}{M_{b,fi,\Theta,Rd,y}} + \frac{k_z M_z}{M_{c,fi,\Theta,Rd,z}} \leq 1$$

respektive

$$\frac{N}{N_{b,fi,\Theta,Rd,y}} + \frac{k_y M_y}{M_{c,fi,\Theta,Rd,y}} + \frac{k_{LT} M_z}{M_{b,fi,\Theta,Rd,z}} \leq 1$$

a pro průřezy 3. třídy podmínka ve tvaru

$$\frac{N}{N_{b,fi,\Theta,Rd,z}} + \frac{k_{LT} M_y}{M_{b,fi,\Theta,Rd,y}} + \frac{k_z M_z}{M_{c,fi,\Theta,Rd,z}} + \frac{B}{B_{fi,\Theta,Rd}} \leq 1$$

respektive

$$\frac{N}{N_{b,fi,\Theta,Rd,y}} + \frac{k_y M_y}{M_{c,fi,\Theta,Rd,y}} + \frac{k_{LT} M_z}{M_{b,fi,\Theta,Rd,z}} + \frac{B}{B_{fi,\Theta,Rd}} \leq 1$$

kde je:  $N_{fi,\Theta,Rd,z}$  • vzpěrná únosnost průřezu při vybočení kolmo k ose z  
 $N_{fi,\Theta,Rd,y}$  • vzpěrná únosnost průřezu při vybočení kolmo k ose y  
 $M_{c,fi,\Theta,Rd,y}$  • únosnost průřezu v ohybu kolem osy y při požární situaci  
 $M_{c,fi,\Theta,Rd,z}$  • únosnost průřezu v ohybu kolem osy z při požární situaci  
 $M_{b,fi,\Theta,Rd,y}$  • únosnost průřezu v ohybu kolem osy y s vlivem klopení  
 $M_{b,fi,\Theta,Rd,z}$  • únosnost průřezu v ohybu kolem osy z s vlivem klopení  
 $B_{fi,\Theta,Rd}$  • únosnost na namáhání bimomentem při požární situaci

Součinitel  $k_{LT}$  je dán vztahem

$$k_{LT} = 1 - \frac{\mu_{LT} N}{\chi_z A f_y}, k_{LT} = 1 - \frac{\mu_{LT} N}{\chi_y A f_y}$$

ale

$$k_{LT} \leq 1$$

kde  $\chi_y, \chi_z$  • součinitele vzpěrnosti  
jsou:

a součinitel  $\mu_{LT}$  je dán vztahy

$$\mu_{LT} = 0.15 \bar{\lambda}_z \beta_{M,LT} - 0.15, \mu_{LT} = 0.15 \bar{\lambda}_y \beta_{M,LT} - 0.15$$

ale

$$\mu_{LT} \leq 0.9$$

kde je:  $\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$  • poměrné štíhlosti  
 $\beta_{M,LT}$  • součinitel ekvivalentního rovnoměrného momentu

Pro průřezy 4. třídy podmínka ve tvaru

$$\frac{N}{N_{b,fi,\Theta,Rd,z}} + \frac{k_{LT} (M_y + N e_{N_y})}{M_{b,fi,\Theta,Rd,y}} + \frac{k_z (M_z + N e_{N_z})}{M_{c,fi,\Theta,Rd,z}} + \frac{B}{B_{fi,\Theta,Rd}} \leq 1$$

respektive

$$\frac{N}{N_{b,fi,\Theta,Rd,y}} + \frac{k_y (M_y + N e_{N_y})}{M_{c,fi,\Theta,Rd,y}} + \frac{k_{LT} (M_z + N e_{N_z})}{M_{b,fi,\Theta,Rd,z}} + \frac{B}{B_{fi,\Theta,Rd}} \leq 1$$

kde je:  $N_{fi,\theta,Rd,z}$  • vzpěrná únosnost průřezu při vybočení kolmo k ose z  
 $N_{fi,\theta,Rd,y}$  • vzpěrná únosnost průřezu při vybočení kolmo k ose y  
 $M_{c,fi,\theta,Rd,y}$  • únosnost průřezu v ohybu kolem osy y při požární situaci  
 $M_{c,fi,\theta,Rd,z}$  • únosnost průřezu v ohybu kolem osy z při požární situaci  
 $M_{b,fi,\theta,Rd,y}$  • únosnost průřezu v ohybu kolem osy y s vlivem klopení  
 $M_{b,fi,\theta,Rd,z}$  • únosnost průřezu v ohybu kolem osy z s vlivem klopení  
 $B_{fi,\theta,Rd}$  • únosnost na namáhání bimomentem při požární situaci

Součinitel  $k_{LT}$  je dán vztahem

$$k_{LT} = 1 - \frac{\mu_{LT} N}{\chi_z A_{eff} f_y}, k_{LT} = 1 - \frac{\mu_{LT} N}{\chi_y A_{eff} f_y}$$

ale

$$k_{LT} \leq 1$$

kde  $\chi_y, \chi_z$  • součinitele vzpěrnosti  
jsou:

a součinitel  $\mu_{LT}$  je dán vztahy

$$\mu_{LT} = 0.15 \bar{\lambda}_z \beta_{M,LT} - 0.15, \mu_{LT} = 0.15 \bar{\lambda}_y \beta_{M,LT} - 0.15$$

ale

$$\mu_{LT} \leq 0.9$$

kde je:  $\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$  • poměrné štíhlosti  
 $\beta_{M,LT}$  • součinitel ekvivalentního rovnoměrného momentu

V případě, že průřez nevyhovuje na smyk ve směru obou os y a z, tedy je jeho únosnost smykem plně vyčerpána, je za jednotlivé sčítance v podmínkách dosazována hodnota 1.0.

## Posouzení členěných průřezů

Posouzení členěného průřezu začíná jeho zatříděním. Zatřídění se provádí stejně jako u průřezů celistvých. Posouzení členěného průřezu probíhá postupně v pořadí, jak následují oddíly tohoto textu.

## Posouzení namáhání posouvající silou $Q_z$

Je-li osa z kolmá ke hmotné ose průřezu (a to většinou je), posuzuje se působení posouvající síly  $Q_z$  v programu



obdobně jako u celistvých průřezů. Smyková únosnost ve směru osy  $z$  se počítá ze vztahu

$$V_{fi,\Theta,Rd,z} = \frac{A_{V,z} \frac{k_{y,\Theta} f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M,fi}}$$

kde je:

$A_{V,z}$	• plocha, která přenáší smyk ve směru $z$
$k_{y,\Theta}$	• součinitel redukce meze kluzu
$f_y$	• mez kluzu oceli
$\gamma_{M,fi}$	• dílčí součinitel spolehlivosti při požární situaci

Vlastní podmínka posouzení má tvar

$$|Q| \leq V_{fi,\Theta,Rd,z}$$

Pokud tato podmínka není splněna, průřez nevyhovuje.

### Posouzení namáhání posouvající silou $Q_y$

Síla  $Q_y$  u většiny členěných průřezů v programu působí ve směru hmotné osy průřezu. Z toho plyne, že tato posouvající síla je z větší části přenášena tuhostí spojek. Její vliv se projevuje v posouzení únosnosti na ohyb, na vzpěr a v posouzení spojek.

### Posouzení únosnosti v tahu, tlaku a ohybu

Únosnost dílčího prutu v tahu, resp. v prostém tlaku se vypočte ze vztahu

$$N_{fi,\Theta,Rd} = \frac{A k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}}$$

kde je:

$A$	• plocha průřezu dílčího prutu
$k_{y,\Theta}$	• součinitel redukce meze kluzu
$f_y$	• mez kluzu oceli
$\gamma_{M,fi}$	• dílčí součinitel spolehlivosti při požární situaci

Je-li prut současně namáhán ohybovým momentem  $M_y$ , vypočte se ještě únosnost dílčího prutu na ohyb od momentu  $M_y$ . Ta je dána následujícím vztahem pro 1. a 2. třídu

$$M_{c,fi,\Theta,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}} / (\kappa_1 \kappa_2)$$

Pro 3. třídu vztahem

$$M_{c,fi,\Theta,Rd,y} = \frac{W_y k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}} / (\kappa_1 \kappa_2)$$

a pro 4. třídu vztahem

$$M_{c,fi,\Theta,Rd,y} = \frac{W_{y,eff} k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}} / (\kappa_1 \kappa_2)$$

kde je:

$W_{pl,y}$	• plastický průřezový modul dílčího průřezu k ose $y$
$W_y$	• průřezový modul dílčího průřezu k ose $y$
$W_{y,eff}$	• průřezový modul efektivního průřezu dílčího průřezu k ose $y$

Je-li prut současně namáhán ohybovým momentem kolem nehmotné osy  $M_z$ , provede se přepočet tohoto momentu na přírůstek osově síly v dílčím prutu  $dN$ . Tento přepočet se pro průřezy s příhradovými spojkami provádí podle vztahu

$$dN = \frac{M_z}{h_0}$$

pro průřezy s rámovými spojkami podle vztahu

$$dN = 0.5 M_z h_0 \frac{A}{\frac{A}{2} h_0^2 + 2 I_z}$$

kde je:

$h_0$	• vzdálenost těžišť dílčích průřezů
$A$	• plocha
$I_z$	• moment setrvačnosti dílčího průřezu

Je-li prut současně namáhán posouvající silou  $V_y$  ve směru hmotné osy průřezu, provede se přepočít této posouvající síly na ohybový moment  $M_z$  namáhající dílčí průřez. Pro tento přepočít je použito vztahu

$$M_{z,Sd} = \frac{V_y l_1}{4}$$

kde je:  $l_1$  • vzdálenost spojek

Únosnost dílčího prutu na ohyb od momentu  $M_z$  se pak vypočte následujícím vztahem pro 1. a 2. třídu

$$M_{c,fi,\Theta,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}} / (\kappa_1 \kappa_2)$$

Pro 3. třídu vztahem

$$M_{c,fi,\Theta,Rd,z} = \frac{W_z k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}} / (\kappa_1 \kappa_2)$$

a pro 4. třídu vztahem

$$M_{c,fi,\Theta,Rd,z} = \frac{W_{z,eff} k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}} / (\kappa_1 \kappa_2)$$

kde je:  $W_{pl,z}$  • plastický průřezový modul dílčího průřezu k ose y  
 $W_z$  • průřezový modul dílčího průřezu k ose y  
 $W_{z,eff}$  • průřezový modul efektivního průřezu dílčího průřezu k ose y

Posouzení dílčího průřezu na namáhání osovou silou a ohybovými momenty se provádí podle podmínky obdobné jako pro celistvé průřezy. Pro členěné průřezy je použita podmínka ve tvaru

$$\frac{\frac{|N|}{n} + |dN|}{N_{fi,\Theta,Rd}} + \frac{\frac{|M_y|}{n}}{M_{fi,\Theta,c,Rd,y}} + \frac{|M_{z,Sd}|}{M_{fi,\Theta,c,Rd,z}} \leq 1$$

kde je:  $n$  • počet dílčích průřezů  
 $dN$  • přírůstek osově síly v dílčím prutu od momentu  $M_z$   
 $M_{z,Sd}$  • moment v dílčím prutu od posouvající síly  $V_y$

## Posouzení vzpěrné únosnosti

Vzpěrná únosnost při vybočení kolmo ke hmotné ose je dána vztahem

$$N_{b,fi,\Theta,Rd,y} = \chi_{fi,y} \frac{\beta_A A k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}}$$

kde je:  $\chi_{fi,y}$  • součinitel vzpěrnosti  
 $A$  • plocha průřezu  
 $k_{y,\Theta}$  • součinitel redukce meze kluzu  
 $f_y$  • mez kluzu oceli  
 $\gamma_{M,fi}$  • dílčí součinitel spolehlivosti při požární situaci  
 $\beta_A$  • součinitel zohledňující třídu profilu,  $\beta_A = A_{eff}/A$  pro průřezy 4. třídy a  $\beta_A = 1$  pro ostatní průřezy

Pro vybočení kolmo ke hmotné ose y je štíhlost  $\lambda_y$  dána vztahem

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y}$$

kde je:  $L_{cr,y}$  • vzpěrná délka pro vybočení kolmo k ose y  
 $i_y$  • poloměr setrvačnosti kolmý k ose y

Poměrná štíhlost  $\bar{\lambda}_y$  je dána vztahem

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} \sqrt{\beta_A} \sqrt{k_{y,\Theta} / k_{E,\Theta}}$$

kde je:  $\lambda_y$  • štíhlosti k ose y  
 $\lambda_1$  • hodnota štíhlosti pro výpočet poměrné štíhlosti  
 $\beta_A$  • součinitel zohledňující třídu profilu,  $\beta_A = A_{eff}/A$  pro průřezy 4. třídy a  $\beta_A = 1$  pro ostatní průřezy

- $k_{y,\theta}$  • součinitel redukce meze kluzu
- $k_{E,\theta}$  • součinitel redukce modulu pružnosti

Hodnota štiřlosti  $\lambda_1$  pro výpočet poměrné štiřlosti je spočtena vztahem

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

- kde je:
- $E$  • modul pružnosti oceli
  - $f_y$  • mez kluzu oceli

Součinitel vzpěrnosti  $\chi_{fi,y}$  odpovídá poměrné štiřlosti  $\bar{\lambda}_y$  a je pak počítán ze vztahu

$$\chi_{fi,y} = \frac{1}{\varphi_\theta + \sqrt{\varphi_\theta^2 - \bar{\lambda}_\theta^2}}$$

kde

$$\varphi_\theta = \frac{1}{2} \left( 1 + \alpha \bar{\lambda}_y + \bar{\lambda}_y^2 \right)$$

kde

$$\alpha = 0.65 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

Pokud je zadaná osová síla v průřezu větší než únosnost  $N_{fi,\theta,b,Rd,y}$ , průřez nevyhovuje.

Dále se posuzuje vzpěrná únosnost při vybočení kolmo k nehmotné ose. Je vypočtena kritická síla  $N_{cr}$  podle vztahu

$$N_{cr} = \pi^2 \frac{k_{E,\theta} E I_{eff}}{l_{cr,z}^2}$$

- kde je:
- $I_{cr,z}$  • vzpěrná délka pro vybočení kolmo k ose z
  - $k_{E,\theta}$  • součinitel redukce modulu pružnosti
  - $E$  • modul pružnosti
  - $I_{eff}$  • účinný moment setrvačnosti průřezu, který závisí na typu spojek

Pro příhradové spojky je  $I_{eff}$  počítán ze vztahu

$$I_{eff} = \frac{A}{2} h_0^2$$

- kde je:
- $A$  • průřezová plocha dílčího prutu
  - $h_0$  • vzdálenost těžišť dílčích průřezů

Pro rámové spojky se nejdřív spočte moment setrvačnosti průřezu  $I_1$  podle vztahu

$$I_1 = \frac{A}{2} h_0^2 + 2I_z$$

- kde je:
- $A$  • průřezová plocha dílčího prutu
  - $h_0$  • vzdálenost těžišť dílčích průřezů
  - $I_z$  • moment setrvačnosti dílčího průřezu

Pak se spočítá poloměr setrvačnosti průřezu  $i_0$

$$i_0 = \sqrt{\frac{I_1}{2A}}$$

Pro hodnotu štiřlosti danou vztahem

$$\lambda = \frac{l_{cr,z}}{i_0}$$

se přiřadí hodnota součinitele  $\mu$  a moment setrvačnosti  $I_{eff}$  se spočte podle vztahu

$$I_{eff} = \frac{A}{2} h_0^2 + 2\mu I_z$$

Pokud je zadaná osová síla větší než kritická síla  $N_{cr}$ , průřez nevyhovuje.

Dalším krokem je výpočet smykové tuhosti  $S_v$ . Pro rámové spojky je smyková tuhost dána vztahy

$$S_v = 2\pi^2 \frac{k_{E,\Theta} E I_z}{l_1^2}$$

případně

$$S_v = \frac{24 k_{E,\Theta} E I_z}{l_1^2 \left( 1 + \frac{2I_z}{r I_b} + \frac{h_0}{l_1} \right)}$$

ale musí být splněno že

$$S_v \leq 2\pi^2 \frac{k_{E,\Theta} E I_z}{l_1^2}$$

kde je:

$l_1$	• vzdálenost spojek
$r$	• počet rovin spojek
$I_b$	• moment setrvačnosti průřezu spojky
$h_0$	• vzdálenost těžišť dílčích průřezů

Je-li zadaná osová síla větší než smyková tuhost  $S_v$ , průřez nevyhovuje a výpočet končí. Je-li dále

$$\frac{|N|}{N_{cr}} + \frac{|N|}{S_v} > 1$$

průřez rovněž nevyhovuje.

Síla v dílčím prutu uprostřed délky mezi spojkami je pro rámové spojky dána vztahem

$$N_{f,Sd} = 0.5 \left( N + M_s h_0 \frac{A}{I_{eff}} \right)$$

pro spojky příhradové pak vztahem

$$N_{f,Sd} = 0.5N + \frac{M_s}{h_0}$$

v nichž moment  $M_s$  je určen vztahem

$$M_s = \frac{N_{e0}}{1 - \frac{|N|}{N_{cr}} - \frac{|N|}{S_v}}$$

kde je:  $e_0$  • počáteční amplituda zakřivení daná hodnotou  $l_{cr,z}/500$

Vzpěrná únosnost prutu je dána vztahem

$$N_{b,fi,\Theta,Rd} = \chi_z \frac{\beta_A A k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}}$$

kde je:

$\chi_z$	• součinitel vzpěrnosti
$\beta_A$	• součinitel zohledňující třídu profilu, $\beta_A = A_{eff}/A$ pro průřezy 4. třídy a $\beta_A = 1$ pro ostatní průřezy
$A$	• plocha průřezu
$k_{y,\Theta}$	• součinitel redukce meze kluzu
$f_y$	• mez kluzu oceli
$\gamma_{M,fi}$	• dílčí součinitel spolehlivosti při požární situaci

kde součinitel vzpěrnosti  $\chi_z$  je určen pomocí štíhlosti  $\lambda$  dané vztahem

$$\lambda = \frac{l_1}{i_{min}}$$

kde je:

$l_1$	• vzdálenost spojek
$i_{min}$	• nejmenší poloměr setrvačnosti dílčího průřezu

Poměrná štíhlost  $\bar{\lambda}_z$  je dána vztahem

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda}{\lambda_1} \sqrt{\beta_A} \sqrt{k_{y,\Theta}/k_{E,\Theta}}$$

kde

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

Součinitel vzpěrnosti  $\chi_z$  odpovídá poměrné štíhlosti  $\bar{\lambda}_z$  a je pak počítán ze vztahu

$$\chi_z = \frac{1}{\varphi_\Theta + \sqrt{\varphi_\Theta^2 - \bar{\lambda}_z^2}}$$

kde

$$\varphi_\Theta = \frac{1}{2} \left( 1 + \alpha \bar{\lambda}_z + \bar{\lambda}_z^2 \right)$$

kde

$$\alpha = 0.65 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

V místě spojky se vypočítává smyková síla  $V_S$

$$V_S = \pi \frac{M_S}{l_{cr,z}}$$

a moment  $M_{z,Sd}$  působící na dílčím průřezu vlivem spojek

$$M_{z,Sd} = \frac{(V_S + V_y) l_1}{4}$$

kde je:  $l_1$  • vzdálenost spojek  
 $V_y$  • zadaná posouvající síla

Únosnost dílčího prutu na ohyb od momentu  $M_y$  je dána následujícím vztahem pro 1. a 2. třídu

$$M_{c,fi,\Theta,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}} / (\kappa_1 \kappa_2)$$

Pro 3. třídu vztahem

$$M_{c,fi,\Theta,Rd,y} = \frac{W_y k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}} / (\kappa_1 \kappa_2)$$

a pro 4. třídu vztahem

$$M_{c,fi,\Theta,Rd,y} = \frac{W_{y,eff} k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}} / (\kappa_1 \kappa_2)$$

kde je:  $W_{pl,y}$  • plastický průřezový modul dílčího průřezu k ose y  
 $W_y$  • průřezový modul dílčího průřezu k ose y  
 $W_{y,eff}$  • průřezový modul efektivního průřezu dílčího průřezu k ose y

Únosnost dílčího prutu na ohyb od momentu  $M_z$  je dána následujícím vztahem pro 1. a 2. třídu

$$M_{c,fi,\Theta,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}} / (\kappa_1 \kappa_2)$$

Pro 3. třídu vztahem

$$M_{c,fi,\Theta,Rd,z} = \frac{W_z k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}} / (\kappa_1 \kappa_2)$$

a pro 4.třídou vztahem

$$M_{c,fi,\Theta,Rd,z} = \frac{W_{z,eff} k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}} / (\kappa_1 \kappa_2)$$

- kde je:
- $W_{pl,z}$  • plastický průřezový modul dílčího průřezu k ose z
  - $W_z$  • průřezový modul dílčího průřezu k ose z
  - $W_{z,eff}$  • průřezový modul efektivního průřezu dílčího průřezu k ose z

Posouzení se nakonec provádí ve dvou řezech. Uprostřed délky dílčího prutu a v místě spojky.

Uprostřed délky dílčího prutu se využívá podmínky

$$\frac{N_{f,Sd} + dN}{N_{fi,\Theta,b,Rd}} + \frac{k_y \frac{M_y}{n}}{M_{fi,\Theta,c,Rd,y}} \leq 1$$

- kde je:
- $n$  • počet dílčích průřezů
  - $dN$  • přírůstek osových sil v dílčím prutu od momentu  $M_z$
  - $k_y$  • součinitel určený shodně jako pro celistvé průřezy

V místě spojky má podmínka tvar

$$\frac{\frac{N}{n} + dN}{N_{fi,\Theta,b,Rd}} + \frac{k_y \frac{M_y}{n}}{M_{fi,\Theta,c,Rd,y}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{M_{fi,\Theta,c,Rd,z}} \leq 1$$

## Posouzení příhradových spojek

Pokud se počítá bez uvažování vzpěru, získává se síla ve spojce vztahem

$$N_{Sp} = \frac{V_y d}{r h_0}$$

- kde je:
- $V_y$  • zadaná posouvající síla
  - $d$  • délka spojky
  - $r$  • počet rovin spojek
  - $h_0$  • vzdálenost těžišť dílčích průřezů

Únosnost spojky se stanoví výrazem

$$N_{fi,\Theta,Rd,Sp} = \frac{A_d k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}}$$

- kde je:
- $k_{y,\Theta}$  • součinitel redukce meze kluzu
  - $A_d$  • plocha průřezu spojky
  - $f_y$  • mez kluzu oceli
  - $\gamma_{M,fi}$  • dílčí součinitel spolehlivosti při požární situaci

Spojky vyhoví, platí-li

$$N_{Sp} \leq N_{fi,\Theta,Rd,Sp}$$

Při uvažování vzpěru se síla ve spojce získá vztahem

$$N_{Sp} = \frac{(V_s + |V_y|) d}{r h_0}$$

- kde je:
- $V_y$  • zadaná posouvající síla
  - $V_s$  • smyková síla v místě spojky
  - $d$  • délka spojky
  - $r$  • počet rovin spojek
  - $h_0$  • vzdálenost těžišť dílčích průřezů

Štíhlost spojky je určena odhadem, podle vztahu

$$\lambda_{Sp} = \frac{d}{3.5 \sqrt{A_d}}$$

kde je:  $d$  • délka spojky  
 $A_d$  • plocha průřezu spojky

Poměrná štíhlost  $\bar{\lambda}_{Sp}$  je dána vztahem

$$\bar{\lambda}_{Sp} = \frac{\lambda_{Sp}}{\lambda_1}$$

kde

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

Součinitel vzpěrnosti  $\chi_{Sp}$  odpovídá poměrné štíhlosti  $\bar{\lambda}_{Sp}$  a je pak počítán ze vztahu

$$\chi_{Sp} = \frac{1}{\varphi_{\Theta} + \sqrt{\varphi_{\Theta}^2 - \bar{\lambda}_{Sp}^2}}$$

kde

$$\varphi_{\Theta} = \frac{1}{2} \left( 1 + \alpha \bar{\lambda}_{Sp} + \bar{\lambda}_{Sp}^2 \right)$$

kde

$$\alpha = 0.65 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

Vzpěrná únosnost spojky je pak dána vztahem

$$N_{fi,\Theta,Rd,Sp} = \chi_{Sp} \frac{A_d k_{y,\Theta} f_y}{\gamma_{M,fi}}$$

Spojky vyhoví, platí-li

$$N_{Sp} \leq N_{fi,\Theta,Rd,Sp}$$

## Kritická teplota

Kritická teplota prvku se určuje jako teplota, při níž je hodnota využití prvku právě rovna 100%. Hodnota kritické teploty se hledá iteračním postupem. Pokud prvek nevyhovuje už při běžné teplotě 20°C, je tato hodnota teploty označena jako kritická a dále se nepočítá. Pro průřezy 4. třídy je normou stanoveno, že teplota prvku nemá přesáhnout 350°C. Tato hodnota je ve výpočtu považována za mezní hodnotu kritické teploty průřezů 4. třídy bez ohledu na využití průřezu.

## Požární detaily

Program Požár nabízí několik typů požárního detailu prvku, v závislosti na tom, jak je provedena požární ochrana prvku. Detaily jsou rozděleny na chráněné a nechráněné a další rozdělení je určeno tím, z kolika stran je průřez vystaven žáru.

Nechráněné průřezy mohou být exponovány žářem ze všech stran nebo mohou být shora ochráněny, např. betonovou deskou stropu. Mohou být rovněž zabetonovány shora do určité výšky, pak se zadává buď výška zabetonování nebo výška části vystavené žáru.

Ochrana průřezu může být v zásadě dvojitá. Nátěr (resp. nástřik) nebo truhlík, kterým je průřez obložen. I zde ještě rozlišujeme průřezy vystavené žáru ze všech stran a průřezy shora ochráněné (např. betonovou deskou stropu).

Materiál požární ochrany může být podle typu požárního detailu dvojitý druhu. Buď je to hmota ve formě nátěru či nástřiku nebo je to materiál ve tvaru desek. Program obsahuje databázi požárně ochranných materiálů, a to jak nátěrů a nástřiků, tak materiálů desek. Je možno používat libovolné další požárně ochranné materiály, a to tak, že se číselně zadají všechny potřebné parametry. Zadává se objemová hmotnost, měrné teplo a tepelná vodivost požárně ochranného materiálu.

## Teplotní křivky

Pro popis vývoje teploty plynů při požáru používá program teplotní křivky pro jednotlivé druhy požáru popsané v normě ČSN EN 1991-1-2. Jsou zde tři nominální teplotní křivky a dále parametrické teplotní křivky.

## Normová teplotní křivka

Základní z nominální křivky, kde je teplota plynů v požárním úseku dána vztahem



$$\Theta_g = 20 + 345 \log_{10}(8t + 1)$$

kde je:  $\theta_g$  • teplota plynů ve °C  
 $t$  • čas v minutách

## Křivka vnějšího požáru

Další nominální teplotní křivkou je křivka vnějšího požáru, kde platí vztah

$$\Theta_g = 660 \left( 1 - 0.687e^{-0.32t} - 0.313e^{-3.8t} \right) + 20$$

kde je:  $\theta_g$  • teplota plynů ve °C  
 $t$  • čas v minutách

Teplota plynů při požáru podle této křivky je limitována hodnotou 680°C, přes kterou v žádném případě nepřestoupí. Proto se při použití této teplotní křivky může stát, že kritické teploty prvku nebude nikdy dosaženo, tedy že jeho doba požární odolnosti je teoreticky nekonečná.

## Uhlovodíková křivka

Poslední nominální teplotní křivkou v programu je uhlovodíková křivka, pro níž platí vztah

$$\Theta_g = 1080 \left( 1 - 0.325e^{-0.167t} - 0.675e^{-2.5t} \right) + 20$$

kde je:  $\theta_g$  • teplota plynů ve °C  
 $t$  • čas v minutách

I pro tuto teplotní křivku je teplota plynů omezena, a to hodnotou 1100°C.

## Parametrická křivka

Parametrická křivka, použitá v programu, platí pro požární úseky o podlahové ploše do 500m<sup>2</sup>, bez otvorů ve střeše a s výškou úseku do 4m. Parametrická křivka je složena ze dvou částí. Z větve fáze ohřevu, kdy teplota plynů narůstá a z větve fáze chladnutí, která popisuje pokles teploty po kulminaci požáru. Pro popis parametrické křivky jsou použity v programu čtyři parametry:

- doba rozvoje požáru neomezeného snížením přístupu kyslíku  $t_{lim}$  (požár řízený palivem)
- tepelná charakteristika povrchu konstrukce ohraničující požární úsek  $b$  daná vztahem

$$b = \sqrt{\rho c \lambda}$$

kde je:  $\rho$  • objemová hmotnost v kg/m<sup>3</sup>  
 $c$  • měrné teplo v J/(kg K)  
 $\lambda$  • tepelná vodivost v W/(m K) materiálu konstrukce

- faktor otvorů  $O$  daný vztahem

$$O = A_v \frac{\sqrt{h_{eq}}}{A_t}$$

kde je:  $A_v$  • celková plocha svislých otvorů ve všech stěnách ohraničujících požární úsek v m<sup>2</sup>  
 $h_{eq}$  • vážený průměr výšek oken ve všech stěnách ohraničujících požární úsek v m  
 $A_t$  • celková plocha konstrukcí ohraničujících požární úsek včetně otvorů v m<sup>2</sup>

- návrhová hodnota hustoty požárního zatížení  $q_{t,d}$  vztažená k celé ploše povrchu  $A_t$  ohraničujících konstrukcí požárního úseku.

## Vývoj teploty

Vývoj teploty ocelového prvku se liší pro prvky nechráněné a pro prvky chráněné.

Vývoj teploty nechráněných prvků uvažujeme podle výrazu

$$\Delta\Theta_{a,t} = \frac{A_m/V}{c_a \rho_a} h_{net} \Delta t$$

kde je:  $\Delta\theta_{a,t}$  • přírůstek teploty ocelového prvku  
 $A_m/V$  • součinitel průřezu závislý na typu požárního detailu  
 $c_a$  • měrné teplo oceli  
 $\rho_a$  • objemová hmotnost oceli  
 $h_{net}$  • návrhová hodnota tepelné pohltivosti na jednotku plochy  
 $\Delta t$  • časový interval

Měrné teplo oceli se mění s teplotou podle vztahů uvedených v kap. 3.4.1.2 normy ČSN EN 1993-1-2. Tepelná pohltivost  $h_{net}$  je stanovena podle čl. 3.1 normy ČSN EN 1991-1-2. Teplota ocelového prvku se načítá po přírůstcích, přičemž časový interval přírůstku  $\Delta t$  je uvažován 5 sekund.

Vývoj teploty chráněných prvků uvažujeme podle výrazu

$$\Delta\Theta_{a,t} = \frac{\lambda_p A_p / V}{d_p c_a \rho_a} \frac{\Theta_{g,t} - \Theta_{a,t}}{1 + \phi/3} \Delta t - (e^{\phi/10} - 1) \Delta\Theta_{g,t}$$

ve kterém

$$\phi = \frac{c_p \rho_p}{c_a \rho_a} d_p A_p / V$$

- kde je:
- $\Delta\Theta_{a,t}$  • přírůstek teploty ocelového prvku
  - $\lambda_p$  • tepelná vodivost požárně ochranného materiálu
  - $A_p/V$  • součinitel průřezu závislý na typu požárního detailu
  - $d_p$  • tloušťka vrstvy požárně ochranného materiálu
  - $c_a$  • měrné teplo oceli
  - $\rho_a$  • objemová hmotnost oceli
  - $\Theta_{g,t}$  • teplota okolního plynu v čase  $t$
  - $\Theta_{a,t}$  • teplota ocelového prvku v čase  $t$
  - $\Delta t$  • časový interval
  - $\Delta\Theta_{g,t}$  • přírůstek teploty okolního plynu během časového intervalu  $\Delta t$
  - $c_p$  • měrné teplo požárně ochranného materiálu
  - $\rho_p$  • objemová hmotnost požárně ochranného materiálu

Měrné teplo oceli se mění s teplotou podle vztahů uvedených v kap. 3.4.1.2 normy ČSN EN 1993-1-2. Teplota ocelového prvku se načítá po přírůstcích, přičemž časový interval přírůstku  $\Delta t$  je uvažován 30 sekund.

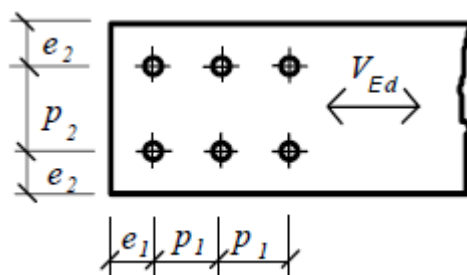
Doba požární odolnosti je stanovena jako součet časových intervalů  $\Delta t$ , po nichž součet přírůstků teploty  $\Delta\Theta_{a,t}$  dosáhne hodnoty kritické teploty, která byla spočtena dříve, na základě využití prvku.

## Ocelové spoje

### Spojovací prostředky - šrouby

#### Rozteče

Pro přípoje namáhané smykem jsou předepsány minimální a maximální vzdálenosti šroubů:



Rozteče šroubů

$$1.2d_0 \leq e_1 \leq \max(12t, 150\text{mm})$$

$$1.2d_0 \leq e_2 \leq \max(12t, 150\text{mm})$$

$$2.2d_0 \leq p_1 \leq \max(14t, 150\text{mm})$$

$$3.0d_0 \leq p_2 \leq \max(14t, 150\text{mm})$$

- kde je:
- $t$  • nejmenší tloušťka spojovaného materiálu
  - $d_0$  • průměr otvoru
  - $e_1, e_2, p_1, p_2$  • rozteč dle obrázku

Doporučené hodnoty vzdáleností šroubů usnadňují bezpečný a ekonomický návrh přípojí. Doporučené rozteče jsou:

Šrouby	Doporučené rozteče (mm)		
	$p; p_2$	$e$	$e$

M12	44	30	25
M16	55	40	30
M20	70	50	40
M24	80	60	50
M27	90	70	55
M30	100	75	60
M36	120	90	70

## Únosnost ve střihu

Návrhová únosnost  $n$  šroubů ve střihu se určí s jedním střihem ve dřívku každého šroubu

$$F_{v,Rd} = n \frac{0.6 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

Pro střih v závitu šroubu je tato únosnost:

pro šrouby z materiálu třídy 4.6, 5.6, 8.8

$$F_{v,Rd} = n \frac{0.6 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

pro šrouby z materiálu 4.8, 5.8, 10.9

$$F_{v,Rd} = n \frac{0.5 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

kde je:  $F_{v,Rd}$  • únosnost ve střihu  
 $f_{ub}$  • mez pevnosti šroubů  
 $A_s$  • plocha jádra šroubu

Program pro posouzení ve smyku důsledně využívá konzervativní hodnotu střihu v ploše se závitem šroubu. V případě, že uživatel potřebuje posouzení plochy ve dřívku šroubu musí si ji definovat ručně.

## Únosnost v otláčení

Návrhová únosnost šroubů v otláčení v čelní desce a v prvku do nějž je připojováno se vypočte pro svislý směr za pomoci nejmenší  $\alpha$

$$\alpha = \frac{e_1}{3d_0}; \alpha = \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}; \alpha = 1.0$$

a pro nejmenší  $k_1$

$$k_1 = 2.8 \frac{e_2}{d_0} - 1.7; k_1 = 1.4 \frac{p_2}{d_0} - 1.7; k_1 = 2.5$$

Ve vodorovném směru se vybírá minimální hodnota  $\alpha$  z následujících vzorců

$$\alpha = \frac{e_2}{3d_0}; \alpha = \frac{p_2}{3d_0} - \frac{1}{4}; \alpha = \frac{f_{ub}}{f_{u,p}}; \alpha = 1.0$$

nejmenší hodnota  $k_1$  je vybrána pro vodorovný směr ze vztahů

$$k_1 = 2.8 \frac{e_1}{d_0} - 1.7; k_1 = 1.4 \frac{p_1}{d_0} - 1.7; k_1 = 2.5$$

konečná únosnost je dána vztahem

$$F_{b,Rd} = n \frac{k_1 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

kde je:  $F_{b,Rd}$  • návrhová únosnost šroubů v otláčení  
 $d_0$  • průměr otvoru  
 $e_1, e_2, p_1, p_2$  • rozteč dle obrázku  
 $d$  • průměr šroubu  
 $t$  • tloušťka desky

## Únosnost v prokluzu

V případě, že se přípoj navrhne jako třecí se určí předpínací síla ve šroubu

$$F_{p,C} = 0.7 f_{ub} A_s$$

Návrhová únosnost šroubu při prokluzu se vypočte jako

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s n_{ub} \mu}{\gamma_{M3}} F_{p,C}$$

Přípoje lze předpínat na mezní stav použitelnosti, pak se při mezním stavu únosnosti posoudí spoj na střih a na otláčení. V programu je ale vždy návrh proveden při prokluzu při mezním stavu únosnosti. V tomto případě stačí posouzení vytržení konce, které se provádí posouzením přípoje v otláčení.

Použité součinitele tření  $\mu$  jsou uvedeny v následující tabulce:

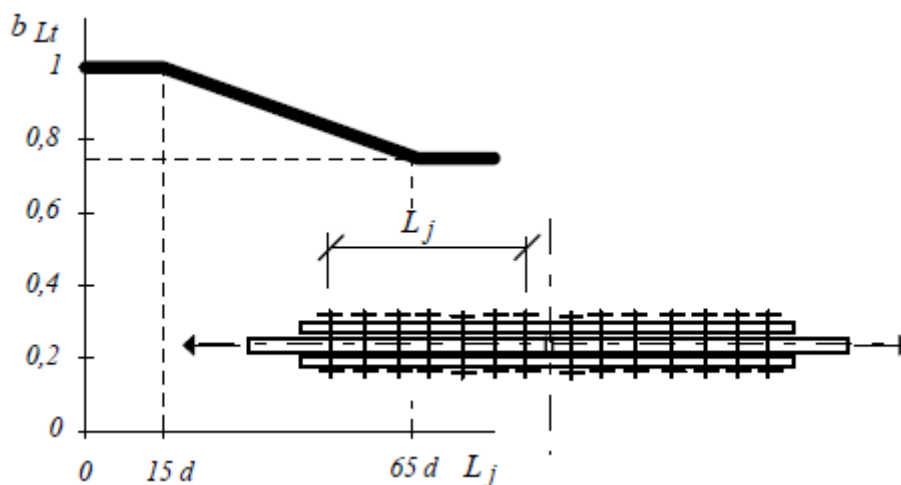
Třída	Úprava povrchu	$\mu$
A	otrýskání drtí nebo granulátem	0,5
B	otrýskání drtí nebo granulátem s Al, Zn metalizací nebo Zn-silikátovým nátěrem	0,4
C	očistění drátěným kartáčem nebo plamenem	0,3
D	bez úprav	0,2

### Dlouhý přípoj

Návrhová únosnost šroubů namáhaných ve smyku  $F_{v,Rd}$  v dlouhém přípoji, ve kterém je ve směru síly vzdálenost os krajních šroubů větší než  $15d$ , se redukuje součinitelem

$$\beta_{Lf} = 1 - \frac{L_j - 15d}{200d}; \beta_{Lf} \leq 1.0; \beta_{Lf} \geq 0.75$$

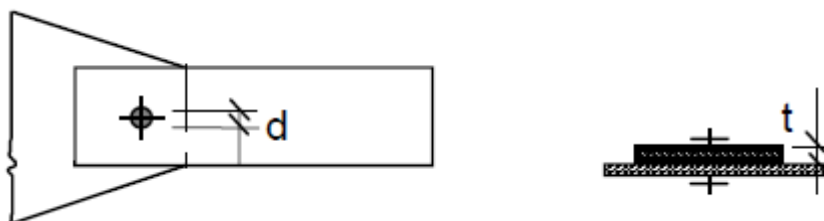
kde  $L_j$  je vzdálenost os krajních šroubů v přípoji.



Redukce únosnosti dlouhého přípoje

Návrhová únosnost přeplátovaného přípoje s pouze jedním šroubem v jednostřížném přípoji je dle EN 1993-1-8, čl. 3.6.1, odst. (10) omezena vztahem

$$F_{b,Rd} = \frac{1.5 f_u d t}{\gamma_{M2}}$$



Přeplátovaný přípoj s jedním šroubem

### Excentrické přípoje úhelníku

Šroubované přípoje úhelníků jsou staticky kloubové přípoje. Protože je průměr otvoru vždy výrazně větší než průměr šroubu, je ohybová tuhost redukována v počáteční fázi zatěžování prokluzem ve styku. Návrhová únosnost šroubovaného nesymetrického přípoje úhelníku, viz EN 1993-1-8, čl. 3.10.3, je omezena excentricitou, která se může uvažovat

zjednodušeně redukcí únosnosti:

při jednom šroubu

$$N_{u,Rd} = \frac{2.0 (e_2 - 0.5d_0) t f_u}{\gamma_{M2}}$$

při dvou šroubech

$$N_{u,Rd} = \frac{\beta_2 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}}$$

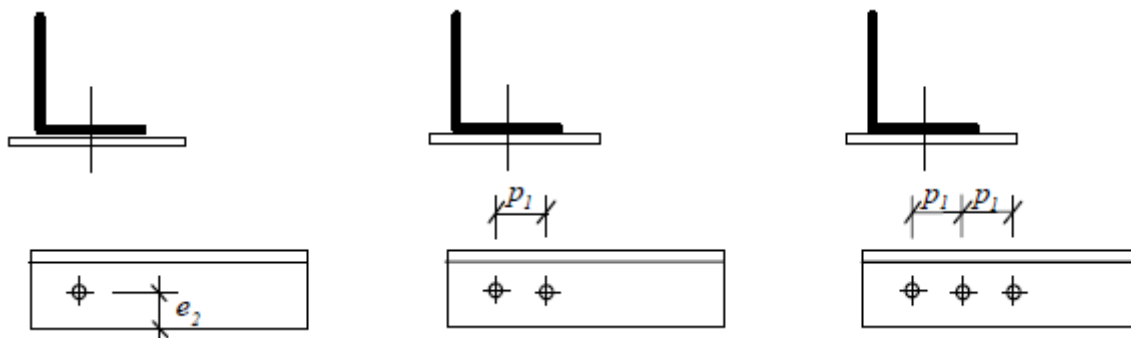
při třech a více šroubech

$$N_{u,Rd} = \frac{\beta_3 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}}$$

kde je:  $\gamma_{M2}$  • parciální součinitel spolehlivosti oslabeného průřezu  
 $A_{net}$  • plocha úhelníku oslabená otvory šroubů  
 $\beta_2, \beta_3$  • redukční součinitele dle EN 1993-1-8, čl. 3.10.3.

Redukční součinitele  $\beta_2, \beta_3$  pro úhelníky jsou použity dle tabulky 6.5.1 normy EN 1993-1-1:

Rozteč	$\leq 2,5d_0$	$\geq 2,5d_0$
dva šrouby	0,4	0,7
tři a více šroubů	0,5	0,7



Redukce únosnosti přípoje excentricky připojeného úhelník

V programu jsou všechny přípoje úhelníků posouzeny konzervativně jako excentrické, což odpovídá českým ale ne evropským zvyklostem.

## Spojovací prostředky - svary

Únosnost koutového svaru se vypočte jako

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u a_{we} 2 L_{we}}{\beta_w \gamma_{M2} \sqrt{2}}$$

kde je:  $L_{we}$  • délka svaru

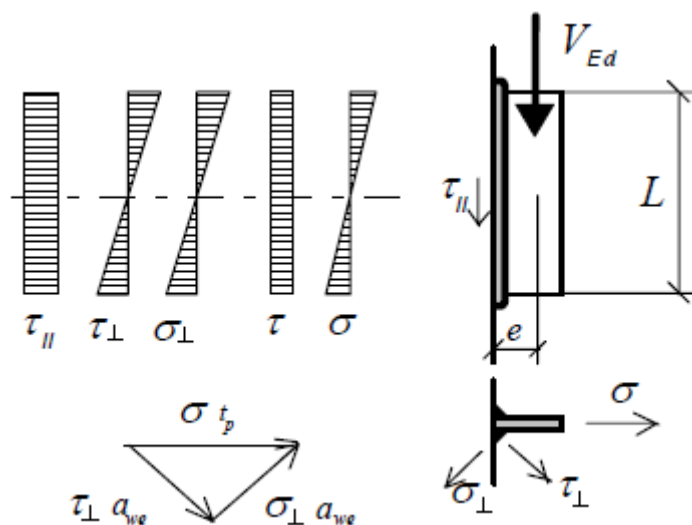
Únosnost koutového svaru namáhaného v rovině se stanoví pro jednotlivé složky napětí

$$\sigma = \frac{V_{Ed} e}{t_p L^2}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{t_p \sigma}{2 a_{we} \sqrt{2}}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{V_{Ed}}{2 a_{we} L}$$

Schéma průběhů jednotlivých složek napětí:



Koutový svar namáhaný v rovině

Svar se posoudí pro rovinnou napjatost

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

a

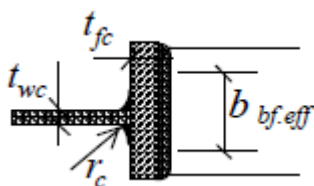
$$\sigma_{\perp} \leq 0.9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Únosnost připojení I-průřezu koutovými svary je ve výpočtu uvažováno při plastickém rozdělení vnitřních sil. Svary na stojině nosníku přenášejí posouvající sílu a svary na pásnicích přenášejí ohybový moment. Pro některé konstrukční úpravy a pro některé rozdělení vnitřních sil nemusí být tato metodika vhodná (připojení náběhů) a pružné řešení vycházející z průřezu svarového obrazce může vést k větší únosnosti a lepšímu využití materiálu.

### Svary na nevyztužené pásnici

Redukce únosnosti svaru na nevyztuženou pásnici sloupu (přivaňuje se pásnice nosníku nebo plech) se uvažuje náhradní šířkou připojované pásnice. Počítá se s účinnou šířkou svaru

$$b_{bf,eff} = \min(b_{fb}; t_{wc} + 2r_c + 7t_{fc})$$



Svary na nevyztužené pásnici

### Vliv zpevnění materiálu

Ve styčnicích, kde se požaduje formování plného plastického kloubu, může vliv zpevnění základního materiálu konstrukce nepříznivě ovlivnit únosnost svarů. Svary se proto v tomto případě navrhují na zvýšenou únosnost styčniců a to pro

- **vyztužené rámy** -  $1,4M_{j,rd}$
- **nevyztužené rámy** -  $1,7M_{j,rd}$

### Spojovací prostředky - styčnickový plech

Ve výpočtech se předpokládá, že styčnickový plech namáhaný v rovině je částečně vyztužen pro namáhání v rovině připojovanými prvky. Styčnickový plech se proto posuzuje jako třídy 3, tj. pouze v pružné oblasti působení, ale bez uvažování případného místního boulení plechu. Výše uvedený předpoklad není konzervativní a pro některá konstrukční uspořádání nelze využít.

### Plný a oslabený průřez ve smyku

Návrhová únosnost plechu ve smyku se vypočte podle

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

pokud je detail namáhaný též na ohyb (styčnicková deska a stěna nosníku v detailu "Břit"), je proveden následující posudek:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v}{1.27} \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

kde je:  $A_v$  • plocha ve smyku  
1.27 • Redukční součinitel, který zohledňuje nominální ohybový moment přípoje

Oslabení otvory pro posouzení čelní desky ve smyku se neuvažuje pro

$$\frac{A_{v,net}}{A_v} > \frac{f_y}{f_u}$$

jinak se únosnost desky ve smyku pak stanoví ze vztahu

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{v,net} f_u}{\sqrt{3} \gamma_{M2}}$$

kde je:  $A_{v,net}$  • oslabená plocha ve smyku

### Vytržení bloku při namáhání smykem

Při tomto posouzení se zjistí oslabená plocha namáhaná tahem  $A_{nt}$ . Pro detail s jednou řadou šroubů je použit vztah:

$$A_{nt} = t_p \left( e_2 - \frac{d_0}{2} \right)$$

Pro detail se dvěma řadami šroubů má vztah podobu

$$A_{nt} = t_p \left( p_2 + e_2 - \frac{3d_0}{2} \right)$$

Oslabená plocha namáhaná smykem  $A_{nv}$  je získána jako

$$A_{nv} = t_p [h_p - e_1 - (n_1 - 0.5) d_0]$$

Při posouzení je použit vzorec

$$V_{Rd,b} = \frac{0.5 f_{u,p} A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{f_{y,p} A_{nv}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

Posouzení čelní desky probíhá obdobným způsobem:

$$L_1 = a_1 \leq 5d$$

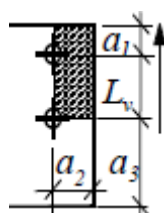
$$L_2 = (a_2 - 0.5d_0) \frac{f_u}{f_y}$$

$$L_3 = L_v + a_1 + a_3 \leq (L_v + a_1 + a_3 - nd_0) \frac{f_u}{f_y}$$

$$L_{v,eff} = L_v + L_1 + L_2$$

Únosnost je dána vztahem

$$V_{u,Rd} = \frac{A_{v,eff} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{t_w L_{v,eff} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$



Čelní deska ve smyku



## V ohybu

Pokud je splněno

$$z_p \leq \frac{t_p}{0.15}$$

vypočte se návrhová únosnost plechu v ohybu pro průřez 3. třídy dle čl. 6.2.5 normy EN 1993-1-1 z výrazu

$$M_{el,Rd} = W \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

Pokud výše uvedený výraz není splněn (jedná se o dlouhou konzolu), je proveden posudek s vlivem klopení. Návrhová únosnost je poté dána vztahem

$$V_{Rd} = \min \left( \frac{W_{el,p} \chi_{LT} f_{y,p}}{z \cdot 0.6 \gamma_{M1}}, \frac{W_{el,p} f_{y,p}}{z \cdot \gamma_{M0}} \right)$$

kde součinitel 0,6 zohledňuje trojúhelníkový tvar průběhu ohybového momentu v konzole a  $\chi_{LT}$  je získán ze štíhlosti styčnickové desky  $\bar{\lambda}_{LT}$ . Ta je spočtena následujícím vzorcem:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \frac{2.8}{86.4} \sqrt{\frac{z_p h_p}{1.5 t_p^2}} \sqrt{\frac{f_{y,p}}{275}}$$

kde

$$z_p = e_{2,b} + g_h$$

S oslabením otvory se uvažuje v případě, že

$$0.9 \frac{A_{v,net}}{A_v} n > \frac{f_y \gamma_{M2}}{f_u \gamma_{M0}}$$

## Kombinace smyku a ohybu

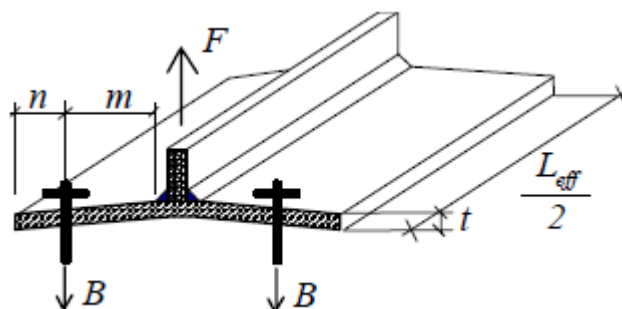
V případě, že je plech namáhán ve smyku méně než na polovinu své návrhové únosnosti, se nemusí uvažovat dle EN 1993-1-1 čl. 6.2.8 s kombinací smyku a ohybu. V opačném případě se únosnost v ohybu redukuje vlivem smyku.

Styčnickový plech v případě posuzování styčnicku s úhelníky může být v rovině komplikovaně namáhán. Ve výpočtu je posouzena jeho únosnost pouze ve vodorovném, obvykle rozhodujícím, řezu u svaru. Tento řez je posouzen na kombinaci namáhání ve smyku, v tahu a v ohybu. V případě připojení více prutů do styčnicku je uvažováno posouzení pouze pro výsledné namáhání.

## Čelní deska/pásnice sloupu v ohybu, šrouby v tahu

### Náhradní T-profil

Výpočet únosnosti a tuhosti pásnice sloupu nebo čelní desky v ohybu se převádí na výpočet únosnosti náhradního T-profilu s jednou řadou šroubů. Délka náhradního T-profilu vyjadřuje způsob jeho uložení.



Náhradní T-profil

## Únosnost

Při tuhoplastické analýze T-profilu lze předpokládat, že ztráta únosnosti nastane porušením T-profilu při vytvoření:

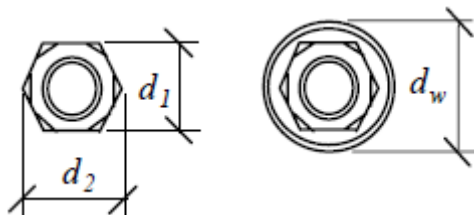
1. Čtyř plastických kloubů
2. Porušením T profilu při vytvoření dvou plastických kloubů

3. Porušením šroubů, z principu zachování energie lze vyjádřit sílu na mezi porušení porovnáním vnější práce (síla násobená dráhou) s prací vnitřní (moment násobený natočením)

K porušení šroubů dojde buď tahem nebo protlačením hlavy či matice šroubu:

$$2B_{t,Rd} = 2\min \left\{ \frac{0.9A_s f_{ub}}{\gamma_{M2}}, \frac{0.6\pi d_w t f_u}{\gamma_{M2}} \right\}$$

kde rozměr  $d_w$  se určí z rozměrů matice nebo hlavy šroubu:



Rozměry matice a podložky

Únosnost náhradního T-profilu je omezena nejmenší únosností ze tří možných způsobů porušení. Po doplnění výrazů o dílčí součinitele spolehlivosti bude návrhová únosnost pro první způsob porušení (porušení desky)

$$F_{T,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$$

při uvažování skutečné velikosti šroubu lze počítat přesněji s

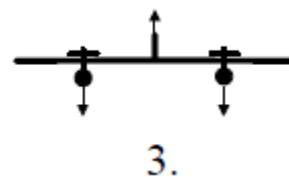
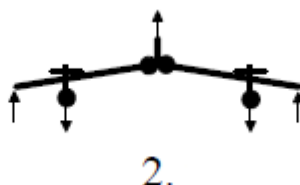
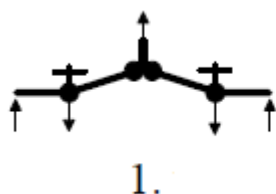
$$F_{T,Rd} = \frac{(8n - 2e_w) M_{pl,1,Rd}}{2mn - e_w(m + n)}$$

druhý způsob porušení (porušení desky a šroubů současně)

$$F_{T,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + 2nB_{t,Rd}}{m + n}$$

a pro třetí způsob porušení (porušení ve šroubech)

$$F_{T,Rd} = 2B_{t,Rd}$$



Tvary porušení

kde je:

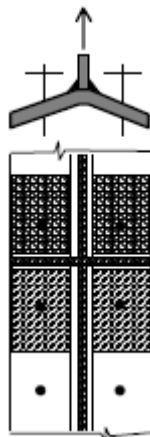
$$n = e_{min} \leq 1.25m$$

$$M_{pl,1,Rd} = 0.25L_{eff,1}t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$$

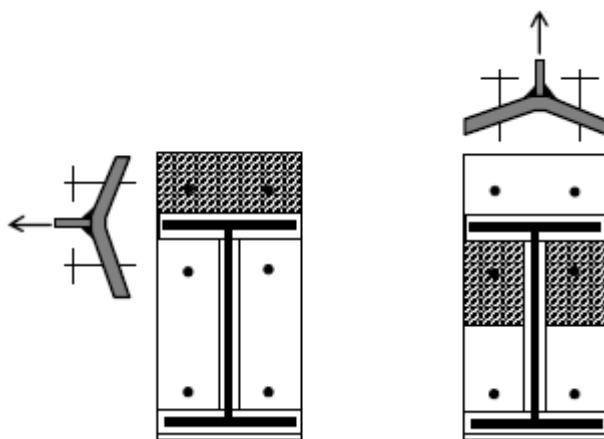
$$M_{pl,2,Rd} = 0.25L_{eff,2}t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$$

$$e_w = d_w / 4$$

Náhradní T-profil se volí tak, že dochází k ohybu kolem stěny nosníku (pro pásnici sloupu i pro čelní desku). Pouze pro šrouby na nevyztužené čelní desce se přečnívající konec desky ohýbá kolem pásnice nosníku.

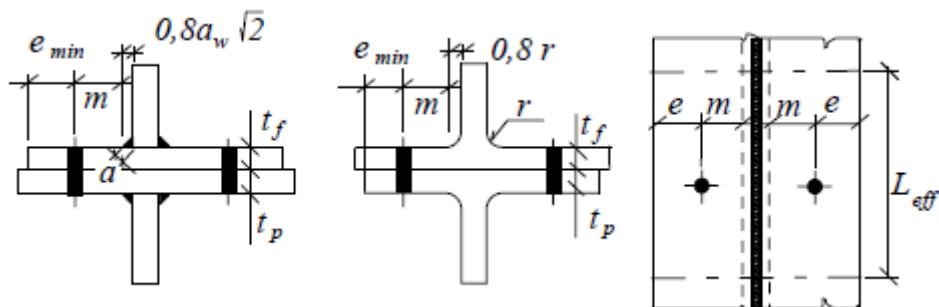


Náhradní T-profil pro styčník nosníku se sloupem, vyztužená pásnice sloupu



Náhradní T-profil pro styčník nosníku se sloupem, čelní deska s řadou šroubů nad pásnicí bez svislé výztuhy, čelní deska s řadou šroubů pod pásnicí

Únosnost náhradního T-profilu je třeba stanovit pro obě strany přípoje znázorněného na obrázku výše, tedy pro pásnici sloupu a pro čelní desku samostatně. O únosnosti rozhodne menší z obou únosností.



Rozměry náhradního T profilu pro svařovaný a válcovaný profil

## Vliv normálového napětí ve sloupu

Při současném příčném ohybu a normálovém napětím od účinků osové síly a ohybového momentu v pásnici sloupu může být únosnost přípoje ovlivněna. Jestliže normálové napětí v pásnici sloupu  $\sigma_{com,Ed}$  překročí hodnotu  $180\text{MPa}$  (pro S235) redukuje se plastický moment únosnosti pásnice  $M_{pl,Rd}$  součinitelem

$$k_{fc} = (2f_{y,fc} - 180 - \sigma_{com,Ed}) (2f_{y,fc} - 360) \leq 1.0$$

## Účinná délka náhradního T profilu

Účinná délka náhradního T-profilu  $L_{eff}$  se určuje pro jednotlivé řady šroubů metodou liniových kloubů. Při větším počtu možných tvarů porušení se počítá s nejmenší hodnotou účinné délky. Protože při kruhovém porušení (s délkou  $L_{eff,cp}$ ) nemůže nastat druhý způsob porušení náhradního T-profilu (desky a šroubu), zavádí se do výpočtu dvě účinné délky, které jsou viditelné na obrázku níže.

$$L_{eff,1} = \min(L_{eff,cp}, L_{eff,op})$$

$$L_{eff,2} = L_{eff,op}$$

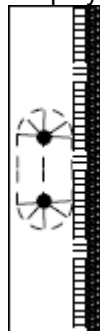
## Kruhová porušení

 $L_{eff,cp}$ 

jednoho šroubu



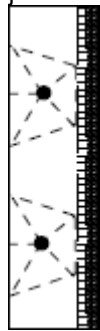
skupiny šroubů



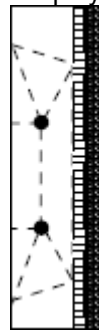
## Jiná porušení

 $L_{eff,op}$ 

jednoho šroubu



skupiny šroubů

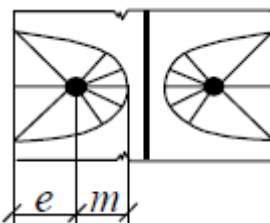


Účinná délka náhradního T profilu se pro kruhové porušení určí jako délka poloviny T-profilu, který má stejnou únosnost jako kruhová deska vetknutá po obvodě a je zatížená silou uprostřed. Experimenty byla potvrzena dobrá shoda s předpokladem  $m = r \approx n$ , a proto je výraz použit v EN 1993-1-8 jako

$$L_{eff,cp} = 2\pi m$$

Obdobně lze stanovit délku náhradního T-profilu pro šroub na kraji plechu na následujícím obrázku jako

$$L_{eff,op} = 4m + 1.25e$$



Linie plastických kloubů při jiném tvaru porušení

Účinná délka náhradního T-profilu  $L_{eff}$  pro šrouby u výztuhy pásnice sloupu (nebo na čelní desce pod pásnicí nosníku) se určí při porušení šroubu samostatně jako

$$L_{eff,op} = \alpha m$$

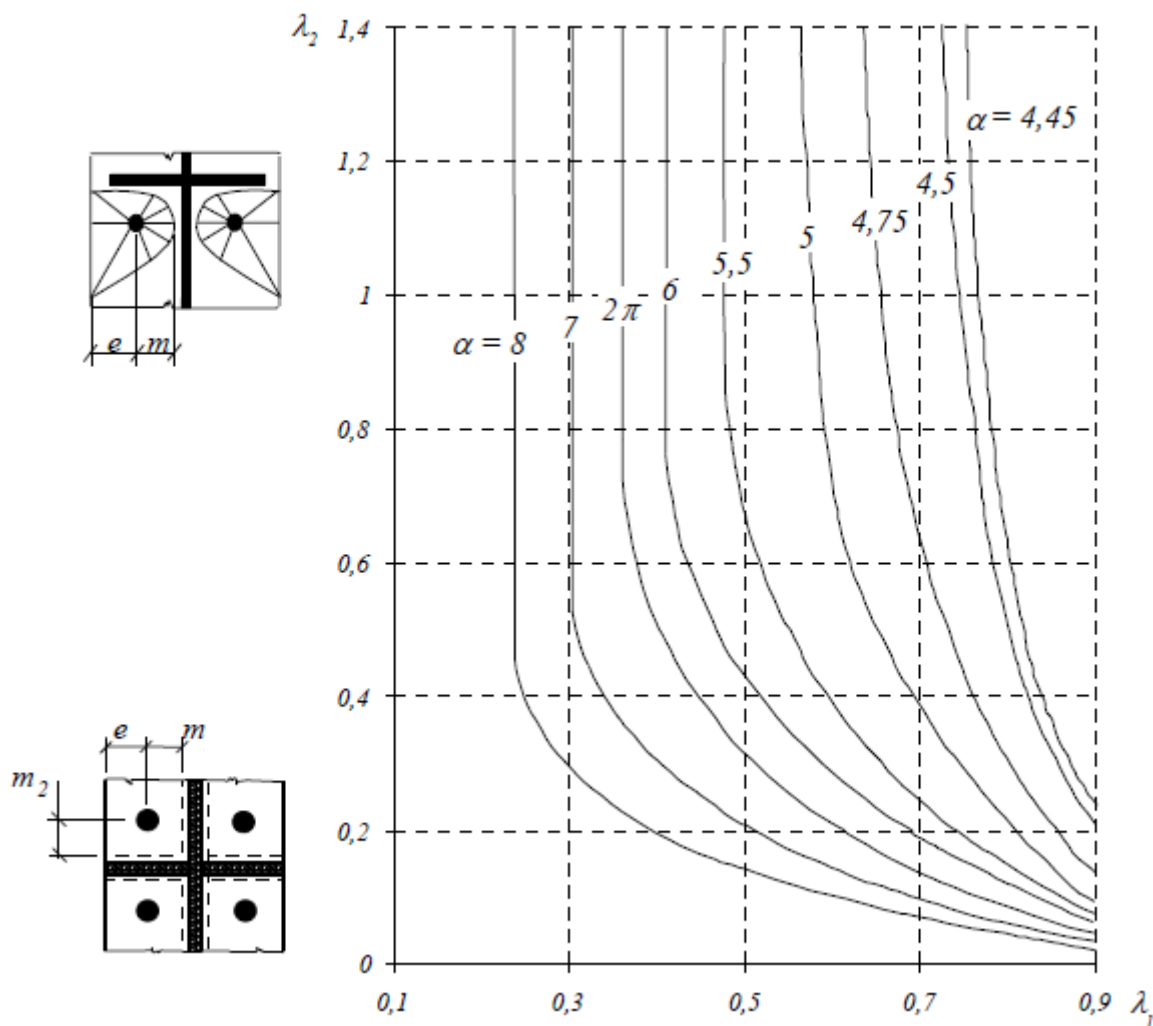
a při porušení skupiny šroubů

$$L_{eff,op} = 0.5p + \alpha m - 2m - 0.625e$$

Součinitel  $\alpha$  se stanovuje z grafu, který byl vypracován jako souhrn analytických a numerických řešení při posouvání šroubu reálného rozměru v rohu, v závislosti na parametrech

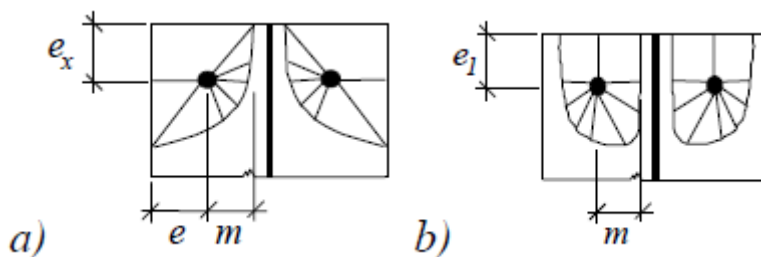
$$\lambda_1 = \frac{m}{m+e}; \lambda_2 = \frac{m_2}{m+e}$$

Význam rozměrů  $m$ ,  $m_2$  a  $e$  T-profilu jsou zobrazeny na obrázku:



Grafy pro stanovení délky náhradního T profilu pro šrouby u výztuhy

Hodnoty součinitele  $\alpha$  se pohybují od 4,45 do 8 v závislosti na poloze šroubu v rohu výztuh plechu. Hodnoty součinitele byly zjištěny experimentálně a analyticky. Při algoritimizaci se počítají z funkčního popisu plochy únosnosti.



Plastické liniové klouby pro šrouby na konci pásnice

Pro šrouby na konci pásnice (varianta a) na obrázku výše se vypočte délka náhradního T-profilu jako

$$L_{eff,op} = 2m + 0.625e + e_x$$

nebo pro kruhové porušení (varianta b) na obrázku výše) podle vzorce

$$L_{eff,cp} = \pi m + 2e_1$$

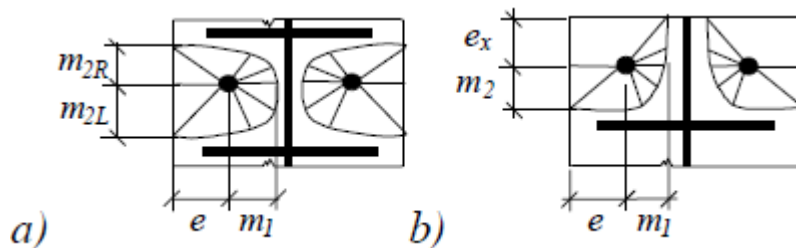
Pro šrouby mezi dvěma výztuhami (varianta a) na obrázku níže), se stanoví délka náhradního T-profilu ze vzorce

$$L_{eff,op} = \alpha_R m_1 + \alpha_L m_1 - (4m_1 + 1.25e)$$

kde  $\alpha_R$  odpovídá  $m_R$  a  $\alpha_L$  se stanoví pro  $m_L$ .

Pro šrouby mezi výztuhou a koncem pásnice (varianta b) na obrázku níže), se stanoví délka náhradního T-profilu z

$$L_{eff,op} = \alpha m_1 - (2m_1 + 0.625e) + e_x$$



Plastické liniové klouby a) pro šrouby mezi výztuhami, b) pro šrouby mezi výztuhou a koncem čelní desky

Pro šrouby na konci čelní desky rozhoduje pro délku náhradního T-profilu jeden z následujících způsobů porušení:

- plastické kruhové porušení

$$L_{eff,cp} = 2\pi m_x$$

- porušení jednotlivých šroubů

$$L_{eff,op} = 4m_x + 1.25e_x$$

- porušení v rohu desky

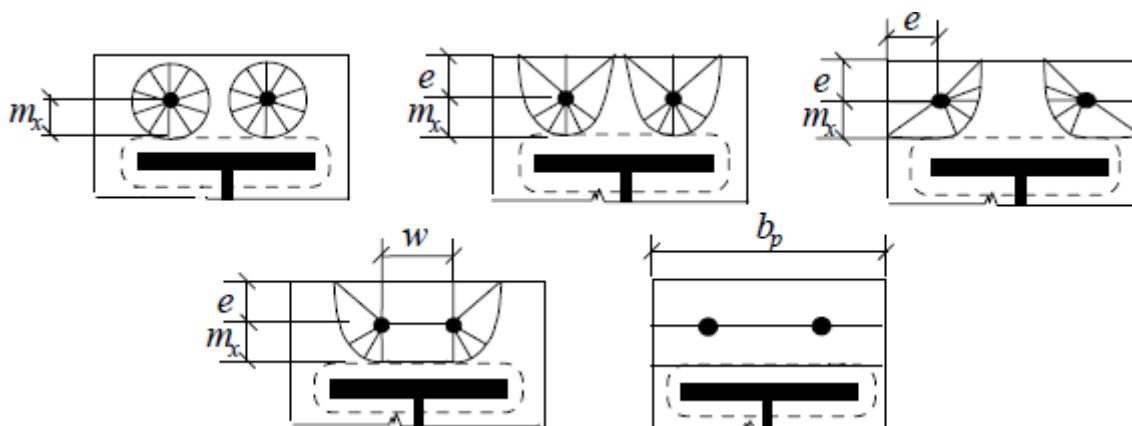
$$L_{eff,op} = 2m_x + 0.625e_x + w/2$$

- porušení skupiny šroubů

$$L_{eff,op} = 2m_x + 0.625e_x + w/2$$

- ohyb desky jako celku

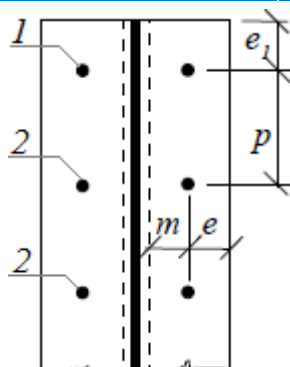
$$L_{eff,op} = \frac{b_p}{2}$$



Náhradní délka pro šrouby na konci čelní desky

Únosnost jednotlivých řad šroubů pro pásnice nevytuzených sloupů je stanovena následovně:

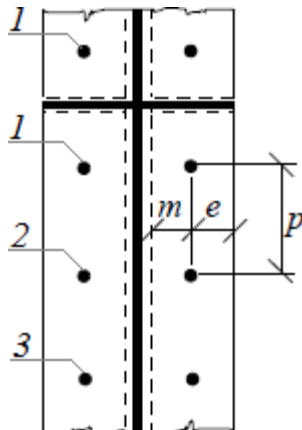
	porušení jedné řady šroubů		porušení skupiny řad šroubů	
řada šroubů	kruhové ( $L_{eff,cp}$ )	jiné ( $L_{eff,op}$ )	kruhové ( $L_{eff,cp}$ )	jiné ( $L_{eff,op}$ )
vnitřní	$2\pi m$	$4m+1,25e$	$2p$	$p$
koncová	$2\pi m$ $\pi m+2e_1$	$4m+1,25e$ $2m+0,625e+e_1$	$\pi m+p$ $2e_1+p$	$2m+0,625e+0,5p$ $e_1+0,5p$



*Nevyztužená pásnice sloupu: koncová (1) a vnitřní (2) řady šroubů*

Únosnost jednotlivých řad šroubů pro pásnice vyztužených sloupů je stanovena následovně:

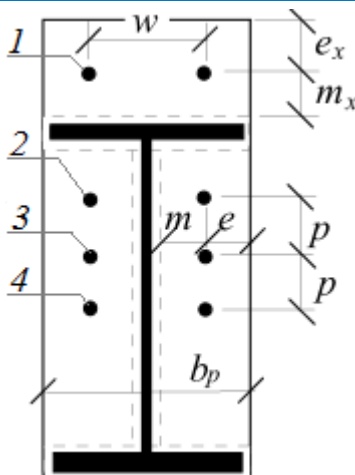
porušení	jedné řady šroubů		skupiny řad šroubů	
řada šroubů	kruhové ( $L_{eff.cp}$ )	jiné ( $L_{eff.op}$ )	kruhové ( $L_{eff.cp}$ )	jiné ( $L_{eff.op}$ )
u výztuhy	$2\pi m$	$am$	$\pi m + p$	$0,5p + am - 2m - 0,625e$
vnitřní	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$2p$	$p$
koncová	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$\pi m + p$	$2m + 0,625e + 0,5p$



*Vyztužená pásnice sloupu: řady šroubů u výztuhy (1), vnitřní (2) a koncová (3)*

Únosnost jednotlivých řad šroubů pro čelní desky je stanovena následovně:

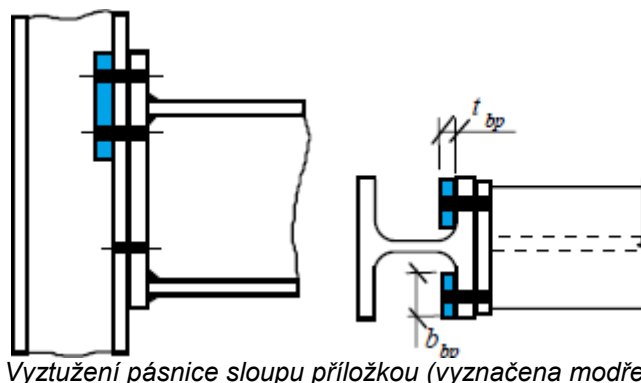
porušení	jedné řady šroubů		skupiny řad šroubů	
řada šroubů	kruhové ( $L_{eff.cp}$ )	jiné ( $L_{eff.op}$ )	kruhové ( $L_{eff.cp}$ )	jiné ( $L_{eff.op}$ )
vně tažené pásnice	$2\pi m$ $\pi m_x + w$ $\pi m_x + 2e$	$4m_x + 1,25e_x$ $e + 4m_x + 0,625e_x$ $0,5b_p$ $0,5w + 2m_x + 0,625e_x$		
pod taženou pásnicí	$2\pi m$	$am$	$\pi m + p$	$0,5p + am - 2m - 0,625e$
vnitřní řada	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$2p$	$p$
koncová řada	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$\pi m + p$	$2m + 0,625e + 0,5p$



*Čelní deska: řada šroubů vně tažené pásnice (1), pod taženou pásnicí (2), vnitřní (3) a koncová (4)*

Pásnice sloupu může být vyztužena příložkou:





Vyztužení pásnice sloupu příložkou (vyznačena modře)

Při vyztužení pásnice sloupu příložkou se zvyšuje únosnost náhradního T-profilu v tahu ohybem příložky při způsobu porušení 1 (porušení náhradní konzoly čtyřmi plastickými klouby v T-profilu) o ohybovou únosnost příložky

$$F_{T,Rd} = \frac{4M_{pl,Rd} + 2M_{bp,Rd}}{m}$$

kde plastický moment příložky je možno stanovit z výrazu

$$M_{bp,Rd} = 0.25 \sum L_{eff} t_{bp}^2 f_{y,bp} / \gamma_{M0}$$

kde je:  $t_{bp}$  • tloušťka příložky  
 $f_{y,bp}$  • mez kluzu příložky

### Únosnost nevyztužené pásnice sloupu ve svařovaném styčnicku

Únosnost nevyztužené pásnice sloupu ve svařovaném přípoji se stanovuje z výrazu

$$F_{t,fc,Rd} = (t_{wc} + 2s + 7kt_{fc}) t_{fb} f_{y,fb} / \gamma_{M0}$$

ale

$$F_{t,fc,Rd} \geq 0,7 b_{fb} t_{fb} f_{y,fb} / \gamma_{M0}$$

kde je:  $t_{wc}$  a  $t_{fc}$  • tloušťka stěny pásnice sloupu  
 $f_{fb}$  a  $t_{fb}$  • rozměry pásnice připojovaného nosníku

Pro válcované profily  $s = r_c$ , pro svařované  $s = a_{b,wf}^{20,5}$  a

$$k = \frac{t_{fc} f_{y,fc}}{t_{fb} f_{y,fb}} \leq 1.0$$

### Tuhost

Předpokládá se, že tuhost každého komponentu lze vyjádřit samostatně. Tento předpoklad neplatí, pokud dojde k páčení šroubů, kdy velikost síly ve šroubech závisí také na tuhosti T-profilu. Přesné řešení je v takovém případě složité a používá se jen přibližný postup. Deformaci jedné řady šroubů  $\delta_b$  lze vypočítat ze vztahu

$$\delta_b = \frac{F_b L_b}{2E A_s}$$

a z něho lze odvodit součinitel tuhosti jedné řady šroubů  $k_b$

$$k_b = \frac{F_b}{E \delta_b} = 2.0 \frac{A_s}{L_b}$$

Součinitel tuhosti desky v ohybu se v případech, kdy nenastane páčení šroubů, určí ze vztahu pro deformaci konzoly

$$\delta_p = \frac{F_p m^3}{3EI}$$

$$k_p = \frac{F_p}{E \delta_p} = \frac{F_p 3EI}{E F_p m^3} = \frac{3 \frac{L_{eff,ini}^3}{12}}{m^3} = \frac{L_{eff,ini}^3}{2m^3}$$

V EN 1993-1-8 je pro výpočet tuhosti použita počáteční pružná hodnota spolupůsobící délky T-profilu odhadnutá jako  $L_{eff,ini} = 0,9 L_{eff}$ .

Odvození součinitele tuhosti náhradního T-profilu v případě, že dochází k páčení šroubů, je komplikovanější, neboť při páčení dochází k vzájemnému ovlivňování obou komponentů: šroubů v tahu a T-profilu. Pro potřebu jednoduchého

výpočtu byl tento vliv zanedbán a pro tuhost T-profilu s páčením šroubů se používá následující vztah (značení  $k_{4,5,6}$  odpovídá komponentům podle EN 1993-1-8)

$$k_p = k_4 = k_5 = k_6 = 0.9 \frac{L_{eff} t^3}{m^3}$$

Při vyztužení pásnice sloupu příložkou se tuhost náhradního T-profilu prakticky nezvyšuje a proto lze příložku pro výpočet tuhosti zanedbat.

## Stěna sloupu ve smyku

Únosnost nevyztužené stěny sloupu ve smyku lze stanovit z výrazu EN 1993-1-1

$$V_{wp,Rd} = \frac{0.9 f_{y,wc} A_{vc}}{\gamma_{M0} \sqrt{3}}$$

kde pro válcovaný profil sloupu se uvažuje smyková plocha

$$A_{vc} = A_c - 2b_c t_{fc} + (t_w + 2r_c) t_{fc}$$

V případě, že je stěna sloupu vyztužena vodorovnými výztuhami, zvyšuje se únosnost stěny sloupu ve smyku o působení uzavřeného rámu tvořeného pásnicemi sloupu a výztuhami

$$V_{wp,add,Rd} = \frac{4M_{pl,fc,Rd}}{d_s}$$

ale

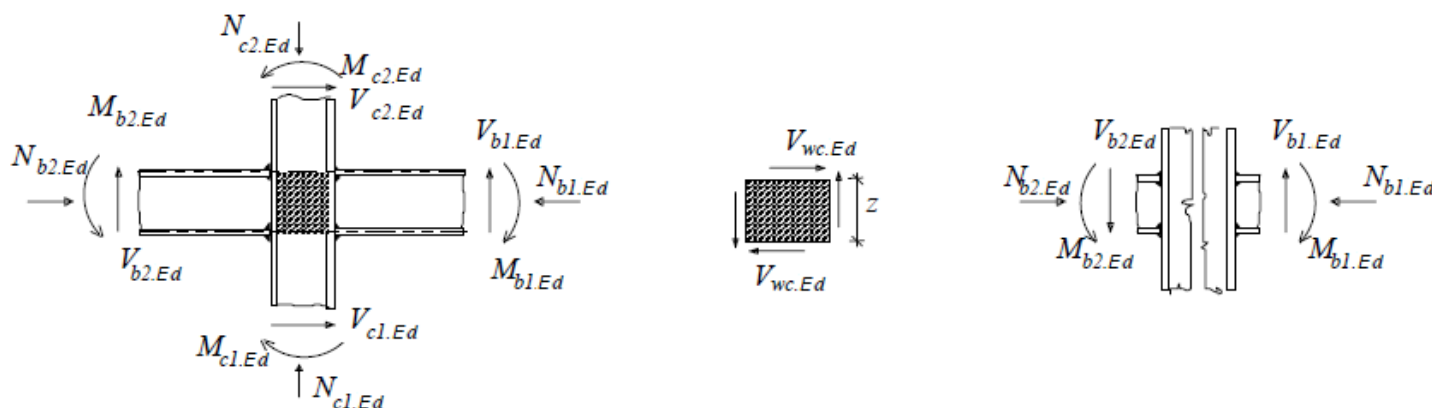
$$V_{wp,add,Rd} \leq \frac{2M_{pl,fc,Rd} + 2M_{pl,st,Rd}}{d_s}$$

kde je:

- $d_s$  • vzdálenost os výztuh
- $M_{pl,fc,Rd}$  • momentová návrhová únosnost pásnice sloupu
- $M_{pl,st,Rd}$  • momentová návrhová únosnost výztuhy sloupu

Únosnost stěny sloupu ve smyku musí být větší než působící průměrná smyková síla ve sloupu, kterou lze stanovit jako

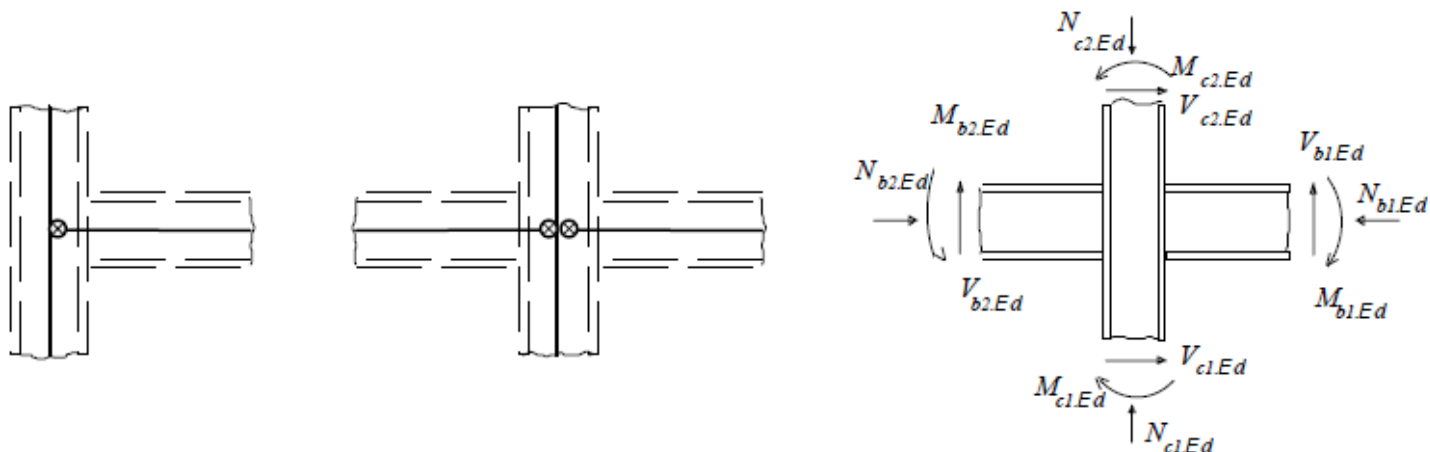
$$V_{wc,Rd} = \frac{M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed}}{z} - \frac{V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed}}{2}$$



Zatížení stěny sloupu smykem (zatížení styčníku, panel stěny ve smyku, rozdělení na přípoje)

## Smykové namáhání stěny sloupu způsobené ohybovými momenty

Konstrukce je převedena na výpočtový model s ohybovými pružinami, což představuje nejvhodnější zjednodušení z hlediska analýzy konstrukce.



Modelování styčnicku ohybovými pružinami, působení vnitřních sil ve styčnicku

Vliv nerovnováhy momentů ve styčnicku se zavádí převodními součiniteli  $\beta$ . Převodní součinitel  $\beta_1$  pro pravý přípoj se vypočte podle vzorce

$$\beta_1 = \left| \left( 1 - \frac{M_{b2,Ed}}{M_{b1,Ed}} \right) - \frac{z}{2M_{b1,Ed}} (V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed}) \right|$$

a součinitel  $\beta_2$  pro levý přípoj ze vztahu

$$\beta_2 = \left| \left( 1 - \frac{M_{b2,Ed}}{M_{b1,Ed}} \right) - \frac{z}{2M_{b2,Ed}} (V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed}) \right|$$

Vliv smyku se zavádí převodním součinitelem  $\omega$  podle následující tabulky:

#### Převodní součinitel $\beta$

$0 \leq \beta \leq 0,5$   
 $0,5 < \beta < 1,0$   $t_{wc}$   
 $\beta = 1,0$   
 $1,0 < \beta < 2,0$   
 $\beta = 2,0$

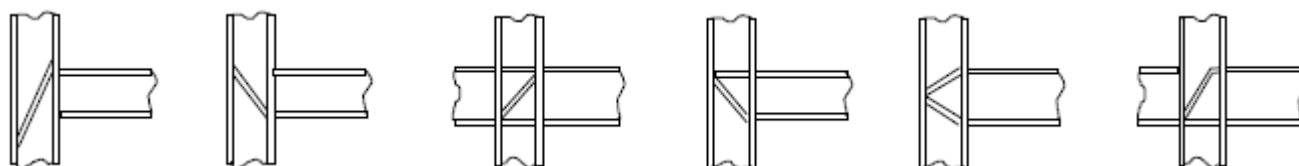
#### Redukční součinitel $\omega$

$\omega = 1,0$   
 $\omega = \omega_1 + 2(1-\beta)(1-\omega_1)$   
 $\omega = \omega_1$   
 $\omega = \omega_1 + (\beta-1)(\omega_2-\omega_1)$   
 $\omega = \omega_2$

kde hodnoty  $\omega_1$  a  $\omega_2$  lze stanovit ze vzorců

$$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.3 (b_{eff} t_{wc} / A_{vc})^2}}$$

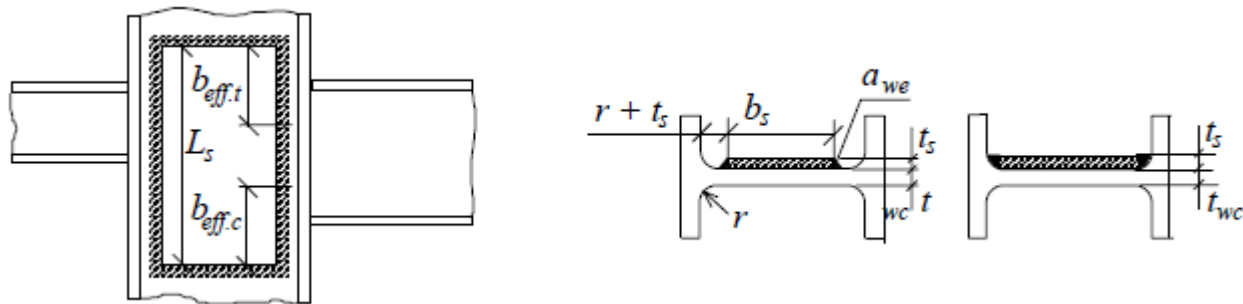
$$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + 5.2 (b_{eff} t_{wc} / A_{vc})^2}}$$



Výztuhy stěny nosníku ve smyku

## Vyztužení stěny sloupu přivařeným plechem

Vyztužení stěny sloupu přídavným plechem zvyšuje únosnost stěny sloupu ve smyku, v tahu i v tlaku. Šířka výztuhy (nejvíce  $b_s \leq 40 \varepsilon t_s$  bez vnitřního připojení) se navrhuje taková, aby vyztužila stěnu hned za zaoblením. Tloušťka výztuhy nemá být menší než tloušťka stěny sloupu ( $t_s \geq t_{wc}$ ). Délka výztuhy  $L_s$  se navrhuje taková, aby pokryla celou účinnou délku stěny v tahu a v tlaku, případně na vyztužení celého smykového panelu. Svary je třeba provést s dostatečnou účinnou výškou. Při namáhání stěny sloupu ve smyku a v tlaku lze předpokládat  $a_{we} \geq t_s / 20,5$ , při namáhání stěny sloupu v tahu platí pro podélné svary  $a_{we} \geq t_s$  a pro příčné svary  $a_{we} \geq t_s / 20,5$ .



Vyztužení stěny sloupu přivařeným plechem

## Tuhost

Tuhost stěny sloupu nevyztužené ve smyku se stanoví z výrazu

$$k_{wp} = k_1 = 0.38 \frac{A_{vc}}{\beta z}$$

kde je:

$A_{vc}$	• plocha stěny sloupu ve smyku
$\beta$	• transformační součinitel
$z$	• rameno vnitřních sil

## Stěna sloupu v tahu a v tlaku

### Únosnost stěny sloupu v tahu

Návrhovou únosnost nevyztužené stěny sloupu v tahu lze určit z výrazu

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}}$$

kde součinitel  $\omega$  vyjadřuje vliv smyku, tabulka hodnot je uvedena v kapitole "**Stěna sloupu ve smyku**".

Pro svařované styčníky je možno účinnou výšku v tahu stanovit jako

$$b_{eff,t} = t_{fb} + 2\sqrt{2}a_{b,wf} + 5(t_{fc} + s)$$

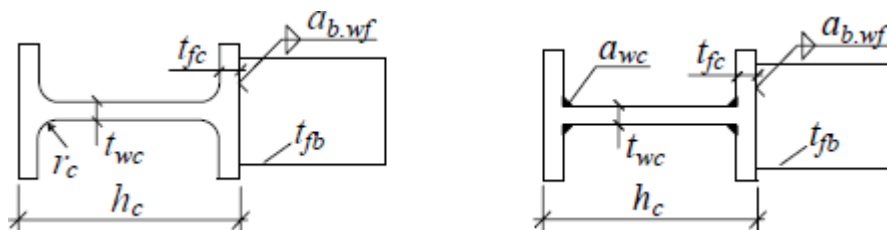
kde:

$$s = r_c$$

pro válcované profily a

$$s = a_{b,wf} \sqrt{2}$$

pro svařované profily



Svařovaný styčník, přípoj nosníku na sloup

Pro šroubované styčníky lze uvažovat účinnou šířku stěny sloupu  $b_{eff,t}$  rovnou účinné délce náhradního T-profilu.

### Únosnost stěny sloupu v tlaku

Návrhová únosnost nevyztužené stěny sloupu v tlaku lze vypočítat z výrazu

$$F_{c,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,c} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \leq \frac{\omega \rho b_{eff,c} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M1}}$$

kde součinitel  $\omega$  vyjadřuje vliv smyku, tabulka hodnot je uvedena v kapitole "**Stěna sloupu ve smyku**". Únosnost stěny je omezena její stabilitou (lokálním boulením), zohledněnou součinitelem  $\rho$ .

Pro svařované styčníky je možno určit účinnou výšku v tlaku podle

$$b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2}a_{b,wf} + 5(t_{fc} + s)$$

kde:

$$s = r_c$$

pro válcované profily a

$$s = a_{wc}\sqrt{2}$$

pro svařované profily.

Pro šroubované styčníky s čelní deskou tloušťky  $t_p$  se určí účinná výška stěny sloupu

$$b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2}a_p + 5(t_{fc} + s) + 2t_p$$

zde poslední člen ( $2t_p$  tj. rozklad napětí v čelní desce) může být omezen velikostí přesahu. Pro styčníky s úhelníky na pásnicích lze počítat s účinnou výškou stěny sloupu

$$b_{eff,c} = 2t_a + 0.6r_a + 5(t_{fc} + s)$$

- kde je:
- $t_a$  • tloušťka ramene úhelníku
  - $r_a$  • poloměr zaoblení ve vrcholu úhelníku

## Stabilita stěny sloupu

Desková štíhlost stěny sloupu  $\overline{\lambda}_p$  se určí ze vzorce

$$\overline{\lambda}_p = 0.932 \sqrt{\frac{b_{eff,c} d_{wc} f_{y,wc}}{E t_{wc}^2}}$$

Volná výška stěny válcovaného průřezu sloupu  $d_{wc}$  se určí jako

$$d_{wc} = h_c - 2(t_{fc} + r_c)$$

a pro svařované průřezy podle vzorce

$$d_{wc} = h_c - 2(t_{fc} + \sqrt{2}a_c)$$

Redukční součinitel  $\rho$  se určí pro

$$\overline{\lambda}_p \leq 0.72$$

jako

$$\rho = 1.0$$

a pro

$$\overline{\lambda}_p > 0.72$$

jako

$$\rho = \frac{\overline{\lambda}_p - 0.22}{\overline{\lambda}_p^2}$$

## Vliv normálového napětí ve sloupu

Normálové napětí může mít vliv na únosnost pásnice a stěny sloupu při sčítání účinků v tlaku. Jestliže normálové napětí v pásnici sloupu  $\sigma_{com,Ed}$  na začátku zaoblení válcovaného průřezu nebo na okraji krční svařovaného průřezu překročí hodnotu  $0.5f_{y,wc}$ , redukuje se únosnosti stěny sloupu v tlaku  $F_{c,wc,Rd}$  součinitelem  $k_{wc}$

$$k_{wc} = 1.25 - 0.5\sigma_{com,Ed}/f_{y,wc} \leq 1.0$$

## Tuhost

Tuhost nevyztužené stěny sloupu v tlaku  $k_2$ , respektive nevyztužené nebo vyztužené stěny sloupu v tahu  $k_3$ , se stanoví jako

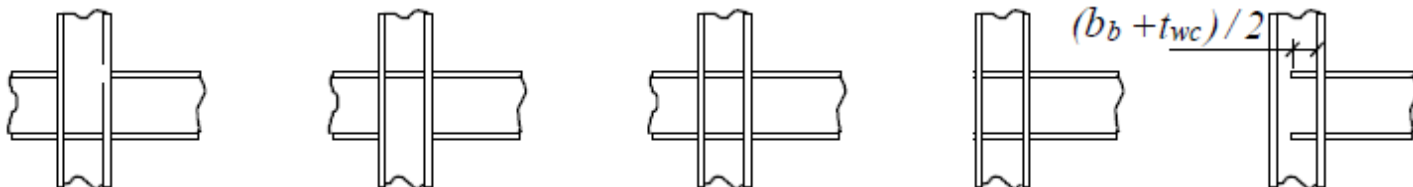
$$k_{c,wc(t,wc)} = k_{2(3)} = 0.7 \frac{b_{eff,wc} t_{wc}}{d_{wc}}$$

- kde je:
- $b_{eff,wc}$  • účinná výška stěny sloupu v tlaku nebo v tahu
  - $d_{wc}$  • volná výška stěny sloupu
  - $t_{wc}$  • tloušťka stěny sloupu

Pro styčník s jednou řadou šroubů v tahu lze  $b_{eff,t,wc}$  uvažovat jako nejmenší z účinných délek  $L_{eff}$  (jednotlivě nebo jako součást skupiny šroubů).

## Výztuhy stěny sloupu

Stěnu sloupu lze vyztužit v tahu a v tlaku. Výztuhy v tahu a v tlaku mají mít tloušťku jako pásnice nosníku a nejméně stejnou kvalitu. Plnou únosnost dosahují i výztuhy na částečnou výšku stěny sloupu, jestliže výztuha přesahuje do stěny alespoň  $(b_b + t_{wc})/2$ , kde  $b_b$  je šířka nosníku a  $t_{wc}$  je tloušťka stěny sloupu.



Výztuhy stěny nosníku v tlaku a v tahu

## Pásnice a stojina nosníku v tlaku a v tahu

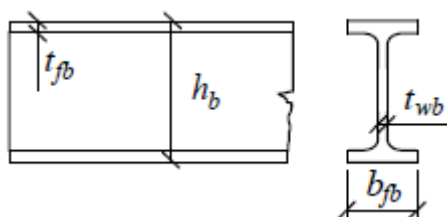
### Únosnost pásnice a stojiny nosníku v tlaku

Návrhovou únosnost pásnice a připojené části stojiny nosníku v tlaku je možno odvodit z únosnosti nosníku jako

$$F_{c,fb,Rd} = \frac{M_{c,Rd}}{(h_b - t_{fb})}$$

kde je:  $M_{c,Rd}$   
 $h_b$   
 $t_{fb}$

- únosnost nosníku v ohybu (ve většině případů lze vliv smyku zanedbat a  $M_{c,Rd} \approx M_{b,Rd}$ )
- výška nosníku
- tloušťka pásnice nosníku



Připojovaný nosník

### Únosnost stěny nosníku v tahu

Při posouzení šroubovaného přípoje čelní deskou lze stanovit únosnost stojiny nosníku v tahu ze vztahu

$$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{y,wb} / \gamma_{M0}$$

kde je:  $b_{eff,t,wb}$

- délka náhradního T-profilu čelní desky pro jednu nebo více řad šroubů

### Tuhost

Deformovatelnost pásnice nosníku v tlaku a v tahu je v porovnání s deformovatelností ostatních komponentů zanedbatelná a proto lze tuhost považovat za nekonečně velkou.

## Návrh kloubového přípoje nosníku na sloup či nosník pomocí bříty

Návrh tohoto detailu je založen na principech uvedených v EN 1993-1-8 a v publikaci (Simple Connections).

Následující pravidla by měla být splněna při navrhování těchto spojů:

- dlouhé konzoly by neměly být z důvodu klopení používány pro uchycení příčně nevyztužených nosníků
- břit by měl být umístěn blízko horní pásnice připojovaného nosníku, aby byla dostatečně zajištěna poloha nosníku (zajistí, že neztužený nosník může být navržen s klopou délkou 1,0l)
- výška bříty by měla být min. 0,6x výšky připojovaného nosníku, aby byl nosník dostatečně ukořen s ohledem na kroucení (zajistí, že neztužený nosník může být navržen s klopou délkou 1,0l)
- tloušťka bříty a stojiny připojovaného nosníku by měla být maximálně 0,42d (S355) resp. 0,50d (S275) (zajištění dostatečné rotační kapacity pro návrh jako kloubového spoje)
- doporučeny jsou šrouby třídy 8.8 a otvory s odpovídající vůlí (zajištění dostatečné rotační kapacity pro návrh jako kloubového spoje)

- vzdálenosti otvorů od krajů jsou minimálně  $2d_0$  (zajištění dostatečné rotační kapacity pro návrh jako kloubového spoje)

## Doporučené konstrukční zásady

Následující konstrukční zásady a opatření jsou doporučeny, aby bylo zajištěno správné chování styčnicku:

Výška připojeného nosníku [mm]	Počet svislých řad šroubů	Doporučená velikost desky [mm]	Vodorovné rozteče $e_2/(p_2)/e_2$ [mm]	Odsazení nosníku [mm]
≤610	1	100x10	50/50	10
>610	1	120x10	60/60	20
≤610	2	160x10	50/60/50	10
>610	2	180x10	60/60/60	20

Konstrukční opatření:

- Šrouby M20 třídy 8.8 v otvorech 22mm
- Břit z oceli třídy S275
- Doporučeno je plné provaření, které zajistí, že nemůže dojít k porušení v místě svaru

Pokud nejsou splněny tyto doporučené hodnoty včetně tříd materiálu, nelze zaručit, že se spoj bude chovat jako kloubový.

## Zatížení

Detail může být namáhán kombinací normálové a posouvací síly. Všechny komponenty (šrouby i vytržení bloku pásnice nosníku resp. styčnickové desky) jsou posuzovány na tuto kombinaci vnitřních sil. Účinky kroucení způsobené nesymetrickým umístěním styčnickové desky vůči ose nosníku jsou zanedbány (Simple Connections, kap. 5.4).

## Posouzení smykové únosnosti

Přípoj přenese posouvající sílu, která je dána minimem únosností jednotlivých spojovacích prostředků:

$$F_{Ed} = \min \{ F_{vbw,Rd}; nF_{b,v,Rd}; nF_{b,b,Rd}; F_{w,v,Rd}; F_{p,v,Rd} \}$$

- Únosnost stěny nosníku ve smyku  $F_{vbw,Rd}$  (obvykle rozhoduje o celkové únosnosti tohoto typu přípoje)
- Únosnost skupiny  $n$  šroubů ve střihu, výpočet je založen na hodnotě  $F_{v,Rd}$  s jedním střihem v závitu každého šroubu
- Únosnost šroubů v otláčení v čelní desce  $nF_{b,b,Rd}$  (pro dostatečně tažné materiály lze únosnost stanovit součtem únosností v otláčení šroubů koncových a šroubů vnitřních) (asi to je včetně momentu, takže to bude vypadat jinak)
- Únosnost koutového svaru ve smyku  $F_{w,v,Rd}$
- Únosnost bříty ve smyku  $V_{p,v,Rd}$  v místě oslabení otvory, které nemusí být uvažováno v případě  $A_{v,net}/A_v > f_v/f_u$ . V řezu čelní desky působí polovina smykové síly v nosníku.
- Únosnost styčnickového plechu v ohybu
- Únosnost styčnickového plechu v klopení

## Posouzení normálové únosnosti

- Únosnost  $n$  šroubů ve střihu  $nF_{b,v,Rd}$  s jedním střihem v závitě každého šroubu, pro  $n$  šroubů (asi to je včetně momentu, takže to bude vypadat jinak)
- Únosnost šroubů v otláčení v čelní desce  $nF_{b,b,Rd}$  (pro dostatečně tažné materiály lze únosnost stanovit součtem únosností v otláčení šroubů koncových a šroubů vnitřních) (asi to je včetně momentu, takže to bude vypadat jinak)
- Únosnost šroubů v otláčení v nosníku  $nF_{b,b,Rd}$  (pro dostatečně tažné materiály lze únosnost stanovit součtem únosností v otláčení šroubů koncových a šroubů vnitřních) (asi to je včetně momentu, takže to bude vypadat jinak)
- Únosnost koutového svaru v tahu  $F_{w,v,Rd}$
- tahová únosnost styčnickového plechu
- stěna nosníku v tahu

## Únosnost skupiny šroubů ve smyku

Smyková únosnost skupiny šroubů  $V_{Rd}$  se získá následujícím vzorcem:

$$V_{Rd} = \frac{nF_{v,Rd}}{\sqrt{(1 + \alpha n)^2 + (\beta n)^2}}$$



kde je:  $n$  • celkový počet šroubů  
 $\alpha, \beta$  • součinitele dle následujících vzorců, které zohledňují rozložení sil ve skupině šroubů

Součinitel  $\alpha$  je pro skupinu s jednou řadou šroubů roven 0, pro skupinu se dvěma řadami je získán vzorcem

$$\alpha = \frac{zp_2}{2l}$$

Součinitel  $\beta$  je pro skupinu s jednou řadou šroubů získán vzorcem

$$\beta = \frac{6z}{n_1(n_1 + 1)p_1}$$

pro dvě řady šroubů

$$\beta = \frac{zp_1}{2l}(n_1 - 1)$$

kde  $l$  je získáno vzorcem

$$l = \frac{n_1}{2}p_2^2 + \frac{1}{6}n_1(n_1^2 - 1)p_1^2$$

### Únosnost šroubů v otlacení v nosníku a čelní desce

Únosnost šroubů v otlacení  $V_{Rd}$  se získá vzorcem

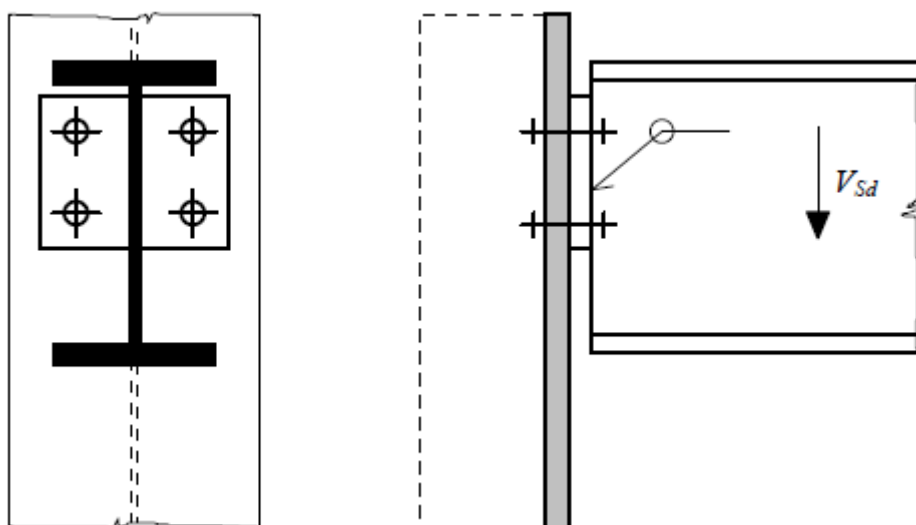
$$V_{Rd} = \frac{nF_{v,Rd}}{\sqrt{\left(\frac{1+\alpha n}{F_{b,ver,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{\beta n}{F_{b,v,er,Rd}}\right)^2}}$$

### Literatura

Joints in Steel Construction: Simple Connections, Steel Construction Institute, 2002

### Návrh kloubového přípoje nosníku na sloup čelní deskou

Schéma základního kloubového přípoje:

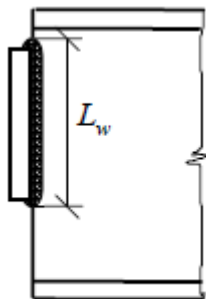


*Přípoj nosníku na sloup kloubovou čelní deskou*

Přípoj přenese posouvající sílu, která je dána minimem únosností jednotlivých spojovacích prostředků:

$$F_{Ed} = \min \{ F_{vbw,Rd}; nF_{b,v,Rd}; nF_{b,b,Rd}; F_{w,v,Rd}; F_{p,v,Rd} \}$$

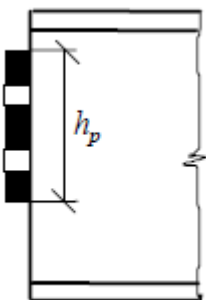
- Únosnost stěny nosníku ve smyku  $F_{vbw,Rd}$  (obvykle rozhoduje o celkové únosnosti tohoto typu přípoje)



Délka stěny nosníku ve smyku

- Únosnost  $n$  šroubů ve střihu  $n F_{b.v.Rd}$  s jedním střihem v závitu každého šroubu, pro  $n$  šroubů
- Únosnost šroubů v otláčení v čelní desce  $n F_{b.b.Rd}$  (pro dostatečně tažné materiály lze únosnost stanovit součtem únosností v otláčení šroubů koncových a šroubů vnitřních)
- Únosnost koutového svaru ve smyku  $F_{w.v.Rd}$
- Únosnost čelní desky ve smyku  $V_{p.v.Rd}$  v místě oslabení otvory, které nemusí být uvažováno v případě  $A_{v.net}/A_v > f_y/f_u$ . V řezu čelní desky působí pouze polovina smykové síly v nosníku.

Pro dlouhé čelní desky může rozhodovat únosnost čelní desky v ohybu a případně i interakce se smykem v místě připojení čelní desky k nosníku.



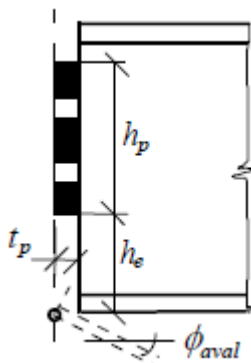
Oslabený průřez čelní desky

Styčnick lze uvažovat jako kloubový v případě, že při natočení nosníku nedojde k opření dolní pásnice o sloup. Rotační kapacita je větší než natočení prostého nosníku

$$\phi_{aval} = t_p/h_e \geq \phi_{req} = \frac{\gamma_{M1} L_b^3}{24 E I_b}$$

kde je:  $L_b$   
 $E$   
 $I_b$

- rozpětí nosníku
- modul pružnosti oceli
- moment setrvačnosti nosníku



Oslabený průřez čelní desky

Zbytková únosnost šroubů v tahu, při interakci namáhání v tahu a střihu, musí přenést plný plastický moment únosnosti připojované čelní desky. Toho lze dosáhnout omezením tloušťky čelní desky vzhledem ke šroubům

$$t \leq 0.36 d \sqrt{f_{ub}/f_y}$$

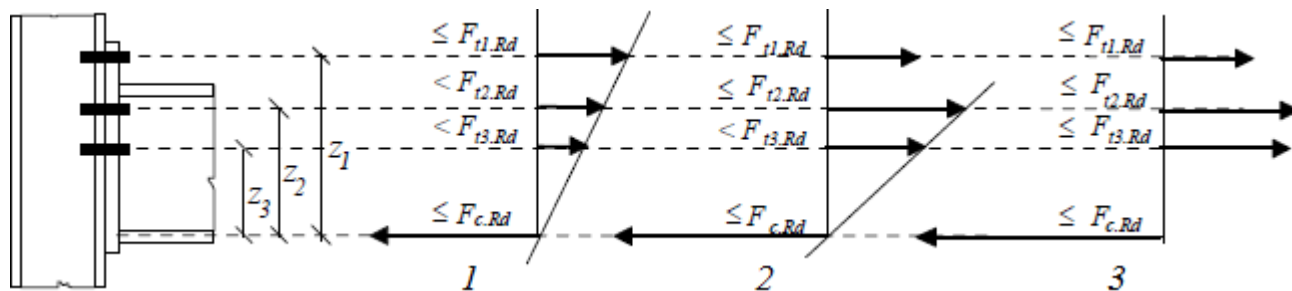
kde  $d$  je průměr šroubů. Svary se navrhnu tak, aby přenesly plný plastický moment únosnosti desky v ohybu.

## Návrh ohybově tuhého styčnicku nosníku na sloup čelní deskou

### Ohybová únosnost

Ohybová únosnost styčnicku se stanoví z nejmenší únosnosti komponentů v tažené oblasti styčnicku omezené únosností komponentů v tlačené části styčnicku. Předpokládá se plastické rozdělení sil, výjimečně se používá pružné rozdělení. Řešení závisí na daném typu styčnicku. Pružné rozdělení sil ve šroubech se odvozuje od nejvíce namáhaného šroubu pod horní pásnicí nosníku, výjimečně pružně po celé výšce průřezu tvořeného dřívky šroubů a opřenou částí.

Při pružném řešení se smykové síly rozdělují na všechny šrouby rovnoměrně. Při plastickém rozdělení sil se smykové síly přisuzují pouze těm řadám šroubů, které nepřenášejí ohyb, nebo se únosnosti šroubů namáhaných tahem a smykem určí pomocí interakčního diagramu. Tahová síla ve šroubu musí v tomto případě zahrnovat zvětšení od páčení šroubů. Únosnost v prokluzu v případě předepjatých šroubů není ovlivněna tahovými silami ve šroubech, protože tření se realizuje v tlačené části. Na prokluz lze tedy posuzovat všechny šrouby.



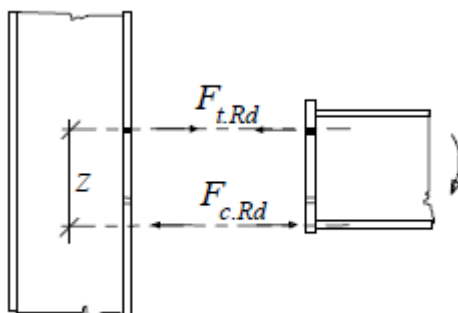
Stanovení únosnosti styčnicku, pružný (1), pružně-plastický (2) a plastický model (3), únosnost  $i$ -té řady v tahu  $F_{ti,Rd}$ , nejmenší únosnost komponentů v tlaku  $F_{c,Rd}$

Ohybovou únosnost šroubovaného přípoje při plastickém rozdělení vnitřních sil lze stanovit z výrazu

$$M_{j,Rd} = \sum_i F_{ti,Rd} z_i$$

kde je:  $F_{ti,Rd}$  • únosnost  $i$ -té řady šroubů v tahu  
 $z_i$  • vzdálenost této řady od středu tlačené části přípoje

Bylo prokázáno, že osu tlačené části přípoje se lze uvažovat v ose tlačené pásnice. Pro jeden komponent tažený komponent lze rameno vnitřních sil určit jako vzdálenost os tlačných a tažených komponentů.



Rameno vnitřních sil pro šroubované styčnický s jednou řadou šroubů v tahu

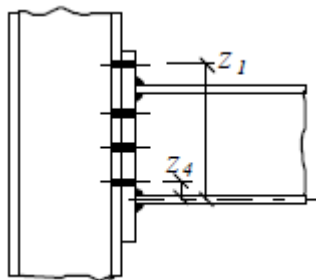
Pro více komponentů (např. pro více řad šroubů) v tažené oblasti přípoje se dosazuje náhradní tuhost tažené oblasti  $k_{eq}$ , která zohledňuje jak tuhost několika komponentů v dané tažené řadě  $k_{eff,i}$ , tak i vliv ramene příslušné řady na výslednou tuhost tažené oblasti.

$$k_{eq} = \frac{\sum_i k_{eff,i} z_i}{z}$$

$$k_{eff} = \frac{1}{\sum_i \frac{1}{k_i}}$$

Rameno vnitřních sil pro několik řad šroubů a pro spřažený styčnick se určuje buď přibližně, viz obrázek výše, nebo jej lze spočítat podle vzorce

$$z = \frac{\sum_i k_{eff,i} z_i^2}{\sum_i k_{eff,i} z_i}$$

Rameno vnitřních sil  $z_i$ 

kde  $z_i$  je vzdálenost tažené řady komponentů s tuhostí  $k_{eff,i}$  od středu tlačené oblasti.

Únosnost jedné řady šroubů v tahu  $F_{t.Rd}$  se uvažuje jako nejmenší z únosností:

- pásnice sloupu v ohybu  $F_{t.fc.Rd}$
- stěny sloupu v tahu  $F_{t.wc.Rd}$
- čelní desky v ohybu  $F_{t.ep.Rd}$
- stěny nosníku v tahu  $F_{t.wb.Rd}$

Výsledná únosnost tažené oblasti je omezena únosností tlačené oblasti a únosností stěny sloupu ve smyku, tj. únosnostmi:

- stěny sloupu ve smyku  $V_{wp.Rd}/\beta$
- stěny sloupu v tlaku  $F_{c.wc.Rd}$
- pásnice nosníku v tlaku  $F_{c.fb.Rd}$

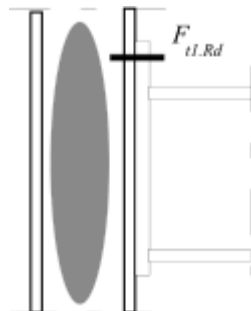
V případě dvou a více řad šroubů působících v tažené oblasti přípoje je třeba redukovat únosnost každé řady šroubů tak, aby nebyla překročena únosnost skupiny šroubů pro:

- pásnici sloupu v ohybu  $F_{t.fc.Rd}$
- stěnu sloupu v tahu  $F_{t.wc.Rd}$
- čelní desku v ohybu  $F_{t.ep.Rd}$
- stěnu nosníku v tahu  $F_{t.wb.Rd}$

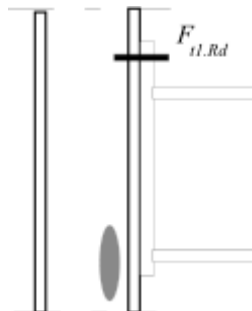
Při návrhu styčnicku čelní deskou je třeba věnovat pozornost zvětšení síly ve šroubech vlivem páčení vyvolaném deformací čelní desky. Páčení se v evropské koncepci převádí na posouzení náhradního T-profilu. Při předimenzování tloušťky čelní desky se páčení neprojeví, tvar porušení 3. V tomto případě, tvar porušení 3, je únosnost ovlivněna nevhodným křehkým porušením šroubů. Únosnost řady a každé nižší řady šroubů se redukuje na  $1,9 B_{t.Rd}$ , kde  $B_{t.Rd}$  je únosnost šroubu v tahu. Ve styčnicích, kde se požaduje formování plného plastického kloubu, může vliv zpevnění materiálu nepříznivě ovlivnit únosnost svarů. Svary se proto v tomto případě navrhují na zvýšenou únosnost styčníků, a to pro vyztužené rámy na  $1,4 M_{j.Rd}$  a pro nevyztužené rámy na  $1,7 M_{j.Rd}$ . Vliv více řad šroubů při výpočtu je dále zobrazen v následující tabulce pro přípoj čelní deskou a třemi řadami šroubů.

Postup stanovení únosnosti šroubovaného styčnicku se třemi řadami šroubů v tahu: Nejprve se určí únosnosti první řady šroubů  $F_{t1.Rd}$ , řady dvě a tři se zanedbávají

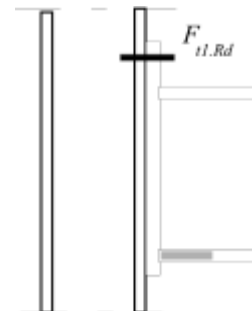
**Omezení únosnosti stěny sloupu ve smyku a v tlaku, pásnice nosníku v tlaku**



**stěna sloupu ve smyku**  
 $F_{t1.Rd} \leq V_{wp.Rd}/\beta$

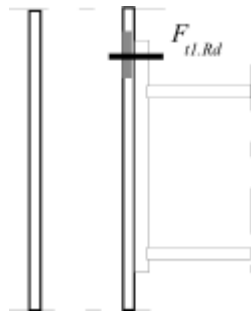


**stěna sloupu v tlaku**  
 $F_{t1.Rd} \leq F_{c.wc.Rd}$

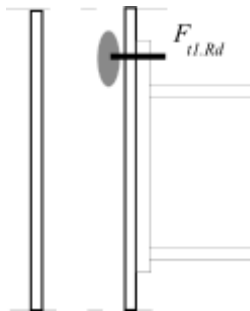


**pásnice nosníku v tlaku**  
 $F_{t1.Rd} \leq F_{c.fb.Rd}$

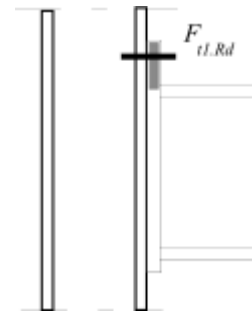
## Únosnost první řady šroubů v tahu



**pásnice sloupu v ohybu**  
 $F_{t1.Rd} \leq F_{t.fc.Rd}$



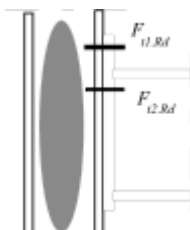
**stěna sloupu v tahu**  
 $F_{t1.Rd} \leq F_{t.wc.Rd}$



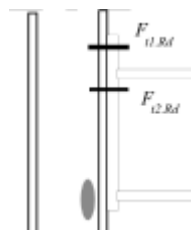
**čelní deska v ohybu**  
 $F_{t1.Rd} \leq F_{t.ep.Rd}$

Dále se určí únosnosti druhé řady šroubů  $F_{t2.Rd}$ , řada tři se zanedbává

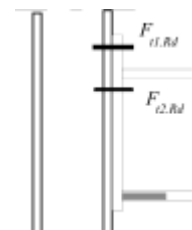
## Omezení únosnosti stěny sloupu ve smyku a v tlaku, pásnice nosníku v tlaku



**stěna sloupu ve smyku**  
 $F_{t2.Rd} \leq V_{wp.Rd}/\beta - F_{t1.Rd}$

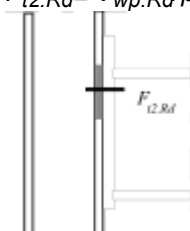


**stěna sloupu v tlaku**  
 $F_{t2.Rd} \leq F_{c.wc.Rd} - F_{t1.Rd}$

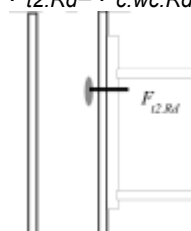


**pásnice nosníku v tlaku**  
 $F_{t2.Rd} \leq F_{c.fb.Rd} - F_{t1.Rd}$

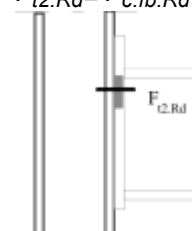
## Únosnost druhé řady šroubů v tahu



**pásnice sloupu v ohybu**  
 $F_{t2.Rd} \leq F_{t2.fc.Rd}$

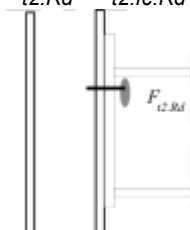


**stěna sloupu v tahu**  
 $F_{t2.Rd} \leq F_{t2.wc.Rd}$

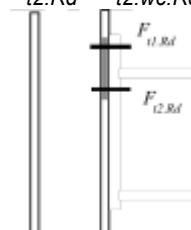


**čelní deska v ohybu**  
 $F_{t2.Rd} \leq F_{t2.ep.Rd}$

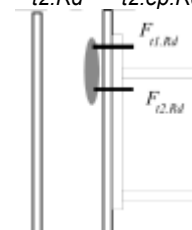
## Únosnost druhé řady šroubů v tahu



**pásnice sloupu v ohybu**  
 $F_{t2.Rd} \leq F_{t2.fc.Rd}$



**stěna sloupu v tahu**  
 $F_{t2.Rd} \leq F_{t(1+2).wc.Rd} - F_{t1.Rd}$

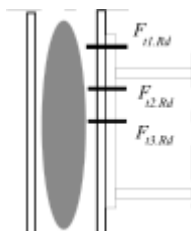


**stěna sloupu v tahu**  
 $F_{t2.Rd} \leq F_{t(1+2).wc.Rd} - F_{t1.Rd}$

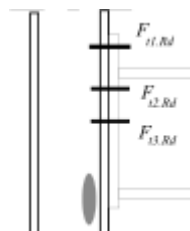
## Únosnost dvou řad šroubů v tahu

Postup určení únosnosti třetí řady šroubů  $F_{t3.Rd}$

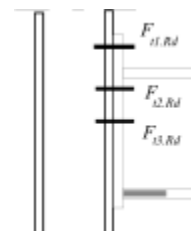
## Omezení únosnosti stěny sloupu ve smyku a v tlaku, pásnice nosníku v tlaku



**stěna sloupu ve smyku**  
 $F_{t3.Rd} \leq V_{wp.Rd}/\beta - F_{t1.Rd} - F_{t2.Rd}$

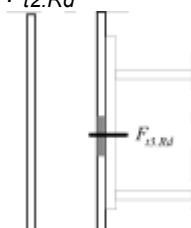


**stěna sloupu v tlaku**  
 $F_{t3.Rd} \leq F_{c.wc.Rd} - F_{t1.Rd} - F_{t2.Rd}$

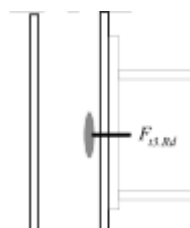


**pásnice nosníku v tlaku**  
 $F_{t3.Rd} \leq F_{c.fb.Rd} - F_{t1.Rd} - F_{t2.Rd}$

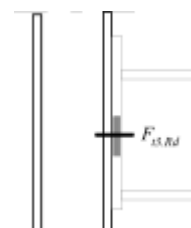
## Únosnost třetí řady šroubů v tahu



**pásnice sloupu v ohybu**  
 $F_{t3.Rd} \leq F_{t3.fc.Rd}$

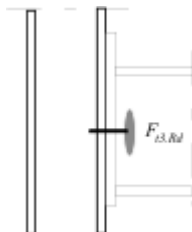


**stěna sloupu v tahu**  
 $F_{t3.Rd} \leq F_{t3.wc.Rd}$



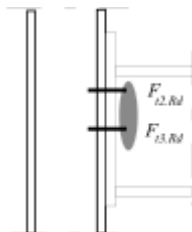
**čelní deska v ohybu**  
 $F_{t3.Rd} \leq F_{t3.ep.Rd}$

### Únosnost třetí řady šroubů v tahu

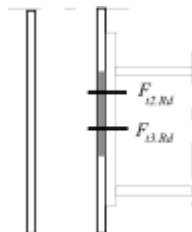


Únosnost druhé a třetí řady šroubů v tahu  
 $F_{t3,Rd} \leq F_{t3,wb,Rd}$

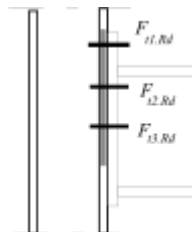
Únosnost druhé a třetí řady šroubů v tahu



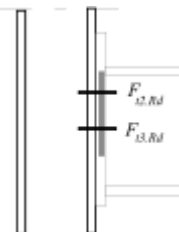
Únosnost první, druhé a třetí řady šroubů v tahu  
 $F_{t3,Rd} \leq F_{t(2+3),wb,Rd} - F_{t2,Rd}$



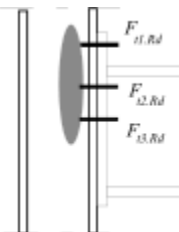
pásnice sloupu v ohybu  
 $F_{t3,Rd} \leq F_{t(2+3),fc,Rd} - F_{t2,Rd}$



pásnice sloupu v ohybu  
 $F_{t3,Rd} \leq F_{t(1+2+3),fc,Rd} - F_{t1,Rd} - F_{t2,Rd}$



čelní deska v ohybu  
 $F_{t3,Rd} \leq F_{t(2+3),wc,Rd} - F_{t2,Rd}$



stěna sloupu v tahu  
 $F_{t3,Rd} \leq F_{t(1+2+3),wc,Rd} - F_{t1,Rd} - F_{t2,Rd}$

Vliv interakce normálové síly a ohybového momentu na únosnost a tuhost styčnicku se ve styčnicích nosníku na sloup zanedbává až do hodnoty 0,1 návrhové únosnosti nosníku v tlaku ( $0,1 N_{pl,Rd}$ ) (EN 1993-1-8). Pro větší sílu se vypracovává interakční diagram a únosnost je třeba případně redukovat obdobně jako u patek sloupů.

### Ohybová tuhost

Sečná tuhost styčnicku vyjadřuje závislost ohybového momentu na natočení ve styčnicku

$$S_j = M/\phi$$

Metodou komponentů lze stanovit počáteční tuhost  $S_{j,ini}$  složením pružných deformací jednotlivých komponentů. Sečná tuhost  $S_j$  se určuje pro jednotlivé hodnoty ohybového momentu na nelineární části pracovního diagramu styčnicku. Pružná deformace jednoho komponentu s využitím jeho tuhosti se vyjadřuje ve tvaru

$$\delta_i = \frac{F_i}{k_i E}$$

kde je:  $F_i$  • síla v komponentu  
 $E$  • modul pružnosti

Působí-li v přípoji síla  $F_i$  na rameni  $z$ , bude natočení v přípoji

$$\phi_j = \frac{\sum_i \delta_i}{z}$$

Pomocí tohoto vztahu lze vyjádřit počáteční pružnou tuhost přípoje jako

$$S_{j,ini} = \frac{M_j}{\phi_j} = \frac{F_i z}{\frac{\sum_i \delta_i}{z}} = \frac{F_i z^2}{\frac{F_i}{E} \sum_i \frac{1}{k_i}} = \frac{E z^2}{\sum_i \frac{1}{k_i}} \rightarrow \frac{E z^2}{\mu \sum_i \frac{1}{k_i}}$$

Výraz lze upravit pro popis nelineární části křivky pomocí součinitele  $\mu$ . Součinitel vyjadřuje poměr mezi počáteční a sečnou tuhostí. V její lineární části křivky je roven jedné a zvětšuje se se vzrůstající hodnotou ohybového momentu

$$\mu = \frac{S_{j,ini}}{S_j} = \left( \kappa \frac{M_{Ed}}{M_{j,Rd}} \right)^\psi \geq 1.0$$

kde je:  $z$  • rameno vnitřních sil  
 $\psi$  • tvarový součinitel křivky (2,7 pro styčnický s čelní deskou)  
 $\kappa$  • součinitel počátku nelineární části křivky (hodnota 1,5)  
 $M_{Ed}$  • návrhová hodnota působícího ohybového momentu

Deformovatelné komponenty pro stanovení tuhosti styčnicků s čelní deskou:

	<b>jedna tažená řada šroubů:</b> $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_{10}$		<b>dvě a více tažených řad šroubů:</b> $k_1, k_2, k_{eq} (k_3, k_4, k_5, k_{10})$
	<b>jedna tažená řada šroubů:</b> $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_{10}$		<b>dvě a více tažených řad šroubů:</b> $k_1, k_2, k_{eq} (k_3, k_4, k_5, k_{10})$
	<b>jedna tažená řada šroubů:</b> $k_2, k_3, k_4, k_5, k_{10}$		<b>dvě a více tažených řad šroubů:</b> $k_2, k_{eq} (k_3, k_4, k_5, k_{10})$

**Poznámka:** Značení odpovídá konvenci použité v EN 1993-1-8.

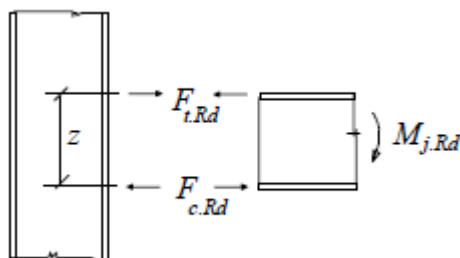
kde je:	$k_1$	• nevyztužená stěna sloupu ve smyku
	$k_2$	• nevyztužená stěna sloupu v tlaku
	$k_3$	• nevyztužená stěna sloupu v tahu
	$k_4$	• pásnice sloupu v ohybu
	$k_5$	• čelní deska v ohybu
	$k_6$	• úhelník v ohybu
	$k_7$	• pásnice a stojina nosníku v tlaku
	$k_8$	• stojina nosníku v tahu
	$k_9$	• plech v tahu nebo tlaku
	$k_{10}$	• řada šroubů v tahu

## Návrh ohybově tuhého svařovaného styčnicku nosníku na sloup

### Ohybová únosnost

Ohybová únosnost svařovaného styčnicku se vypočte z výrazu

$$M_{j,Rd} = F_{t,Rd} z$$



*Rameno vnitřních sil pro svařované styčníky*

Únosnost v tahu  $F_{t,Rd}$  se uvažuje jako nejmenší z únosností:

- pásnice sloupu v ohybu  $F_{t.fc.Rd}$
- stěny sloupu v tahu  $F_{t.wc.Rd}$

Výsledná únosnost tažené oblasti nesmí překročit únosnost v tlačené oblasti a únosnost ve smyku, tj. únosnosti:

- stěny sloupu ve smyku  $V_{wpRd}/\beta$
- stěny sloupu v tlaku  $F_{c.wc.Rd}$



## Ohybová tuhost

Počáteční pružná tuhost přípoje se stanoví z dílčích tuhostí jednotlivých komponentů jako

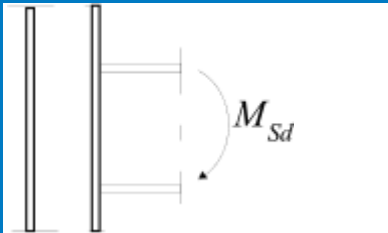
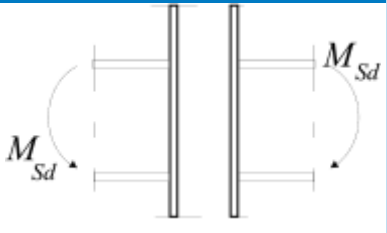
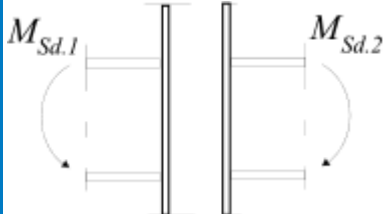
$$S_{j,ini} = \frac{M_j}{\phi_j} = \frac{E z^2}{\mu \sum \frac{1}{k_i}}$$

Součinitel  $\mu$  vyjadřuje poměr mezi počáteční a sečnou tuhostí. V její lineární části křivky je roven jedné a zvětšuje se vzrůstající hodnotou ohybového momentu

$$\mu = \frac{S_{j,ini}}{S_j} = \left( \kappa \frac{M_{Ed}}{M_{j,Rd}} \right)^\psi \geq 1.0$$

- kde je:
- $z$  rameno vnitřních sil
  - $\psi$  tvarový součinitel křivky (2,7 pro styčníky s čelní deskou)
  - $\kappa$  součinitel počátku nelineární části křivky (hodnota 1,5)
  - $M_{Ed}$  návrhová hodnota působícího ohybového momentu

Deformovatelné komponenty pro stanovení tuhosti svařovaného styčníku:

	$k_1, k_2, k_3$		$k_2, k_3$
	$k_1, k_2, k_3$		

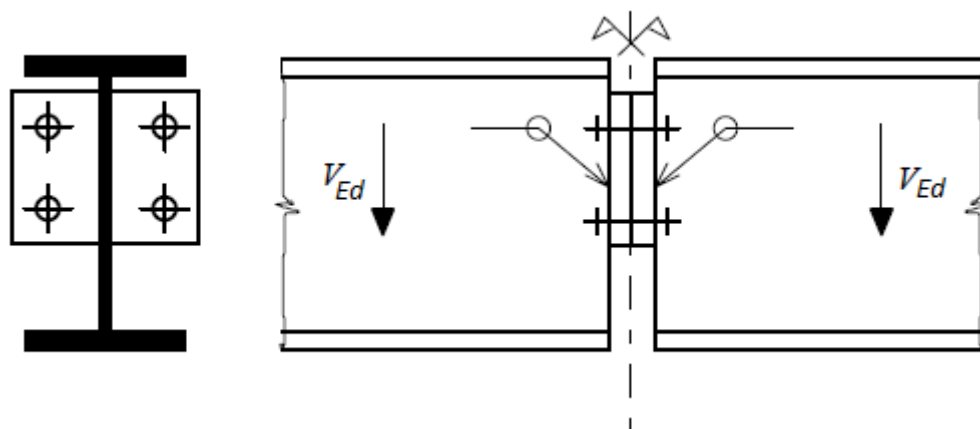
**Poznámka:** Značení odpovídá konvenci použité v EN 1993-1-8

- kde je:
- $k_1$  nevyztužená stěna sloupu ve smyku
  - $k_2$  nevyztužená stěna sloupu v tlaku
  - $k_3$  nevyztužená stěna sloupu v tahu

Nevyztužené svařované styčníky se považují za dostatečně tažné, pokud se nepožaduje větší natočení než  $\phi_{CD,min} = 0,015$  (EN 1993-1-8). Pro svařované styčníky s vyztuženou stěnou sloupu lze mezní natočení určit jako

$$\phi_{Cd,min} = 0.025 h_c / h_b$$

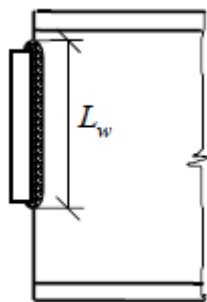
## Návrh kloubového přípoje nosníku na nosník čelní deskou



Geometrické uspořádání styčníku

Pro styčník se stanoví únosnosti jednotlivých spojovacích prostředků:

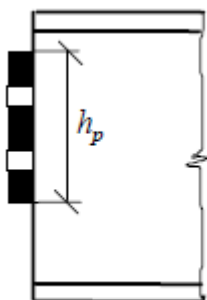
- Únosnost stěny nosníku ve smyku  $F_{vbw,Rd}$  (obvykle rozhoduje o celkové únosnosti tohoto typu přípoje)



Délka stěny nosníku ve smyku

- Únosnost  $n$  šroubů ve střihu  $n F_{b,v,Rd}$  s jedním střihem v závitu každého šroubu
- Únosnost šroubů v otláčení v čelní desce  $n F_{b,b,Rd}$  (únosnost je možno sečíst z únosností v otláčení šroubů koncových a vnitřních)
- Únosnost koutového svaru ve smyku  $F_{w,v,Rd}$
- Únosnost čelní desky ve smyku  $V_{p,v,Rd}$  v místě oslabení otvory, které nemusí být uvažováno v případě  $A_{v,net}/A_v > f_y/f_u$ . Zde působí pouze polovina smykové síly v nosníku.

Pro dlouhé čelní desky může rozhodovat únosnost čelní desky v ohybu a interakce se smykem v místě připojení čelní desky k nosníku.



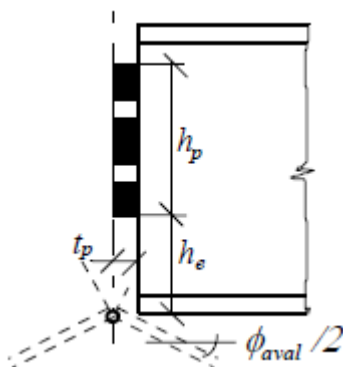
Oslabený průřez čelní desky

Připoj přenese posouvající sílu, která je minimum s únosností jednotlivých spojovacích prostředků

$$F_{Ed} = \min \{ F_{vbw,Rd}; n F_{b,v,Rd}; n F_{b,b,Rd}; F_{w,v,Rd}; F_{p,v,Rd} \}$$

Styčnick lze uvažovat jako kloubový v případě, že při natočení nosníků nedoje k jejich vzájemnému opření.

$$\phi_{aval} = 2t_p/h_e \geq \phi_{req} = \frac{\gamma_{M1} L_b^3}{12 E I_b}$$



Oslabený průřez čelní desky

Zbytková únosnost šroubů v tahu, při interakci namáhání v tahu a střihu, musí přenést plný plastický moment únosnosti připojované čelní desky. Toho lze dosáhnout omezením tloušťky čelní desky vzhledem ke šroubům

$$t \leq 0.36d \sqrt{f_{ub}/f_y}$$

kde  $d$  je průměr šroubů. Svary se navrhnu tak, aby přenesly plný plastický moment únosnosti desky v ohybu.

## Návrh ohybově tuhého styčníku nosníku s nosníkem

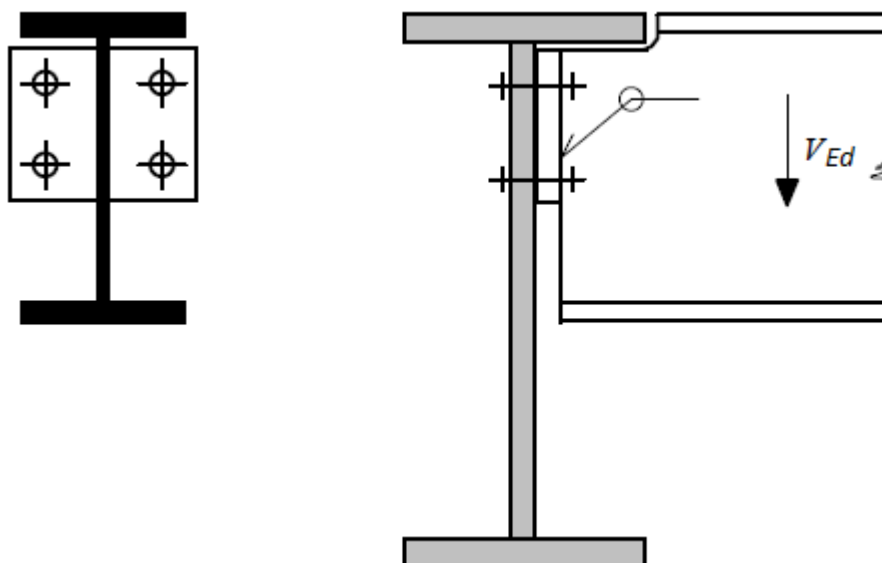
Ohybová únosnost i tuhost spoje dvou nosníků čelní deskou se stanoví obdobně jako pro styčník se sloupem. Ve styčníku zůstávají pouze komponenty čelní desky, komponenty sloupu se vyjmou.

	<b>jedna tažená řada šroubů:</b> $k_5$ zleva, $k_5$ zprava, $k_{10}$		<b>dvě a více tažených řad šroubů:</b> $k_{eq}$ ( $k_5$ , $k_5$ , $k_{10}$ )
--	---	--	---

**Poznámka:** Značení odpovídá konvenci použité v EN 1993-1-8

kde je:  $k_5$  • čelní deska v ohybu  
 $k_{10}$  • řada šroubů v tahu

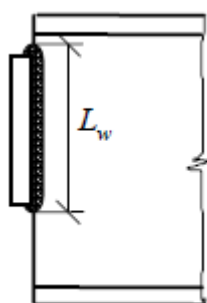
## Návrh kloubového připoje nosníku na průvlak čelní deskou



Geometrické uspořádání styčníku

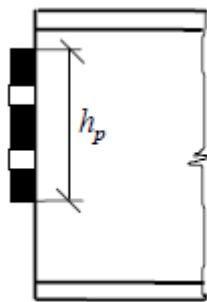
Pro styčník se stanoví únosnosti jednotlivých spojovacích prostředků:

- Únosnost stěny nosníku ve smyku  $F_{vw.Rd}$  (obvykle rozhoduje o celkové únosnosti tohoto typu připoje)



Délka stěny nosníku ve smyku

- Únosnost oslabeného průřezu stěny nosníku v ohybu  $M_{bw.v.Rd}$  a ve smyku  $V_{bw.v.Rd}$  včetně interakce vnitřních sil
- Únosnost  $n$  šroubů ve střihu  $n F_{b.v.Rd}$  s jedním střihem v závitě každého šroubu
- Únosnost šroubů v otláčení v čelní desce  $n F_{b.b.Rd}$  (únosnost je možno sečíst z únosností v otláčení šroubů koncových a vnitřních)
- Únosnost koutového svaru ve smyku  $F_{w.v.Rd}$
- Únosnost čelní desky ve smyku  $V_{p.v.Rd}$  v místě oslabení otvory, které nemusí být uvažováno v případě  $A_{v,net}/A_v > f_y/f_u$ . Zde působí pouze polovina smykové síly v nosníku.
- Pro dlouhé čelní desky může rozhodovat únosnost čelní desky v ohybu a interakce se smykem v místě připojení čelní desky k nosníku



Oslabený průřez čelní desky

Přípoj přenese posouvající sílu, která je minimum z únosností jednotlivých spojovacích prostředků

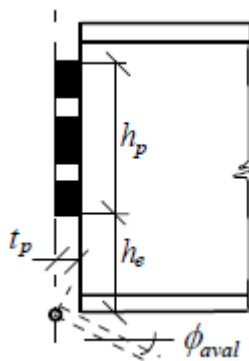
$$F_{Ed} = \min \{ F_{vbw,Rd}; n F_{b,v,Rd}; n F_{b,b,Rd}; F_{w,v,Rd}; F_{p,v,Rd} \}$$

Styčnick lze uvažovat jako kloubový v případě, že při natočení nosníku nedojde k opření dolní pásnice o sloup.

$$\phi_{aval} = t_p / h_e \geq \phi_{req} = \frac{\gamma_{M1} L_b^3}{24 E I_b}$$

kde je:  $L$   
 $E$   
 $I$

- rozpětí nosníku
- modul pružnosti oceli
- moment setrvačnosti nosníku



Oslabený průřez čelní desky

Zbytková únosnost šroubů v tahu, při interakci namáhání v tahu a střihu, musí přenést plný plastický moment únosnosti připojované čelní desky. Toho lze dosáhnout omezením tloušťky čelní desky vzhledem ke šroubům

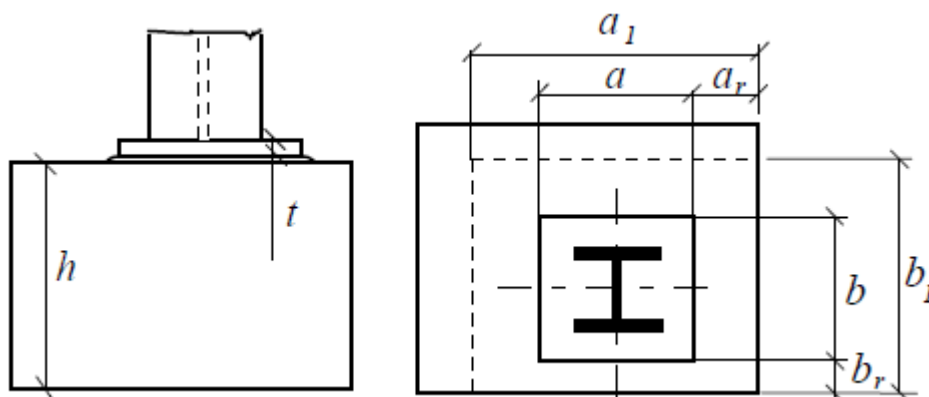
$$t \leq 0.36 d \sqrt{f_{ub} / f_y}$$

kde  $d$  je průměr šroubů. Svary se navrhnu tak, aby přenesly plný plastický moment únosnosti desky v ohybu.

## Patní deska - únosnost v tlaku

Pevnost betonu v koncentrovaném tlaku od zatížení ocelovou deskou je možno dle EN 1993-1-1 určit jako

$$f_j = \beta_j k_j f_{cd}$$



Rozměry desky a betonového bloku pro výpočet součinitele koncentrace

- kde je:  $\beta_j$  • koeficient přípoje, který je roven hodnotě 2/3, se použije v případě, kdy je charakteristická pevnost malty podlití alespoň 0,2 násobkem charakteristické pevnosti betonu a tloušťka malty je menší než 0,2 násobek nejmenšího rozměru patní desky
- $f_{cd}$  • návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku
- $k_j$  • součinitel koncentrace napětí

Součinitel koncentrace napětí  $k_j$  se získá jako

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 b_1}{ab}}$$

- kde je:  $a, b$  • rozměry patní desky
- $a_1, b_1$  • rozměry účinné části základu
- $h$  • výška betonového základu

Hodnoty  $a_1$  a  $b_1$  lze brát jako nejmenší z

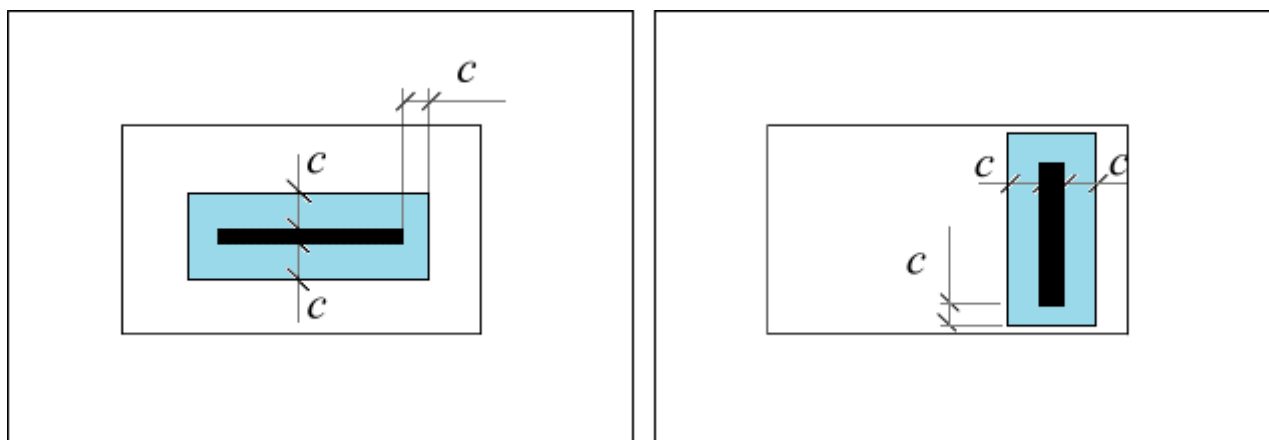
$$b_1 = \min \left\{ \begin{array}{c} b + 2b_r \\ 5b \\ b + h \\ 5a_1 \end{array} \right\}, b_1 \geq b$$

$$a_1 = \min \left\{ \begin{array}{c} a + 2a_r \\ 5a \\ a + h \\ 5b_1 \end{array} \right\}, a_1 \geq a$$

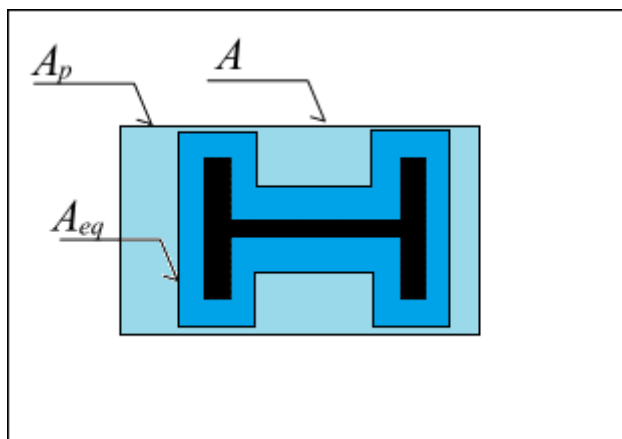
Předpokládá se, že napětí v betonu bude rozloženo rovnoměrně pod náhradní plochou. Tato plocha je tvořena profilem sloupu a pruhem účinné šířky  $c$  kolem obrysu sloupu, viz obr. 3. Účinná šířka  $c$  je nejvíce

$$c = t \sqrt{\frac{f_y}{3\gamma_{M0} f_j}}$$

- kde je:  $t$  • tloušťka patní desky
- $f_y$  • mez kluzu patní desky
- $f_j$  • únosnost betonu v koncentrovaném tlaku
- $\gamma_{M0}$  • parciální součinitel spolehlivosti oceli



Náhradní plocha pod patní deskou pro stěnu a pásnici sloupu



Náhradní plocha pod patní deskou

## Tuhost

Zatlačení poddajné obdélníkové desky do betonového základu při zatížení silou  $F$  lze stanovit pomocí teorie pružného poloprostoru jako

$$\delta_r = \frac{F \alpha a_r}{E_c A_r}$$

kde součinitel tvaru desky  $\alpha$  závisí na materiálových charakteristikách. Pro ocelovou desku na betonovém bloku lze dle (Wald, Sokol; 1996) psát

$$\delta_r = \frac{0.85F}{E_c \sqrt{L a_r}}$$

- kde je:
- $\delta_r$  • deformace pod dokonale tuhou deskou
  - $\alpha$  • tvarový součinitel
  - $E_c$  • modul pružnosti betonu
  - $L$  • délka desky
  - $a_r$  • šířka náhradní tuhé desky

Z deformací lze vyjádřit jeho tuhost ve tvaru používaném v EN 1993-1-8 jako

$$k_c = \frac{F}{\delta E} = \frac{E_c \sqrt{a_{eq,el} L}}{1.5 \cdot 0.85 E} = \frac{E_c \sqrt{a_{eq,el} L}}{1.275 E}$$

Náhradní šířku T-profilu  $a_r$  lze podle (ed.Weynand; 1999) v pružném stavu nahradit šířkou

$$a_{eq,el} = t_w + 2.5t \approx a_{eq,str} = t_w + 2t \sqrt{\frac{f_y}{3f_j \gamma_{M0}}}$$

- kde je:
- $t_w$  • tloušťka stojiny náhradního T-profilu
  - $t$  • tloušťka patní desky

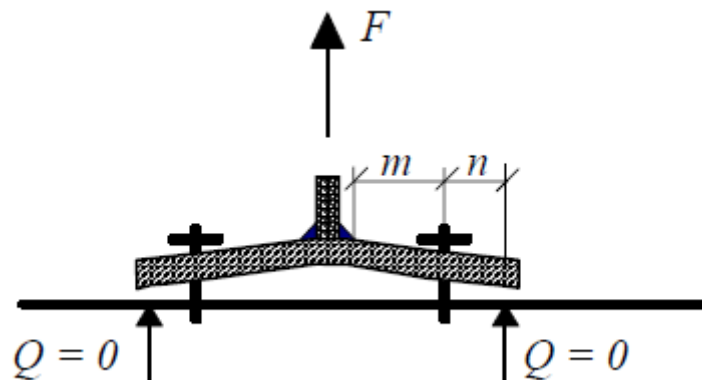
## Literatura

Wald F., Sokol Z.: *Proposal of the Stiffness Design Model of the Column Bases*, Connection v Steel Structures II, Behaviour, Strength, and Design, ed. Bjorhovde, Colson, Zandonini, Pergamon Press, London 1996, s. 237 - 249, ISBN 0-08-042821-5.

COST C1: *Column Bases in Steel Building Frames*, ed. K. Weynand, EC, Brussels 1999.

## Patní deska - únosnost v ohybu

Chování patní desky a kotevních šroubů se podobně jako u přípojí nosníku na sloup patní deskou popisuje modelem náhradního T-profilu. Chování patní desky má odlišnosti, které byly zohledněny v metodě komponentů (Wald; 1993). Patní deska vychází tlustá, protože je navržena na únosnost v tlaku a roznášení zatížení do betonového základu. Kotevní šrouby jsou delší než u přípojí nosníku na sloup a proto jsou poddajnější. U patní desky se výrazně projeví vliv podložky a velikosti hlavy šroubu, což mění geometrii a příznivě ovlivňuje rozložení sil na T-profilu. Pro praktický návrh se doporučuje počítat s vlivem velikosti hlavy šroubu a podložky na únosnost. Vliv na tuhost není výrazný a je možno jej zanedbat (Sokol, Wald; 1997).



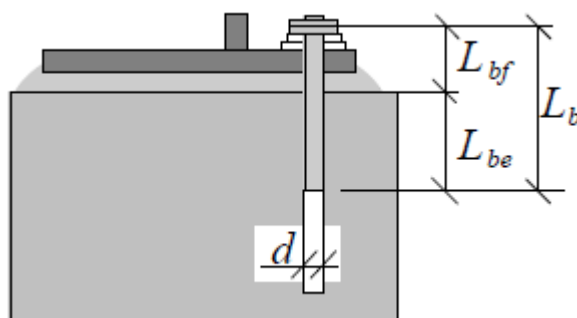
*T-profil při ztrátě kontaktu patní desky s betonovým základem*

Pro výpočet tuhosti a únosnosti kotevních šroubů v tahu a patní desky v ohybu lze přijmout zjednodušující předpoklady (Weynand; 1999). Hranice mezi případy, kdy je patní deska v kontaktu s betonovým základem a způsobuje páčení šroubů a kdy není v kontaktu se určí za předpokladu, že  $n = 1,25m$ .

$$L_{b,min} = \frac{8.82m^3 A_s}{l_{eff} t^3} < L_b$$

kde je:  $A_s$  • plocha jádra šroubu  
 $L_b$  • náhradní délka kotevního šroubu (obrázek níže)

Pro zabetonované šrouby sestává  $L_b$  z volné neobetonované délky šroubu  $L_{bf}$  a z účinné délky obetonované části šroubu  $L_{be} \approx 8d$ , tedy  $L_b = L_{bf} + L_{be}$ , dle (Wald; 1993). Pro délku šroubu  $L_b$  větší než  $L_{b,lim}$  nedochází k páčení.

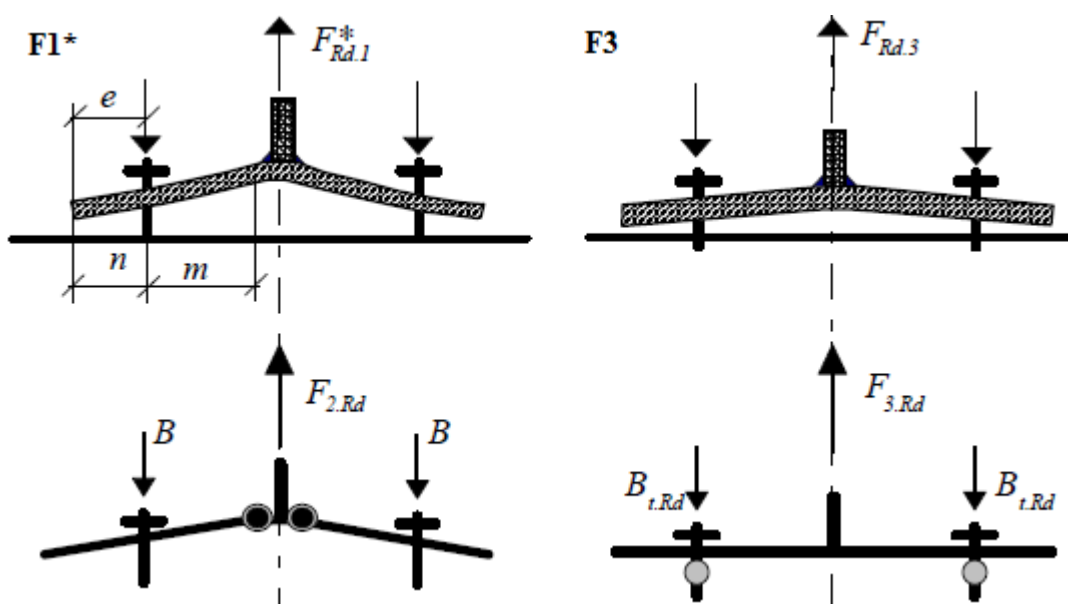
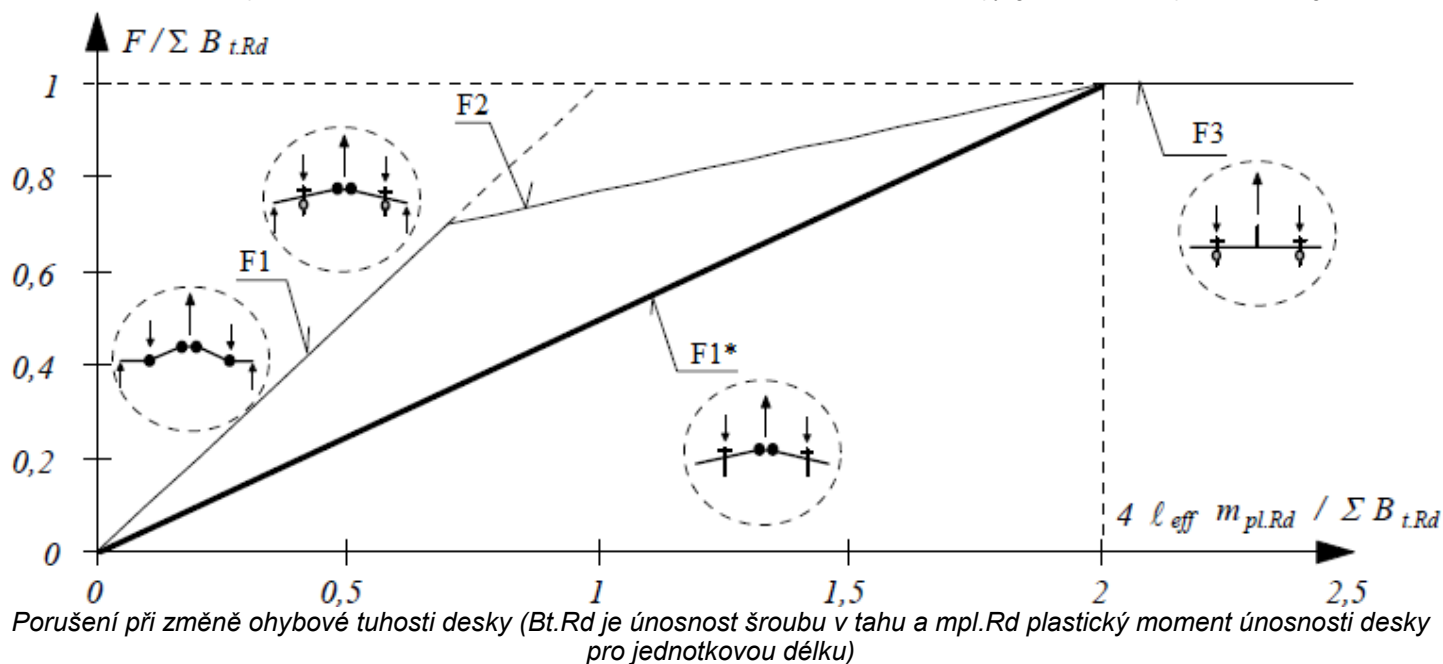


*Náhradní délka kotevního šroubu*

Únosnost T-profilu se stanovuje jako nejmenší ze tří možných způsobů plastického porušení. Porušení  $F1$  představuje způsob porušení T-profilu s tenkou patní deskou a únosnými kotevními šrouby. Při porušení se v patní desce vytvoří plastický kloubový mechanismus se čtyřmi klouby.

Porušení  $F3$  nastává u T-profilů s tlustou patní deskou a slabými kotevními šrouby, při porušení dochází k jejich přetržení. Porušení  $F2$  tvoří přechod mezi předcházejícími způsoby. Při něm se vyvinou dva plastické klouby v desce a současně dojde k vyčerpání únosnosti kotevních šroubů.





Tvary porušení  $F1^*$  (porušení desky bez kontaktu s betonovým blokem) a  $F3$  (porušení šroubů)

V případě, že nedochází k páčení šroubů, nastane místo porušení ve tvaru  $F1$  nebo  $F2$  jiné porušení, které se označuje jako porušení  $F1^*$ . Ve většině případů dojde po vytvoření plastických kloubů v desce k jejímu opření o betonový základ. Výsledná únosnost potom odpovídá porušení  $F1$  nebo  $F2$ , avšak nastane za rozvoje velkých deformací T-profilu. Pro jednoduchost je pro tento případ vhodné považovat za rozhodující únosnost náhradního T-profilu pouze se dvěma klouby v desce, čemuž odpovídá síla

$$F_{Rd,1}^* = \frac{2l_{eff,1}m_{pl,Rd}}{m}$$

Plastický moment únosnosti  $m_{pl,Rd}$  se vypočte pro jednotkovou délku. Pro určení náhradní délky T-profilu  $l_{eff,1}$  se použije metoda liniových kloubů.

## Tuhost

Součinitel tuhosti T-profilu bez kontaktu s betonovým blokem se určí samostatně pro patní desku tloušťky  $t$  a pro šroub

$$k_p = \frac{0.425l_{eff}t^3}{m^3}$$

$$k_b = 2.0 \frac{A_s}{L_b}$$

Tuhost celého T-profilu se vypočte jako součet tuhostí těchto komponentů. V případě, že dochází k páčení šroubů, se

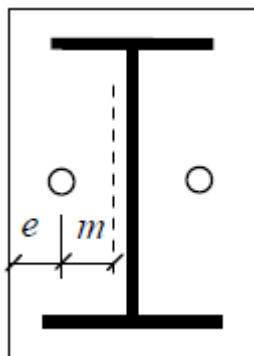
tuhost patní desky a šroubu podle EN 1993-1-8 stanoví jako

$$k_p = \frac{0.85 l_{eff} t^3}{m^3}$$

$$k_b = 1.6 \frac{A_s}{L_b}$$

Za náhradní délku T-profilu  $l_{eff}$  se dosadí  $l_{eff,1}$  nebo  $l_{eff,2}$  podle toho, který ze způsobů porušení byl rozhodující při určení únosnosti.  $l_{eff}$  se vypočte metodou liniových kloubů:

Patní desky se šrouby mezi pásnicemi sloupu:



Náhradní délka T-profilu pro patní desky se šrouby mezi pásnicemi sloupu

Při výpočtu s páčením jsou  $l_{eff,1}$  a  $l_{eff,2}$  stanoveny takto:

$$l_1 = 2\alpha m - (4m + 1.25e)$$

$$l_2 = 2\pi m$$

$$l_{eff,1} = \min(l_1; l_2)$$

$$l_{eff,2} = l_1$$

Při výpočtu bez páčení jsou  $l_{eff,1}$  a  $l_{eff,2}$  stanoveny takto:

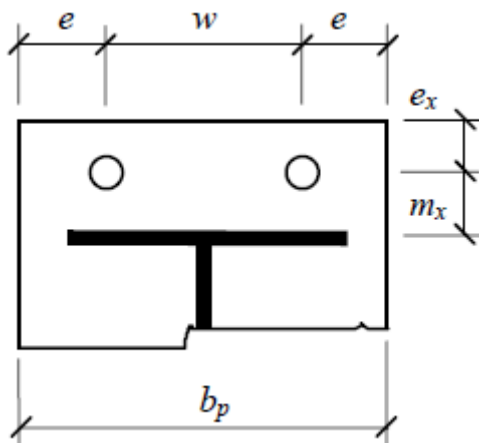
$$l_1 = 2\alpha m - (4m + 1.25e)$$

$$l_2 = 4\pi m$$

$$l_{eff,1} = \min(l_1; l_2)$$

$$l_{eff,2} = l_1$$

Patní desky se šrouby vně pásnic sloupu:



Náhradní délka T-profilu pro patní desky se šrouby vně pásnic sloupu

Při výpočtu s páčením jsou  $l_{eff,1}$  a  $l_{eff,2}$  stanoveny takto:

$$\begin{aligned}
 l_1 &= 4m_x + 1.25e_x) \\
 l_2 &= 2\pi m_x \\
 l_3 &= 0.5b_p \\
 l_4 &= 0.5w + 2m_x + 0.625e_x \\
 l_5 &= e + 2m_x + 0.625e_x \\
 l_6 &= \pi m_x + 2e \\
 l_7 &= \pi m_x + p \\
 l_{eff,1} &= \min(l_1; l_2; l_3; l_4; l_5; l_6; l_7) \\
 l_{eff,2} &= \min(l_1; l_3; l_4; l_5)
 \end{aligned}$$

Při výpočtu bez páčení jsou  $l_{eff,1}$  a  $l_{eff,2}$  stanoveny takto:

$$\begin{aligned}
 l_1 &= 4m_x + 1.25e_x) \\
 l_2 &= 4\pi m_x \\
 l_3 &= 0.5b_p \\
 l_4 &= 0.5w + 2m_x + 0.625e_x \\
 l_5 &= e + 2m_x + 0.625e_x \\
 l_6 &= 2\pi m_x + 4e \\
 l_7 &= 2\pi m_x + 2p \\
 l_{eff,1} &= \min(l_1; l_2; l_3; l_4; l_5; l_6; l_7) \\
 l_{eff,2} &= \min(l_1; l_3; l_4; l_5)
 \end{aligned}$$

## Literatura

Wald F., Obata M., Matsuura S., Goto Y.: *Prying of Anchor Bolts*, Nagoya University Report, Nagoya 1993, pp. 241-249.

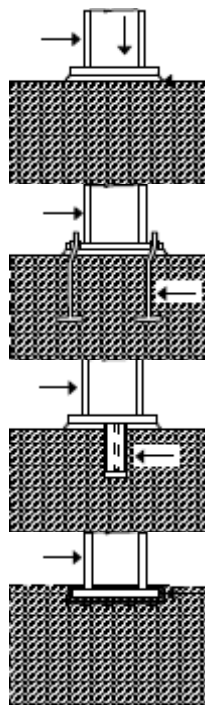
*Column Bases in Steel Building Frames*, ed. K. Weynand, EC, Brussels 1999.

Sokol Z., Wald F.: *Experiments with T-stubs in Tension and Compression*, Research Report, ČVUT, Praha 1997.

## Patní deska - únosnost ve smyku

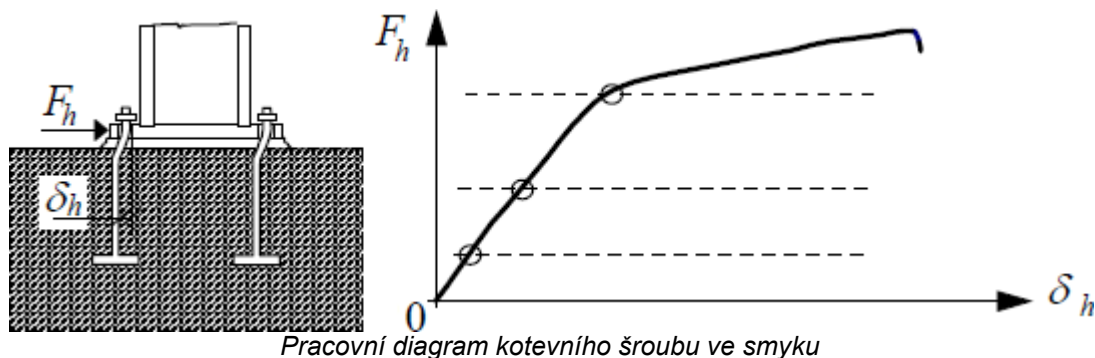
Přenos smykové síly mezi patní deskou a patkou není v programu ověřován. Smyková síla se z patní desky do betonového základu přenáší:

- **třením mezi patní deskou, maltou a betonovým základem**
- **smykem a ohybem kotevních šroubů**
- **smykovou zarážkou tvořenou úpalkem profilu pod patní deskou**
- **čelem patního plechů**



Součinitel tření je v evropských předpisech (CEB, 1997) doporučován hodnotou  $\mu=0,4$  se součinitelem spolehlivosti  $\gamma=1,5$ . Tření mezi patní deskou a základem je možno zvýšit předpětím kotevních šroubů.

Při využití smyku a ohybu kotevních šroubů je možno postupovat podle materiálů CEB (CEB, 1997) a posoudit interakci ohybové a smykové únosnosti kotevních šroubů.



Při porušení dojde k namáhání šroubů tahem po jejich výrazné deformaci (Weynand, 1999; Bowman 1989). Únosnost lze méně konzervativně stanovit jako redukovanou únosnost šroubů v tahu, která se vyjadřuje zjednodušeně přímo ve tvaru shodném s únosností ve smyku

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha f_{ub} A_s}{\gamma_{Mb}}$$

kde je:  $f_{ub}$  • mez pevnosti šroubů  
 $\gamma_{Mb}$  • náhradní délka kotevního šroubu (obrázek níže)

Pro šrouby třídy 4.6 platí  $\alpha = 0,375$ , pro šrouby třídy 5.6 je  $\alpha = 0,250$ . Výraz byl prověřen experimentálně pro tloušťky podlití do 60mm (Bowman 1989). Smyková únosnost šroubu v betonovém základu závisí na jeho vzdálenosti od hrany a je třeba ji prověřit samostatně. Obvykle se pro přenos smykové síly počítá pouze se šrouby nevyužitými v tahu a s kombinací účinků se neuvažuje. V případě, že byly pro kotevní šrouby užity nadměrné díry v patním plechu, je třeba po montáži provést opatření pro přenos smykové síly do šroubu buď injektáží nadměrné díry epoxidovou maltou nebo přivařením speciální ocelové podložky k patní desce.

## Literatura

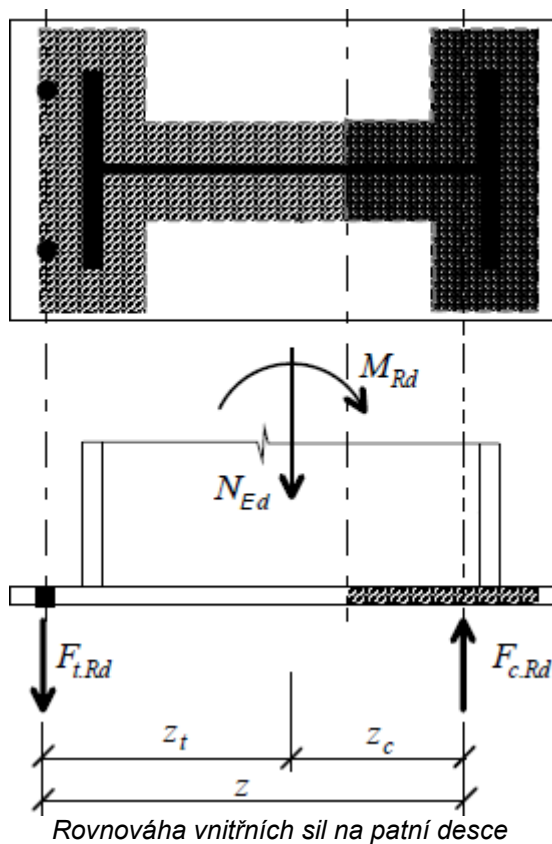
CEB: *Design of Fastenings in Concrete*, Design guide, Thomas Telford Services Ltd, Londýn 1997, s. 83, ISBN 0 7277 2558 0.

COST C1: *Column Bases in Steel Building Frames*, ed. K. Weynand, EC, Brussels 1999

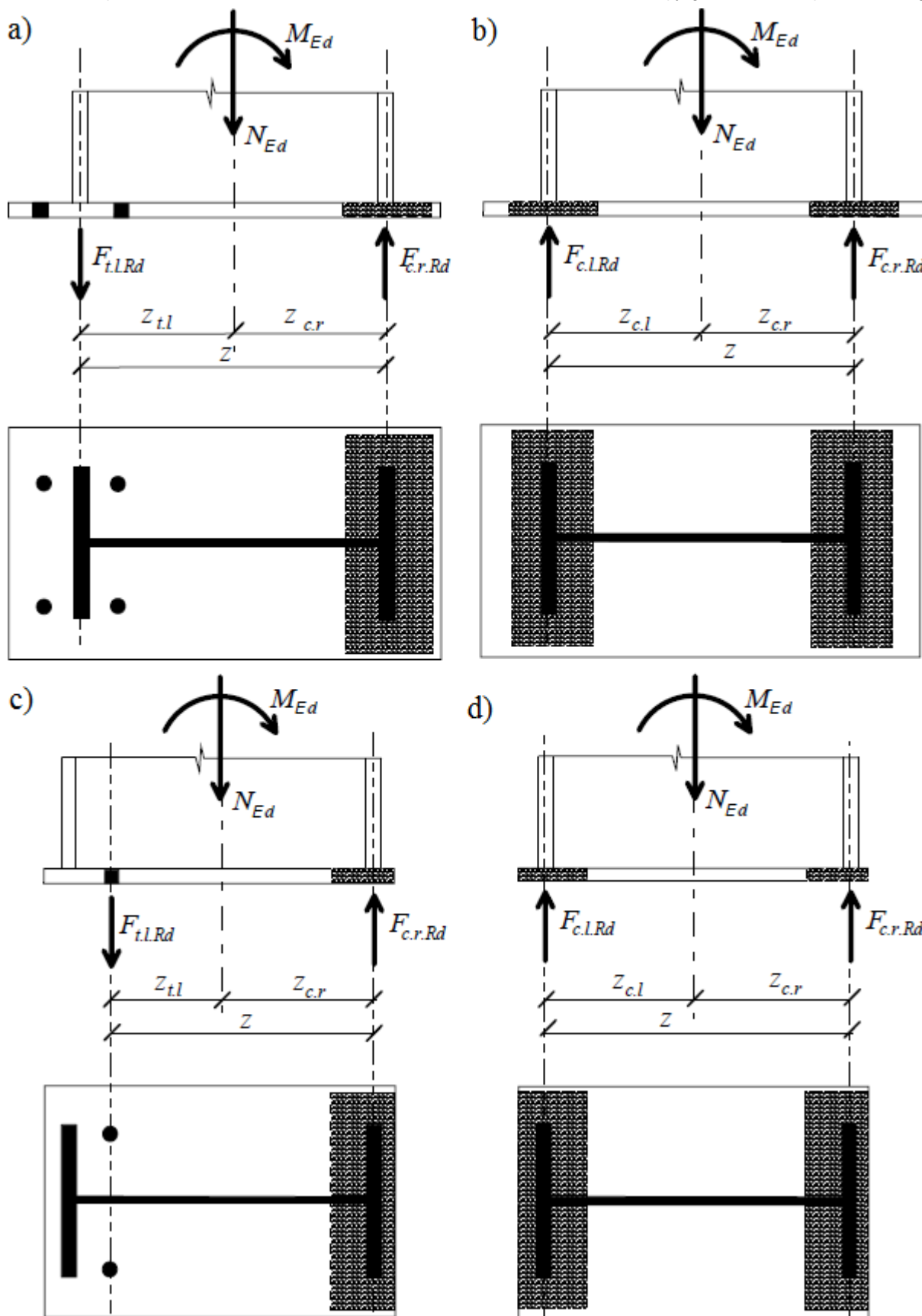
Bowman L P, Gresnigt A. M., Romeijn, A: *Research into the connection of steel base plate to concrete foundation*, holandsky, Stevin Laboratory Report No.: 25.6.89.05/c6, Delft 1989

## Patní deska - únosnost patky

Při výpočtu únosnosti patky zatížené osovou silou a momentem se vychází z podmínky rovnováhy na patní desce. Při známé únosnosti tažené části patky  $F_{t,Rd}$  je možno určit polohu neutrální osy a momentovou únosnost  $M_{Rd}$  při působící normálové síle  $N_{Ed}$  za předpokladu plastického rozdělení vnitřních sil



Počítáme-li pouze s účinnými oblastmi pod pásnicemi sloupu (Steenhuis 1999) a působením  $N_{Ed}$ ,  $M_{Ed}$ , řešení se zjednoduší, protože osa tlačené části a poloha tlakové reakce pod patní deskou splývá s osou pásnice. Předpoklad lze převzít i při kratším přesahu patní desky než je možná účinná šířka desky. Tahová síla působí v ose šroubů, při dvou řadách šroubů se počítá s výslednicí obou řad.



Rovnováha sil modelu s účinnou plochou pouze pod pásnicemi sloupu; a) dvě řady šroubů v tahu, b) obě pásnice v tlaku (velmi malý moment  $M_{Ed}$ ), c) jedna řada šroubů v tahu a přesah patní desky menší než možná účinná šířka, d) obě pásnice v tlaku a přesah patní desky menší než možná účinná šířka

Síly představující únosnost tažené části  $F_{t,l,Rd}$  a tlačené části  $F_{c,l,Rd}$ ,  $F_{c,r,Rd}$  byly určeny výše. Pokud vzniká tahová síla v kotevních šroubech, pro excentricitu zatížení platí  $e = M_{Ed}/N_{Ed} \geq z_{c,r}$  a podle variant a) a c) lze vyjádřit namáhání tažené a tlačené části patky z momentové podmínky rovnováhy

$$\frac{M_{Sd}}{z} - \frac{N_{Sd}z_{c,r}}{z} = F_{t,1,Rd}$$

$$\frac{M_{Sd}}{z} + \frac{N_{Sd}z_{c,l}}{z} = F_{c,r,Rd}$$

Únosnost patky sloupu  $M_{Rd}$  při známé osově síle  $N_{Ed}$  lze stanovit jako menší z hodnot  $M_{Ed}$  vypočítaných podle vzorců výše.

$$M_{Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} F_{t,1,Rd}z + z_{c,r}N_{Sd} \\ F_{c,r,Rd}z - z_{t,l}N_{Sd} \end{array} \right\}$$

Pokud je excentricita  $e = M_{Ed}/N_{Ed} < z_{c,r}$  (obrázek výše, varianty b) a d)), nepůsobí ve šroubech tahová síla, ale pod oběma pásnicemi vzniká tlaková reakce. Momentová únosnost je v tomto případě

$$M_{Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} F_{c,l,Rd}z + z_{c,r}N_{Sd} \\ F_{c,r,Rd}z - z_{c,l}N_{Sd} \end{array} \right\}$$

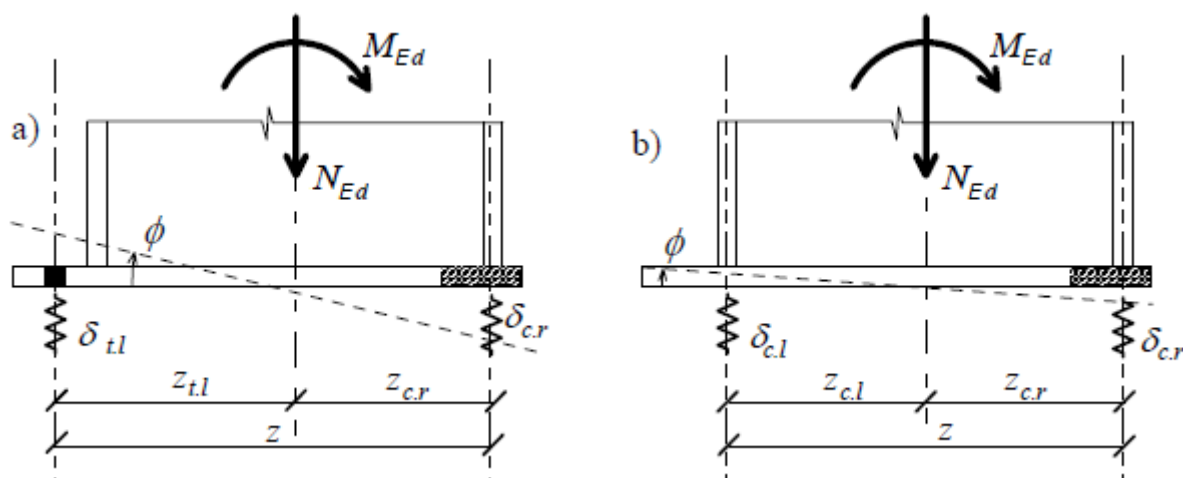
## Literatura

Steenhuis C. M.: *Assembling procedure for base plates*, report 98-NOC-R0447 TNO, Delft 1999, s. 79.

## Patní deska - ohybová tuhost

Počáteční ohybovou tuhost patky lze stanovit při různé historii zatěžování. Nejběžnější je proporcionální zatěžování s konstantní excentricitou osově síly  $e = M_{Ed}/N_{Ed} = konst$ . Méně běžné je vyjádření tuhosti při konstantní osově síle v patce (Bowman, 1989).

Následující model tuhosti je odvozen pro výše uvedené zjednodušení působíště tlakových reakcí pod pásnicemi sloupu. Závislost deformace  $\delta_t$ ,  $\delta_c$  jednotlivých komponentů na vnitřních silách závisí na tuhosti tažené části  $k_t$  a tlačené části patky  $k_c$  a vyjádří se jako



Mechanický model patky

$$\delta_{t,l} = \frac{\frac{M_{Ed}}{z} - \frac{N_{Ed}z_{c,r}}{z}}{Ek_{t,l}} = \frac{M_{Ed} - N_{Ed}z_{c,r}}{Ezk_{t,l}}$$

$$\delta_{c,r} = \frac{\frac{M_{Ed}}{z} + \frac{N_{Ed}z_{t,l}}{z}}{Ek_{c,r}} = \frac{M_{Ed} + N_{Ed}z_{t,l}}{Ezk_{c,r}}$$

S využitím předcházejících vztahů můžeme určit natočení patní desky

$$\phi = \frac{\delta_{t,l} + \delta_{c,r}}{z} = \frac{1}{Ez^2} \left( \frac{M_{Ed} - N_{Ed}z_{c,r}}{k_{t,l}} + \frac{M_{Ed} + N_{Ed}z_{t,l}}{k_{c,r}} \right)$$

a z něho vyjádřit počáteční ohybovou tuhost jako

$$S_{j,ini} = \frac{Ez^2}{\frac{1}{k_{c,r}} + \frac{1}{k_{t,l}}} = \frac{Ez^2}{\sum \frac{1}{k}}$$

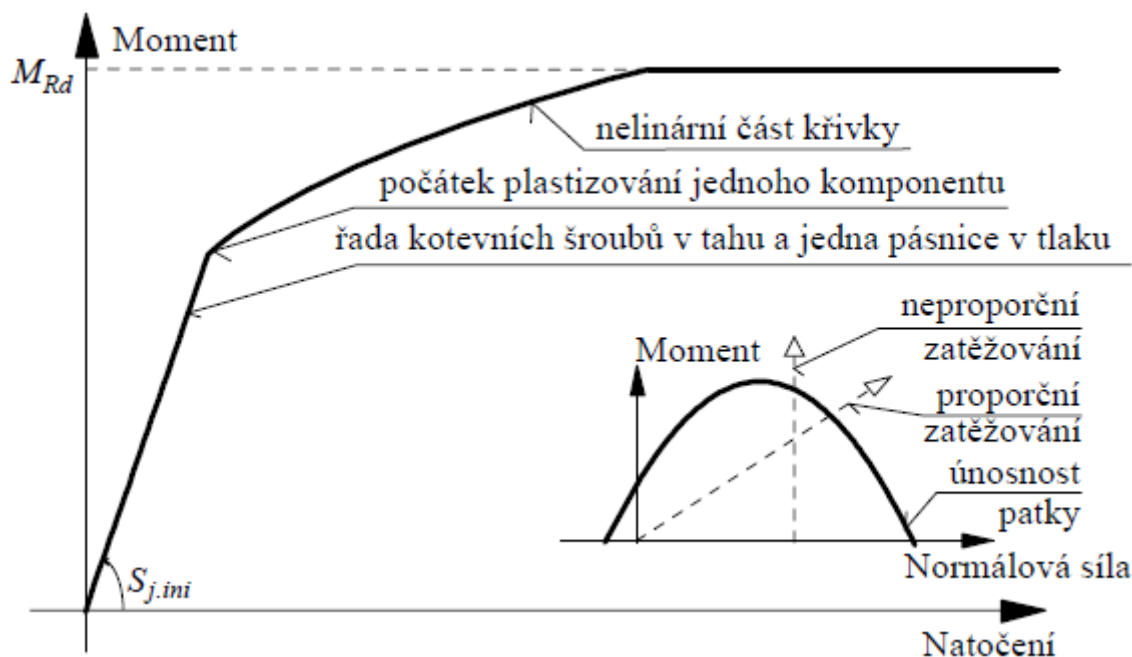
Nelineární část závislosti momentu na natočení se podobně jako u jiných styčníků modeluje tvarovým součinitelem dle EN



$$\mu = \left( 1.5 \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right)^{2.7} \geq 1.0$$

Sečná ohybová tuhost se stanoví jako

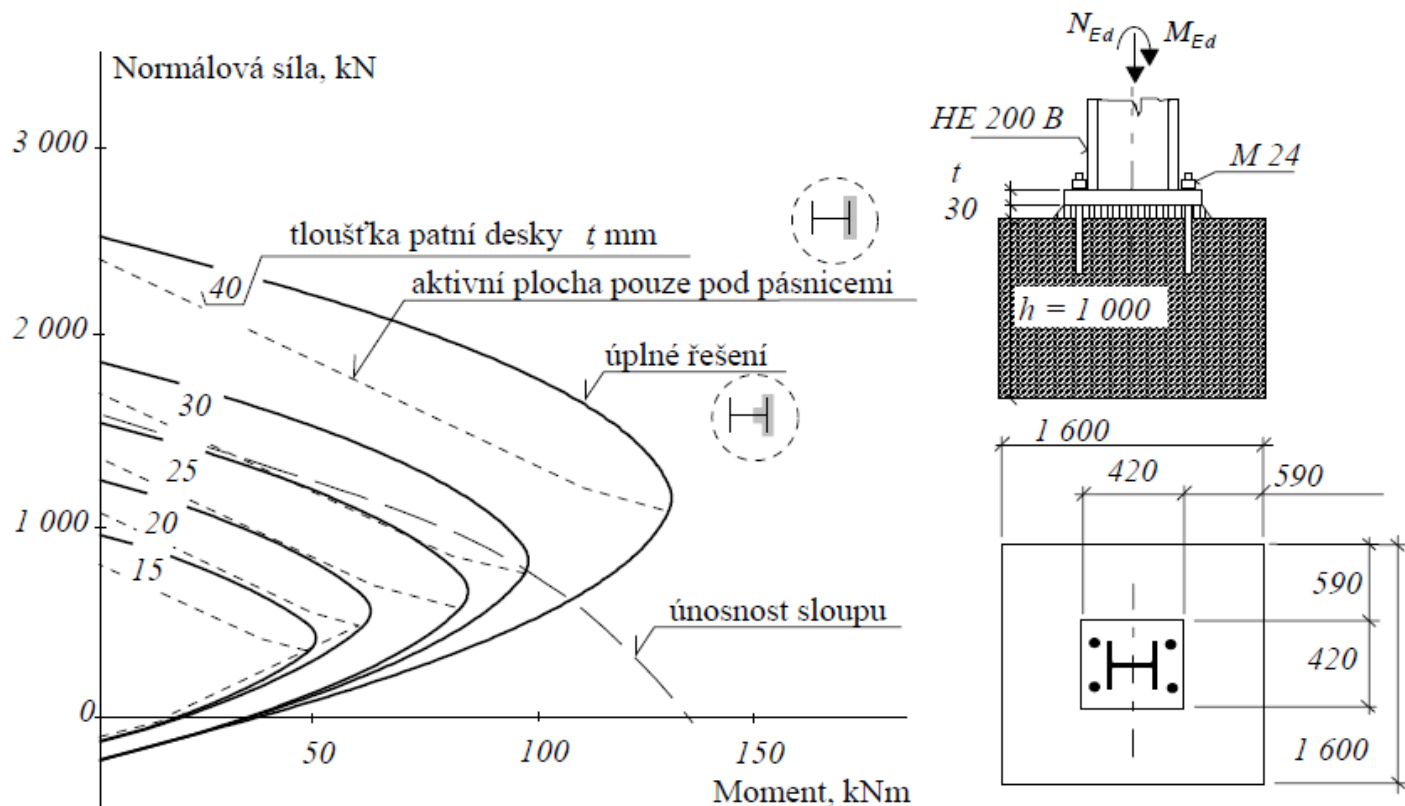
$$S_j = \frac{Ez^2}{\mu \sum \frac{1}{k}}$$



*Závislost natočení na momentu pro proporční zatěžování s konstantní excentricitou*

Lineární část křivky reprezentuje namáhání řady kotevních šroubů u jedné pásnice sloupu tahem s druhou pásnicí v tlaku. Nelineární část křivky začíná při plastizování jednoho z komponentů, buď patní desky a šroubů v tahu nebo betonu v tlaku.

Na následujícím obrázku je dokumentován vliv zjednodušeného modelu na stanovení únosnosti. Je vidět, že navrhované zjednodušení je konzervativní a pro podrobné posouzení není vhodné.



Porovnání únosnosti zjednodušeného modelu s aktivní plochou pouze pod pásnicemi sloupu (změny křivosti jsou způsobeny aktivováním šroubu), s modelem zahrnujícím aktivní plochu pod celým průřezem sloupu

## Literatura

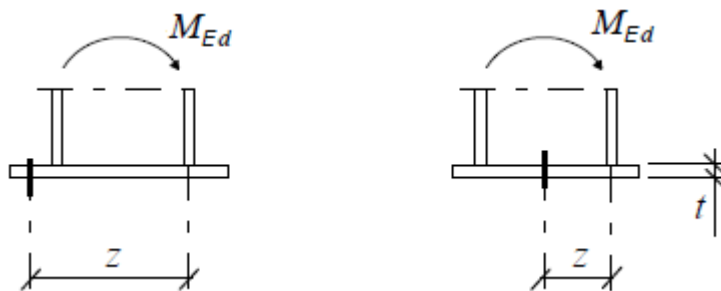
Bowman L P, Gresnigt A. M., Romeijn, A: *Research into the connection of steel base plate to concrete foundation*, holandsky, Stevin Laboratory Report No.: 25.6.89.05/c6, Delft 1989.

## Patní deska - předběžný odhad řešení

Při návrhu konstrukce je výhodné předem odhadnout ohybovou tuhost styčníků, které budou detailně navrženy na jiné úrovni výrobní přípravy, a s touto tuhostí provést statické řešení konstrukce. Na základě studia řady typických kotvení s nevyztuženou patní deskou byly vypracovány vztahy pro předběžný odhad počáteční pružné ohybové tuhosti patky ve tvaru

$$S_{j,ini,app} = \frac{Ez^2}{20}$$

kde  $z$  je rameno vnitřních sil. Udává vzdálenost středu tlacené pásnice a řady kotevních šroubů.



Rameno vnitřních sil pro předběžný odhad ohybové tuhosti

## Literatura

Wald F., Bauduffe N., Sokol Z.: *Preliminary Prediction of the Column-Base Stiffness*, v Steel Structures of the 2000's, Istanbul 2000.

## Zabetonovaný sloup - ohybová únosnost

Platnost navrženého modelu je omezena následujícími předpoklady:

Štíhlost pásnice sloupu je omezena násobkem tloušťky pásnice

$$b_c \leq 20t_{fc}$$

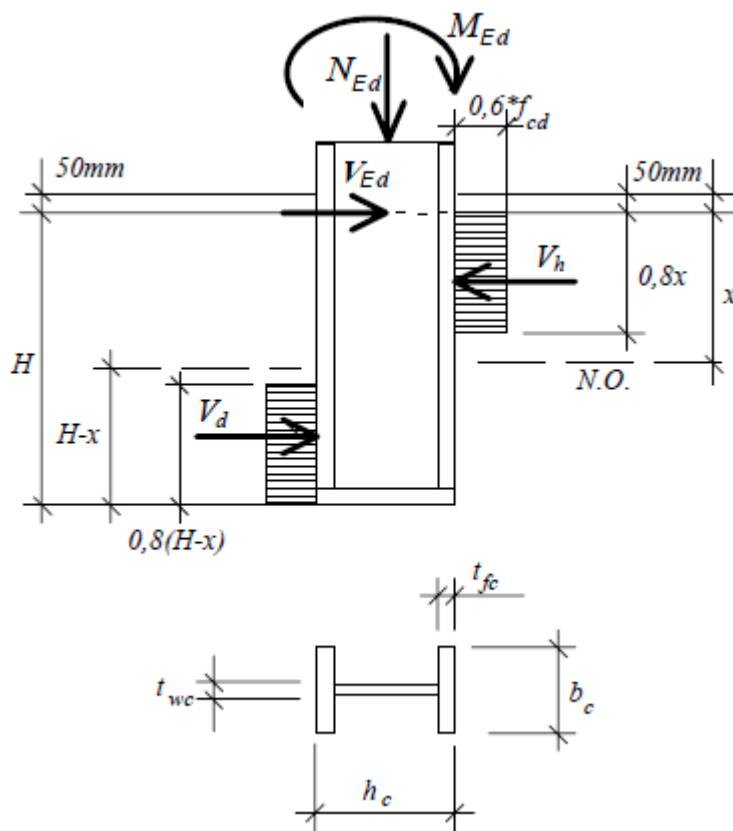
Hloubka započteného zabetonování ocelového sloupu do betonového základu se musí pohybovat ve vymezeném intervalu

$$b_{eff} < H \leq 2b_{eff}$$

Model zavádí veličinu efektivní šířka pásnice  $b_{eff}$ , která zohledňuje u l a H průřezů případné spolupůsobení vnitřní strany protilehlé pásnice na přenosu napětí z ocelového sloupu do betonového základu.

$$b_{eff} = \min \{b_c + 0.5h_c; 2b_c\}$$

Při respektování výše popsanych omezení je možno počítat s modelem rozdělení napětí v betonu podél pásnic ocelového sloupu:



*Předpokládané rozdělení napětí v betonu podél pásnic ocelového sloupu, platí asi do hloubky zabetonování  $H = 2b_{eff}$ .*

Vodorovné síly přenášené z pásnice do betonu  $V_h$  a  $V_d$  jsou dány vztahy:

$$V_h = 0.8x0.6f_{cd}b_{eff}$$

$$V_d = 0.8(H - x)0.6f_{cd}b_{eff}$$

vodorovná podmínka rovnováhy:

$$V_{Ed} + V_d - V_h = 0$$

$$V_{Ed} + 0.8(H - x)0.6f_{cd}b_{eff} = 0$$

z toho plyne:

$$x = 1.0417 \frac{V_{Ed} + 0.48b_{eff}f_{cd}H}{b_{eff}f_{cd}}$$

momentová podmínka rovnováhy k patě sloupu:

$$M_{Ed} + V_{Ed}h + V_d0.4(H - x) - V_h(H - 0.4x) = 0$$

Po vyřešení soustavy rovnic vyjde potřebná hloubka zabetonování sloupu pro dané zatížení při respektování mezního tlaku betonu:

$$H = \frac{3.4722 \left( 0.5V_{Ed} + 0.1\sqrt{49V_{Ed}^2 + 57.6M_{Ed}b_{eff}f_{cd}} \right)}{b_{eff}f_{cd}}$$

## Zabetonovaný sloup - smyková únosnost

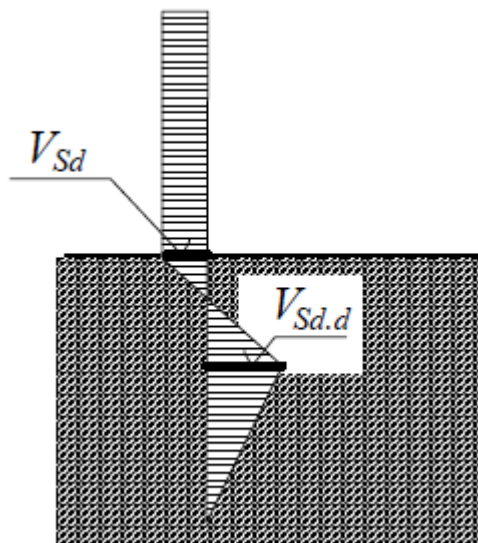
Průběh posouvající síly v ose ocelového sloupu je zobrazen na obrázku níže. Musí být splněny následující podmínky:

Ocelový sloup musí přenést maximální smykovou sílu nad zabetonováním  $V_{Ed}$

$$V_{Ed} \leq V_{pl,Rd}$$

Vybetonovaný sloup musí přenést maximální smykovou sílu uvnitř patky  $V_{Ed}$

$$V_{Ed,d} \leq V_{wp,Rd}$$



Průběh posouvající síly po výšce zabetonovaného sloupu

$$V_{wp,Rd} = V_{pl,Rd} + V_{wp,c,Rd}$$

kde je:  $V_{wp,Rd}$

$V_{pl,Rd}$

$V_{wp,c,Rd}$

- smyková únosnost vybetonovaného ocelového sloupu
- smyková únosnost vybetonování (betonové konzoly) mezi pásnicemi a stojinou ocelového sloupu
- reprezentativní hodnota zatížení

Výpočet maximální smykové síly uvnitř zabetonované patky  $V_{Ed,d}$  přenášené stěnou sloupu a zabetonováním mezi pásnicemi se spočte jako

$$V_{Ed,d} = V_{d1} - V_{d2} = 0.8 (H - x) 0.6 f_{ck} (2b - b_{eff})$$

Smyková únosnost betonové konzoly  $V_{wp,c,Rd}$  je navržena tak, aby odpovídala výpočtu smykové únosnosti navržené pro styčníky vybetonovaných sloupů [5]. V modelu je zavedeno *rameno sil*  $z$  a *součinitel využití sloupu tlakem*  $V$ , viz obr. 3

$$V_{wp,c,Rd} = D_{c,Rd} \sin \theta$$

$$D_{c,Rd} = \nu \frac{\alpha_d f_{ck}}{\gamma_c} A_{concr}$$

kde:

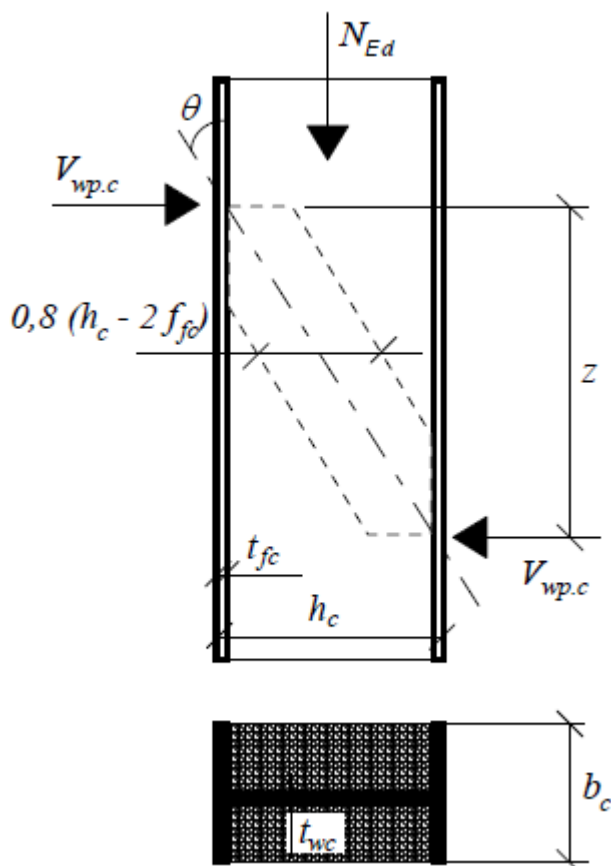
$$\alpha_d = 0.85$$

$$A_{concr} = [0.8 (h_c - 2t_{fc}) \cos \theta] (b_c - t_w)$$

$$\theta = \arctan \left( \frac{h_c - 2t_{fc}}{z} \right)$$

$$z = 0.6H$$

$$\nu = 0.55$$



*Tvar tlačného hranolu v betonové konzole mezi pásnicemi a stěnou sloupu, který slouží pro výpočet smykové únosnosti vybetonované konzoly*

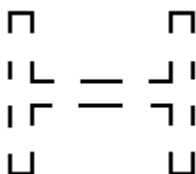
## Zabetonovaný sloup - normálová únosnost

Pokud sloup není nalakovaný, mastný, ani s žádnými dalšími speciálními úpravami, lze počítat se soudržností pláště sloupu a betonu. Únosnost v soudržnosti nelze kombinovat s únosností v protlačení. Únosnost v soudržnosti pláště ocelového sloupu s betonem  $F_{rd}$  se spočte jako minimum z porušení podél pláště ocelového profilu a z kombinace porušení betonu ve smyku a soudržnosti betonu s ocelovými pásnicemi:

$$F_{Rd} = \min \{ F_{s,Rd}; F_{c,s,Rd} \}$$

Únosnost při porušení podél pláště ocelového profilu  $F_{s,Rd}$  je získána vzorcem:

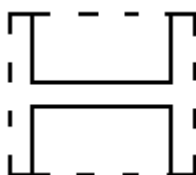
$$F_{s,Rd} = A_{steel,surf} \frac{0.36 \sqrt{f_{ck}}}{\gamma_c}$$



*Porušení soudržnosti podél pláště ocelového profilu*

Kombinované porušení betonu ve smyku a soudržnosti betonu s ocelovými pásnicemi  $F_{c,s,Rd}$  se stanoví jako

$$F_{c,s,Rd} = A_{con,surf} \frac{0.25 f_{ctk,05}}{\gamma_c} + A_{steel1,surf} \frac{0.36 \sqrt{f_{ck}}}{\gamma_c}$$



*Porušení kombinací porušením betonu ve smyku a soudržnosti betonu s ocelovými pásnicemi*

## Protlačení a podrcení bez patního plechu

Nevyhoví-li posouzení ve svislém směru na soudržnost a nebo nelze-li se soudržností počítat z konstrukčních důvodů, je nutno posoudit protlačení spodní části betonové patky ocelovým sloupem. Únosnost patky v protlačení lze stanovit dle EN 1992-1-1

$$V_{Rd} = \frac{u}{\beta} (\nu_{Rd,1}; \nu_{Rd,3})$$

- kde je:
- $\beta$  součinitel vystihující vliv výstřednosti zatížení ( $\beta=1,0$ )
  - $u$  obvod kritického průřezu dle EN 1992-1-1
  - $\nu_{Rd,1}$  výpočtová hodnota smykové únosnosti vztažená na jednotku délky kritického obvodu desky bez smykové výztuže dle EN 1992-1-1
  - $\nu_{Rd,3}$  výpočtová hodnota smykové únosnosti vztažená na jednotku délky kritického obvodu desky se smykovou výztuží dle EN 1992-1-1

Únosnost v podrcení se vypočte dle EN 1993-1-1 jako

$$F_{ber,Rd} = f_j A_{eff}$$

- kde je:
- $f_j$  mez pevnosti betonu v koncentrovaném tlaku
  - $A_c$  plocha průřezu sloupu

## Protlačení a podrcení s patním plechem

Únosnost patky v protlačení lze stanovit dle EN 1993-1-1 jako

$$V_{Rd} = \frac{u_{bp}}{\beta} (\nu_{Rd,1}; \nu_{Rd,3})$$

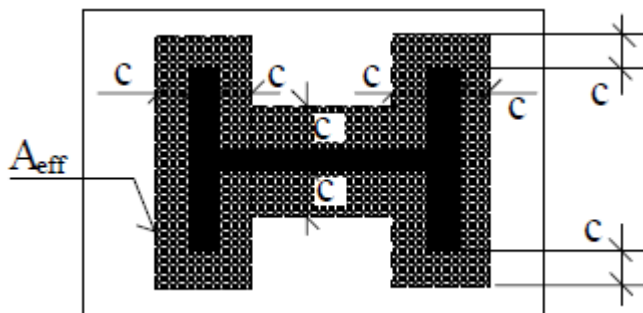
- kde je:
- $u_{bp}$  obvod kritického průřezu pro sloup s patním plechem dle EN 1993-1-1

Únosnost v podrcení se spočte jako

$$F_{ber,Rd} = f_j A_{eff}$$

- kde je:
- $A_{eff}$  plocha účinného průřezu pod patním plechem, kde parametr pro výpočet efektivní plochy se stanoví jako u patního plechu ležícího na povrchu betonového bloku dle EN 1993-1-1

$$c = t \sqrt{\frac{f_y}{3\gamma_{M0} f_j}}$$



Účinná plocha pod zabetonovaným patním plechem (vyšrafovaná)

## Zabetonovaný sloup - odhady řešení

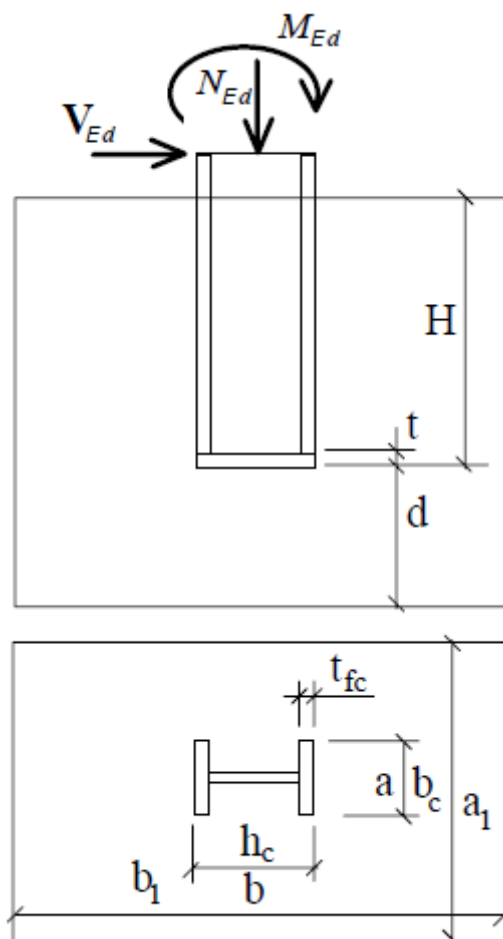
Pro předběžný návrh je možno uvažovat s tím, že při použití betonu C20/25 a lepšího, patka zabetonovaná do hloubky  $H = 3b_c$  je schopna přenést plnou výpočtovou plastickou momentovou únosnost ocelového sloupu z H-profilu z oceli S235  $M_{pl,Rd,S235}$ .

Rovněž lze počítat s tím, že sloup vyhoví v patce ve smyku, bude-li společně s momentem  $M_{pl,Rd,S235}$  patku zatěžovat posouvající síla  $V_{Sd}$  taková, aby platilo  $V_{Sd} \leq V_{pl,Rd}/4$ .

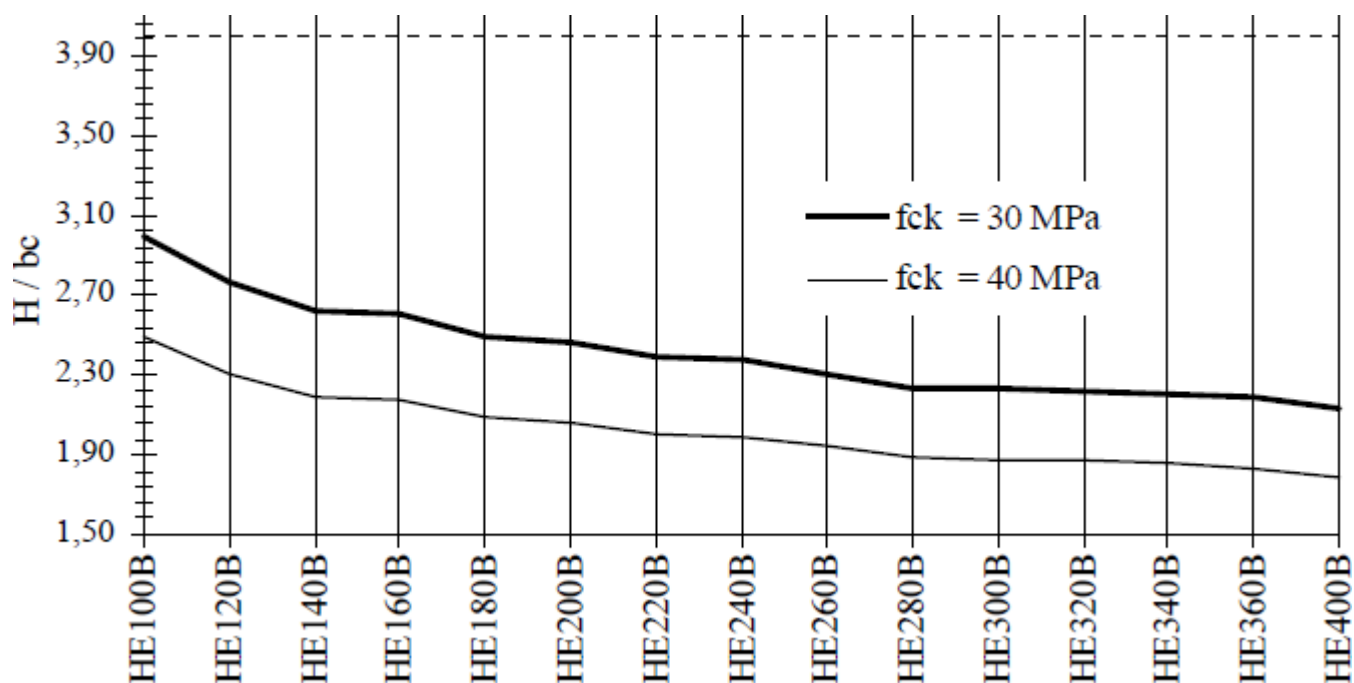
Betonový blok základu je třeba posoudit samostatně na smyk i na namáhání od zeminy. V případě kalichové patky se na podrcení posuzuje zálivka patky a vyztužený kalich se posuzuje na ohybový moment a na protlačení.

Příklady výpočtu návrhové únosnosti patek k tuhé ose sloupu jsou uvedeny v grafu a tabulkách spočtené podle navrženého výpočetního modelu pro některé obvyklé rozměry sloupů a patek. Je použit patní plech velikosti sloupu bez přesahu o takové tloušťce, aby byla únosnost v protlačení přibližně rovna únosnosti v podrcení. Rozměry jsou zobrazeny na obrázku dole. V následujícím grafu je zobrazena poměrná nutná hloubka zabetonování  $H/b_c$  při zatížení omezeném

únosností sloupu v ohybu  $M_{pl,Rd}$  a smyku  $V_{pl,Rd}$ . V tabulce je spočtena únosnost patky ve svislém směru v soudržnosti  $F_{Rd}$ , protlačení  $V_{Rd}$ , v podržení pod patním plechem  $F_{ber,Rd}$ , v podržení bez použití patního plechu  $F_{ber,0,Rd}$  při dané velikosti podbetonování  $d$ . Patka je bez smykové výztuže. Graf a tabulka jsou zpracovány pro ocel S235, beton C12/15, C20/25, C30/37, C40/50. Je použito součinitelů spolehlivosti  $\gamma_{M0}=1,15$  a  $\gamma_c=1,5$ .



Geometrie patky použitá pro výpočet příkladu



Poměrná nutná hloubka zabetonování při působení  $M_{pl,Rd}$  a  $V_{pl,Rd}$  v uložení sloupu pro namáhání v ohybu a smyku, ocel S235, beton C30/37 a C40/50, součinitele spolehlivosti  $\gamma_{M0} = 1,15$  a  $\gamma_c = 1,5$

Sloup	Zvolená geometrie patky	Návrhové únosnosti
-------	-------------------------	--------------------



typ průřezu	kvalita betonu	d [mm]	t [mm]	a [mm]	b [mm]	a1 [mm]	b1 [mm]	H [mm]	N <sub>pl,Rd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	F <sub>Rd</sub> [kN]	F <sub>ber,Rd</sub> [kN]	F <sub>ber,0,Rd</sub> [kN]
HE100E	C12/15	200	16	100	100	700	700	300	531	69	141	148	42
	C20/25									90	198	201	70
	C30/37									11	259	257	105
	C40/50									129	314	315	139
HE200E	C12/15	400	30	200	200	1400	1400	600	1596	860	483	542	126
	C20/25									349	679	692	206
	C30/37									432	889	902	314
	C40/50									502	1077	1096	419
HE300E	C12/15	600	40	300	300	2100	2100	900	3045	594	905	1058	240
	C20/25									775	1272	1371	399
	C30/37									959	1667	1784	599
	C40/50									1117	2020	2163	799

kde je:	<b>N<sub>pl,Rd</sub></b>	• Únosnost ve svislém směru
	<b>V<sub>Rd</sub></b>	• Únosnost v soudržnosti
	<b>F<sub>Rd</sub></b>	• Únosnost v protlačení
	<b>F<sub>ber,Rd</sub></b>	• Únosnost ovlivněná hloubkou podbetonováním sloupu a v podrcení s patním plechem
	<b>F<sub>ber,0,Rd</sub></b>	• Únosnost ovlivněná hloubkou podbetonováním sloupu a v podrcení bez patního plechu

## Klasifikace kotvení

Klasifikace styčníků podle jejich ohybové tuhosti slouží pro určení hranice, kdy je již tuhost kotvení tak veliká, že ji není třeba uvažovat při výpočtu, protože neovlivní rozložení vnitřních sil. Tato hranice závisí na typu konstrukce i globální analýzy. Konzervativní odhad této hranice pro připoje nosníku na sloup je uveden v EN 1993-1-1.

Pro kotvení konstrukce je nutné rozlišit dva případy, rámy s neposuvnými styčníky a rámy s posuvnými styčníky, a pro ně provést konzervativní odhad přesnosti. Ten je pro mezní stav únosnosti 3% a pro mezní stav použitelnosti 20% (Wald, Jaspert; 1998). V běžných případech ( $\bar{\lambda}_0 \leq 2 \div 3$ ) lze pro rámy s neposuvnými styčníky uvažovat pro

$$\bar{\lambda}_0 \leq 0.5$$

jako

$$S_{j,ini} \geq 0$$

pro interval

$$0.5 < \bar{\lambda}_0 < 3.93$$

jako

$$S_{j,ini} \geq 7 \frac{(2\bar{\lambda}_0 - 1)EI_c}{L_c}$$

a pro

$$\bar{\lambda}_0 \geq 3.93$$

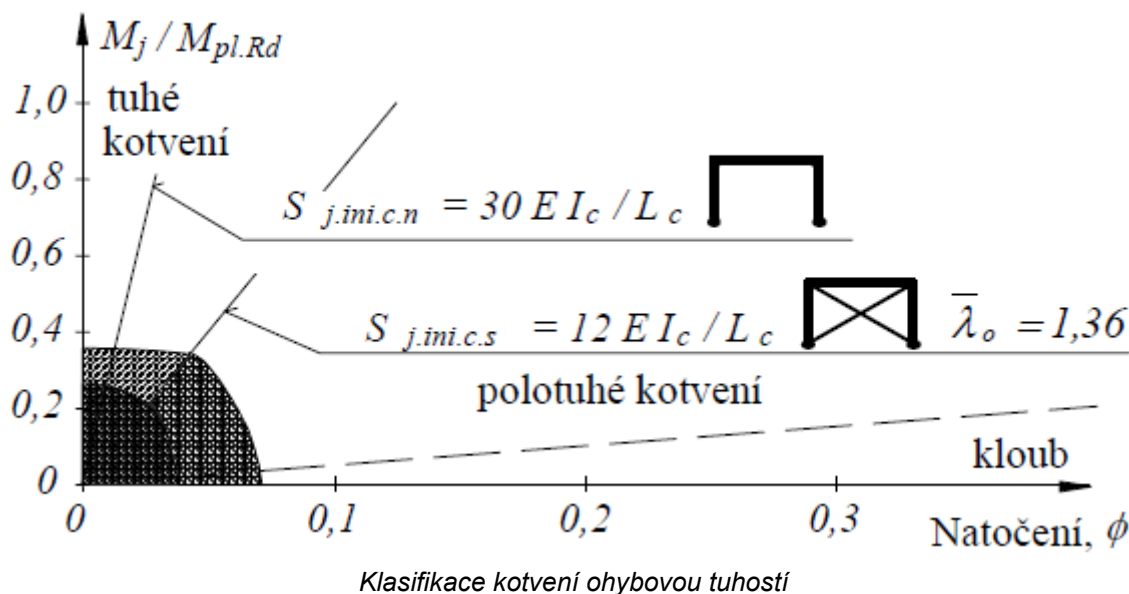
jako

$$S_{j,ini} \geq 48 \frac{EI_c}{L_c}$$

kde  $\bar{\lambda}_0$  je poměrná štíhlost sloupu s kloubovým uložením na obou koncích. Konzervativně lze poslední výraz použít pro každou štíhlost. Při omezení poměrné štíhlosti  $\bar{\lambda}_0 = 1,36$  lze uvažovat hranici  $12EI_c/L_c$ .

Rámy s posuvem patra jsou mnohem citlivější na tuhost patek. Pro rámy s posuvnými styčníky bude rozhodovat vodorovná deformace, viz (Wald, Jaspert; 1998), a příslušná hranice je

$$S_{j,ini} \geq 30 \frac{EI_c}{L_c}$$



## Literatura

Wald F., Jaspart J. P.: *Stiffness Design of Column Bases*, v 2nd World Steel Conference, San Sebastian No.: 135, Journal of Constructional Steel Research Vol. 46, Nos. 1-3, 1998, ISSN 0143-974X.

## Dřevo

### Průřezy

Celistvé průřezy mohou být jednoduché, tvořené obdélníkovým nebo kruhovým tvarem, nebo jsou sestavené z několika obdélníků do tvarů  $I$ ,  $T$  nebo  $Pi$ . U těchto průřezů výpočet předpokládá celistvost a nepočítá s žádným prokluzem mezi jednotlivými částmi průřezu.

Složené průřezy se skládají z několika dílčích průřezů tvaru obdélníku. Dílčí průřezy jsou buď pevně spojené (slepené) nebo jsou nespojené.

### Souřadné systémy

V řezu prvku jsou vytvořeny dva souřadné systémy. Lokální souřadný systém prvku, jeho osy jsou označeny 2,3 a souřadný systém průřezu, jeho osy jsou označeny  $y, z$ . Zadávání (vzpěr, klopení) se provádí vesměs v lokálním souřadném systému prvku. Tedy natočení průřezu prvku je natočení vůči lokálním osám 2,3. Zadávané vnitřní síly jsou označeny indexy 2 a 3, protože jsou rovněž vztaženy k lokálnímu souřadnému systému prvku. Výpočet pak probíhá v souřadném systému průřezu. Vnitřní síly se vždy před výpočtem přepočítávají z lokálního souřadného systému prvku do souřadného systému průřezu.

## Materiálové charakteristiky

Program umožňuje zadávat materiál výběrem z databáze nebo zadáním vlastních hodnot. Databáze obsahuje základní řadu pevnostních tříd pro jehličnaté a listnaté dřevo dle normy ČSN EN 338, pevnostní třídy pro lepené lamelové dřevo a též jednotlivé seznamy národních tříd řeziva, kterým jsou pevnostní charakteristiky přiřazeny dle ČSN EN 1912. Pro Českou republiku tak lze vybírat třídy řeziva určené v ČSN 73 2824-1. Z databáze se načítají tyto parametry materiálu:

$f_{m,k}$	• Charakteristická pevnost v ohybu
$f_{t,0,k}$	• Charakteristická pevnost v tahu ve směru vláken
$f_{c,0,k}$	• Charakteristická pevnost v tlaku ve směru vláken
$f_{v,k}$	• Charakteristická pevnost ve smyku
$f_{t,90,k}$	• Charakteristická pevnost v tahu kolmo na vlákna
$f_{c,90,k}$	• Charakteristická pevnost v tlaku kolmo na vlákna
$E_{0,05}$	• 5%-kvantil charakt. modulu pružnosti ve směru vláken
$\rho_k$	• Charakteristická hodnota hustoty

Do výpočtu vstupují tzv. návrhové hodnoty vlastností materiálu. Ty se z charakteristických hodnot získávají jejich přenásobením modifikačním součinitelem  $k_{mod}$  a vydělením součinitelem vlastností materiálu  $\gamma_M$ . Použité hodnoty tohoto součinitele jsou uvedeny v kapitole "**Národní přílohy**". Návrhové hodnoty jsou označeny indexem  $d$ . Modifikační součinitel  $k_{mod}$  závisí na trvání zatížení a na třídě provozu, v němž konstrukce působí (tabulka 3.1 normy ČSN EN 1995-1-1).

Kapitola 3.2 normy ČSN EN 1995-1-1 dovoluje zvětšit charakteristické pevnosti v tahu a ohybu pro průřezy malých rozměrů. Zavádí pro to součinitel  $k_h$ , který se v programu vypočítává dle vzorce (3.1).

## Posouzení štíhlosti

Z inženýrské praxe je známo, že příliš štíhlé prvky mohou způsobovat problémy. Ať už při výrobě konstrukce, hlavně při manipulaci s jejími jednotlivými částmi, nebo při provozu hotové konstrukce. Norma mezní hodnoty štíhlosti nestanovuje, přesto bývá vhodné u některých prvků udržet štíhlost v určitých mezích. Proto program vždy počítá a vypisuje hodnotu štíhlosti daného prvku. Je možno zvolit i režim, kdy bude štíhlost posouzena.

Pokud je zapnuta kontrola štíhlosti prvku, program porovnává štíhlost prutu se zadanou limitní hodnotou. Štíhlosti prvku ve směrech  $y$  a  $z$  se počítají dle následujícího vzorce:

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y}, \lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z}$$

kde je:  $l_{cr,y}, l_{cr,z}$  • vzpěrné délky při vybočení kolmo k osám  $y$ , resp.  $z$   
 $i_y, i_z$  • poloměry setrvačnosti průřezu k příslušným osám

vzpěrné délky  $l_{cr,y}$  a  $l_{cr,z}$  se uvažují následovně:

- **tlačené dílce** - je použita vzpěrná délka v daném směru.
- **tažené dílce** - je použita "**délka úseku pro vybočení**". Pokud není zadána, je použita základní délka prvku.

Při posouzení štíhlosti prvku program použije větší z hodnot  $\lambda_y$  a  $\lambda_z$ .

## Vzpěr

Poměrné štíhlostní poměry  $\lambda_{rel,y}$ ,  $\lambda_{rel,z}$  jsou počítány dle následujících vztahů

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}, \lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

kde je:  $\lambda_y, \lambda_z$  • štíhlosti prutu ve směru  $y$  a  $z$   
 $k_c$  • součinitel vzpěrnosti, uvažována menší z hodnot  $k_{c,y}$  a  $k_{c,z}$ , což jsou součinitele vzpěrnosti pro vybočení kolmo k osám  $y$  a  $z$   
 $f_{c,0,k}$  • charakteristická pevnost dřeva v tlaku rovnoběžně s vlákny

Štíhlosti  $\lambda_y$ ,  $\lambda_z$  jsou získány těmito vztahy

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y}, \lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z}$$

kde je:  $l_{cr,y}, l_{cr,z}$  • vzpěrné délky při vybočení kolmo k osám  $y$  a  $z$   
 $i_y, i_z$  • poloměry setrvačnosti průřezu k příslušným osám

Konečné součinitele vzpěrnosti  $k_{c,y}$  a  $k_{c,z}$  jsou spočteny dle následujících vztahů

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}, k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$$

kde je:  $\lambda_{rel,y}, \lambda_{rel,z}$  • poměrné štíhlostní poměry k osám  $y$  a  $z$   
 $k_y, k_z$  • součinitele získané dle následujících vzorců  
 $k_y = 0.5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2), k_z = 0.5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2)$

kde je:  $\lambda_{rel,y}, \lambda_{rel,z}$  • poměrné štíhlostní poměry k osám  $y$  a  $z$   
 $\beta_c$  • součinitel nabývající pro rostlé dřevo hodnoty 0,2, pro lamelové dřevo 0,1.

## Klopení

Pokud je použit výpočet s vlivem klopení, vstupuje do výpočtu součinitel  $k_{crit}$ . Výpočet tohoto součinitele probíhá následujícím postupem dle kapitoly 6.3.3. normy ČSN EN 1995-1-1:

Poměrná štíhlost prvku v ohybu je uvažována takto

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}}$$

- kde je:  $\lambda_{rel,m}$  • poměrná štíhlost v ohybu  
 $f_{m,k}$  • charakteristická pevnost dřeva v ohybu  
 $\sigma_{m,crit}$  • kritické napětí v ohybu vypočtené podle klasické teorie stability s hodnotami 5% kvantilu tuhosti

Kritické napětí v ohybu je zjišťováno následovně

$$\sigma_{m,crit} = \frac{M_{y,crit}}{W_y} = \frac{\pi \sqrt{E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}}}{l_{ef} W_y}$$

- kde je:  $E_{0,05}$  • hodnota 5% kvantilu modulu pružnosti rovnoběžně s vlákny  
 $G_{0,05}$  • hodnota 5% kvantilu modulu pružnosti ve smyku rovnoběžně s vlákny  
 $I_z$  • moment setrvačnosti k ose menší tuhosti z  
 $I_{tor}$  • moment setrvačnosti v kroucení  
 $l_{ef}$  • účinná délka nosníku závislá na podmínkách uložení a uspořádání zatížení  
 $W_y$  • průřezový modul

Pro celistvý obdélníkový průřez z jehličnatého dřeva vypadá výpočet kritického napětí v ohybu takto

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0.78b^2}{h \cdot l_{ef}} E_{0,05}$$

- kde je:  $\sigma_{m,crit}$  • kritické napětí v ohybu  
 $b$  • šířka průřezu  
 $h$  • výška průřezu  
 $l_{ef}$  • účinná délka nosníku závislá na podmínkách uložení a uspořádání zatížení  
 $E_{0,05}$  • hodnota 5% kvantilu modulu pružnosti rovnoběžně s vlákny

výsledný redukční součinitel  $k_{crit}$  je pro  $\lambda_{rel,m} \leq 0,75$  roven hodnotě 1,0. Pro rozsah pro  $0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$  je použit vzorec

$$k_{crit} = 1.56 - 0.75\lambda_{rel,m}$$

pro  $\lambda_{rel,m} > 1,4$  je použit vzorec

$$k_{crit} = \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2}$$

## Členěné pruty

Únosnost členěných prutů jsou ve směru osy z je získána součtem únosností dřívků. Při vybočení ve směru osy y se ověřuje v souladu s C.1.2(2)

$$\sigma_{c,0,d} \leq k_c f_{c,0,d}$$

kde

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{f_{c,d}}{A_{tot}}$$

- kde je:  $A_{tot}$  • celková plocha průřezu  
 $k_c$  • součinitel vzpěrnosti, pro výpočet je použit účinný štíhlostní poměr  $\lambda_{ef}$  získaný následujícími postupy

## Členěné tlačené pruty s vložkami nebo rámovými spojkami

Celková plocha prutu je stanovena vzorcem dle C.3.1(3):

$$A_{tot} = 2A$$

Moment setrvačnosti je dán vztahem dle C.3.1(3):

$$I_{tot} = \frac{b[(2h+a)^3 - a^3]}{12}$$

Při posouzení vybočení ve směru osy z je únosnost uvažována jako součet únosností jednotlivých prvků. Při posouzení vybočení ve směru y je účinný štíhlostní poměr získán dle C.3.2(2):

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + \eta \frac{n}{2} \lambda_1^2}$$

- kde je:  $\lambda$  • štíhlostní poměr pro celistvý tlacený prut se stejnou délkou a plochou a shodným momentem setrvačnosti
- $\lambda_1$  • štíhlostní poměr dřívků, minimální hodnota je 30
- $n$  • počet dřívků
- $\eta$  • součinitel dle tabulky C.1 normy EN 1995-1-1

Štíhlostní poměr  $\lambda$  je získán vzorcem

$$\lambda = l \sqrt{\frac{A_{tot}}{I_{tot}}}$$

Štíhlostní poměr dřívků  $\lambda_1$  je spočítán

$$\lambda_1 = \sqrt{12} \frac{l_1}{h}$$

Posouvající síly v rámových spojkách a vložkách se počítají vzorcem

$$T_d = \frac{V_d I_1}{a_1}$$

## Členěné tlacené pruty s příhradovými spojkami

Účinný štíhlostní poměr je pro pruty s příhradovými spojkami stanoven dle C.4.2(2) vzorcem

$$\lambda_{ef} = \max \left\{ \begin{array}{l} \lambda_{tot} \sqrt{1 + \mu} \\ 1.05 \lambda_{tot} \end{array} \right.$$

- kde je:  $\lambda_{tot}$  • štíhlostní poměr pro celistvý tlacený prut se stejnou délkou a plochou a shodným momentem setrvačnosti
- $\mu$  • součinitel stanovený dle následujících vztahů

Pro lepenou V-příhradovinu je součinitel  $\mu$  stanoven následujícím vztahem (vzorec C.16 v EN 1995-1-1)

$$\mu = 4 \frac{e^2 A_f}{I_f} \left( \frac{h}{l} \right)^2$$

- kde je:  $e$  • excentricita spojů
- $A_f$  • ploha pásu
- $I_f$  • moment setrvačnosti pásu
- $l$  • rozpětí
- $h$  • vzdálenost pásů

Pro lepenou N-příhradovinu je součinitel  $\mu$  stanoven následujícím vztahem (vzorec C.17 v EN 1995-1-1)

$$\mu = \frac{e^2 A_f}{I_f} \left( \frac{h}{l} \right)^2$$

Pro hřebíkovanou V-příhradovinu je součinitel  $\mu$  stanoven následujícím vztahem (vzorec C.18 v EN 1995-1-1)

$$\mu = 25 \frac{h E_{mean} A_f}{l^2 n K_u \sin 2\Theta}$$

- kde je:  $n$  • počet hřebíků v diagonále. Jestliže se diagonála skládá ze dvou nebo více kusů,  $n$  je celkový počet hřebíků (nikoliv počet hřebíků ve střížné ploše)
- $E_{mean}$  • modul pružnosti (průměrná hodnota)
- $K_u$  • modul prokluzu jednoho hřebíku pro MSÚ

$$\mu = 50 \frac{h E_{mean} A_f}{l^2 n K_u \sin 2\Theta}$$

- kde je:  $n$  • počet hřebíků v diagonále. Jestliže se diagonála skládá ze dvou nebo více kusů,  $n$  je celkový počet hřebíků (nikoliv počet hřebíků ve střížné ploše)
- $E_{mean}$  • modul pružnosti (průměrná hodnota)
- $K_u$  • modul prokluzu jednoho hřebíku pro MSÚ

## Mezní stav únosnosti

Posouzení mezního stavu únosnosti se liší dle způsobu namáhání

## Posouzení dostředného tahu

Prvky namáhané dostředným tahem se posuzují v souladu s kapitolou 6.1.2. normy ČSN EN 1995-1-1 podle vztahu

$$\frac{N}{A \cdot f_{t,0,d}} \leq 1.0$$

- kde je:
- $N$  • normálová síla
  - $A$  • plocha průřezu
  - $f_{t,0,d}$  • návrhová pevnost dřeva v tahu rovnoběžně s vlákny

## Posouzení dostředného tlaku

Dostředně tlačené prvky mohou být posouzeny dvojím způsobem: s vlivem vzpěru nebo bez vlivu vzpěru. Při výpočtu bez vlivu vzpěru se počítá v souladu s kapitolou 6.1.4. normy ČSN EN 1995-1-1 podle vztahu

$$\frac{|N|}{A \cdot f_{c,0,d}} \leq 1.0$$

- kde je:
- $f_{c,0,d}$  • návrhová pevnost dřeva v tlaku rovnoběžně s vlákny

Při výpočtu s vlivem vzpěru se počítá v souladu s kapitolou 6.3.2. normy podle vztahu

$$\frac{|N|}{k_c \cdot A \cdot f_{c,0,d}} \leq 1.0$$

- kde je:
- $k_c$  • součinitel vzpěrnosti. Hodnota součinitele je stanovena jako menší z hodnot  $k_{c,y}$  a  $k_{c,z}$ , což jsou součinitele vzpěrnosti pro vybočení kolmo k osám  $y$  a  $z$ . Postup výpočtu součinitele vzpěrnosti je uveden v kapitole "Vzpěr".

## Posouzení prostorového ohybu

Prvky namáhané ohybem se posuzují v souladu s kapitolou 6.1.6. podle vztahů

$$\left| \frac{M_y}{W_y \cdot f_{m,y,d}} + k_m \frac{M_z}{W_z \cdot f_{m,z,d}} \right| \leq 1.0$$

$$\left| k_m \frac{M_y}{W_y \cdot f_{m,y,d}} + \frac{M_z}{W_z \cdot f_{m,z,d}} \right| \leq 1.0$$

- kde je:
- $M_y, M_z$  • ohybové momenty k osám  $y$  a  $z$
  - $W_y, W_z$  • průřezové moduly k osám  $y$  a  $z$
  - $f_{m,y,d}, f_{m,z,d}$  • návrhová pevnost dřeva v ohybu k osám  $y$  a  $z$
  - $k_m$  • součinitel podle čl. 6.1.6 normy

Posudek se provádí v krajních vláknech průřezu, a to v tom bodě, kde dává nejnepříznivější výsledek.

Pokud posuzujeme s vlivem klopení, nabudou vztahy tvarů

$$\left| \frac{M_y}{W_y \cdot k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d}} + k_m \frac{M_z}{W_z \cdot f_{m,z,d}} \right| \leq 1.0$$

$$\left| k_m \frac{M_y}{W_y \cdot f_{m,y,d}} + \frac{M_z}{W_z \cdot k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d}} \right| \leq 1.0$$

- kde je:
- $k_{crit,y}, k_{crit,z}$  • součinitele, které berou v úvahu redukovanou pevnost v ohybu v důsledku příčné a torzní nestability k osám  $y$  a  $z$ . Postup výpočtu součinitelů je uveden v kapitole "Klopení".

Program umí posoudit složené průřezy namáhané ohybem pouze kolem hmotné osy. Pokud je průřez namáhán ohybem kolem nehmotné osy, provede se posudek, s ohledem na zanedbatelné velikosti ve srovnání s momentem kolem hmotné osy nebo s normálovou silou, bez uvažování tohoto momentu.

## Smyk

Posudek smyku se provádí v souladu s kapitolou 6.1.7 normy podle vztahů

$$\frac{|V_z \cdot S_y|}{I_y \cdot t_y \cdot f_{v,d}} \leq 1.0$$

$$\frac{|V_y \cdot S_z|}{I_z \cdot t_z \cdot f_{v,d}} \leq 1.0$$

- kde je:
- $V_y, V_z$  • posouvající síly v osách y a z
  - $S_y, S_z$  • statické momenty části průřezu nad (pod) uvažovaným řezem k těžišti
  - $I_y, I_z$  • momenty setrvačnosti k osám y a z
  - $t_y, t_z$  • tloušťky průřezu v uvažovaném místě
  - $f_{v,d}$  • návrhová pevnost dřeva ve smyku

Posudek se provádí v tom bodě průřezu, kde dává nejnepříznivější výsledky. U složených průřezů se posudek provádí v těžišti.

Program umí posoudit složené průřezy namáhané smykem pouze ve směru nehmotné osy. Pokud je průřez namáhán smykem ve směru hmotné osy, provede se posudek, s ohledem na zanedbatelné velikosti ve srovnání se smykem ve směru nehmotné osy, bez uvažování tohoto smyku.

### Posouzení kombinace tahu a ohybu

Prvky namáhané současně tahem a ohybem se posuzují v souladu s kapitolou 6.2.3. normy podle vztahu

$$\left| \frac{N}{A \cdot f_{t,0,d}} + \frac{M_y}{W_y \cdot k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d}} + k_m \frac{M_z}{W_z \cdot f_{m,z,d}} \right| \leq 1.0$$

$$\left| \frac{N}{A \cdot f_{t,0,d}} + k_m \frac{M_y}{W_y \cdot f_{m,y,d}} + \frac{M_z}{W_z \cdot k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d}} \right| \leq 1.0$$

### Posouzení kombinace tlaku a ohybu

Prvky namáhané současně tlakem a ohybem se posuzují v souladu s kapitolou 6.2.4. normy podle vztahu

$$\left| - \left( \frac{N}{A \cdot f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{M_y}{W_y \cdot k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d}} + k_m \frac{M_z}{W_z \cdot f_{m,z,d}} \right| \leq 1.0$$

$$\left| - \left( \frac{N}{A \cdot f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{M_y}{W_y \cdot f_{m,y,d}} + \frac{M_z}{W_z \cdot k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d}} \right| \leq 1.0$$

Posudek se provádí v krajních vláknech průřezu, a to v tom bodě, kde dává nejnepříznivější výsledek.

Při výpočtu s vlivem vzpěru nabudou vztahy dle čl. 6.3.2. normy tvarů

$$\left| \frac{N}{A \cdot k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{M_y}{W_y \cdot k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d}} + k_m \frac{M_z}{W_z \cdot f_{m,z,d}} \right| \leq 1.0$$

$$\left| \frac{N}{A \cdot k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \frac{M_y}{W_y \cdot f_{m,y,d}} + \frac{M_z}{W_z \cdot k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d}} \right| \leq 1.0$$

- kde je:  $k_{c,y}, k_{c,z}$  • součinitele vzpěrnosti pro vybočení kolmo k osám y a z. Postup výpočtu součinitele vzpěrnosti je uveden v kapitole "Vzpěr".

## Národní přílohy

Pro návrhovou normu EN 1995-1-1 jsou použity následující součinitele pro jednotlivé národní přílohy:

Součinitel	EN 1995-1-1	Česko	Slovensko	Polsko
$\gamma_M$ - rostlé dřevo	1,30	1,30	1,30	1,30
$\gamma_M$ - lepené lamelové dřevo	1,25	1,25	1,25	1,25
$\gamma_M$ - mimořádné zatížení	1,00	1,00	1,00	1,00

Pro návrhovou normu EN 1995-1-2 jsou použity následující součinitele pro jednotlivé národní přílohy:

Součinitel	EN 1995-1-2	Česko	Slovensko	Polsko
$\gamma_{M,fi}$ - spolehlivost při požáru	1,00	1,00	1,00	1,00



## Dřevo Požár

### Principy výpočtu požární odolnosti

Program provádí posouzení požární odolnosti dřevěných prvků stavebních konstrukcí podle Eurokódu EC5, konkrétně podle normy ČSN EN 1995-1-2. Posuzuje se tzv. zbytkový průřez v čase požadované požární odolnosti prvku. Zbytkovým průřezem je myšlen průřez, jehož rozměry jsou zmenšené o hloubku zuhelnatění. Posuzují se prvky namáhané osovou silou, posouvajícími silami a ohybovými momenty.

### Materiálové charakteristiky

Program obsahuje databázi standardních materiálů, navíc je možno zadat materiál vlastní. Databáze obsahuje jehličnatá dřeva zatříděná podle ČSN 73 2824-1 a podle dalších národních norem pro třídění dřeva spolu s přiřazením třídy pevnosti podle EN 338 tak, jak uvádí norma ČSN EN 1912. Materiál je možno v databázi volit i přímo podle pevnostní třídy, tímto způsobem je možno volit i dřeva listnatých stromů nebo pevnostní třídy lepených lamelových dřev. Z databáze se načítají tyto parametry materiálu:

$f_{m,k}$	• Charakteristická pevnost v ohybu
$f_{t,0,k}$	• Charakteristická pevnost v tahu ve směru vláken
$f_{c,0,k}$	• Charakteristická pevnost v tlaku ve směru vláken
$f_{v,k}$	• Charakteristická pevnost ve smyku
$E_{0,mean}$	• modul pružnosti rovnoběžně s vlákny (střední hodnota)
$E_{0,05}$	• 5%-kvantil charakt. modulu pružnosti ve směru vláken
$G_{mean}$	• modul pružnosti ve smyku (střední hodnota)
$\rho_k$	• Charakteristická hodnota hustoty

Posudek požární odolnosti prvku počítá s nižší spolehlivostí materiálu, než posudek prvku při běžné teplotě. Souvisí to s tím, že požární situace je mimořádný stav, který během životnosti konstrukce nastane zpravidla nejvýše jednou a jediným požadavkem na konstrukci při této situaci je to, aby zajistila čas potřebný pro bezpečné uniknutí osob z objektu. Proto při stanovení návrhové hodnoty pevnosti materiálu při požáru norma nevychází z charakteristické hodnoty pevnosti, což je 5% kvantil, ale za výchozí bere 20% kvantil pevnosti. 20% kvantil se z charakteristických hodnot získává přenásobením součinitelem  $k_{fi}$  větším než 1, jehož hodnoty norma stanovuje.

Do výpočtu pak vstupují tzv. návrhové hodnoty vlastností materiálu. Ty se z 20% kvantilu získávají přenásobením modifikačním součinitelem  $k_{mod,fi}$  a vydělením součinitelem spolehlivosti materiálu  $\gamma_{M,fi}$ . Návrhové hodnoty jsou označeny indexem  $d$ . Modifikační součinitel  $k_{mod,fi}$  závisí na použité metodě posudku.

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \frac{k_{fi} f_k}{\gamma_{M,fi}}$$

Kapitola 3.2 normy ČSN EN 1995-1-1 dovoluje zvětšit charakteristické pevnosti v tahu a ohybu pro průřezy malých rozměrů. Zavádí pro to součinitel  $k_h$ , který se v programu vypočítává dle vzorce (3.1).

### Stanovení hloubky zuhelnatění

Hloubka zuhelnatění  $d_{char}$  je tloušťka vrstvy materiálu při povrchu dřevěného prvku, která vlivem degradace mechanických vlastností ztrácí schopnost přenášet namáhání daného prvku. Materiál v této vrstvě je zuhelnatělý, má prakticky nulovou pevnost nebo přímo odpadne. Hloubka zuhelnatění závisí na rychlosti zuhelnatění, na čase, po nějž zuhelnatění probíhá (tedy na požadované době požární odolnosti) a na způsobu požární ochrany prvku. Stanovení hloubky zuhelnatění je první důležitou součástí posudku požární odolnosti.

Při posudku požární odolnosti jsou používány dvě základní hodnoty hloubky zuhelnatění. Pro jednorozměrné zuhelnatění je to návrhová hloubka zuhelnatění  $d_{char,0}$  závisící na jednorozměrné rychlosti zuhelnatění  $b_0$  a nominální návrhová hloubka zuhelnatění  $d_{char,n}$ , která závisí na nominální rychlosti zuhelnatění  $b_n$ . Jednorozměrné zuhelnatění nastává tehdy, když je dřevěný prvek vystaven požáru jen z jedné strany a má v tomto směru významně velkou šířku (teoreticky nekonečnou, používá se pro deskové prvky). Pokud je průřez vystaven požáru z více stran, je nutno při výpočtu uvážit, že v rozích průřezu dochází ke zvýšenému zuhelnatění a to má za následek zaoblení rohů průřezu. Protože výpočet zaoblení rohů je velmi pracný, je zavedena nominální rychlost zuhelnatění  $b_n$ , jejíž hodnoty jsou zvýšeny oproti hodnotám jednorozměrné rychlosti zuhelnatění  $b_0$  a tím postihují zvýšenou míru zuhelnatění v okolí rohů průřezu. Zaoblení rohů lze tedy při použití nominální rychlosti zuhelnatění zanedbat.

### Nechráněný průřez

Pro nechráněný průřez je hloubka zuhelnatění stanovena jednoduchým vztahem

$$d_{char} = \beta t$$

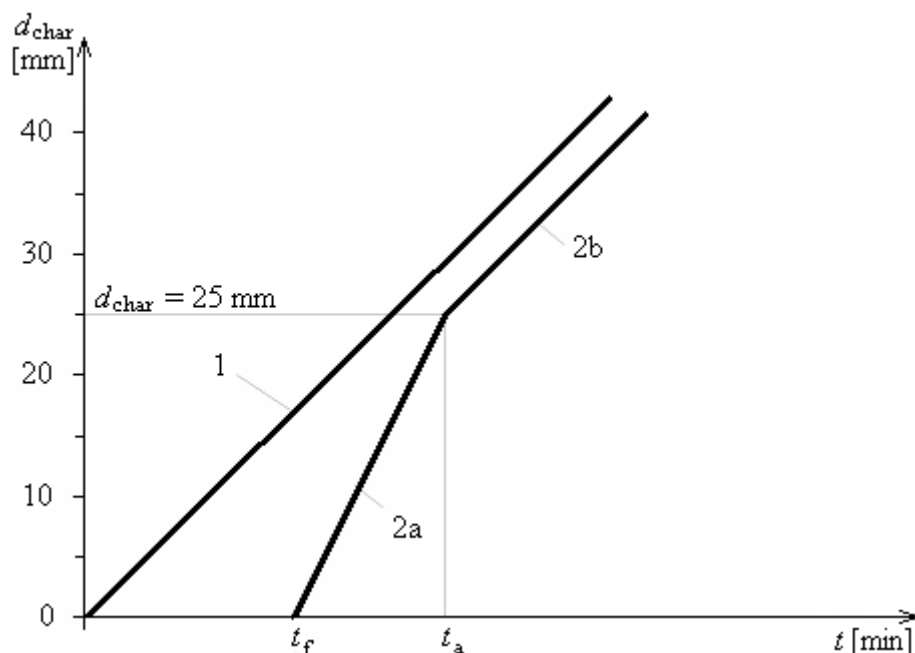
kde je: $t$	• doba vystavení účinkům požáru, zpravidla udávaná v minutách
$\beta$	• rychlost zuhelnatění dřeva

Norma EN 1995-1-2 udává hodnoty rychlosti zuhelnatění  $\beta$  odpovídající účinkům normového požáru, tedy požáru

popsaného normovou teplotní křivkou. Pro tento typ požáru je rychlost zuhelnatění  $\beta$  konstantní hodnota, nezávislá na čase, což koresponduje s tím, že teplota podle normové teplotní křivky narůstá v čase teoreticky do nekonečna.

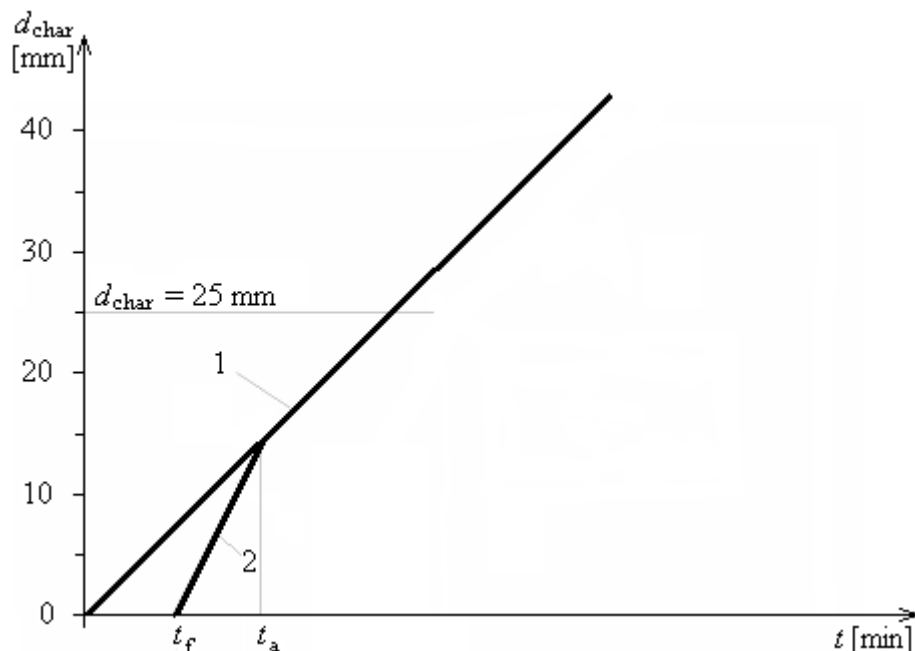
## Chráněný průřez

Hloubka zuhelnatění chráněného průřezu jednak nenarůstá lineárně a jednak nezačíná narůstat hned v čase 0, ale počátek se posouvá o určitý časový úsek  $t_{ch}$ . V časovém průběhu nárůstu hloubky zuhelnatění je pak několik mezních okamžiků, v nichž dochází ke změnám rychlosti zuhelnatění. Prvním z nich je právě počátek zuhelnatění  $t_{ch}$ . Další významný údaj je čas  $t_f$ , určující okamžik, kdy dojde k porušení nebo odpadnutí požární ochrany. Přitom hodnoty  $t_{ch}$  a  $t_f$  mohou být totožné, což je v případě, že zuhelnatění začíná právě v okamžiku odpadnutí požární ochrany. V čase mezi počátkem zuhelnatění  $t_{ch}$  a odpadnutím požární ochrany  $t_f$  probíhá zuhelnatění nižší rychlostí, než je tomu u nechráněného prvku. Po odpadnutí požární ochrany se rychlost zuhelnatění zvýší na hodnotu vyšší, než u nechráněného prvku. Dalším významným časovým údajem důležitým k popisu vývoje hloubky zuhelnatění je čas  $t_a$ , který je určen jako menší ze dvou hodnot. Jednou z nich čas, kdy je dosaženo stejné hloubky zuhelnatění jako u téhož prvku bez požární ochrany, a druhou je čas, kdy je dosaženo hloubky zuhelnatění 25 mm. Po uplynutí času  $t_a$  probíhá zuhelnatění rychlostí  $\beta$  stejnou jako u nechráněného prvku. Z výše popsaného plyne, že pro prvky s požární ochranou mohou nastat různé varianty nárůstu hloubky zuhelnatění, které jsou znázorněny na následujících obrázcích.



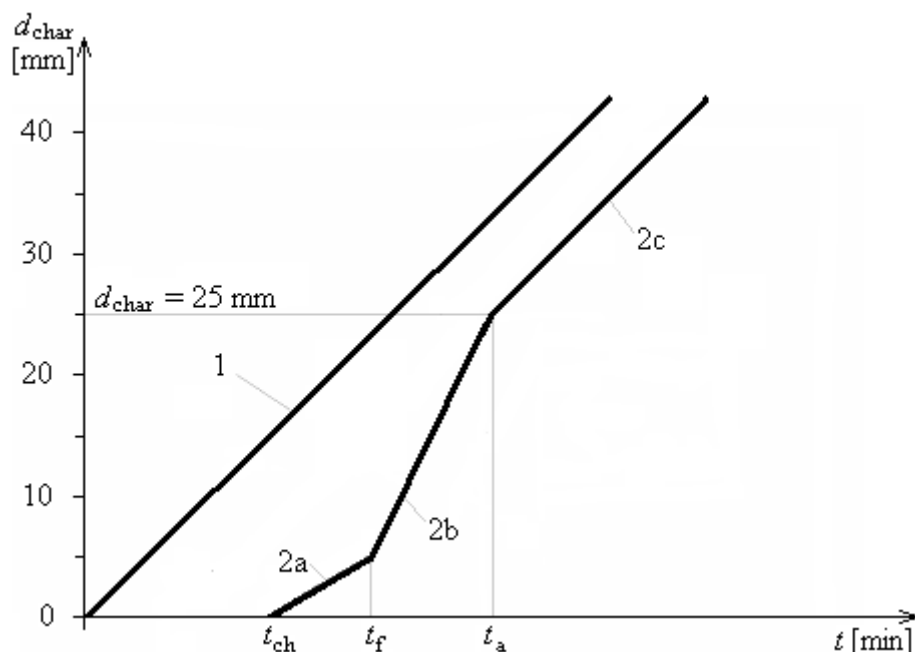
Změna hloubky zuhelnatění v čase, kdy  $t_f = t_{ch}$  a hloubky zuhelnatění 25mm bylo dosaženo dříve než hloubky zuhelnatění nechráněného prvku

- Popis: **1**
- Průběh nárůstu hloubky zuhelnatění pro nechráněný prvek
- 2**
- Průběh nárůstu hloubky zuhelnatění pro chráněný prvek (**2a** - po odpadnutí požární ochrany probíhá zuhelnatění zvýšenou rychlostí; **2b** - po dosažení hloubky zuhelnatění 25mm se rychlost zuhelnatění sníží na stejnou hodnotu jako u nechráněného prvku)



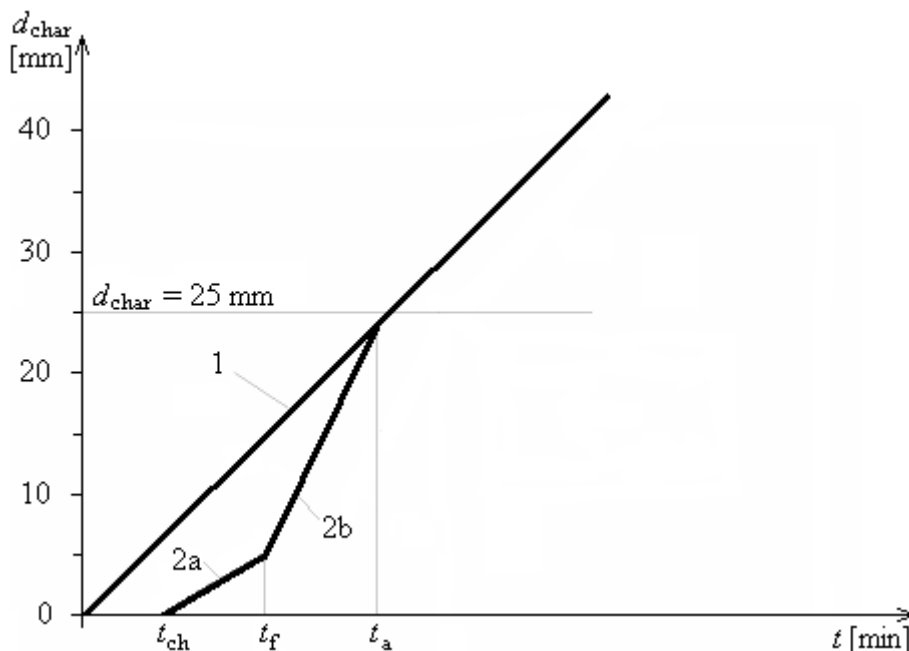
Změna hloubky zuhelnatění v čase, kdy  $t_f = t_{ch}$  a hloubky zuhelnatění jako u nechráněného prvku bylo dosaženo dříve než hodnoty hloubky zuhelnatění 25 mm

- Popis: **1** • Průběh nárůstu hloubky zuhelnatění pro nechráněný prvek  
**2** • Průběh nárůstu hloubky zuhelnatění pro chráněný prvek, po odpadnutí požární ochrany probíhá zuhelnatění zvýšenou rychlostí



Změna hloubky zuhelnatění v čase, kdy  $t_f > t_{ch}$  a hloubky zuhelnatění 25 mm bylo dosaženo dříve než hloubky zuhelnatění nechráněného prvku

- Popis: **1** • Průběh nárůstu hloubky zuhelnatění pro nechráněný prvek  
**2** • Průběh nárůstu hloubky zuhelnatění pro chráněný prvek (**2a** - zuhelnatění probíhá před porušením ochrany sníženou rychlostí; **2b** - po odpadnutí požární ochrany probíhá zuhelnatění zvýšenou rychlostí; **2c** - po dosažení  $d_{char} 25 \text{ mm}$  se rychlost zuhelnatění sníží na stejnou jako u nechráněného prvku)



Změna hloubky zuhelnatění v čase, kdy  $t_f > t_{ch}$  a hloubky zuhelnatění jako u nechráněného prvku bylo dosaženo dříve než hodnoty hloubky zuhelnatění 25 mm

- Popis: **1** • Průběh nárůstu hloubky zuhelnatění pro nechráněný prvek  
**2** • Průběh nárůstu hloubky zuhelnatění pro chráněný prvek (**2a** - zuhelnatění probíhá před porušením ochrany sníženou rychlostí; **2b** - po odpadnutí požární ochrany probíhá zuhelnatění zvýšenou rychlostí)

Pro vyjádření průběhu závislosti hloubky zuhelnatění na čase je potřeba stanovit hodnotu  $t_a$  podle následujících vztahů.

Nárůst hloubky zuhelnatění pro nechráněný průřez je dán rovnicí

$$d = \beta t$$

- kde je: **t** • doba vystavení účinkům požáru, zpravidla udávaná v minutách  
 **$\beta$**  • rychlost zuhelnatění dřeva

Pokud  $t_f = t_{ch}$ , je průběh nárůstu hloubky zuhelnatění chráněného průřezu v čase mezi  $t_f$  a  $t_a$  popsán vztahem

$$d = k_3 \beta (t - t_f)$$

- kde je:  **$k_3$**  • součinitel vyjadřující zvýšenou míru rychlosti zuhelnatění po odpadnutí požární ochrany ( $k_3 > 1$ )

Hodnota  $t_a$  je dána buď okamžikem, kdy je hloubka zuhelnatění stejná jako pro nechráněný prvek, nebo okamžikem, kdy je dosaženo hloubky zuhelnatění 25 mm. Rozhoduje ten případ, který nastane dříve.

Pokud  $t_f > t_{ch}$ , je průběh nárůstu hloubky zuhelnatění chráněného průřezu v čase mezi  $t_f$  a  $t_a$  popsán vztahem

$$d = d_f + k_3 \beta (t - t_f)$$

- kde je:  **$k_3$**  • součinitel vyjadřující zvýšenou míru rychlosti zuhelnatění po odpadnutí požární ochrany ( $k_3 > 1$ )  
 **$d_f$**  • hloubka zuhelnatění v čase  $t_f$ , daná vztahem

$$d_f = k_2 \beta (t_f - t_{ch})$$

- kde je:  **$k_2$**  • součinitel vyjadřující redukovanou míru rychlosti zuhelnatění v době, kdy požární ochrana je ještě na místě ( $k_2 < 1$ )

Hodnota  $t_a$  je opět dána buď okamžikem, kdy je hloubka zuhelnatění stejná jako pro nechráněný prvek, nebo okamžikem, kdy je dosaženo hloubky zuhelnatění 25 mm. Rozhoduje ten případ, který nastane dříve.

## Metody posouzení požární odolnosti

Norma ČSN EN 1995-1-2 nabízí pro posouzení požární odolnosti dřevěných průřezů dvě výpočtové metody. Metodu redukovaného průřezu a metodu redukovaných vlastností. Obecně lze říci, že metoda redukovaného průřezu dává poněkud konzervativnější výsledky. Norma EN 1995-1-2 i česká národní příloha doporučují používat metodu redukovaného průřezu.

### Metoda redukovaného průřezu

Metoda redukovaného průřezu posuzuje tzv. účinný průřez. Ten je stanoven tak, že zbytkový průřez je ještě zmenšen o

povrchovou vrstvu tloušťky  $k_0 d_0$ , kde  $k_0$  je součinitel, který lineárně narůstá od hodnoty 0 v čase 0 do hodnoty 1 v čase 20 minut, případně v čase  $t_{ch}$ , je-li  $t_{ch} > 20$  minut. Délka  $d_0$  je konstantní a má hodnotu 7 mm. Pro stanovení návrhových hodnot materiálových vlastností se pak používá hodnota součinitele  $k_{mod,fi}$  rovna 1,0.

## Metoda redukovaných vlastností

Při použití metody redukovaných vlastností se posuzuje přímo zbytkový průřez, zavádí se však redukce pevnosti materiálu prostřednictvím součinitele  $k_{mod,fi}$ . Součinitel  $k_{mod,fi}$  se vypočítává různě pro různé druhy pevností a závisí na poměru obvodu a průřezové plochy zbytkového průřezu. Platí vztahy pro pevnost v ohybu:

$$k_{mod,fi} = 1 - \frac{1}{200} \cdot \frac{p}{A_r}$$

pro pevnost v tlaku:

$$k_{mod,fi} = 1 - \frac{1}{125} \cdot \frac{p}{A_r}$$

pro pevnost v tahu a modul pružnosti:

$$k_{mod,fi} = 1 - \frac{1}{330} \cdot \frac{p}{A_r}$$

kde je:  $p$  • obvod  
 $A_r$  • plocha zbytkového průřezu

Uvedené hodnoty  $k_{mod,fi}$  platí v čase  $t > 20$  minut. Pro čas 0-20 minut narůstá hodnota  $k_{mod,fi}$  lineárně od nuly do uvedené hodnoty.

## Mezní stav únosnosti

Posouzení mezního stavu únosnosti se liší dle způsobu namáhání

### Posouzení dostředného tahu

Prvky namáhané dostředným tahem se posuzují podle vztahu

$$\frac{N}{A \cdot f_{t,0,d,fi}} \leq 1.0$$

kde je:  $N$  • normálová síla  
 $A$  • plocha účinného, resp. zbytkového, průřezu  
 $f_{t,0,d,fi}$  • návrhová pevnost dřeva v tahu rovnoběžně s vlákny

### Posouzení dostředného tlaku

Dostředně tlačené prvky mohou být posouzeny dvojím způsobem: s vlivem vzpěru nebo bez vlivu vzpěru. Při výpočtu bez vlivu vzpěru se počítá podle vztahu

$$\frac{|N|}{A \cdot f_{c,0,d,fi}} \leq 1.0$$

kde je:  $N$  • normálová síla  
 $A$  • plocha účinného, resp. zbytkového, průřezu  
 $f_{c,0,d,fi}$  • návrhová pevnost dřeva v tlaku rovnoběžně s vlákny

Při výpočtu s vlivem vzpěru se počítá podle vztahu

$$\frac{|N|}{k_c \cdot A \cdot f_{c,0,d,fi}} \leq 1.0$$

kde je:  $N$  • normálová síla  
 $k_c$  • součinitel vzpěrnosti. Hodnota součinitele je stanovena jako menší z hodnot  $k_{c,y}$  a  $k_{c,z}$ , což jsou součinitele vzpěrnosti pro vybočení kolmo k osám y a z vypočtené podle ČSN EN 1995-1-1, kap. 6.3.2  
 $A$  • plocha účinného, resp. zbytkového průřezu  
 $f_{c,0,d,fi}$  • návrhová pevnost dřeva v tlaku rovnoběžně s vlákny

### Posouzení prostorového ohybu

Prvky namáhané ohybem se posuzují podle vztahů

$$\left| \frac{M_y}{W_y \cdot f_{m,y,d,fi}} + k_m \frac{M_z}{W_z \cdot f_{m,z,d,fi}} \right| \leq 1.0$$

$$\left| k_m \frac{M_y}{W_y \cdot f_{m,y,d,fi}} + \frac{M_z}{W_z \cdot f_{m,z,d,fi}} \right| \leq 1.0$$

- kde je:  $M_y, M_z$  • ohybové momenty k osám y a z  
 $W_y, W_z$  • průřezové moduly účinného, resp. zbytkového průřezu k osám y a z  
 $f_{m,y,d,fi}, f_{m,z,d,fi}$  • návrhová pevnost dřeva v ohybu k osám y a z  
 $k_m$  • součinitel podle čl. 5.1.6 normy EN 1995-1-1

Posudek se provádí v krajních vláknech průřezu, a to v tom bodě, kde dává nejnepříznivější výsledek.

Pokud posuzujeme s vlivem klopení, nabudou vztahy tvarů

$$\left| \frac{M_y}{W_y \cdot k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d,fi}} + k_m \frac{M_z}{W_z \cdot f_{m,z,d,fi}} \right| \leq 1.0$$

$$\left| k_m \frac{M_y}{W_y \cdot f_{m,y,d,fi}} + \frac{M_z}{W_z \cdot k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d,fi}} \right| \leq 1.0$$

- kde je:  $M_y, M_z$  • ohybové momenty k osám y a z  
 $W_y, W_z$  • průřezové moduly účinného, resp. zbytkového průřezu k osám y a z  
 $k_{crit,y}, k_{crit,z}$  • součinitele, kterými se redukuje pevnost s ohledem na klopení  
 $f_{m,y,d,fi}, f_{m,z,d,fi}$  • návrhová pevnost dřeva v ohybu k osám y a z  
 $k_m$  • součinitel podle čl. 5.1.6 normy EN 1995-1-1

## Smyk

U ohýbaných prvků dochází zpravidla k namáhání smykem od posouvajících sil  $V_z$  a  $V_y$ . Posudek smyku se provádí podle vztahů

$$\frac{|V_z \cdot S_y|}{I_y \cdot t_y \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1.0$$

$$\frac{|V_y \cdot S_z|}{I_z \cdot t_z \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1.0$$

- kde je:  $V_y, V_z$  • posouvající síly v osách y a z  
 $S_y, S_z$  • statické momenty části průřezu nad (pod) uvažovaným řezem k těžišti  
 $I_y, I_z$  • momenty setrvačnosti účinného, resp. zbytkového průřezu k příslušným osám  
 $t_y, t_z$  • tloušťky téhož průřezu v uvažovaném místě  
 $f_{v,d,fi}$  • návrhová pevnost dřeva ve smyku

Posudek se provádí v tom bodě průřezu, kde dává nejnepříznivější výsledky.

## Posouzení kombinace tahu a ohybu

Prvky namáhané současně tahem a ohybem se posuzují podle vztahu

$$\left| \frac{N}{A \cdot f_{t,0,d,fi}} + \frac{M_y}{W_y \cdot k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d,fi}} + k_m \frac{M_z}{W_z \cdot f_{m,z,d,fi}} \right| \leq 1.0$$

$$\left| \frac{N}{A \cdot f_{t,0,d,fi}} + k_m \frac{M_y}{W_y \cdot f_{m,y,d,fi}} + \frac{M_z}{W_z \cdot k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d,fi}} \right| \leq 1.0$$

- kde je:  $N$  • normálová síla  
 $A$  • plocha účinného, resp. zbytkového průřezu  
 $f_{t,0,d,fi}$  • návrhová pevnost dřeva v tahu rovnoběžně s vlákny  
 $M_y, M_z$  • ohybové momenty k osám y a z  
 $W_y, W_z$  • průřezové moduly účinného, resp. zbytkového průřezu k osám y a z  
 $k_{crit,y}, k_{crit,z}$  • součinitele, kterými se redukuje pevnost s ohledem na klopení  
 $f_{m,y,d,fi}, f_{m,z,d,fi}$  • návrhová pevnost dřeva v ohybu k osám y a z  
 $k_m$  • součinitel podle čl. 6.1.6 normy EN 1995-1-1

Posudek se provádí v krajních vláknech průřezu, a to v tom bodě, kde dává nejnepříznivější výsledek.

## Posouzení kombinace tlaku a ohybu

Prvky namáhané současně tahem a ohybem se posuzují podle vztahu

$$\left| - \left( \frac{N}{A \cdot f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + \frac{M_y}{W_y \cdot k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d,fi}} + k_m \frac{M_z}{W_z \cdot f_{m,z,d,fi}} \right| \leq 1.0$$

$$\left| - \left( \frac{N}{A \cdot f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + k_m \frac{M_y}{W_y \cdot f_{m,y,d,fi}} + \frac{M_z}{W_z \cdot k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d,fi}} \right| \leq 1.0$$

Posudek se provádí v krajních vláknech průřezu, a to v tom bodě, kde dává nejnepříznivější výsledek.

Při výpočtu s vlivem vzpěru nabudou vztahy tvarů

$$\left| \frac{N}{A \cdot k_{c,y} \cdot f_{c,0,d,fi}} + \frac{M_y}{W_y \cdot k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d,fi}} + k_m \frac{M_z}{W_z \cdot f_{m,z,d,fi}} \right| \leq 1.0$$

$$\left| \frac{N}{A \cdot k_{c,z} \cdot f_{c,0,d,fi}} + k_m \frac{M_y}{W_y \cdot f_{m,y,d,fi}} + \frac{M_z}{W_z \cdot k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d,fi}} \right| \leq 1.0$$

kde je:  $k_{c,y}$ ,  $k_{c,z}$  • součinitele vzpěrnosti pro vybočení kolmo k osám y a z vypočtené podle ČSN EN 1995-1-1, kap. 6.3.2

## Zdivo

### Pevnostní charakteristiky

Materiálové charakteristiky katalogových zdicích prvků vychází z produktových listů jednotlivých výrobců a jsou čerpány z databáze programu. Pro obecné zdicí prvky jsou materiálové charakteristiky počítány dle ČSN EN 1996-1-1.

### Charakteristická hodnota pevnosti v tlaku

Charakteristická hodnota pevnosti v tlaku je stanovena dle 3.6.1.2 vzorcem

$$f_k = K \cdot f_b^\alpha \cdot f_m^\beta$$

kde je:  $f_k$  • charakteristická hodnota pevnosti v tlaku  
 $K$  • konstanta dle tabulky 3.3  
 $\alpha, \beta$  • konstanty  
 $f_b$  • normalizovaná průměrná pevnost v tlaku zdicích prvků ve směru tlaku působícího v konstrukci  
 $f_m$  • pevnost malty pro zdění v tlaku

Tento vzorec nabývá pro zdivo zhotovené z obvyčejné malty a malty s pórovitým kamenivem tvaru

$$f_k = K \cdot f_b^{0.7} \cdot f_m^{0.3}$$

pro zdivo na maltu pro tenké spáry, s tloušťkou ložných spár od 0,5mm do 3mm, s pálenými zdicími prvky skupiny 1 a 4, vápenopískovými zdicími prvky, betonovými prvky s hutným nebo pórovitým kamenivem nebo s prvky z pórobetonu tvaru

$$f_k = K \cdot f_b^{0.85}$$

a pro zdivo na maltu pro tenké spáry, s tloušťkou ložných spár od 0,5mm do 3mm s pálenými zdicími prvky skupiny 2 a 3 tvaru

$$f_k = K \cdot f_b^{0.7}$$

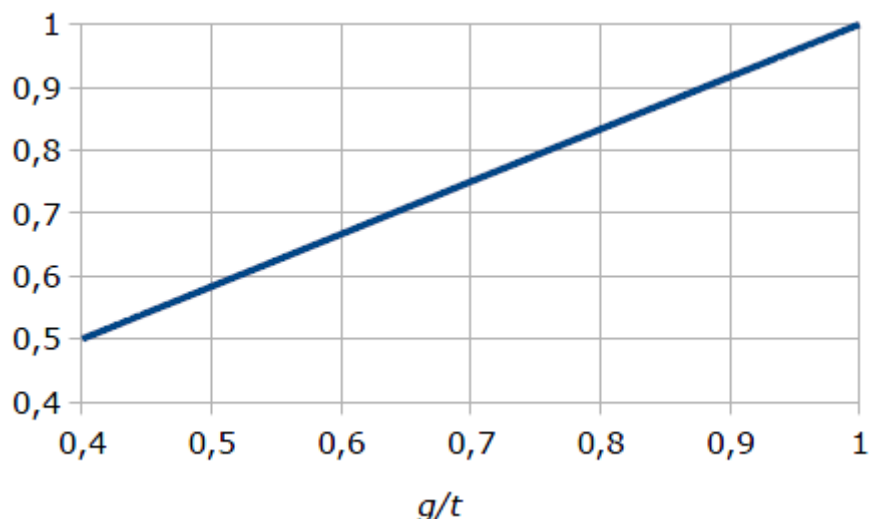
Velikost konstanty  $K$  je volena dle tabulky 3.3 normy ČSN EN 1996-1-1. Pokud účinky zatížení působí rovnoběžně s ložnými spárami, je hodnota konstanty  $K$  pro prvky skupiny 2 a 3 přenásobena hodnotou 0,5. Pokud je zdivo vyzděno na obvyčejnou maltu s podélnou spárou, je velikost redukována součinitelem 0,8.

Pokud je malta v ložných spárách uspořádána v obvodových pruzích, je konstanta  $K$  redukována v závislosti na poměru  $g/t$ .

kde je:  $g$  • součet šířek maltových pruhů  
 $t$  • tloušťka stěny

Minimální povolená hodnota tohoto poměru je 0,4. Hodnota redukčního součinitele v závislosti na poměru  $g/t$  je vyjádřena grafem





### Charakteristická hodnota pevnosti zdiva ve smyku

Charakteristická hodnota pevnosti ve smyku  $f_{vk}$  pro zdivo s obyčejnou maltou, maltou pro tenké spáry tloušťky od  $0,5mm$  do  $3,0mm$  nebo lehkou maltou, pokud jsou všechny styčné spáry zcela vyplněny maltou, je stanovena dle vzorce

$$f_{vk} = f_{vko} + 0,4\sigma_d$$

Hodnota musí splnit následující podmínku

$$f_{vk} \leq 0,065 f_b$$

- kde je:
- $f_{vk}$  • charakteristická hodnota pevnosti zdiva ve smyku
  - $f_{vko}$  • charakteristická hodnota počáteční pevnosti ve smyku při napětí v tlaku  $0 MPa$
  - $\sigma_d$  • návrhové napětí v tlaku působící v uvažovaném průřezu zděného prvku kolmo na smykovou sílu při odpovídající kombinaci zatížení založené na průměrném svislém napětí tlačené části stěny, která zajišťuje přenos smyku
  - $f_b$  • normalizovaná průměrná pevnost v tlaku zdicích prvků ve směru tlaku působícího v konstrukci

Charakteristická hodnota pevnosti ve smyku  $f_{vk}$  pro zdivo s obyčejnou maltou, maltou pro tenké spáry tloušťky od  $0,5mm$  do  $3,0mm$  nebo lehkou maltou, pokud styčné spáry nejsou vyplněny maltou, je stanovena dle vzorce

$$f_{vk} = 0,5 f_{vko} + 0,4\sigma_d$$

Hodnota musí splnit následující podmínku

$$f_{vk} \leq 0,045 f_b$$

- kde je:
- $f_{vk}$  • charakteristická hodnota pevnosti zdiva ve smyku
  - $f_{vko}$  • charakteristická hodnota počáteční pevnosti ve smyku při napětí v tlaku  $0 MPa$
  - $\sigma_d$  • návrhové napětí v tlaku působící v uvažovaném průřezu zděného prvku kolmo na smykovou sílu při odpovídající kombinaci zatížení založené na průměrném svislém napětí tlačené části stěny, která zajišťuje přenos smyku
  - $f_b$  • normalizovaná průměrná pevnost v tlaku zdicích prvků ve směru tlaku působícího v konstrukci

U zdiva, kde je malta uspořádána v pružích, je charakteristická hodnota pevnosti ve smyku  $f_{vk}$  stanovena vzorcem

$$f_{vk} = \frac{g}{t} f_{vko} + 0,4\sigma_d$$

Hodnota musí splnit následující podmínku

$$f_{vk} \leq 0,045 f_b$$

- kde je:
- $f_{vk}$  • charakteristická hodnota pevnosti zdiva ve smyku
  - $f_{vko}$  • charakteristická hodnota počáteční pevnosti ve smyku při napětí v tlaku  $0 MPa$
  - $g$  • součet šířek maltových pruhů
  - $t$  • tloušťka stěny
  - $\sigma_d$  • návrhové napětí v tlaku působící v uvažovaném průřezu zděného prvku kolmo na smykovou sílu při odpovídající kombinaci zatížení založené na průměrném svislém napětí tlačené části stěny, která zajišťuje přenos smyku
  - $f_b$  • normalizovaná průměrná pevnost v tlaku zdicích prvků ve směru tlaku působícího v konstrukci

### Charakteristická hodnota pevnosti zdiva v tahu za ohybu

Charakteristická hodnota pevnosti zdiva v tahu za ohybu je stanovena dle kapitoly 3.6.3.

## Modul pružnosti

Modul pružnosti je stanoven dle vzorce

$$E = K_E \cdot f_k$$

kde je:  $f_k$  • charakteristická hodnota pevnosti v tlaku  
 $K_E$  • konstanta o hodnotě 1000

## Výpočet vzpěrných délek

Výpočet vzpěrných výšek se řídí odstavcem 5.5.1.2 normy ČSN EN 1996-1-1.

Vzpěrná výška stěny se stanoví dle vztahu

$$h_{ef} = \rho_n \cdot h$$

kde je:  $h_{ef}$  • vzpěrná výška stěny  
 $\rho_n$  • zmenšující součinitel s dolním indexem, který vyjadřuje způsob upevnění ztužované stěny  
 $h$  • světlá výška stěny na výšku patra

## Stěny podepřené pouze při dolním okraji

Pro zmenšující součinitel  $\rho_n$  u stěn podepřených pouze dole platí vztah

$$\rho_1 = 2$$

## Stěny podepřené při dolním a horním okraji

Pro stěny podepřené nahoře a dole je zmenšující součinitel  $\rho_n$  určen vztahem

$$\rho_2 = 1$$

Pokud je podepření nahoře a dole realizováno železobetonovými konstrukcemi z obou stran (případně z jedné strany se zapuštěním minimálně 2/3 tloušťky stěny) a pokud výstřednost působíště síly v hlavě stěny nepřekračuje 0,25násobek tloušťky stěny, stanoví se zmenšující součinitel takto:

$$\rho_2 = 0.75$$

## Stěny podepřené při dolním a jednom svislém okraji

U stěn podepřených v úrovni paty a podél jednoho svislého okraje je zmenšující součinitel  $\rho_n$  stanoven pomocí následujících pravidel:

Pokud platí

$$h \leq 3.5l$$

je zmenšující součinitel  $\rho_n$  určen vztahem

$$\rho_2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{h}{3l}\right)^2} \cdot \rho_1$$

Pokud platí

$$h > 3.5l$$

je zmenšující součinitel  $\rho_n$  určen vztahem

$$\rho_2 = \frac{3l}{h} \geq 0.6$$

kde je:  $h$  • světlá výška stěny na výšku patra  
 $l$  • délka stěny  
 $\rho_2$  • zmenšující součinitel pro stěny podepřené při dolním a jednom svislém okraji

## Stěny podepřené při dolním, horním a jednom svislém okraji

U stěn podepřených v úrovni hlavy a paty a podél jednoho svislého okraje je zmenšující součinitel  $\rho_n$  stanoven pomocí následujících pravidel:

Pokud platí

$$h \leq 3.5l$$

je zmenšující součinitel  $\rho_n$  určen vztahem

$$\rho_3 = \frac{1}{1 + \left(\frac{\rho_2 \cdot h}{3l}\right)^2} \cdot \rho_2$$

Pokud platí

$$h > 3.5l$$

je zmenšující součinitel  $\rho_n$  určen vztahem

$$\rho_3 = \frac{1.5l}{h} \geq 0.3$$

kde je:  $h$  • světlá výška stěny na výšku patra  
 $l$  • délka stěny  
 $\rho_3$  • zmenšující součinitel pro stěny podepřené při dolním, horním a jednom svislém okraji

### **Stěny podepřené podél tří okrajů s volným horním okrajem**

U stěn podepřených v úrovni paty a podél obou svislých okrajů je zmenšující součinitel  $\rho_n$  stanoven pomocí následujících pravidel:

Pokud platí

$$h \leq 1.15l$$

je zmenšující součinitel  $\rho_n$  určen vztahem

$$\rho_3 = \frac{1}{1 + \left(\frac{h}{l}\right)^2} \cdot \rho_1$$

Pokud platí

$$h > 1.15l$$

je zmenšující součinitel  $\rho_n$  určen vztahem

$$\rho_3 = \frac{l}{h}$$

kde je:  $h$  • světlá výška stěny na výšku patra  
 $l$  • délka stěny  
 $\rho_3$  • zmenšující součinitel pro stěny podepřené podél tří okrajů s volným horním okrajem

### **Stěny podepřené podél čtyř okrajů**

U stěn podepřených v úrovni hlavy a paty a podél obou svislých okrajů je zmenšující součinitel  $\rho_n$  stanoven pomocí následujících pravidel:

Pokud platí

$$h \leq 1.15l$$

je zmenšující součinitel  $\rho_n$  určen vztahem

$$\rho_4 = \frac{1}{1 + \left(\frac{\rho_2 \cdot h}{3l}\right)^2} \cdot \rho_2$$

Pokud platí

$$h > 1.15l$$

je zmenšující součinitel  $\rho_n$  určen vztahem

$$\rho_4 = \frac{0.5l}{h}$$

kde je:  $h$  • světlá výška stěny na výšku patra  
 $l$  • délka stěny  
 $\rho_4$  • zmenšující součinitel pro stěny podepřené podél čtyř okrajů

## **Mezní stav únosnosti**

Posouzení mezního stavu únosnosti vychází z kapitoly 6 normy ČSN EN 1996-1-1.

## Nevyztužené stěny zatížené především svislým zatížením

Základní podmínka posouzení stěn zatížených převážně svislou silou dle 6.1.2 má následující tvar:

$$N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

kde je:  $N_{Ed}$  • návrhové hodnota normálové síly  
 $N_{Rd}$  • návrhová únosnost stěny

Návrhová hodnota únosnosti  $N_{Rd}$  svisle zatížené stěny je stanovena jako

$$N_{Rd} = \Phi \cdot A \cdot f_d$$

kde je:  $\Phi$  • zmenšující součinitel určený s ohledem na štíhlost a výstřednost zatížení  
 $A$  • celková plocha průřezu  
 $f_d$  • návrhová hodnota pevnosti zdiva v tlaku

Pokud je průřezová plocha stěny menší než  $0,1 \text{ m}^2$ , je návrhová hodnota pevnosti zdiva  $f_d$  přenásobena dle 6.1.2.1. (3) součinitelem

$$0.7 + 3A$$

kde je:  $A$  • celková plocha průřezu

Zmenšující součinitel vyjadřující vliv štíhlosti a výstřednosti zatížení  $\Phi_i$  v hlavě a patě stěny je stanoven za předpokladu obdélníkového průběhu napětí. U stěn obdélníkového průřezu je použit vzorec

$$\Phi_i = 1 - 2 \frac{e_i}{t}$$

kde je:  $\Phi_i$  • zmenšující součinitel vyjadřující vliv štíhlosti a výstřednosti zatížení v hlavě a patě stěny  
 $e_i$  • výstřednost zatížení v hlavě nebo patě stěny  
 $t$  • tloušťka stěny

Výstřednost zatížení  $e_i$  v hlavě či patě stěny je stanovena jako

$$e_i = \frac{M_{id}}{N_{id}} + e_{init} \geq 0.05t$$

kde je:  $M_{id}$  • návrhová hodnota ohybového momentu v hlavě nebo patě stěny způsobeného výstředností zatížení stropů v podporách  
 $N_{id}$  • návrhová hodnota svislého zatížení působícího v hlavě respektive patě stěny  
 $e_{init}$  • počáteční výstřednost  
 $t$  • tloušťka stěny

počáteční výstřednost je v souladu s 5.5.1.1(4) rovna hodnotě

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450}$$

kde je:  $h_{ef}$  • vzpěrná výška stěny

Zmenšující součinitel vyjadřující vliv štíhlosti a výstřednosti zatížení  $\Phi_{mk}$  ve středu výšky stěny je stanoven dle přílohy G normy ČSN EN 1996-1-1. U stěn obdélníkového průřezu je použit vzorec

$$\Phi_m = A_1 e^{-\frac{u^2}{2}}$$

kde je

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t}$$

a

$$u = \frac{\lambda - 0.063}{0.73 - 1.17 \frac{e_{mk}}{t}}$$

kde je

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}}$$

Výstřednost zatížení v polovině výšky stěny  $e_{mk}$  je získána vztahem

$$e_{mk} = e_m + e_k \geq 0.05t$$

- kde je:
- $e_m$  • výstřednost od zatížení
  - $e_k$  • výstřednost s vlivem dotvarování
  - $t$  • tloušťka stěny

Pro výstřednost od zatížení  $e_m$  je použit vzorec

$$e_m = \frac{N_{md}}{M_{md}} \pm e_{init}$$

- kde je:
- $M_{md}$  • návrhová hodnota největšího momentu v polovině výšky stěny, plynoucího z momentů v hlavě a patě stěny
  - $N_{md}$  • návrhová hodnota svislého zatížení v polovině výšky stěny
  - $e_{init}$  • počáteční výstřednost

Pro výstřednost s vlivem dotvarování  $e_k$  platí

$$e_k = 0.002 \Phi_{\infty} \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{t \cdot e_m}$$

- kde je:
- $h_{ef}$  • vzpěrná výška stěny
  - $t_{ef}$  • účinná tloušťka stěny
  - $\Phi_{\infty}$  • konečná hodnota součinitele dotvarování
  - $t$  • tloušťka stěny
  - $e_m$  • výstřednost od zatížení

Pokud pro štíhlost stěny platí

$$\lambda_c \leq 15$$

je hodnota výstřednosti s vlivem dotvarování  $e_k$  rovna nule.

Pro složitější tvary průřezů je normálová síla na mezi únosnosti spočtena iterací průběhu deformace po průřezu za splnění předpokladů uvedených v 6.1.1(2). Pro zdivo je uvažován obdélníkový pracovní diagram. Normálová síla nemůže být nulová a nesmí působit mimo obálku průřezu (pokud by normálová síla působila mimo obálku průřezu, nebyla by žádná část tlačena).

### Nevyztužené zděné stěny zatížené bočně

Základní podmínka posouzení stěn zatížených bočně dle 6.3.1 má následující tvar:

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

- kde je:
- $M_{Ed}$  • návrhové hodnota ohybového momentu
  - $M_{Rd}$  • návrhová hodnota momentu únosnosti stěny

Návrhová hodnota momentu únosnosti stěny  $M_{Rd}$  je stanovena vzorcem

$$M_{Rd} = f_{xd} \cdot Z$$

- kde je:
- $f_{xd}$  • návrhová hodnota pevnosti zdiva v odpovídající rovině ohybu
  - $Z$  • průřezový modul v pružném stavu

Pokud je stěna zatížena svislým zatížením, je příznivý vliv svislého zatížení zohledněn dle 6.3.1(4)(i) vztahem

$$f_{xd,app} = f_{xd} + \sigma_d$$

- kde je:
- $f_{xd}$  • návrhová hodnota pevnosti zdiva v tahu za ohybu s rovinou porušení rovnoběžnou s ložnými spárami
  - $\sigma_d$  • návrhová hodnota napětí v tlaku ve stěně, která nesmí být větší než  $0,2f_d$

### Nevyztužené zděné stěny namáhané smykem

Smyk je posuzován dle kapitoly 6.2, základní podmínka má tvar

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

- kde je:
- $V_{Ed}$  • návrhová hodnota smykové síly
  - $V_{Rd}$  • návrhová hodnota únosnosti ve smyku

Pro návrhovou hodnotu únosnosti ve smyku platí

$$V_{Rd} = f_{vd} \cdot A_c$$

- kde je:
- $V_{Rd}$  • návrhová hodnota únosnosti ve smyku
  - $f_{vd}$  • návrhová hodnota pevnosti zdiva ve smyku

$A_c$  • plocha tlačného zdiva

## Vzpěr pilířů s jiným než obdélníkovým průřezem

Vzpěr pilířů s jiným než obdélníkovým průřezem jsou posouzeny metodou náhradního průřezu. Pro posouzení vzpěru je nalezen náhradní obdélníkový průřez dle následujících pravidel:

- náhradní průřez má shodnou plochu jako skutečný průřez
- poměry  $W_y/W_z$  u skutečného a náhradního průřezu jsou shodné

## Mezní stav použitelnosti

Mezní stav použitelnosti se kontroluje v souladu s článkem 7.2(5) normy ČSN EN 1996-1-1. Pravidla pro minimální a maximální rozměry stěny vychází z přílohy F normy. Při výpočtu mezního stavu použitelnosti je v souladu s normou použita skutečná výška stěny, nikoliv vzpěrná.

Při posouzení mezního stavu použitelnosti jsou používány následující veličiny:

- $t$  • tloušťka stěny
- $h$  • výška stěny (skutečná, nikoliv vzpěrná)
- $l$  • délka stěny

S ohledem na platnost přílohy F normy ČSN EN 1996-1-1 je omezena minimální tloušťka stěny resp. svislé zděné vrstvy dutinové stěny:

$$t \geq 0.1m$$

## Stěny podepřené pouze při dolním okraji

Pro stěny, které jsou podepřeny pouze při dolním okraji, platí:

$$\frac{h}{t} \leq 15$$

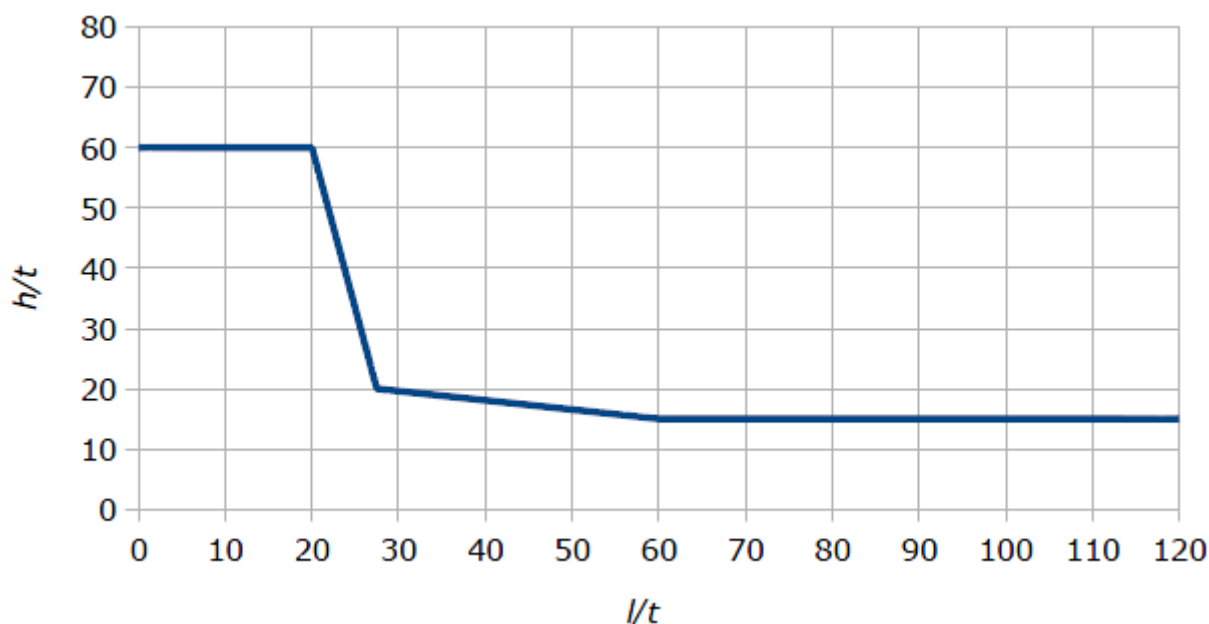
## Stěny podepřené při dolním a horním okraji

Pro stěny, které jsou podepřeny podél horního okraje, avšak nikoliv podél svislých okrajů, platí:

$$\frac{h}{t} \leq 30$$

## Stěny podepřené při dolním a jednom svislém okraji

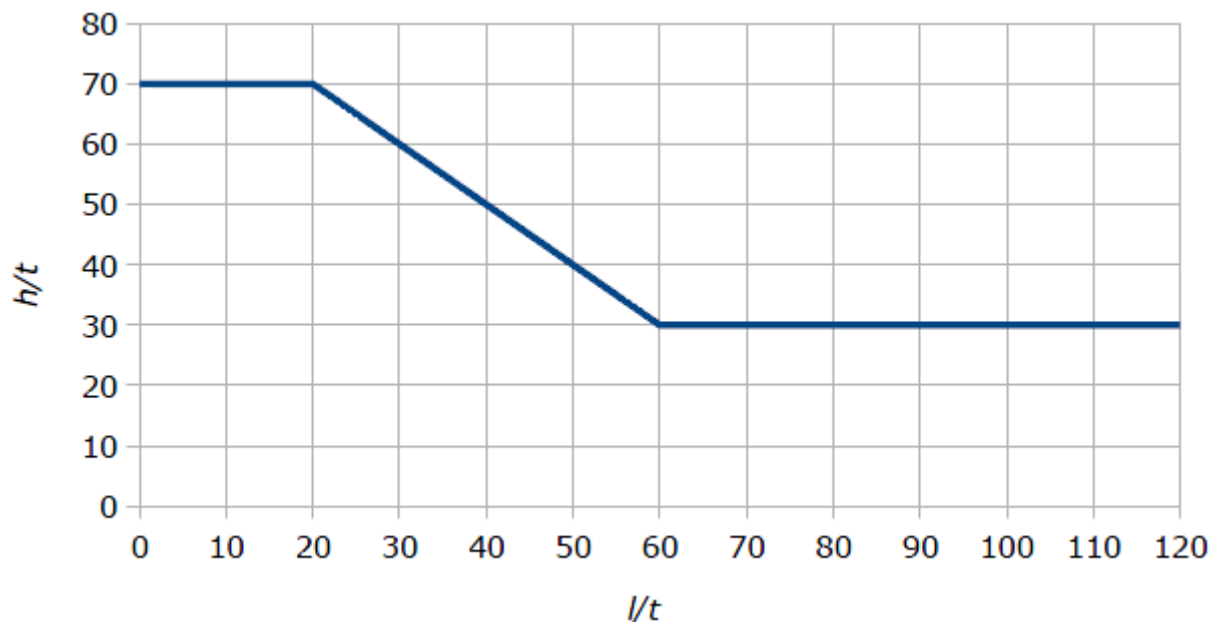
Pro stěny podepřené při dolním a jednom svislém okraji je maximální hodnota poměru  $h/t$  dána následujícím grafem:



Průběh limitního poměru  $h/t$  v závislosti na  $l/t$  pro stěny podepřené při dolním a jednom svislém okraji

## Stěny podepřené při dolním, horním a jednom svislém okraji

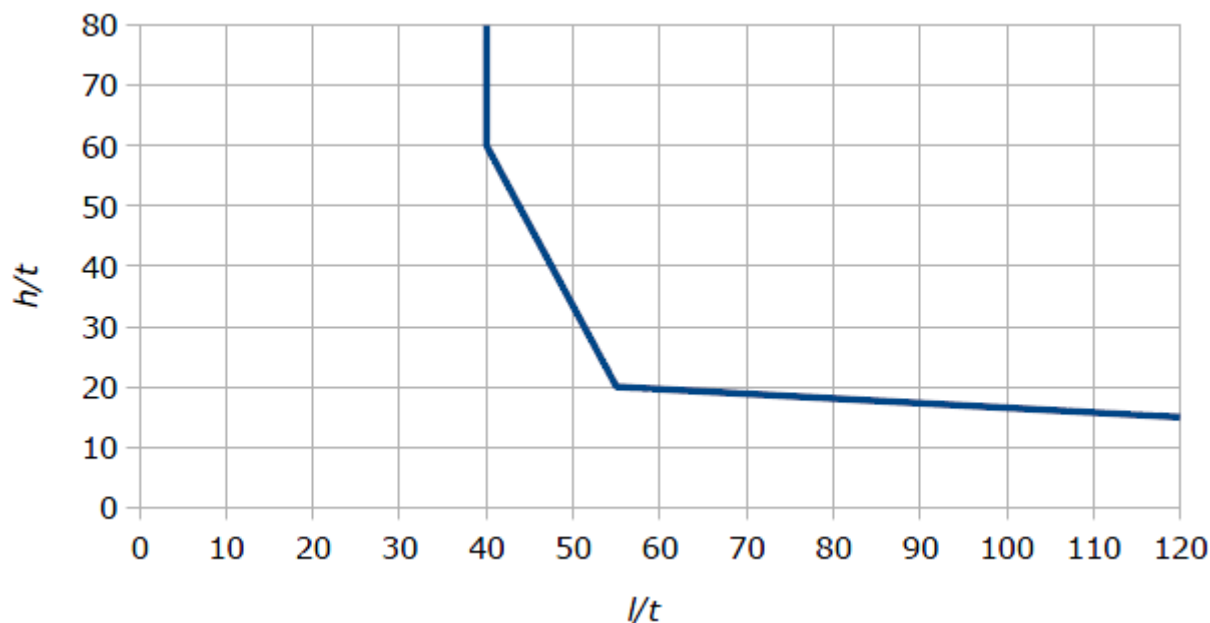
Pro stěny podepřené podél tří okrajů s volným svislým okrajem je maximální hodnota poměru  $h/t$  dána následujícím grafem:



Průběh limitního poměru  $h/t$  v závislosti na  $l/t$  pro stěny podepřené podél tří okrajů s volným svislým okrajem

### Stěny podepřené podél tří okrajů s volným horním okrajem

Pro stěny podepřené podél tří okrajů s volným horním okrajem je maximální hodnota poměru  $h/t$  dána následujícím grafem:

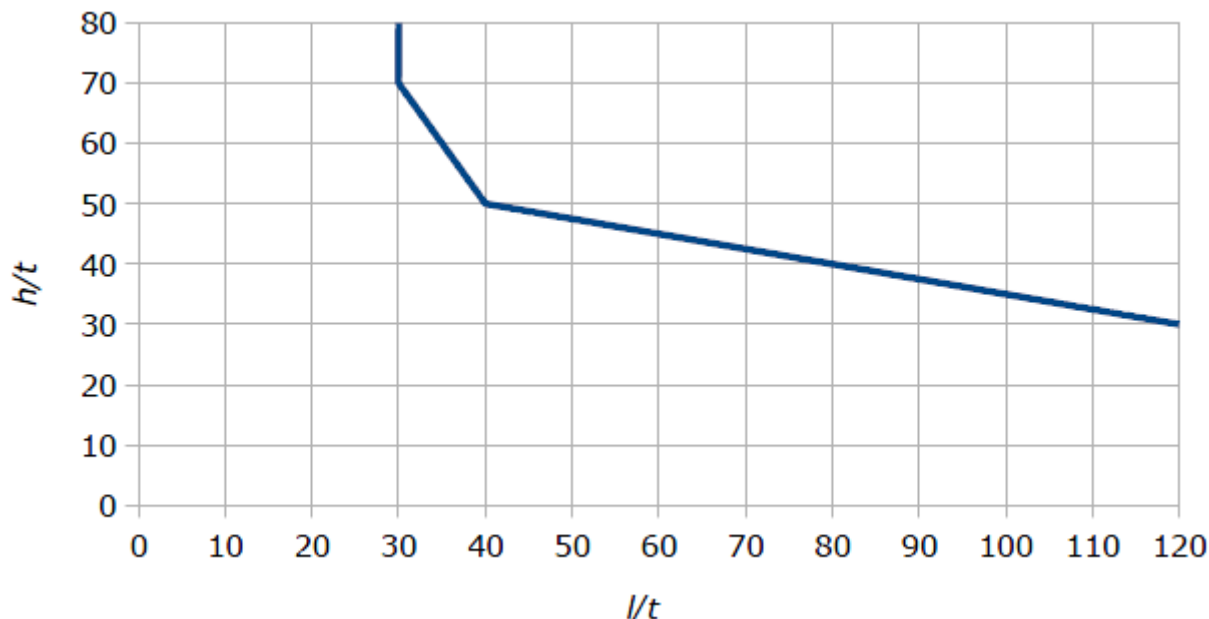


Průběh limitního poměru  $h/t$  v závislosti na  $l/t$  pro stěny podepřené podél tří okrajů s volným horním okrajem

### Stěny podepřené podél čtyř okrajů

Pro stěny podepřené podél všech čtyř okrajů je maximální hodnota poměru  $h/t$  dána následujícím grafem:





Průběh limitního poměru  $h/t$  v závislosti na  $l/t$  pro stěny podepřené podél všech čtyř okrajů

## Národní přílohy

Pro návrhovou normu EN 1996-1-1 jsou použity následující součinitele pro jednotlivé národní přílohy:

Součinitel	EN 1996-1-1	Česko	Slovensko	Polsko
$\gamma_M$ - Zdicí prvky kategorie I a návrhová malta	2,0	2,00 (2,50)	2,00	1,70
$\gamma_M$ - Zdicí prvky kategorie I a předpisová malta	2,20	2,20 (2,70)	2,20	2,00
$\gamma_M$ - Zdicí prvky kategorie II	2,50	2,50 (3,00)	2,50	2,20

Hodnoty v závorce pro národní přílohu "Česko" jsou použity pro pórobetonové zdivo.

## Zatížení

### Zatížení sněhem

Výpočet zatížení sněhem probíhá dle pravidel uvedených v normě EN 1991-1-3 s přihlédnutím k příslušným národním přílohám. Při výpočtu jsou použity následující postupy:

#### Stanovení zatížení sněhem

Hodnota zatížení sněhem je určena následujícím vzorcem:

$$s = \mu_i C_e C_t s_k$$

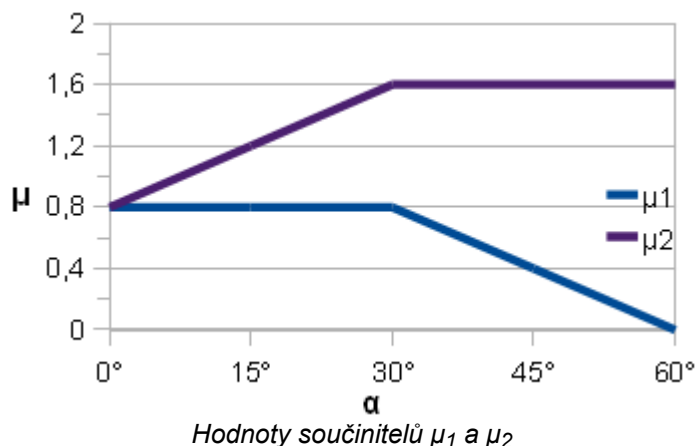
kde je:	$\mu_i$	• tvarový součinitel zatížení sněhem, postup výpočtu je popsán v následujících odstavcích
	$s_k$	• charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi získána na základě vybrané sněhové oblasti či zadána ručně
	$C_e$	• součinitel expozice
	$C_t$	• tepelný součinitel

Součinitel expozice  $C_e$  je získán dle tabulky 5.1 normy EN 1991-1-3 na základě vybraného typu krajiny. Součinitel expozice nabývá následujících hodnot:

Typ krajiny	Součinitel $C_e$
otevřená	0,8
normální	1,0
chráněná	1,2

### Pultové střechy

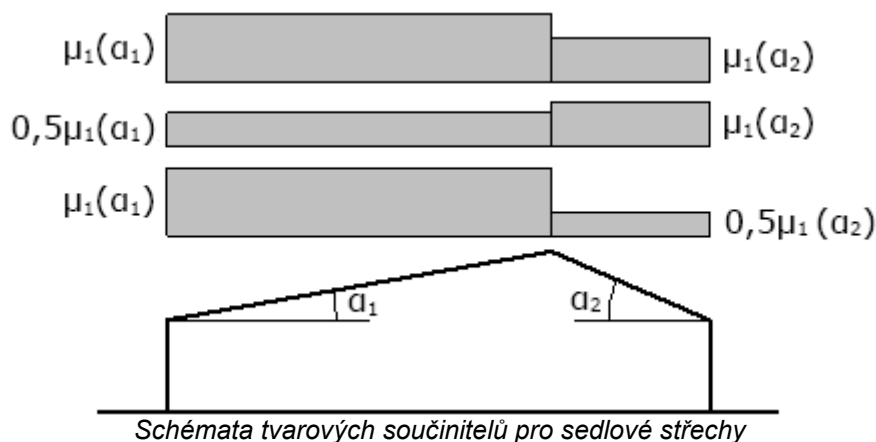
Pro pultové střechy je použit tvarový součinitel  $\mu_1$  dle obrázku 5.1 normy EN 1991-1-3. Velikost tohoto součinitele v závislosti na sklonu střechy je získána z následujícího grafu:



Pokud je bráněno sklouzávání sněhu (například sněžníky či atikami), je hodnota součinitele  $\mu_1$  rovna 0,8.

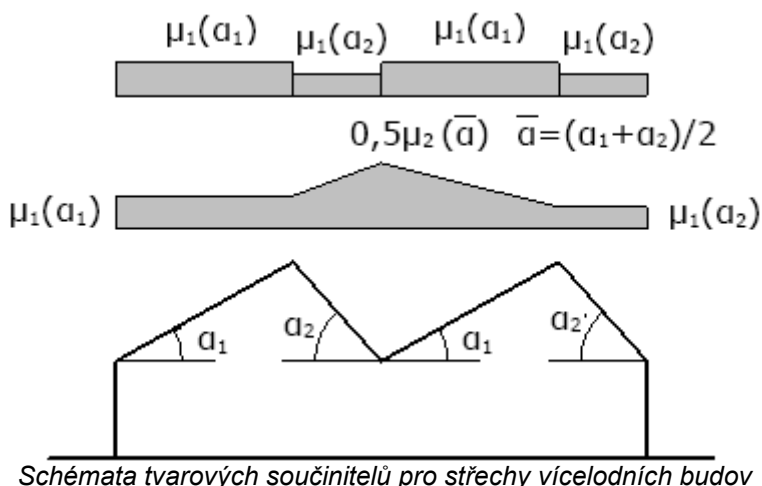
### Sedlové střechy

Pro sedlové střechy je použit tvarový součinitel  $\mu_1$  dle obrázku 5.1 normy EN 1991-1-3. Graf zobrazující závislost součinitele  $\mu_1$  na sklonu střechy je zobrazen v odstavci "Pultové střechy". Pokud je bráněno sklouzávání sněhu (například sněžníky či atikami), je hodnota součinitele  $\mu_1$  rovna 0,8. V souladu s kapitolou 5.3.3 normy jsou pro sedlovou střechu vytvořeny tři varianty zatížení sněhem dle následujícího schématu:



### Střechy vícelodních budov

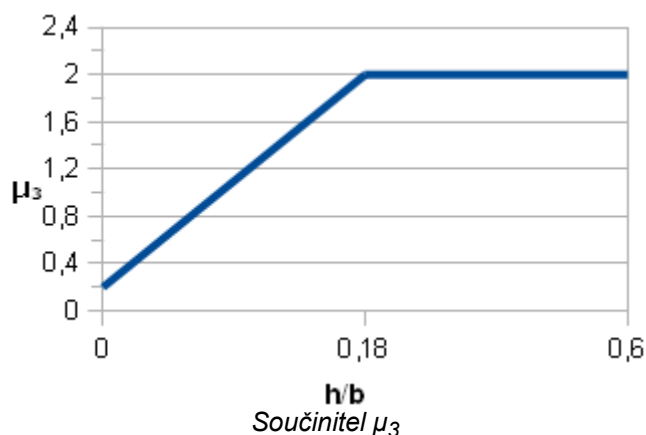
U střech vícelodních budov jsou použity součinitele  $\mu_1$  a  $\mu_2$  dle obrázku 5.1 normy. Pokud je bráněno sklouzávání sněhu (například sněžníky či atikami), je hodnota součinitele  $\mu_1$  rovna 0,8. V souladu s kapitolou 5.3.4 normy jsou uvažovány zatěžovací případy nenavátým a navátým sněhem dle následujícího schématu:



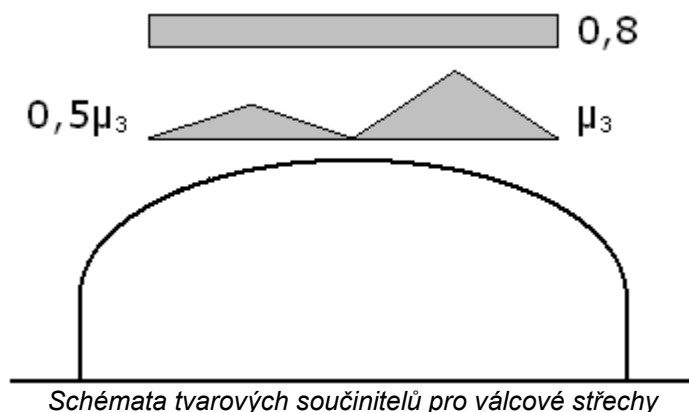
### Válcové střechy

Při výpočtu zatížení na válcové střechy je použit tvarový součinitel  $\mu_3$  dle odstavce 5.3.5(1) normy. Jeho velikost je závislá na poměru  $h/b$ , kde  $h$  je výška obloukové střechy a  $b$  je šířka budovy. Průběh závislosti je znázorněn v následujícím

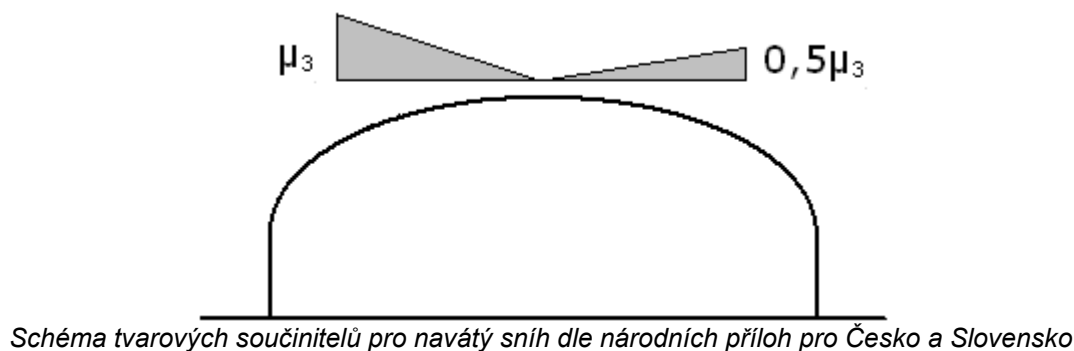
grafu:



Dle kapitoly 5.3.5 normy EN 1991-1-3 je zatížení sněhem řešeno pouze pro ty části střechy, kde je sklon střechy menší než 60°. Jsou použita následující schémata tvarových součinitelů:



S ohledem na ustanovení národních příloh pro Česko a Slovensko se použije i následující schéma navátým sněhem, které vychází z norem ČSN/STN 73 0035:

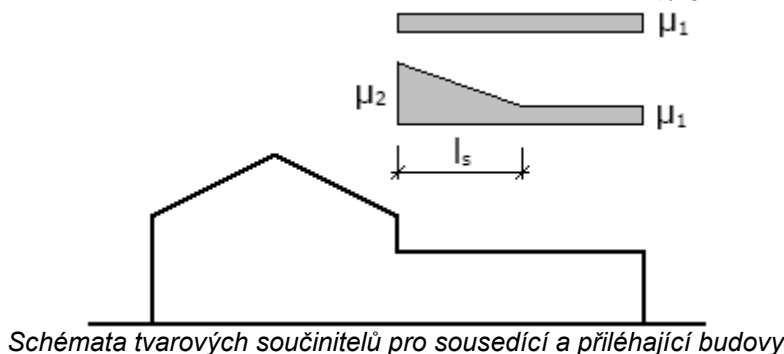


Podmínky použití pro toto schéma:

- Schéma se použije pro všechny válcové střechy a střech tvarově blízké oblouku, kde poměr  $h/b$  je větší než  $1/8$ .
- Schéma se použije vždy ve sněhových oblastech IV a V.

### **Střechy sousedící a přiléhající k vyšším stavbám**

Stanovení tvarových součinitelů pro střechy sousedící a přiléhající k vyšším budovám vychází z kapitoly 5.3.6 normy EN 1991-1-3. Použito je následující schéma tvarových součinitelů:



Tvarové součinitele  $\mu_1$  a  $\mu_2$  jsou určeny následujícím způsobem:

$$\mu_1 = 0.8$$

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w$$

- kde je:
- $\mu_s$  • tvarový součinitel zatížení sněhem zohledňující sesuv sněhu z horní střechy
  - $\mu_w$  • tvarový součinitel zatížení sněhem zohledňující působení větru

Součinitel  $\mu_s$  je stanoven pro  $\alpha \leq 15^\circ$  jako  $\mu_s = 0$ . Pro  $\alpha > 15^\circ$  je použit následující vzorec:

$$\mu_s = \frac{\mu b_s}{l_s}$$

- kde je:
- $\mu$  • tvarový součinitel pro vyšší budovu, který je roven hodnotě 0,8
  - $b_s$  • vodorovná vzdálenost hřebene a příslušného okapu vyšší budovy
  - $l_s$  • délka návěje

Součinitel  $\mu_w$  je stanoven dle vzorce

$$\mu_w = \frac{b_1 + b_2}{2h} \leq \frac{\gamma h}{s_k}$$

- kde je:
- $b_1$  • šířka vyšší budovy
  - $b_2$  • šířka nižší budovy
  - $h$  • výškový rozdíl mezi okapem vyšší střechy a nižší střechou
  - $\gamma$  • tíha sněhu  $2 \text{ kN/m}^3$

Velikost součinitele  $\mu_w$  je omezena intervalem  $<0,8;2,0>$  v I.-IV. sněhové oblasti, intervalem  $<0,8;3,0>$  v V.-VI. sněhové oblasti a intervalem  $<0,8;4,0>$  v VII.-VIII. sněhové oblasti.

Délka návěje  $l_s$  je dána vztahem

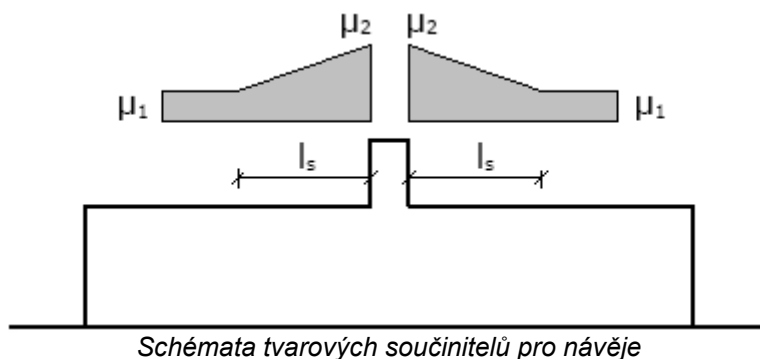
$$l_s = 2h$$

- kde je:
- $h$  • výškový rozdíl mezi okapem vyšší střechy a nižší střechou

Délka návěje  $l_s$  je omezena intervalem  $<5\text{m};15\text{m}>$ . Pokud je šířka budovy menší než délka návěje  $l_s$ , stanoví se tvarový součinitel na okraji budovy lineární interpolací mezi  $\mu_1$  a  $\mu_2$ .

## Návěje na výstupcích a překážkách

Tvarové součinitele pro návěje na výstupcích a překážkách jsou stanoveny dle kapitoly 6.2 normy EN 1991-1-3. Je použito následující schéma:



Tvarové součinitele  $\mu_1$  a  $\mu_2$  jsou určeny následujícím způsobem:

$$\mu_1 = 0.8$$

$$\mu_2 = \gamma h / s_k$$

- kde je:
- $\gamma$  • tíha sněhu  $2kN/m^3$
  - $h$  • výška překážky či výstupku
  - $s_k$  • charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi získána na základě vybrané sněhové oblasti či zadána ručně

## Sníh převíslý přes okraj střechy

Zatížení převíslým sněhem se počítá dle kapitoly 6.3 normy. Je použit následující vzorec:

$$S_e = \frac{k s^2}{\gamma}$$

- kde je:
- $k$  • součinitel zohledňující nepravidelnost tvaru sněhu
  - $s$  • nejmenší příznivý případ zatížení nenavátým sněhem uvažované střechy
  - $\gamma$  • tíha sněhu  $3kN/m^3$

součinitel  $k$  je získán dle následujícího vztahu:

$$k = 3d$$

avšak musí být splněno, že

$$k \leq d\gamma$$

- kde je:
- $d$  • tloušťka sněhové vrstvy na střeše v metrech

## Zatížení sněhem na sněžníky a jiné překážky

Zatížení na sněžníky a obdobné překážky se uvažuje dle kapitoly 6.4 normy EN 1991-1-3. Je použit následující vzorec:

$$F = s \cdot b \cdot \sin(\alpha)$$

- kde je:
- $s$  • nejmenší příznivý případ zatížení nenavátým sněhem uvažované střechy
  - $b$  • půdorysná vzdálenost sněžníků nebo obdobných překážek od sousedního sněžníku nebo od hřebene
  - $\alpha$  • sklon střechy

## Zatížení větrem

Výpočet zatížení větrem je prováděn dle normy EN 1991-1-4 s přihlédnutím k příslušným národním přílohám.

### Výpočet maximálního dynamického tlaku

Výpočet maximálního dynamického tlaku větru je proveden dle kapitoly 4 normy EN 1991-1-4.

Základní rychlost větru  $v_b$  je určena následujícím vztahem:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$$

- kde je:
- $v_b$  • základní rychlost větru pro kategorii terénu II ve výšce 10m
  - $c_{dir}$  • součinitel směru větru
  - $c_{season}$  • součinitel ročního období
  - $v_{b,0}$  • výchozí základní rychlost větru získaná na základě vybrané větrné oblasti nebo zadána ručně

Střední rychlost větru  $v_m(z)$  ve výšce  $z$  nad terénem se stanoví vztahem:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$$

- kde je:
- $c_r(z)$  • součinitel drsnosti terénu
  - $c_0(z)$  • součinitel orografie, pro výpočet tohoto součinitele je použit postup dle kapitoly A.3 přílohy A normy EN 1991-1-4
  - $v_b$  • základní rychlost větru pro kategorii terénu II ve výšce 10m

Součinitel drsnosti terénu  $c_r(z)$  se pro interval

$$z_{min} \leq z \leq z_{max}$$

počítá pomocí vztahu

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln \left( \frac{z}{z_0} \right)$$

Pokud platí, že

$$z \leq z_{min}$$

je součinitel drsnosti stanoven vztahem

$$c_r(z) = c_r(z_{min})$$

- kde je:
- $z_0$  • parametr drsnosti terénu dle tabulky 4.1 normy EN 1991-1-4
  - $z_{min}$  • minimální výška dle tabulky 4.1 normy EN 1991-1-4
  - $z_{max}$  • maximální výška 200m
  - $k_r$  • součinitel terénu

Pro součinitel terénu  $k_r$  platí následující vztah:

$$k_r = 0.19 \left( \frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0.07}$$

- kde je:  $z_{0,II}$  • parametr drsnosti terénu pro kategorii terénu II

Pro výpočet maximálního dynamického tlaku se zjišťuje intenzita turbulence  $I_v(z)$ . Pro interval

$$z_{min} \leq z \leq z_{max}$$

je použit vztah

$$I_v(z) = \frac{k_I}{c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)}$$

Pokud platí, že

$$z \leq z_{min}$$

je intenzita turbulence stanovena vztahem

$$I_v(z) = I_v(z_{min})$$

- kde je:
- $k_I$  • součinitel turbulence, jeho hodnota je stanovena jako 1,0
  - $c_0$  • součinitel orografie
  - $z_0$  • parametr drsnosti terénu dle tabulky 4.1 normy EN 1991-1-4

Maximální dynamický tlak  $q_p(z)$  je určen vztahem

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2$$

- kde je:  $\rho$  • měrná hmotnost vzduchu

## Tlak větru na povrchy

Tlak větru  $w_e$  působící na vnější povrchy je stanoven následujícím způsobem:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

- kde je:
- $q_p(z_e)$  • maximální dynamický tlak
  - $z_e$  • referenční výška
  - $c_{pe}$  • součinitel vnějšího tlaku větru

Součinitele tlaku větru  $c_{pe}$  jsou závislé na velikosti zatěžovací plochy  $A$ . Norma udává hodnoty  $c_{pe,1}$  pro prvky o zatěžovací ploše menší nebo rovné  $1m^2$  a  $c_{pe,10}$  pro prvky se zatěžovací plochou větší než  $10m^2$ . Pro prvky se zatěžovací plochou mezi těmito krajními hodnotami je prováděna interpolace dle následujícího vzorce:

$$c_{pe} = c_{pe,1} + (c_{pe,10} - c_{pe,1}) \cdot \log_{10}(A)$$

## Součinitele vnějšího tlaku větru na střechy

Součinitele vnějšího tlaku větru na střechy jsou stanoveny dle kapitol 7.2.3 (ploché střechy), 7.2.4 (pultové střechy), 7.2.5 (sedlové střechy) a 7.2.6 (valbové střechy) normy EN 1991-1-4. Pokud u některé střechy nelze jednoznačně stanovit typ (například obdélníkový půdorys s jednou valbou a jedním štítem), je programem zvolena vždy nepříznivější varianta.

## Součinitele vnějšího tlaku větru na stěny

Součinitele vnějšího tlaku větru na stěny jsou stanoveny dle kapitoly 7.2.2 normy EN 1991-1-4.

## Součinitele vnějšího tlaku větru na klenbové střechy a kopule

Součinitele vnějšího tlaku větru na kopule a klenbové střechy jsou stanoveny dle kapitoly 7.2.8 normy EN 1991-1-4.

## Národní přílohy

### Česká republika

Při stanovení **zatížení sněhem** dle ČSN EN 1991-1-3 jsou použita následující ustanovení:

- je použita mapa a seznam sněhových oblastí v souladu se *Změnou Z1 ČSN EN 1991-1-3:2005*.
- pro válcové střechy s poměrem  $h/b > 1/8$ , pro válcové střechy se sněžníky a v oblastech IV a V se uvažuje na válcové střeše též uspořádání sněhu dle obrázku NA.1.

Při stanovení **zatížení větrem** dle ČSN EN 1991-1-4 jsou použita následující ustanovení:

- je použita mapa a seznam větrných oblastí v souladu s *ČSN EN 1991-1-4:2007*.

### Slovensko

Při stanovení **zatížení sněhem** dle STN EN 1991-1-3 jsou použita následující ustanovení:

- výpočet hodnoty  $s_k$  je založen na článku NA.2.8 normy *STN EN 1991-1-3/NA1:2012*.
- je použita mapa a seznam sněhových oblastí v souladu s *Přílohou C* normy *STN EN 1991-1-3/NA1:2012*.
- je použita mapa a seznam regionů mimořádných zatížení v souladu s *Přílohou C* normy *STN EN 1991-1-3/NA1:2012*.

Při stanovení **zatížení větrem** dle STN EN 1991-1-4 jsou použita následující ustanovení:

- je použita mapa a seznam větrných oblastí v souladu s *STN EN 1991-1-4:2008*.
- Součinitele vnějšího tlaku větru  $c_{pe}$  pro ploché střechy jsou získány z tabulky 7.2/NA.
- Součinitele vnějšího tlaku větru  $c_{pe}$  pro pultové střechy jsou získány z tabulky 7.3/NA.
- Součinitele vnějšího tlaku větru  $c_{pe}$  pro sedlové střechy jsou získány z tabulky 7.4/NA.
- Součinitele vnějšího tlaku větru  $c_{pe}$  pro valbové střechy jsou získány z tabulky 7.5/NA.

### Polsko

Při stanovení **zatížení sněhem** dle PN EN 1991-1-3 jsou použita následující ustanovení:

- je použita mapa a seznam sněhových oblastí v souladu s článkem NB1.7 normy *PN EN 1991-1-3:2005*.

Při stanovení **zatížení větrem** dle PN EN 1991-1-4 jsou použita následující ustanovení:

- je použita mapa a seznam větrných oblastí v souladu s *PN EN 1991-1-4:2008*.

## Výšeč

## Zásady modelování

Při práci s programem se používá následující terminologie:

- **Hrana** - základní prvek průřezu. Představuje střednici jedné stěny průřezu. Hrana je charakterizována počátkem, koncem a tloušťkou.
- **Uzel** - bod na začátku a konci hrany. Uzly jsou ve všech bodech, kde se stýkají dvě nebo více hran. Je popsán souřadnicemi  $[X, Y]$ . Každá hrana obsahuje právě dva uzly (počátek a konec), každý uzel je součástí alespoň jedné hrany.
- **Větev** - skupina hran, které na sebe navazují (a to tak, že je možno ji nakreslit jedním tahem). Větvě jsou dvojího typu: "**buňky**" a "**otevřené větve**".
- **Buňka** - uzavřená větev, počáteční a koncový uzel jsou totožné
- **Otevřená větev** - větev, jejíž počátek a konec jsou dva různé uzly

## Zásady tvorby průřezu

Při tvorbě průřezu je nutné dodržovat následující zásady:

- Průřez musí být kompaktní, nesmí se skládat z více nespojených částí.
- Pokud průřez obsahuje buňky, je nutno tyto buňky zadávat nejdříve. Je-li již zadaná nějaká otevřená větev, nelze se vrátit k zadávání buněk.
- Buňky průřezu musí být navzájem spojeny některými společnými hranami. Zadávání druhé a každé následující buňky musí začít na hraně některé již dříve zadané buňky. Buňka může mít s předešle zadanými buňkami libovolný počet společných hran. Program pro zadání společných hran nabízí možné zadané uzly.
- Pokud byl u buňky zadán nějaký nový uzel (neobsažený na žádné z předešle zadaných buněk), všechny další uzly této buňky budou přidány jako nové, byť by měly shodné souřadnice s některým již zadaným uzlem.



- Pokud je již zadána nějaká buňka, musí první otevřená větev začínat na některém ze zadaných uzlů buňky. V případě zadání první otevřené větve do prázdného projektu není poloha prvního uzlu omezena. Každá další otevřená větev musí začínat na uzlu již zadané větve, a to buď buňky nebo otevřené větve.
- Po zadání prvního uzlu otevřené větve budou všechny další uzly této větve přidány do dat jako nové, byť by měly shodné souřadnice s některým již zadaným uzlem. Tímto opatřením je zabráněno, aby při zadávání otevřených větví vznikaly v průřezu uzavřené buňky.

Jsou-li zadány dva různé uzly o shodných souřadnicích, výpočet probíhá tak, jako by průřez v tomto bodě nebyl pevně spojen. Příkladem může být výpočet uzavřené trubky, modelované pomocí jedné buňky a výpočet téže trubky, ovšem podélně rozříznuté. Ta se zadá jakožto otevřená větev, jejíž začátek a konec jsou dva různé uzly, které však mají shodné souřadnice. Je vidět, že u těchto dvou případů, byť geometricky vypadají naprosto stejně, se budou diametrálně lišit výšečové charakteristiky. Stejně, jako se diametrálně liší chování uzavřené trubky a podélně rozříznuté trubky při namáhání kroucením.

## Výšečové charakteristiky

Program Výseč provádí výpočet následujících průřezových charakteristik:

### Výšečová pořadnice

Výšečová pořadnice je dvojnásobek plochy výšeče opsané průvodičem mezi zvoleným počátkem a daným bodem průřezu. Počátek leží někde na střednici průřezu, střed, z něhož vychází a kolem něž se otáčí průvodič, může být libovolný bod a my jej nazýváme pól. Na uzavřených větvích (buňkách) se hodnoty výšečové pořadnice ještě doplňují o vliv konstantních smykových toků, které v uzavřených větvích vznikají.

### Hlavní výšečová pořadnice

Výšečová pořadnice  $\phi$  se stane hlavní výšečovou pořadnicí  $\omega$  tehdy, jestliže počátek bude zvolen tak, aby platilo:

$$\int_A \phi dA = 0$$

neboli statický výšečový moment celého průřezu je nulový (to je obdoba podmínky, která platí pro těžiště průřezu).

Je zřejmé, že hlavní výšečová pořadnice je závislá na volbě pólu. V praxi se používají výšečové charakteristiky určené s pólem v těžišti nebo ve středu smyku. Program Výseč navíc nabízí výšečové charakteristiky určené s pólem v počátku souřadného systému.

### Moment tuhosti v prostém kroucení

Moment tuhosti v prostém kroucení počítáme na otevřených větvích ze vztahu

$$I_K = \frac{1}{3} \sum_i I_i \delta_i^3$$

- kde je:
- $I_i$  • délka  $i$ -té hrany větve
  - $\delta_i$  • tloušťka  $i$ -té hrany větve

Na buňkách používáme vztahu

$$I_K = D\Omega$$

- kde je:
- $D$  • parametr závislý na smykovém toku v buňce
  - $\Omega$  • dvojnásobek velikosti plochy opsané střednicí buňky

### Střed smyku

Střed smyku je bod, kterým vždy prochází výslednice vnitřních smykových sil na průřezu. Pokud tímto bodem prochází i výslednice vnějších příčných sil, nedochází v průřezu ke kroucení od ohybového namáhání. Redukcí příčného zatížení ke středu smyku lze tak od sebe oddělit torzní a ohybové účinky příčného zatížení. Střed smyku bývá nazýván hlavním pólem a k němu, jakožto pólu, zpravidla určíme výšečové charakteristiky průřezů.

### Statický výšečový moment

Statický výšečový moment je charakteristikou potřebnou pro výpočet smykového napětí od od vázaného kroucení. Počítá se podle vztahu

$$S_\omega(s) = \int_0^s \omega \delta ds$$

- kde je:
- $s$  • střednice průřezu
  - $\omega$  • hlavní výšečová pořadnice
  - $\delta$  • tloušťka stěny průřezu v daném místě

## Výsečový moment setrvačnosti

Výsečový moment setrvačnosti vyjadřuje tuhost průřezu vůči deplanaci. Je charakteristikou potřebnou pro výpočet normálového napětí při vázaném kroucení. Je dán vztahem

$$I_{\omega} = \int_A \omega^2 dA$$

kde je:  $A$  • plocha průřezu  
 $\omega$  • hlavní výsečová pořadnice

## Průřez

### Zásady modelování

Při práci s programem se používá následující terminologie:

- **Profil** - tvar průřezu převzatý z databáze (například ocelový válcovaný profil). Tvar profilu nelze upravovat.
- **Tvar** - Libovolný uzavřený polygon, který má přiřazený určitý materiál
- **Otvor** - Libovolný uzavřený polygon bez přiřazeného materiálu, každý otvor musí být umístěn uvnitř jednoho tvaru či profilu.

### Zásady tvorby průřezu

Při tvorbě průřezu je nutné dodržovat následující zásady:

- Průřez se může skládat z libovolného počtu částí (profilů či tvarů)
- Objekty (profily, tvary a otvory) se nesmí vzájemně křížit či překrývat
- Pokud se objekty dotýkají, měly by se vždy dotýkat z vnější strany. Při dotyku z vnitřní hrany hrozí nesprávné rozpoznání topologie.
- Databázovému profilu není možné přiřadit jiný materiál, než určuje databáze (např. válcovaný profil I200 musí mít materiál typu ocel a není možné mu přiřadit např. beton)
- Pokud je jeden profil či tvar vložen do druhého (například ocelový I-profil vložený do betonového sloupu), není nutné v daném místě vytvořit nejprve otvor ve vnějším tvaru či profilu

## Průřezové charakteristiky

Program "Průřez" nabízí dva typy výsledků:

- **Skutečné průřezové charakteristiky** jsou spočteny jen z geometrických údajů a nemá na ně vliv druh ani počet materiálů.
- **Ideální průřezové charakteristiky** mají význam u průřezů složených z částí z různých materiálů (např. ocel a beton). Ideální charakteristiky jsou přepočteny na jeden z použitých materiálů. Výpočet ideálních charakteristik je proveden tak, aby se při tahu, tlaku a ohybu deformovaly všechny části průřezu společně. Toho je dosaženo tím, že plochy a momenty setrvačnosti všech objektů průřezu jsou přenásobeny koeficientem  $n$ :

$$n = \frac{E_0}{E_i}$$

kde je:  $E_0$  • modul pružnosti daného objektu  
 $E_i$  • modul pružnosti materiálu zvoleného pro ideální charakteristiky

### Seznam dostupných průřezových charakteristik

Program provádí výpočet následujících průřezových charakteristik:

- **Souřadnice těžiště** -  $x_T, y_T$
- **Průřezová plocha** -  $A$

$$A = \int_A dA$$

- **Obvod průřezu** -  $P$
- **Souřadnice těžiště měřené od okrajů minimální obdélníkové obálky průřezu** -  $y_{cg}, z_{cg}$
- **Momenty setrvačnosti k těžišťovým osám** -  $I_y, I_z, D_{yz}$

$$I_y = \int_A z^2 dA$$

$$I_z = \int_A y^2 dA$$

$$D_{yz} = \int_A yz dA$$

- **Sklon hlavních centrálních os** -  $\varphi$
- **Poloměry setrvačnosti** -  $i_y, i_z$
- **Polární moment a poloměr setrvačnosti** -  $I_p, i_p$
- **Moment tuhosti v prostém kroucení** -  $I_k$
- **Průřezové moduly v krajních vláknech průřezu** -  $W_{y1}, W_{y2}, W_{z1}, W_{z2}$

## Parametrická teplotní křivka

### Výpočet průběhu parametrické teplotní křivky

Jedním ze základních problémů posouzení požární odolnosti stavebních konstrukcí bývá vytvoření výpočetního modelu požáru. Tedy stanovení průběhu teploty plynů při požáru v závislosti na čase. Možnosti, jak ve výpočtu modelovat požární zatížení jsou popsány v normě EN 1991-1-2 Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru. Zde je možno nalézt jednoduché modely, popsané jednou nominální teplotní křivkou, dále složitější modely, kde se berou do úvahy fyzikální parametry konstrukce, prostorové rozdělení teploty a podmínky větrání a složité dynamické modely, které zahrnují hmotnostní i energetickou výměnu a rozložení teploty v čase a prostoru. Je celkem pochopitelné, že s rostoucí přesností a spolehlivostí modelu požáru narůstá i složitost a pracnost výpočtu a hlavně náročnost na získání vstupních parametrů pro výpočet. Použití nominálních teplotních křivek je velice jednoduché a elegantní, ale výsledky mohou být nepřesné, a to zejména v těch případech, kdy vyšetřujeme delší dobu trvání požáru. Nominální teplotní křivky totiž vůbec nepostihují fakt, že po určité době trvání požáru, pokud není dodáváno palivo nebo je omezeno větrání, začne teplota plynů klesat, až se postupně vrátí do stavu před započítáním hoření. A to je jedna z výhod parametrické teplotní křivky, že popisuje jednak fázi ohřevu, kdy teplota plynů prudce narůstá a jednak fázi chladnutí, kdy teplota plynů klesá. Další výhodou parametrické teplotní křivky je to, že postihuje rozměry požárního úseku včetně otvorů ve stěnách, materiál konstrukcí ohraničujících požární úsek, typ provozu a vliv protipožárních opatření v požárním úseku budovy. Omezením parametrických teplotních křivek jsou rozměry požárního úseku. Podlahová plocha požárního úseku musí být menší než  $500m^2$ , výška smí být maximálně  $4m$  a střecha (strop) bez otvorů.

Výpočet průběhu parametrické teplotní křivky je proveden dle Přílohy A normy EN 1991-1-2.

## Příklady

### Uživatelský manuál k programům Fin EC

Tento uživatelský manuál je určen všem uživatelům statických programů Fin EC. Na jednoduchých příkladech jsou vysvětleny principy použité jak v základních statických programech (Fin 2D, Fin 3D), tak v dimenzačních programech pro betonové, ocelové, dřevěné a zděné konstrukce.

Jednotlivé příklady vždy ukazují řešení konkrétní úlohy ve vybraném programu. S ohledem na podobné principy práce je možné každý příklad použít i pro jiné programy stejného druhu. Například úloha "**Železobetonový sloup**" ukazuje práci s programem "**Beton**", avšak shodný princip rychlého posouzení průřezu na kombinaci vnitřních sil je použitelný i ve všech ostatních dimenzačních programech pro ocelové, dřevěné a zděné konstrukce.

Uživatelský manuál obsahuje následující příklady:

#### Železobetonový sloup

Tento příklad ukazuje posouzení železobetonového průřezu na zadanou kombinaci vnitřních sil v programu "**Beton 3D**". Stejný princip posouzení je použit i ve všech ostatních dimenzačních programech ("**Beton požár**", "**Ocel**", "**Ocel požár**", "**Dřevo**", "**Dřevo požár**", "**Zdivo**"). Příklad též ukazuje způsob tvorby výstupní dokumentace.

#### Protlak

V tomto příkladu je vysvětlen postup práce s programem "**Protlak**". Kromě toho je zde též popsán způsob úpravy záhlaví dokumentů, který je možné využít i v ostatních programech Fin EC.

#### Dřevěný vazník

Úloha popisuje tvorbu příhradového vazníku pomocí generátoru konstrukcí v programu "**Fin 2D**" a následné posouzení v programu "**Dřevo**". Popsána je též tvorba dimenzačních skupin a hromadné zadávání výpočtových parametrů v dimenzačním programu. Tento příklad je vhodný i pro uživatele programu "**Fin 3D**".

#### Prostorová konstrukce

Tento příklad řeší výpočet prostorové konstrukce v programu "**Fin 3D**" a následné posouzení v programu "**Ocel**". Kromě

postupného zadávání konstrukce v programu "Fin 3D" pomocí styčníků a dílců je v úloze popsána práce s dimenzačními skupinami. Tyto postupy je možné využít i v programu "Fin 2D" ve spojení s libovolným dimenzačním programem.

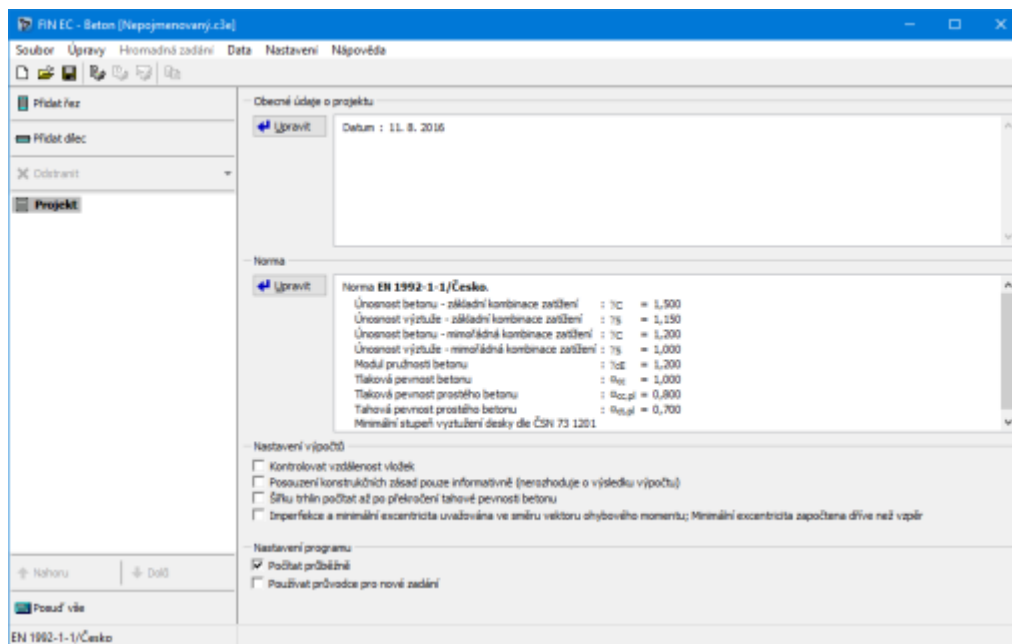
## Železobetonový sloup

### Zadání

Cílem tohoto příkladu je navrhnout a posoudit výztuž šestiúhelníkového železobetonového sloupu (výška průřezu  $200\text{mm}$ ) o výšce  $3\text{m}$  namáhaného normálovou silou  $400\text{kN}$ , momentem  $M_y = 2,33\text{kNm}$  a momentem  $M_z = 5,46\text{kNm}$ . Je nutné též ověřit mezní stav omezení napětí. V tomto případě se zatížení skládá z normálové síly  $350\text{kN}$  a ohybového momentu  $M_y = 2,00\text{kNm}$ . Použit má být beton třídy C30/37 X0 a ocel třídy B500.

### Založení nové úlohy

Po spuštění programu "Beton" se zobrazí následující obrazovka:



Úvodní obrazovka programu Beton

Program umožňuje v rámci jednoho projektu počítat libovolné množství úloh. Úlohy mohou být typu "Řez" či "Dílec". Úlohy typu "Řez" jsou vhodné pro ruční posouzení betonových průřezů, úlohy typu "Dílec" se používají především při posouzení konstrukcí vytvořených v programech "Fin 2D" a "Fin 3D". V našem případě budeme zadávat a posuzovat pouze jednu úlohu typu "Řez". Na úvodní obrazovce lze v části "Obecné údaje o projektu" zadat název, popis a další identifikační údaje o projektu. Stisknutím tlačítka "Upravit" se zobrazí dialogové okno s identifikačními údaji projektu:

Obecné údaje o projektu

Akce:

Testovací projekt

Vypracoval:

Ing. Jan Novák

Část:

Sloupy

Datum:

11. 8. 2016

Popis:

Číslo zakázky:

Odběratel:

První betonářská s.r.o.

Archivní číslo:

Poznámka:

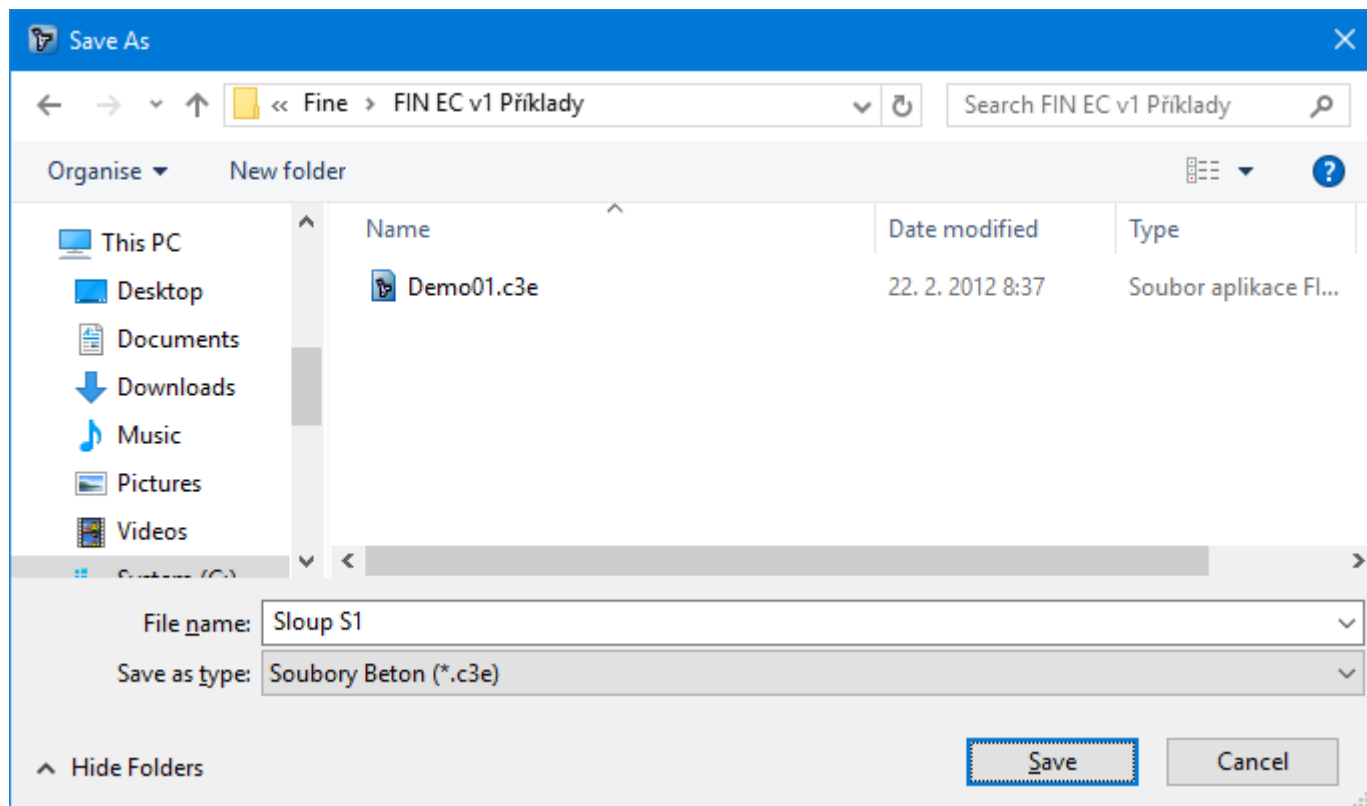
OK

Storno

Dialogové okno "Obecné údaje o projektu"

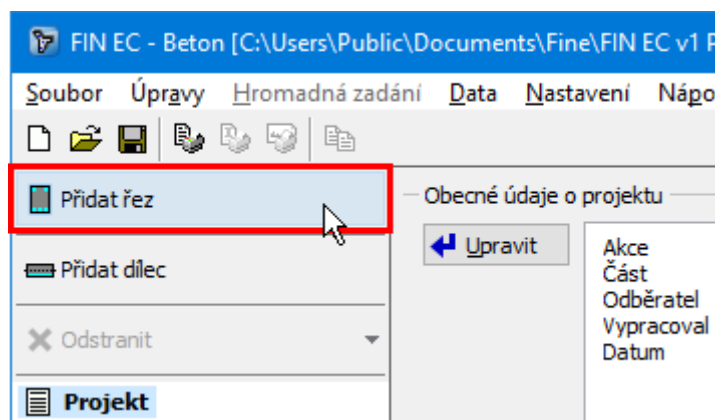
Zadané informace mohou být později zobrazeny například v záhlaví či zápatí výstupních protokolů.

Před začátkem samotné práce je vhodné úlohu uložit. To lze provést pomocí tlačítka "Uložit" či v hlavním menu (položka menu "Soubor" "Uložit jako"). Využít lze též klávesovou zkratku "Ctrl+S".



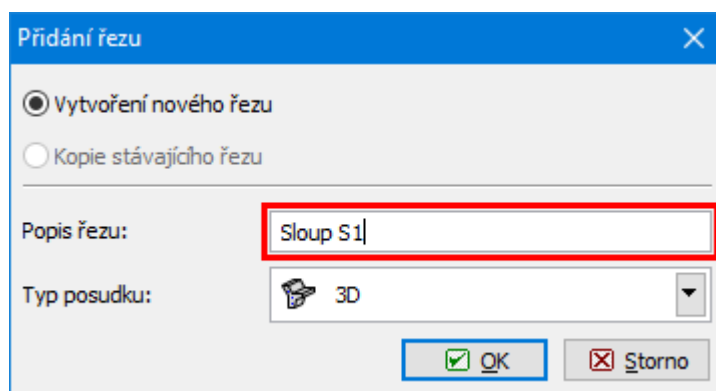
Okno pro uložení projektu

Poté lze přistoupit k zadání nového řezu. Stiskneme tlačítko "**Přidat řez**" v horní části zadávacího stroměčku:



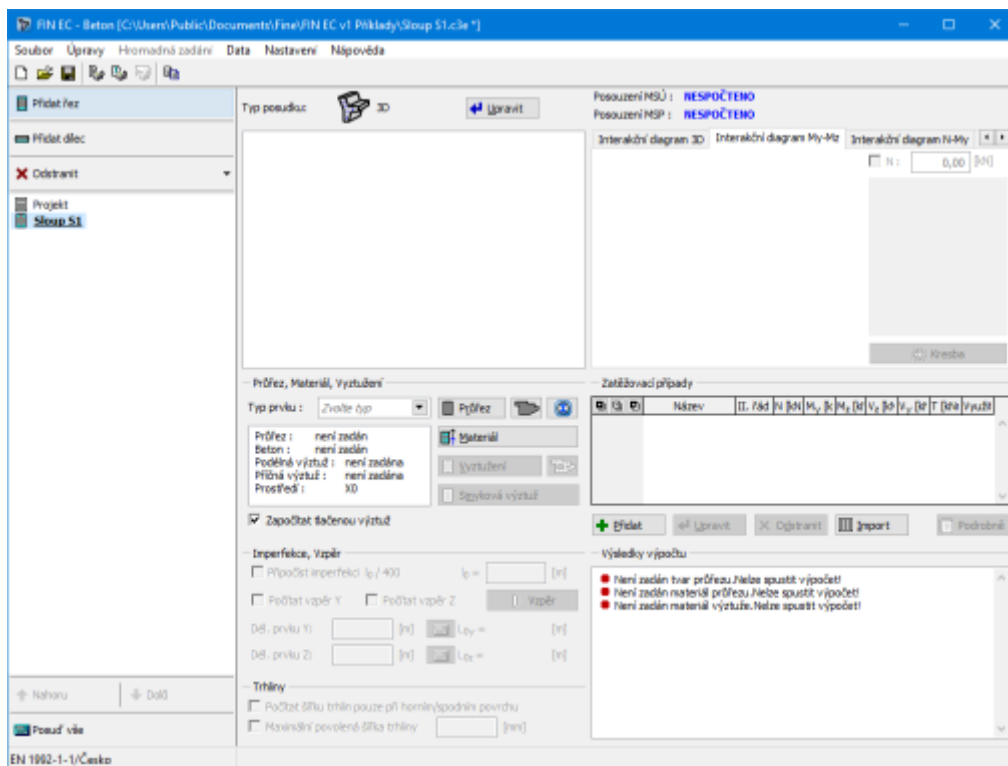
Přidání úlohy typu "Řez"

Zobrazí se dialogové okno, kde můžeme zadat název řezu. Zadáme název "**Sloup S1**". Protože budeme posuzovat oboustranný ohyb, musíme mít zvolen typ posudku "**3D**". Zadání úlohy potvrdíme stisknutím tlačítka „OK“.



Dialogové okno pro zadání nového řezu

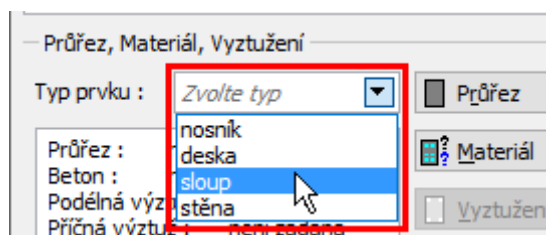
V zadávacím stroměčku v levé části obrazovky se vygenerovala položka "**Sloup S1**", představující nový řez. Program se automaticky nastavil na tuto položku, takže můžeme rovnou zadávat parametry řezu.



Úloha typu "Řez" bez zadanych údajů


## Průřez, Materiál, Vyztužení

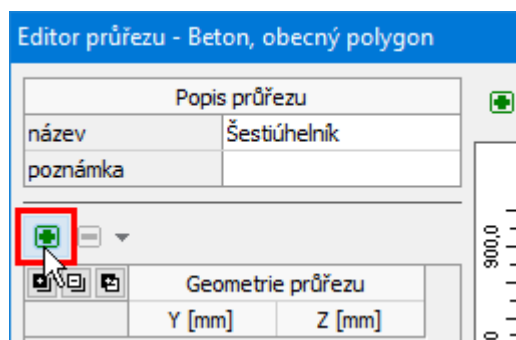
Nejprve je nutné zadat základní geometrické a materiálové charakteristiky řezu v části "**Průřez, Materiál, Vyztužení**". "**Typ prvku**" určuje, jakou má prvek v konstrukci funkci: **nosník**, **sloup**, **deska**, **stěna**.



Volba typu prvku

V tomto případě je nutné vybrat typ "**Sloup**". Tato volba ovlivňuje způsob posouzení a kontrolu konstrukčního uspořádání výztuže.

Protože šestiúhelník není v knihovně předdefinovaných průřezů, je pro zadání průřezu nutné použít tlačítko "" (libovolný polygon). Toto tlačítko otevře okno "**Editor průřezu**", ve kterém lze zadat číselně či graficky obecný tvar průřezu. Tvar průřezu je definován šesti rohovými uzly, které je třeba zadat v odpovídajícím pořadí. V tomto případě použijeme číselné zadávání pomocí souřadnic. Pro zadání bodů použijeme tlačítko "+" v záhlaví tabulky bodů, která se nachází v levé části okna.



Tlačítko pro zadání bodů polygonu

Po stisknutí tlačítka se objeví okno, ve kterém lze zadávat souřadnice bodů. Zadáme souřadnice prvního bodu  $[-0,058; 0,100]$  a bod vložíme tlačítkem "**Přidat**".

Nový bod polygonu

Pozice bodu

Y:  [mm]

Z:  [mm]

Vkládání jednotlivých bodů polygonu

Stejným způsobem zadáme i ostatní body  $[0,058;0,100]$ ,  $[0,115;0,000]$ ,  $[0,058;-0,100]$ ,  $[-0,058;-0,100]$ ,  $[-0,115;0,000]$ . Po zadání posledního bodu ukončíme zadávání tlačítkem "**Zavřít**" a vrátíme se do okna "**Editor průřezu**". Tam již vidíme celý vymodelovaný průřez, případné změny v topologii můžeme provádět buď změnou souřadnic v tabulce po levé straně nebo přímo graficky na pracovní ploše. Dialogové okno ukončíme tlačítkem "**Storno**".

Editor průřezu - Beton, obecný polygon

Popis průřezu

název: Šestiúhelník

poznámka:

Geometrie průřezu

	Y [mm]	Z [mm]
1	-58,0	100,0
2	58,0	100,0
3	115,0	0,0
4	58,0	-100,0
5	-58,0	-100,0
6	-115,0	0,0

Zarovnávat do mřížky ☐ Krok mřížky  [mm]

Zadaný obecný polygon

Následuje zadání použitých materiálů. To provedeme v dialogovém okně "**Materiály**", které spustíme tlačítkem "**Materiál**" v části "**Průřez, Materiál, Vyztužení**". S ohledem na umístění sloupu uvnitř objektu ponecháme kategorii "**Prostředí**" jako "**X0**" (bez nebezpečí koroze), neboť sloup není nijak ohrožen vnějším prostředím. Následuje zadání samotných materiálů pro beton, podélnou a smykovou výztuž. Protože používáme standardní materiály, je možné využít knihovny předdefinovaných materiálů, které nalezneme pod tlačítky "**Katalog**" u příslušného řádku.



Dialogové okno "Materiály"

Pro beton vybereme třídu "**C 30/37**" a dialogové okno ukončíme tlačítkem "**OK**".

Výběr třídy betonu

Následuje zadání oceli, jak pro ohybovou tak i pro smykovou výztuž zvolíme ocel "**B500**" a dialogové okno ukončíme tlačítkem "**OK**".

Zadání třídy oceli

Po návratu do dialogového okna "**Materiály**" vidíme přehled zadaných materiálů a zároveň si můžeme v části "**Minimální třída betonu**" ověřit, že vybraná třída betonu splňuje požadavky na minimální pevnost s ohledem na vybranou kategorii vlivu prostředí. Poté můžeme zavřít okno "**Materiály**" tlačítkem "**OK**".

Kontrola minimální třídy betonu

## Zatěžovací případy

Po zadání průřezu a materiálu můžeme pokračovat buď zadáním výztuže nebo zatěžovacích případů. My nejprve zadáme zatěžovací případ, neboť poté uvidíme výsledky posouzení ihned v průběhu zadávání výztuže. Pro zadání zatěžovacího případu využijeme tlačítko "**Přidat**" pod tabulkou v části "**Zatěžovací případy**".

Tlačítko pro přidání zatěžovacích případů

V dialogovém okně "**Nový zatěžovací případ**" nejprve zvolíme "**Typ kombinace**". Tato volba určuje, dle jakého kombinacího předpisu byly získány vnitřní síly a pro jaký posudek má být zatížení použito. Dostupné jsou následující možnosti:

### Základní návrhová (MSÚ)

- vnitřní síly byly získány ze základní kombinace pro trvalé a dočasné návrhové situace (vztah **6.10** resp. **6.10a** a **6.10b** normy EN 1990). Tyto zatěžovací případy jsou použity pro základní ověření únosnosti průřezu (Mezní stav únosnosti).

### Mimořádná návrhová (MSÚ)

- vnitřní síly byly získány z kombinace pro mimořádné návrhové situace (vztah **6.11** normy EN 1990). Tyto zatěžovací případy jsou použity pro ověření únosnosti průřezu při mimořádných návrhových situacích v mezním stavu únosnosti (použity dílčí součinitele materiálu pro mimořádné návrhové situace).

### Charakteristická (MSP)

- vnitřní síly byly získány z charakteristické kombinace (vztah **6.14** normy EN 1990). Tyto zatěžovací případy jsou použity pro ověření mezního stavu omezení napětí (mezní stav použitelnosti).

### Kvazistálá (MSP)

- vnitřní síly byly získány z kvazistálé kombinace (vztah **6.16** normy EN 1990). Tyto zatěžovací případy jsou použity pro ověření mezního stavu omezení šířky trhlin (mezní stav použitelnosti).

V okně dále zadáme vnitřní síly působící na průřez, v našem případě normálovou sílu  $N = -400\text{ kN}$  (jedná se o tlakovou sílu, proto zadáváme se záporným znaménkem), ohybový moment  $M_y = 2,33\text{ kNm}$  a ohybový moment  $M_z = 5,46\text{ kNm}$ .

Zároveň bychom měli zadat "**Koeficient trvání zatížení**", který zohledňuje podíl kvazistálého zatížení na celkové hodnotě zatížení při výpočtu součinitele dotvarování. Pokud tento údaj není přesně znám, je možné nechat součinitel rovný 1,00. Poté bude celá hodnota zatížení uvažována jako kvazistálá. Zatěžovací případ vložíme tlačítkem "**Přidej**".

**Nový zatěžovací případ**

Zat. případ 1

Typ kombinace :

☐ Síly spočteny podle teorie II.řádu

Síla na řezu

Normálová síla:  $N =$  -400,00 [kN]  $N > 0$  : tah ;  $N < 0$  : tlak

Ohybový moment:  $M_y =$  2,33 [kNm]  $M_y > 0$  : táhne spodní vlákna

Ohybový moment:  $M_z =$  5,40 [kNm]  $M_z > 0$  : táhne vlákna vlevo

Smyková síla:  $V_z =$  0,00 [kN]  $V_z$  : ↓↑

Smyková síla:  $V_y =$  0,00 [kN]  $V_y$  : ↔

Krouticí moment:  $T =$  0,00 [kNm]

Koeficient trvání zatížení

Koeficient trvání zatížení: 1,000 [-]

Vyjadřuje podíl kvazi-permanentního (MSP) a návrhového (MSÚ) zatížení ohybovým momentem, rozsah hodnot od 0 do 1; 1 znamená, že kvazi-permanentní a návrhové zatížení jsou stejná; použito pro výpočet součinitele dotvarování

Přidej Storno

Výběr typu kombinace u zatěžovacího případu

Poté ihned zadáme zatěžovací případ pro mezní stav použitelnosti. Zadání probíhá stejně jako v případě zatěžovacích případů pro mezní stavy únosnosti. Protože je naším cílem ověřit mezní stav omezení napětí, zvolíme typ kombinace **"Charakteristická (MSP)"**. V okně zadáme v souladu se zadáním kombinaci normálové síly  $N = -350 \text{ kN}$  a ohybového momentu  $M_y = 2,00 \text{ kNm}$ . Po vložení zatěžovacího případu do úlohy tlačítkem **"Přidat"**, ukončíme okno pro zadávání zatěžovacích případů tlačítkem **"Storno"**.

Oba zadané zatěžovací případy se zobrazí v přehledné tabulce.

Zatěžovací případy

	Název	II. řád	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$V_z$ [kN]	$V_y$ [kN]	T [kNm]	Využití
1	Zat. případ 1 - základní návrhová (MSÚ)		-400,00	2,33	5,40				
2	Zat. případ 2 - charakteristická (MSP)		-350,00	2,00					

Přidat Upravit Odstranit Import Podrobně

Tabulka zadaných zatěžovacích případů

Do tabulky lze vložit libovolný počet zatěžovacích případů, a to i formou importu textového souboru (tlačítko **"Import"**).

## Vyztužení

Po návratu do hlavního okna programu můžeme přistoupit k zadání ohybové a smykové výztuže. Dialogové okno pro zadání podélné výztuže spustíme tlačítkem **"Vyztužení"** v části **"Průřez, Materiál, Vyztužení"**. Horní část okna obsahuje volbu způsobu stanovení krytí výztuže. Ponecháme výchozí variantu **"Minimální krytí a třmínky"**. Tento způsob zajišťuje, že je podélná výztuž vzdálená od okraje průřezu o hodnotu, která se rovná součtu minimálního krytí a průměru obvodových třmínků. Výpočet hodnoty krytí si lze prohlédnout v samostatném okně, které se spouští tlačítkem **"Minimální krytí"**.

*Spuštění okna s parametry minimálního krytí*

Okno "**Krytí výztuže**" obsahuje řadu voleb, které ovlivňují hodnotu krytí výztuže. V našem případě do těchto nastavení nemusíme zasahovat, okno opustíme tlačítkem "**OK**".

*Okno "Krytí výztuže"*

V dialogovém okně "**Editace vyztužení**" můžeme snadno zadat potřebnou výztuž. Výztuž zadáme z profilů o průměru **16mm** tak, aby v každém rohu průřezu byla jedna vložka. Zadání provedeme pomocí tří samostatných řad. V obou seznamech "**Horní výztuž zadaného průřezu**" a "**Dolní výztuž zadaného průřezu**" zaškrtneme políčka u prvních řádků a tím zadáme horní a dolní řadu výztuže. Profil změníme na **16mm**. Způsob určení polohy ponecháme na variantě "**Min. kr.**". V takovém případě program určí polohu vložek automaticky tak, aby byly umístěny co nejblíže hornímu resp. dolnímu okraji a zároveň aby poloha vyhovovala kritériu minimálního krytí výztuže. Následně v části "**Horní výztuž zadaného průřezu**" použijeme i druhou řadu výztuže, kde však zadáme polohu dvou vložek o průměru **16mm** způsobem "**Pozice**". V

tomto případě je poloha vložek dána svislou vzdáleností středu vložek od horní hrany průřezu.

Krytí

☐ Minimální krytí
 ☒ Minimální krytí a třmínky
 ☐ Vlastní krytí

Krytí:

26,0 [mm]

Minimální krytí

Kontrola krytí

Horní výztuž zadaného průřezu

	Profil výzt.	Způsob	Vzdálenost	Počet ks	Poloha	$A_s$	
	[mm]	zadání	[mm]	[-]	Druh [mm]	[mm <sup>2</sup> ]	
<input checked="" type="checkbox"/> 1	16	Počtem		2	Min. kr.	26,0	402,1
<input checked="" type="checkbox"/> 2	16	Počtem		2	Pozice	100,0	402,1
<input type="checkbox"/> 3							
<input type="checkbox"/> 4							
						$\Sigma A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	804,2

Dolní výztuž zadaného průřezu

	Profil výzt.	Způsob	Vzdálenost	Počet ks	Poloha	$A_s$	
	[mm]	zadání	[mm]	[-]	Druh [mm]	[mm <sup>2</sup> ]	
<input checked="" type="checkbox"/> 1	16	Počtem		2	Min. kr.	26,0	402,1
<input type="checkbox"/> 2							
<input type="checkbox"/> 3							
<input type="checkbox"/> 4							
						$\Sigma A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	402,1

Informace o výztužení

Celková plocha výztuže: 1206,4 mm<sup>2</sup>

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):  
 $\rho_s = 0,0349 \geq \rho_{s,min} = 0,00266 \Rightarrow$  **Vyhovuje**  
 $\rho_s = 0,0349 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$  **Vyhovuje**

Využití průřezu ohybem : 34,1 % **VYHOVUJE**

OK

Storno

Rozmístění výztuže

☒ Generovat stejný rozestup vložek  
☐ Vložky umístit co nejvíce ke kraji

Zadaná podélná výztuž sloupu

Po zadání výztuže v dolní části okna ihned vidíme, že množství podélné výztuže je dostačující a návrh vyhovuje (využití průřezu ohybem 34,1%). Zároveň si v části "**Informace o vyztužení**" můžeme ověřit, že jsou splněny konstrukční zásady dané normou. Tlačítkem "**OK**" se můžeme vrátit do základního okna programu.

## Smyková výztuž

Dalším krokem je zadání příčné výztuže. Zadání se provádí v samostatném okně, které spustíme tlačítkem "**Smyková výztuž**". V tomto okně zaškrtnutím políčka "**Obvodové třmínky**" zpřístupníme políčka pro zadání vlastností třmínků. Zadáme odvodové třmínky o průměru 10mm a jejich vzájemnou vzdálenost 150mm.

**Editace vyztužení**

☒ Obvodové třmínky

Profil d : 10 [mm]

Vzdálenost s : 150,0 [mm]

Kroucení : Uvažovat pouze pro přenos smyku

Poměrná část plochy třmínku pro únosnost proti kroucení : [%]

☐ Spony, vnitřní třmínky svislé

☐ Spony, vnitřní třmínky vodorovné

☐ Třmínky stejné jako obvodové

☐ Třmínky stejné jako obvodové

Profil d : [mm]

Vzdálenost s : [mm]

Počet střihů : [-]

☐ Ohyby svislé

☐ Ohyby vodorovné

Profil d : [mm]

Sklon  $\alpha$  : [°]

Počet střihů : [-]

☐ Uvažovat jako řadu ohybů

☐ Uvažovat jako řadu ohybů

Vzdálenost s : [mm]

☐ Rameno vnitřních sil

☒ Určit výpočtem

☐ Určit jako [ ]  $\times d$

☐ Sklon tlačných diagonál

☒ Iterovat

☐ Vlastní [ ] [°]

**Informace o vyztužení**

**Posouzení konstrukčních zásad třmínků**

Minimální průměr třmínků  $d = 6 \text{ mm} \Rightarrow$  Vyhovuje

Maximální vzdálenost třmínků  $s_{cl,max} = 200,0 \text{ mm} \Rightarrow$  Vyhovuje

**Zat. případ 1**

**Smyk**

Průřez není namáhán smykem.

**Kroucení**

Průřez není namáhán kroucením.


Využití průřezu na smyk : 0,0 % **VYHOVUJE**

**OK** **Storno**

Zadání příčné výztuže

Protože nemáme zadanou žádnou smykovou sílu, program vypisuje nulové využití průřezu na smyk. Okno ukončíme tlačítkem "OK".


## Imperfekce, vzpěr


Následuje zadání imperfekce a parametrů vzpěru. Nejprve zaškrtneme nastavení "**Připočíst imperfekci  $l_0/400$** ", které do posouzení zahrne imperfekci v souladu s článkem 5.2(9) normy EN 1992-1-1. Jako délku  $l$ , která je použita pro stanovení velikosti imperfekce, zadáme délku sloupu  $3 \text{ m}$ . Dále je nutné zaškrtnout obě nastavení "**Počítat vzpěr Y/Z**", aby byl ve výpočtu zohledněn vzpěr v obou hlavních směrech. Základní délky pro výpočet vzpěrných délek jsou převzaty z délky prvku pro stanovení imperfekce. Ve výchozím nastavení je uvažováno kloubové uložení konců, takže vzpěrné délky  $L_{0y}$  a  $L_{0z}$  jsou rovné hodnotě  $3 \text{ m}$ . Pokud by bylo třeba zvolit jiné uložení konců, je možné tak učinit pro každý směr pomocí tlačítka "" za základní délkou pro výpočet vzpěrné délky. Tlačítkem "**Vzpěr**" lze vyvolat okno s podrobnými parametry, kde lze například změnit metodu výpočtu vzpěru. V našem případě tyto změny provádět nebudeme.

**Imperfekce, Vzpěr**

☒ Připočíst imperfekci  $l_0 / 400$   $l_0 = 3,000 \text{ [m]}$

☒ Počítat vzpěr Y ☒ Počítat vzpěr Z **Vzpěr**

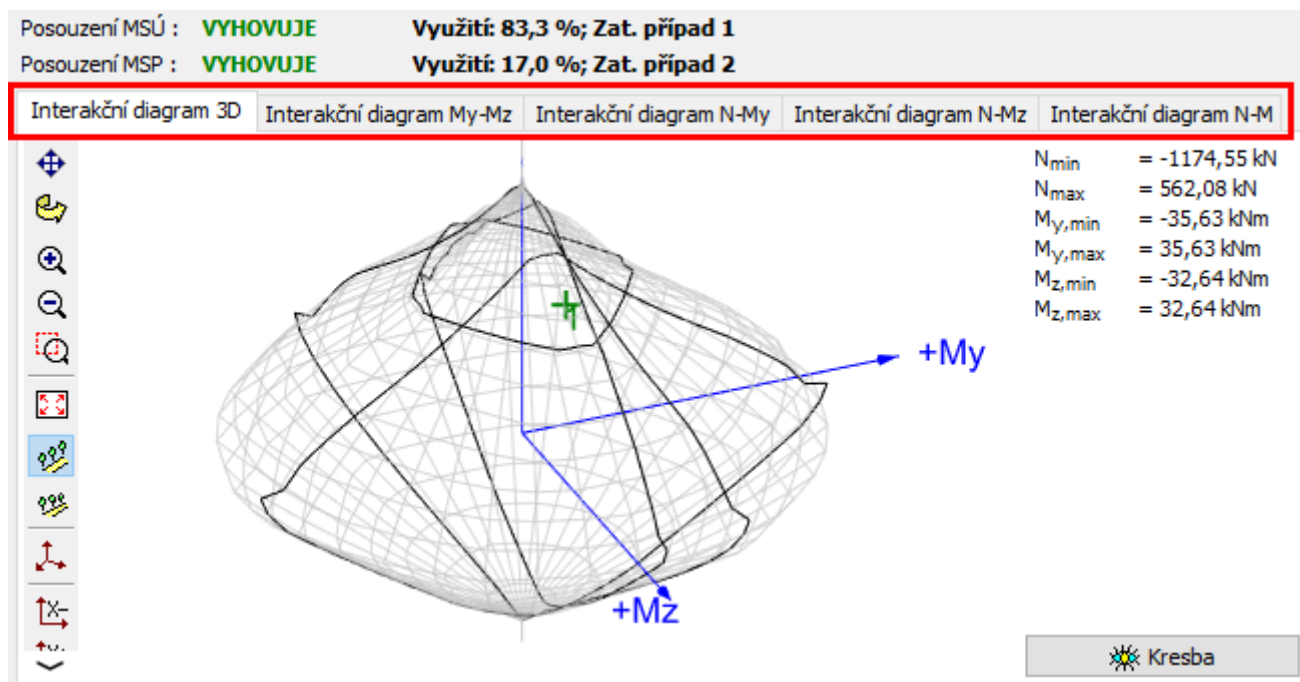
Dél. prvku Y: 3,000 [m]   $L_{0y} = 3,000 \text{ [m]}$

Dél. prvku Z: 3,000 [m]   $L_{0z} = 3,000 \text{ [m]}$

Zadané vlastnosti imperfekce a vzpěru

## Výsledky

Zadáním údajů o vzpěru jsme zkompletovali vstupní údaje, takže program v pravé horní části okna může zobrazit výsledky. Jedná se především o celkové shrnutí výsledků ("**Posouzení MSÚ/MSP**") a interakční diagram. Pro interakční diagram lze zvolit způsob zobrazení, k dispozici je jak prostorový diagram, tak rovinné diagramy vytvořené v místech zadané veličiny "**N**", "**M<sub>y</sub>**" či "**M<sub>z</sub>**" nebo v rovině dané směrem ohybu.



Volba typu zobrazeného interakčního diagramu

Program umožňuje též detailní kontrolu podrobných výsledků. Tyto výsledky lze zobrazit pro aktivní zatěžovací případ (zvýrazněný znakem ">" v prvním sloupci tabulky zatěžovacích případů) pomocí tlačítka "**Podrobně**" pod tabulkou.

Zatěžovací případy									
	Název	II. řád	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	V <sub>x</sub> [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	T [kNm]	Využití
> 1	Zat. případ 1 - zák		-400	2,33	5,40				83,3 %
2	Zat. případ 2 - chz		-350	2,00					17,0 %

Zobrazení podrobných výsledků pro zatěžovací případ 1

Podrobné výsledky se zobrazí v novém okně. Okno ukazuje postup výpočtu včetně dosazených hodnot veličin. Označený text z tohoto okna může být zkopírován klávesovou zkratkou "**Ctrl**" + "**C**" a vložen například do textového editoru.

Podrobnosti

**1: Zat. případ 1 - základní návrhová (MSÚ)**  
 $N = -400,00 \text{ kN}$ ;  $M_y = 2,33 \rightarrow 17,68 \text{ kNm}$ ;  $M_z = 5,40 \rightarrow 19,52 \text{ kNm}$ ;  $V_z = 0,00 \text{ kN}$ ;  $V_y = 0,00 \text{ kN}$ ;  $T = 0,00 \text{ kNm}$

**Podrobné posouzení TLAK A OHYB: Zat. případ 1**  
 Normálová síla pro výpočet minimální excentricity dle 6.1(4) normy: **Vyhovuje**

**Výpočet imperfekce**  
 $e_1 = l_0 / 400 = 3 / 400 = 0,0075 \text{ m}$   
 $M_{0Edy} = M_y + e_1 \times |N_{Ed}| \times 0,707 = 2,33 + 0,0075 \times 400 \times 0,707 = 4,451 \text{ kNm}$   
 $M_{0Edz} = M_z + e_1 \times |N_{Ed}| \times (-0,707) = (-5,4) + 0,0075 \times 400 \times (-0,707) = -9,944 \text{ kNm}$

**Součinitel dotvarování:**  
 $\eta_0 = 2 \times A_c / u = 2 \times 34\,600 / 692,4 = 99,94 \text{ mm}$   
 $\alpha_1 = (35 / f_{cm})^{0,7} = (35 / 38)^{0,7} = 0,944$   
 $\alpha_2 = (35 / f_{cm})^{0,2} = (35 / 38)^{0,2} = 0,984$

Kopírovat Ctrl+C

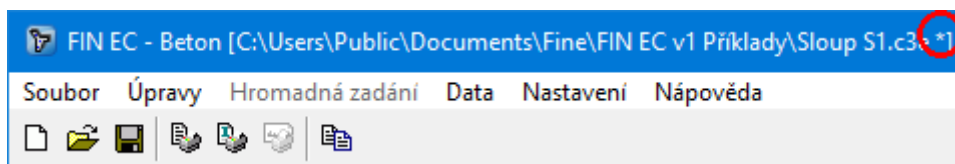
Vybrat vše Ctrl+A

Storno

Kopírování textu z okna s podrobnými výsledky

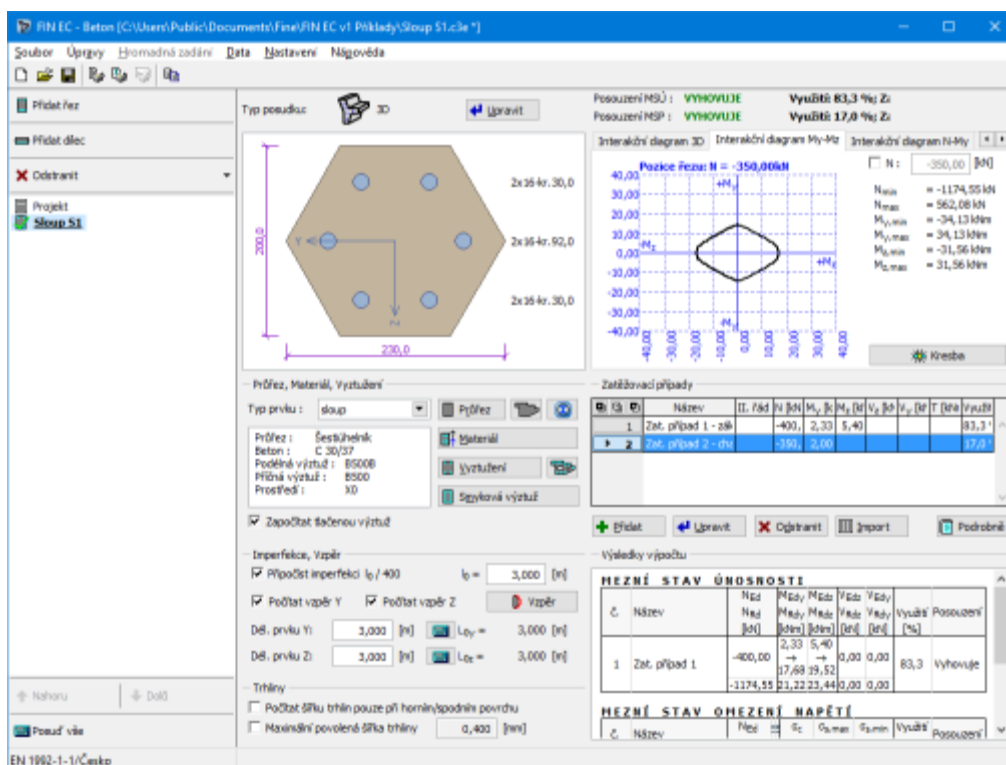


Protože jsme dokončili kompletně zadávání, je vhodné úlohu uložit na disk, což můžeme provést například tlačítkem "💾" v nástrojové nebo klávesovou zkratkou **"Ctrl+S"**. Stav, kdy je vhodné úlohu uložit (aktuální podoba úlohy se liší od stavu úlohy na disku), poznáme též podle toho, že v záhlaví programu se za názvem souboru zobrazuje symbol **"\***".



*Indikace neuloženého stavu úlohy*

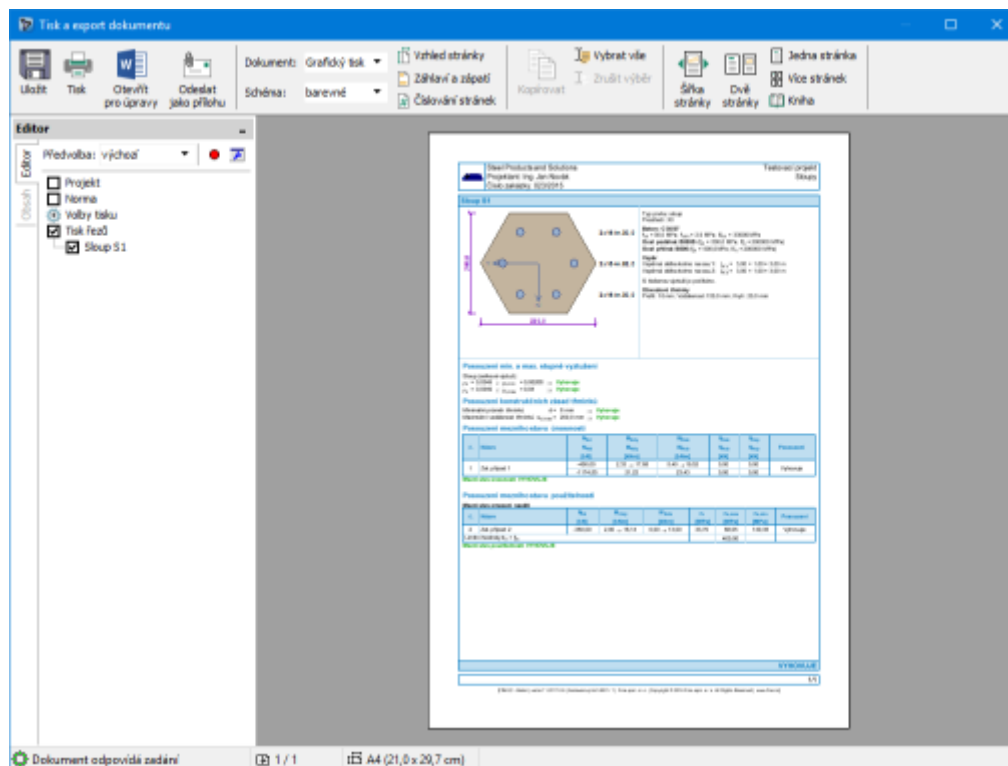
Protože jsme v průběhu zadávání splnili všechna konstrukční opatření a protože hlavní okno nám zobrazuje vyhovující využití pro mezní stavy únosnosti i použitelnosti, můžeme považovat naši úlohu za dokončenou.



*Posouzený průřez*


## Výstupy

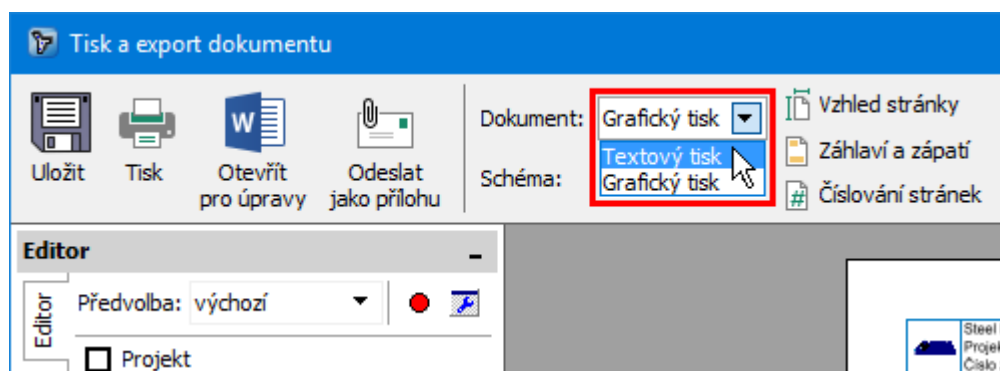
Pokud je úloha dokončená, můžeme přistoupit k sestavení dokumentace. Nejprve vytiskneme stručný jednostránkový výstup, kde jsou zobrazeny veškeré vstupní údaje a výsledky posouzení. Tvorbu tohoto výstupu spustíme tlačítkem "🖨" v nástrojové liště nebo položkou **"Grafický tisk"** v části **"Soubor"** hlavního menu.



Grafický výstup z programu Beton

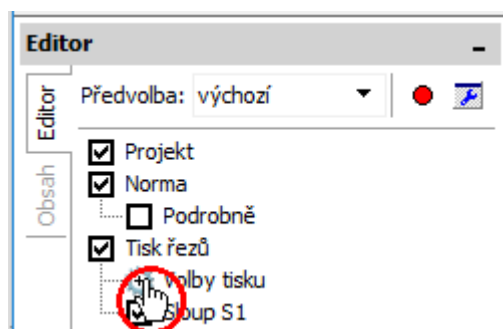
Dokument můžeme přímo vytisknout pomocí tlačítka **"Tisk"** nebo uložit tlačítkem **"Uložit"** jako soubor \*.pdf respektive \*.rtf na disk. Využijeme druhou možnost a uložíme dokument na disk. V dialogovém okně **"Uložit jako"** můžeme zadat název souboru a cílovou složku.

Kromě tohoto stručného výstupu můžeme vytisknout i podrobnou textovou či grafickou dokumentaci. Sestavení této dokumentace můžeme spustit přímo z hlavního okna pomocí tlačítka  v nástrojové liště nebo pomocí položky **"Textový/Grafický tisk"** v části **"Soubor"** hlavního menu. Protože jsme však stále v okně pro sestavování dokumentace, můžeme do režimu textových výstupů přejít přímo pomocí změny typu dokumentu v nástrojové liště. Výběr provádíme v rozbalitelném seznamu **"Dokument:"**.



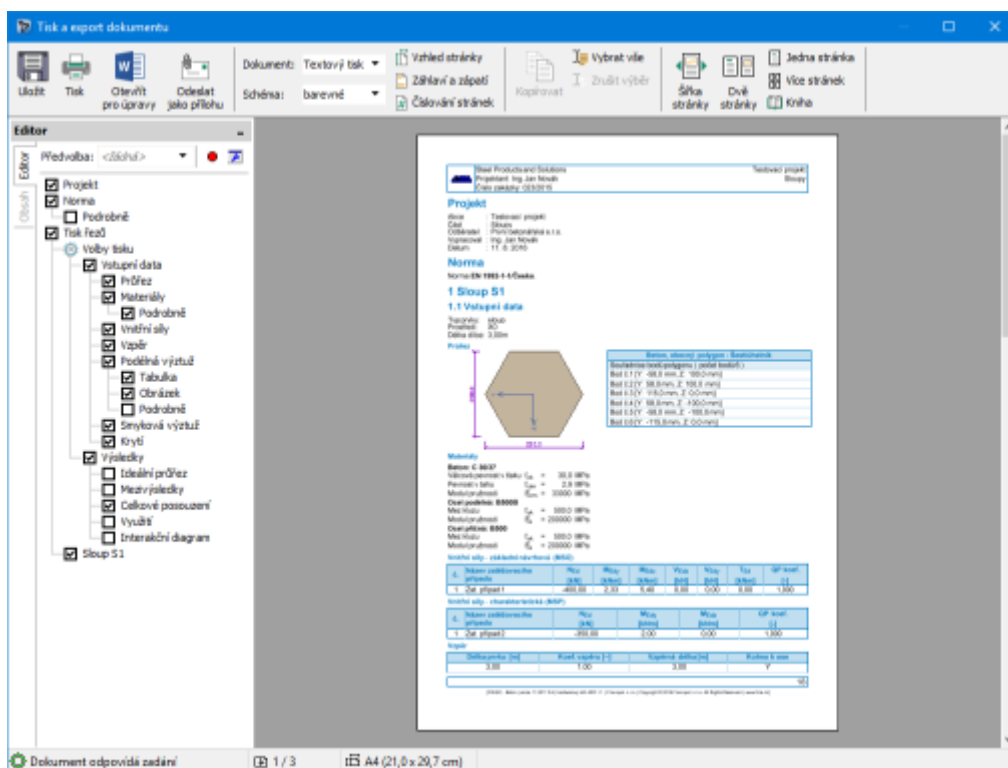
Změna typu dokumentu

Po přepnutí do režimu **"Tisková sestava"** můžeme v levém stroměčku v části **"Volby tisku"** nastavit, jaké části posouzení mají být součástí dokumentu a jak podrobné výpisy mají být.



Volby tisku pro textové výstupy

Program při jakékoliv změně ve stromečku ihned přegeneruje dokumentaci, aby odpovídala zadání. Pokud již dokumentace obsahuje všechny námi vyžadované informace, můžeme dokument opět uložit na disk.



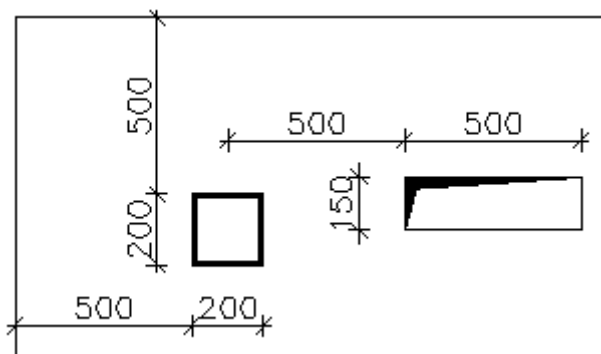
Vygenerovaný textový výstup

Vygenerováním dokumentace je naše práce u konce.

## Protlak

### Zadání

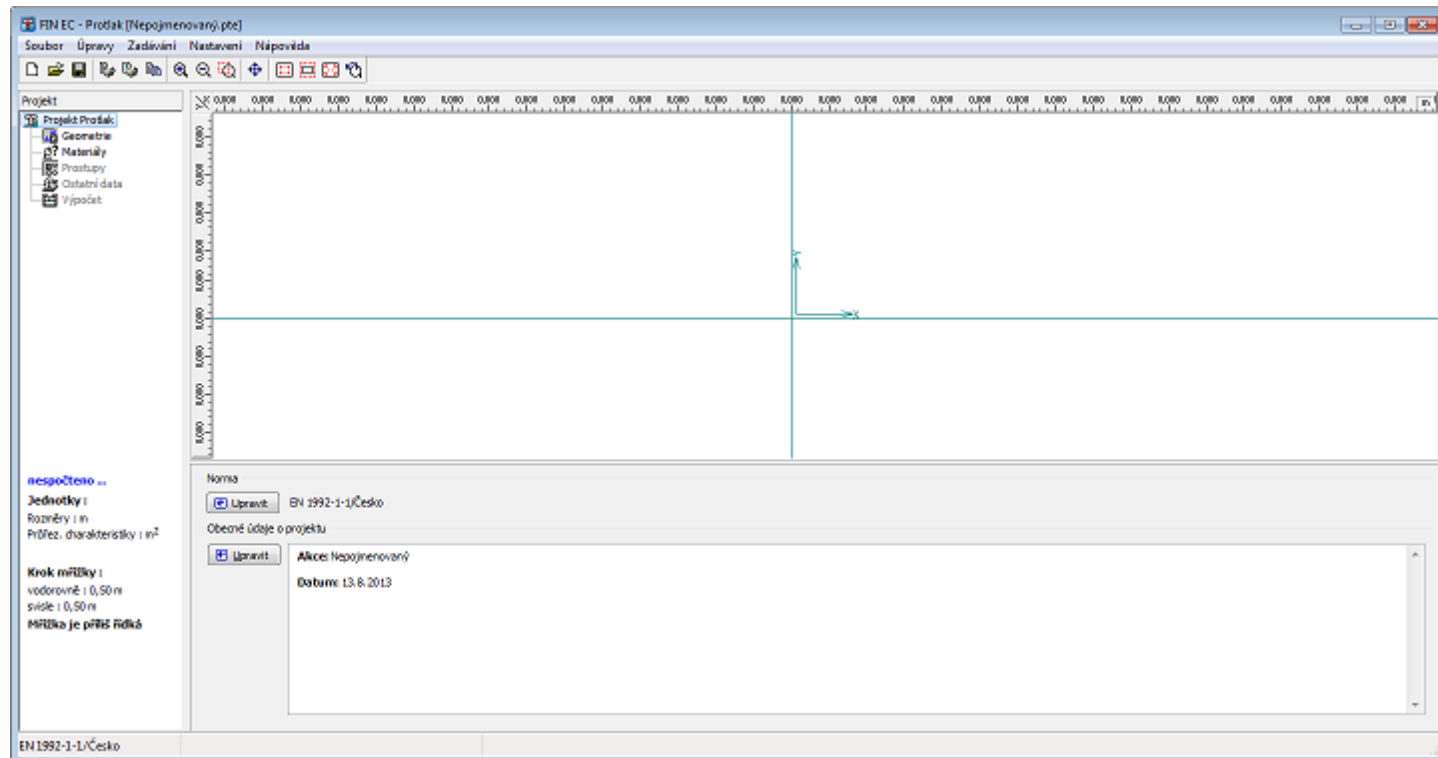
Úkolem je navrhnout výztuž proti protlačení krajního sloupu čtvercového průřezu 200x200 mm železobetonovou deskou o tloušťce 200mm. Sloup je umístěn 500mm od okrajů desky. Deska je oslabena otvorem 150x500mm dle níže uvedeného schématu. Konstrukce je vyrobena z betonu C25/30.



Geometrie zadání

## Údaje o projektu, Firma

Základní okno programu obsahuje v dolní části rám, v kterém se zadávají všechny důležité údaje, při levé straně je umístěn ovládací stromeček pro přepínání jednotlivých zadávacích režimů a zbytek okna je vyplněn pracovní plochou.

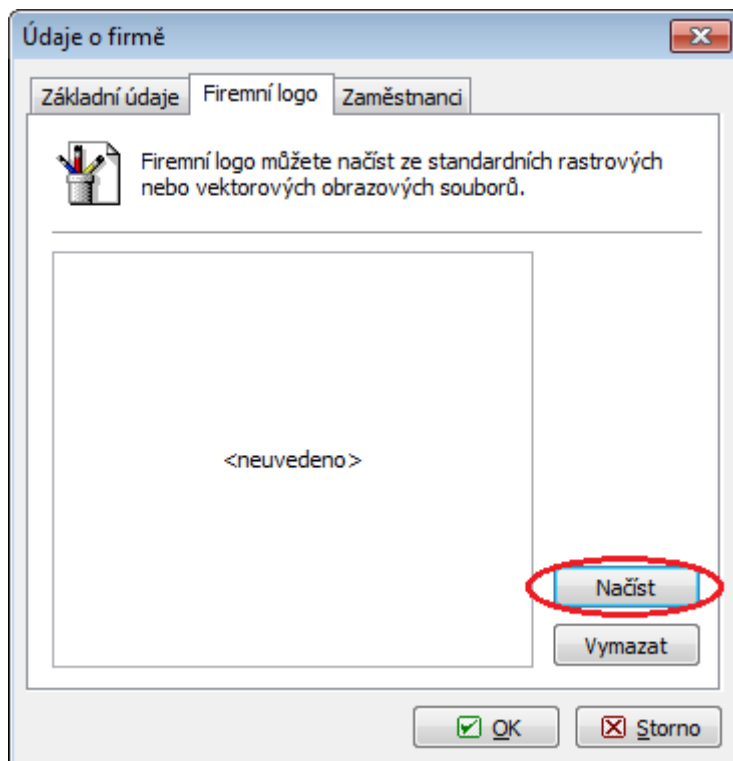


Základní okno programu Protlak

Nejprve zadáme údaje o firmě, které budou později použity při sestavování výstupní dokumentace. Dialogové okno "**Údaje o firmě**" lze spustit pomocí hlavního menu, položku "Firma" nalezneme v části "**Nastavení**". V první záložce okna můžeme zadat například název či adresu projekční firmy.

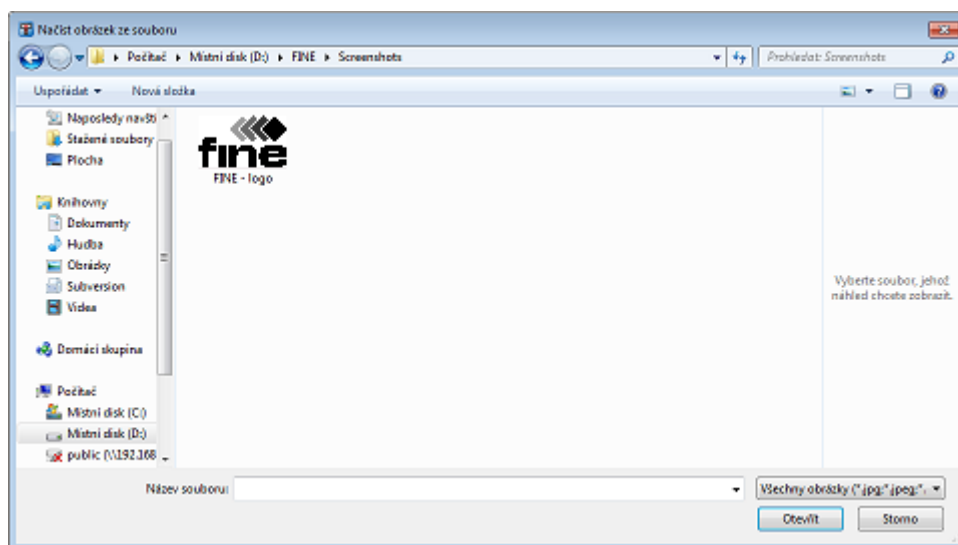
Základní údaje o firmě v okně "Firma"

V druhé záložce vložíme logo firmy, které může být později zobrazeno v záhlaví výstupní dokumentace. Logo lze načíst z libovolného obrázkového souboru typu \*.bmp, \*.jpg, \*.ico apod. Dialogové okno pro vložení obrázku spustíme tlačítkem "**Načíst**".



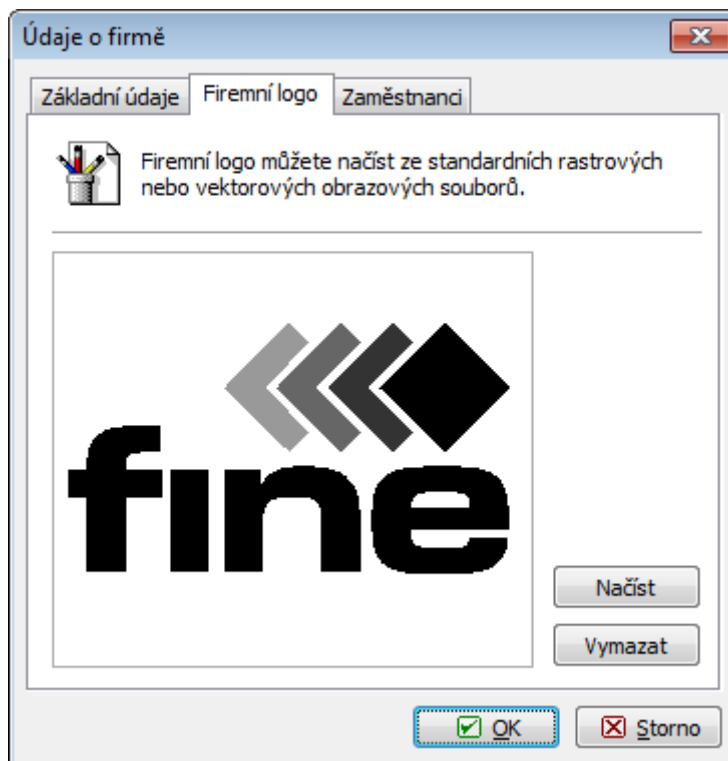
*Tlačítko pro načtení souboru s logem*

Pro výběr souboru s logem se využívá standardní dialogové okno z prostředí Windows. Nejprve nalezneme v okénku **"Oblast hledání"** složku s logem a poté můžeme vybraný soubor načíst tlačítkem **"Otevřít"**.



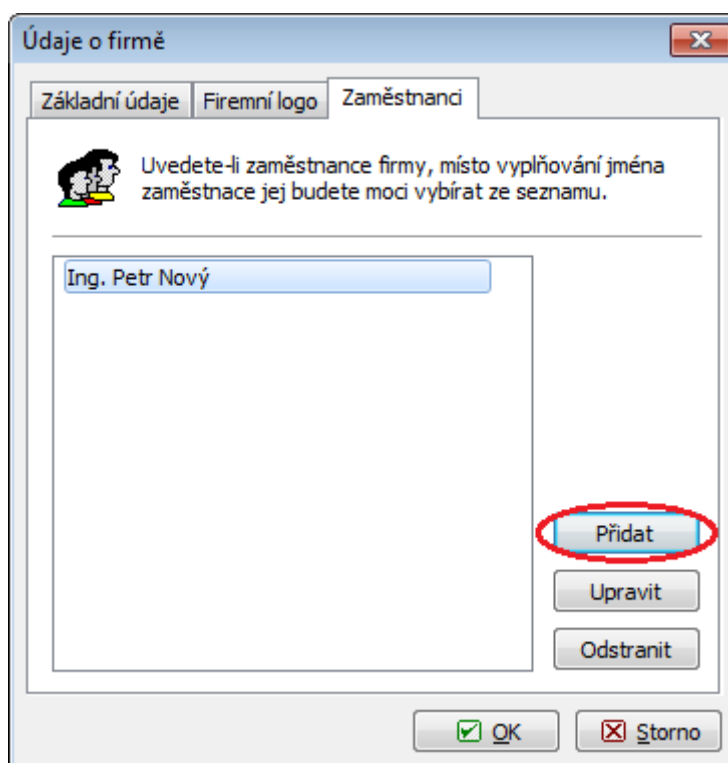
### Výběr souboru s logem

Logo ze souboru je po načtení zobrazeno v náhledu. Velikost obrázku se automaticky přizpůsobí potřebám programu.



Vložené firemní logo

V poslední záložce "**Zaměstnanci**" můžeme zadat seznam zaměstnanců firmy, z kterého lze volit autora projektu. Noví zaměstnanci se do seznamu vkládají tlačítkem "**Přidat**".

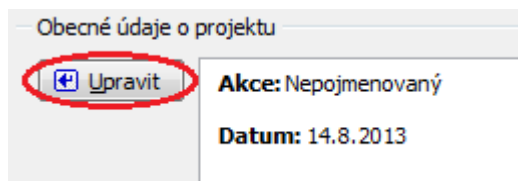


Vytváření seznamu zaměstnanců

Dialogové okno "**Údaje o firmě**" opustíme tlačítkem "**OK**". Informace o firmě jsou sdílené mezi všemi programy FIN EC a mohou být tedy využívány i v jiných programech systému.

## Základní nastavení

Po úpravách v dialogovém okně "**Údaje o firmě**" se vrátíme zpět do základní obrazovky programu. Zde můžeme nastavit základní informace, které se nastavují v okně "**Obecné údaje o projektu**". Toto okno spustíme tlačítkem "**Upravit**" v zadávacím rámu.



*Spuštění okna "Obecné údaje o projektu" ze zadávacího rámu*

V dialogovém okně "**Obecné údaje o projektu**" můžeme zadat například název akce, popis, poznámky apod. Je též možné vybrat autora ze seznamu jmen, který jsme zadali v okně "**Údaje o firmě**". Všechny tyto informace mohou být následně zobrazeny v záhlaví či zápatí výstupních dokumentů.

*Výběr autora ze seznamu v okně "Obecné údaje o projektu"*


Po ukončení zadávání můžeme okno ukončit tlačítkem "**OK**". zároveň můžeme v ovládacím stroměčku přejít na další část "**Geometrie**".

## Geometrie

V této části nejprve zadáme průřez sloupu. Tlačítkem " **Základní**" spustíme katalog předdefinovaných tvarů, vybereme obdélník a zadáme potřebné rozměry.

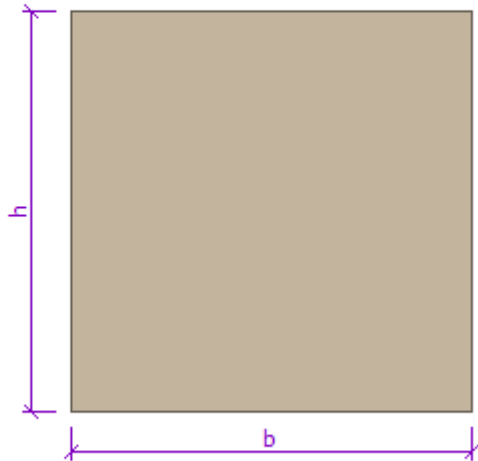


Editor průřezu - Beton, standardní



Popis průřezu	
název	obdélník 0,2x0,2
poznámka	

Rozměry průřezu			
výška průřezu	h =	0,2000	m
šířka průřezu	b =	0,2000	m

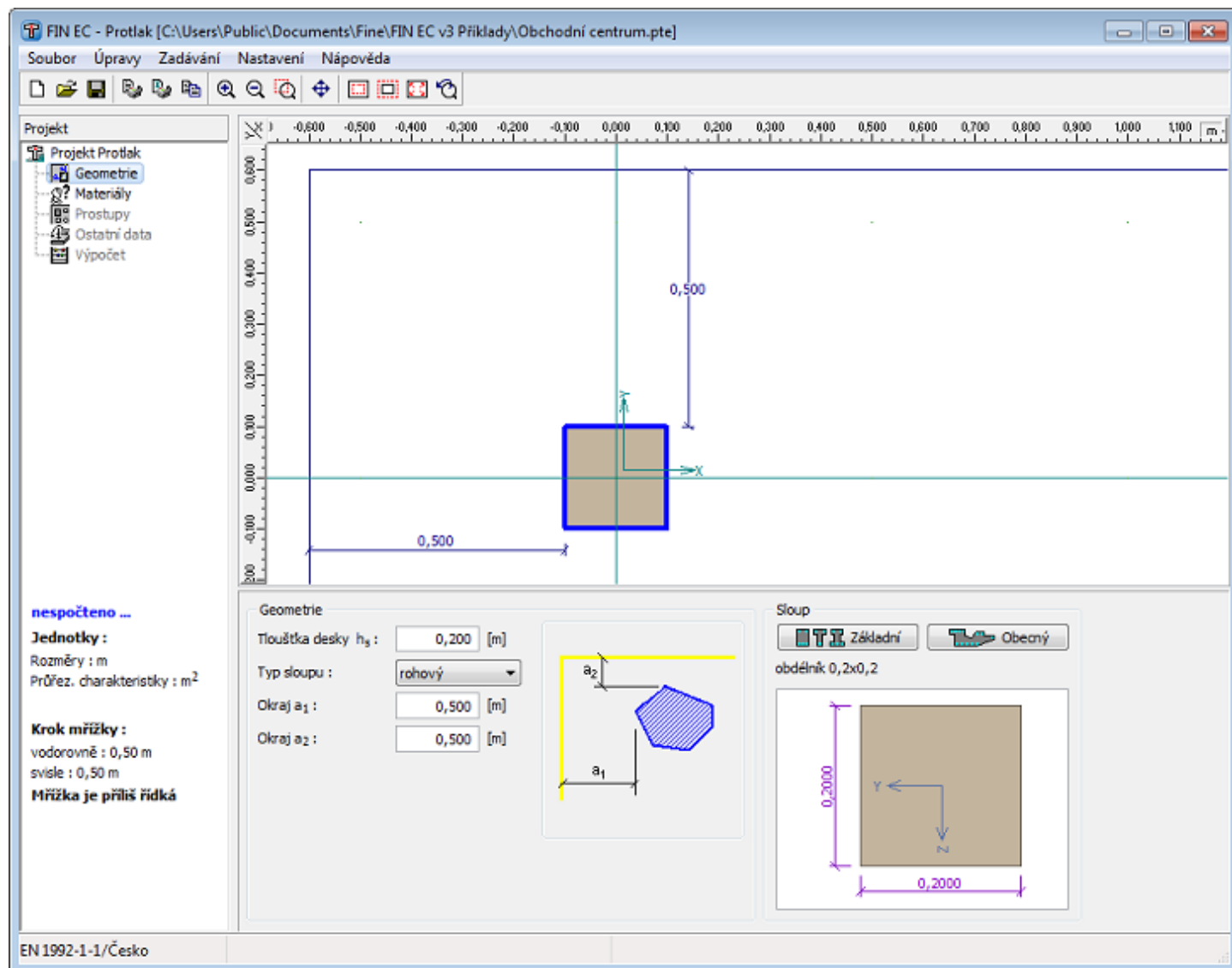


Informace

OK Storno

*Katalog s předdefinovanými tvary průřezů*

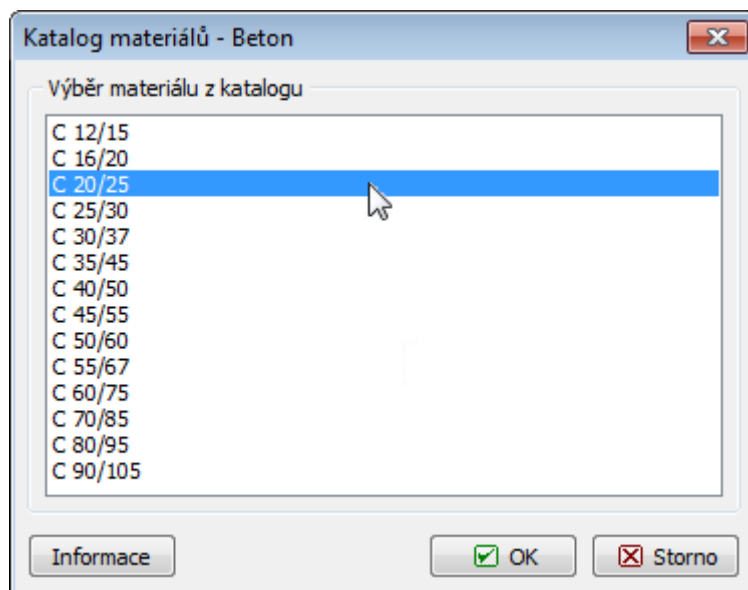
V zadávacím rámu též zadáme tloušťku desky, vybereme typ sloupu "**rohový**" a zadáme vzdálenosti sloupu od okrajů desky. Na pracovní ploše ihned vidíme schéma zadané konstrukce.



Zadávání geometrických údajů úlohy

## Materiály

V této části je třeba zadat jednotlivé materiály pro beton, podélnou výztuž v desce a výztuž proti protlačení. Zadávání probíhá v rámu ve spodní části okna. Protože budeme vybírat materiál betonu ze standardních tříd, použijeme tlačítko "Katalog". Objeví se dialogové okno s dostupnými třídami materiálu. Ze seznamu vybereme "C25/30" a okno ukončíme tlačítkem "OK".



Výběr třídy betonu

Obdobně postupujeme v případě zadávání materiálu výztuže. Pro oba druhy výztuže použijeme stejný materiál **"B500"**.

**0,0 %Vyhovuje**

**Jednotky :**  
Rozměry : m  
Průřez, charakteristiky : m<sup>2</sup>

**Krok mřížky :**  
vodorovně : 0,50 m  
svisle : 0,50 m  
**Mřížka je příliš řídká**

Beton		Podélná výztuž		Smyková výztuž			
Katalog		Vlastní		Katalog		Vlastní	
Název : C 20/25		Název : B500		Název : B500			
Materiálové charakteristiky		Materiálové charakteristiky		Materiálové charakteristiky			
$f_{ck}$	20,0 MPa	$f_{yk}$	500,0 MPa	$f_{yk}$	500,0 MPa		
$f_{ctm}$	2,2 MPa	$E_s$	200000,0 MPa	$E_s$	200000,0 MPa		
$E_{cm}$	30000,0 MPa						

EN 1992-1-1/Česko

*Zadávací rám s definovanými materiály*

## Prostupy

Abychom si usnadnili zadání prostupu, otevřeme si nejprve pomocí ovládacího menu (část **"Nastavení"**) dialogové okno **"Možnosti"**, kde vhodně nastavíme zarovnávací mřížku pro grafické zadávání prostupů. Jako krok mřížky (vzdálenost bodů pro zarovnávání) nastavíme 0,5m ve směru x a 0,15m ve směru y. Toto nastavení nám usnadní zadání prostupu na pracovní ploše. Dialogové okno ukončíme tlačítkem **"OK"**.

**Možnosti**

Obecné | Zobrazení | Tisk

**Mřížka**

	Počátek	Krok
X :	0,00 [m]	0,50 [m]
Y :	0,00 [m]	0,15 [m]

☒ Zarovnávat do mřížky  
(zarovnávání lze dočasně přepnout stiskem Ctrl)

Okno zadávání

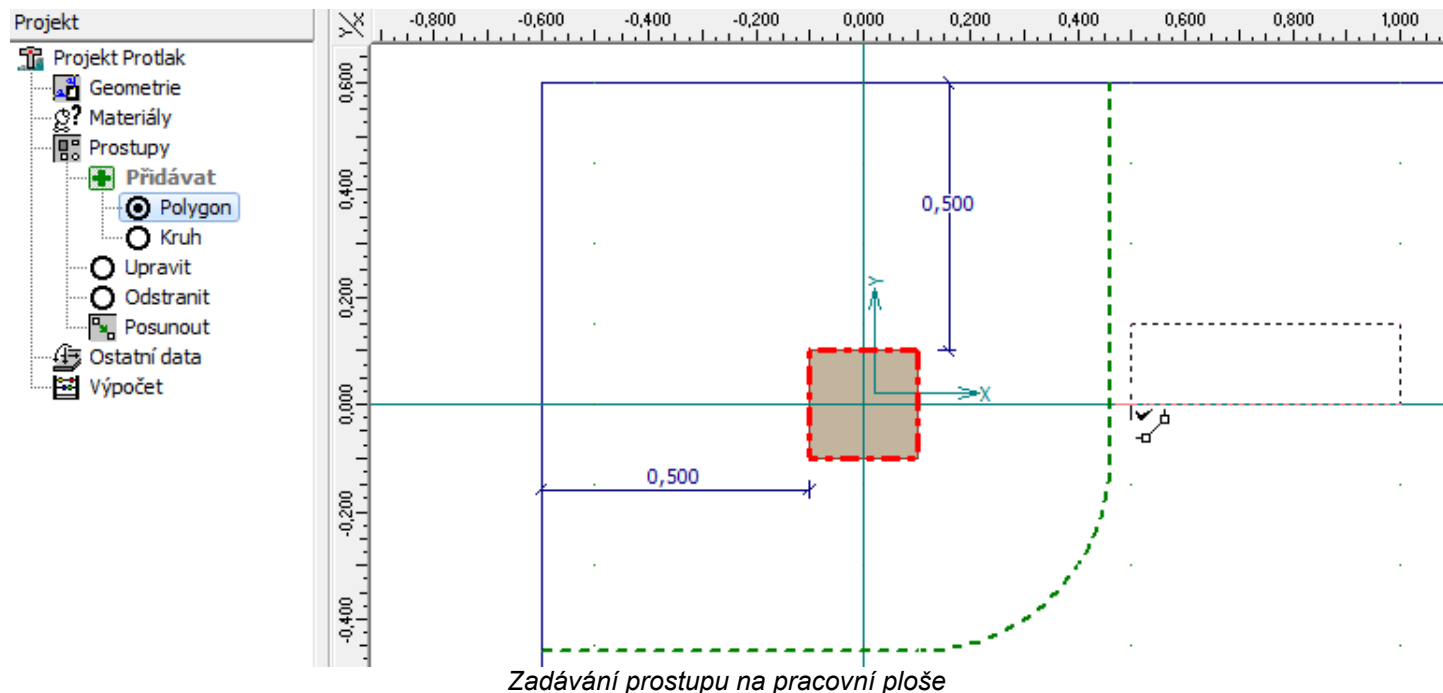
☒ Pravítka

Export do schránky: Nastavení

☐ Nastavit jako standardní OK Storno

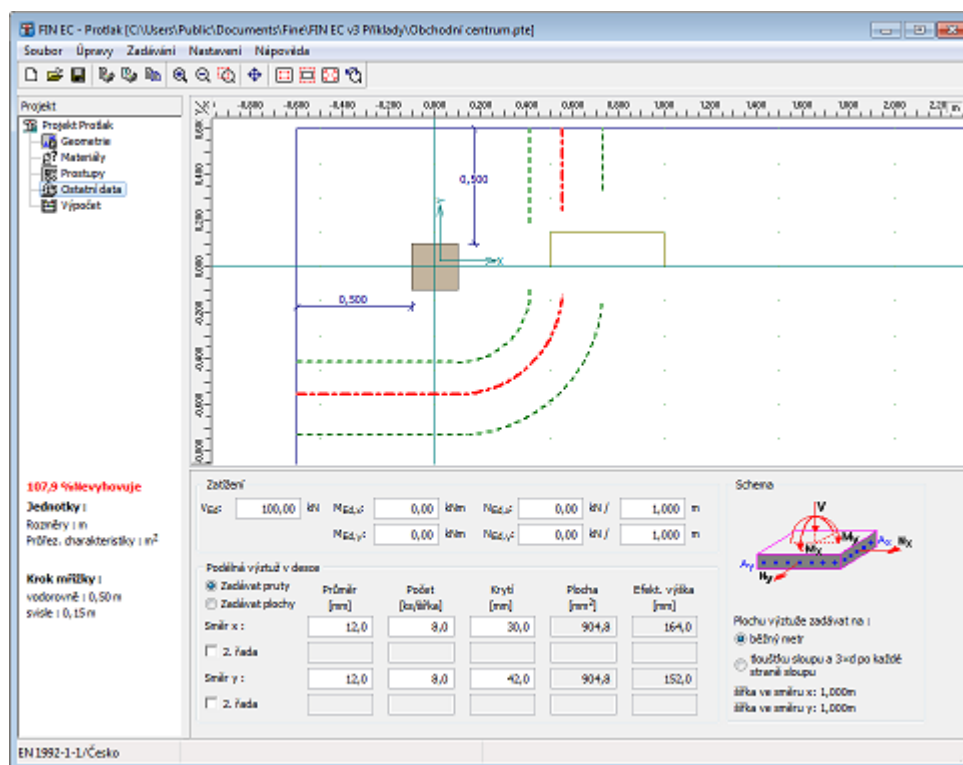
*Nastavení kroku mřížky v okně "Možnosti"*

Nyní můžeme přepnout ovládací stromeček do režimu **"Prostupy"** - **"Polygon"** a zadat obdélníkový prostup přímo na pracovní ploše. Je třeba kliknout postupně do všech čtyř rohů prostupu. Pro ukončení zadávání je nutné prostup uzavřít kliknutím do prvního bodu prostupu.



## Ostatní data

Tato část slouží k zadání zatížení a podélné výztuže v desce. Zadáme sílu  $V_{Ed}$  100kN a podélnou výztuž v obou směrech 8 profilů 12mm na běžný metr.



*Zadání zatížení a podélné výztuže desky*

## Výpočet

V poslední části "**Výpočet**" provedeme samotný návrh a posouzení výztuže proti protlačení. Nejprve je nutné vybrat typ smykové výztuže, pro naši úlohu použijeme typ "**Soustředné třmínky**". Poté lze buď výztuž zadat manuálně v tabulce v zadávacím rámu nebo je možné nechat výztuž navrhnout programem automaticky. Využijeme druhou variantu. Automatický návrh výztuže lze spustit tlačítkem "**Návrh**".

107,9 %Nevyhovuje

**Jednotky :**  
Rozměry : m  
Průřez, charakteristiky : m<sup>2</sup>

**Krok mřížky :**  
vodorovně : 0,50 m  
svisle : 0,15 m

Smyková výztuž

Typ smykové výztuže : soustředné třmínky
Podrobně **Návrh**

☒ Kontrolovat konstrukční zásady

Přidat výztuž

Upravit

Odstranit

		Počet [ks]	Průměr [mm]	Vzd. od sloupu [m]

Použít β dle 6.4.3.(6)  Doporučená hodnota dle 6.4.3 (6) činí 1,50

*Tlačítko pro spuštění automatického návrhu výztuže proti protlačení*

V okně "**Generace výztuže**" lze zadat parametry výztuže, které mají zůstat neměnné. Ostatní parametry budou navrženy automaticky.  $M_y$  zadáme pevný rozestup řad výztuže 100mm, polohu první řady a profily výztuže necháme nastavit programem automaticky.

Generace výztuže

Parametry

☐ Použít polohu první řady :  [m] (0,047-0,079)

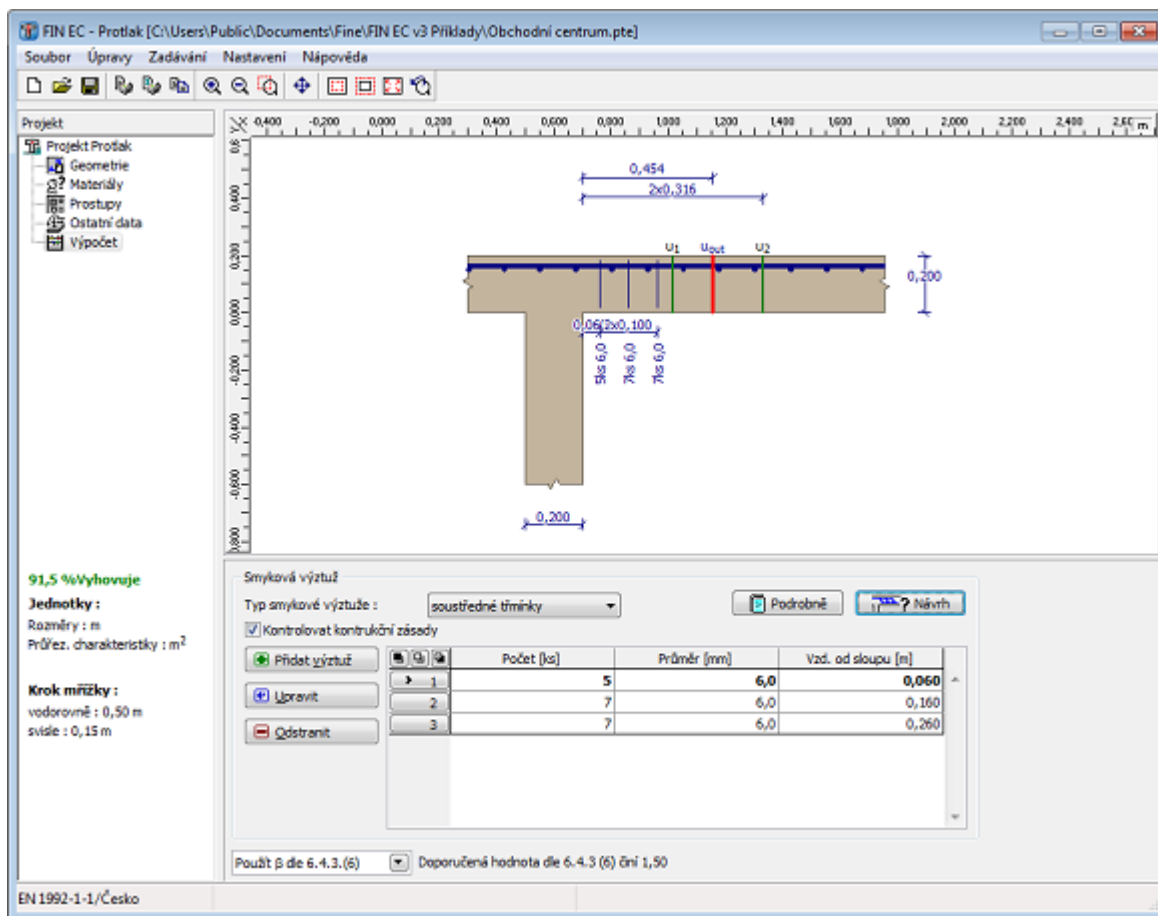
☒ Použít vzdálenost řad :  [m] (0-0,119)

☐ Použít profil výztuže :  [mm]

Zadaná smyková výztuž bude smazána ☒ OK ☐ Storno

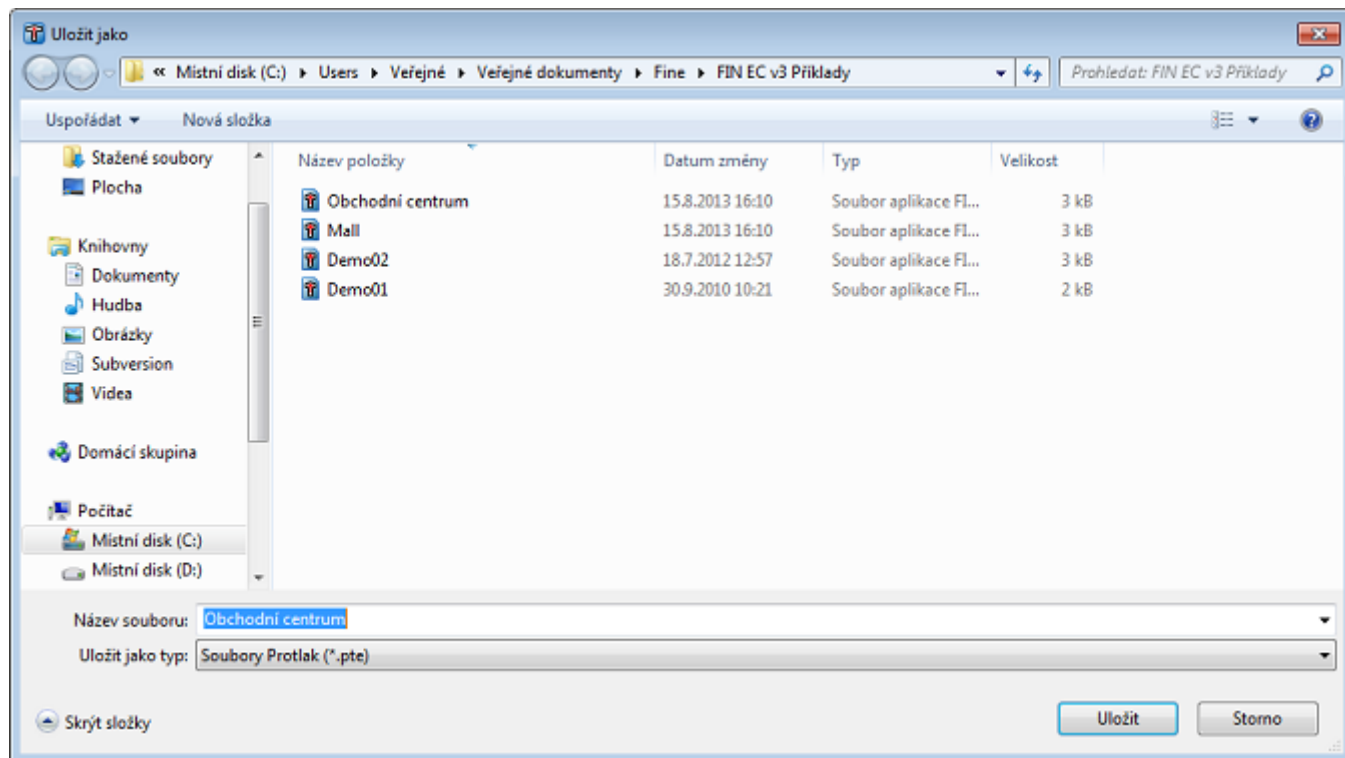
### Okno pro automatický návrh výztuže

Po ukončení okna "**Generace výztuže**" se navrhne výztuž tak, aby bylo dosaženo potřebné únosnosti a zároveň aby byly dodrženy všechny konstrukční zásady.



Navržená a posouzená výztuž proti protlačení

Nakonec úlohu uložíme, pro uložení můžeme využít například klávesovou zkratku "**Ctrl+S**". Program nabídne standardní dialogové okno pro ukládání souborů. Můžeme zadat cílovou složku a název souboru a úlohu uložit.

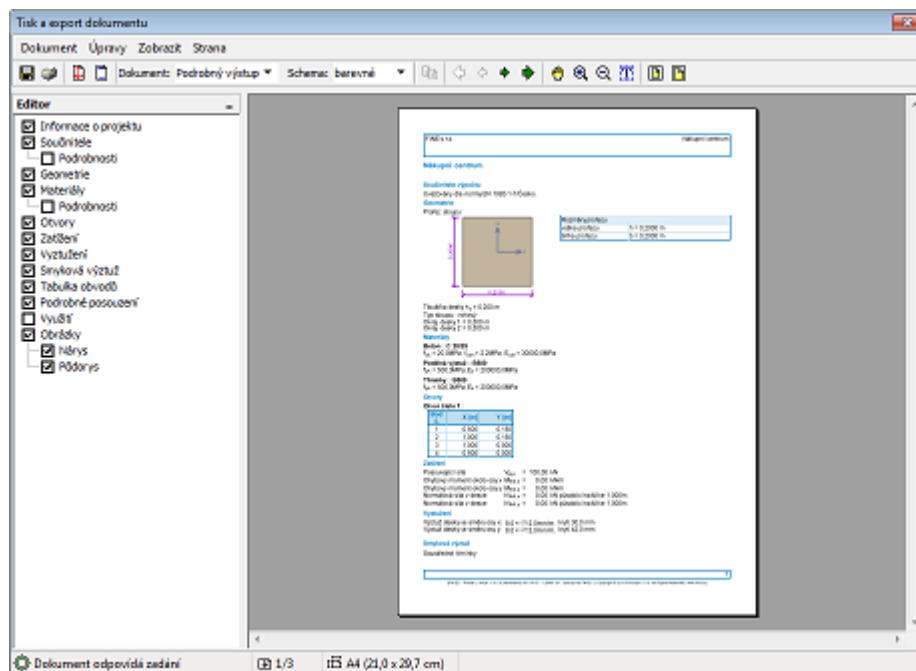


Okno pro ukládání úlohy

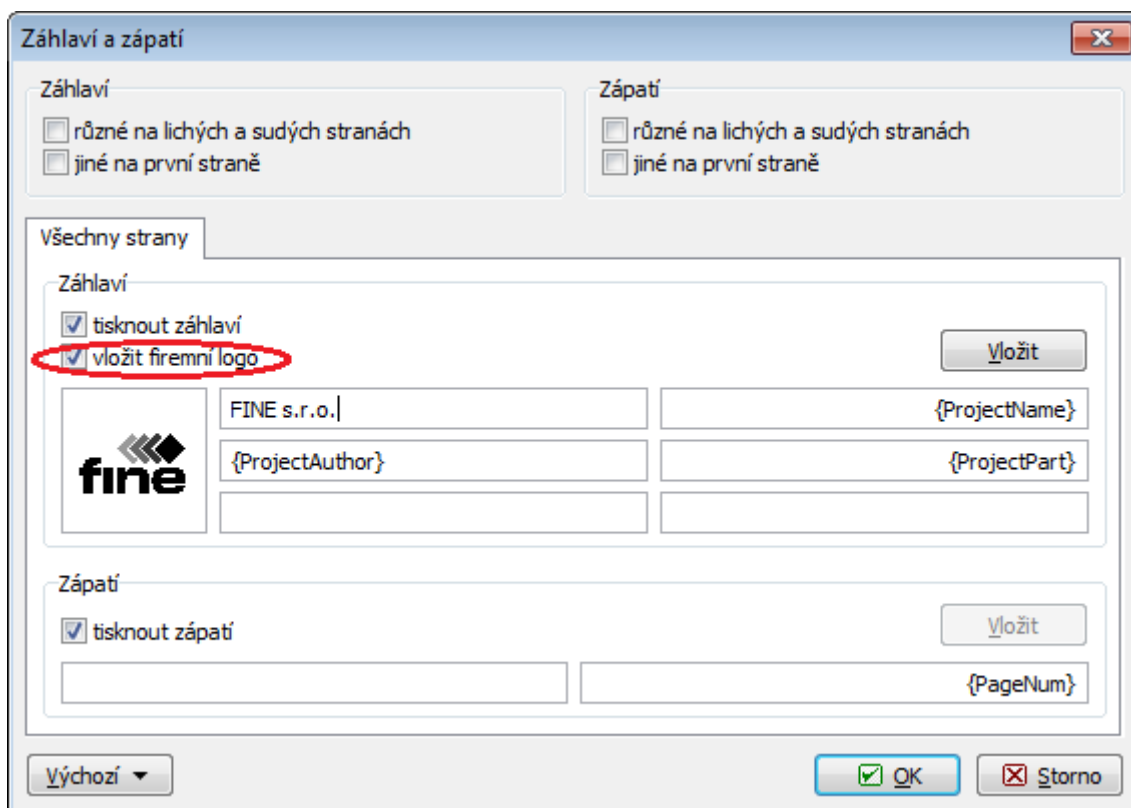
## Výstupy

Tvorba výstupních protokolů je stejná jako u jiných programů FIN EC. Využít lze jak textový tak grafický výstup. U textového výstupu si lze v ovládacím stromečku v levé části okna vybrat, které kapitoly dokumentace mají být tisknuty.

Dokument můžeme přímo vytisknout pomocí tlačítka "🖨️" nebo uložit tlačítkem "💾️" jako soubor \*.pdf respektive \*.rtf na disk.



Na začátku úlohy jsme do programu vložili logo firmy. Zobrazení loga v hlavičce dokumentu lze zapnout v okně "**Záhlaví a zápatí**". Toto okno lze spustit příslušnou položkou v části "**Dokument**" hlavního menu nebo přímo tlačítkem "📄" na nástrojové liště.



Nastavení pro zobrazení loga v hlavičce dokumentu

Po zaškrtnutí nastavení "**vložit firemní logo**" v okně "**Záhlaví a zápatí**" se již logo objeví ve všech hlavičkách dokumentů.



Hlavička s logem firmy



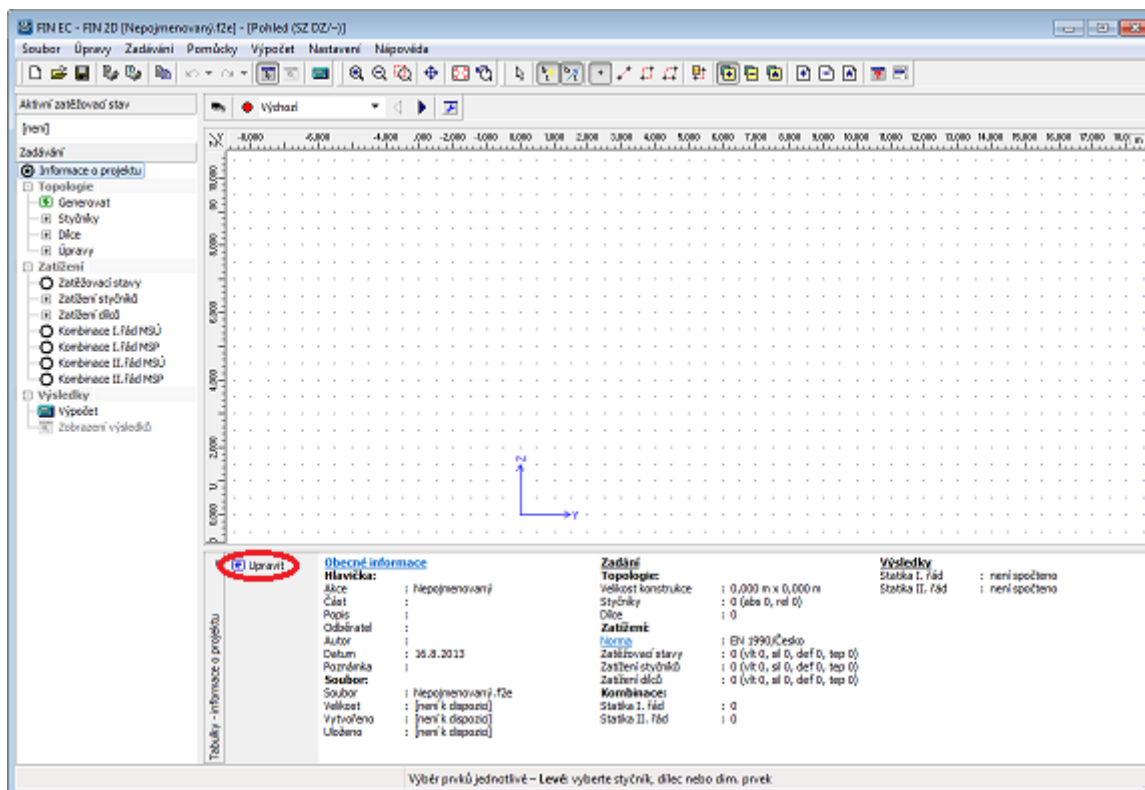
## Dřevěný vazník

### Zadání

Cílem tohoto příkladu je navrhnout symetrický dřevěný střešní vazník délky 13 m, sklon střechy 25°. Materiálem je dřevo třídy C24, fošny tloušťky 40 mm. Zatížení krytinou a podhledem 0,2 kN/m, druhá sněhová oblast (1,0 kN/m). Osová vzdálenost vazníků 1 m.

### Založení projektu

Po spuštění programu FIN 2D se zobrazí úvodní obrazovka. Okno se skládá z pracovní plochy, ovládacího stroměčku na levé straně a zadávací tabulky ve spodní části. Na základní obrazovce projektu jsou v zadávací tabulce zobrazovány informace o projektu, které lze vypisovat v záhlaví či zápatí výstupní dokumentace. Dialogové okno, kde lze tyto údaje změnit, se spouští tlačítkem **"Upravit"**.



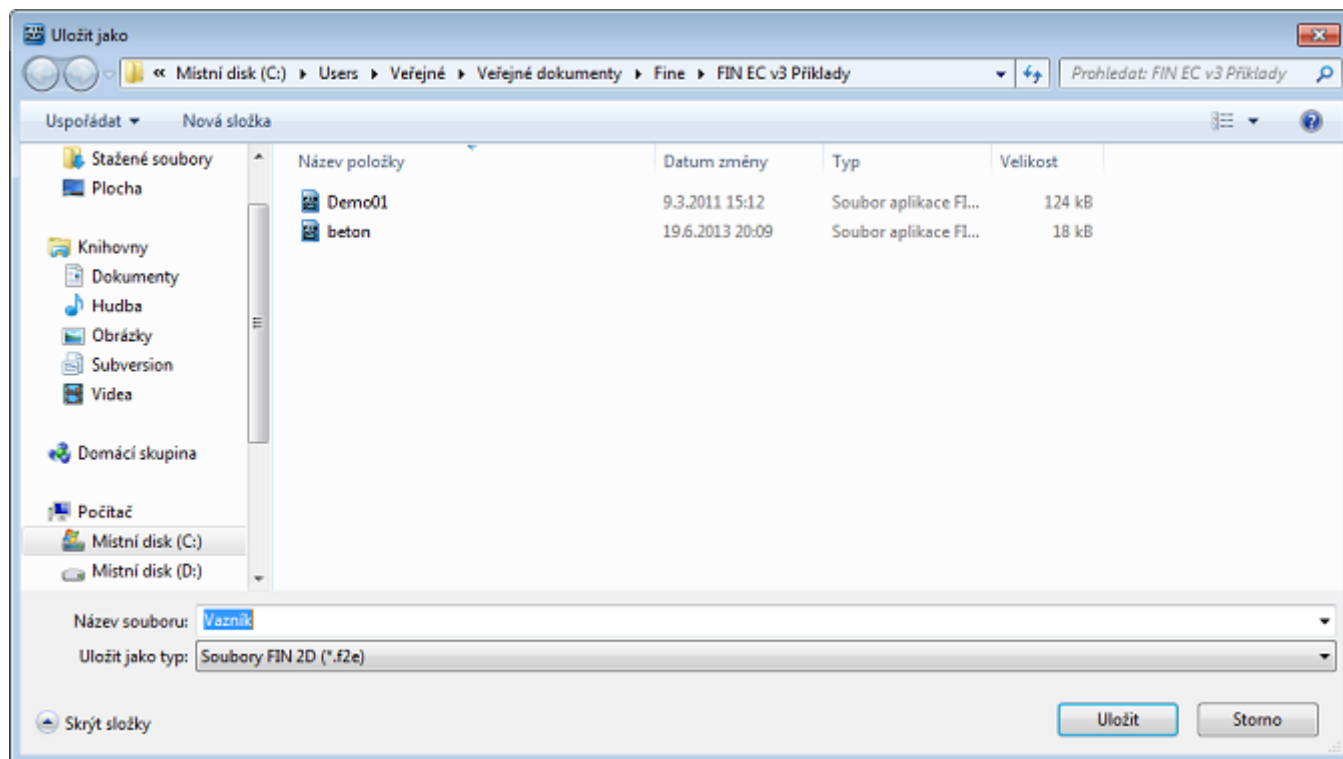
Tlačítko pro spuštění okna "Informace o projektu"

Stisknutím tlačítka se spustí okno **"Informace o projektu"**, kde můžeme například zadat název či autora projektu. Po zadání všech potřebných údajů můžeme okno zavřít tlačítkem **"OK"**.

Dialogové okno "Informace o projektu"

Před začátkem práce můžeme projekt uložit. Použít můžeme například klávesovou zkratku **"Ctrl"+"S"**. Ve standardním

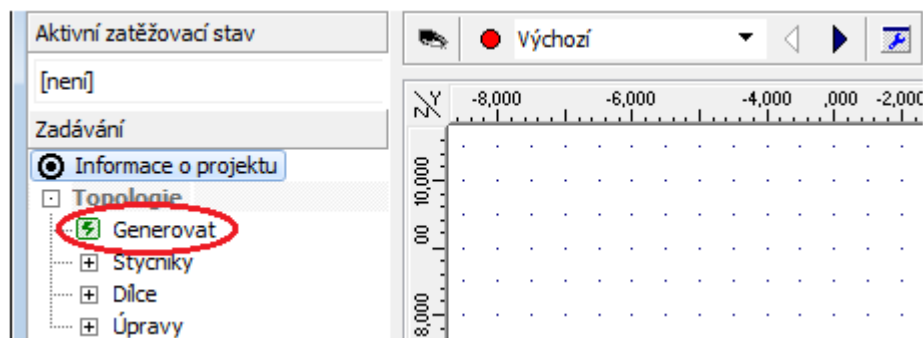
okně pro ukládání souborů zadáme název a cílovou složku.



*Uložení projektu*

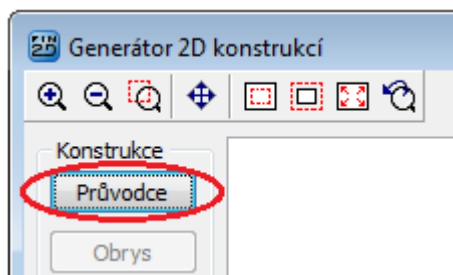
## Generování konstrukce

Konstrukci lze v programu zadávat buď postupně po jednotlivých styčnicích a dílcích nebo ji lze jednoduše vytvořit pomocí generátoru konstrukcí. Tento postup zvolíme i pro náš projekt. Generátor spustíme tlačítkem "**Generovat**" v části "**Topologie**" ovládacího stroměčku.



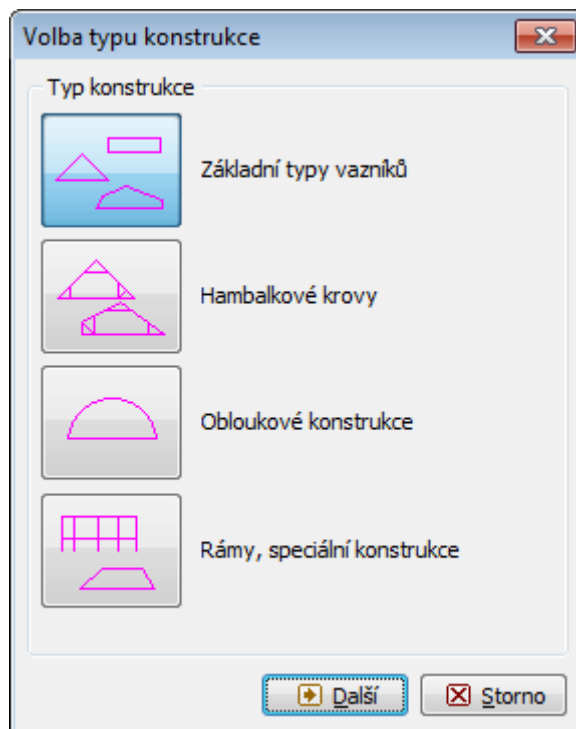
*Spuštění generátoru konstrukcí*

Generování konstrukce probíhá v samostatném okně "**Generátor 2D konstrukcí**". Průvodce vytvořením konstrukce spustíme tlačítkem "**Průvodce**" v levém horním rohu okna.



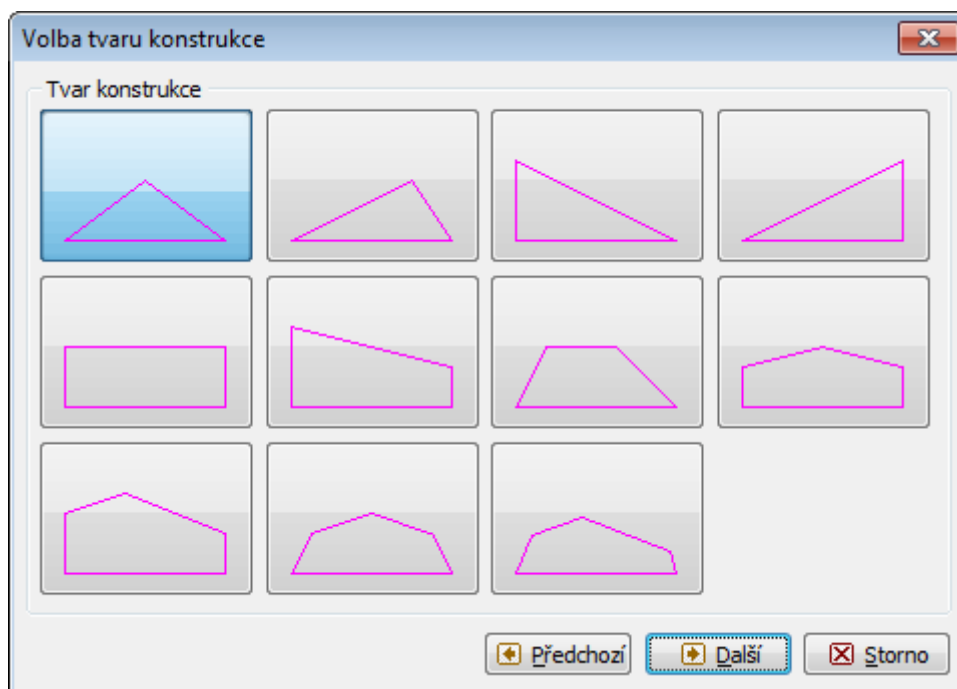
*Spuštění průvodce vytvořením konstrukce*

Objeví se okno generátoru, kde lze vybrat jednu ze základních skupin konstrukcí. K následujícímu kroku se přejde tlačítkem "**Další**".



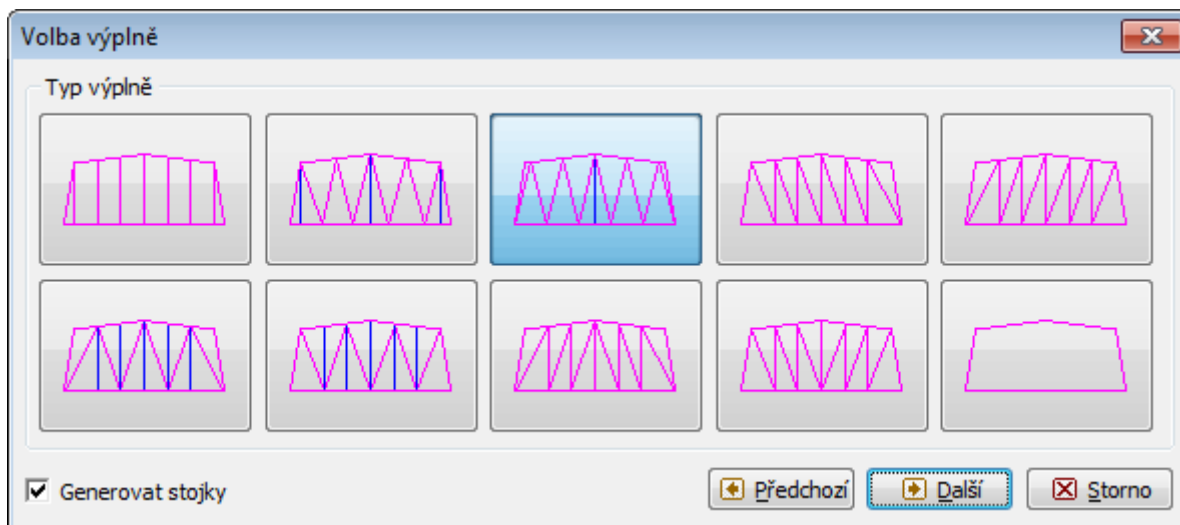
Výběr typu konstrukce

V následujícím okně je možné vybrat tvar vazníku.



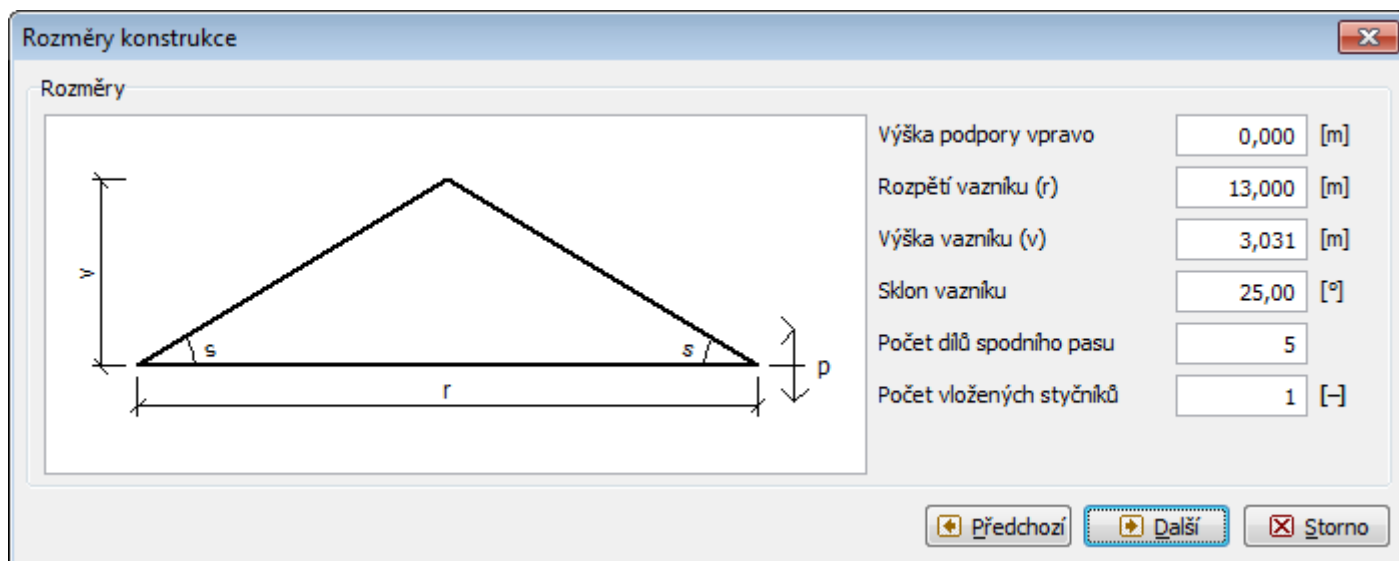
Výběr tvaru vazníku

Další krok nabízí různé druhy uspořádání výplňových prutů. Vybereme střídavou orientaci prutů a v levém dolním rohu vypneme vkládání svislic přepínačem "**Generovat stojky**".



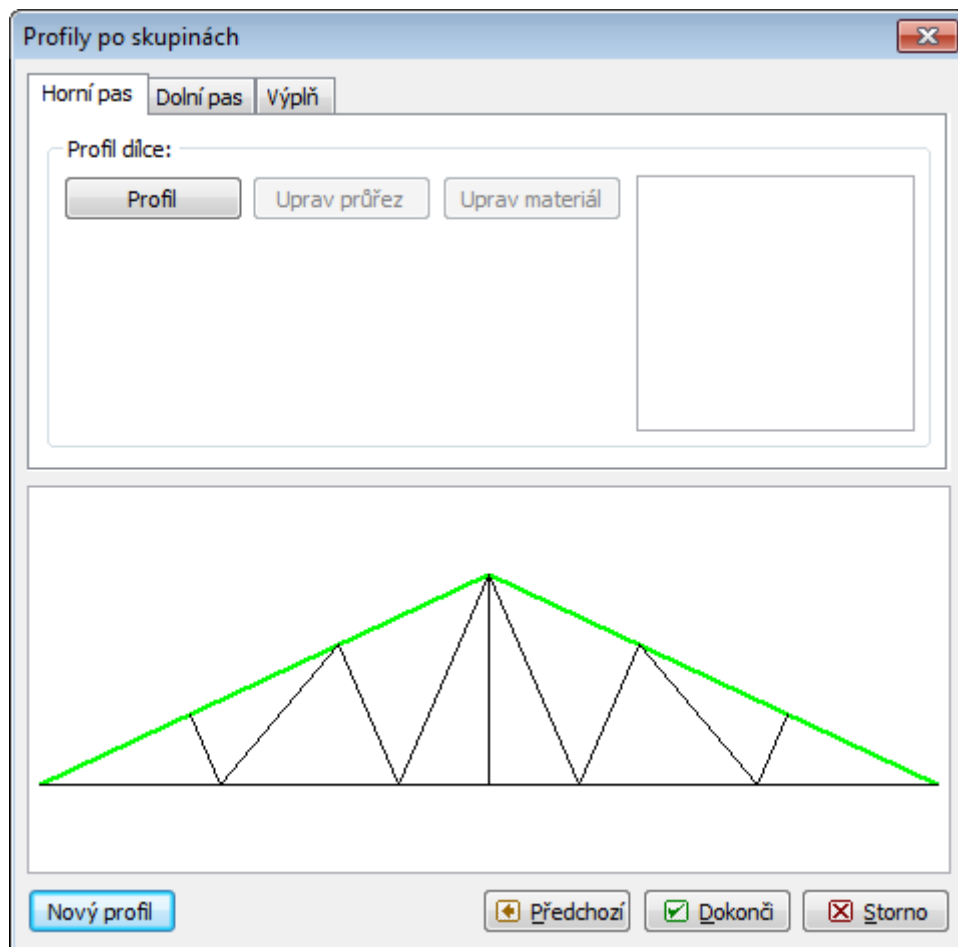
Výběr výplňových prutů

Okno "**Rozměry konstrukce**" umožňuje zadání základních rozměrů vazníku. Pokud zadáme číselně sklon, výška vazníku je spočtena automaticky programem. "**Počet dílů spodního pásu**" určuje, na kolik polí bude dolní pás rozdělen styčníky. Mezi styčníky na horních a dolních pásech lze vkládat přídatné styčníky, ve kterých dochází k přesnému výpočtu vnitřních sil a deformací a které lze využít například pro přidávání osamělých zatížení. Počet styčníků vložených do každého pole se zadává hodnotou "**Počet vložených styčníků**".



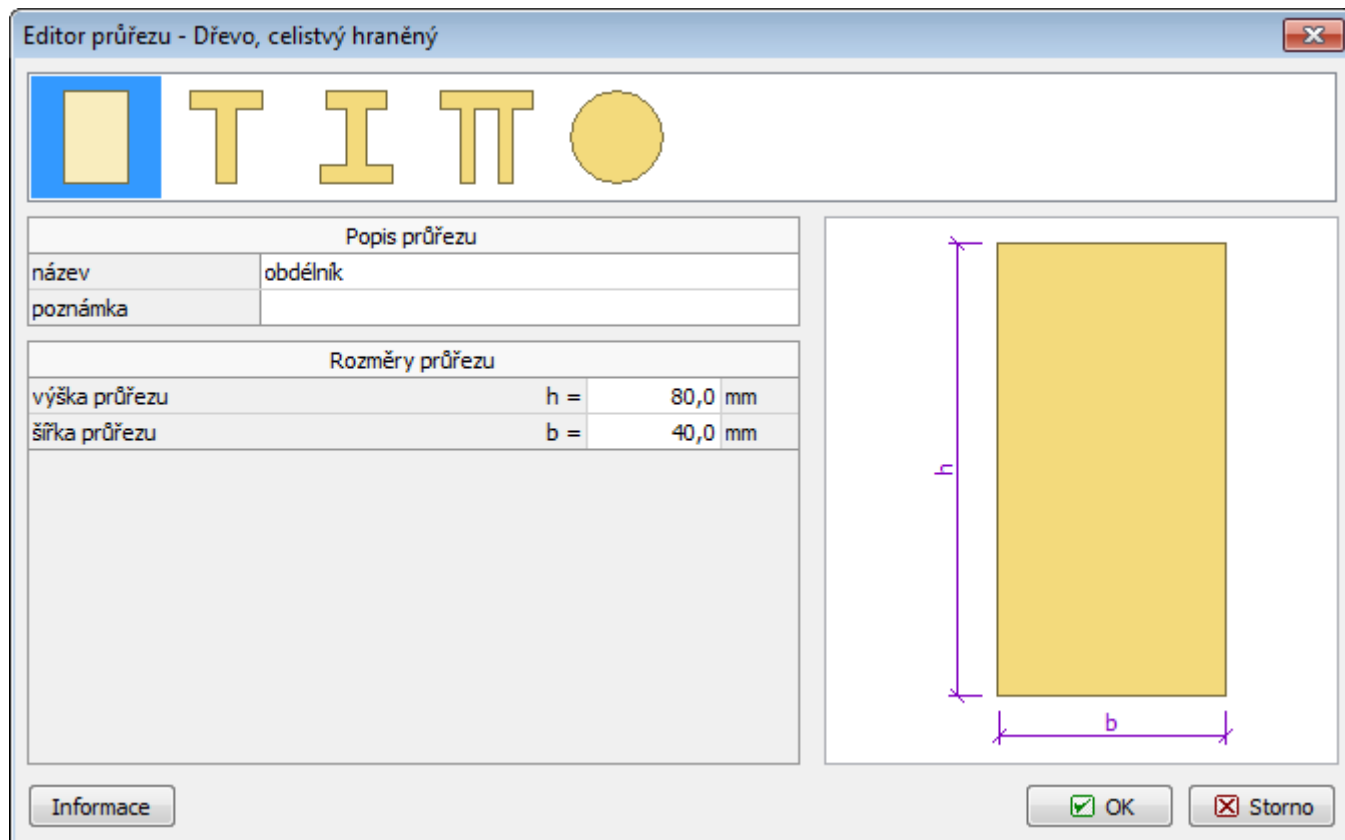
Okno "Rozměry konstrukce"

Po zadání rozměrů vazníku musíme zadat průřezy a materiál pro jednotlivé části vazníku. To provedeme v následujícím okně "**Profily po skupinách**". Zde můžeme zadávat profily a materiál zvlášť pro horní a dolní pásy a výplňové pruty (pomocí tlačítek "**Profil**" v jednotlivých záložkách v horní části okna) nebo společně pro všechny prvky dohromady tlačítkem "**Nový profil**". My nejprve tímto způsobem přiřadíme všem dílcům jeden průřez a materiál a poté změním pro horní a dolní pásy profil.



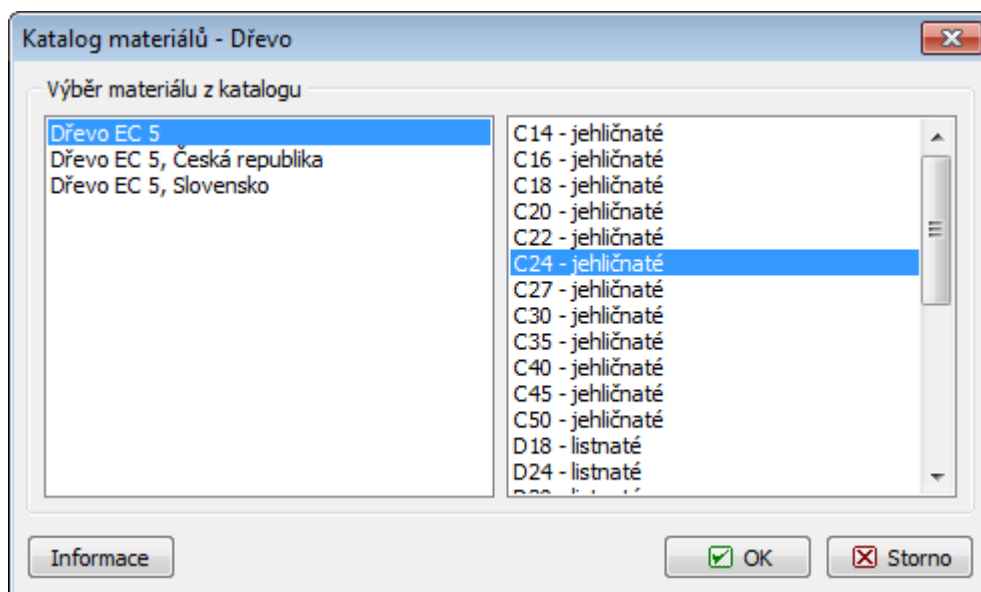
Okno "Profily po skupinách"

Po stisknutí tlačítka "**Nový profil**" se objeví okno "**Zadání profilu**". Zde vybereme typ průřezu "**Dřevo**" (pravý horní roh dialogového okna). Následně vybereme "**Celistvý hraněný**" průřez a v okně s rozměry zvolíme obdélníkový průřez o rozměrech 40x80 mm.



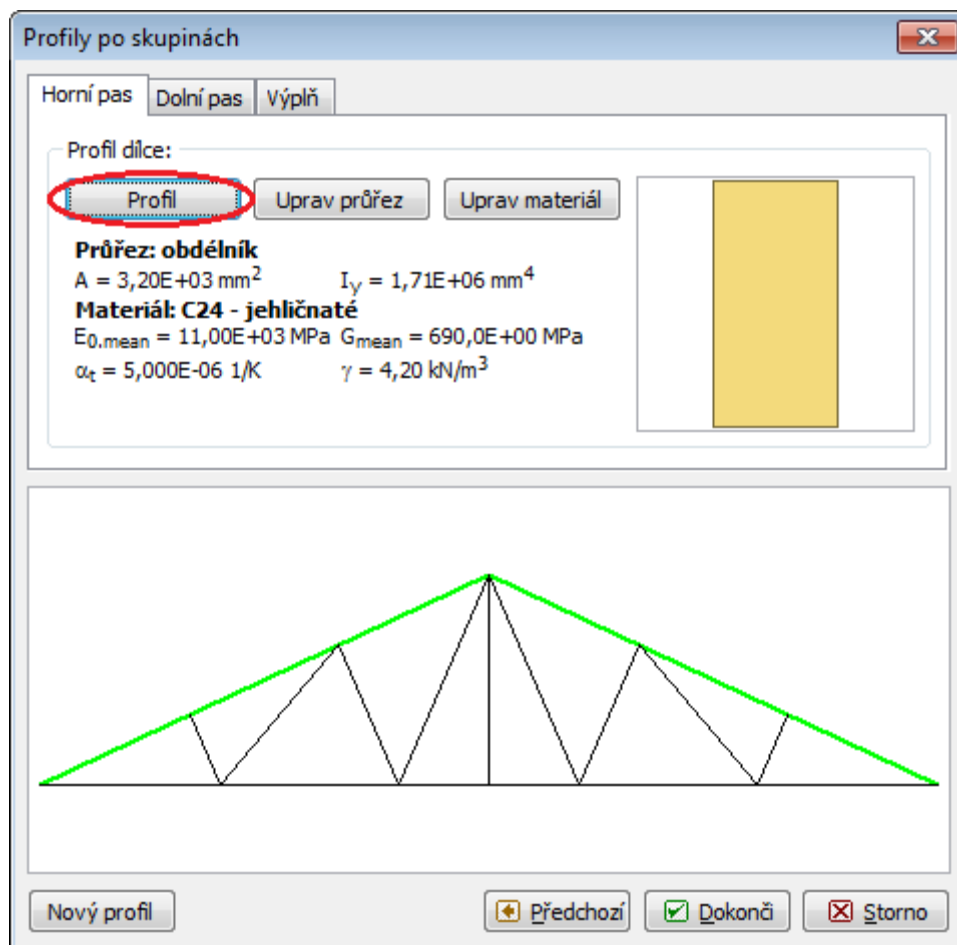
Zadání rozměrů prvku

Pokud potvrdíme rozměry tlačítkem "OK", objeví se na obrazovce okno s výběrem pevnostní třídy řeziva. Zvolíme "C24" a náš výběr potvrdíme.



Výběr pevnostní třídy

Po ukončení se nám v dialogovém okně "Profily po skupinách" objeví zvolený profil ve všech záložkách vazníku.



Úprava průřezu pro horní pásy

Nyní změním profil pro horní a dolní pásy. Nejprve na záložce "Horní pás" pomocí tlačítka "Profil" nastavíme průřez ve tvaru pí a zadáme odpovídající rozměry.

**Editor průřezu - Dřevo, celistvý hraněný**

Popis průřezu	
název	Pi-průřez 200x240
poznámka	

Rozměry průřezu	
výška průřezu	$h = 240,0$ mm
šířka průřezu	$b = 200,0$ mm
tloušťka stojiny	$t_w = 40,0$ mm
tloušťka pásnice	$t_f = 40,0$ mm
vzdálenost vnitřních hran stojin průřezu	$c = 40,0$ mm

Informace ☒ OK ☐ Storno

Rozměry pro horní pás

Obdobně zadáme složený průřez dolního pásu.

**Editor průřezu - Dřevo, složený**

Popis průřezu	
název	členěný průřez 120x200
poznámka	

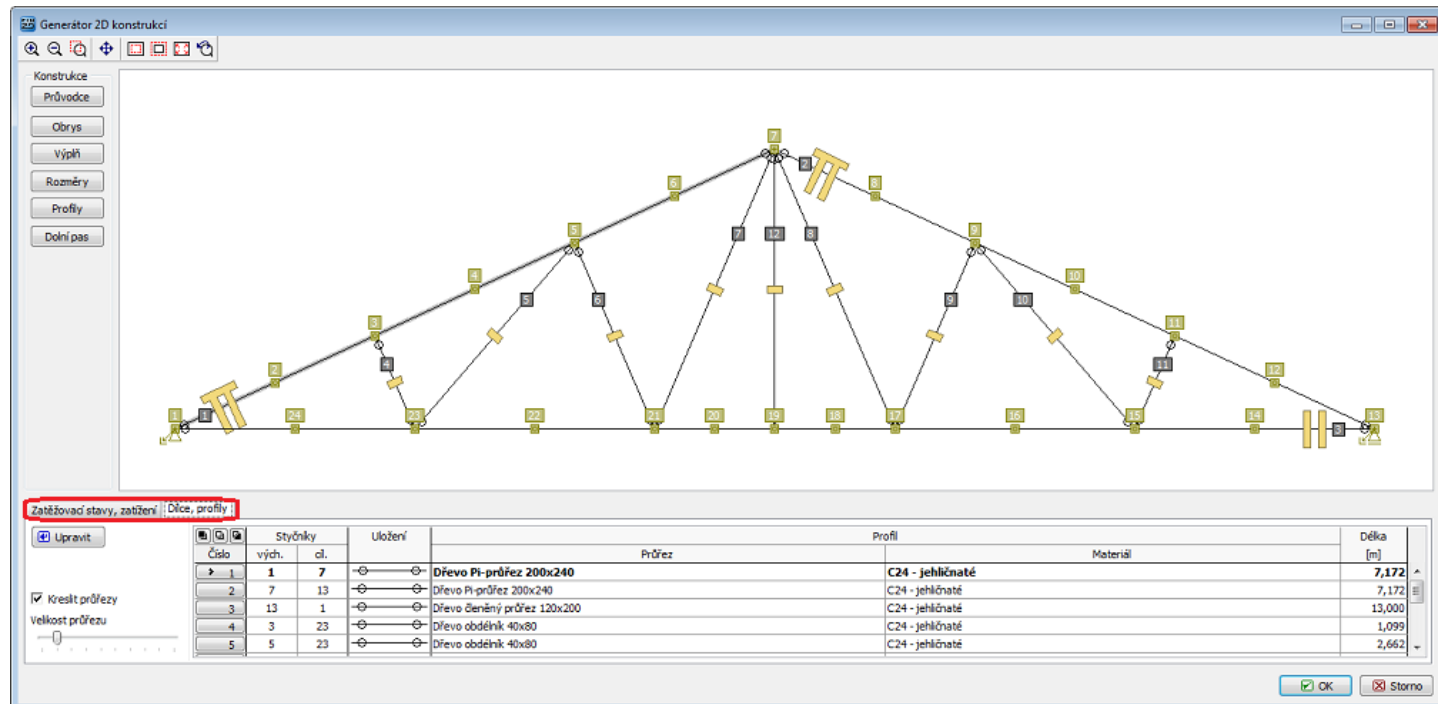
Rozměry průřezu	
výška průřezu	$h_1 = 200,0$ mm
výška prvku složeného průřezu	$b_1 = 40,0$ mm
mezera mezi prvky složeného průřezu	$b_m = 40,0$ mm
počet prvků složeného průřezu	$n = 2$ ks

Informace ☒ OK ☐ Storno

Rozměry členěného průřezu pro dolní pás

Po úpravě průřezů pro horní a dolní pás můžeme ukončit průvodce tlačítkem "**Dokonči**". Na obrazovce vidíme vygenerovanou konstrukci. K jednotlivým krokům se můžeme zpětně vrátit tlačítky v rámu "**Konstrukce**", který se nalézá vlevo od pracovní plochy. Ve spodní části jsou v záložkách uspořádány tabulky pro práci se zatěžovacími stavy a dílci.





Záložky pro úpravu zatěžovacích stavů

Spodní tabulku nastavíme do režimu "**Zatěžovací stavy, zatížení**" a začneme zadávat zatěžovací stavy. Nejprve tlačítkem "**VI. tíha**" zadáme zatěžovací stav, který bude obsahovat automaticky generované zatížení od vlastní tíhy. V okně s vlastnostmi zatěžovacího stavu můžeme upravit například název či součinitele zatížení.

**Zatížení vlastní tíhou**

Zatěžovací stav

Název:

Kód:  Typ:

Součinitel zatížení - nepříznivé působení zatížení :  $\gamma_{f,Sup} =$   [-]

Součinitel zatížení - příznivé působení zatížení :  $\gamma_{f,Inf} =$   [-]

Kategorie:

Součinitel redukce stálých zatížení v alternativní kombinaci :  $\xi =$   [-]

Součinitel kombinační hodnoty :  $\psi_0 =$   [-]

Součinitel časté hodnoty :  $\psi_1 =$   [-]

Součinitel kvazistálé hodnoty :  $\psi_2 =$   [-]

☒ OK ☐ Storno

Vlastnosti zatěžovacího stavu "Vlastní tíha"

Přidání potvrdíme tlačítkem "**OK**". Na pracovní ploše se ihned zobrazí zatížení od vlastní tíhy vygenerovaná do tohoto zatěžovacího stavu. Dále zadáme zatížení od střešního pláště. Využijeme k tomu tlačítko "**Krytina**". Dialogové okno "**Zatížení krytinou**" obsahuje dvě záložky: na první se zadávají vlastnosti zatěžovacího stavu (obdobné jako u vlastní tíhy), druhá umožňuje zadat velikost zatížení od krytiny. Přepneme na druhou záložku, zadáme odpovídající hodnotu a zatěžovací stav vložíme do konstrukce tlačítkem "**Přidat**". Poté ukončíme okno tlačítkem "**Zavřít**".

**Zatížení krytinou**

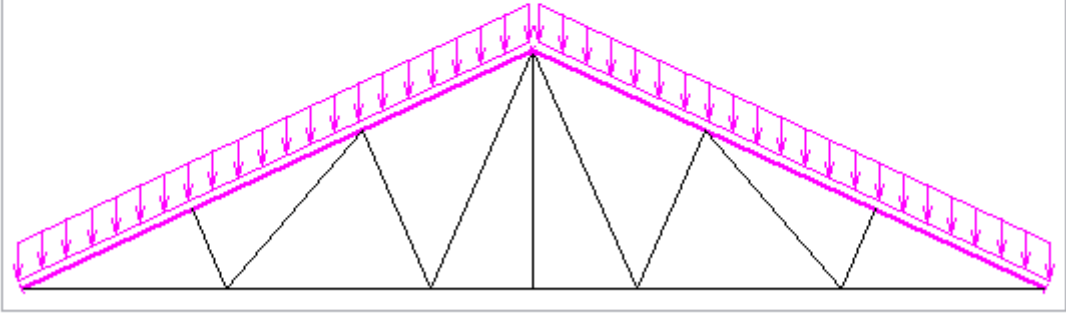
**Zatěžovací stav**   **Zatížení krytinou**

Typ resp. způsob zatížení konstrukce

☐ Styčnickově   ☒ Dílcově

Hodnota zatížení

Zatížení krytinou    [kN/m]



*Záložky v okně pro zadávání stálého zatížení od střešního pláště*

Stejným způsobem zadáme zatížení podhledem.

**Zatížení podhledem**

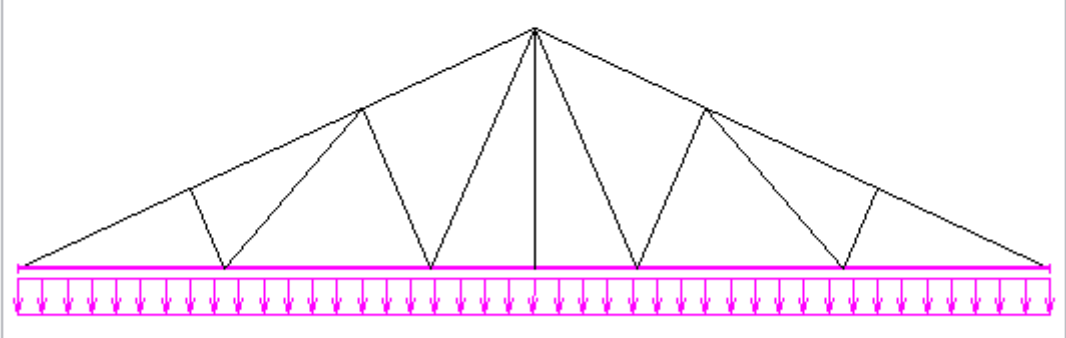
**Zatěžovací stav**   **Zatížení podhledem**

Typ resp. způsob zatížení konstrukce

☐ Styčnickově   ☒ Dílcově

Hodnota zatížení

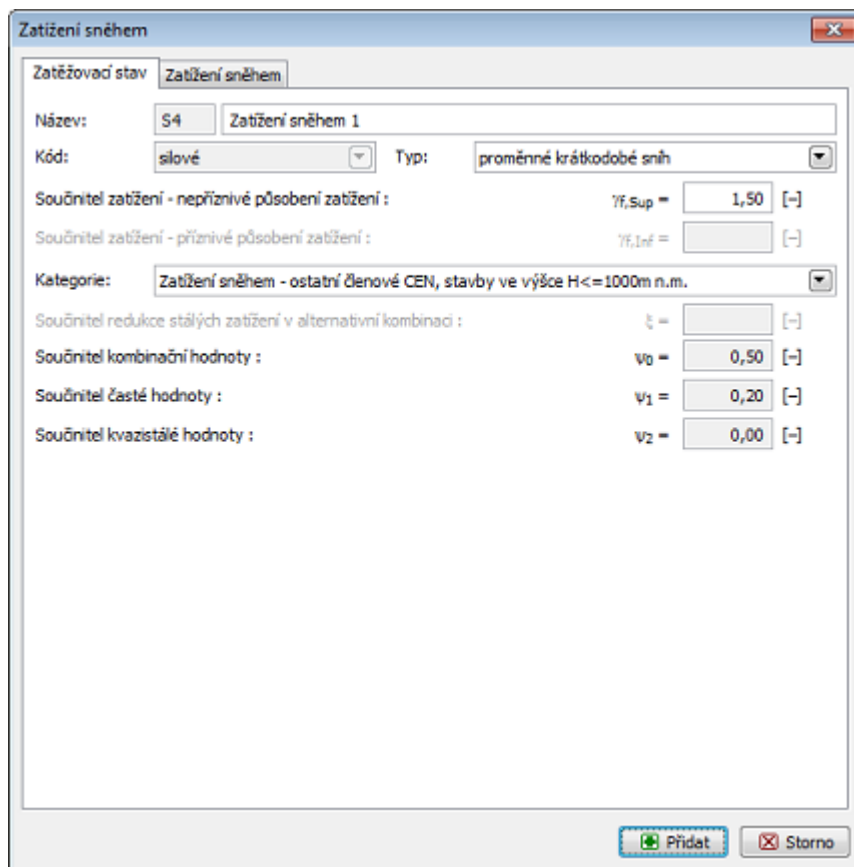
Zatížení podhledem    [kN/m]



*Zadání zatížení podhledem*

U zatížení sněhem, s ohledem na proměnný charakter zatížení, dialogové okno s vlastnostmi zatěžovacího stavu obsahuje jiné údaje než pro stálé zatěžovací stavy. Zvolit lze krátkodobý/střednědobý typ zatížení či "**Kategorie**", která nastavuje kombinační součinitele v souladu s ČSN EN 1990.



**Zatížení sněhem**

Zatěžovací stav: **Zatížení sněhem**

Název: S4 Zatížení sněhem 1

Kód: silové Typ: proměnné krátkodobé sněh

Součinitel zatížení - nepříznivé působení zatížení :  $\gamma_{f,Sup} = 1,50$  [-]

Součinitel zatížení - příznivé působení zatížení :  $\gamma_{f,Inf} =$  [-]

Kategorie: Zatížení sněhem - ostatní členové CEN, stavby ve výšce  $H \leq 1000\text{m n.m.}$

Součinitel redukce stálých zatížení v alternativní kombinaci :  $\xi =$  [-]

Součinitel kombinační hodnoty :  $\psi_0 = 0,50$  [-]

Součinitel časté hodnoty :  $\psi_1 = 0,20$  [-]

Součinitel kvazistálé hodnoty :  $\psi_2 = 0,00$  [-]

Přidat Storno

*Vlastnosti zatěžovacího stavu sněhem*

Na druhé záložce můžeme zadat samostatně velikost zatížení pro levou a pravou stranu. Lze tak zadat i zatěžovací stavy s nerovnoměrným zatížením, které je způsobeno navátím. Jako velikost zatížení lze zadat základní hodnotu získanou ze sněhové mapy, automatický přepočít dle sklonu lze zapnout pomocí nastavení **"Přepočítávat"**. Nejprve zadáme zatěžovací stav s rovnoměrným zatížením  $1,0 \text{ kN/m}$  na obou polovinách vazníku a vložíme ho do konstrukce tlačítkem **"Přidat"**. Poté můžeme upravit hodnotu  $s1$  na  $0,5 \text{ kN/m}$ , čímž nám vznikne zatěžovací stav s nerovnoměrným zatížením. Opět ho přidáme do konstrukce. Nakonec prohodíme hodnoty v políčkách  $s1$  a  $s2$ , takže dostaneme symetrický zatěžovací stav. I tento zatěžovací stav přidáme do konstrukce a zavřeme okno tlačítkem **"Zavřít"**.

**Zatížení sněhem**

Zatěžovací stav    **Zatížení sněhem**

Typ resp. způsob zatížení konstrukce

☐ Styčnickově    ☒ Dílcově

Hodnoty zatížení

s1	<input type="text" value="1,00"/>	[kN/m]	s3	<input type="text"/>	[kN/m]
s2	<input type="text" value="1,00"/>	[kN/m]	s4	<input type="text"/>	[kN/m]
			s5	<input type="text"/>	[kN/m]

☐ Přepočítávat

Při zapnuté volbě "Přepočítávat" bude zatížení generováno podle sklonu dílců (souč.  $m_i=0,8$  pro  $\alpha \leq 30^\circ$  až  $m_i=0$  pro  $\alpha \geq 60^\circ$ ).  
Hodnota s1 pak odpovídá plnému zatížení ( $\alpha = 0^\circ$ ).

**Přidat**    **Storno**

Zadání zatížení sněhem

Zadané zatěžovací stavy si lze prohlížet a případně upravovat pomocí tabulky v dolní části okna. Pokud je zadání v pořádku, můžeme vytvořenou konstrukci vložit do aplikace FIN 2D tlačítkem **"OK"**. Při vkládání si lze zvolit bod vložení a velikost natočení konstrukce v tabulce nacházející se v dolní části hlavní obrazovky.

**Vložení konstrukce**

Způsob vložení

☐ vložit jako součást stávající konstrukce

☒ nahradit aktuální konstrukci vkládanou

Pojmenované výběry

☐ vložit do výběru

☐ povolit vícenásobné vkládání

Umístění konstrukce

Y:  [m]

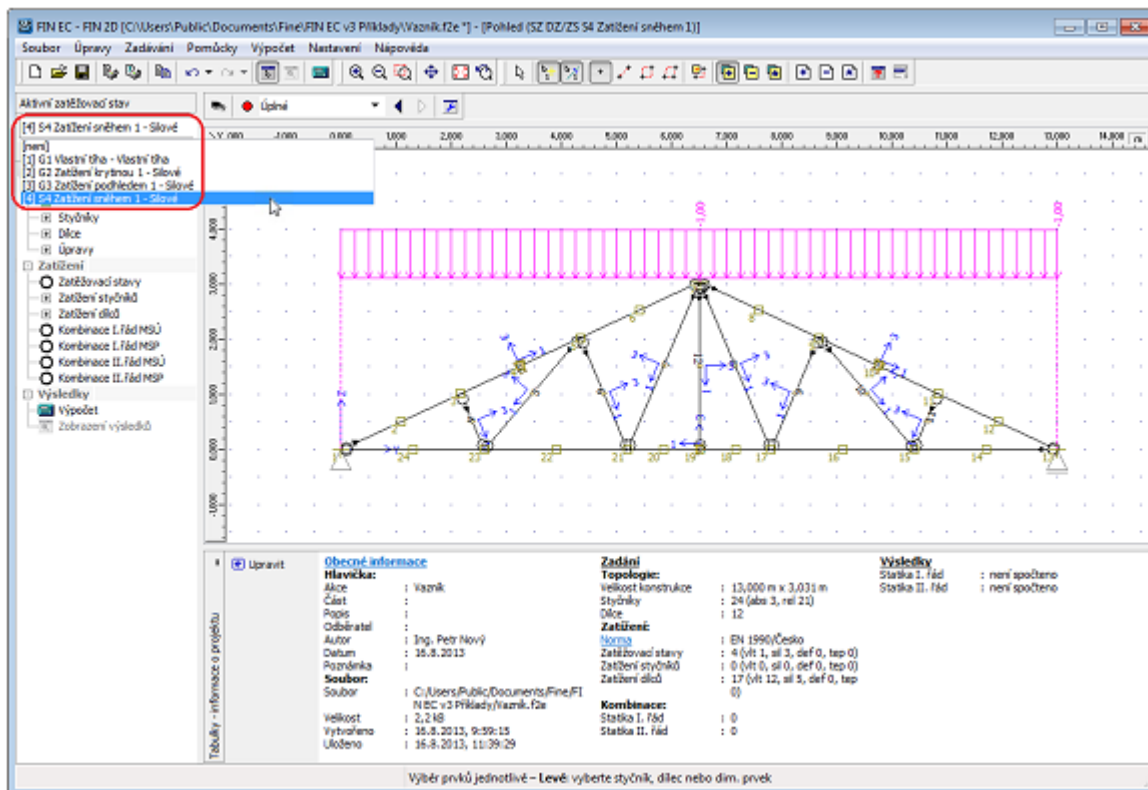
Z:  [m]

$\alpha$ :  [°]

**Nahrad**    **Storno**

Tabulka pro vložení konstrukce

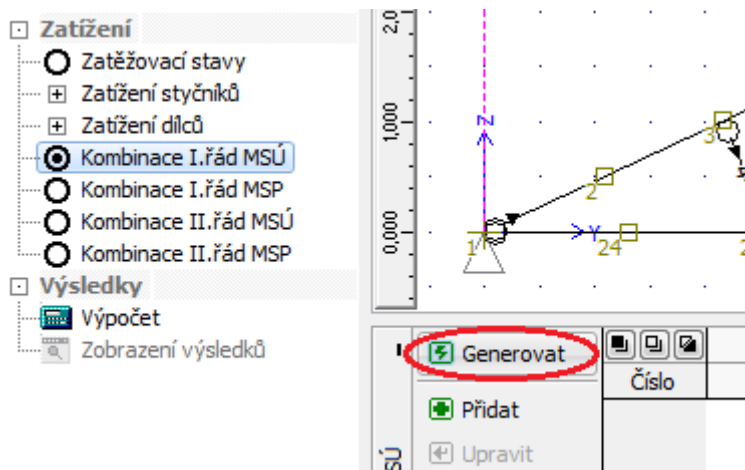
Po vložení vidíme vygenerovanou konstrukci na pracovní ploše programu. Geometrii konstrukce lze dále upravovat v části **"Topologie"** ovládacího stroměčku, zatěžovací stavy a hodnoty zatížení pak v části **"Zatížení"**. Na pracovní ploše se vždy vykresluje aktivní zatěžovací stav, který se volí v rozbalovacím seznamu v horní části ovládacího stroměčku.



Zobrazení jednotlivých zatěžovacích stavů

## Tvorba kombinací

Dalším úkolem je vytvoření kombinací. V programu se zadávají samostatně kombinace pro posouzení mezních stavů únosnosti a použitelnosti. Nejprve vytvoříme kombinace pro mezní stav únosnosti. Přepneme ovládací stromček do režimu "**Kombinace I.řád MSÚ**" a zvolíme automatickou tvorbu kombinací pomocí tlačítka "**Generovat**" v zadávací tabulce.



Tlačítko pro automatickou tvorbu kombinací

Automatická tvorba kombinací probíhá v samostatném okně "**Generátor kombinací**". Okno obsahuje tři tabulky: v první lze sloučit zatěžovací stavy, které mají vždy působit společně, v druhé lze nastavit vzájemné vyloučení některých zatěžovacích stavů v jedné kombinaci a poslední obsahuje seznam proměnných zatěžovacích stavů, které mají být uvažovány jako hlavní. Pro naši úlohu potřebujeme vyloučit vzájemné spolupůsobení zatěžovacích stavů sněhem. Vytvoříme tedy novou vylučovací skupinu, a to tlačítkem "**Přidat**" nad tabulkou "**Vyloučené spolupůsobení zatěžovacích stavů**".

Generátor kombinací - kombinace 1. řád

Podmínky generátoru

Vzájemně spolupůsobící zatěžovací stavy. Vyloučené spolupůsobení zatěžovacích stavů.

Zatěžovací stavy a skupiny působící jako hlavní proměnné zatížení.

☒ Automaticky vytvářet hlavní proměnná zatížení

**Vytvořit** **Rozložit** **Přidat** **Upravit** **Odstranit**

**Spolupůsobící zatěžovací stavy**  
Počet: 6 z toho G: 3; Q: 3

1	G1
2	G2
3	G3
4	S4
5	S5
6	S6

**Vyloučené vzájemné působení**  
Počet: 0

**Hlavní proměnná zatížení**  
Počet: 3

1	S4
2	S5
3	S6

**Parametry generatoru**

Původní kombinace: odstranit vygenerované kombinace aktuálního druhu

Generovat kombinace: ☒ Základní ☐ Alternativní ☐ Mimořádná

Mimořádné zatížení:

Součinitel pro hlavní proměnné zatížení:

☒ Stálá zatížení působí pouze nepříznivě  
☒ Všechna stálá zatížení vždy v kombinaci

**Předpokládaný počet kombinací: 13**

☒ Generuj ☐ Storno

Okno generátoru kombinací

V okně "**Vyloučené spolupůsobení**" vybereme zatěžovací stavy S4, S5 a S6 a výběr potvrdíme tlačítkem "**Přidat**".

Vyloučené spolupůsobení

Způsob zadání: vzájemné vyloučení

<input type="checkbox"/>	G1
<input type="checkbox"/>	G2
<input type="checkbox"/>	G3
<input checked="" type="checkbox"/>	S4
<input checked="" type="checkbox"/>	S5
<input checked="" type="checkbox"/>	S6

☒ Přidat ☐ Storno

Okno vyloučeného spolupůsobení

Po zavření okna se nám objeví v tabulce nová skupina zatěžovacích stavů. Díky tomu budeme mít zaručeno, že se v jedné kombinaci objeví maximálně jeden z těchto zatěžovacích stavů.

Vyloučené spolupůsobení zatěžovacích stavů.

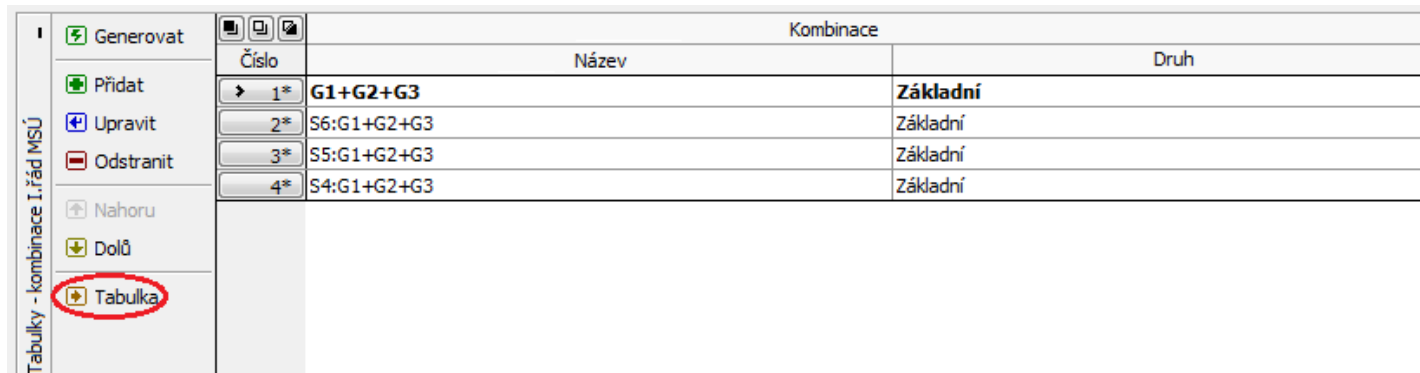
**Přidat** **Upravit** **Odstranit**

**Vyloučené vzájemné působení**  
Počet: 1

1	(S4) - (S5) - (S6)
---	--------------------

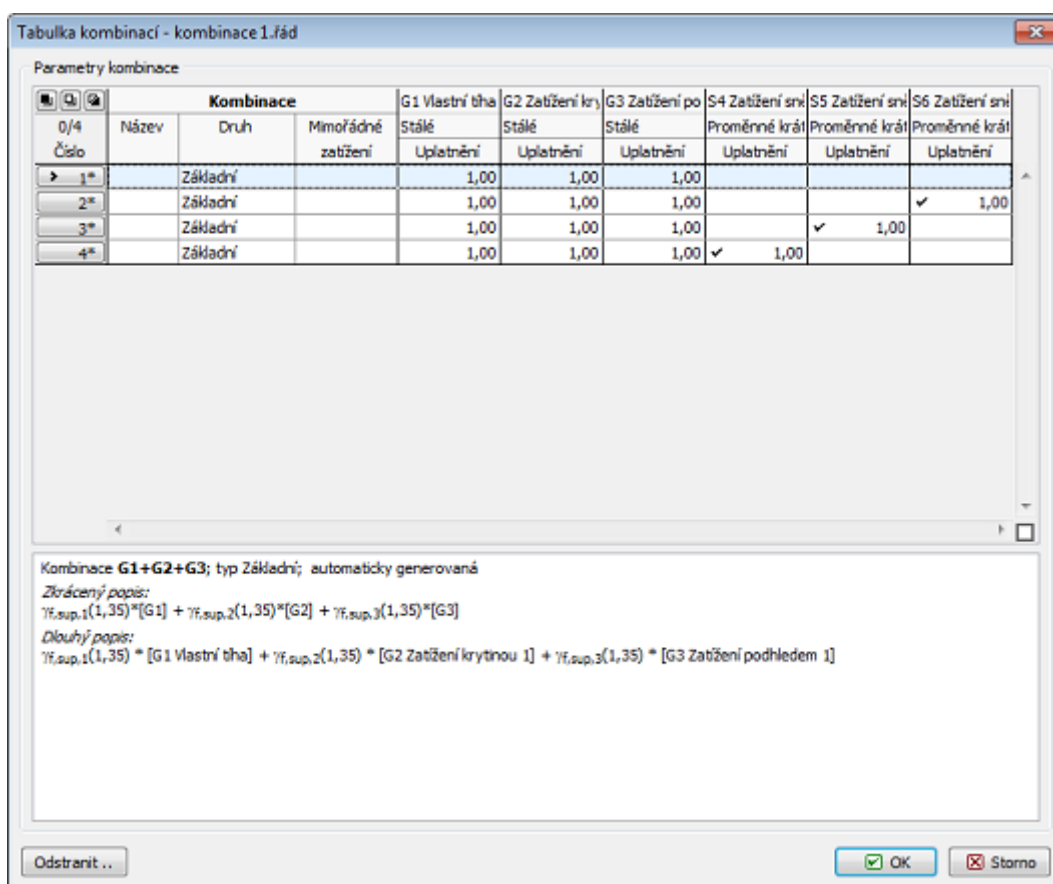
*Vytvořená skupina zatěžovacích stavů pro vzájemné vyloučení*

Pokud je zadání kompletní, můžeme kombinace vytvořit tlačítkem **"Generuj"**. V tabulce v dolní části programu se zobrazí seznam vytvořených kombinací. Kombinace lze libovolně upravovat, přidávat či mazat. Přehledné zobrazení všech kombinací lze zapnout pomocí tlačítka **"Tabulka"**.



*Tlačítko pro zobrazení tabulky kombinací*

V "**Tabulce kombinací**" si lze prohlédnout vytvořené kombinace pomocí přehledné tabulky a pro aktivní kombinaci též kompletní popis kombinace včetně zapojených součinitelů.



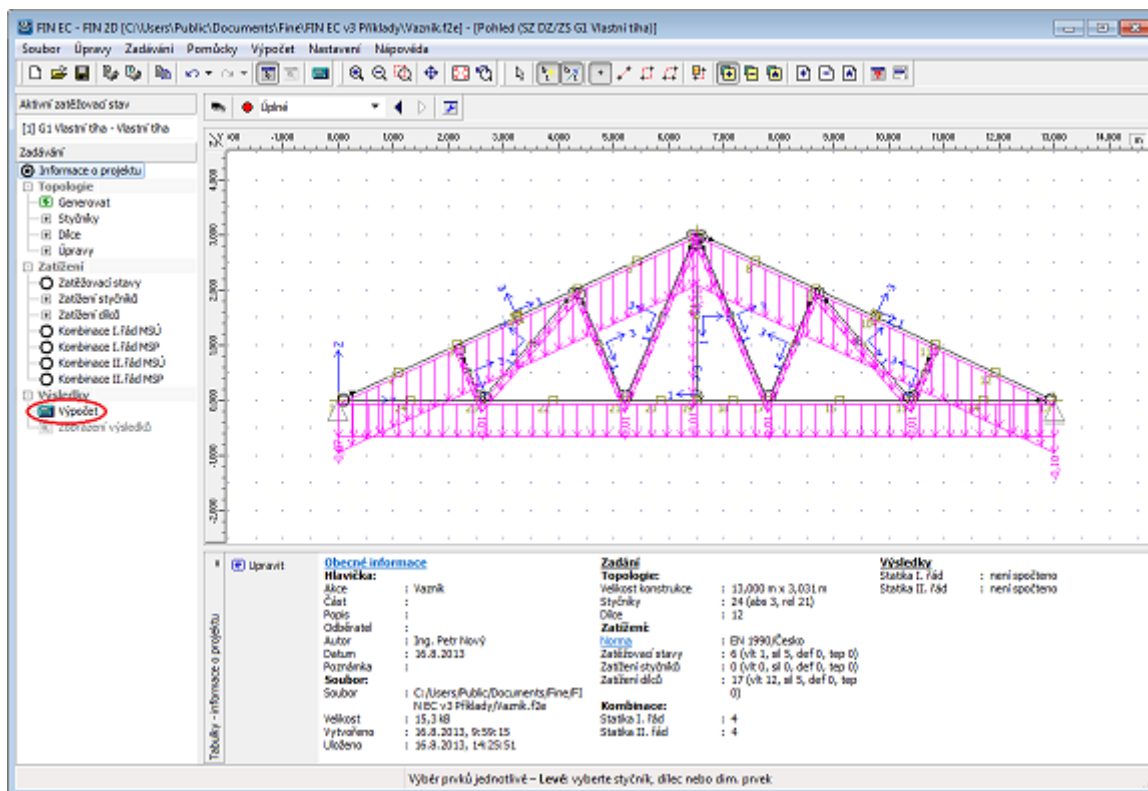
### Tabulka kombinací

Stejným způsobem vytvoříme i charakteristické kombinace v části "**Kombinace I.řád MSP**".

## Výpočet a zobrazení výsledků

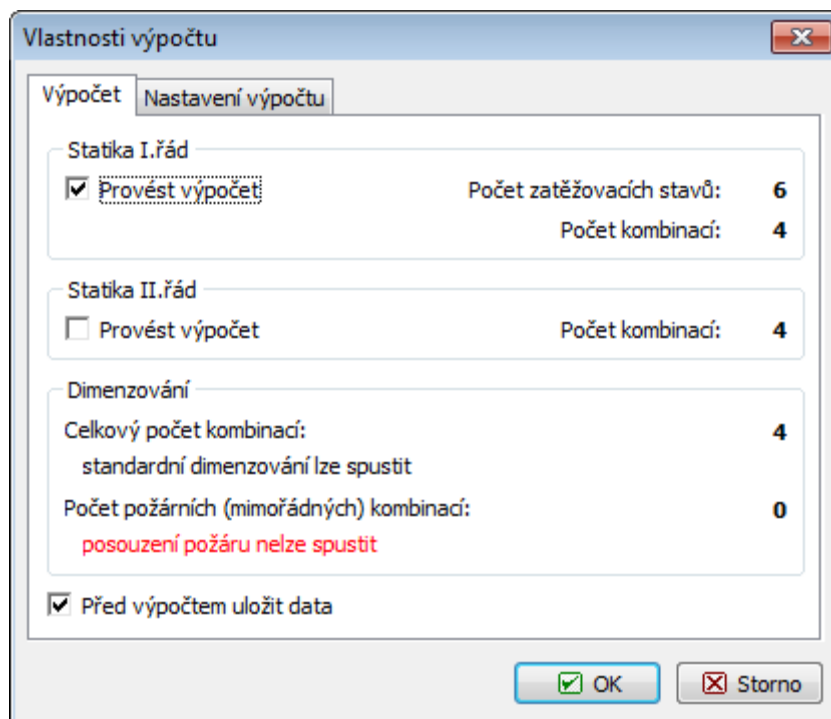
Poté již můžeme spustit výpočet vnitřních sil pomocí funkce "**Výpočet**" v ovládacím stroměčku.





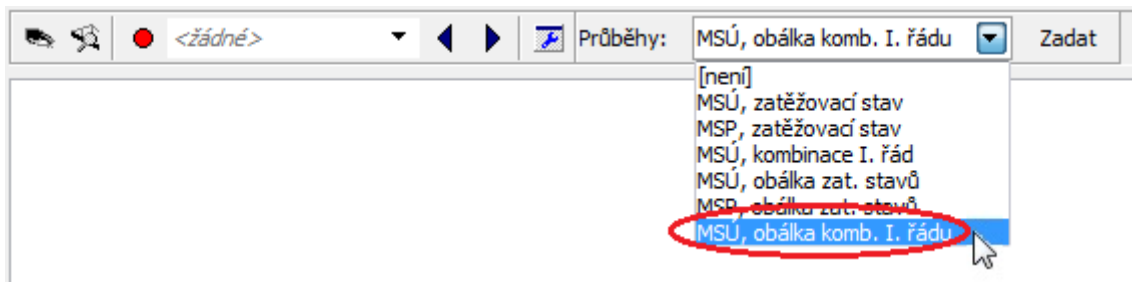
### Spuštění výpočtu

Po položce "Výpočet" se zobrazí dialog před výpočtem. Potvrdíme tlačítkem "OK". Poté proběhne výpočet a zobrazí se okno s informacemi o průběhu výpočtu. Po stisknutí tlačítka "Zavřít" se program přepne do postprocesoru.



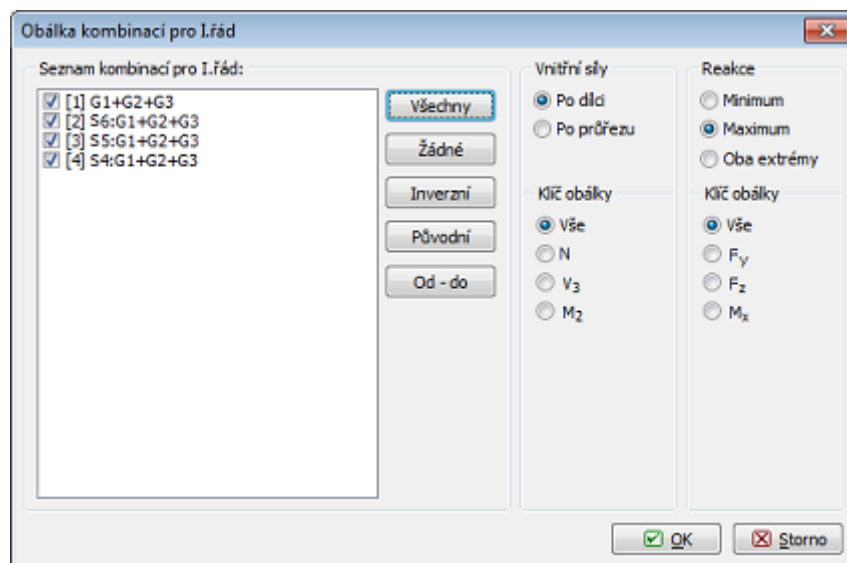
### Okno "Vlastnosti výpočtu"

Po ukončení výpočtu se nám na pracovní ploše zobrazí deformace od kombinace č. 1. Program umožňuje velké množství variant nastavení vykreslování, umožňuje ukládat jednotlivé pohledy do správce pohledů, následně je všechny tisknout a mnoho dalších funkcí. V tomto případě ukážeme, jak přepnout vykreslování na obálku momentů. Nejprve v rozbalovacím seznamu přepneme na volbu "MSÚ, obálka komb. I.řádu".



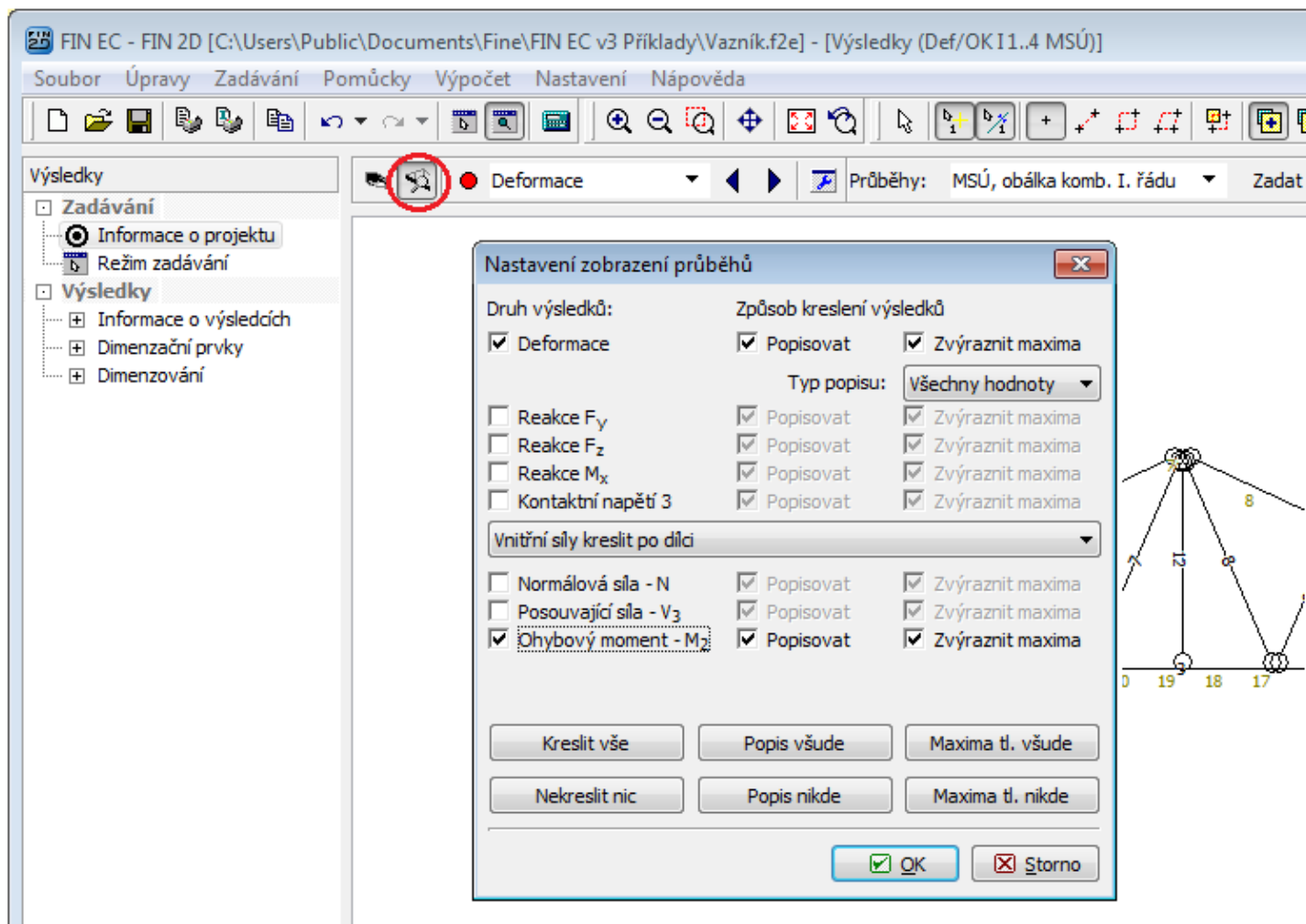
Výběr vykreslení obálky

V dialogovém okně pomocí tlačítka "**Všechny**" zvolíme, že obálka se bude dělat ze všech kombinací. Automaticky se nám tak vyberou všechny kombinace v levém seznamu.



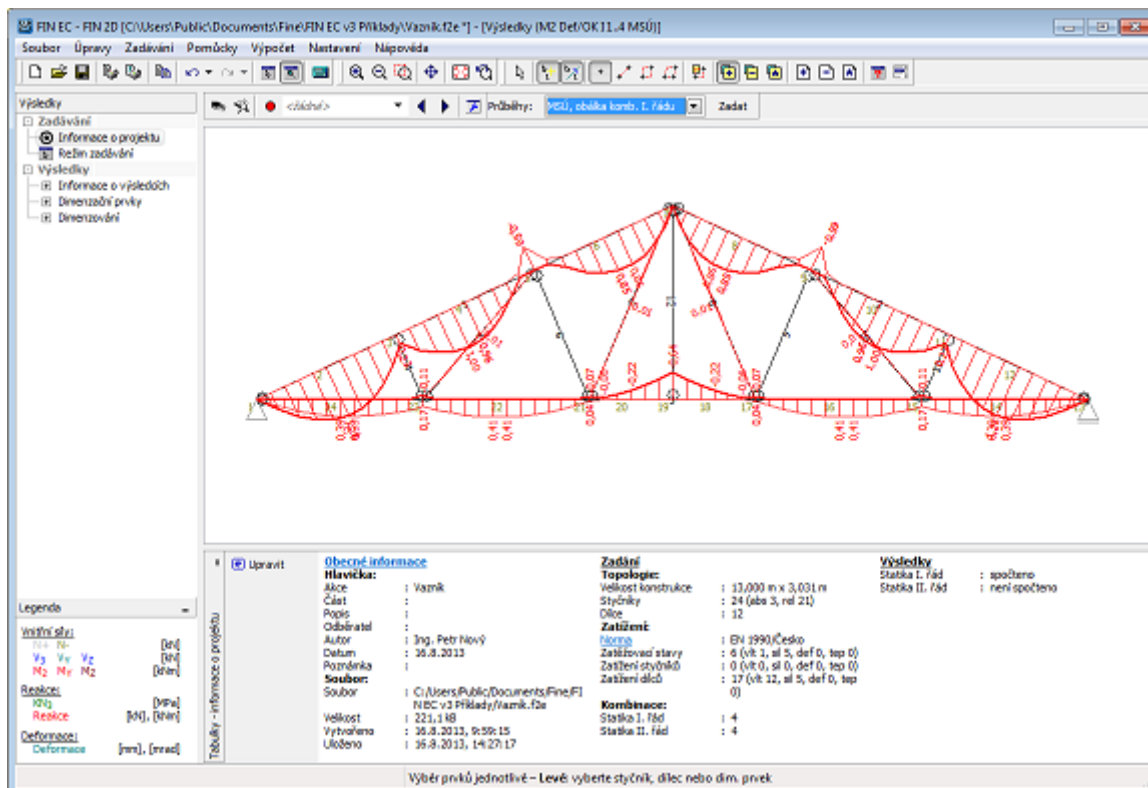
Výběr kombinací do obálky

Poté otevřeme dialogové okno "**Nastavení zobrazení průběhu**" a přepneme kreslení na vykreslení průběhu momentů.



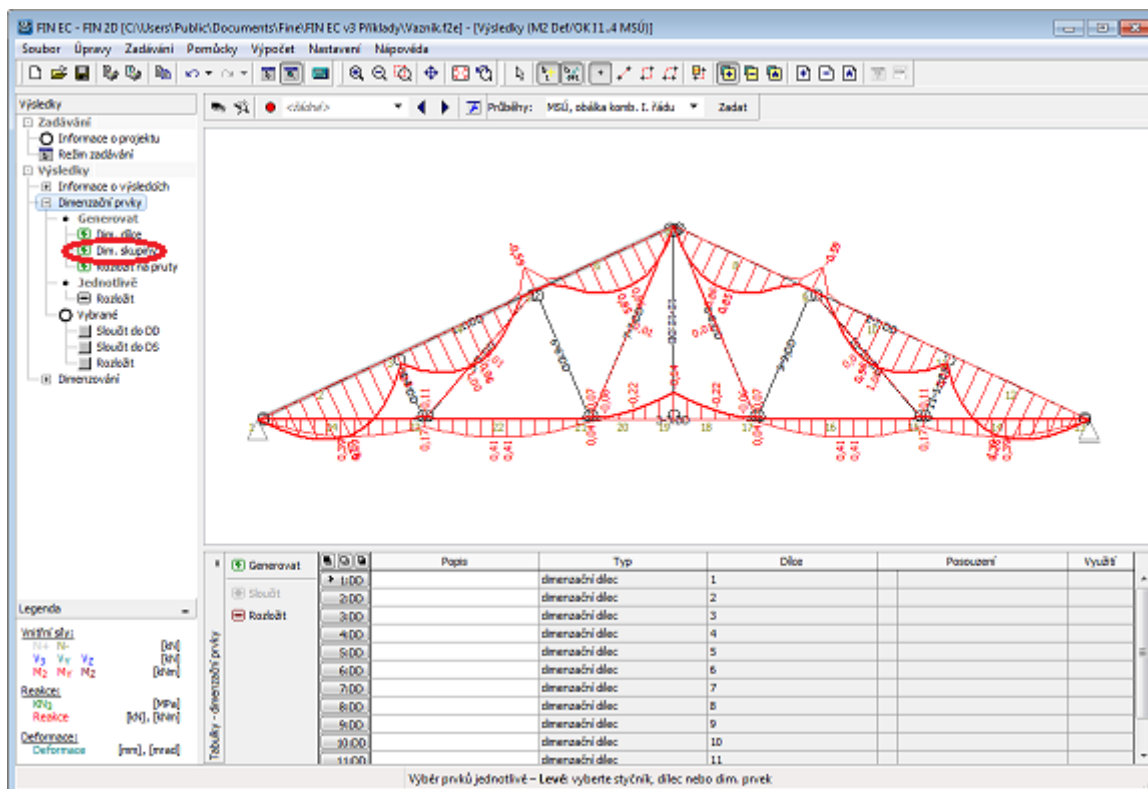
Okno "Nastavení zobrazení průběhů"

Po potvrzení vidíme obálku momentů na konstrukci.



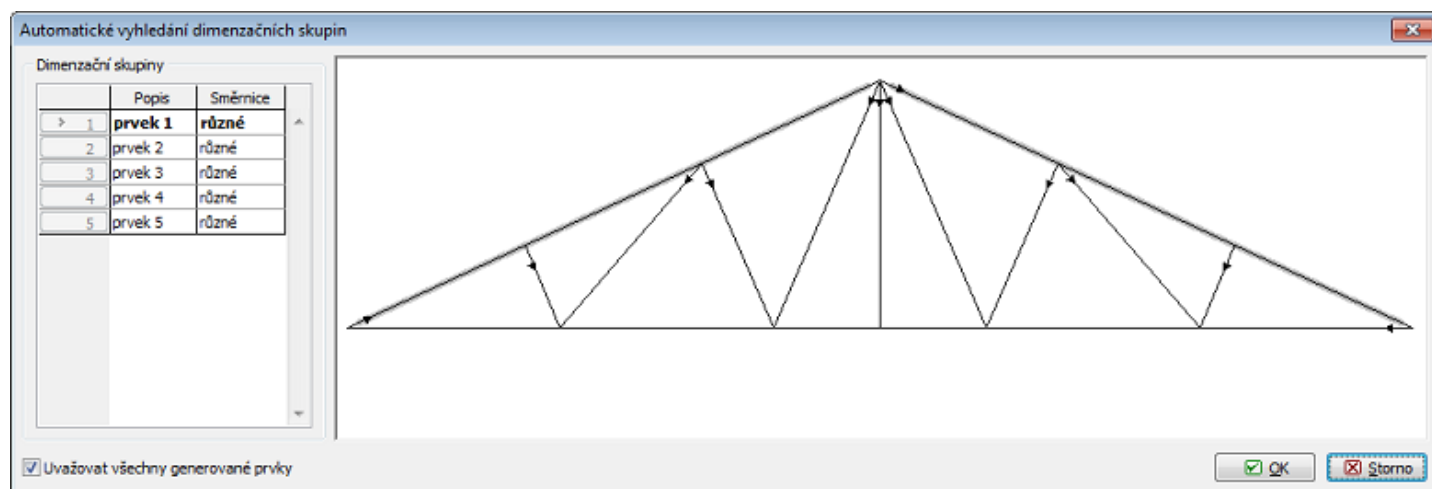
Obálka ohybových momentů na konstrukci

Nyní přistoupíme k posouzení průřezů konstrukce. Nejprve přejdeme do části "**Dimenzační prvky**" ovládacího stromčku. Na konstrukci máme celkem jedenáct prutů – ty také tvoří jedenáct dimenzačních dílců. Program umožňuje slučovat pruty do dimenzačních dílců a dimenzačních skupin tak, aby bylo posouzení co nejjednodušší a nejrychlejší. Pruty zařazené do dimenzační skupiny se dimenzují jako jeden prut – zatížení je ale samozřejmě uvažováno na všechny pruty. Tento postup je velmi vhodný máme-li například více betonových sloupů, u kterých chceme mít jednotnou výztuž – stačí je zařadit do jedné dimenzační skupiny. Pro automatické vytvoření dimenzačních skupin zvolíme položku "**Generovat**" – "**Dimenzační skupiny**" v ovládacím stromčku.



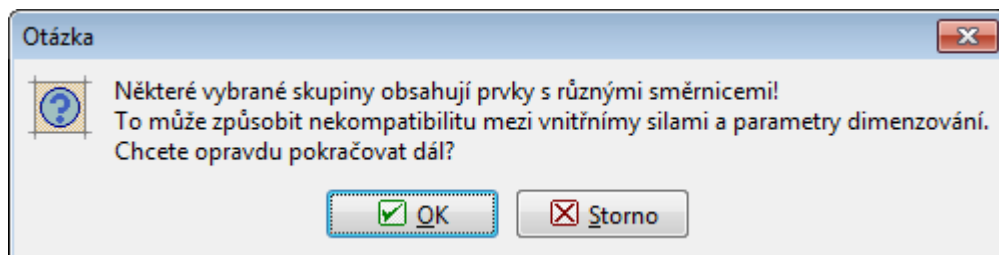
Generování dimenzačních skupin

V dialogovém okně si můžeme prohlédnout, které dimenzační skupiny program našel. Pokud bychom chtěli vytvořit jen některé z nich, lze ve spodní části odškrtnout přepínač "**Uvažovat všechny generované prvky**" a poté se předají pouze vybrané dimenzační skupiny. V tomto případě použijeme všechny nalezené skupiny, proto pouze ukončíme okno tlačítkem "**OK**".



Nalezené dimenzační skupiny

Protože směrnice jednotlivých prutů jsou různé, musíme si uvědomit, u kterých dílců by to mohlo dělat potíže – v tomto případě pouze u horního pásu. Průřez a parametry pro posouzení vzpěru jsou však konstantní po celé délce horních pásů, takže by odlišné směrnice neměly ovlivnit výsledky posouzení.



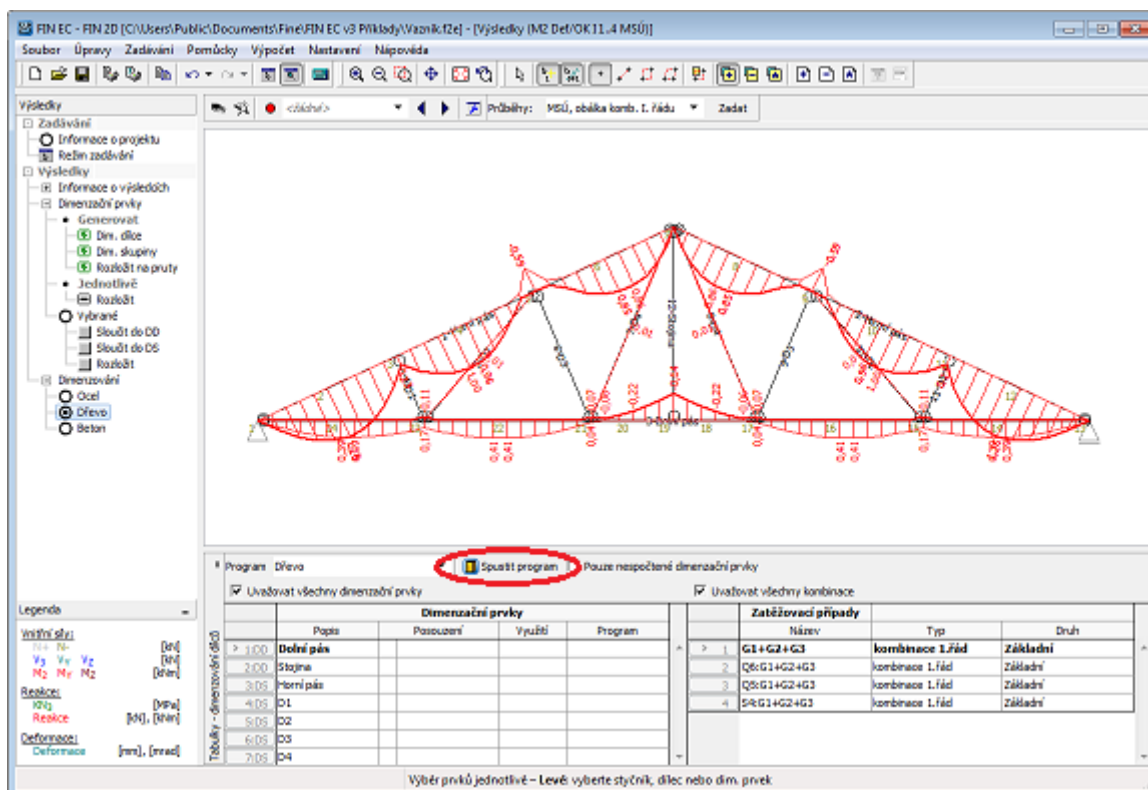
Upozornění na různé směrnice prvků

Jednotlivé pruty pro dimenzování se změnily na pět dimenzačních skupin a jeden dimenzační dílec. V tabulce v dolní části okna si můžeme jednotlivé dílce a skupiny pojmenovat.

Generovat	Popis	Typ	Dílec	Posouzení	Využití
1:DD	Dolní pás	dimenzační dílec	3		
2:DD	Stojina	dimenzační dílec	12		
3:DS	Horní pás	dimenzační skupina	1, 2		
4:DS	D1	dimenzační skupina	4, 11		
5:DS	D2	dimenzační skupina	5, 10		
6:DS	D3	dimenzační skupina	6, 9		
7:DS	D4	dimenzační skupina	7, 8		

Tabulka se zadanými názvy dimenzačních dílců

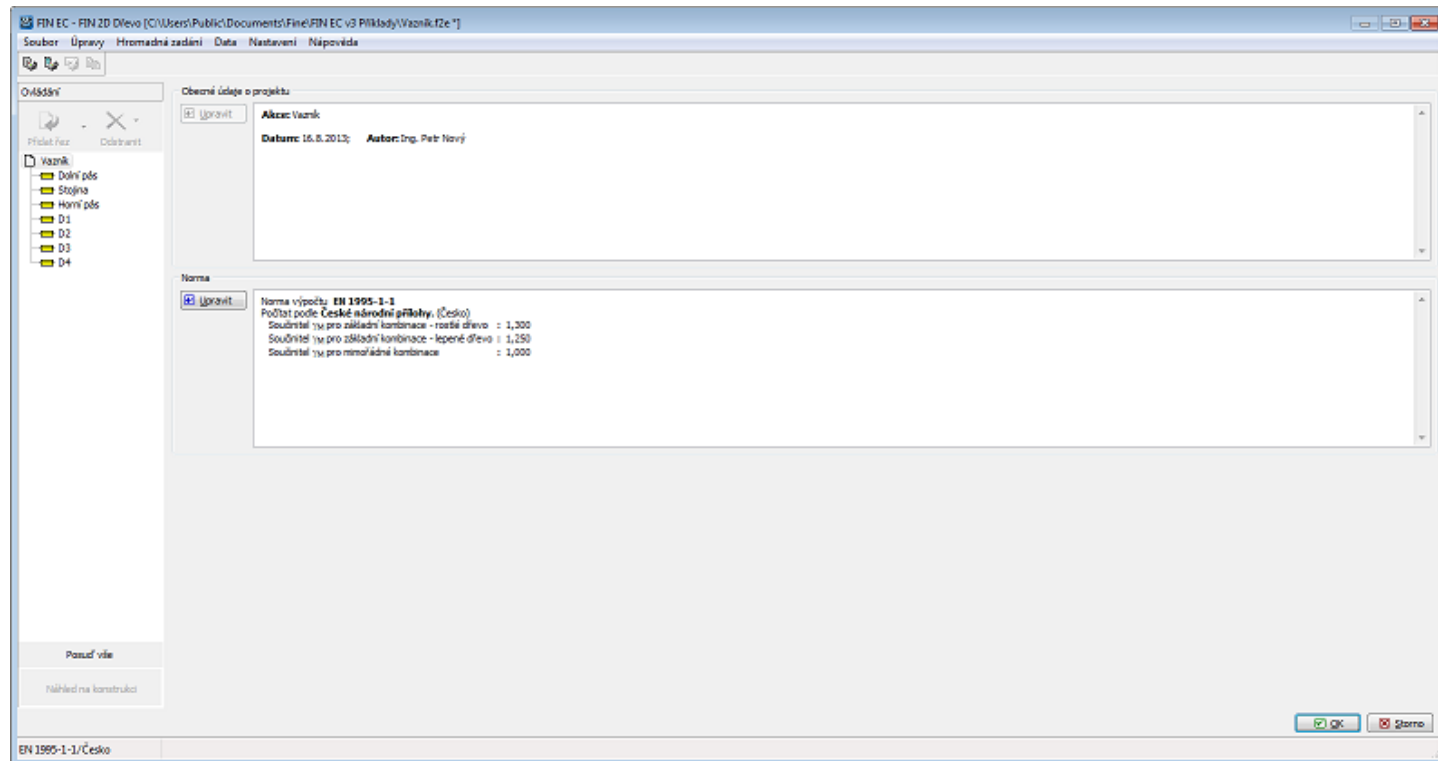
Nyní přejdeme přímo k vlastnímu dimenzování. Zvolíme položku "**Dimenzování**" v ovládacím stroměčku a tlačítkem "**Spustit program**" spustíme program pro dimenzování dřevěných konstrukcí.



Spuštění programu pro dimenzování dřevěných prvků

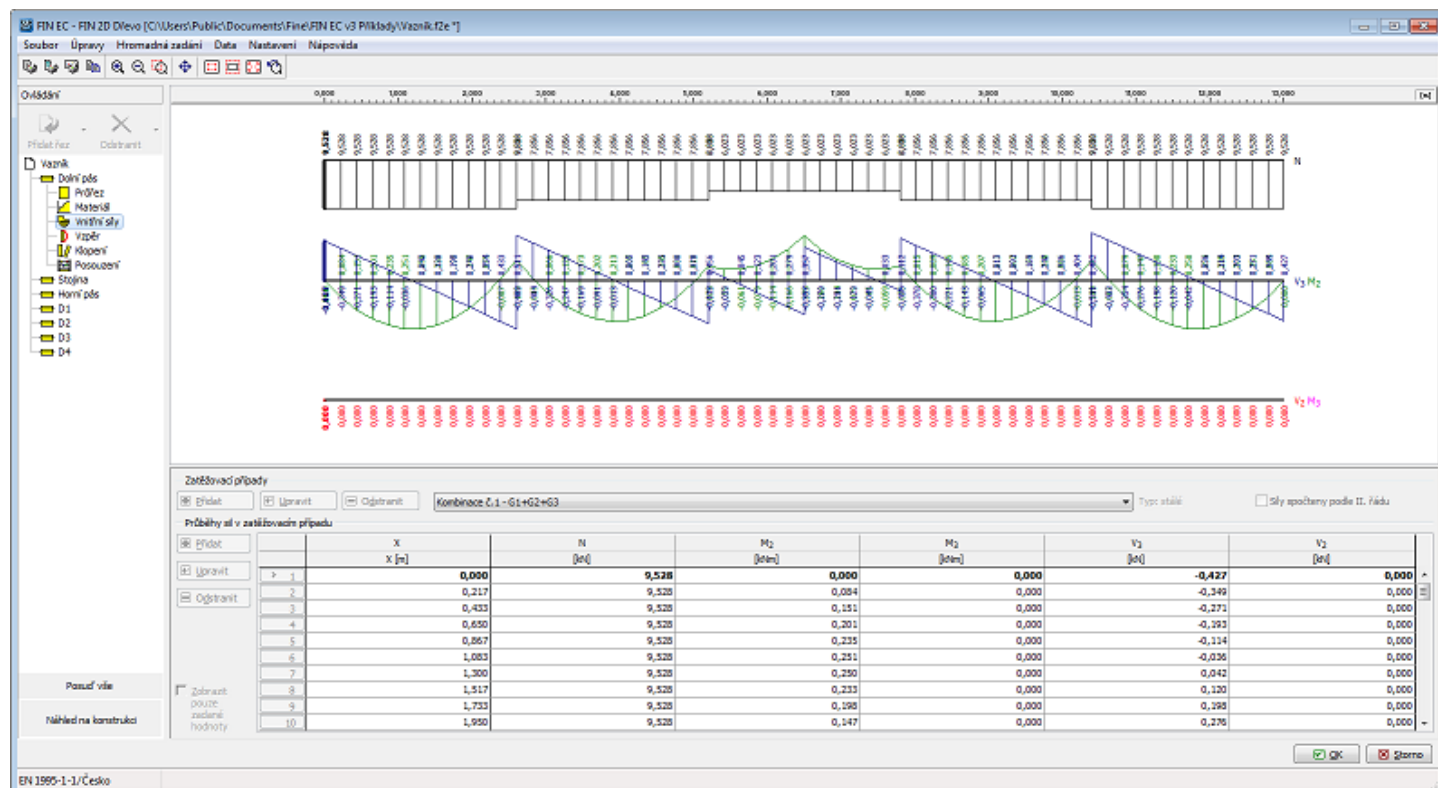
## Posouzení prvků

Program Dřevo se spustí a převezme požadované dimenzační dílce a skupiny.



### Dimenzační prvky v programu Dřevo

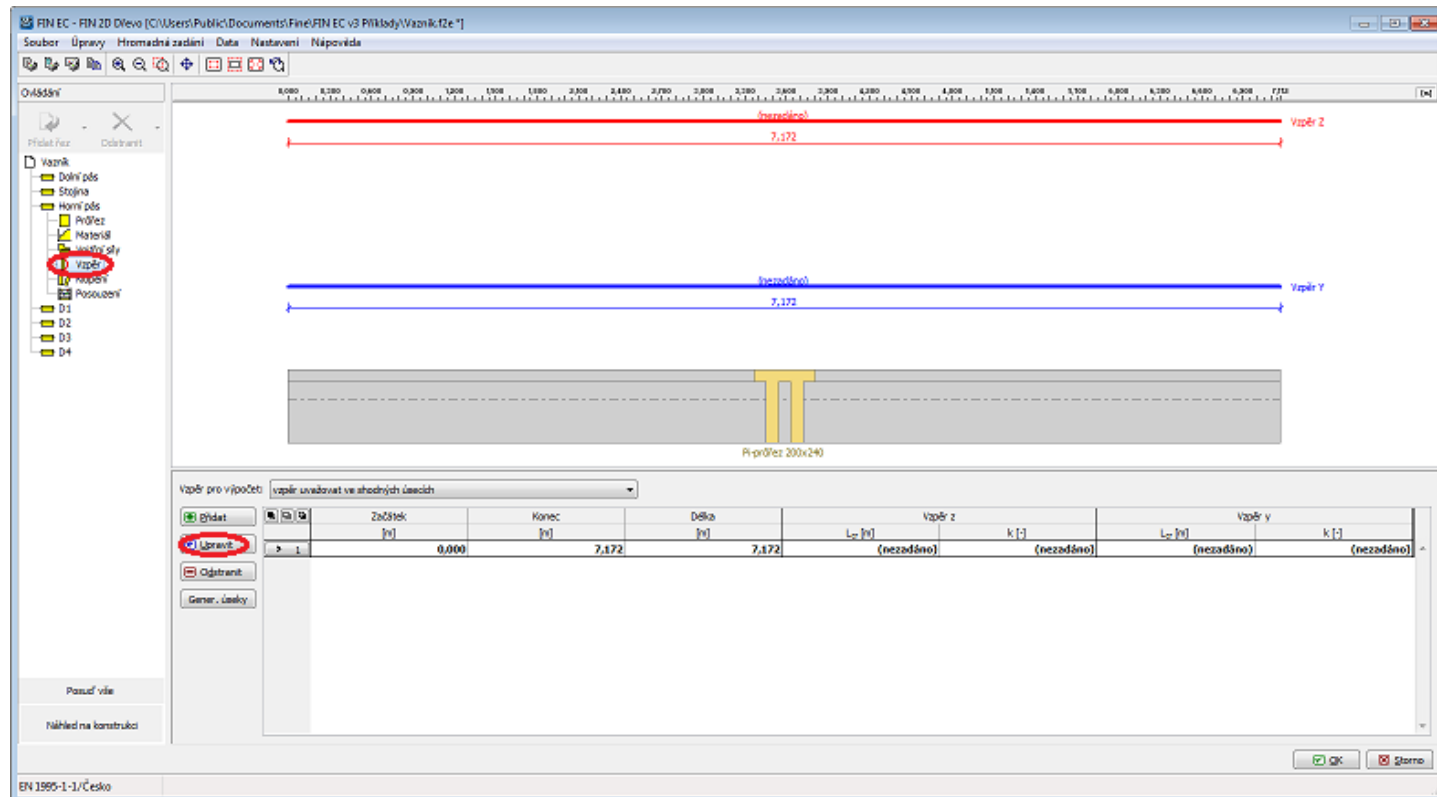
Do programu se předaly veškeré údaje týkající se geometrie (délka dílce, průřez atd...) i zatížení (průběhy vnitřních sil pro všechny kombinace). Všechny tyto údaje lze překontrolovat v jednotlivých částech ovládacího stroměčku. Tlačítkem "Náhled na konstrukci" si lze ověřit polohu vybraného dílce v konstrukci.



### Průběhy vnitřních sil pro dolní pás

Nyní přistoupíme k posouzení dílců. Principy posuzování si předvedeme na dimenzační skupině "Horní pás". Horní pás je tlačný, proto je nutné zadat parametry vzpěru. Předpokládáme, že vybočení z roviny vazníku bude bráněno latěmi ve vzdálenosti 0,6 m. Přejdeme proto do části "Vzpěr" ovládacího stroměčku pro tento dimenzační prvek a otevřeme vlastnosti vzpěru tlačítkem "Upravit".





### Úprava vlastností vzpěru

V okně "**Editace úseku vzpěru**" lze zadat parametry vzpěru pro vybočení z roviny ("**Vzpěr Z**") a v rovině ("**Vzpěr Y**") vazníku. U vybočení z roviny zadáme kloubové uložení konců a základní vzpěrnou délku *0,6 m*, pro vybočení v rovině též kloubové uložení a základní vzpěrnou délku *2,4 m*. Zadávání probíhá v okně "**Parametry vzpěru**".

**Vzpěr Z (Vybočení ve směru osy Y)**

Působení vzpěru

☐ Vzpěr neuvažovat - je bráněno vybočení

☒ Jiná délka úseku pro vybočení

Délka úseku pro vybočení  $L_Z$ :  [m]

Uložení konců

Součinitel  $k_Z$ :  [-]

Vzpěrná délka

$L_{cr}$  = délka úseku \* součinitel k

$L_{crZ}$  = 0,600 m

### Zadání vzpěrné délky pro vybočení v rovině vazníku

Pokud máme zadané parametry pro oba směry, můžeme okno zavřít tlačítkem "OK".



**Editace úseku vzpěru**

Úsek

Počátek úseku : 0,000 [m]

Konec úseku : 7,172 [m]

Délka úseku : 7,172 [m]

Parametry vzpěru

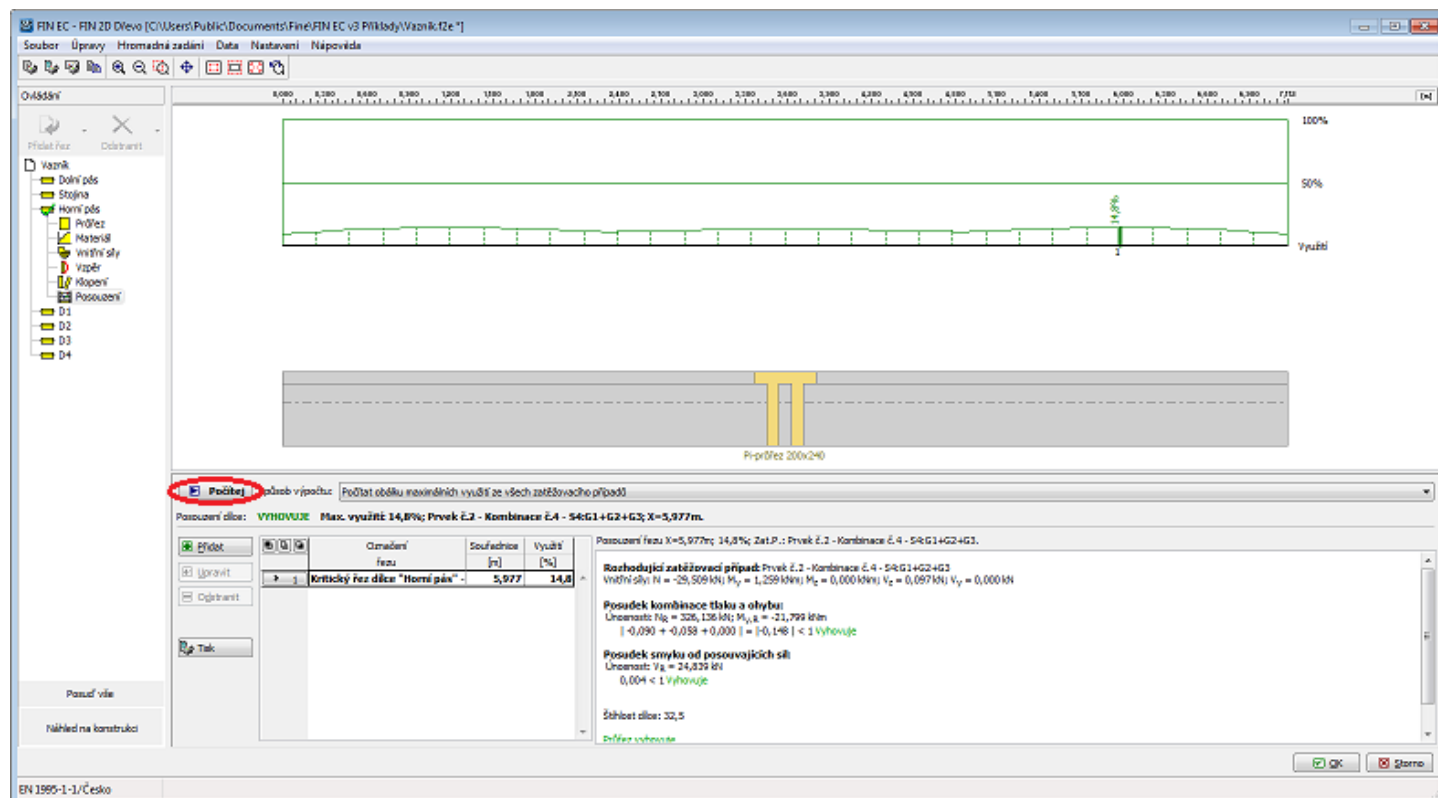
Vzpěr Z  $L_{crz} = 0,600 \text{ m}$   $L_z = 0,600 \text{ m}$   $k_z = 1,000$

Vzpěr Y  $L_{cry} = 2,400 \text{ m}$   $L_y = 2,400 \text{ m}$   $k_y = 1,000$

OK Storno

Zadané parametry vzpěru

Přejdeme do části "**Posouzení**" a provedeme výpočet tlačítkem "**Počítej**". Na pracovní ploše se nám zobrazí průběh využití po dílci a vpravo dole pak podrobný výsledek posouzení v kritickém řezu s nejhorším využitím. Pokud je třeba zobrazit podrobné posudky i v jiných řezech prvku, lze nové řezy přidávat pomocí tabulky ve spodní části okna nebo prostým dvojklikem na graf průběhu využití na pracovní ploše.



Posouzení dílce

Protože maximální využití dílce je velmi malé, můžeme průřez zmenšit. Přejdeme tedy do části "**Průřez**" a pomocí tlačítka "**Upravit**" vyvoláme okno "**Editor průřezu**", kde můžeme změnit rozměry prvku.

**Editor průřezu - Dřevo, celistvý hraněný**

Popis průřezu	
název	Pi-průřez
poznámka	

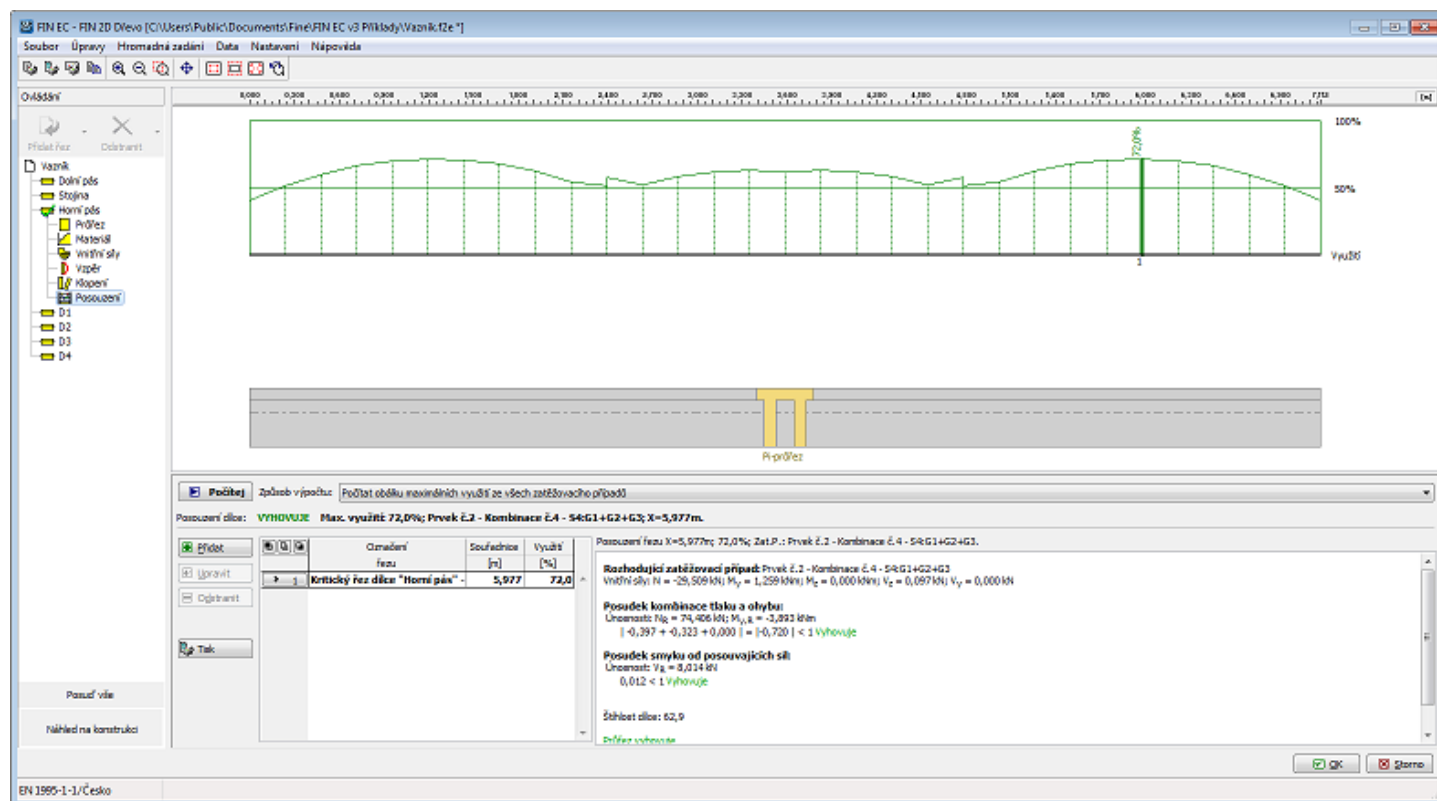
Rozměry průřezu	
výška průřezu	$h = 125,0$ mm
šířka průřezu	$b = 120,0$ mm
tloušťka stojiny	$t_w = 25,0$ mm
tloušťka pásnice	$t_f = 25,0$ mm
vzdálenost vnitřních hran stojin průřezu	$c = 40,0$ mm

Informace

OK Storno

Upravené rozměry horního pásu

Poté se vrátíme do části "**Posouzení**" a konstrukci přepočítáme. Výsledek posouzení již je přijatelný.



Posouzení upraveného dílce

Nyní budeme pokračovat prvkem "**Dolní pás**". Protože dolní pás je tažený, není nutné zadávat parametry vzpěru. Musíme však zadat parametry klopení, neboť u dílců namáhaných kombinací tahu a ohybu by měla být ověřena i příčná a torzní stabilita. Přejdeme do části "**Klopení**" a obdobně jako u vzpěru pro horní pás zadáme pomocí tlačítka "**Upravit**" parametry klopení od momentu  $M_y$ .

Klopení pro výpočet: klopení uvažovat

Klopení My   Klopení Mz

	Začátek [m]	Konec [m]	Délka [m]
1	0,000	13,000	13,000

### *Editace parametrů klopení*

V samostatném okně pak zadáme klopnou délku a typ a polohu působícího zatížení. Okno ukončíme tlačítkem "OK".

**Editace úseku klopení**

Úsek

Počátek úseku :  [m]

Konec úseku :  [m]

Délka úseku :  [m]


Působení klopení

☐ Klopení neuvažovat - klopení je zabráněno  
☒ Jiná délka úseku pro klopení

Délka úseku pro klopení :  [m]

Typ nosníku a zatížení

Typ nosníku a zatížení pro  $M_y$



nosník

▼

Působení (poloha) zatížení vzhledem k výšce nosníku:

▼

Proti příčné a torzní nestabilitě (klopení) jsou nosníky zajištěny v podporách.

### *Vlastnosti klopení*

Poté můžeme opět přejít do části "**Posouzení**" a prvek posoudit. I v tomto případě je využití průřezu poměrně malé, proto opět upravíme rozměry.

**Editor průřezu - Dřevo, složený**

Popis průřezu	
název	členěný průřez 90x120
poznámka	

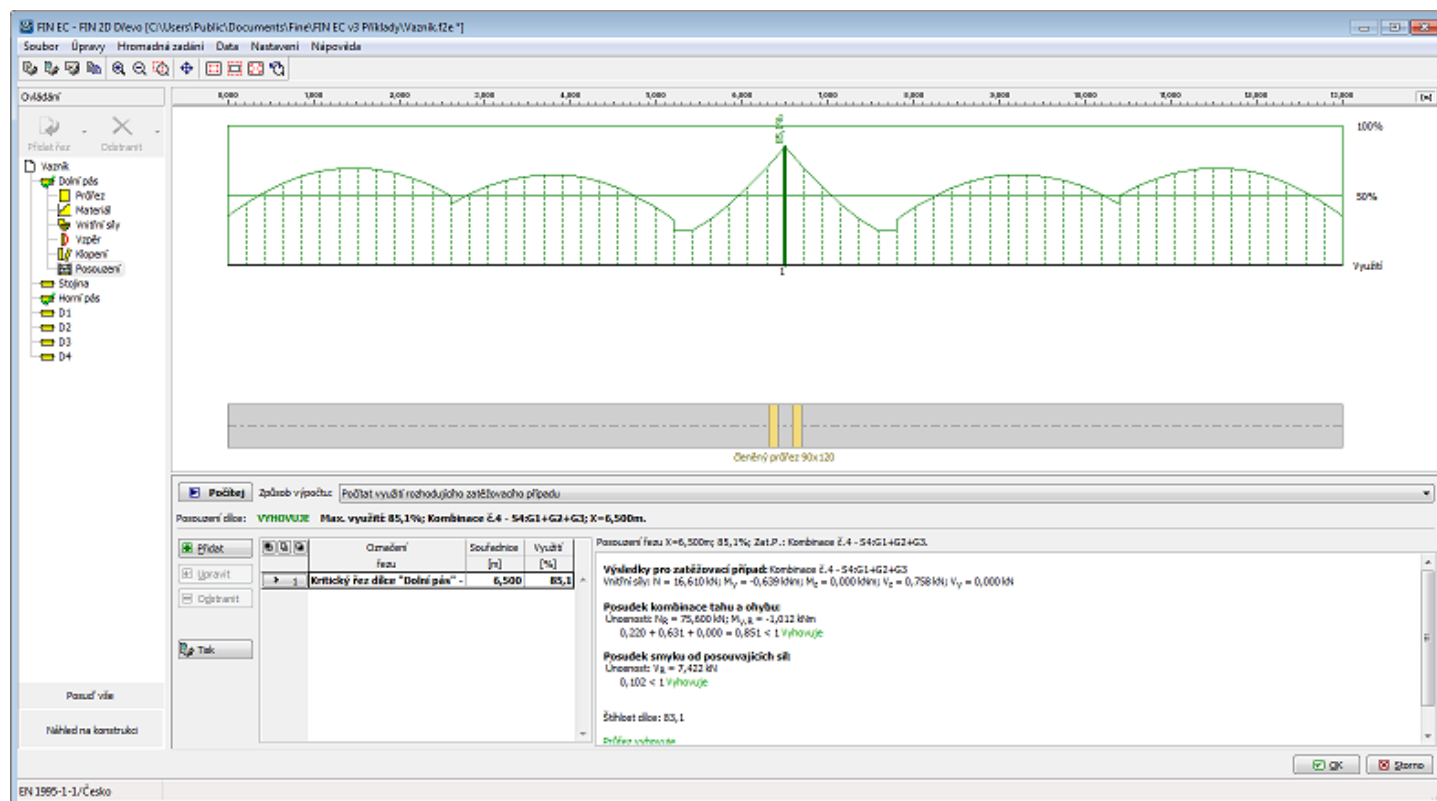
Rozměry průřezu	
výška průřezu	$h_1 = 120,0$ mm
výška prvku složeného průřezu	$b_1 = 25,0$ mm
mezera mezi prvky složeného průřezu	$b_m = 40,0$ mm
počet prvků složeného průřezu	$n = 2$ ks

Informace

OK Storno

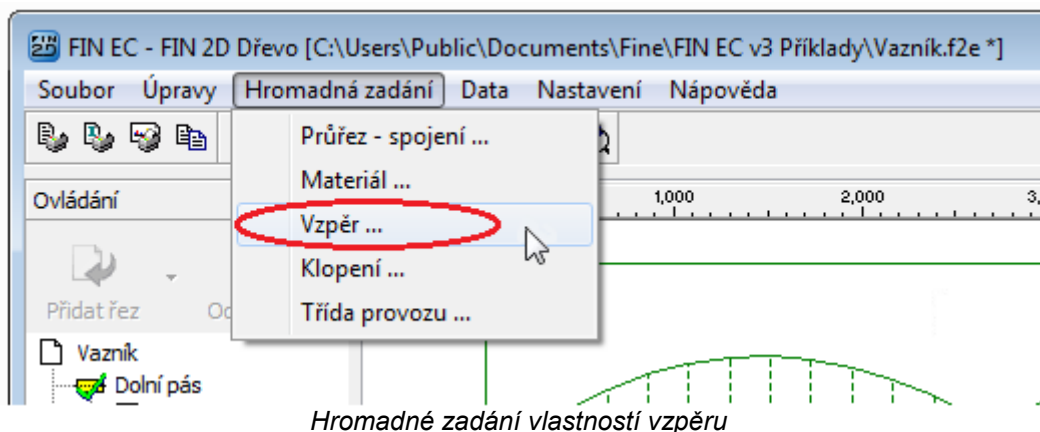
### Úprava rozměrů dolního pásu

Opět provedeme posouzení, nyní je již prvek využit ekonomicky.

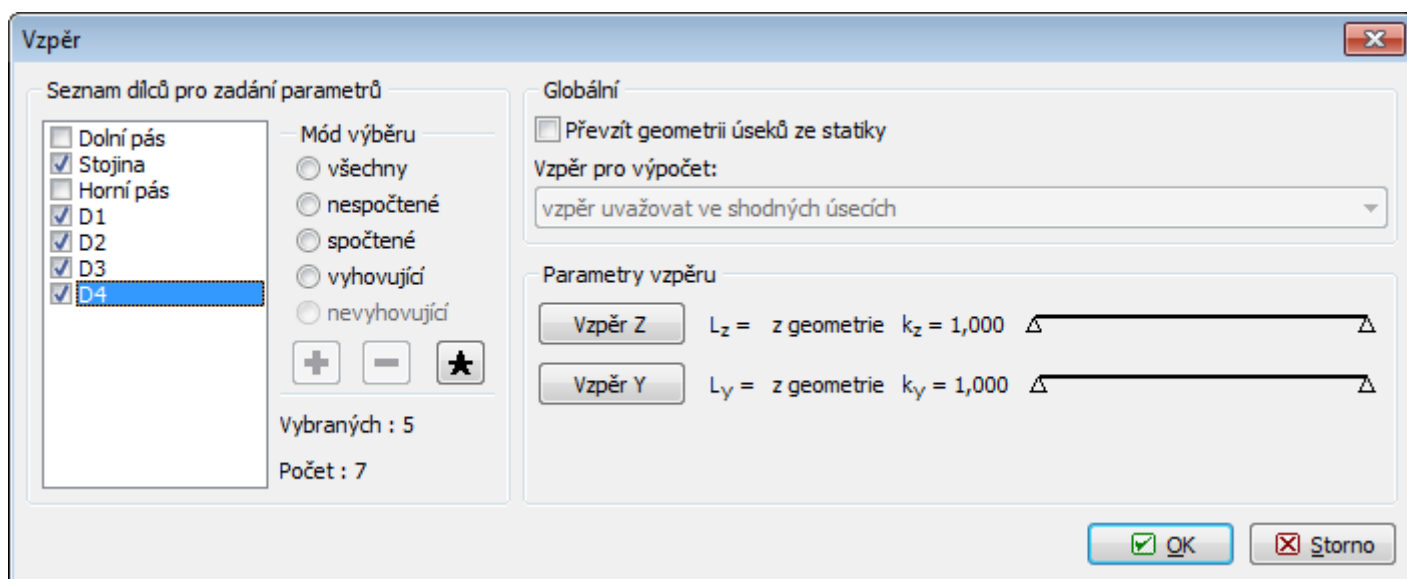


### Posouzení dolního pásu

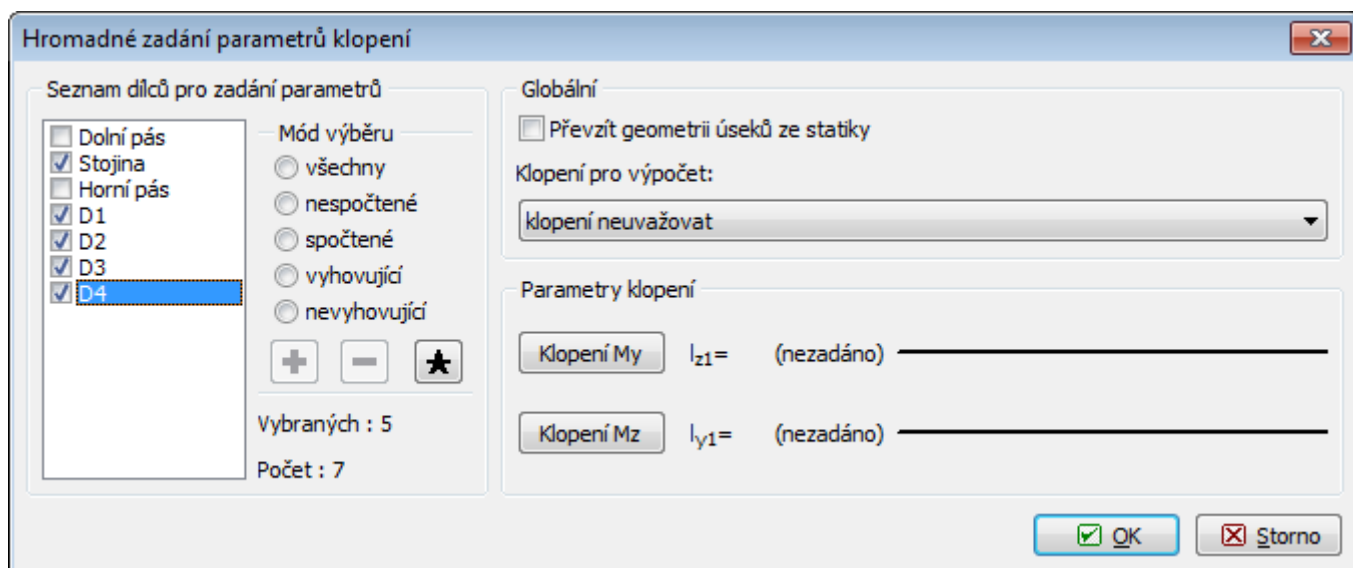
Zbývá posoudit diagonály. Protože vlastnosti diagonál jsou prakticky shodné, lze potřebné výpočtové parametry zadat hromadně. K tomu slouží funkce v části "**Hromadná zadání**" hlavního menu. Nejprve zadáme parametry vzpěru.



I když by stačilo zadat parametry pro výpočet vzpěru pouze pro tlačené prvky, je nejjednodušší údaje přiřadit všem diagonálám. Proto v levé části vybereme prvky *D1* až *D4*. V pravé části zapneme přepínač "**Převzít geometrii úseků ze statiky**", takže program automaticky použije pro výpočet vzpěrné délky základní délku prvku. Poté již stačí pouze zadat kloubové uložení dílců jak pro směr *z* tak pro směr *y*. Po stisknutí tlačítka "**OK**" se zadané údaje předají všem diagonálám.

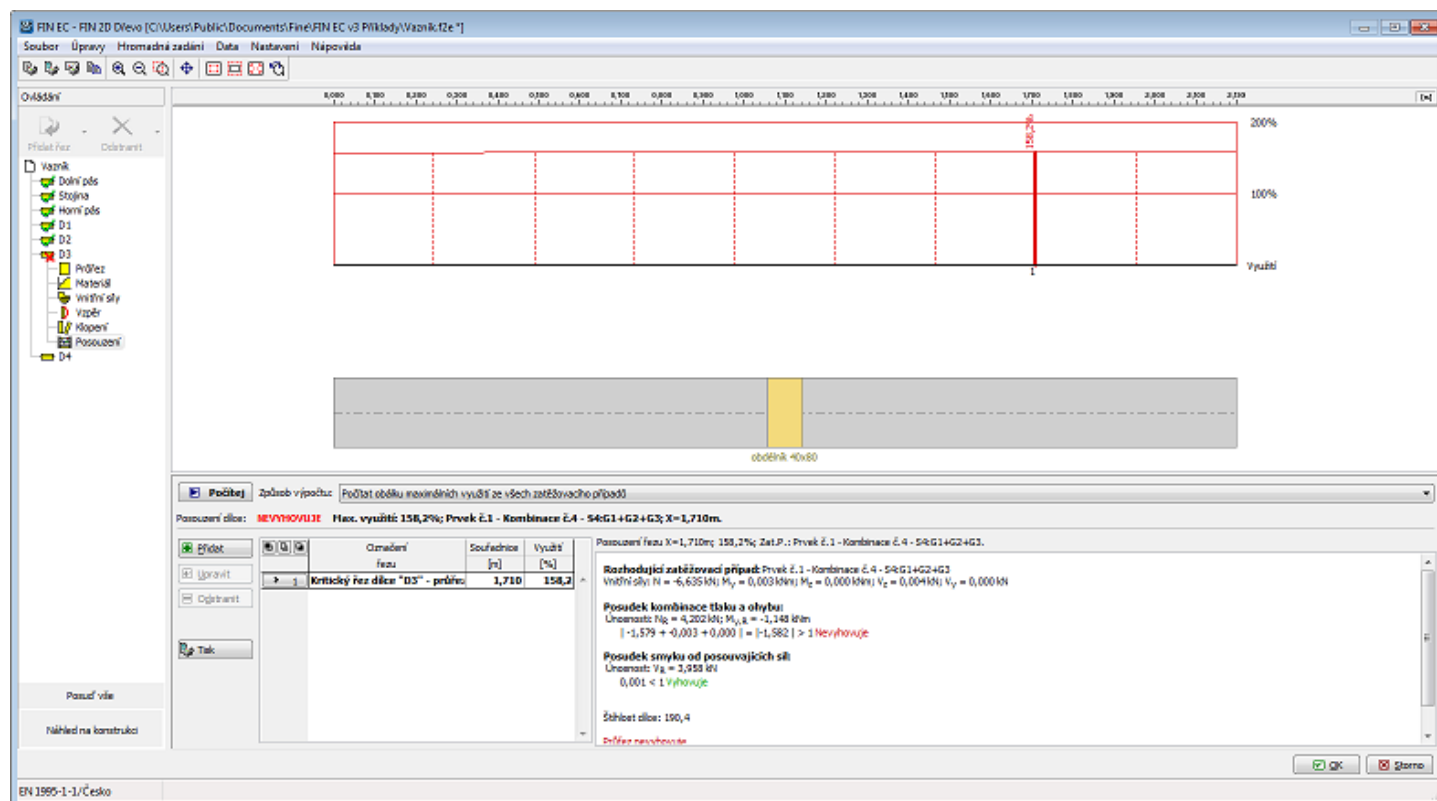


Následuje zadání vlastností klopení. Diagonály jsou běžně namáhány pouze normálovými silami, takže není nutné je na klopení posuzovat. Díky vlastní tíze se však na diagonálách mohou vyskytnout nepatrné ohybové momenty. Program v těchto případech parametry pro posouzení klopení vyžaduje. V části "**Hromadná zadání**" hlavního menu vybere položku "**Klopení**". V levé části opět vybereme všechny diagonály a v pravé části v rozbalovacím seznamu zvolíme "**klopení neuvažovat**". Posudek s vlivem klopení tak nebude pro tyto dílce proveden.



## Hromadné zadání parametrů klopení

Nyní již můžeme všechny diagonály posoudit. Diagonála D3 nevyhoví na účinky vzpěru. Únosnost můžeme zvýšit zmenšením vzpěrné délky.



Posouzení diagonály D3

Navrhne tedy doprostřed diagonály podélnou výztuhu (kolmo na osu vybočení), která zmenší vzpěrnou délku na polovinu. V části "**Vzpěr**" tedy změníme vzpěrnou délku pro "**Vzpěr Z**".

**Vzpěr Z (Vybočení ve směru osy Y)**

**Působení vzpěru**

☐ Vzpěr neuvažovat - je bráněno vybočení

☒ Jiná délka úseku pro vybočení

Délka úseku pro vybočení  $L_z$ :  [m]

**Uložení konců**

☒ ☐ ☐ ☐ ☐

Součinitel  $k_z$ :  [-]

**Vzpěrná délka**

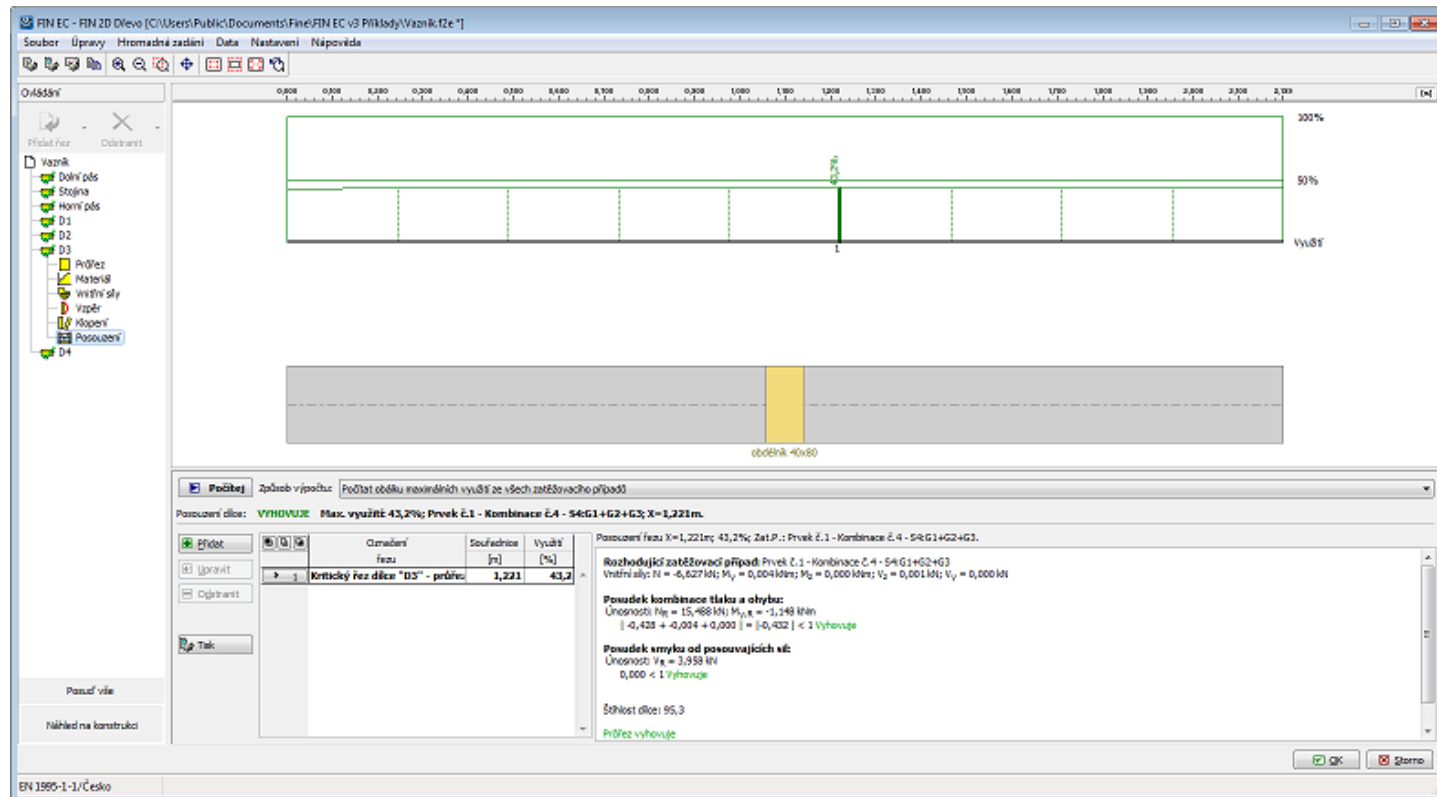
$L_{cr} = \text{délka úseku} \cdot \text{součinitel } k$

$L_{crz} = 1,100 \text{ m}$

☒ OK ☐ Storno

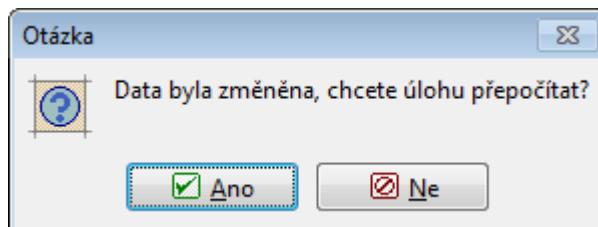
Změna vzpěrné délky

Po opětovném posouzení již diagonála vyhoví.



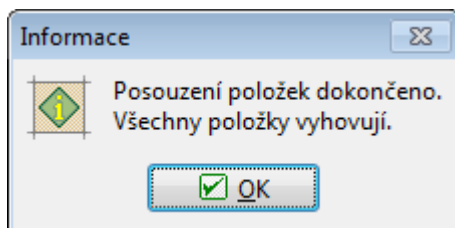
Posouzené dimenzační prvky

Nyní jsou navrženy a posouzeny všechny prvky (dimenzační dílce a skupiny) v konstrukci. Dimenzační modul zavřeme tlačítkem **"OK"**. Program *FIN 2D* rozpoznal, že některé průřezy byly změněny. Protože došlo ke změnám tuhostí v konstrukci a na některé prvky mohou díky tomu působit jiné vnitřní síly, je nutné konstrukci přepočítat. Program nám tuto možnost sám nabídne. Zvolíme-li variantu **"Ne"**, program zruší výsledky a nastavení z dimenzačního modulu a přepne nás do preprocesoru. V případě varianty **"Ano"** dojde k přepočítání konstrukce. Tuto variantu zvolíme pro náš příklad.



Výzva k přepočtení konstrukce

Po ukončení výpočtu program aktualizoval průběhy vnitřních sil a deformací a zrušil výsledky posouzení v dimenzačním modulu. Opět otevřeme dimenzační modul, kde můžeme použít pro posouzení všech prvků funkci **"Posud' vše"**. Tato funkce je dostupná tlačítkem v dolní části ovládacího stromečku. V modulu již nemusíme nic znovu nastavovat, vše je zapamatováno z předchozí činnosti a ukládá se do dat výpočetního programu. Modul všechny prvky posoudí, na konci nás informuje o výsledku tohoto posouzení.



Výsledek posouzení prvků

Po návratu do programu *FIN 2D* jsou vyhovující prvky v tabulce označeny zelenou barvou, nevyhovující červenou. V našem případě jsou všechny prvky zelené, tudíž naše konstrukce vyhovuje.

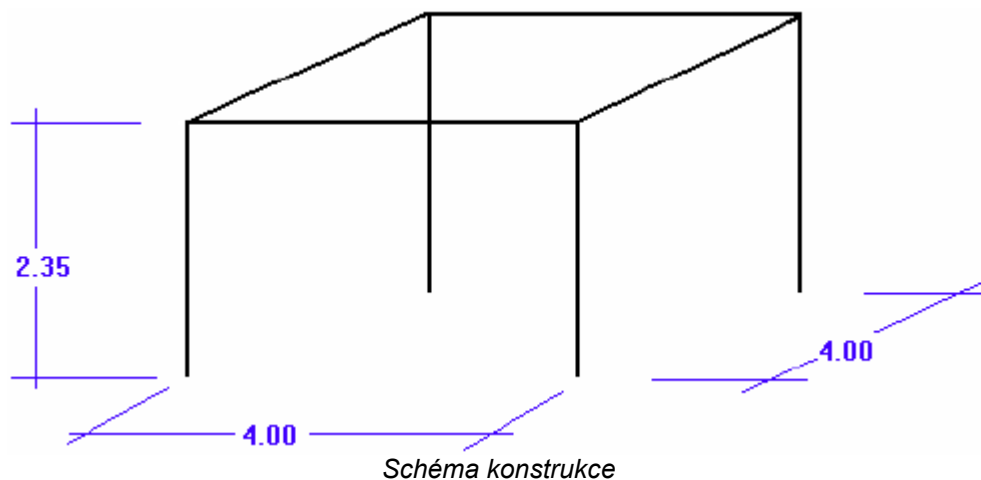
## Prostorová konstrukce

### Zadání

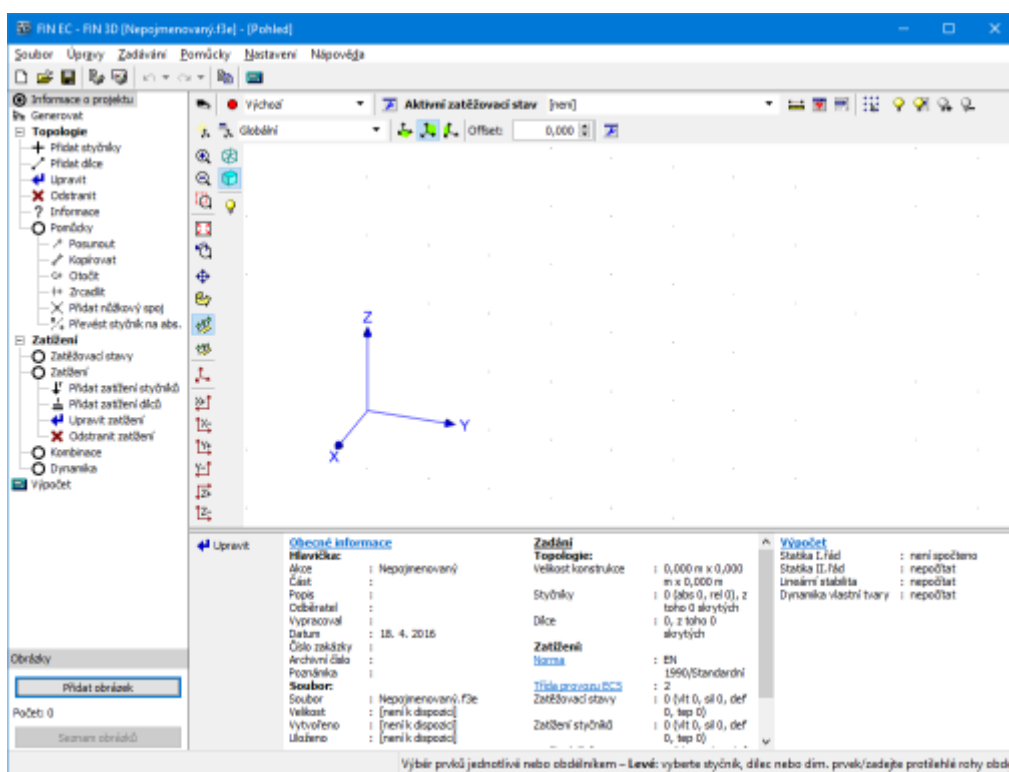
Tento příklad ukáže výpočet a posouzení konstrukce zobrazené na obrázku. Sloupy jsou z trubek, trámy profil *I*. Materiál



ocel  $Fe\ 360$ . Zatížení na trámy je svislé rovnoměrné  $18\text{ kN/m}$ . Zatížení na dva sloupy je lichoběžníkové po celé délce prutu, nahoře  $12\text{ kN/m}$ , dole  $19\text{ kN/m}$ . Sloupy jsou tuze zabetonovány do patek.



Po spuštění programu "Fin 3D" se zobrazí následující obrazovka.



Úvodní obrazovka programu

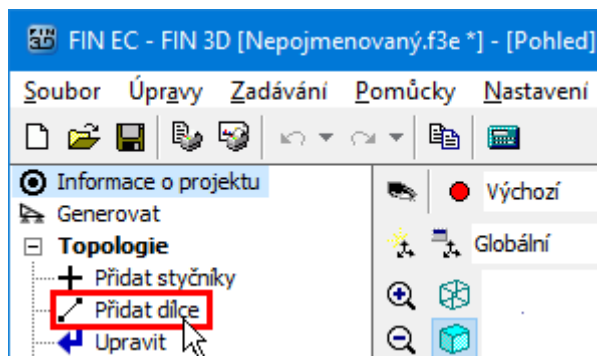
## Základní tvar konstrukce

Zadáání provedeme postupně pomocí vkládání styčníků a dílců. Můžeme si tak ukázat jednotlivé postupy při tvorbě a úpravách konstrukce. Postupů, jak zadávat konstrukci, je několik. V tomto případě jsme zvolili tento:

- nejprve zadáme jeden rám (dva sloupy a trám)
- zadáme zatížení
- zkopírujeme rám, abychom dostali prostorovou konstrukci
- zadáme příčné trámy včetně zatížení

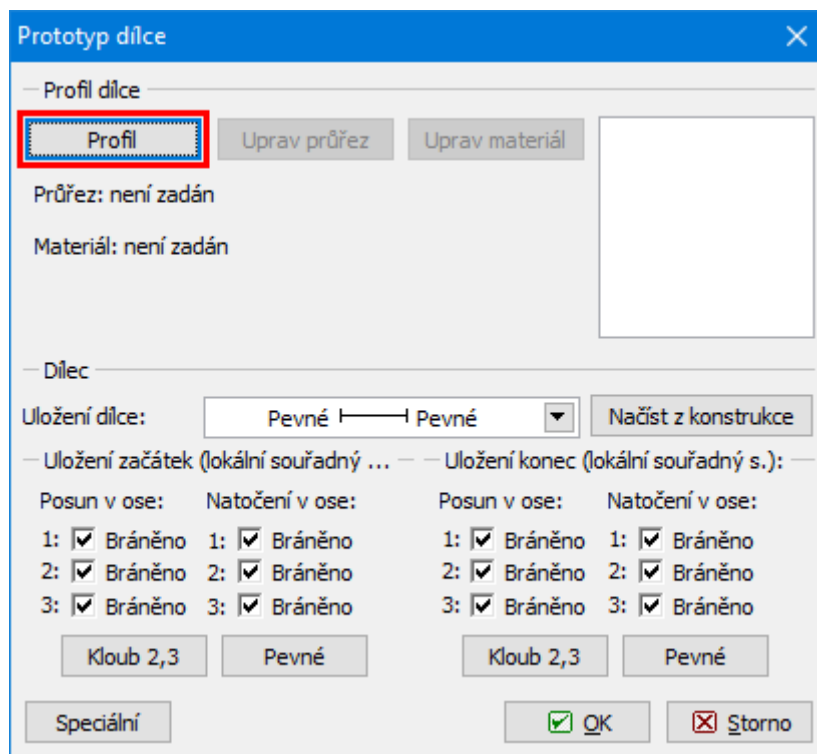
Tento postup nebyl zvolen jako ideální nebo nejjednodušší, ale tak, abychom mohli ukázat co nejvíce funkcí programu. Nejprve projekt uložíme. Nazveme ho například "**3D projekt**". Jméno se jednak zobrazí v záhlaví okna, jednak bude předáno dimenzačním programům.

V ovládacím stroměčku v levé části okna zvolíme režim "**Přidat dílec**".



*Režim pro vkládání dílců v ovládacím stroměčku*

Po zapnutí tohoto režimu se zobrazí okno **"Prototyp dílce"**. V tomto okně je nutné zadat vlastnosti (průřez, materiál, uložení), které budou přiřazeny nově přidaným dílcům. Nejprve zadáme průřez a materiál pomocí tlačítka **"Profil"**.



*Tlačítko pro zadání průřezu*

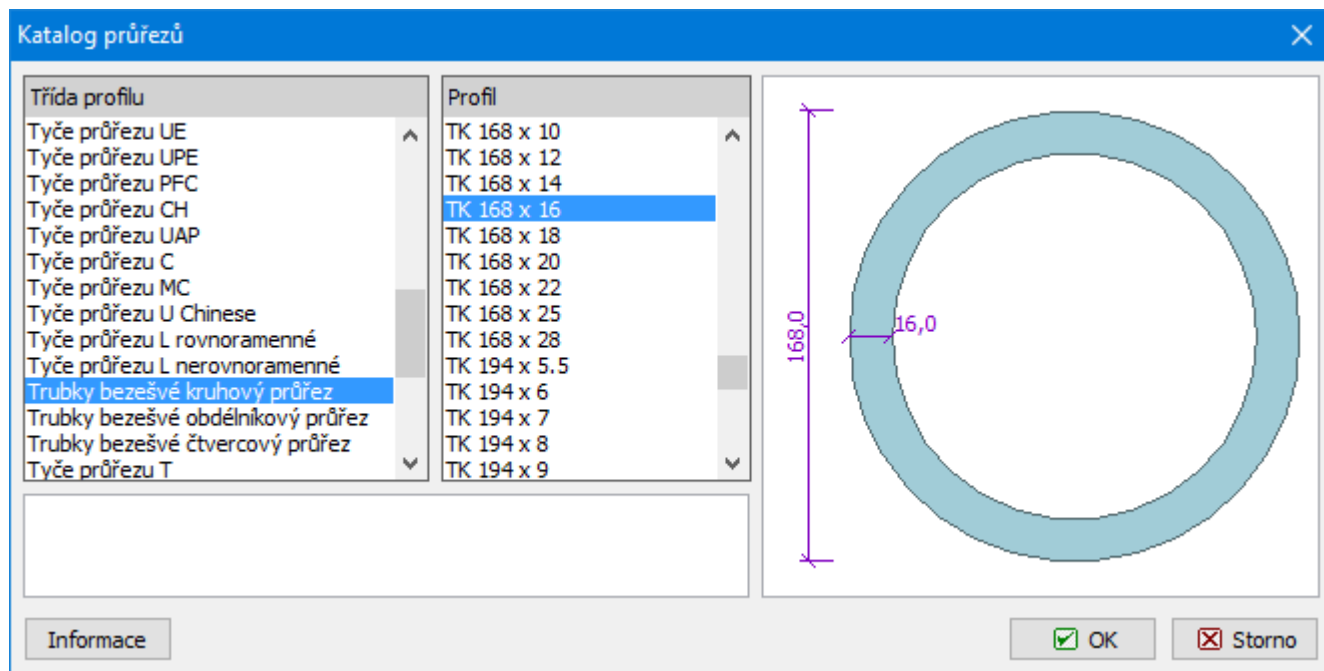
Zobrazí se okno **"Prototyp profilu"**, které obsahuje volby pro zadání průřezu a materiálu. Použijeme tlačítko **"Ocel"**.

Tlačítko pro zadání ocelového průřezu

Následuje okno, ve kterém je třeba zvolit typ průřezu. Zvolíme variantu "**Celistvý válcovaný**" pro výběr průřezu z přednastavené databáze profilů. Výběr potvrdíme tlačítkem "OK".

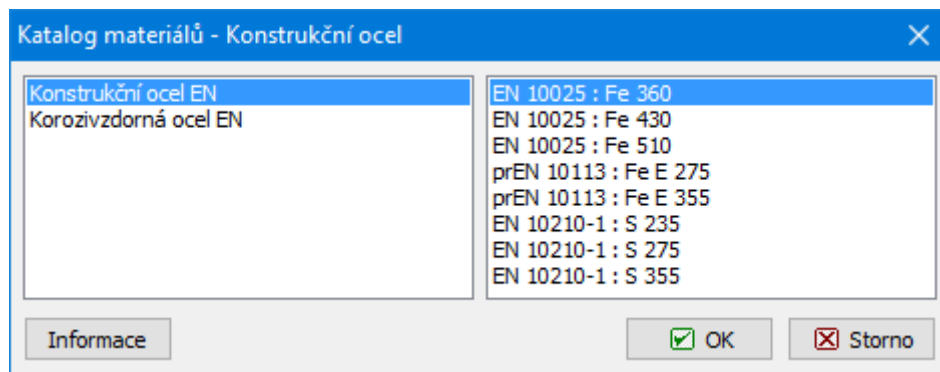
Výběr typu průřezu

Následuje výběr průřezu z databáze. Zvolíme třídu "**Trubky bezešvé kruhový průřez**" a poté profil "**TK 168x16**".



Výběr průřezu z databáze

Po potvrzení tlačítkem **"OK"** se zobrazí okno s výběrem třídy materiálu. Zvolíme ocel **"EN 10025: Fe 360"**.

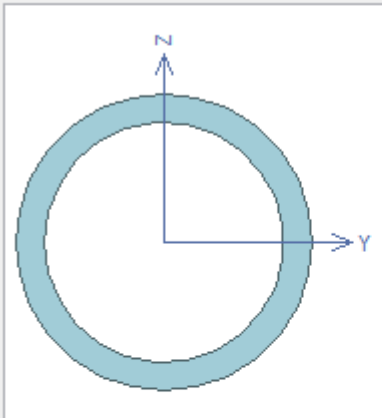


Volba třídy materiálu

Po zadání průřezu a materiálu vypadá okno **"Prototyp profilu"** následovně.

**Prototyp profilu**

Průřez



Typ průřezu:

Ocel Dřevo

Beton Zdivo

Číselně Editor

Edituj zadaný

Natočení průřezu:

$\alpha =$   [°]

**Konstrukční ocel TK 168 x 16**

$A = 7,64E+03 \text{ mm}^2$   $P = 955,0 \text{ mm}$

$I_y = 22,3E+06 \text{ mm}^4$   $I_z = 22,3E+06 \text{ mm}^4$

Materiál

Katalog **EN 10025 : Fe 360**

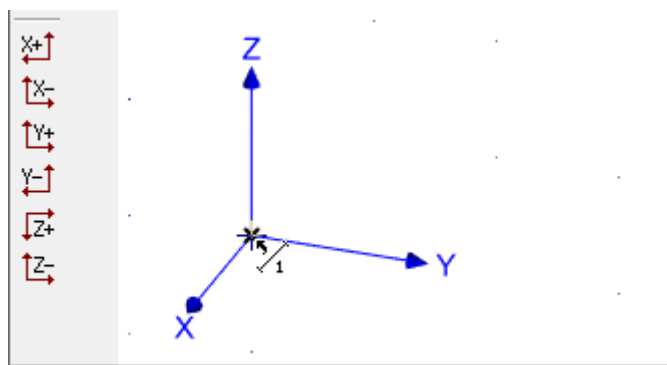
Číselně  $E = 210,0E+03 \text{ MPa}$   $G = 81,00E+03 \text{ MPa}$

$\alpha_t = 12,00E-06 \text{ 1/K}$   $\gamma = 78,50 \text{ kN/m}^3$

Načíst z konstrukce ☒ OK ☐ Storno

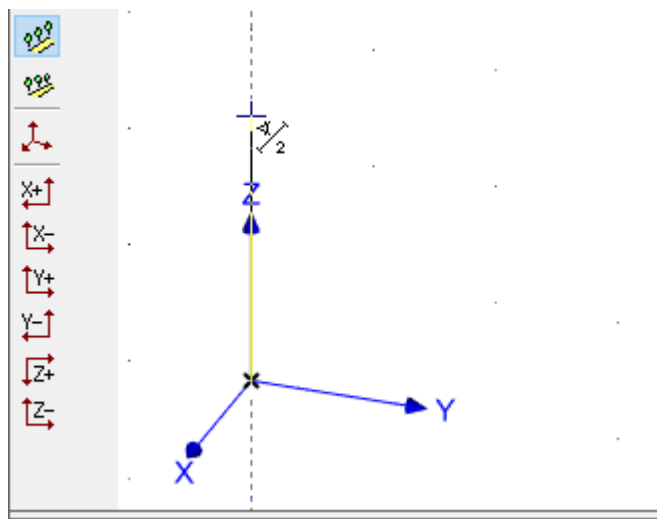
*"Prototyp profilu" se zadanými vlastnostmi*

Po potvrzení okna tlačítkem "OK" se vlastnosti prototypu dílce ukotví v zadávacím rámu v dolní části okna. Zároveň již je možné na pracovní ploše zadávat samotné dílce. Jako první dílec zadáme sloup. Počáteční styčník zvolíme v počátku souřadného systému. Po najetí kurzorem do okolí počátku se kurzor automaticky přichytí do průsečíku globální os a změní se též vzhled kurzoru. V ten moment zadáme počáteční bod kliknutím levým tlačítkem myši.



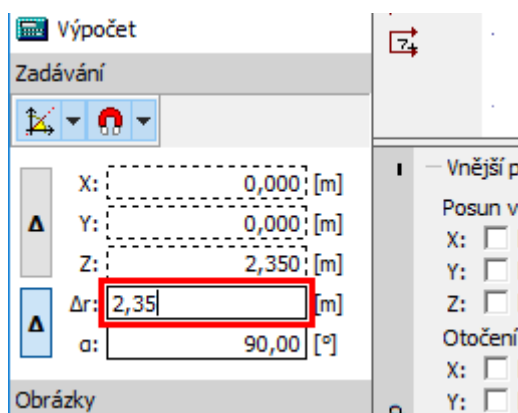
*Vzhled kurzoru při zarovnání do počátku souřadného systému*

V dalším kroku kurzorem naznačíme orientaci dílce ve směru osy "Z". Program automaticky nabízí zarovnání kurzoru do významných směrů (ve výchozím nastavení násobky  $45^\circ$  v pracovní rovině).



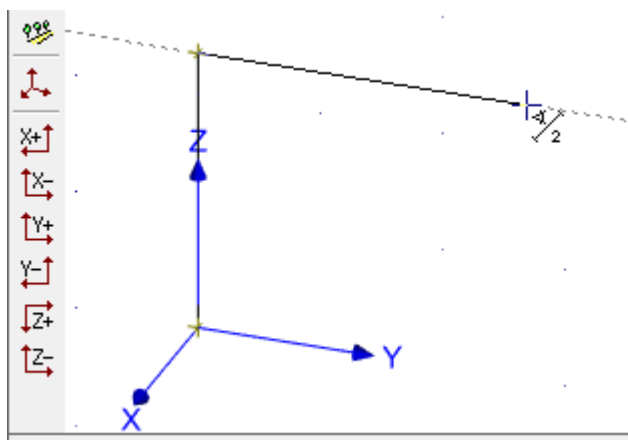
Určení orientace dílce kurzorem

Zároveň na klávesnici zadáme délku dílce (výšku sloupu) 2,35. Délky se zadávají v metrech. Takto zadaná délka se automaticky zapíše do vstupního pole " $\Delta r$ " ve spodní části ovládacího stroměčku. Zadání potvrdíme klávesou "**Enter**".



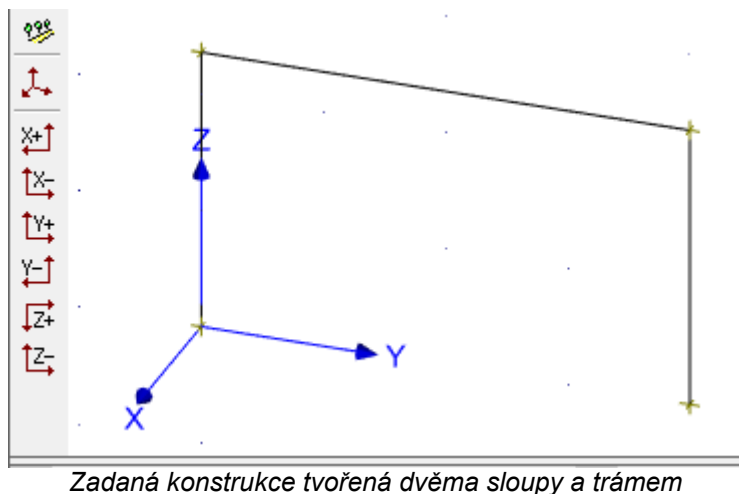
Zápis délky dílce do zadávacího pole v ovládacím stroměčku

Následuje zadání trámu. Počáteční styčník je totožný s koncovým styčníkem sloupu, koncový bod zadáme opět kurzorem (směr rovnoběžný s osou "**Y**") a délkou 4m. Délku potvrdíme klávesou "**Enter**".

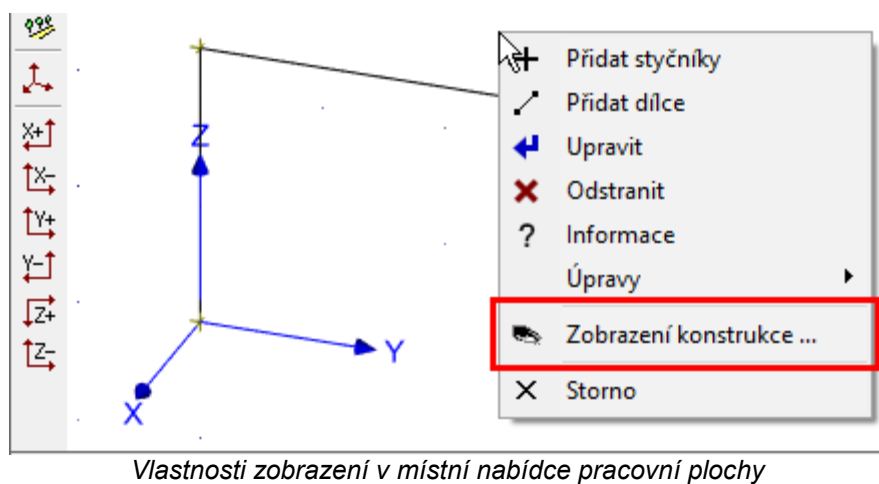


Zadávaní trámu

Z konce trámu nakonec zadáme druhý sloup, zadávání tentokrát bude probíhat proti směru osy "**Z**".

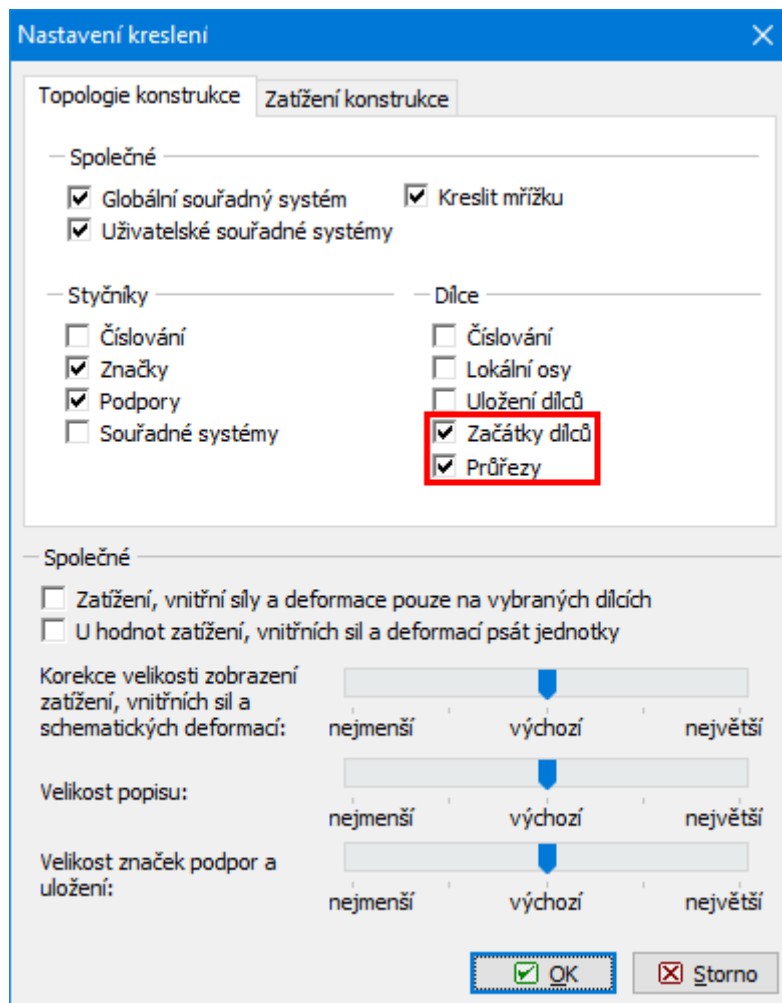


Režim zadávání dílců zrušíme kliknutím pravým tlačítkem myši. Následně zobrazíme průřezy dílců, abychom mohli snadněji kontrolovat vstupy. Kliknutí pravým tlačítkem myši kdekoli na pracovní ploše spustí místní nabídku, kde lze zvolit položku "**Zobrazení konstrukce**".



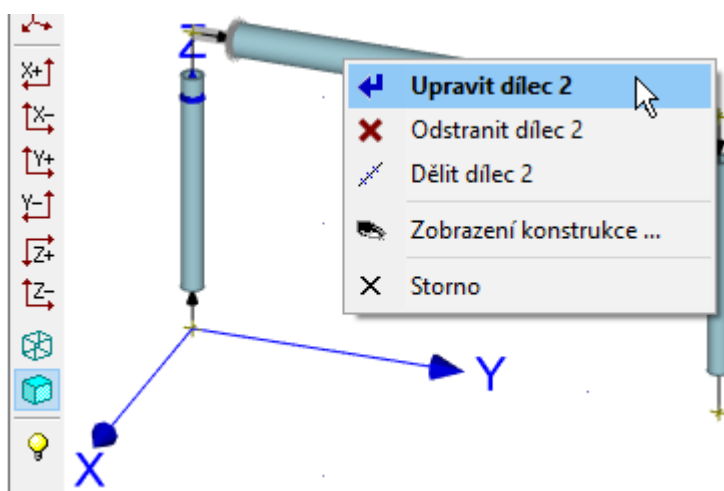
Tato položka spustí dialogové okno "**Nastavení kreslení**". V tomto okně zaškrtneme dvě nastavení: "**Průřezy**" a "**Začátky dílců**". První nastavení zobrazí hmoty dílců dle zadaných průřezů, druhé zvýrazní černými šipkami počáteční styčníky dílců. Změny zobrazení potvrdíme tlačítkem "**OK**".





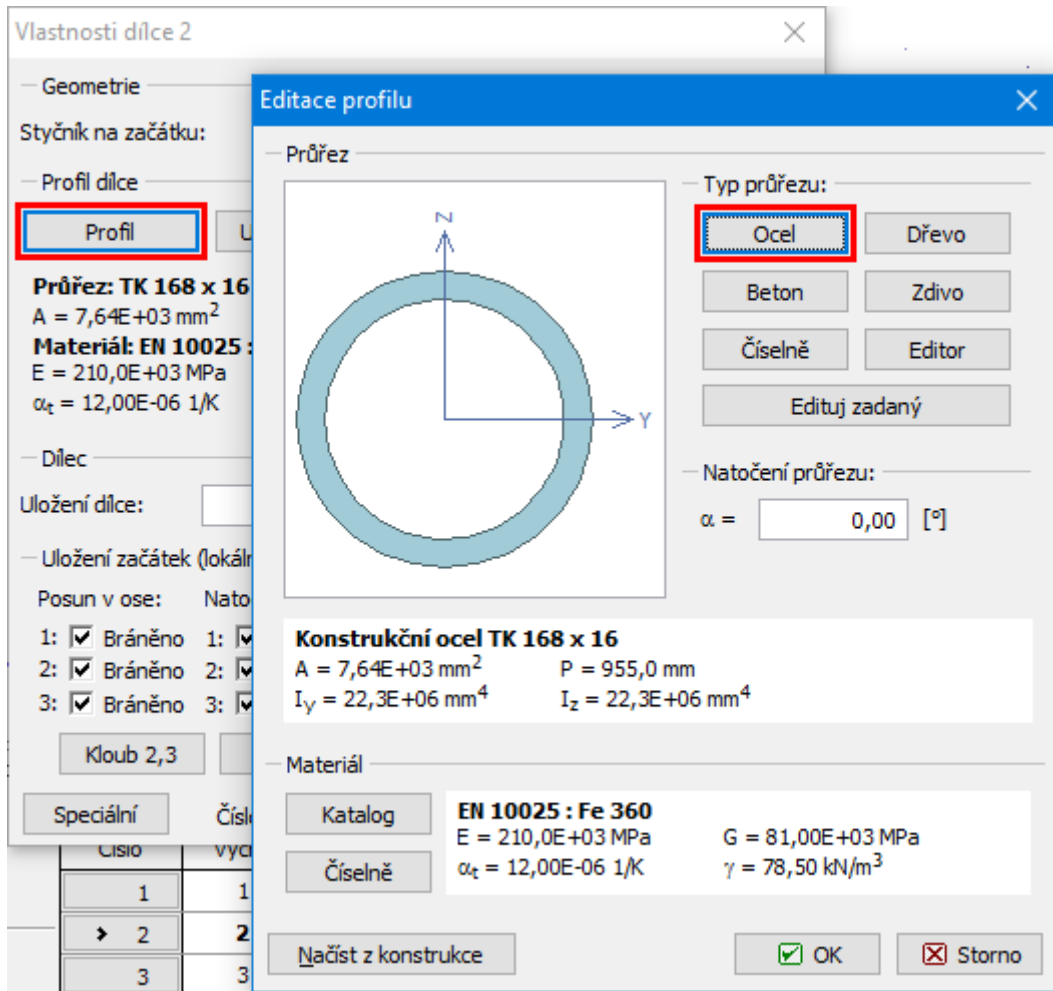
Změny v okně "Nastavení kreslení"

Nyní je vidět, že sloupy a trám mají shodný průřez (trubku). Dalším krokem tedy je úprava průřezu trámu. Najedeme kurzorem nad trám a klikneme pravým tlačítkem myši. Tím vyvoláme místní nabídku, kde zvolíme položku **"Upravit dílec 2"**.



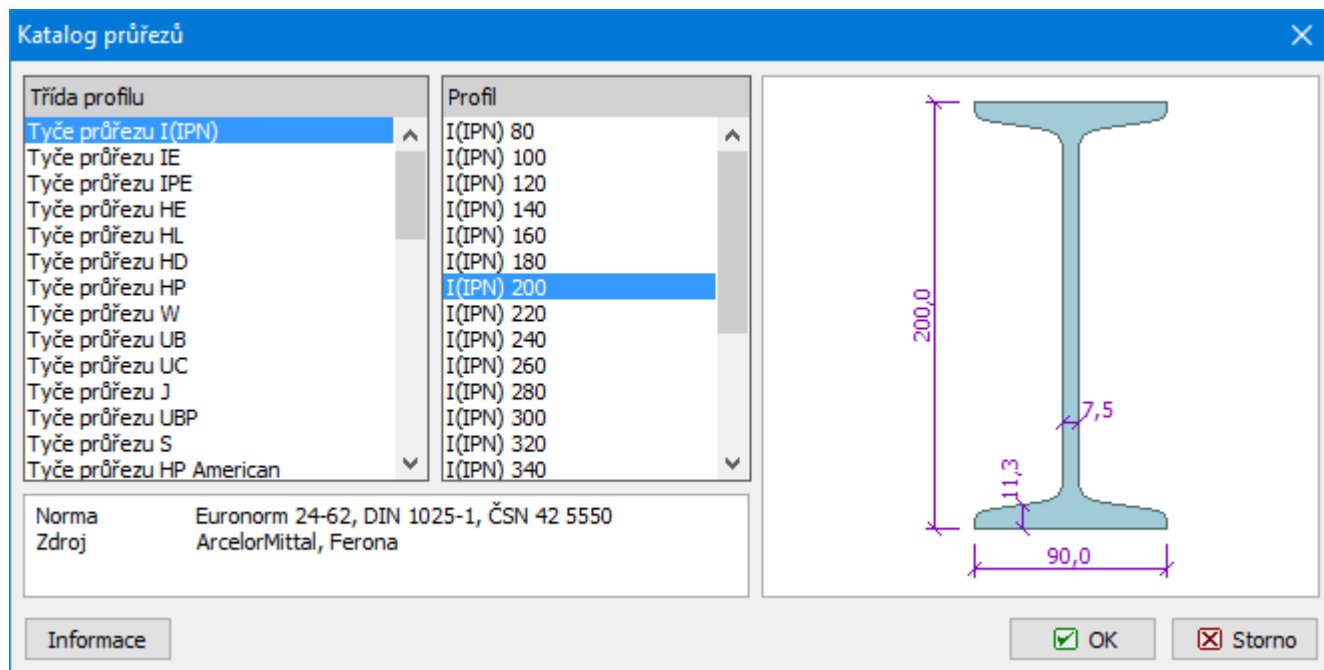
Místní nabídka pro trám

Tato operace vyvolá okno **"Vlastnosti dílce"**, které zadáme průřez již známým způsobem. Tlačítkem **"Profil"** spustíme okno **"Editace profilu"** a zde vybereme typ průřezu **"Ocel"**.



Změna průřezu trámu

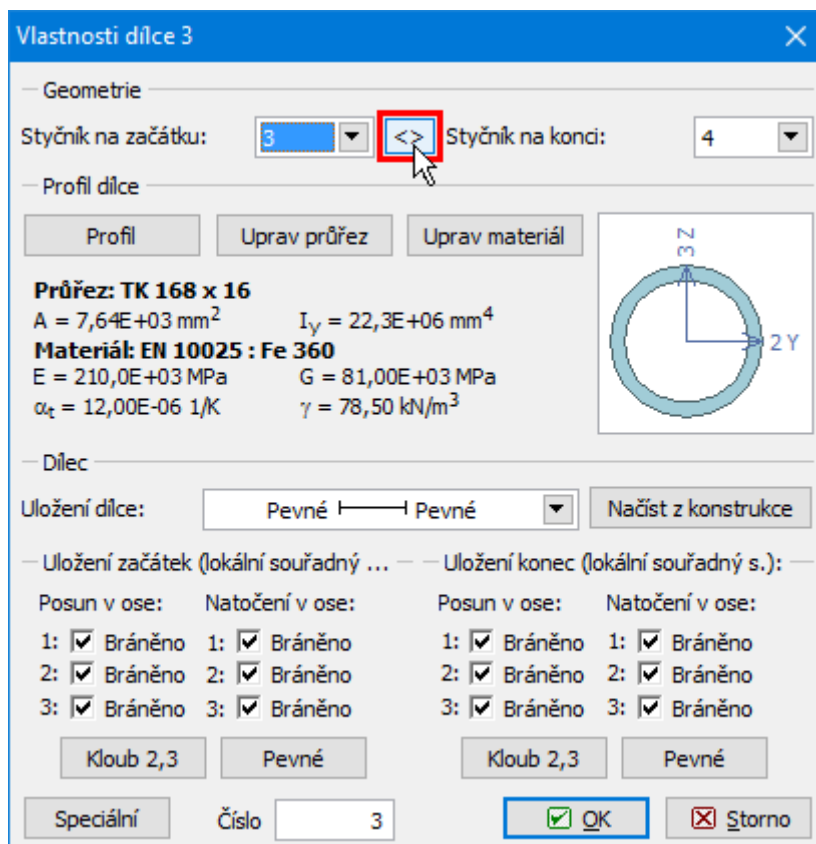
V dalším okně vybereme typ "**Celistvý válcovaný**" a následně můžeme v databázi profilů zvolit variantu "**I(IPN) 200**".



Volba průřezu v databázi

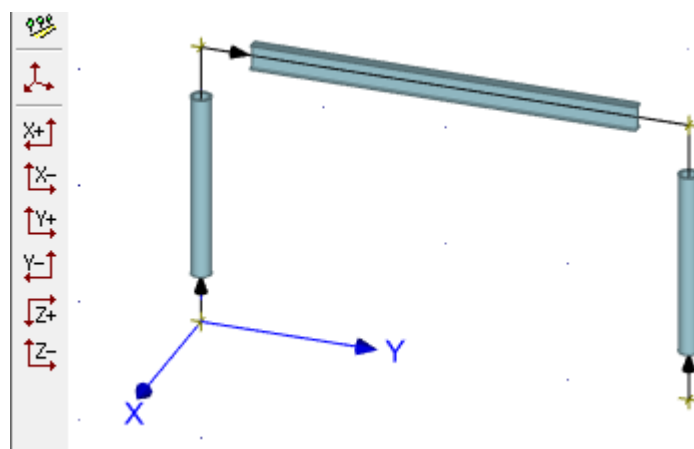
Po úpravách trámu shodným způsobem vyvoláme okno "**Vlastnosti dílce 3**" pro pravý sloup, u kterého upravíme orientaci (pořadí počátečního a koncového styčnicku). Při výpočtu vnitřních sil orientace dílce není významná. Při společném posouzení více shodným dílců v dimenzačních programech je však doporučeno dodržet shodnou orientaci všech prvků. V opačném případě se mohou vyskytnout problémy při zadávání nesymetrických vlastností po dílci (např. parametry vzpěru či klopení). Orientaci dílce změníme tlačítkem "<>" mezi číslem počátečního a koncového styčnicku v horní části okna.

Toto tlačítko zamění čísla počátečního a koncového styčnicku. Změnu potvrdíme tlačítkem "OK".



Změna orientace dílce

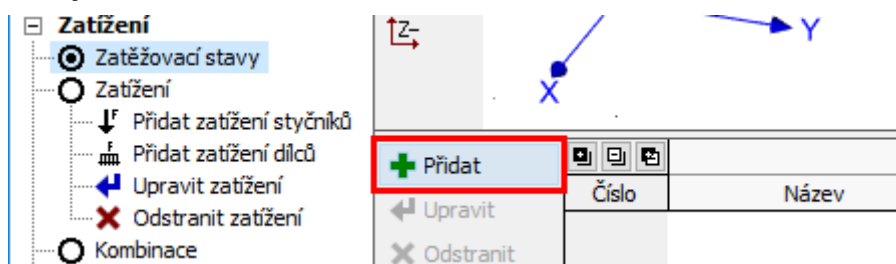
Po ukončení okna již oba sloupky mají shodně orientaci dle globální osy "Z".



Konstrukce se shodnou orientací sloupů

## Zadání zatížení

Nyní zadáme zatížení. Přejdeme do části "**Zatěžovací stavy**" ovládacího stroměčku a pomocí tlačítka "**Přidat**" u zadávací tabulky spustíme okno "**Nový zatěžovací stav**".



Tlačítko pro zadávání zatěžovacích stavů

Program nám automaticky nabídne první zatěžovací stav "**vlastní tíha-stálé**". Tento zatěžovací stav je specifický tím, že obsahuje pouze automaticky generovaná zatížení od vlastní tíhy konstrukce. Při jakékoliv úpravě průřezu či materiálu je

vlastní tíha ihned aktualizována. Tento zatěžovací stav může být zadán v konstrukci pouze jednou. Vložení zatěžovacího stavu "**vlastní tíha-stálé**" potvrdíme tlačítkem "**Přidat**".

**Nový zatěžovací stav**

Zatěžovací stav

Název: G1 vlastní tíha-stálé

Kód: vlastní tíha Typ: stálé

Součinitel zatížení - nepříznivé působení zatížení :  $\gamma_{f,Sup} = 1,35$  [-]

Součinitel zatížení - příznivé působení zatížení :  $\gamma_{f,Inf} = 0,90$  [-]

Kategorie: [standardní zadání]

Součinitel redukce stálých zatížení v alternativní kombinaci :  $\xi = 0,85$  [-]

Součinitel kombinační hodnoty :  $\psi_0 =$  [-]

Součinitel časté hodnoty :  $\psi_1 =$  [-]

Součinitel kvazistálé hodnoty :  $\psi_2 =$  [-]

Číslo: 1

**Přidat** **Sorno**

*Zatěžovací stav "Vlastní tíha"*

Obdobně přidáme další dva zatěžovací stavy, u kterých vybereme typ "**proměnné dlouhodobé**".

**Nový zatěžovací stav**

Zatěžovací stav

Název: Q1 silové-proměnné dlouhodobé

Kód: silové Typ: proměnné dlouhodobé

Součinitel zatížení - nepříznivé působení zatížení :  $\gamma_{f,Sup} = 1,50$  [-]

Součinitel zatížení - příznivé působení zatížení :  $\gamma_{f,Inf} =$  [-]

Kategorie: Kategorie A: obytné plochy

Součinitel redukce stálých zatížení v alternativní kombinaci :  $\xi =$  [-]

Součinitel kombinační hodnoty :  $\psi_0 = 0,70$  [-]

Součinitel časté hodnoty :  $\psi_1 = 0,50$  [-]

Součinitel kvazistálé hodnoty :  $\psi_2 = 0,30$  [-]

Číslo: 1

**Přidat** **Sorno**

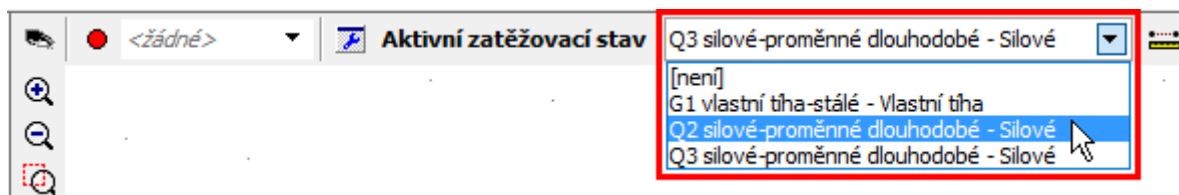
*Vlastnosti proměnného zatěžovacího stavu*

Seznam zadaných zatěžovacích stavů se zobrazí v tabulce v zadávacím rámu.

	Zatěžovací stav				
	Číslo	Název	Kód	Typ	Kategorie
<b>+ Přidat</b>	1	G1 vlastní tíha-stálé	Vlastní tíha	Stálé	[standardní zadání]
<b>Upravit</b>	2	Q2 silové-proměnné dlouhodo	Silové	Proměnné dlouhodobé	Kategorie A: obytné plochy
<b>✗ Odstranit</b>	3	<b>Q3 silové-proměnné dlouhodo</b>	<b>Silové</b>	<b>Proměnné dlouhodobé</b>	<b>Kategorie A: obytné plochy</b>
<b>↑ Nahoru</b>					

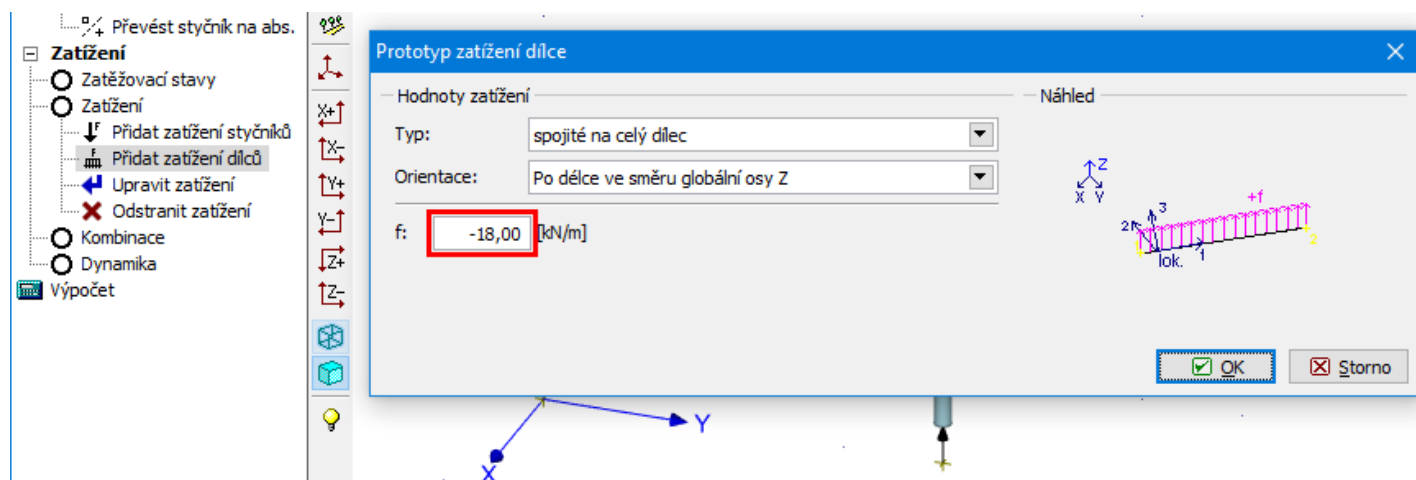
*Seznam zadaných zatěžovacích stavů*

Do takto vytvořených zatěžovacích stavů je nyní nutné vložit zatížení. V záhlaví pracovní plochy vybereme v seznamu jako aktivní zatěžovací stav Q2.



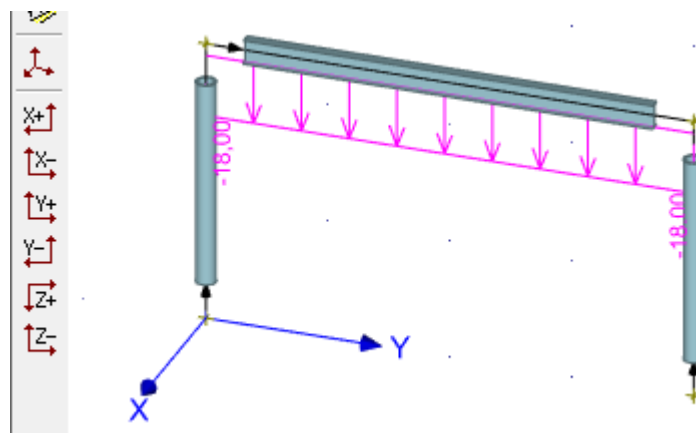
Výběr aktivního zatěžovacího stavu v záhlaví pracovní plochy

V ovládacím stroměčku zvolíme nástroj **"Přidat zatížení dílců"**. V dialogovém okně prototypu zatížení vybereme liniové zatížení ve směru osy Z a zadáme hodnotu  $-18 \text{ kN/m}$ .



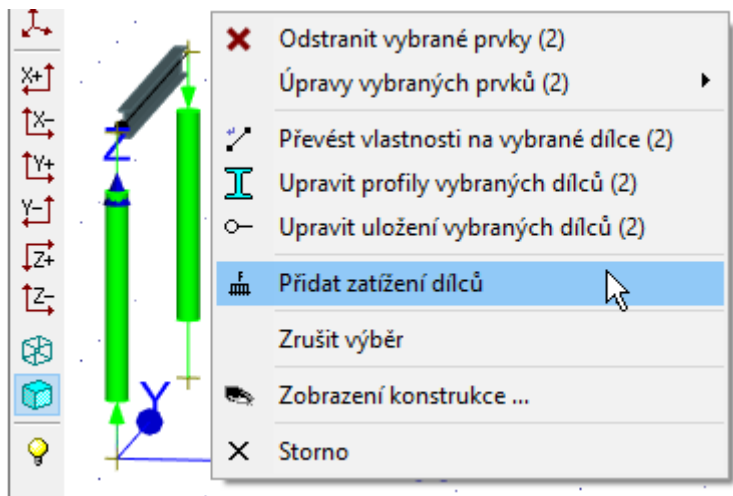
Prototyp zatížení

Poté vložíme zatížení na trám kliknutím na dílec na pracovní ploše. Zatížení se ihned na konstrukci zobrazí.



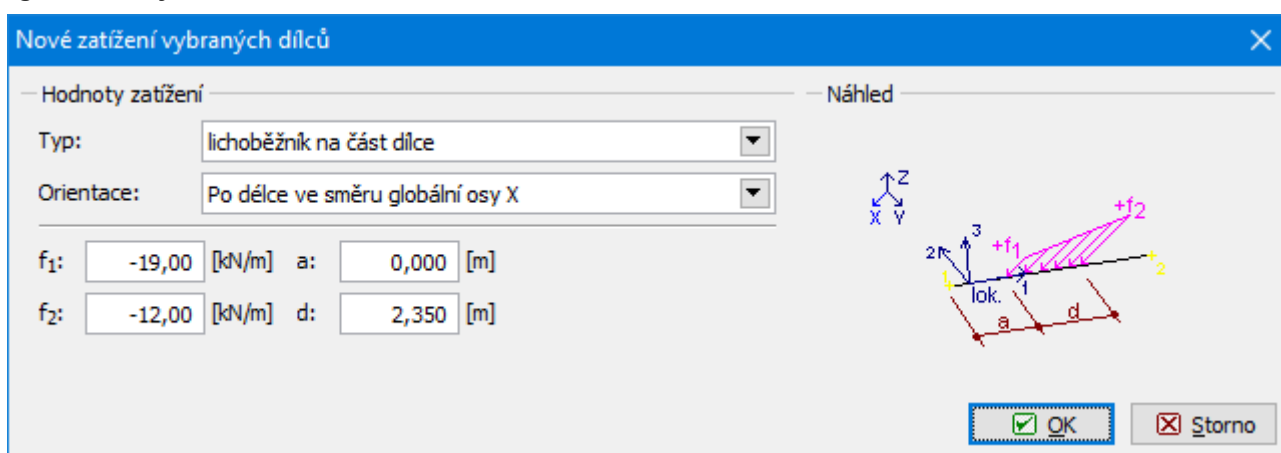
Konstrukce se zadaným zatížením

Změníme aktivní zatěžovací stav (v rozbalovacím seznamu v záhlaví pracovní plochy) na zatěžovací stav č.3. Do tohoto zatěžovacího stavu vložíme lichoběžníkové zatížení na sloupy. Protože zatížení bude na obou sloupech stejné, můžeme využít hromadné zadávání na vybrané dílce. Nejprve dílce na pracovní ploše oba sloupy vybereme. Vybrané dílce se zvýrazní zelenou barvou. Poté již můžeme pravým tlačítkem myši vyvolat místní nabídku a zvolit položku **"Přidat zatížení dílců"**.



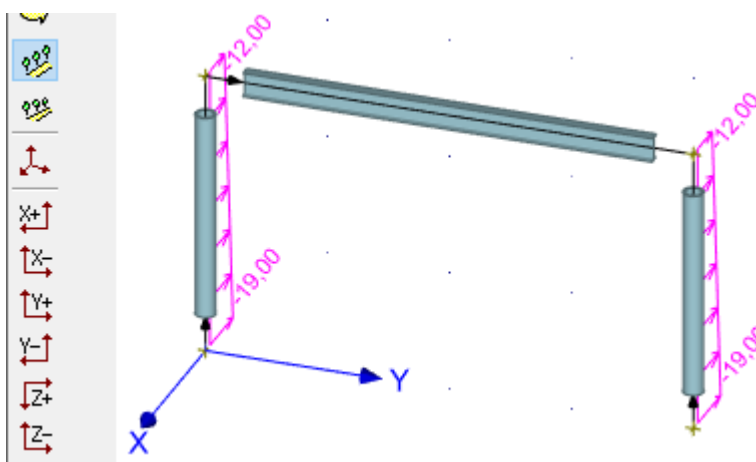
Místní nabídka pro vybrané sloupy

V okně "Nové zatížení vybraných dílců" vybereme typ zatížení "lichoběžník na část dílce" a orientaci "po délce ve směru globální osy X". Následně zadáme hodnotu zatížení na začátku a konci úseku a též délku úseku.



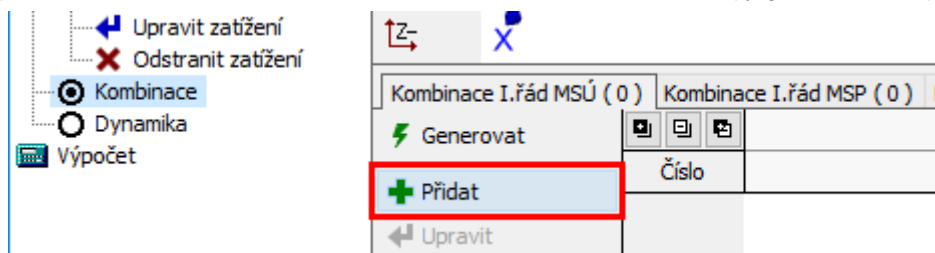
Dialogové okno pro zadání zatížení na vybrané prvky

Po stisknutí tlačítka "OK" se zatížení vloží na oba vybrané prvky. Výběr sloupů můžeme zrušit například klávesou "Esc".



Konstrukce se zadaným lichoběžníkovým zatížením

Poslední součástí zadání zatížení je vytvoření kombinací. V programu "Fin 3D" jsou oddělené kombinace pro mezní stavy únosnosti a použitelnosti. Nejprve vytvoříme kombinace pro mezní stav únosnosti. Pro návrh nám budou stačit dvě kombinace, které budou obsahovat vždy všechny zatěžovací stavy, avšak v jedné bude hlavním proměnným zatížením zatěžovací stav 2, v druhé pak zatěžovací stav 3. Ovládací stromček přepneme do části "Kombinace". Pro zadání použijeme tlačítko "Přidat" u tabulky v záložce "Kombinace I.řád MSÚ".



Tlačítko pro přidání nové kombinace zatěžovacích stavů

V tabulce ve spodní části dialogového okna "**Nová kombinace**" vybereme všechny zatěžovací stavy zaškrtnutím políček v prvním sloupci "**Uvažovat**". Políčko v druhém sloupci "**Uvažovat**" zaškrtneme pouze u zatěžovacího stavu 2. Tímto způsobem nastavíme zatěžovací stav jako hlavní proměnné zatížení. Zadání kombinace potvrdíme tlačítkem "**Přidat**".

**Nová kombinace**

Parametry kombinace

Název: Q2:G1+Q3

Druh: Základní

Zatěžovací stav			Uplatnění		Součinitel
Název	Kód	Typ	Uvažovat	Součinitel	
G1 vlastní tíha-stálé	Vlastní tíha	Stálé	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00
Q2 silové-proměnné dlouhodobé	Silové	Proměnné dlouhodobé	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1,00
Q3 silové-proměnné dlouhodobé	Silové	Proměnné dlouhodobé	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	$\psi_0(0,70)$

Mimořádné zatížení:

Součinitel pro hlavní proměnné zatížení:

☒ Přidat ☐ Storno

Volba hlavního proměnného zatížení v kombinaci

Poté změníme nastavení tak, aby jako hlavní proměnné zatížení byl uvažován zatěžovací stav 3 a opět použijeme tlačítko "**Přidat**" pro vložení do projektu. Po přidání druhé kombinace zavřeme okno "**Nová kombinace**" tlačítkem "**Storno**". Vytvořené kombinace si můžeme prohlédnout v okně "**Tabulka kombinací**", které lze otevřít tlačítkem "**Tabulka**" v nástrojové liště pro práci s kombinacemi.

**Tabulka kombinací - kombinace 1.řád**

Parametry kombinace

O/2 Číslo	Kombinace			G1 vlastní tíha	Q2 silové-pron	Q3 silové-pron
	Název	Druh	Mimořádné zatížení	Stálé	Proměnné dlou.	Proměnné dlou.
1		Základní		1,00	✓	$\psi_0(0,70)$
2		Základní		1,00	$\psi_0(0,70)$	✓

Kombinace **Q2:G1+Q3**; typ Základní;  
Hlavní proměnné zatížení: Q2 silové-proměnné dlouhodobé

**Zkrácený popis:**  

$$\gamma_{f,sup,1}(1,35) * [G1] + \gamma_{f,sup,2}(1,50) * [Q2] + \gamma_{f,sup,3}(1,50) * \psi_{0,3}(0,70) * [Q3]$$

**Dlouhý popis:**  

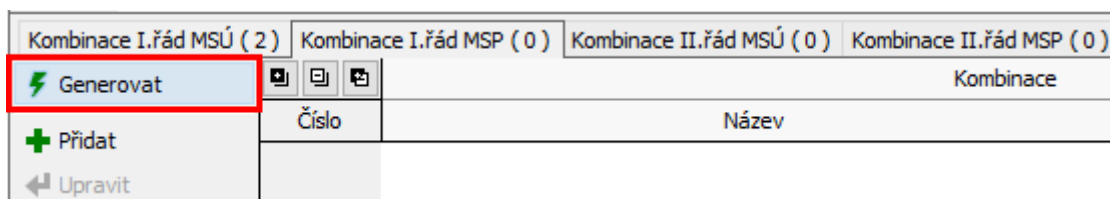
$$\gamma_{f,sup,1}(1,35) * [G1 \text{ vlastní tíha-stálé}] + \gamma_{f,sup,2}(1,50) * [Q2 \text{ silové-proměnné dlouhodobé}] + \gamma_{f,sup,3}(1,50) * \psi_{0,3}(0,70) * [Q3 \text{ silové-proměnné dlouhodobé}]$$

Tabulka kombinací

Následně přejdeme na záložku "**Kombinace I. řád MSP**" a zadáme kombinace pro mezní stavy použitelnosti. V tomto

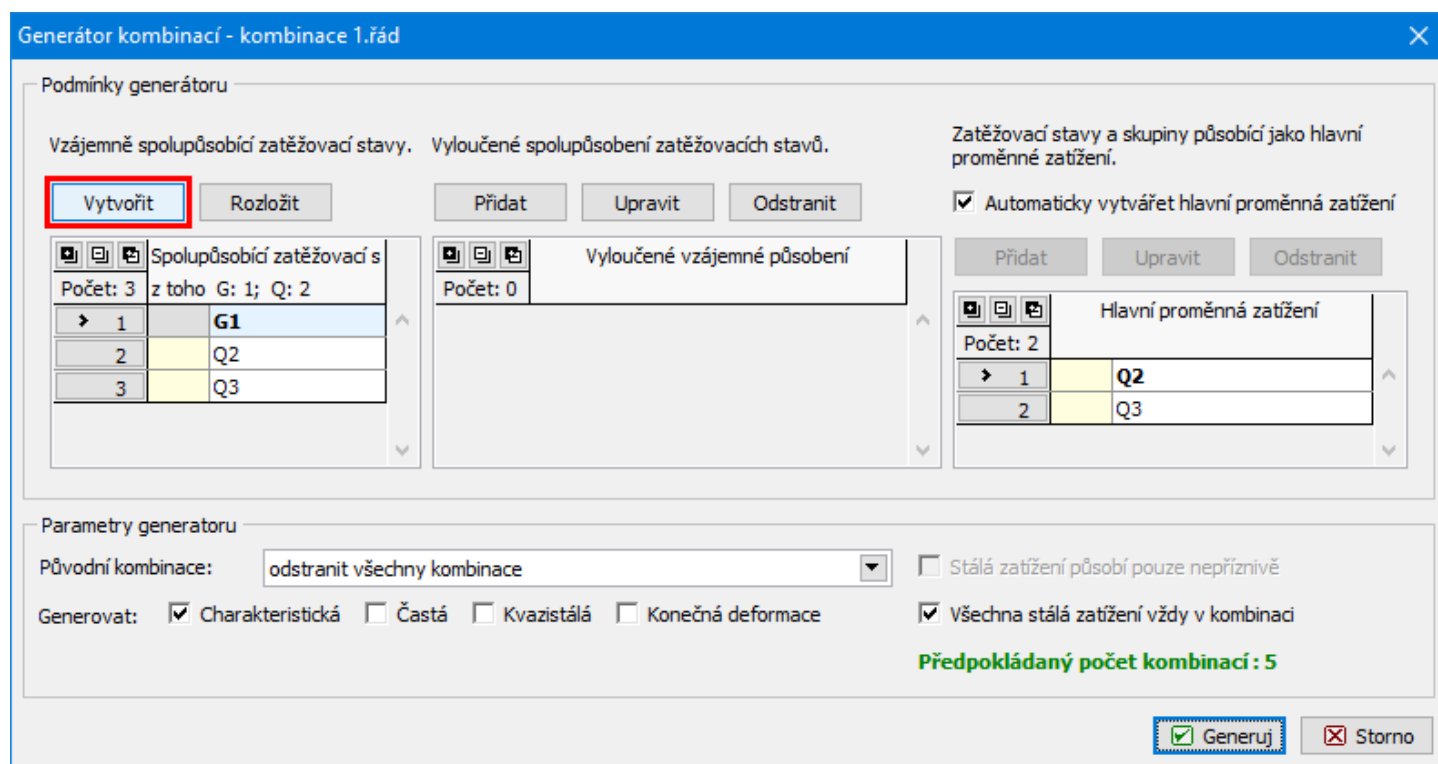


případě použijeme automatickou tvorbu pomocí "**Generátoru kombinací**". Tento nástroj spustíme tlačítkem "**Generovat**".



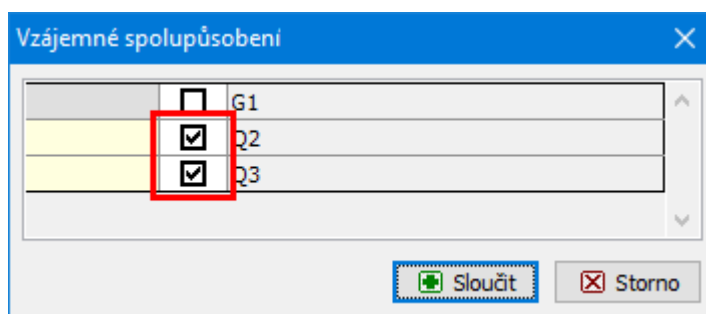
*Tlačítko generátoru kombinací*

V okně generátoru lze zadat pravidla, která ovlivňují počet vytvořených kombinací. V našem případě vytvoříme skupinu spolupůsobících zatěžovacích stavů, takže proměnná zatížení budou v kombinacích vždy společně. V záhlaví levé tabulky "**Vzájemně spolupůsobící zatěžovací stavy**" použijeme tlačítko "**Vytvořit**", abychom mohli tuto skupinu zadat.



*Tlačítko pro vytvoření skupiny spolupůsobících zatěžovacích stavů*

V okně "**Vzájemné spolupůsobení**" zaškrtneme zatěžovací stavy "**Q1**" a "**Q2**" a tlačítkem "**Sloučit**" vytvoříme skupinu

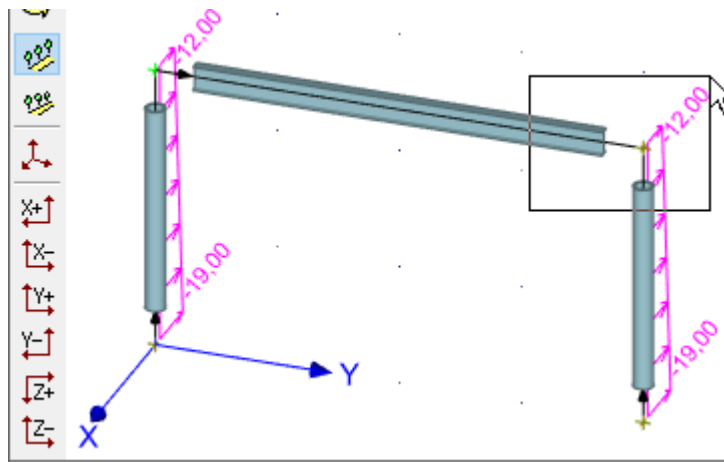


*Sloučení zatěžovacích stavů do skupiny*

Ostatní nastavení generátoru již měnit nemusíme. Po zmáčknutí tlačítka "**Generuj**" se automaticky vytvoří charakteristické kombinace zatěžovacích stavů. Dokončili jsme základní zadání zatížení a můžeme přejít k rozšíření konstrukce.

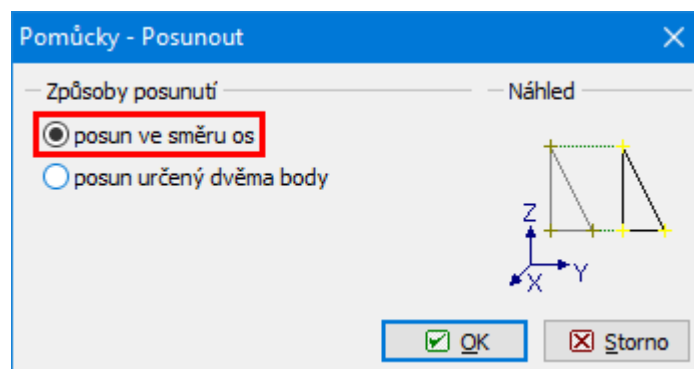
## Úpravy konstrukce

V této kapitole provedeme rozšíření zadané konstrukce na prostorový rám. Použijeme k tomu nástroj pro kopírování prvků. Nejprve však vybereme horní styčníky, neboť při kopírování rámu program může v těchto místech vytvořit nové pruty spojující původní rám s novým. Při výběru styčníků použijeme tažení zleva doprava. Díky tomu nebudou do výběru zahrnuty dílce zasahující do oblasti výběru.



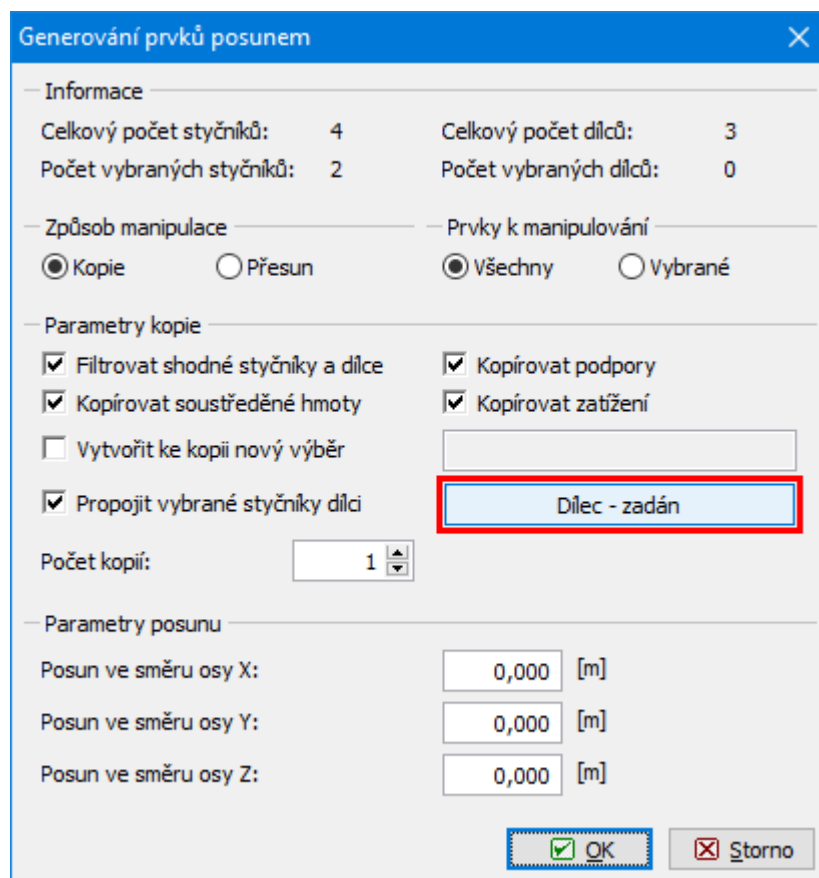
Výběr styčníků na pracovní ploše

Poté vybereme v ovládacím stromečku nástroj "**Kopírovat**" a následně zvolíme režim "**Posun ve směru os**".



Volba způsobu zadávání posunu

V okně "**Generování prvků posunem**" nastavíme parametry dle následujícího obrázku. Zároveň zaškrtneme položku "**Propojit vybrané styčnický dílce**", která vytvoří dílce mezi původními a nově vzniklými vybranými styčnickými. Průřez těchto nových dílců zadáme tlačítkem "**Dílec - zadán**".



Tlačítko pro zadání průřezu propojovacích dílců

V okně "**Prototyp profilu**" je třeba nastavit vlastnosti odpovídající průřezu trávu. Je též možnost tyto vlastnosti načíst z existujícího dílce (tlačítko "**Načíst z konstrukce**" v levém dolním rohu okna).

**Prototyp profilu**

Průřez

Typ průřezu:

Ocel Dřevo

Beton Zdivo

Číselně Editor

Edituj zadaný

Natočení průřezu:

$\alpha =$  0,00 [°]

**Konstrukční ocel I(IPN) 200**

$A = 3,34E+03 \text{ mm}^2$   $P = 707,1 \text{ mm}$

$I_y = 21,4E+06 \text{ mm}^4$   $I_z = 1,16E+06 \text{ mm}^4$

Materiál

Katalog Číselně

**EN 10025 : Fe 360**

$E = 210,0E+03 \text{ MPa}$   $G = 81,00E+03 \text{ MPa}$

$\alpha_t = 12,00E-06 \text{ 1/K}$   $\gamma = 78,50 \text{ kN/m}^3$

Načíst z konstrukce OK Storno

*Tlačítko pro kopírování vlastností od jiného*

Na závěr je nutné zadat vektor posunu. Zadáme hodnotu  $-4m$  do kolonky "**Posun ve směru osy X**". Parametry kopírování potvrdíme tlačítkem "**OK**".

**Generování prvků posunem**

— Informace

Celkový počet styčníků:	4	Celkový počet dílců:	3
Počet vybraných styčníků:	2	Počet vybraných dílců:	0

— Způsob manipulace

☒ Kopie    ☐ Přesun    ☒ Všechny    ☐ Vybrané

— Parametry kopie

☒ Filtrvat shodné styčníky a dílce    ☒ Kopírovat podpory  
☒ Kopírovat soustředěné hmoty    ☒ Kopírovat zatížení  
☐ Vytvořit ke kopii nový výběr  
☒ Propojit vybrané styčníky dílci

Počet kopií: 1

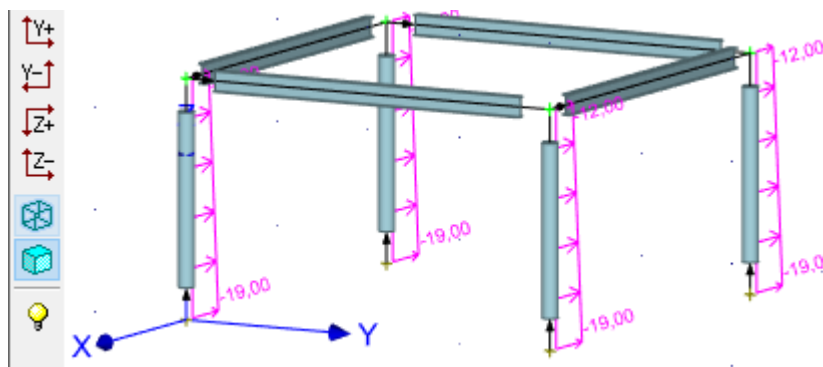
— Parametry posunu

Posun ve směru osy X: -4,000 [m]  
 Posun ve směru osy Y: 0,000 [m]  
 Posun ve směru osy Z: 0,000 [m]

OK Storno

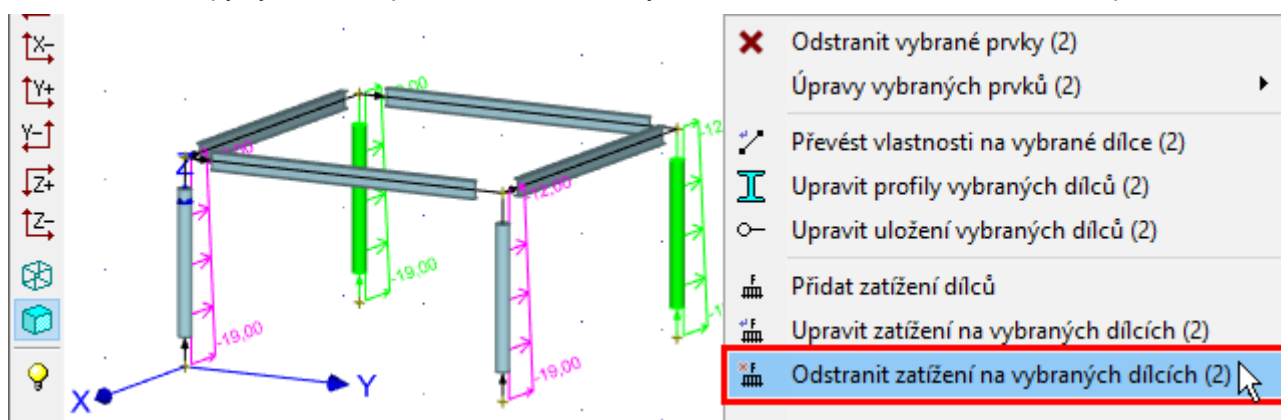
Zadání vektoru kopírování

Pomocí tohoto nástroje se základní rám zkopíroval na nové místo a v místech horních styčníků se mezi původním a novým rámem vytvořily nové trámy.



Konstrukce po úpravě

Sloupy v novém rámu se překopírovaly včetně lichoběžníkových zatížení. Dle zadání má zatížení být pouze na dvojici sloupů. Proto nové sloupy vybereme a pomocí místní nabídky lichoběžníková zatížení na těchto sloupech odstraníme.

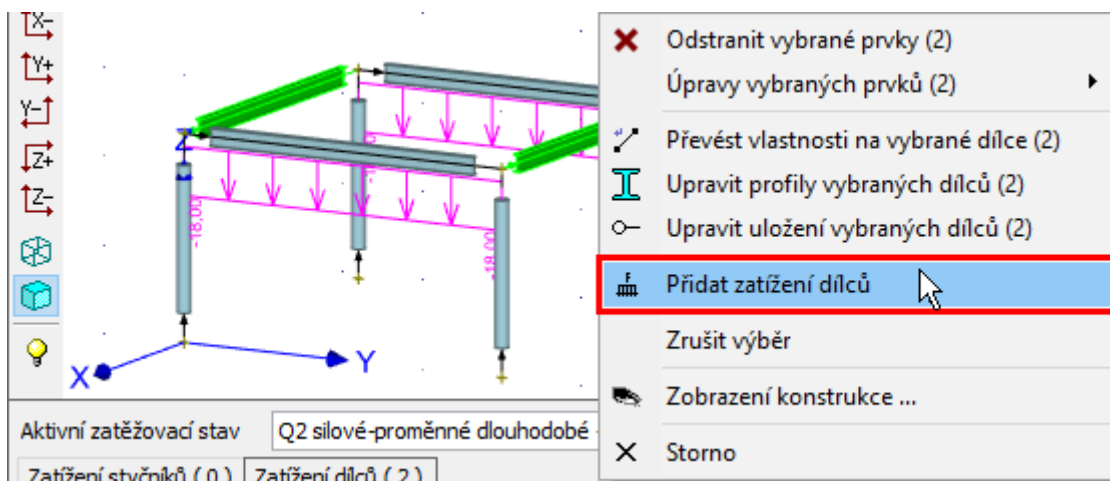


Odstranění vybraných zatížení

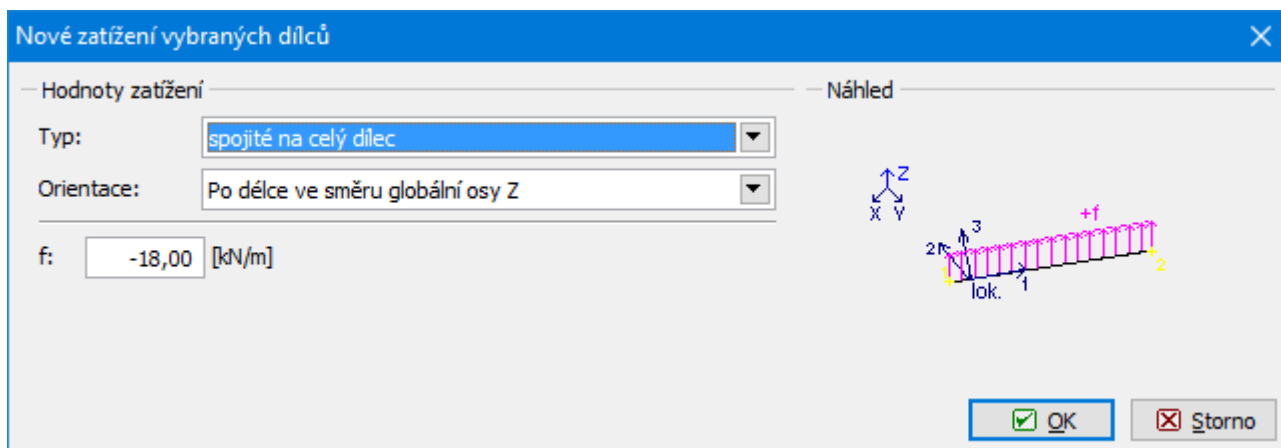
Výběr dílců zrušíme klávesou "**Esc**". Změníme-li v záhlaví pracovní plochy aktivní zatěžovací případ na "**Q2 silové-proměnné dlouhodobé**", zjistíme, že je nutné doplnit zatížení na nově vzniklé trámy.



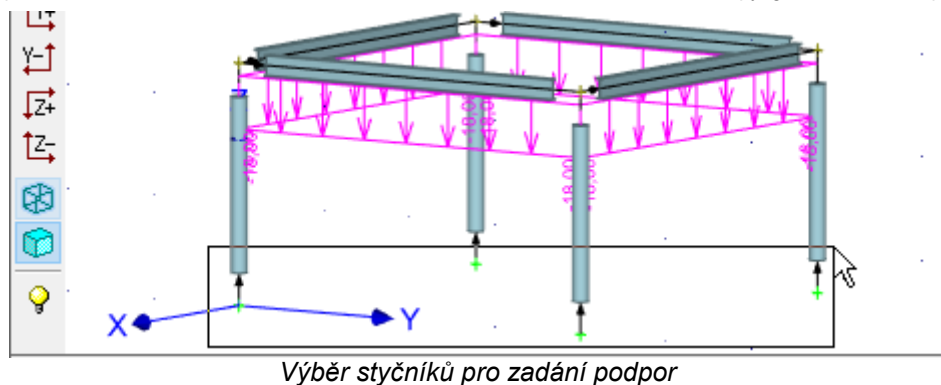
Nové trámy vybereme a v místní nabídce zvolíme položku "**Přidat zatížení dílců**".



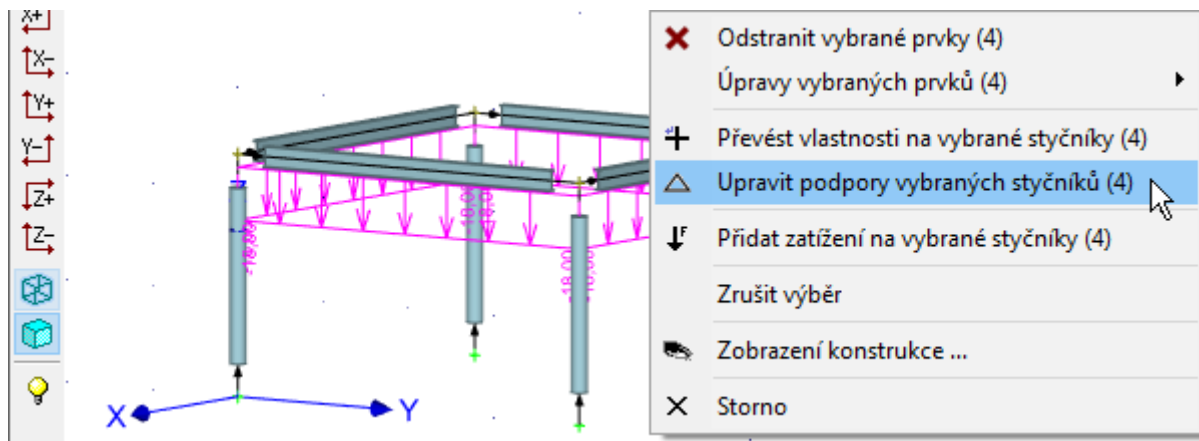
Vlastnosti nových zatížení zadáme shodně jako v případě existujících zatíženích na ostatních dílcích.



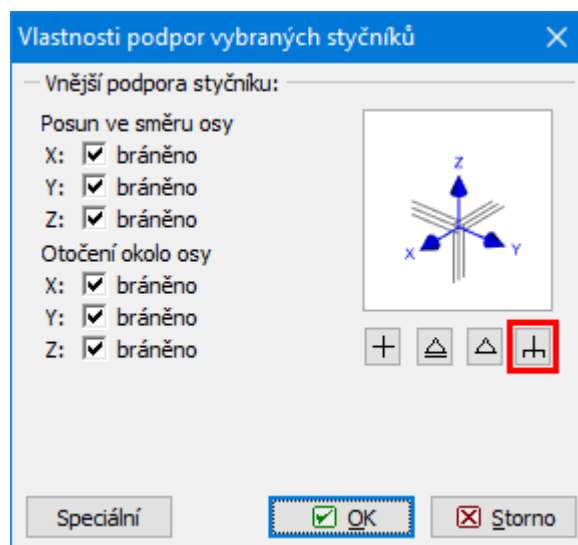
Poslední topologickou úpravou je zadání podpor. Nejprve vybereme všechny paty sloupů.



Následně pravým tlačítkem myši vyvoláme místní nabídku, kde zvolíme položku **"Upravit podpory vybraných styčníků"**.

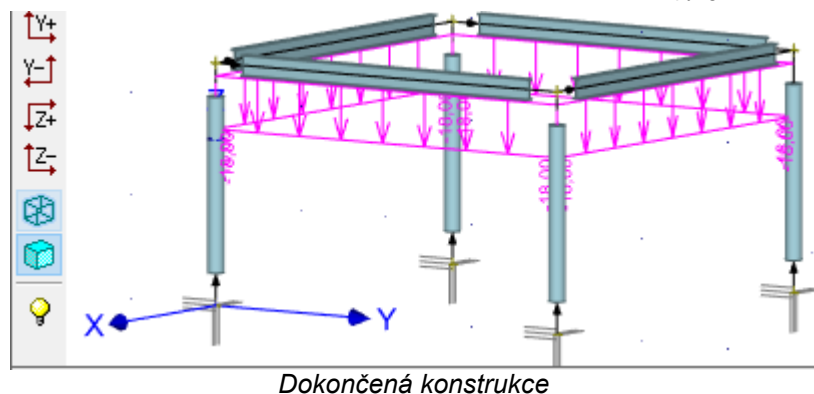


V okně **"Vlastnosti podpor vybraných styčníků"** zvolíme podepření ve všech směrech (vetknutí). Při zadávání můžeme využít tlačítka s předdefinovanými základními typy podpor. Okno zavřeme tlačítkem **"OK"**.



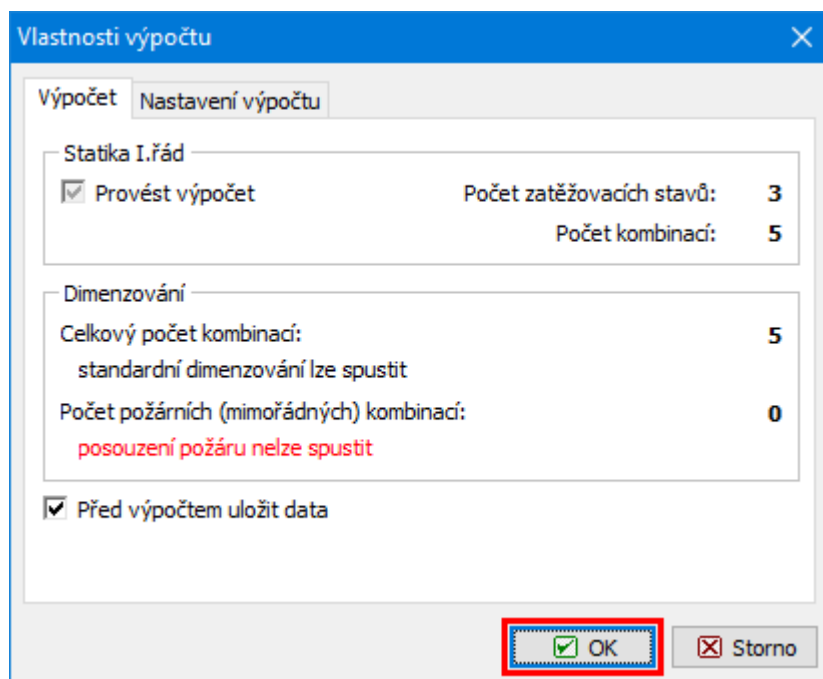
Tlačítko pro rychlé zadání vetknutého podepření

Po zadání podpor již můžeme přikročit k výpočtu vnitřních sil. Konstrukce před výpočtem je zobrazena na následujícím obrázku.



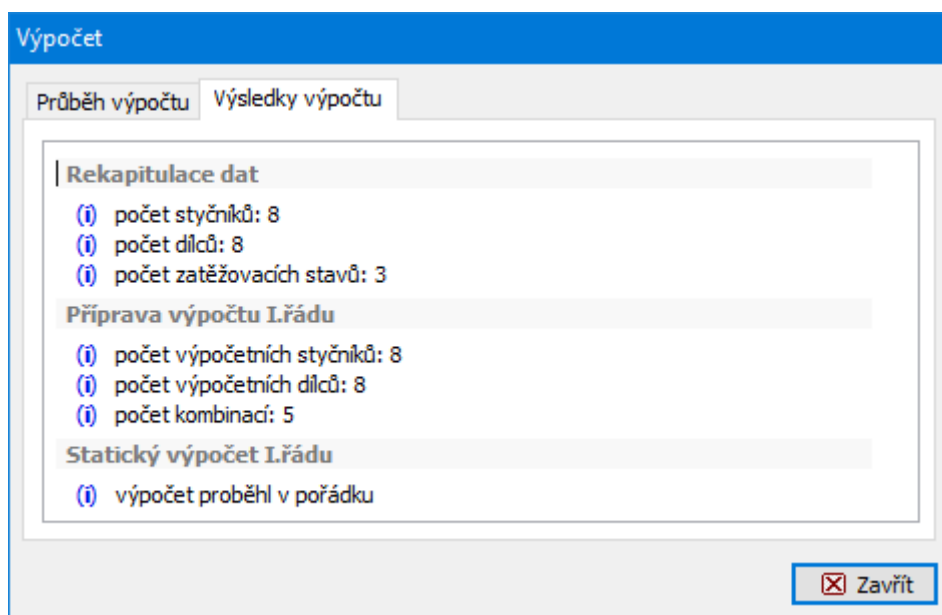
## Výpočet a výsledky

Nyní můžeme provést výpočet. Ten se spustí příkazem "**Výpočet**" v ovládacím stroměčku. Při spuštění výpočtu se nejprve zobrazí dialogové okno "**Vlastnosti výpočtu**" a po jeho potvrzení tlačítkem "**OK**" se provede výpočet.



Potvrzení parametrů výpočtu

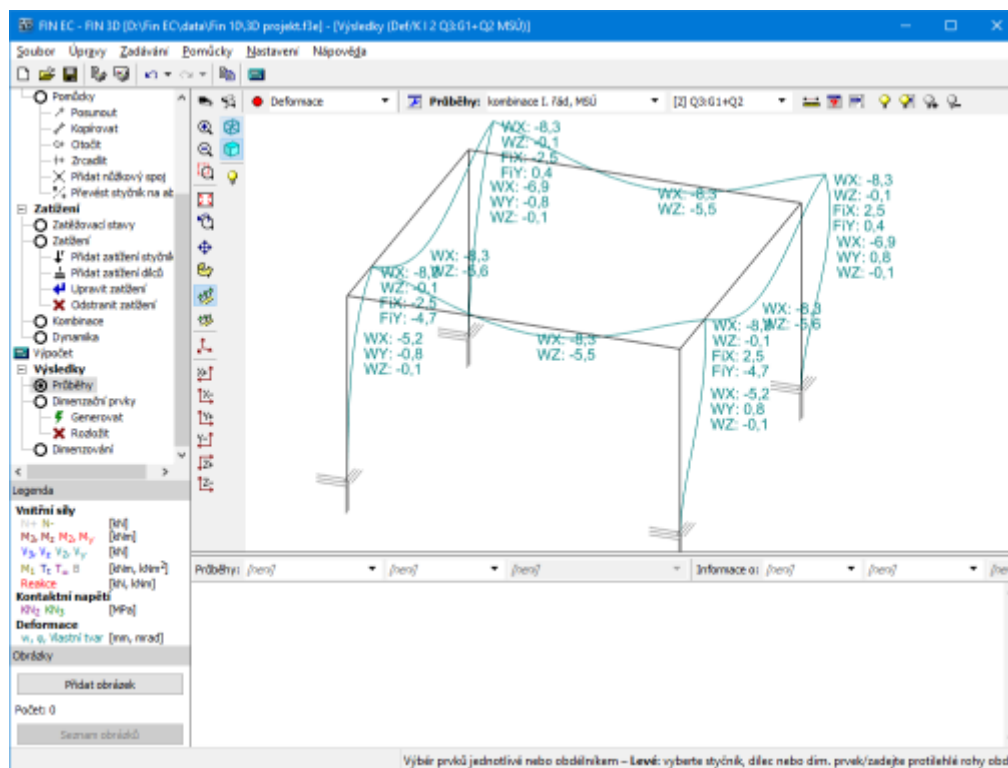
Program provede výpočet, informace o průběhu a výsledcích výpočtu se zobrazí v okně "**Výpočet**". Okno se ukončí tlačítkem "**Zavřít**".




Okno "Výpočet" s informacemi o průběhu výpočtu

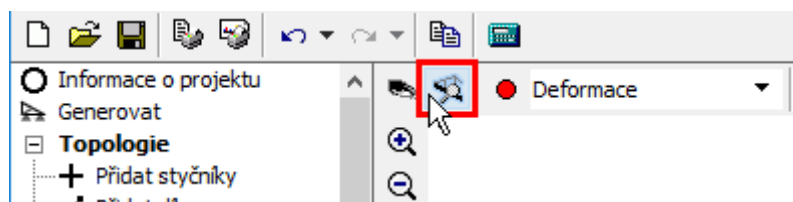


Po výpočtu se nám zobrazí deformovaná konstrukce.



*Náhled na průběh deformací na konstrukci*

Program obsahuje širokou paletu nástrojů pro zobrazování průběhů jednotlivých veličin. Kromě výše uvedeného okna "**Nastavení kreslení**" lze využít především dialogové okno "**Nastavení zobrazení průběhů**", které se spouští tlačítkem  v nástrojové liště v záhlaví pracovní plochy.



*Tlačítko pro otevření okna "Nastavení zobrazení průběhů"*

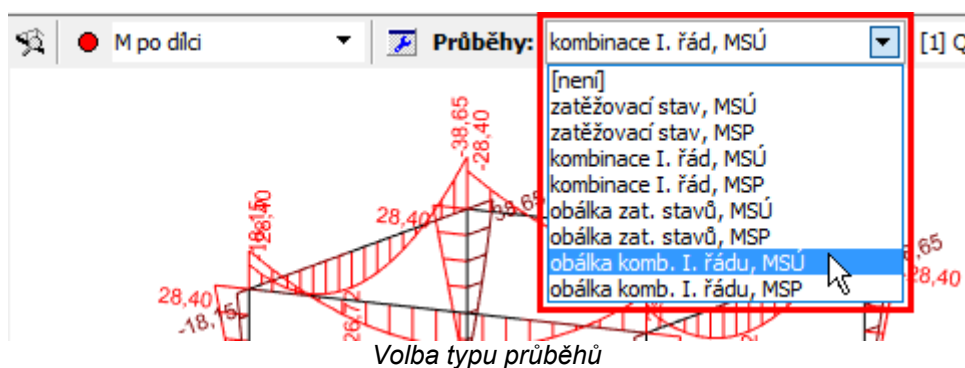
V tomto okně lze nastavit, které veličiny mají být na konstrukci vykresleny. Můžeme si například zapnout zobrazení ohybových momentů.

**Nastavení zobrazení průběhů**

Druh výsledků:	Způsob kreslení výsledků	
<input checked="" type="checkbox"/> Deformace	<input checked="" type="checkbox"/> Popisovat	<input type="checkbox"/> Zvýraznit maxima
Typ popisu: <b>Všechny hodnoty</b>		
<input type="checkbox"/> Reakce $F_x$	<input checked="" type="checkbox"/> Popisovat	<input type="checkbox"/> Zvýraznit maxima
<input type="checkbox"/> Reakce $F_y$	<input checked="" type="checkbox"/> Popisovat	<input type="checkbox"/> Zvýraznit maxima
<input type="checkbox"/> Reakce $F_z$	<input checked="" type="checkbox"/> Popisovat	<input type="checkbox"/> Zvýraznit maxima
<input type="checkbox"/> Reakce $M_x$	<input checked="" type="checkbox"/> Popisovat	<input type="checkbox"/> Zvýraznit maxima
<input type="checkbox"/> Reakce $M_y$	<input checked="" type="checkbox"/> Popisovat	<input type="checkbox"/> Zvýraznit maxima
<input type="checkbox"/> Reakce $M_z$	<input checked="" type="checkbox"/> Popisovat	<input type="checkbox"/> Zvýraznit maxima
<input type="checkbox"/> Kontaktní napětí 2	<input checked="" type="checkbox"/> Popisovat	<input type="checkbox"/> Zvýraznit maxima
<input type="checkbox"/> Kontaktní napětí 3	<input checked="" type="checkbox"/> Popisovat	<input type="checkbox"/> Zvýraznit maxima
Vnitřní síly kreslit po dílcích		
<input type="checkbox"/> Normálová síla - N	<input checked="" type="checkbox"/> Popisovat	<input type="checkbox"/> Zvýraznit maxima
<input type="checkbox"/> Posouvající síla - $V_2$	<input checked="" type="checkbox"/> Popisovat	<input type="checkbox"/> Zvýraznit maxima
<input type="checkbox"/> Posouvající síla - $V_3$	<input checked="" type="checkbox"/> Popisovat	<input type="checkbox"/> Zvýraznit maxima
<input checked="" type="checkbox"/> Ohybový moment - $M_2$	<input checked="" type="checkbox"/> Popisovat	<input type="checkbox"/> Zvýraznit maxima
<input checked="" type="checkbox"/> Ohybový moment - $M_3$	<input checked="" type="checkbox"/> Popisovat	<input type="checkbox"/> Zvýraznit maxima
<input type="checkbox"/> Krouticí moment - $M_1$	<input checked="" type="checkbox"/> Popisovat	<input type="checkbox"/> Zvýraznit maxima
Pro tenkostěnné ocelové průřezy:		
<input type="checkbox"/> Prosté kroucení - $T_t$	<input type="checkbox"/> Popisovat	<input type="checkbox"/> Zvýraznit maxima
<input type="checkbox"/> Vázané kroucení - $T_w$	<input type="checkbox"/> Popisovat	<input type="checkbox"/> Zvýraznit maxima
<input type="checkbox"/> Bimoment - B	<input type="checkbox"/> Popisovat	<input type="checkbox"/> Zvýraznit maxima
<input type="button" value="Kreslit vše"/> <input type="button" value="Popis všude"/> <input type="button" value="Maxima tl. všude"/>		
<input type="button" value="Nekreslit nic"/> <input type="button" value="Popis nikde"/> <input type="button" value="Maxima tl. nikde"/>		
<input checked="" type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Storno"/>		

Výběr zobrazení ohybových momentů

Výsledky lze zobrazovat pro jednotlivé zatěžovací stavy, kombinace či obálky. V našem případě si zobrazíme obálku ohybových momentů pro všechny kombinace. V rozbalovacím seznamu **"Průběhy"** zvolíme položku **"Obálka komb. I. řádu, MSÚ"**



Po zvolení této varianty se objeví okno **"Obálka kombinací pro I.řád"**. V levé části se nastavuje, které kombinace mají být obsaženy v obálce. V našem případě zaškrtneme obě kombinace, které jsou v projektu.

Obálka kombinací pro I.řád

Seznam kombinací pro I.řád:

☒ [1] Q2:G1+Q3  
☒ [2] Q3:G1+Q2

Všechny

Žádné

Inverzní

Původní

Vnitřní síly

☐ Minimum  
☐ Maximum  
☒ Oba extrémy

Klíč obálky

☒ Po dílci  
☐ Po průřezu

☒ Vše  
☐ N  
☐ V<sub>2</sub>  
☐ V<sub>3</sub>  
☐ M<sub>2</sub>  
☐ M<sub>3</sub>  
☐ M<sub>1</sub>

Reakce

☐ Minimum  
☒ Maximum  
☐ Oba extrémy

Klíč obálky

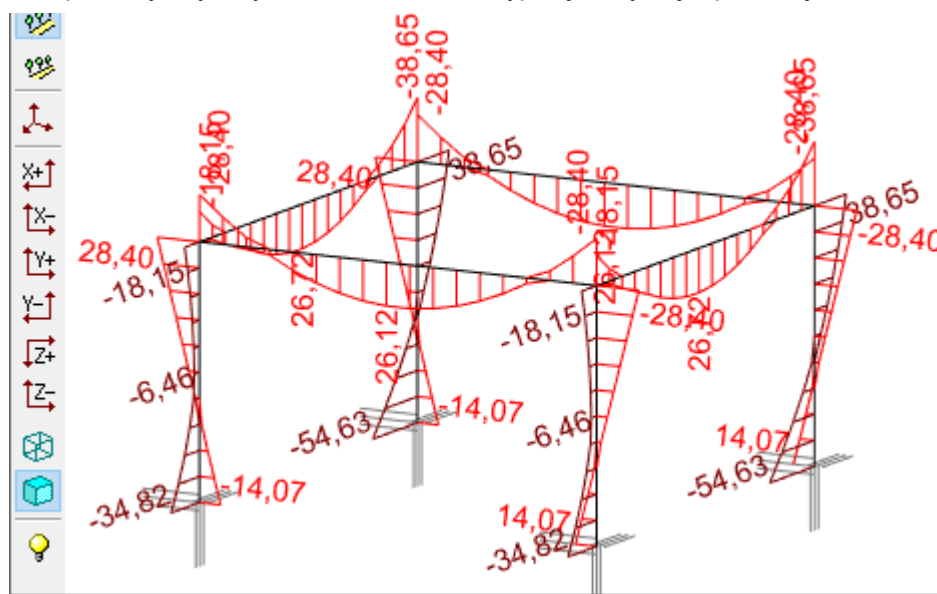
☒ Vše  
☐ F<sub>x</sub>  
☐ F<sub>y</sub>  
☐ F<sub>z</sub>  
☐ M<sub>x</sub>  
☐ M<sub>y</sub>  
☐ M<sub>z</sub>

☒ OK

☒ Storno

*Volba kombinací uvažovaných v obálce*

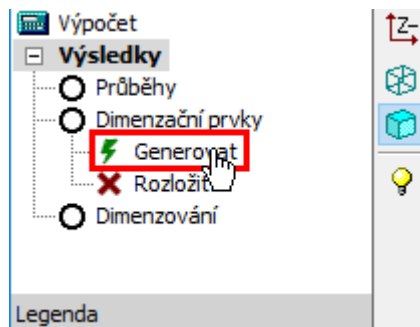
Následně se nám zobrazí průběhy ohybových momentů, které vypisují vždy nejnejpříznivější hodnotu ze všech kombinací.



Vykreslení obálky ohybových momentů pro kombinace MSÚ

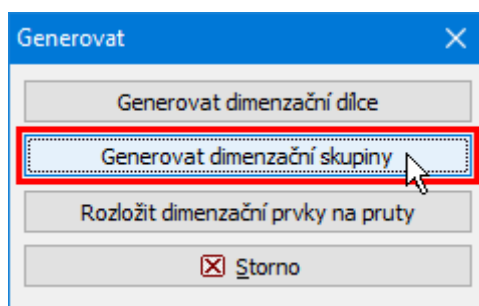
## Posouzení

V dalším kroku provedeme posouzení konstrukce. Abychom nemuseli posuzovat všech osm dílců zvlášť, sloučíme je nejprve do dvou dimenzačních skupin - sloupů a trámů. Dimenzační skupina se chová jako jeden dílec, který je posuzován postupně na průběhy vnitřních sil od všech dílců obsažených ve skupině. Nejjednodušším způsobem, jak lze skupiny vytvořit, je automatická generace. Tuto funkci najdeme v části **"Výsledky"** **"Dimenzační prvky"** **"Generovat"** ovládacího stroječku.



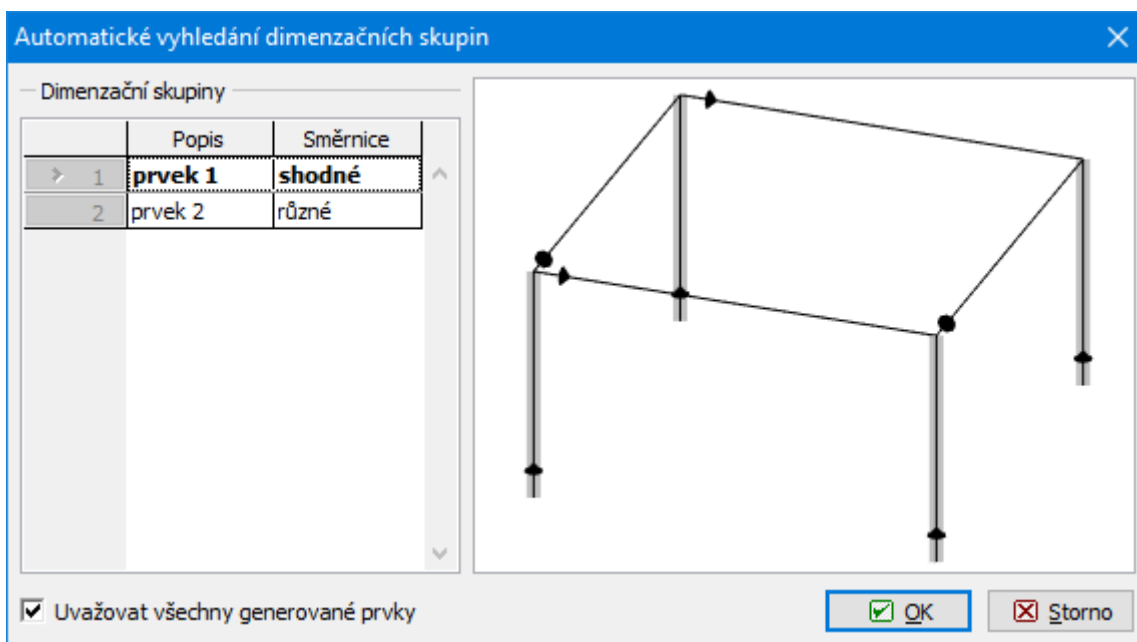
Nástroj "Generovat" v ovládacím stromečku

V okně "Generovat" zvolíme variantu "Generovat dimenzační skupiny".



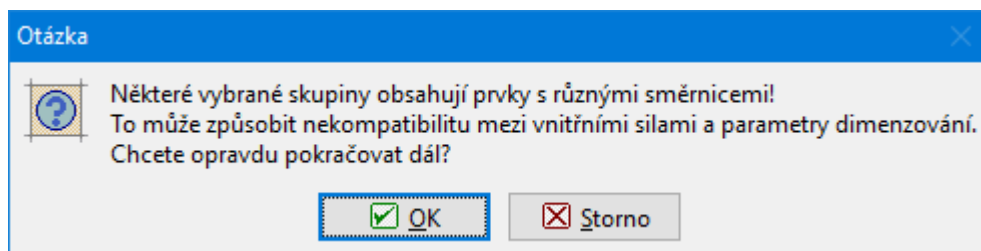
Volba vyhledávání dimenzačních skupin

V dialogovém okně "Automatické vyhledání dimenzačních skupin" nás program upozorní, že objevil dvě dimenzační skupiny (trámy a sloupky). V pravé části okna je zobrazen náhled na konstrukci, ve kterém je možné si dimenzační skupiny prohlédnout.



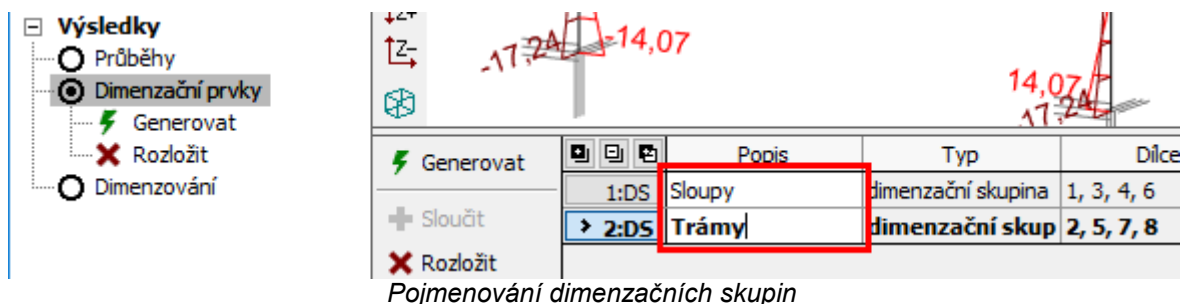
Vyhledání dimenzačních skupin

Po stisku tlačítka "OK" nás program upozorní, že prvky v dimenzační skupině obsahující trámy mají různé směrnice. Protože vlastnosti vzpěru či klopení u všech těchto dílců budou symetrické, nemusíme si tohoto upozornění všimnout.

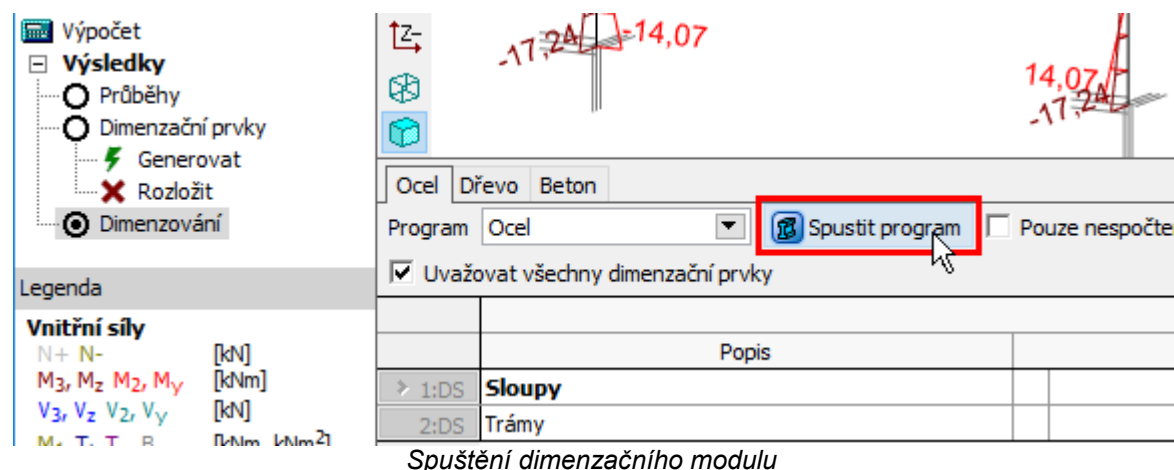


Upozornění na různé směrnice dílců ve skupině

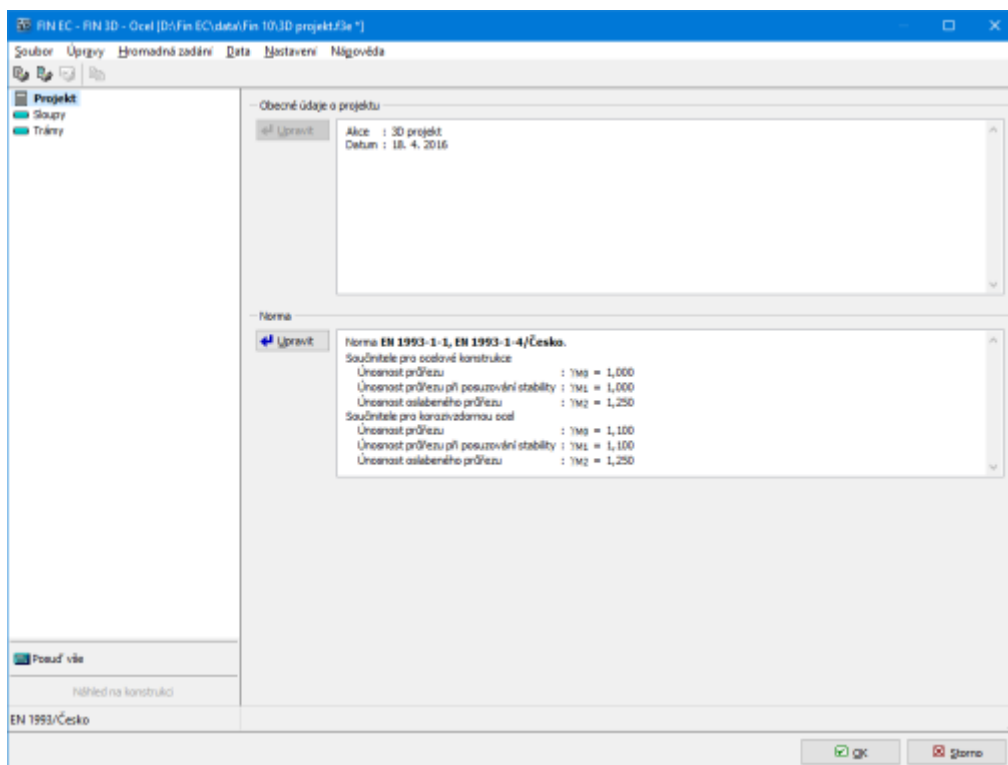
Po vytvoření můžeme dimenzační skupiny pojmenovat. Použijeme pro to sloupeček "**Popis**" v zadávacím rámu pro režim "**Dimenzační prvky**" ovládacího stroměčku.



Nyní již můžeme provést samotné posouzení prvků v dimenzačním programu "**Ocel**". Přejdeme do záložky "**Ocel**" zadávacího rámu v části "**Dimenzování**" zadávacího stroměčku. Pro předání dat do dimenzačního programu použijeme tlačítko "**Spustit program**".



Do dimenzačního programu se předají všechny potřebné geometrické údaje (délka prvku, průřez, materiál) a výsledné průběhy vnitřních sil. Dimenzační prvky jsou v modulu uspořádány v ovládacím stroměčku v levé části.



Nejprve provedeme posouzení prvního dimenzačního prvku "**Sloup**". Přejdeme do části "**Posouzení**" ve stroměčku pro tento dílec a použijeme tlačítko "**Počítej**" pro analýzu prvku. Místo výpočtu jsme programem upozorněni, že je třeba nejprve zadat parametry vzpěru.

**Počítej** Způsob výpočtu: Obálka maximálního využití

Posouzení dílce: **nespočteno ...**

Označení řezu	Souřadnice [m]	Využití [%]
---------------	----------------	-------------

**nespočteno ...**

Zadání není úplné. Doplňte nebo upravte potřebné údaje.  
Výpočet neproběhl ...

[x] Je nutno zadat vzpěrnou délku na 1. úseku vzpěru Z dílce  
[x] Je nutno zadat vzpěrnou délku na 1. úseku vzpěru Y dílce

Zadávací rám pro posouzení dílce

Přejdeme tedy do části "**Vzpěr**" ovládacího stroměčku, kde můžeme zadat potřebné parametry. K zadání použijeme tlačítko "**Upravit**" v nástrojové liště u zadávací tabulky.

Vzpěr pro výpočet: vzpěr uvažovat ve shodných úsecích

**Upravit**

	Začátek [m]	Konec [m]	Délka [m]	Vzpěr Z (Vybočení ve směru z)	Vzpěr Y (Vybočení ve směru y)
1	0,000	2,350	2,350	(nezadán)	(nezadán)

Tlačítko pro zadání parametrů vzpěru

V dialogovém okně "**Editace úseku vzpěru**" musíme zadat parametry vzpěru pro směr z a y. Pro samotné zadání použijeme tlačítka "**Vzpěr z**" a "**Vzpěr y**". Jako "**Vzpěr z**" je označeno vybočení ve směru kolmém k ose z, "**Vzpěr y**" pak vybočení kolmo k ose y.

**Editace úseku vzpěru**

Úsek

Počátek úseku : 0,000 [m]

Konec úseku : 2,350 [m]

Délka úseku : 2,350 [m]

Parametry vzpěru

**Vzpěr Z**  $L_{crz} = (\text{nezadáno})$   $L_z = (2,350) \text{ m}$   $k_z = (\text{nezadáno})$

**Vzpěr Y**  $L_{cry} = (\text{nezadáno})$   $L_y = (2,350) \text{ m}$   $k_y = (\text{nezadáno})$

OK Storno

Dialogové okno "Editace úseku vzpěru"

V okně "**Parametry vzpěru**" je nutné vybrat způsob uložení konců. Konzervativně zvolíme v obou směrech konzolové působení. Abychom mohli zadat odpovídající součinitel vzpěrnosti, zvolíme obecnou variantu uložení konců (prut s otázkami na koncích) a zadáme do polí pro součinitele "**k<sub>y</sub>**" resp. "**k<sub>z</sub>**" hodnotu 2,0.

**Vzpěr Z (Vybočení ve směru osy Y)**





Působení vzpěru

☐ Vzpěr neuvažovat - je bráněno vybočení

☐ Jiná délka úseku pro vybočení

Délka úseku pro vybočení  $L_z$ : 2,350 [m]

Uložení konců

Součinitel  $k_z$ : 2,000 [-]

Vzpěrná délka

$L_{cr}$  = délka úseku \* součinitel  $k$

$L_{crz}$  = 4,700 m

Křivka vzpěrné pevnosti

☐ Zadat křivku a

OK Storno

Zadání součinitele vzpěrné délky

I když tento typ průřezu nemůže klopit, je nutné v části "**Klopení**" ovládacího stromečku zadat tvar momentové plochy a způsob uložení konců. Vlastnosti klopení se zadávají samostatně pro směry dané ohybovými momenty  $M_y$  a  $M_z$ . Odpovídající tabulky jsou uspořádány do záložek.

Klopení pro výpočet: klopení uvažovat ☐ Klopení jednotlivě podle ZP

Klopení  $M_y$  Klopení  $M_z$

+ Přidat

Upravit

Odstranit

Gener. úseky

	Začátek [m]	Konec [m]	Délka [m]	Klopná délka $l_{z1}$
1	0,000	2,350	2,350	2,350

Tvar momentové plochy

Uložení konců pro klopení:

$k_z$

Záložky "Klopení  $M_y$ " a "Klopení  $M_z$ "

Okno s vlastnostmi klopení lze otevřít způsobem, který byl již popsán pro parametry vzpěru. Pro oba směry zadáme shodné vlastnosti klopení.



**Editace úseku klopení**

— Úsek —

Počátek úseku : 0,000 [m]

Konec úseku : 2,350 [m]

Délka úseku : 2,350 [m]

— Působení klopení —

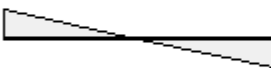
☐ Klopení neuvažovat - klopení je zabráněno

☐ Jiná délka úseku pro klopení

Délka úseku pro klopení : 2,350 [m]

— Momentová plocha —

Tvar momentové plochy  $M_y$


 2

Poloha zatížení  $z_p$ : [ ]


Poměr  $\psi$  ( $M_{zad}/M_{kon}$ ): -1,000 [ ]

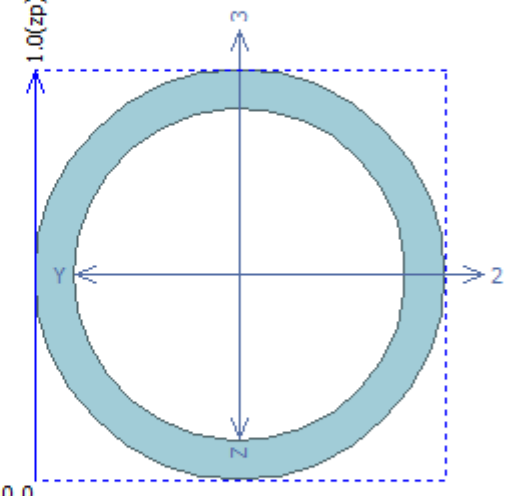
— Parametry —

Uložení konců  $k_z$ :

 vetknutí-vetknutí

Uložení konců v kroucení  $k_w$ :

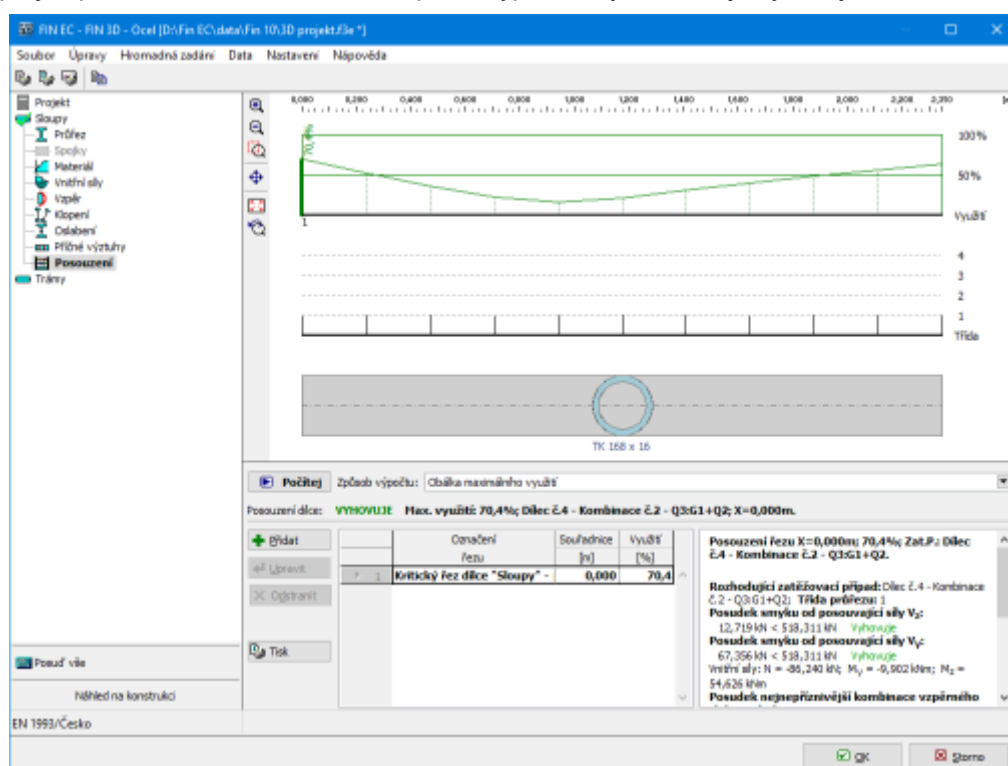
 kloub-kloub



☒ OK ☐ Storno

Okno "Editace úseku klopení"

Poté již můžeme přejít zpět do části "**Posouzení**" a spustit výpočet. Výsledkem je vyhovující dílec.



## Posouzení sloupů

Následuje posouzení trámů. I u tohoto prvku musíme zadat parametry vzpěru, postup je podobný jako v případě sloupů. Pro oba směry zvolíme kloubové uložení se součiniteli " $k_y$ " a " $k_z$ " rovné 1,0.

**Editace úseku vzpěru**

Úsek

Počátek úseku : 0,000 [m]

Konec úseku : 4,000 [m]

Délka úseku : 4,000 [m]

Parametry vzpěru

Vzpěr Z  $L_{crz} = 4,000 \text{ m}$   $L_z = (4,000) \text{ m}$   $k_z = 1,000$

Vzpěr Y  $L_{cry} = 4,000 \text{ m}$   $L_y = (4,000) \text{ m}$   $k_y = 1,000$

OK Storno

Vlastnosti úseku vzpěru

S ohledem na typ profilu však bude nutné zadat též parametry klopení od momentu  $M_y$ . Postup je obdobný jako v případě vzpěru. V okně "**Editace úseku klopení**" je třeba vybrat tvar momentové plochy, polohu zatížení po výšce a též uložení konců prvku pro výpočet součinitelů  $k_z$ .

**Editace úseku klopení**

Úsek

Počátek úseku : 0,000 [m]

Konec úseku : 4,000 [m]

Délka úseku : 4,000 [m]

Působení klopení


☐ Klopení neuvažovat - klopení je zabráněno

☐ Jiná délka úseku pro klopení

Délka úseku pro klopení : 4,000 [m]

Momentová plocha

Tvar momentové plochy  $M_y$

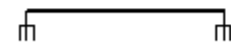
 6

Poloha zatížení  $z_p$ : 1,000 [-]


Poměr  $\psi (M_{zad}/M_{kon})$ : [-]

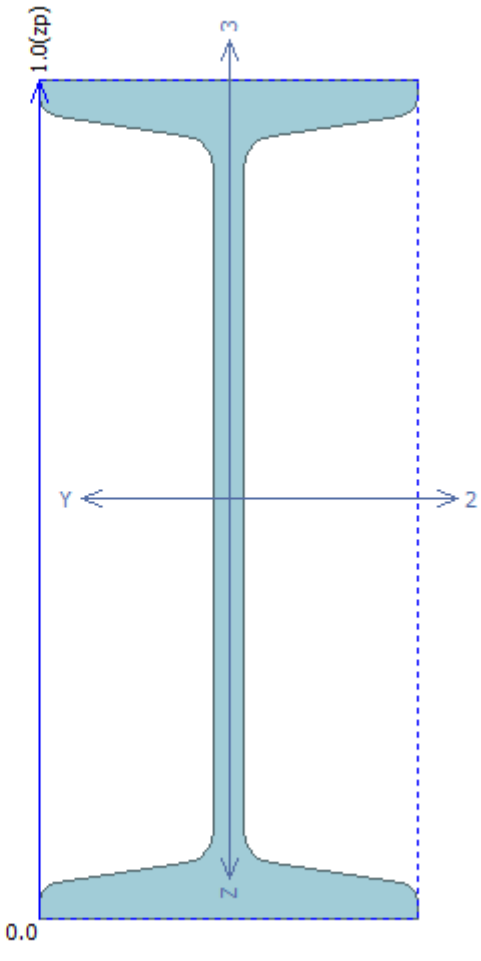
Parametry

Uložení konců  $k_z$ :

 vetknutí-vetknutí

Uložení konců v kroucení  $k_w$

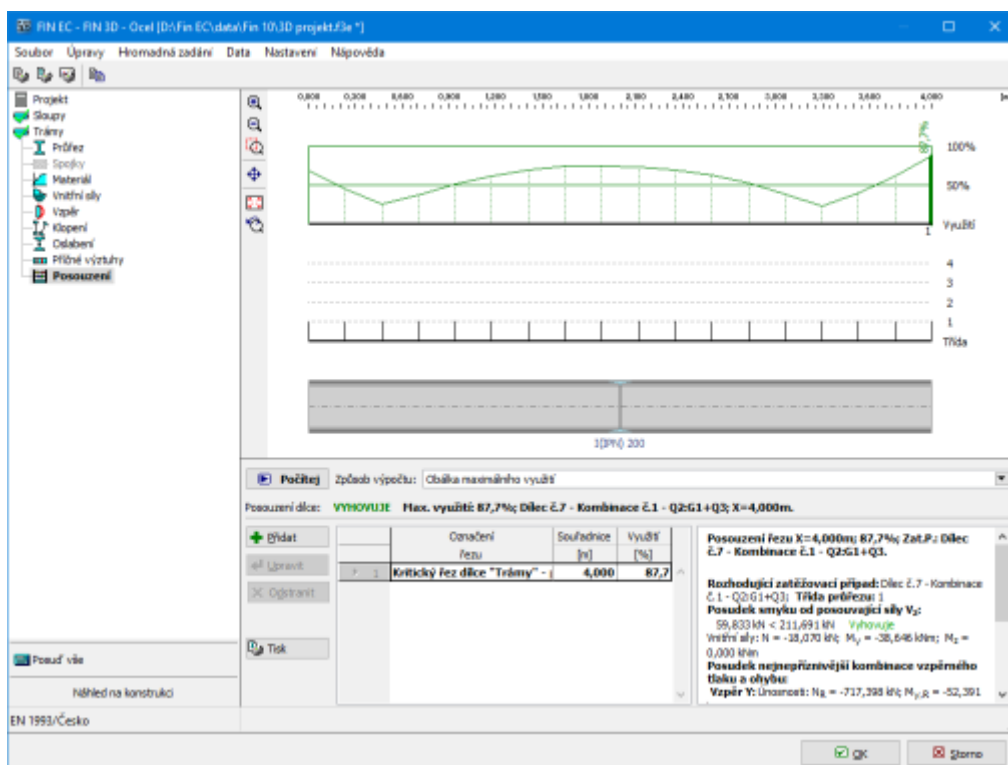
 vetknutí-vetknutí



OK Storno

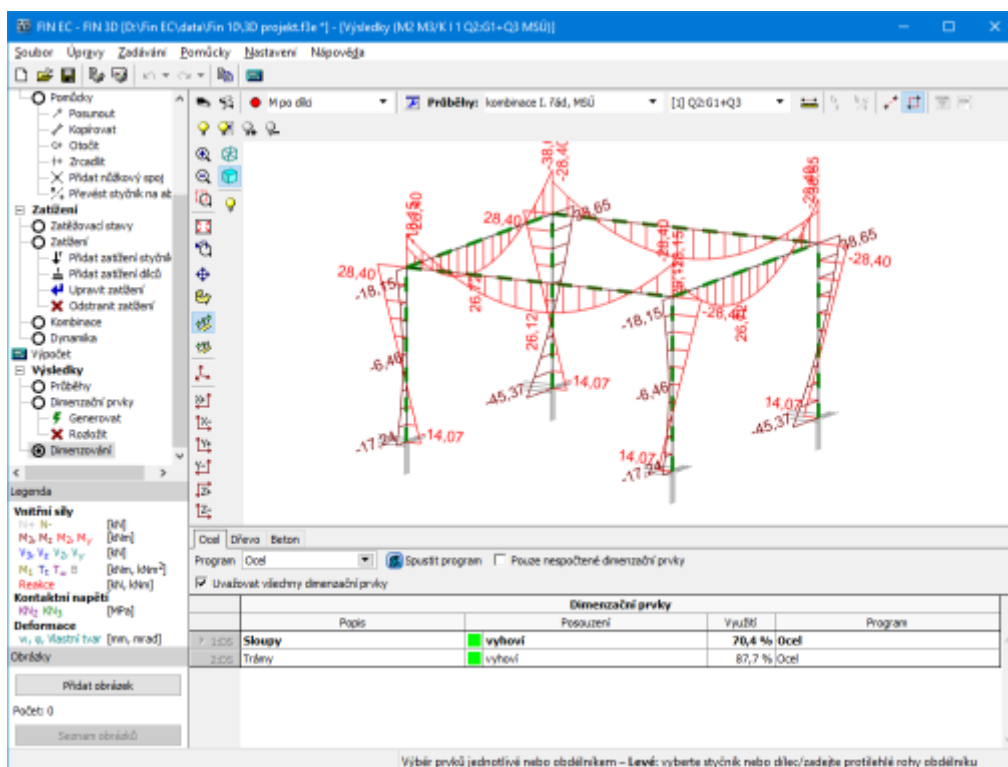
Vlastnosti klopení  $M_y$

Po zadání parametrů vzpěru a klopení lze přejít k posouzení.



Posouzený dimenzační prvek "Trám"

Oba dimenzační prvky jsou posouzené a vyhovují. Můžeme se tedy tlačítkem **"OK"** vrátit zpět do okna programu **"Fin 3D"**. Ve spodní tabulce se nám zobrazí základní výsledky posouzení (vyhovuje/nevyhovuje) a maximální využití.



Posouzená konstrukce

## Požární odolnost betonového sloupu

### Zadání

Cílem tohoto návodu je navrhnout a posoudit výztuž železobetonového sloupu na účinky požáru. Sloup má obdélníkový průřez o rozměrech 400x300 mm a výšce 3000 mm. Sloup je namáhán normálovou tlakovou silou, ohybovým momentem a posouvající silou v obou směrech. Výsledné průběhy vnitřních sil pro Mezní Stav Únosnosti (ULS) při základní návrhové kombinaci jsou vypsány v tabulce níže. Použit má být beton třídy C35/45 a ocel třídy B550B. Sloup je umístěn uvnitř

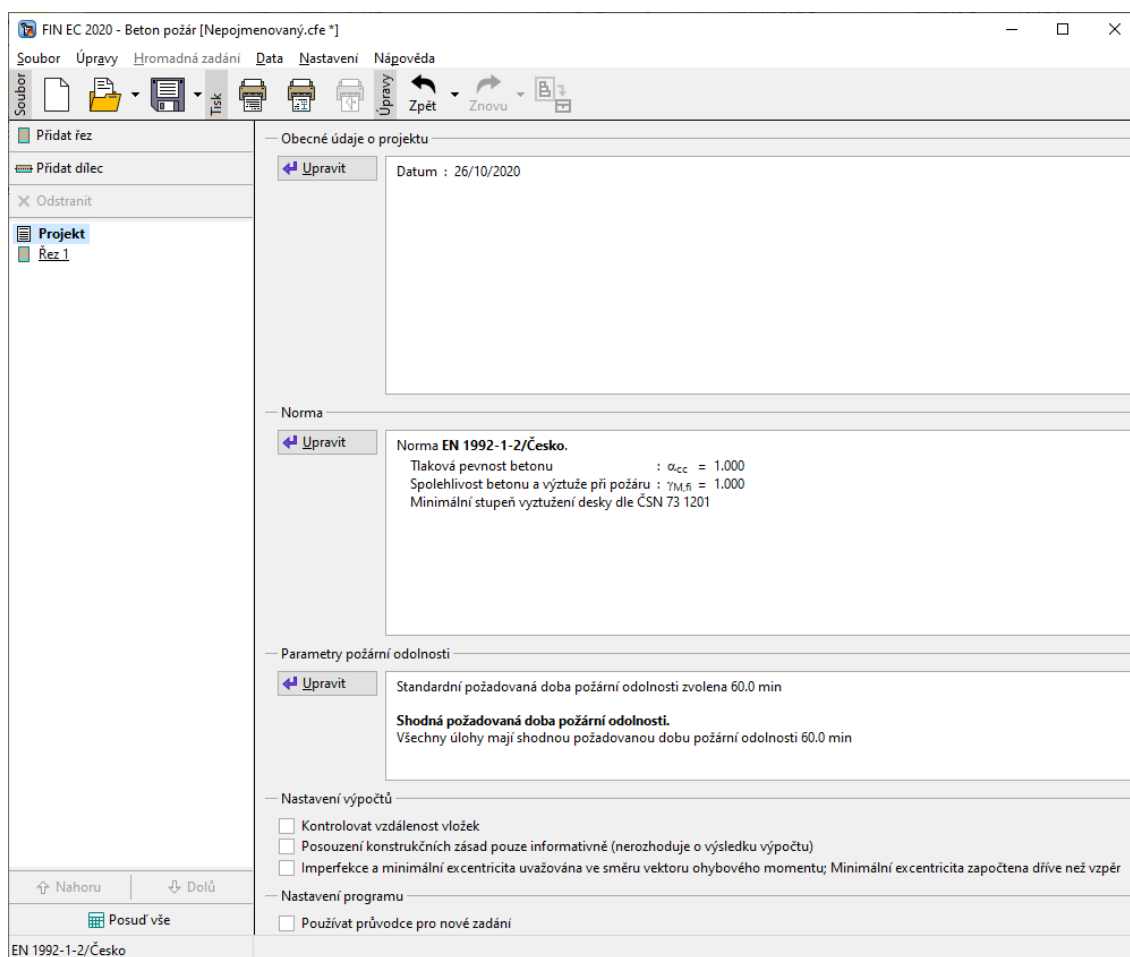
kancelářské budovy a je uvažován vetknutý v patě sloupu.

řez [m]	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	Vy [kN]	Vz [kN]	kombinace	$\eta$ [-]
3	-685	140	135	-70	-80	základní návrhová	0.7
2.25	-687.25	70	67.5	-70	-80	základní návrhová	0.7
1.5	-689.5	0	0	-70	-80	základní návrhová	0.7
0.75	-691.75	-70	-67.5	-70	-80	základní návrhová	0.7
0	-694	-140	-135	-70	-80	základní návrhová	0.7

Vnitřní síly na sloupu

## Vytvoření nové úlohy

Po spuštění programu "**Beton požár**" se zobrazí následující obrazovka:



Úvodní obrazovka programu Beton požár

Program umožňuje v rámci jednoho projektu počítat libovolné množství úloh. Úlohy mohou být typu "**Řez**" či "**Dílec**". Úlohy typu "**Řez**" jsou vhodné pro ruční posouzení betonových průřezů, úlohy typu "**Dílec**" se používají především při posouzení konstrukcí vytvořených v programech "**Fin 2D**" a "**Fin 3D**". V tomto případě budeme zadávat a posuzovat pouze jednu úlohu typu "**Řez**". Na úvodní obrazovce lze v části "**Obecné údaje o projektu**" zadat název, popis a další identifikační údaje o projektu. Stisknutím tlačítka "**Upravit**" se zobrazí dialogové okno s identifikačními údaji projektu:

Obecné údaje o projektu

Akce: Beton požár příklad Vypracoval: Jan Novák

Část: Sloupy Datum: 26/10/2020

Popis:

Odběratel: Betonové stavby s.r.o. Číslo zakázky:

Archivní číslo:

Poznámka:

Kopírovat Vložit OK Storno

Dialogové okno "Obecné údaje o projektu"

Zadané informace mohou být později zobrazeny například v záhlaví či zápatí výstupních protokolů. Dále na úvodní obrazovce se nachází část "**Norma**" kde lze po kliknutí na tlačítko "**Upravit**" zvolit požadovanou národní přílohu. Podporované národní přílohy se nachází v nabídce, pokud se zde nenachází vhodná národní příloha, lze zvolit uživatelskou a ručně definovat součinitele spolehlivosti.

Volba normy

Národní příloha:

- Česko
- Uživatelská
- Standardní EC
- Česko
- Slovensko
- Polsko
- Bulharsko
- Spojené království

☒ Minimální stupeň vyztužení desky dle ČSN 73 1201 - kap.8.5.2

Výchozí OK Storno

Okno pro výběr normy

Jako poslední lze v části "**Parametry požární odolnosti**" po kliknutí na tlačítko "**Upravit**" zvolit standardní dobu požární odolnosti. Veškeré vstupní údaje do projektu mohou být upraveny, kdykoli v průběhu práce s programem.

Před začátkem samotné práce je vhodné úlohu uložit. To lze provést pomocí tlačítka "💾" či v hlavním menu (položka menu "**Soubor**" "**Uložit jako**"). Využít lze též klávesovou zkratku "**Ctrl+S**".

Save As

<< OS (C:) > Users > Public > Public Documents > Fine > FIN EC 2020 Příklady

Search FIN EC 2020 Příklady

Organise New folder

Name	Date modified	Type	Size
Beton_pozar_priklad	06/11/2020 09:20	FIN EC Concrete Fire applicat...	2 KB

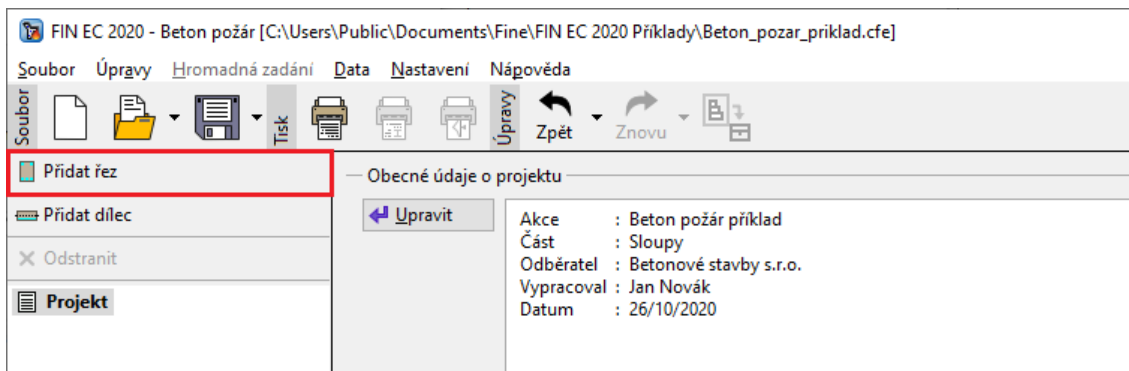
File name: Beton\_pozar\_priklad

Save as type: Soubory Beton požár (\*.cfe)

Hide Folders Save Cancel

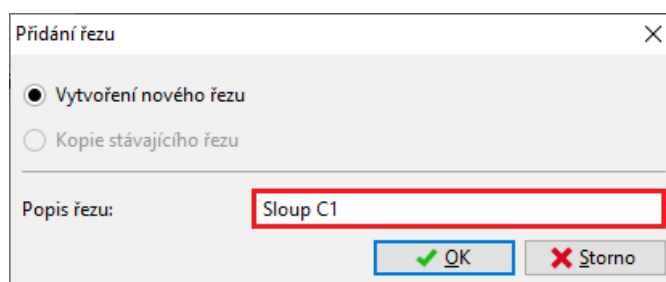
Okno pro uložení projektu

Nyní lze přistoupit k zadání nového řezu. Stiskneme tlačítko **"Přidat řez"** v horní části zadávacího stroměčku:



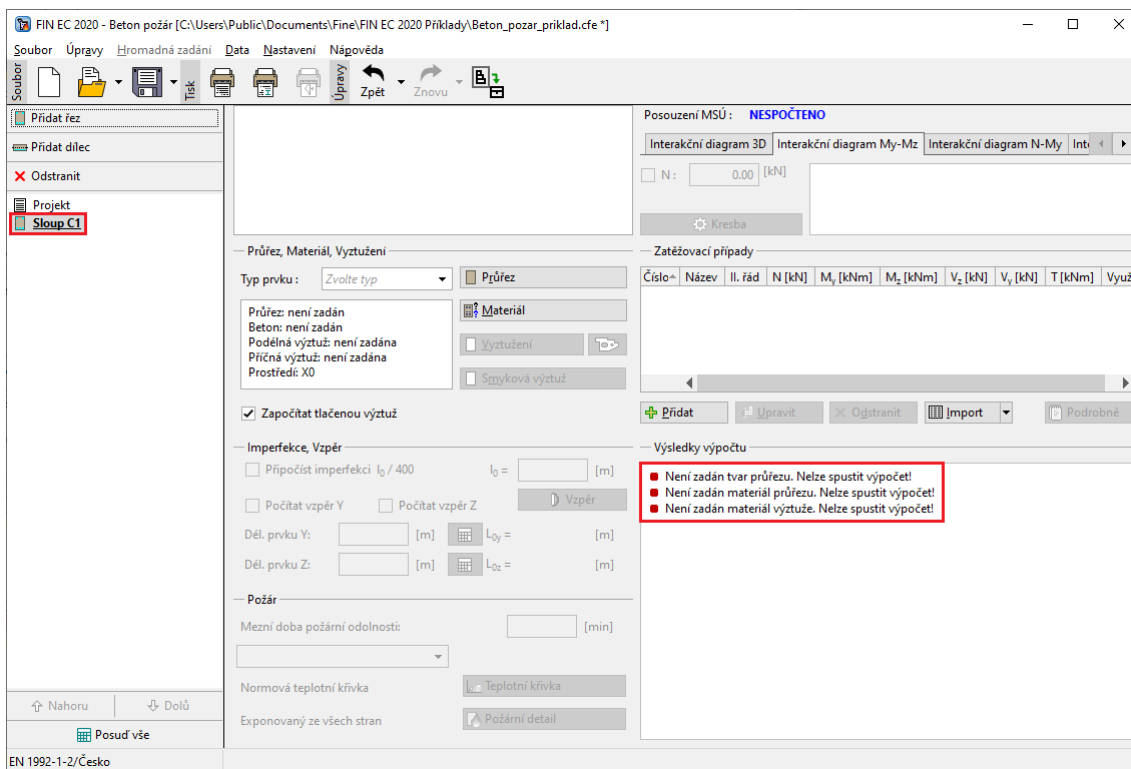
*Přidání úlohy typu "Řez"*

Zobrazí se dialogové okno, kde vložíme název řezu. Zadáme název **"Sloup C1"**. Zadání úlohy potvrdíme stisknutím tlačítka **"OK"**.



*Dialogové okno pro zadání nového řezu*

V zadávacím stroměčku v levé části obrazovky se vygenerovala položka **"Sloup C1"**, představující nový řez. Program se automaticky nastavil na tuto položku, takže můžeme rovnou zadávat parametry řezu.



*Úloha typu "Řez" bez zadanych údajů*

## Průřez, Materiál, Vyztužení

Nejprve je nutné zadat základní geometrické a materiálové charakteristiky řezu v části **"Průřez, Materiál, Vyztužení"**. **"Typ prvku"** určuje, jakou má prvek v konstrukci funkci: **nosník, sloup, deska, stěna**.

— Průřez, Materiál, Vyztužení

Typ prvku : Zvolte typ

Průřez: není zadáno

Beton: není zadáno

Podélná vyztuž: není zadána

Příčná vyztuž: není zadána

Prostředí: X0

☒ Započítat tlačnou vyztuž

Volba typu prvku

V tomto případě je nutné vybrat typ "**Sloup**". Tato volba ovlivňuje způsob posouzení a kontrolu konstrukčního uspořádání vyztuže.

Dále kliknutím na tlačítko "**Průřez**" zvolíme požadovaný tvar průřezu a zadáme jeho rozměry. Program podporuje zadávání vlastních typů průřezu, nicméně pro účely tohoto příkladu si vystačíme s předdefinovaným průřezem.

Editor průřezu - Beton, standardní

Popis průřezu	
název	Sloup 300x400
poznámka	

Rozměry průřezu	
výška průřezu	h = 400.0 mm
šířka průřezu	b = 300.0 mm

Zadaný průřez sloupu

Následuje zadání použitých materiálů. To provedeme v dialogovém okně "**Materiály**", které spustíme tlačítkem "**Materiál**" v části "**Průřez, Materiál, Vyztužení**". S ohledem na umístění sloupu uvnitř objektu zvolíme kategorii "**Prostředí**" jako "**XC1**" neboť sloup není nijak ohrožen vnějším prostředím. Následuje zadání samotných materiálů pro beton, podélnou a smykovou vyztuž. Protože používáme standardní materiály, je možné využít knihovny předdefinovaných materiálů, které nalezneme pod tlačítky "**Katalog**" u příslušného řádku.



**Materiály**

Prostředí: X0 Upravit

Beton: **Nezadáno** Katalog Vlastní

Podélná výztuž: **Nezadáno** Katalog Vlastní

Smyková výztuž: **Nezadáno** Katalog Vlastní

— Indikativní pevnostní třída —

☐ Provzdušnění > 4% ☐ Návrhová životnost 100 let

C8/10 ( EN 1992-1-1 )

C12/15 ( ČSN EN 206+A1;ČSN P 73 2404 )

Třída tažnosti podélné výztuže ☐ A ☒ B ☐ C

— Požár —

Typ kameniva: Křemičité kamenivo

Typ výztuže: Válcovaná za tepla

Vlhkost betonu: u = 1.5 [%]

Parametr tepelné vodivosti 0.000 [-]

Meze tepelné vodivosti dle kapitoly 3.3.3 normy: 0 - dolní mez, 1 - horní mez

OK Storno

*Dialogové okno "Materiály"*

Pro volbu prostředí sloupu klikneme na tlačítko **Edit**, vybereme typ prostředí **XC1 - suché nebo stále mokré** a potvrdíme v dialogovém okně kliknutím na tlačítko **OK**.

Prostředí

— Vliv prostředí na výztuž —

Koroze vyvolaná karbonatací:

**XC1 - suché nebo stálé mokré**

Beton uvnitř budov s nízkou vlhkostí vzduchu; beton trvale ponořený ve vodě

Koroze vyvolaná chloridy:

X0 - bez nebezpečí koroze nebo napadení

Beton uvnitř budov s velmi nízkou vlhkostí vzduchu

Koroze vyvolaná chloridy z mořské vody:

X0 - bez nebezpečí koroze nebo napadení

Beton uvnitř budov s velmi nízkou vlhkostí vzduchu

— Vliv prostředí na beton —

Střídavé působení mrazu a rozmrazování (mrazové cykly):

X0 - bez nebezpečí koroze nebo napadení

Beton uvnitř budov s velmi nízkou vlhkostí vzduchu

Chemické působení:

X0 - bez nebezpečí koroze nebo napadení

Beton uvnitř budov s velmi nízkou vlhkostí vzduchu

— Ostatní vlivy —

Třída ohrusu:

X0 - Bez ohrusu

OK Storno

Dialogové okno pro výběr prostředí sloupu

Pro beton vybereme třídu **"C 35/45"** a dialogové okno ukončíme tlačítkem **"OK"**.

Katalog materiálů - Beton

C 8/10  
C 12/15  
C 16/20  
C 20/25  
C 25/30  
C 28/35  
C 30/37  
C 32/40  
**C 35/45**  
C 40/50  
C 45/55  
C 50/60

Informace OK Storno

Výběr třídy betonu

Následuje zadání oceli. Jak pro ohybovou, tak i pro smykovou výztuž zvolíme ocel **"B550"** a dialogové okno ukončíme tlačítkem **"OK"**.

Zadání třídy oceli

Po návratu do dialogového okna **"Materiály"** vidíme přehled zadaných materiálů a zároveň si můžeme v části **"Minimální třída betonu"** ověřit, že vybraná třída betonu splňuje požadavky na minimální pevnost s ohledem na vybranou kategorii vlivu prostředí. Ve spodní části tohoto dialogového okna lze zadat vlastnosti materiálu, důležité pro výpočet požární odolnosti. Poté můžeme zavřít okno **"Materiály"** tlačítkem **"OK"**.

Kontrola minimální třídy betonu a zadání vlastností materiálu pro výpočet požární odolnosti

## Zatěžovací případy

Po zadání průřezu a materiálu můžeme pokračovat buď zadáním výztuže nebo zatěžovacích případů. Nejprve zadáme zatěžovací případ, neboť poté uvidíme výsledky posouzení ihned v průběhu zadávání výztuže. Pro zadání zatěžovacího případu využijeme tlačítko **"Přidat"** pod tabulkou v části **"Zatěžovací případy"**.

— Zatěžovací případy —

Číslo	Název	Il. řád	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$V_z$ [kN]	$V_y$ [kN]	T [kNm]	Využití

*Tlačítko pro přidání zatěžovacích případů*

V dialogovém okně "**Nový zatěžovací případ**" nejprve zvolíme "**Typ kombinace**". Tato volba určuje, dle jakého kombinačního předpisu byly získány vnitřní síly a pro jaký posudek má být zatížení použito. Dostupné jsou následující možnosti:

#### **Základní návrhová (MSÚ)**

- vnitřní síly byly získány ze základní kombinace pro trvalé a dočasné návrhové situace (vztah **6.10** resp. **6.10a** a **6.10b** normy EN 1990). Tyto zatěžovací případy jsou použity pro základní ověření únosnosti průřezu (Mezní stav únosnosti).

#### **Mimořádná návrhová (MSÚ)**

- vnitřní síly byly získány z kombinace pro mimořádné návrhové situace (vztah **6.11** normy EN 1990). Tyto zatěžovací případy jsou použity pro ověření únosnosti průřezu při mimořádných návrhových situacích v mezním stavu únosnosti (použity dílčí součinitele materiálu pro mimořádné návrhové situace).

V našem případě zvolíme "**základní návrhová (MSÚ)**", jelikož výsledné vnitřní síly na sloupu pochází ze základní kombinace pro trvalé a dočasné návrhové situace. Nyní v okně zadáme vnitřní síly na řezu 3m dle tabulky v zadání. sílu  $N = -685\text{kN}$  (jedná se o tlakovou sílu, proto zadáváme se záporným znaménkem), ohybové momenty  $M_y = 140\text{kNm}$ ,  $M_z = 135\text{kNm}$  a posouvající síly  $V_z = -80\text{kN}$  and  $V_y = -70\text{kN}$  negativní hodnota znamená, že účinkují ve stejném směru jako ohybové momenty). Následně je potřeba zadat "**Redukční součinitel**", postup stanovení přesné hodnoty součinitele je uveden v kapitole 2.4.2 normy EN 1992-1-2. Jako zjednodušení lze uvažovat pro  $\eta_{fi}$  hodnotu 0,7.

Zároveň bychom měli zadat "**Koeficient trvání zatížení**", který zohledňuje podíl kvazistálého zatížení na celkové hodnotě zatížení při výpočtu součinitele dotvarování. Pokud tento údaj není přesně znám, je možné nechat součinitel rovný 1,00. Poté bude celá hodnota zatížení uvažována jako kvazistálá. Zatěžovací případ vložíme tlačítkem "**Přidej**".

Nový zatěžovací případ

— Zatěžovací případ —

Zat. případ 1

Typ kombinace: základní návrhová (MSÚ)

☐ Síly spočteny podle teorie II.řádu

— Síla na řezu —

Normálová síla:  $N = -685.00$  [kN]  $N > 0$  : tah ;  $N < 0$  : tlak

Ohybový moment:  $M_y = 140.00$  [kNm]  $M_y > 0$  : táhne spodní vlákna

Ohybový moment:  $M_z = 135.00$  [kNm]  $M_z > 0$  : táhne vlákna vlevo

Smyková síla:  $V_z = -80.00$  [kN]  $V_z : \uparrow \downarrow$

Smyková síla:  $V_y = -70.00$  [kN]  $V_y : \leftrightarrow$

Krouticí moment:  $T = 0.00$  [kNm]

— Redukční součinitel návrhového zatížení —

Redukční součinitel:  $\eta_{fi} = 0.700$  [-]

— Koeficient trvání zatížení —

Koeficient trvání zatížení: 1.000 [-]

Vyjadřuje podíl kvazistálého (MSP) a zadaného zatížení ohybovým momentem, rozsah hodnot od 0 do 1; 1 znamená, že kvazistálé a zadané zatížení jsou stejné; použito pro výpočet vzpěru (součinitel dotvarování viz EN 1992-1-1 čl. 5.8.4)

Přidej Storno

Výběr typu kombinace u zatěžovacího případu

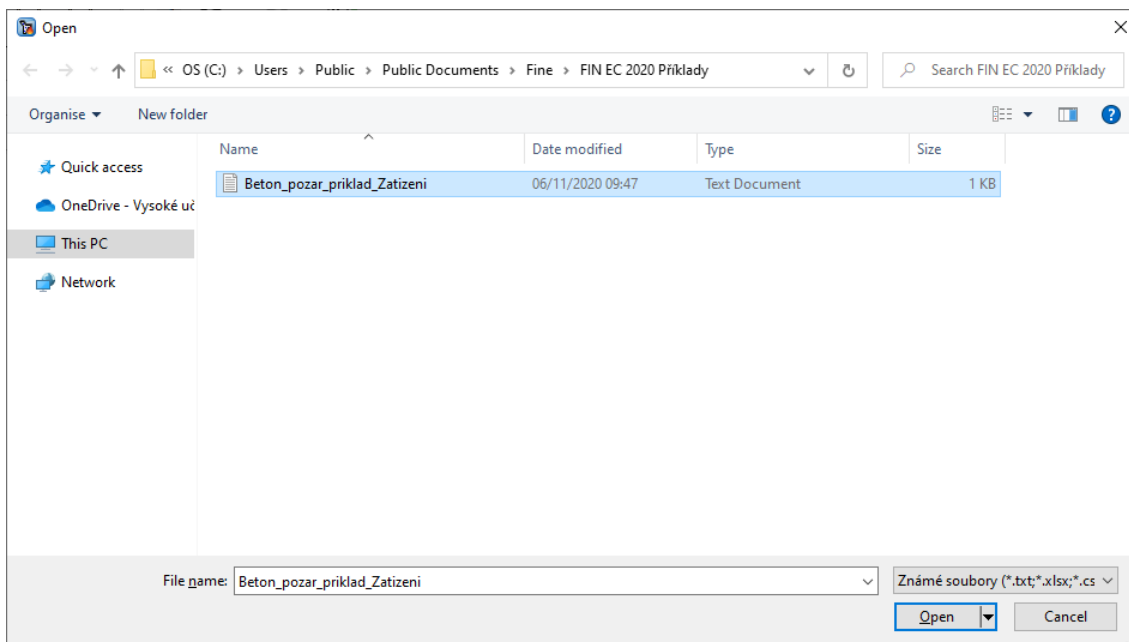
Zadané zatěžovací případy se zobrazí v přehledné tabulce.

Zatěžovací případy									
Číslo	Název	II. řád	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$V_z$ [kN]	$V_y$ [kN]	T [kNm]	Využití
1	Zat. případ 1 - základní návrhová (MSÚ)		-479.50(-685.00)	98.00(140.00)	94.50(135.00)	-56.00(-80.00)	-49.00(-70.00)		

Přidat Upravit Odstranit Import Podrobně

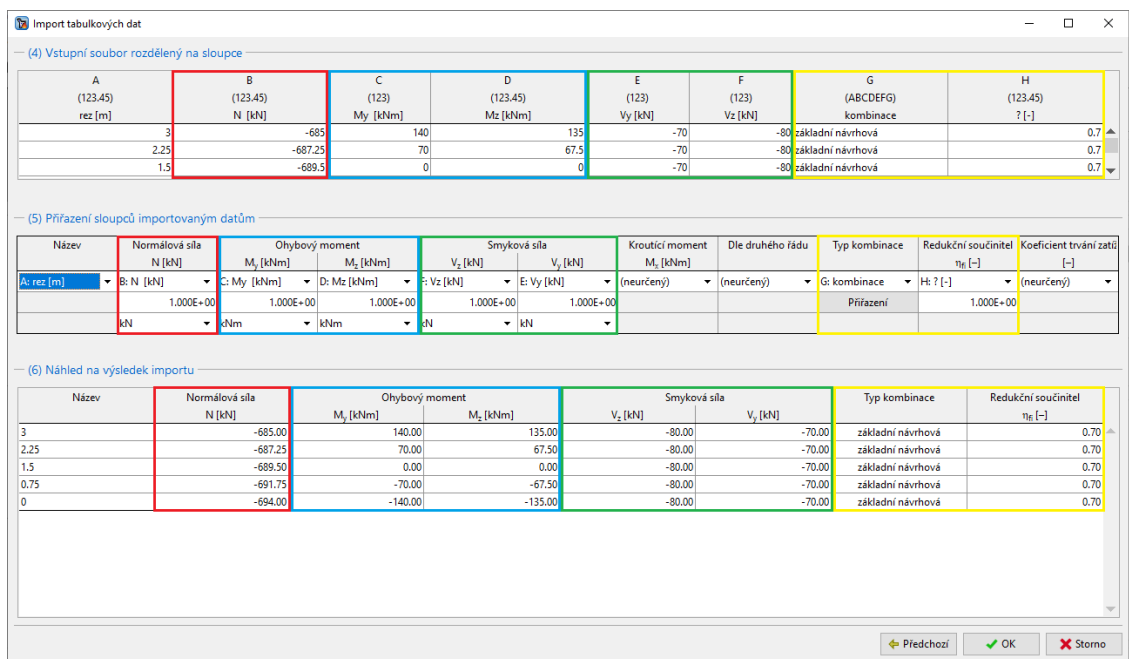
Tabulka zadaných zatěžovacích případů

Nicméně vkládání zatěžovacích případů po jednom je poměrně zdlouhavé, proto je možné přidat zatěžovací případy i formou importu souboru, podporované soubory jsou \*.txt, \*.xls/x, \*.csv (tlačítko "Import").



Načtení \*.txt souboru s vnitřními silami

Okno "Import zatížení" se zobrazí po načtení zdrojového souboru pro import zatížení. Toto okno slouží k přiřazení jednotlivých skupin dat ze zdrojového souboru ke skupinám dat, které jsou rozpoznány v softwaru. Pokud jsou importována data ve zdrojovém souboru formátována do tvaru uvedeném v tabulce v zadání příkladu zobrazí se okno "Import zatížení" s podobným rozhraním. Poté je nutné pouze přiřadit sloupce ze zdrojového souboru (4) ke sloupcům importovaných dat (5). Kontrolu provedeme v náhledu na výsledek importu (6), kde se přesvědčíme, že importována data odpovídají zdrojovému souboru.



Importování tabulkových dat

Nyní se importované zatěžovací stavy zobrazí v přehledné tabulce zatěžovacích případů. Při správném provedení importu by se první zatěžovací stav měl shodovat se zatěžovacím stavem, který jsme ručně zadali dříve. Ten můžeme nyní smazat a pokračovat dále.

Zatěžovací případy									
Číslo	Název	II. řád	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	T [kNm]	Využití
1	Zat. případ 1 - základní návrhová (MSÚ)		-479.50(-685.00)	98.00(140.00)	94.50(135.00)	-56.00(-80.00)	-49.00(-70.00)		
2	3 - základní návrhová (MSÚ)		-479.50(-685.00)	98.00(140.00)	94.50(135.00)	-56.00(-80.00)	-49.00(-70.00)		
3	2.25 - základní návrhová (MSÚ)		-481.07(-687.25)	49.00(70.00)	47.25(67.50)	-56.00(-80.00)	-49.00(-70.00)		
4	1.5 - základní návrhová (MSÚ)		-482.65(-689.50)			-56.00(-80.00)	-49.00(-70.00)		
5	0.75 - základní návrhová (MSÚ)		-484.22(-691.75)	-49.00(-70.00)	-47.25(-67.50)	-56.00(-80.00)	-49.00(-70.00)		

Tabulka zadanych zatěžovacích případů po provedení importu dat

## Podélná výztuž

Po návratu do hlavního okna programu můžeme přistoupit k zadání ohybové a smykové výztuže. Dialogové okno pro zadání podélné výztuže spustíme tlačítkem "**Vyztužení**" v části "**Průřez, Materiál, Vyztužení**". Horní část okna obsahuje volbu způsobu stanovení krytí výztuže. Ponecháme výchozí variantu "**Minimální krytí a třmínky**". Tento způsob zajišťuje, že je podélná výztuž vzdálená od okraje průřezu o hodnotu, která se rovná součtu minimálního krytí a průměru obvodových třmínků. Výpočet hodnoty krytí si lze prohlédnout v samostatném okně, které se spouští tlačítkem "**Minimální krytí**".

**Editace vyztužení**

**Krytí**

☐ Minimální krytí

☒ Minimální krytí a třmínky

☐ Vlastní krytí

Krytí: 32.0 [mm]

**Horní výztuž zadaného průřezu**

	Profil vyzt.	Způsob	Vzdálenost	Počet ks	Poloha	$A_s$
	[mm]	zadáni	[mm]	[-]	Druh [mm]	[mm²]
<input checked="" type="checkbox"/> 1	22	Počtem		4	Min. kr.	32.0 1520.5
<input checked="" type="checkbox"/> 2	22	Počtem		2	Pozice	150.0 760.3
<input checked="" type="checkbox"/> 3	22	Počtem		2	Pozice	250.0 760.3
<input type="checkbox"/> 4						

$\Sigma A_s$  [mm²] 3041.1

**Dolní výztuž zadaného průřezu**

	Profil vyzt.	Způsob	Vzdálenost	Počet ks	Poloha	$A_s$
	[mm]	zadáni	[mm]	[-]	Druh [mm]	[mm²]
<input checked="" type="checkbox"/> 1	22	Počtem		4	Min. kr.	32.0 1520.5
<input type="checkbox"/> 2						
<input type="checkbox"/> 3						
<input type="checkbox"/> 4						

$\Sigma A_s$  [mm²] 1520.5

**Informace o vyztužení**

Celková plocha vyztuže: 4561.6 mm²

**Posouzení min. a max. stupně vyztužení**

Sloup (celková vyztuž):

$\rho_s = 0.038 \geq \rho_{s,min} = 0.002 \Rightarrow$  Vyhovuje

$\rho_s = 0.038 \leq \rho_{s,max} = 0.04 \Rightarrow$  Vyhovuje

Využití průřezu ohybem: 63.3% VYHOVUJE

**Diagram:** A rectangular cross-section of a column with dimensions 400.0 mm (height) and 300.0 mm (width). It shows 12 reinforcement bars arranged in two rows of six. The top row is labeled 'Horní výztuž' and the bottom row is labeled 'Dolní výztuž'.

**Rozmístění vyztuže**

☒ Generovat stejný rozestup vložek

☐ Vložky umístit co nejvíce ke kraji

**Buttons:** OK, Storno

Zadaná podélná výztuž sloupu

V dialogovém okně "**Editace vyztužení**" můžeme snadno zadat potřebnou výztuž. Výztuž zadáme z profilů o průměru 22mm tak, aby pozice odpovídala té uvedené na obrázku. Zadání provedeme pomocí čtyř samostatných řad. V obou seznamech "**Horní výztuž zadaného průřezu**" a "**Dolní výztuž zadaného průřezu**" zaškrtneme políčka u prvních řádků a tím zadáme horní a dolní řadu výztuže. Profil změníme na 22mm. Způsob určení polohy ponecháme na variantě "**Min. kr.**". V takovém případě program určí polohu vložek automaticky tak, aby byly umístěny co nejblíže hornímu, resp. dolnímu, okraji a zároveň aby poloha vyhovovala kritériu minimálního krytí výztuže. Následně v části "**Horní výztuž zadaného průřezu**" použijeme i druhou a třetí řadu výztuže, kde však zadáme polohu dvou vložek o průměru 22mm způsobem "**Pozice**". V tomto případě je poloha vložek dána svislou vzdáleností středu vložek od horní hrany průřezu.

Po zadání výztuže v dolní části okna po kliknutí na tlačítko "" vidíme, že množství podélné výztuže je dostačující a návrh vyhovuje (využití průřezu ohybem 63,3%). Zároveň si v části "**Informace o vyztužení**" můžeme ověřit, že jsou splněny konstrukční zásady dané normou. Tlačítkem "**OK**" se můžeme vrátit do základního okna programu.

Okno "**Krytí výztuže**" obsahuje řadu voleb, které ovlivňují hodnotu krytí výztuže. V našem případě do těchto nastavení nemusíme zasahovat, okno opustíme tlačítkem "**OK**".



**Krytí výztuže**

— Prostředí —

Prostředí: XC1 Upravit

Indikativní pevnostní třída C16/20 = třída betonu vyhovuje ( EN 1992-1-1 )  
C16/20 = třída betonu vyhovuje ( ČSN EN 206+A1;ČSN P 73 2404 )

— Třída konstrukce —

Třída : S4

Budovy bytové, občanské a další běžné stavby, budovy pro výrobu a služby, pro těžbu paliv a rud, vodojemy a zásobníky, vodní hospodářství

☐ Návrhová životnost 80 let ☐ Návrhová životnost 100 let  
☐ Desková konstrukce ☐ Speciální kontrola kvality

Výsledná třída konstrukce: S3

— Ostatní vlivy —

Třída obruš: X0 - Bez obruš

☐ Jmenovitý průměr kameniva větší než 32mm  
☐ Nerovný povrch 0.0 [mm]  
☐ Přídavná bezp. složka krytí  $\Delta c_{dur,\gamma}$  0.0 [mm]  
☐ Korozivzdorná výztuž  $\Delta c_{dur,st}$  0.0 [mm]  
☐ Přídavná ochrana výztuže  $\Delta c_{dur,add}$  0.0 [mm]  
☐ Přídavek pro návrh. odch.  $\Delta c_{dev}$  10.0 [mm]  
☐ Betonáž na: ☐ upravené podloží ☒ zeminu

— Minimální krytí —

Minimální krytí podélné výztuže:  
 $c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(22; 10; 10) = 22 \text{ mm}$   
 $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 22 + 10 = 32 \text{ mm}$   
 Minimální krytí třmínků:  
 $c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(8; 10; 10) = 10 \text{ mm}$   
 $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$   
 Krytí podélné výztuže za třmínky:  
 $c_{nom} = \max(32; 20 + 8) = \max(32; 28) = 32 \text{ mm}$

OK Storno

Okno "Krytí výztuže"

Minimální krytí podélné výztuže se může změnit po zadání příčné výztuže, jelikož jsme zvolili možnost **"Minimální krytí a třmínky"** v dialogovém okně **"Editace vyztužení"** podélné výztuže.

### Smyková výztuž

Dalším krokem je zadání příčné výztuže. Zadání se provádí v samostatném okně, které spustíme tlačítkem **"Smyková výztuž"**. V tomto okně zaškrtnutím políčka **"Obvodové třmínky"** zpřístupníme políčka pro zadání vlastností třmínků. Zadáme odvodové třmínky o průměru **8mm** a jejich vzájemnou vzdálenost **150mm**.


Zadání příčné výztuže

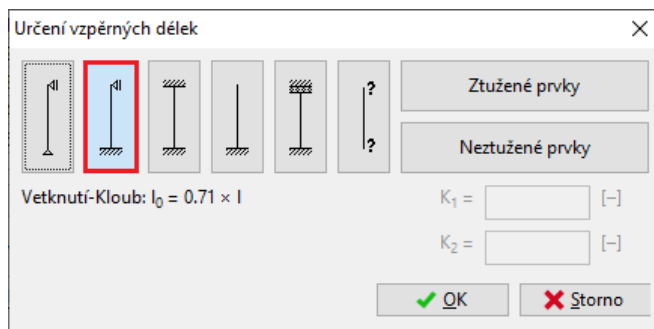
Po zadání smykové výztuže klikneme na tlačítko " " vidíme, že množství smykové výztuže je dostačující a návrh vyhovuje (využití průřezu ve smyku 49,3%). Okno ukončíme tlačítkem "OK".

## Imperfekce, vzpěr

Následuje zadání imperfekce a parametrů vzpěru. Nejprve zaškrtneme nastavení "**Připočíst imperfekci  $l_0/400$** ", které do posouzení zahrne imperfekci v souladu s článkem 5.2(9) normy EN 1992-1-1. Jako délku  $l$ , která je použita pro stanovení velikosti imperfekce, zadáme délku sloupu  $3m$ . Dále je nutné zaškrtnout obě nastavení "**Počítat vzpěr Y/Z**", aby byl ve výpočtu zohledněn vzpěr v obou hlavních směrech. Základní délky pro výpočet vzpěrných délek jsou převzaty z délky prvku pro stanovení imperfekce. Ve výchozím nastavení je uvažováno kloubové uložení konců, takže vzpěrné délky  $L_{0y}$  a  $L_{0z}$  jsou rovné hodnotě  $3m$ . Tlačítkem "**Vzpěr**" lze vyvolat okno s podrobnými parametry, kde lze například změnit metodu výpočtu vzpěru. V našem případě tyto změny provádět nebudeme.

Zadané vlastnosti imperfekce a vzpěru

Pro tento případ je nutné zvolit jiné uložení paty sloupu, je možné tak učinit pro každý směr pomocí tlačítka "  " za základní délkou pro výpočet vzpěrné délky.

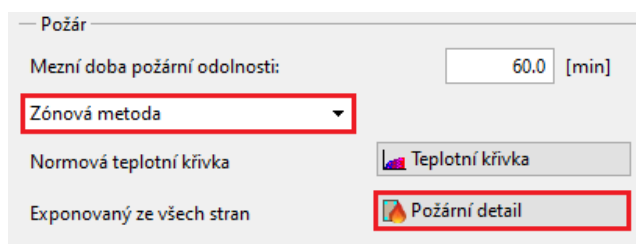


*Určení typu podepření pro výpočet vzpěrné délky*

## Požár

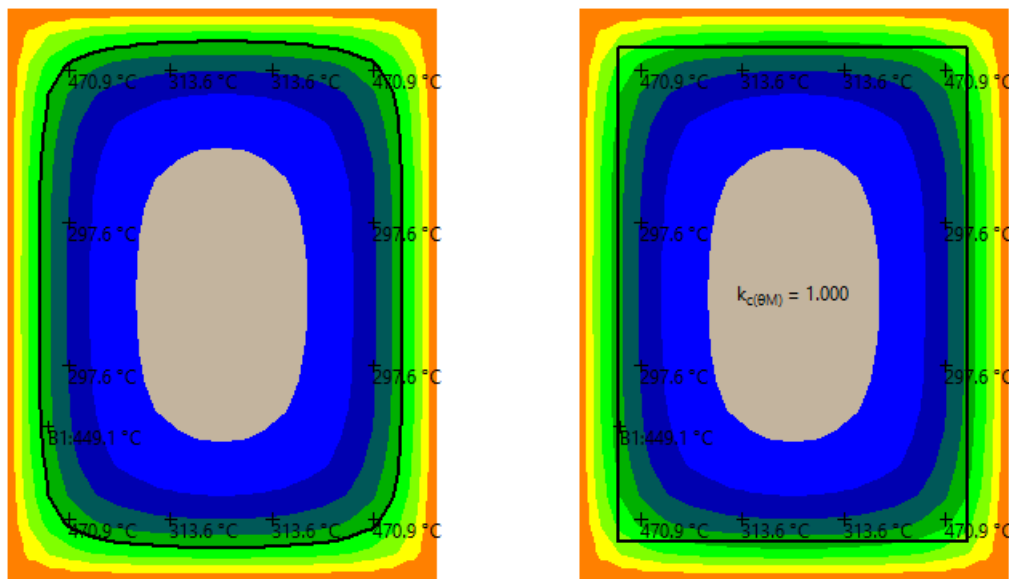
Metody pro výpočet požární odolnosti lze nastavit v sekci "**Požár**". Program nabízí na výběr Zónovou metodu a Metodu izotermie 500°C. Pro prvek typu sloup je doporučeno použít typ výpočtu "**Zónová metoda**". Výběr metody výpočtu dle přílohy B normy EN 1992-1-2.

Výběr teplotní křivky popisující vývoj teploty plynů v okolí posuzovaného prvku lze definovat kliknutím na tlačítko "**Teplotní křivka**".



*Volba metody pro výpočet požární odolnosti*

Na místě interakčního diagramu může být zobrazeno též rozložení teploty po průřezu. K přepínání zobrazení slouží záložky "**Interakční diagram**" a "**Rozložení teploty**" v záhlaví kreslicí plochy.



*Metoda izotermie 500°C (levá) and Zónová metoda (pravá)*

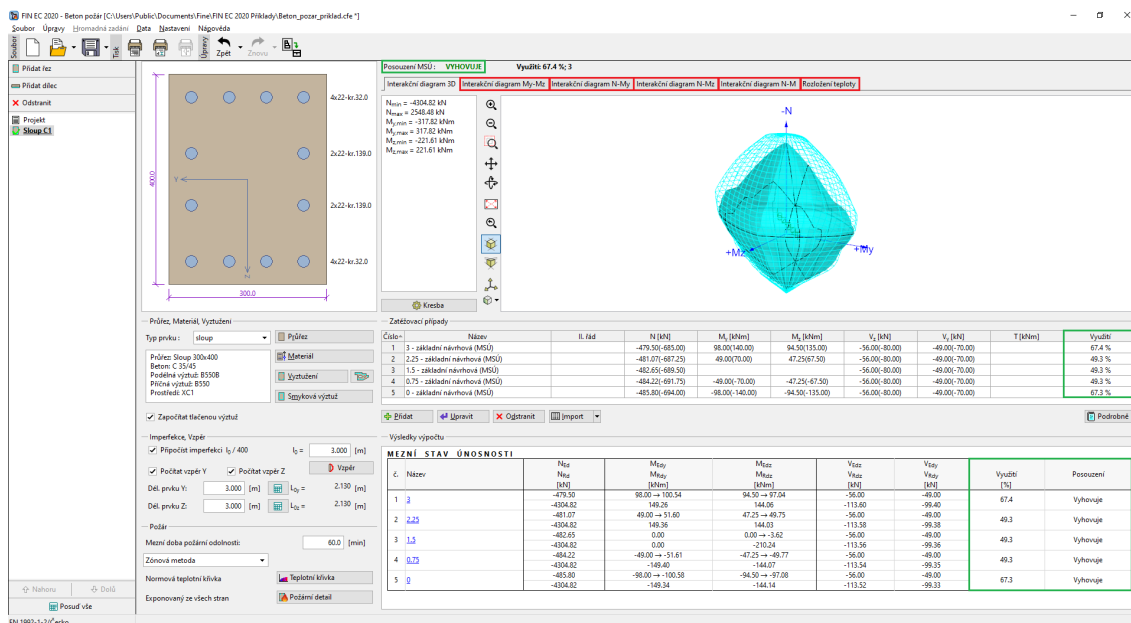
Výběr, jakým způsobem je prvek vystaven účinkům požáru (exponovaný ze všech stran, částečně zakrytý apod.). Výběr probíhá v okně "Požární detail" po stisku stejnojmenného tlačítka.



Požární detail

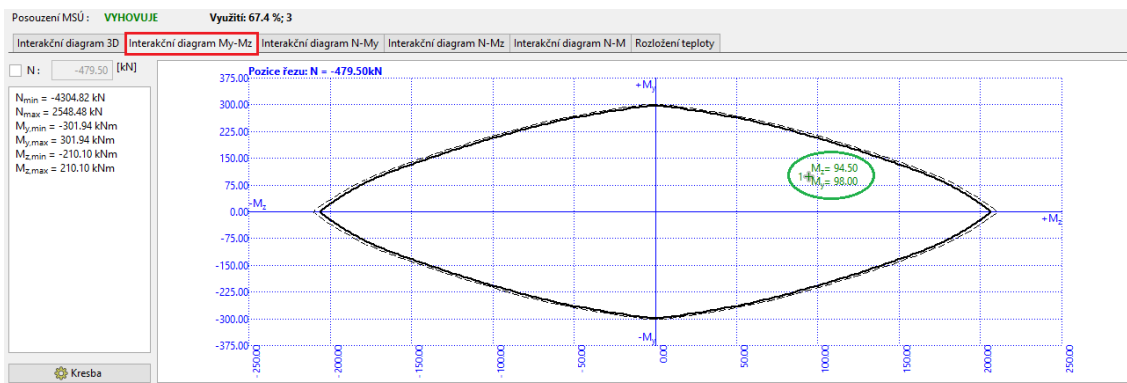
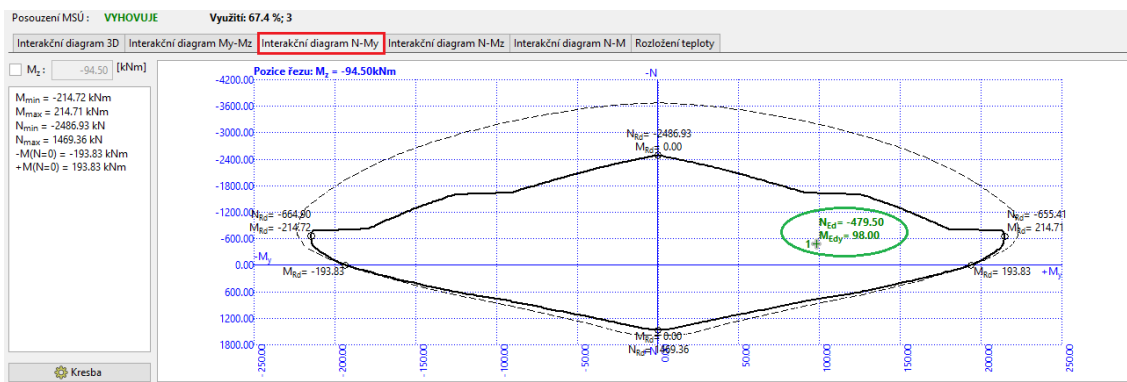
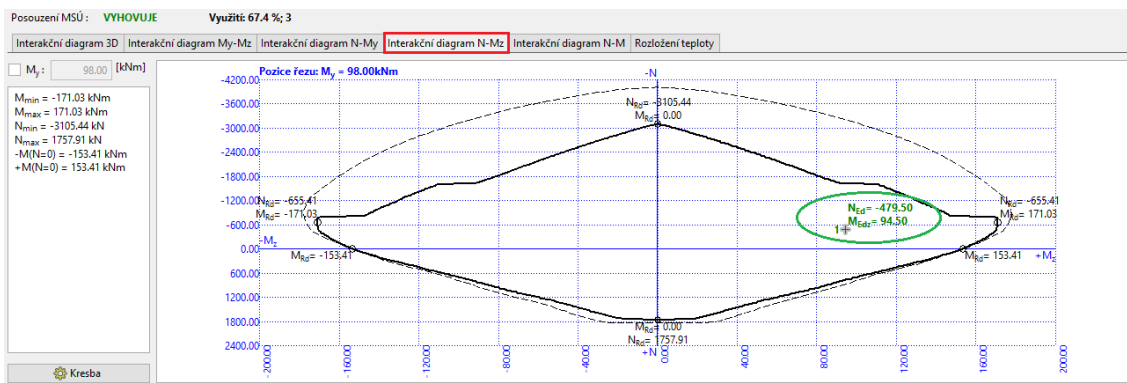
## Výsledky

Zadáním údajů o požární odolnosti jsme zkompletovali vstupní údaje, takže program v pravé horní části okna může zobrazit výsledky. Jedná se především o celkové shrnutí výsledků ("**Posouzení MSÚ**") a interakční diagram. Pro interakční diagram lze zvolit způsob zobrazení, k dispozici je jak prostorový diagram, tak rovinné diagramy vytvořené v místech zadané veličiny "**N**", "**M<sub>y</sub>**" či "**M<sub>z</sub>**" nebo v rovině dané směrem ohybu.

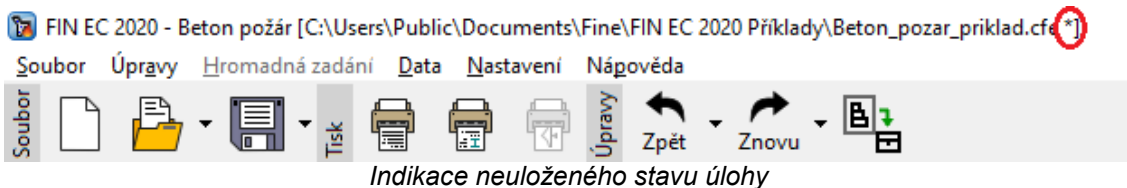


Volba typu zobrazeného interakčního diagramu

Přepínat mezi dialogovými okny lze pomocí záložek v horní části hlavního dialogového okna. Po kliknutí na daný zatěžovací stav, program zobrazí jeho polohu v interakčním diagramu. Pokud se bod nachází uvnitř plné čáry interakčního diagramu, pak zadaný průřez vyhovuje. Tečkovaná čára značí interakční diagram bez účinku imperfekcí a vzpěru.

 $M_y - M_z$  interakční diagram $N - M_y$  interakční diagram $N - M_z$  interakční diagram

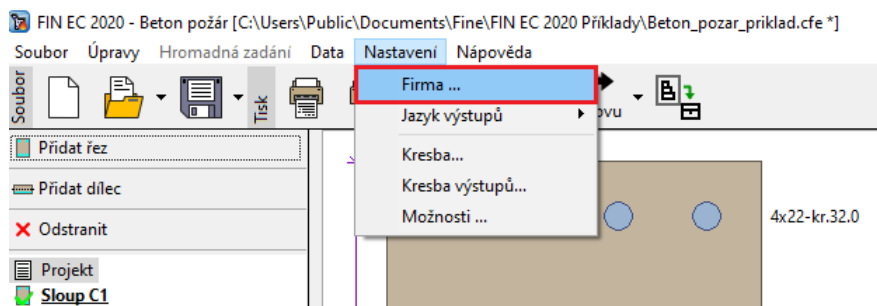
Protože jsme dokončili kompletně zadávání, je vhodné úlohu uložit na disk, což můžeme provést například tlačítkem " " v nástrojové nebo klávesovou zkratkou **Ctrl+S**. Stav, kdy je vhodné úlohu uložit (aktuální podoba úlohy se liší od stavu úlohy na disku), poznáme též podle toho, že v záhlaví programu se za názvem souboru zobrazuje symbol "\*".



Protože jsme v průběhu zadávání splnili všechna konstrukční opatření a protože hlavní okno nám zobrazuje vyhovující využití pro mezní stavy únosnosti i použitelnosti, můžeme považovat naši úlohu za dokončenou.

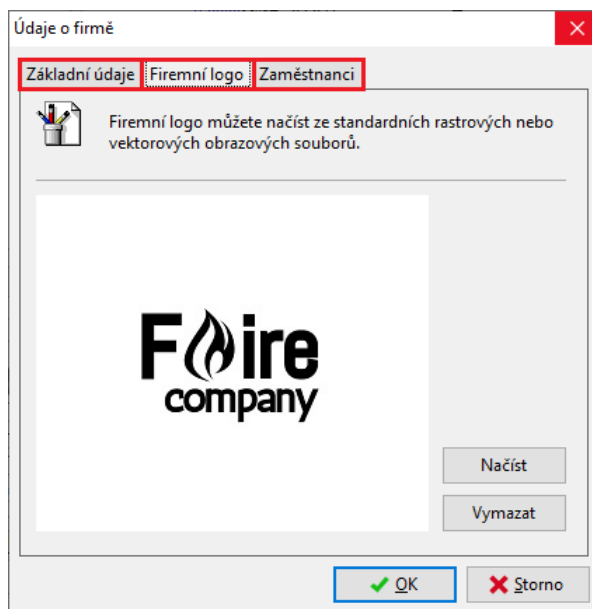
## Výstupy

Pro generování výstupu včetně informací o firmě, je nejprve nutné tyto informace zadat. Toto provedeme kliknutím na tlačítko **"Firma"** pod položkou Nastavení na hlavní dialogové liště.



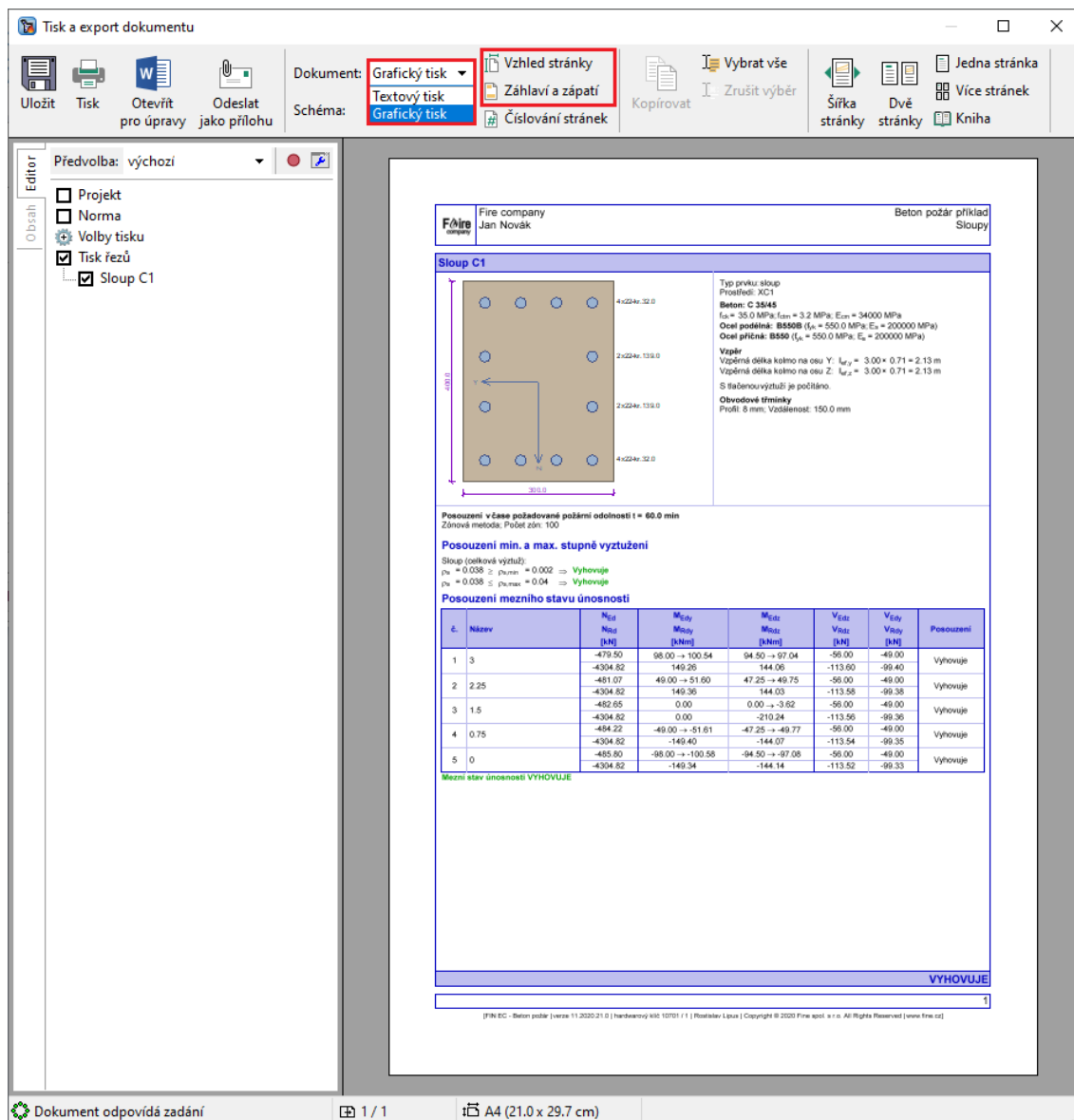
Nastavení informací o firmě

Zobrazí se dialogové okno "**Údaje o firmě**" kde zadáme údaje, které chceme zobrazit ve výstupech projektu. Je možné také vložit firemní logo, které se bude následně zobrazovat v záhlaví dokumentu.



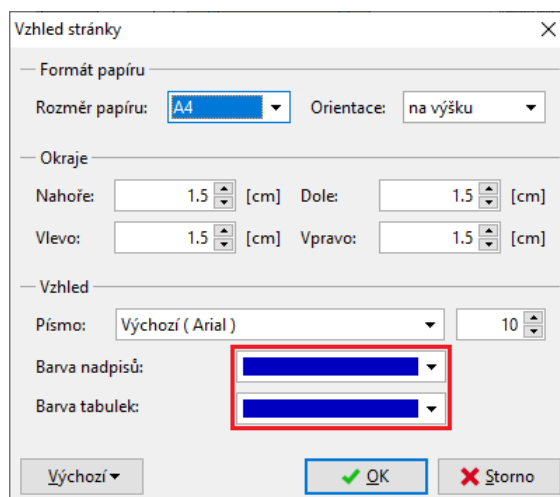
Dialogové okno s údaji o firmě

Pokud jsou nastavení dokončena, můžeme přistoupit k sestavení dokumentace. Nejprve vytiskneme stručný jednostránkový výstup, kde jsou zobrazeny veškeré vstupní údaje a výsledky posouzení. Tvorbu tohoto výstupu spustíme tlačítkem "🖨️" v nástrojové liště nebo položkou "**Grafický tisk**" v části "**Soubor**" hlavního menu.



*Vygenerovaný grafický výstup*

V horní části dialogového okna se nacházejí tlačítka **"Vzhled stránky"** a **"Záhlaví a zápatí"**. Po kliknutí na tlačítko **"Vzhled stránky"** se zobrazí dialogové okno, kde je možné nastavit formát, okraje či barvy výstupního dokumentu.



### Nastavení vzhledu stránky

Po kliknutí na tlačítko **"Záhlaví a zápatí"** se zobrazí dialogové okno pro přiřazení informací o projektu do záhlaví či zápatí výstupu. Pro zobrazení firemního loga zaškrtneme **"vložit firemní logo"**. Informace o projektu je možné vkládat do záhlaví či zápatí pomocí tlačítka **"Vložit"**.



Záhlaví a zápatí

Záhlaví

☐ různé na lichých a sudých stranách  
☐ jiné na první straně


Zápatí

☐ různé na lichých a sudých stranách  
☐ jiné na první straně

Všechny strany

Záhlaví

☒ tisknout záhlaví  
☒ vložit firemní logo



{CompanyName}

{ProjectAuthor}

{ProjectName}

{ProjectPart}

Vložit ▾

Zápatí

☒ tisknout zápatí

{PageNum}


Vložit ▾

Výchozí ▾

OK

Storno

Nastavení záhlaví a zápatí

Kromě tohoto stručného výstupu můžeme vytisknout i podrobnou textovou či grafickou dokumentaci. Sestavení této dokumentace můžeme spustit přímo z hlavního okna pomocí tlačítka  v nástrojové liště nebo pomocí položky **"Textový/Grafický tisk"** v části **"Soubor"** hlavního menu. Protože jsme však stále v okně pro sestavování dokumentace, můžeme do režimu textových výstupů přejít přímo pomocí změny typu dokumentu v nástrojové liště. Výběr provádíme v rozbalitelném seznamu **"Dokument:"**.

- 593 / 633 -

Tisk a export dokumentu

Uložit Tisk Otevřít Odeslat jako přílohu

Dokument: Textový tisk Vzhled stránky Záhloví a zápatí Číslování stránek

Schéma: barevné

Kopírovat Zrušit výběr

Šířka stránky Dvě stránky Kniha

Jedna stránka Více stránek

Předvolba: výchozí

Obsah

- ☒ Projekt
- ☒ Norma
- ☐ Podrobně
- ☒ Tisk řezů
- ☒ Volby tisku
- ☒ Sloup C1

**Projekt**

Fire company  
Jan Novák

Beton požár příklad  
Sloupy

**Norma**

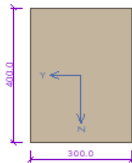
Norma EN 1992-1-2/Česko.

**1 Sloup C1**

**1.1 Vstupní data**

Typ prvku: sloup  
Prostředí: XC1  
Délka dílce: 3,00m  
Mezní doba požární odolnosti: 60,0min

**Průřez**



Typ kameniva: Křemíčitě kamenivo  
Typ výztuže: Válcovaná za tepla  
Vlhkost betonu: 1.5%  
Parametr tepelné vodivosti: 0.000

**Materiály**

Beton: C 35/45  
 $f_{tk} = 35.0 \text{ MPa}$ ;  $f_{cm} = 3.2 \text{ MPa}$ ;  $E_{cm} = 34000 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B550B  
 $f_{yk} = 550.0 \text{ MPa}$ ;  $E_s = 200000 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B550  
 $f_{yk} = 550.0 \text{ MPa}$ ;  $E_s = 200000 \text{ MPa}$

**Požární detail**

Exponovaný ze všech stran

**Teplotní křivka**

Normová teplotní křivka

**Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)**

č.	Název zatěžovacího případu	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Edz}$ [kNm]	$V_{Edx}$ [kN]	$V_{Edy}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	QP koef. [-]
1	3	-985.00	140.00	135.00	-80.00	-70.00	0.00	1.000
2	2.25	-687.25	70.00	67.50	-80.00	-70.00	0.00	1.000
3	1.5	-689.50	0.00	0.00	-80.00	-70.00	0.00	1.000
4	0.75	-691.75	-70.00	-67.50	-80.00	-70.00	0.00	1.000
5	0	-694.00	-140.00	-135.00	-80.00	-70.00	0.00	1.000

**Vzpěr**

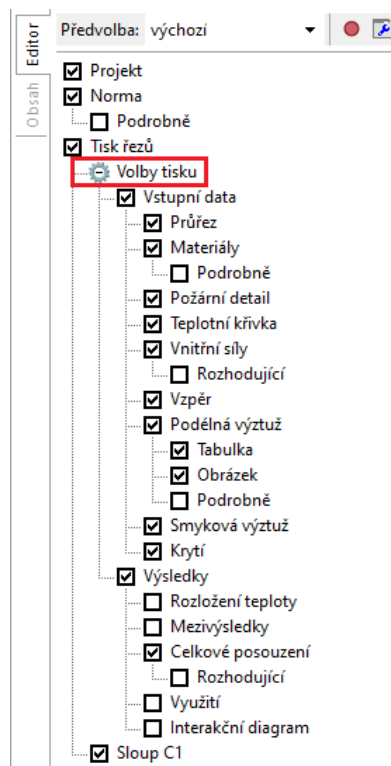
Délka prvku [m]	Koef. vzpěru [-]	Vzpěrná délka [m]	Kolmo k ose
3.00	0.71	2.13	Y
3.00	0.71	2.13	Z

[FIN EC - Beton požár | verze 11 2020-21-0 | hardwarový kód 10701 | 1 | Rostislav Lipka | Copyright © 2020 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.fine.cz]

Dokument odpovídá zadání 1 / 3 A4 (21.0 x 29.7 cm)

## Vygenerovaný textový výstup

Po přepnutí do režimu "**Tisková sestava**" můžeme v levém stroměčku v části "**Volby tisku**" nastavit, jaké části posouzení mají být součástí dokumentu a jak podrobné výpisy mají být.



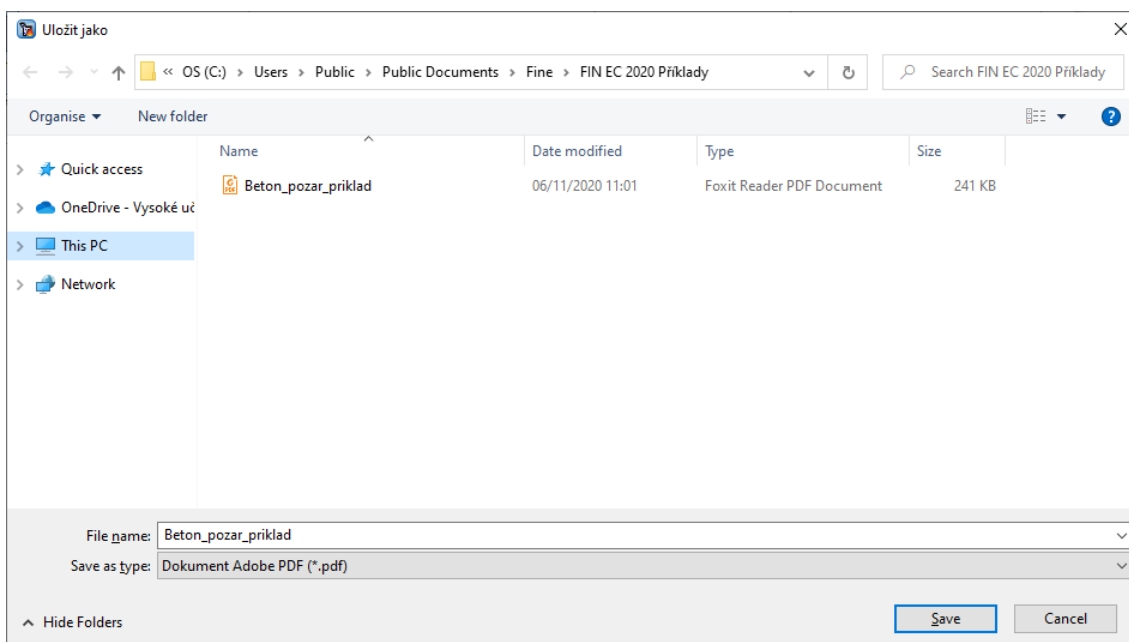
*Volby tisku pro textové výstupy*

Program při jakékoliv změně ve stromě ihned přegeneruje dokumentaci, aby odpovídala zadání. Pokud již dokumentace obsahuje všechny námi vyžadované informace, můžeme dokument opět uložit na disk.



*Tlačítko pro exportování výstupu*

Dokument můžeme přímo vytisknout pomocí tlačítka "Tisk" nebo uložit tlačítkem "Uložit" jako soubor \*.pdf respektive \*.rtf na disk. Využijeme druhou možnost a uložíme dokument na disk. V dialogovém okně "Uložit jako" můžeme zadat název souboru a cílovou složku.



*Uložení souboru ve formátu \*.pdf*

Vygenerováním dokumentace je práce u konce.

## Oboustranný přípoj nosníku na sloup

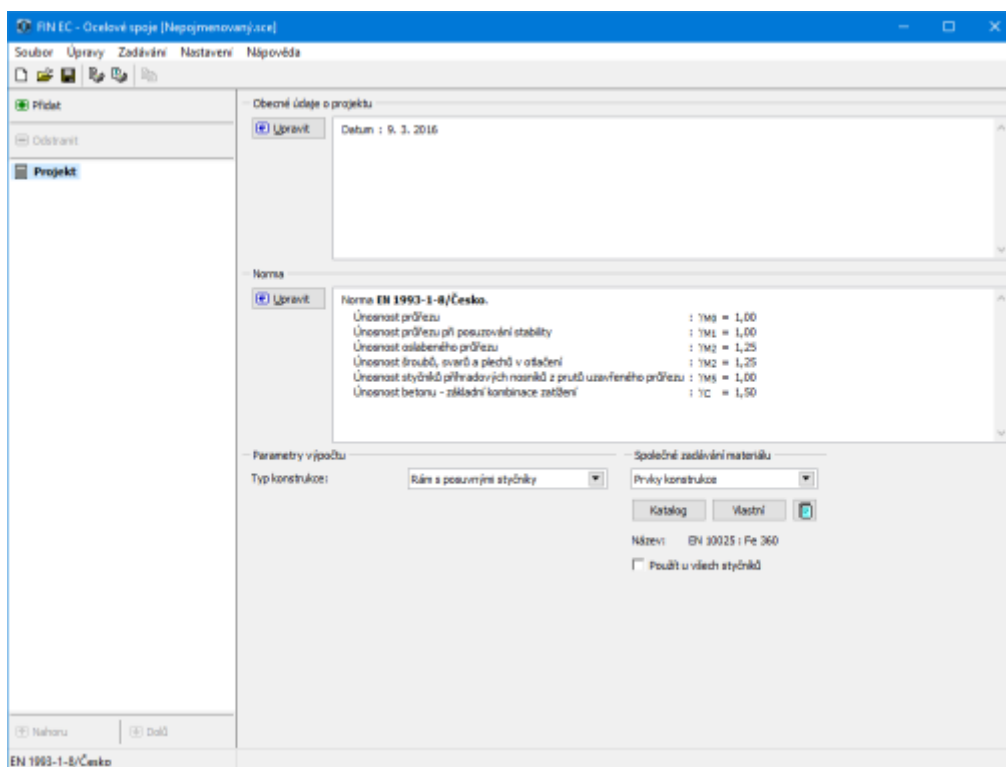
### Zadání

Cílem je posoudit oboustranný přípoj nosníku na sloup, který je z levé strany připojen pomocí ohybově tuhé čelní desky a z pravé strany přivařením. Jedná se o rámovou konstrukci s neposuvnými styčníky.

Zatížení nosníku:  $M_{y,Sd} = 30 \text{ kNm}$ ,  $V_{z,Sd} = 100 \text{ kN}$   
 Přitížení sloupu:  $N_{x,2} = 500 \text{ kN}$   
 Sloup: HE 140B - EN 10025 : Fe360  
 Nosník: IPE 200 - EN 10025 : Fe360  
 Svary:  $a_{w,f} = 6 \text{ mm}$ ;  $a_{w,w} = 4 \text{ mm}$   
 Čelní deska:  $b_p = 120 \text{ mm}$ ,  $h_p = 300 \text{ mm}$ ,  $t_p = 12 \text{ mm}$ ,  $a_1 = -90 \text{ mm}$  - EN 10025: Fe360  
 Poloha šroubů:  $w_1 = 30 \text{ mm}$ ,  $e = [35, 95, 120] \text{ mm}$   
 Šrouby: M16 10.9

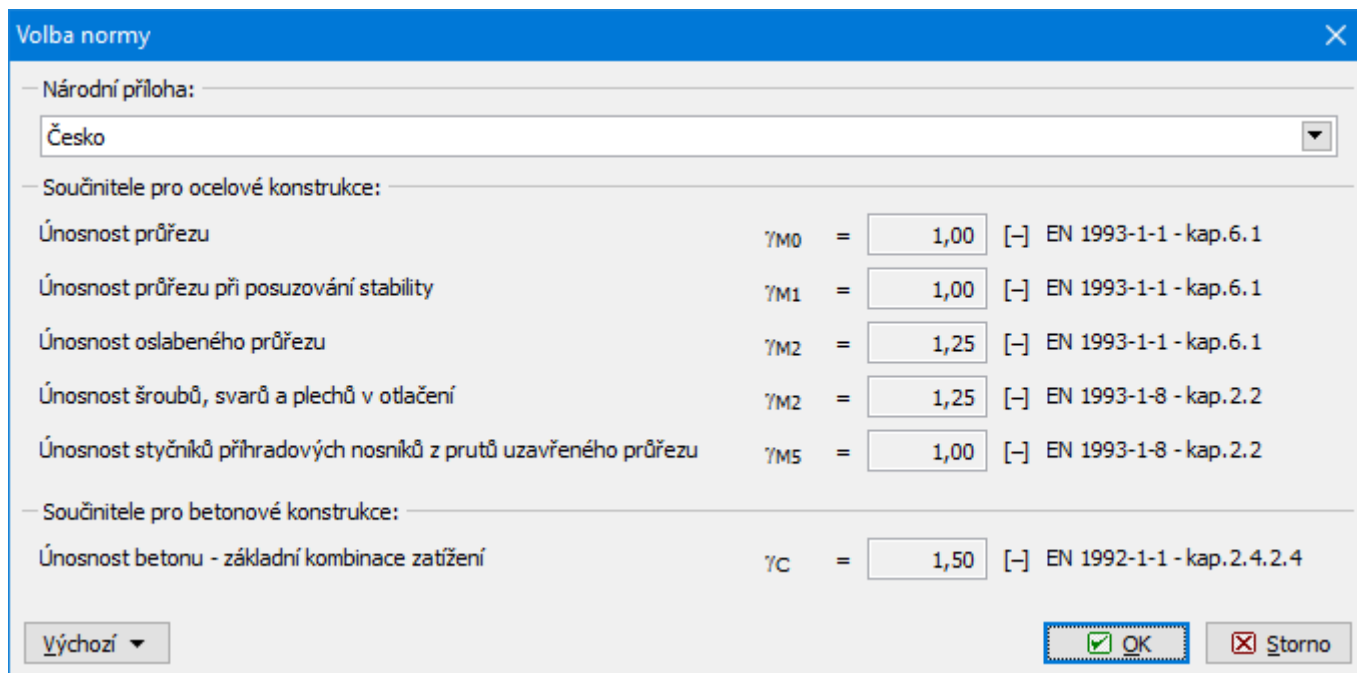
### Vytvoření nového styčníku

Po spuštění programu "**Ocelové spoje**" se objeví úvodní obrazovka, ve které lze zadat identifikační údaje projektu, zvolit normu a příslušnou národní přílohu a případně též zadat hromadně materiál pro všechny úlohy projektu.



Úvodní obrazovka projektu

Nejprve stisknutím tlačítka "**Upravit**" v sekci "**Norma**" spustíme dialogové okno, kde vybereme příslušnou národní přílohu k EN 1993-1-8 (v našem případě "**Česko**").



**Volba normy**

Národní příloha: Česko

Součinitele pro ocelové konstrukce:

Únosnost průřezu	$\gamma_{M0}$	=	1,00	[-]	EN 1993-1-1 - kap.6.1
Únosnost průřezu při posuzování stability	$\gamma_{M1}$	=	1,00	[-]	EN 1993-1-1 - kap.6.1
Únosnost oslabeného průřezu	$\gamma_{M2}$	=	1,25	[-]	EN 1993-1-1 - kap.6.1
Únosnost šroubů, svarů a plechů v otláčení	$\gamma_{M2}$	=	1,25	[-]	EN 1993-1-8 - kap.2.2
Únosnost styčnicků příhradových nosníků z prutů uzavřeného průřezu	$\gamma_{M5}$	=	1,00	[-]	EN 1993-1-8 - kap.2.2

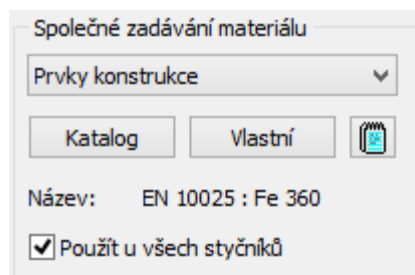
Součinitele pro betonové konstrukce:

Únosnost betonu - základní kombinace zatížení	$\gamma_C$	=	1,50	[-]	EN 1992-1-1 - kap.2.4.2.4
---	------------	---	------	-----	---------------------------

Výchozí ▼ OK Storno

Zadání dílčích součinitelů spolehlivosti

Jelikož veškeré prvky v zadání mají shodný materiál, můžeme použít pomůcku "**Společné zadávání materiálu**" v pravém dolním rohu okna. Ze seznamu vybereme položku "**Prvky konstrukce**" a po stisknutí tlačítka "**Katalog**" zadáme požadovaný materiál ("**EN 10025: Fe360**"). Výběr "**Prvky konstrukce**" představuje všechny části styčnicku z konstrukční oceli (sloup, průvlaky, čelní desky apod.). Materiál se do všech prvků projektu přiřadí po zaškrtnutí políčka "**Použít u všech styčnicků**".



Společné zadávání materiálu

Prvky konstrukce

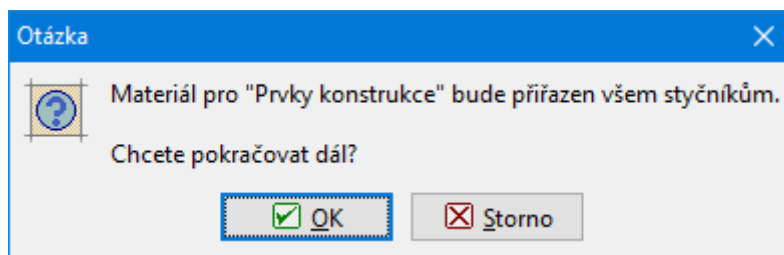
Katalog Vlastní

Název: EN 10025 : Fe 360

☒ Použít u všech styčnicků

Zadávání společného materiálu

Pro zabránění nečekané ztráty již zadaných dat je nutno nejdříve kladně potvrdit následující dialogové okno. Pokud je použit společný materiál, nelze již dodatečně měnit materiál u jednotlivých prvků.



Otázka

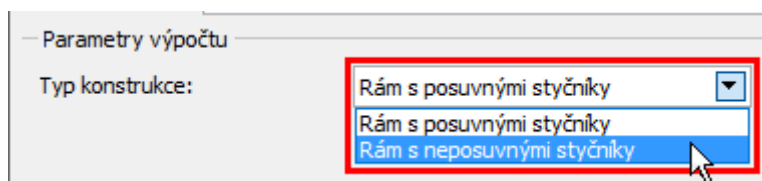
Materiál pro "Prvky konstrukce" bude přiřazen všem styčnickům.

Chcete pokračovat dál?

OK Storno

Přiřazení společného materiálu všem styčnickům v projektu

V sekci "**Parametry výpočtu**" je třeba nastavit typ konstrukce na "**Rám s neposuvnými styčnickými**". Tento parametr je důležitý pro výpočet tuhosti a následného zatřídění styčnicku (*kloubový, polotuhý, vetknutý*).



Parametry výpočtu

Typ konstrukce:

Rám s posuvnými styčnickými

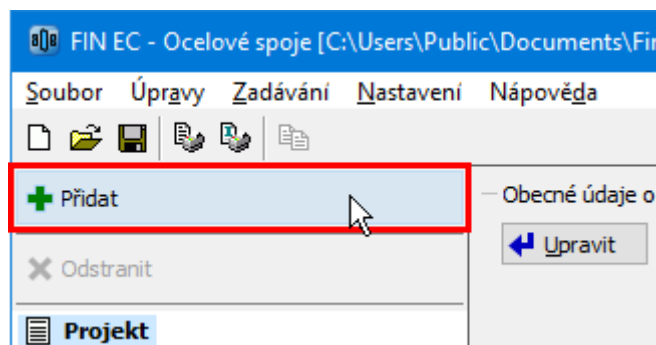
Rám s posuvnými styčnickými

Rám s neposuvnými styčnickými

Nastavení typu konstrukce

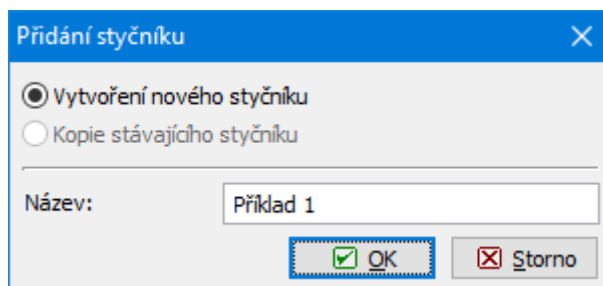
Po nastavení všech společných parametrů můžeme začít zadávat styčnick. Průvodce vytvořením nového styčnicku,

spustíme tlačítkem "**Přidat**" v záhlaví ovládacího stromečku.



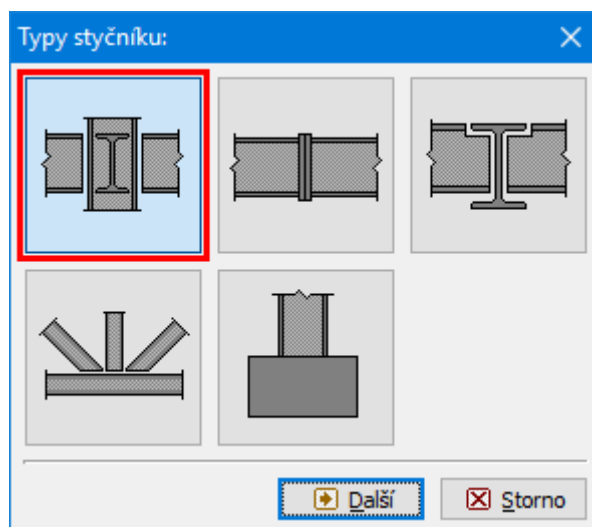
*Přidání nového styčnicku*

Nejprve se objeví dialogové okno, kde vybereme volbu "**Vytvoření nového styčnicku**" a přepíšeme výchozí název na "**Příklad 1**".



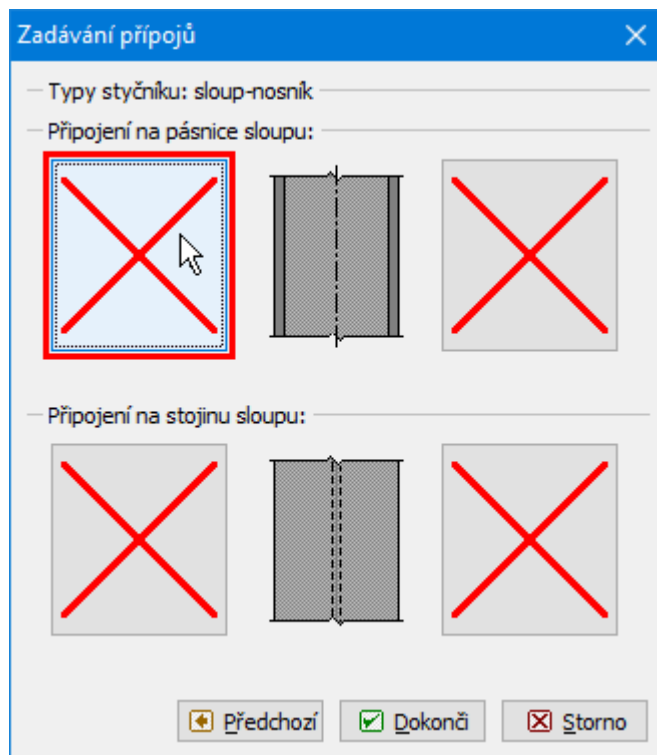
*Dialogové okno pro přidání styčnicku*

Po zmáčknutí tlačítka "**OK**" se spustí okno s nabídkou dostupných typů přípojí. Zvolíme připojení průvlaků na sloup.



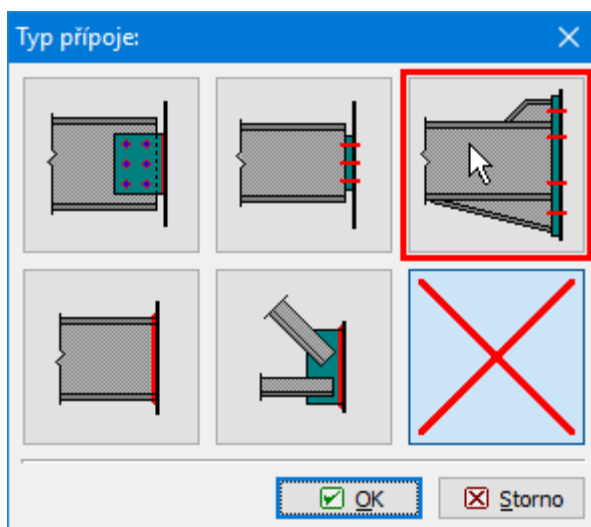
*Volba typu styčnicku*

Následující okno slouží k zadání prvků připojených do styčnicku. Jednotlivé přípoje lze zadat kliknutím na příslušná tlačítka "**X**". Pro zadání přípoje na levou pásnici je tedy nutné kliknout na levé horní tlačítko.



*Volba typu přípoje pro levou pásnici*

Po stisknutí tohoto tlačítka se objeví dialogové okno pro výběr typu přípoje, kde označíme tlačítko s obrázkem ohybově tuhé čelní desky a potvrdíme tlačítkem "OK". Po zmáčknutí pravého tlačítka v sekci "Připojení na pásnice sloupu" obdobným způsobem přiřadíme svařovaný přípoj.



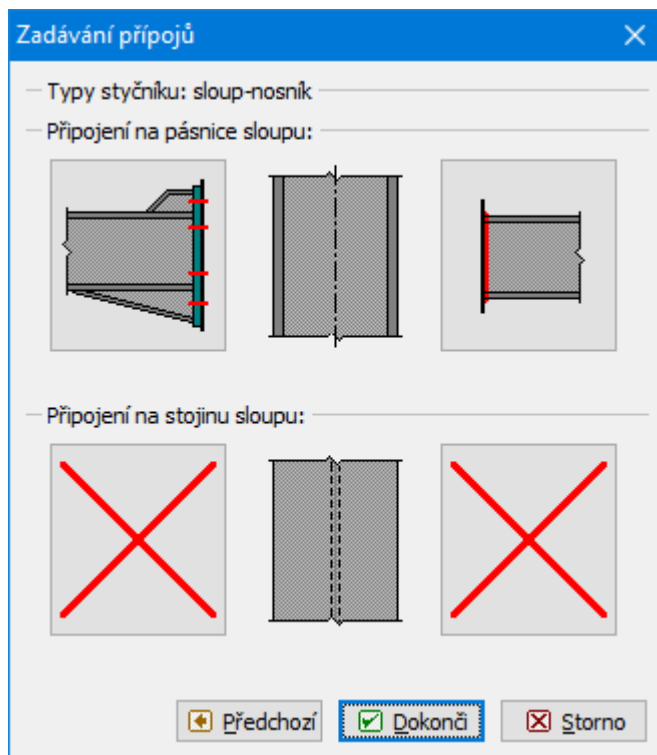
*Volba typu přípoje*

Pro styčnick na sloupu jsou dostupné následující přípoje (označení odpovídá poloze v okně "Typ přípoje"):

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Vlevo nahoře</b>     | • kloubová čelní deska                     |
| <b>Uprostřed nahoře</b> | • břit                                     |
| <b>Vpravo nahoře</b>    | • ohybově tuhá čelní deska                 |
| <b>Vlevo dole</b>       | • svařovaný přípoj                         |
| <b>Uprostřed dole</b>   | • přípoj příhradoviny na styčnickový plech |

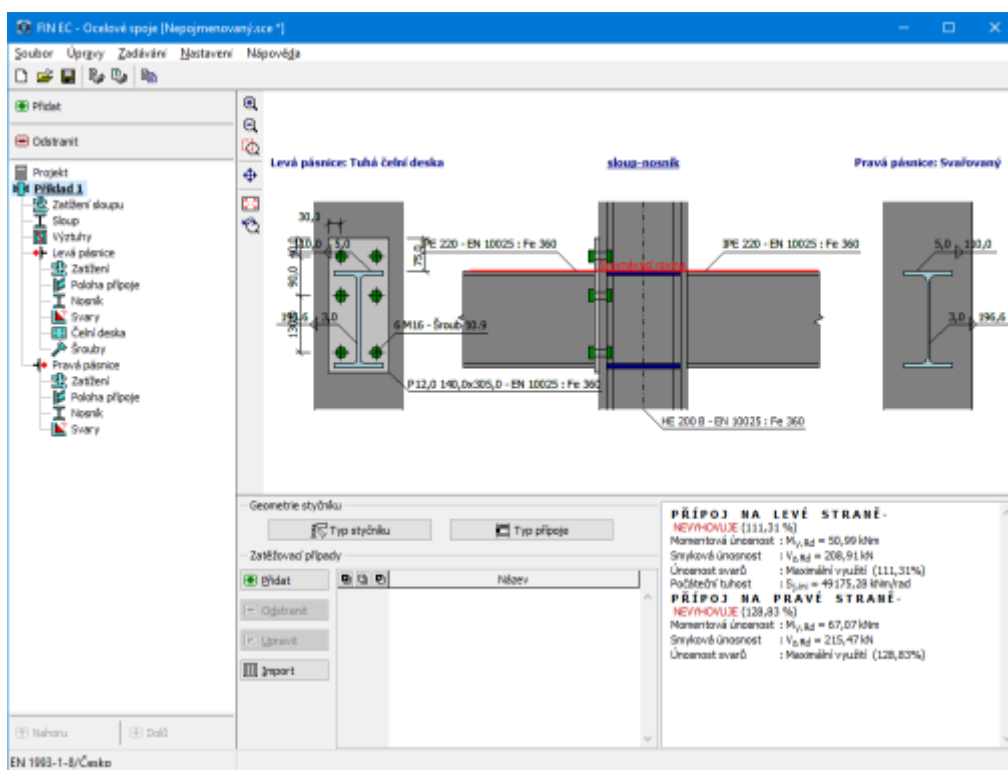
Po správném přiřazení přípojů by měl dialog pro zadání typu přípojů vypadat takto:





Dialogové okno s již zadanými typy přípojí

Po zmáčknutí tlačítka "Dokonč" se vygenerují výchozí data pro zvolený styčník, v ovládacím stroměčku se vytvoří struktura pro zadávání vlastností styčníku



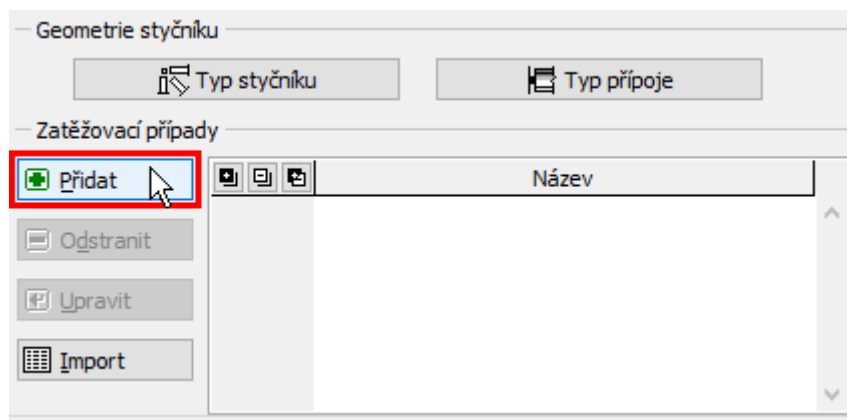
Základní obrazovka programu po zadání geometrie styčníku

## Zadávání jednotlivých částí styčníku

Veškeré zadávání se ovládá pomocí uzlů v zadávacím stroměčku. Uzly jsou generovány v závislosti na typu styčníku a typu jednotlivých přípojí (pro každý styčník obsahuje stroměček jiné uzly). Nyní budeme postupně označovat jednotlivé uzly a měnit data dle zadání. Podrobně bude probráno pouze zadávání přípoje u levé pásnice. Zadávání přípoje u pravé pásnice je analogické.

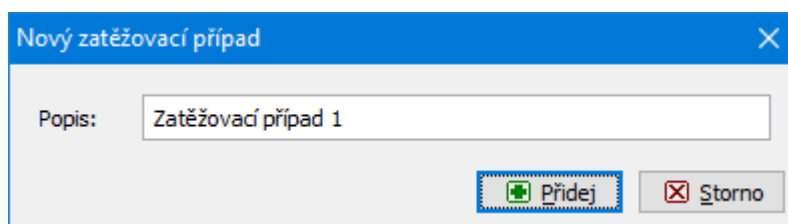
Aby bylo přístupné zadávání zatížení, je nutné nejprve vytvořit minimálně jeden zatěžovací případ. Zatěžovacím případem rozumíme vnitřní síly ze zatěžovací kombinace pro mezní stav únosnosti. Tyto síly se tedy vyskytují ve styčníku ve stejném okamžiku a slouží jako vstupní hodnoty pro posouzení přípojí. Počet zadaných zatěžovacích případů není

omezen. Nový zatěžovací případ spustíme tlačítkem **"Přidat"** v části **"Zatěžovací případy"**. Dalšími tlačítky **"Odstranit"** a **"Upravit"** umožňují aktuálně označený zatěžovací případ odstranit resp. upravit jeho název.



*Tlačítko pro přidání nového zatěžovacího případu*

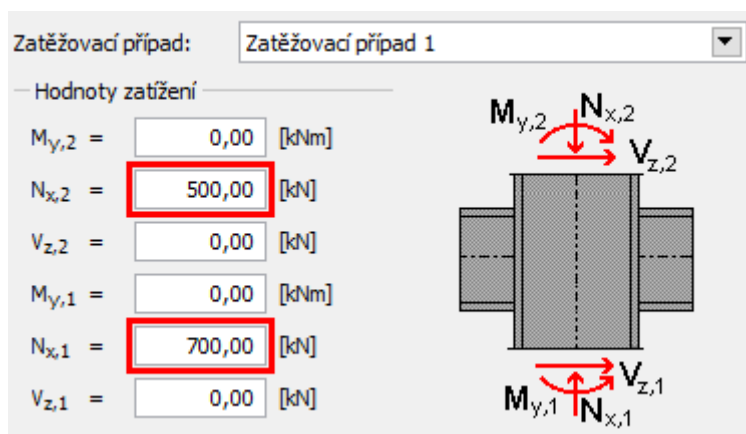
Pro vložení nového zatěžovacího případu je nutné nejprve zadat název. Okno potvrdíme tlačítkem **"Přidej"**



*Zadávací okno "Nový zatěžovací případ"*

## Zatížení sloupu

Pokud je zadán minimálně jeden zatěžovací případ, je možné přejít do části **"Zatížení sloupu"** ovládacího stroměčku. Horní přitížení sloupu osovou silou  $500\text{ kN}$  zadáme do položky **" $N_{x,2}$ "**. Jelikož je sloup z pravé i levé strany zatížen posouvající silou  $100\text{ kN}$ , je nutné pro zachování podmínek rovnováhy zadat spodní přitížení sloupu  $700\text{ kN}$  do položky **" $N_{x,1}$ "**.

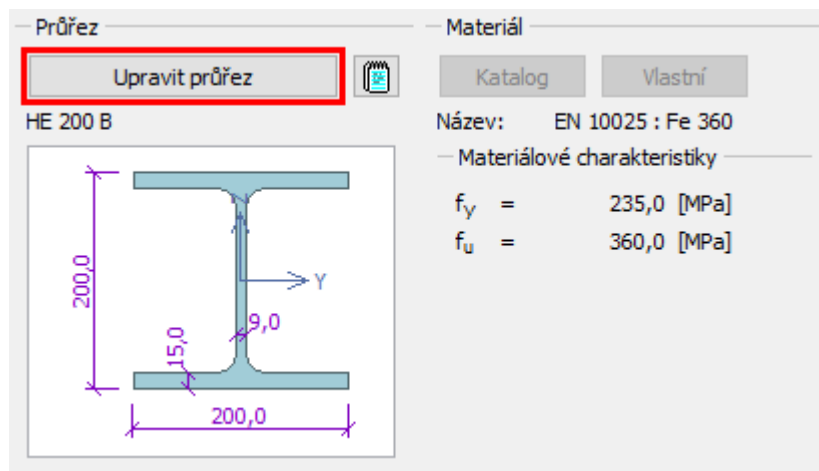


*Zadávací rám pro vnitřní síly na sloupu*

Poté je možné přejít do části **"Sloup"** ovládacího stroměčku.

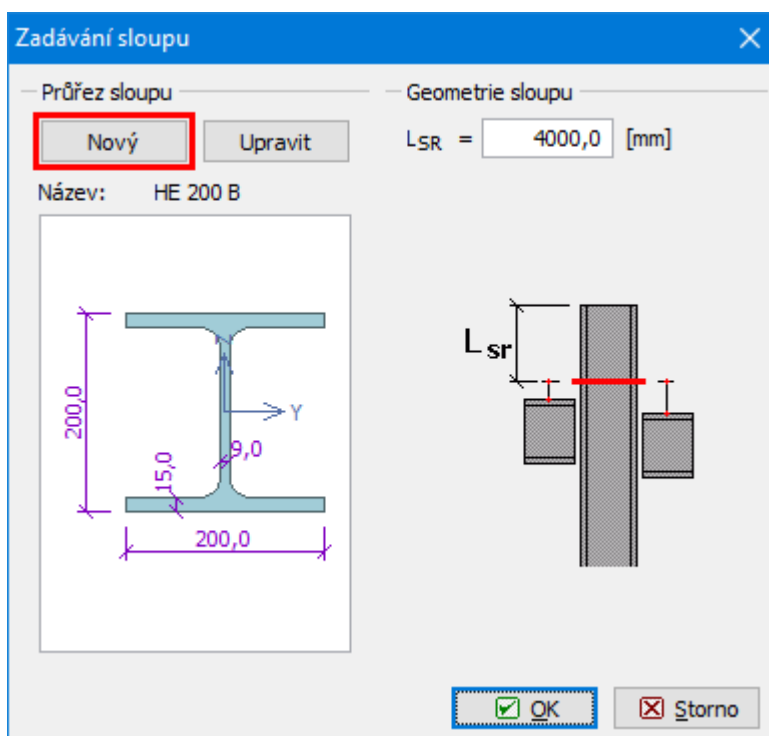
## Sloup

Tato část slouží k zadání geometrie sloupu (průřez, délka, materiál apod.). Tlačítka pro zadání materiálu jsou nepřístupná, neboť je v tomto příkladu používán společný materiál. Okno pro úpravu geometrie spustíme tlačítkem **"Upravit průřez"** nebo kliknutím na obrázek aktuálního průřezu.



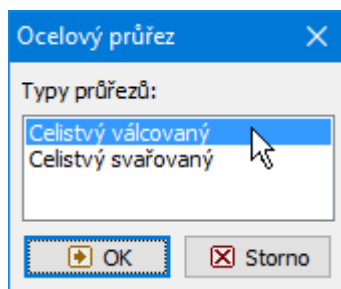
Tlačítko spouštějící okno s vlastnostmi sloupu

Toto okno je obecně používáno pro zadávání průřezu a geometrie. Je tedy určeno nejen pro sloup, ale i pro další prvky jako je např. nosník. V okně lze kromě průřezu zadat též vzdálenost srovnávací roviny od konce sloupu. Tato hodnota je důležitá v případech, kdy je styčník umístěn blízko konce sloupu. Průřez sloupu můžeme změnit tlačítkem "**Nový**".



Dialogové okno "Zadávání sloupu"

Nejprve v dialogovém okně "**Ocelový průřez**" vybereme položku "**Celistvý válcovaný**" a zmáčknutím tlačítka "**OK**" spustíme další dialogové okno "**Katalog průřezů**".



Volba typu průřezu

V okně "**Katalog průřezů**" nejprve v levém sloupečku zvolíme "**Tyče průřezu HE**" a pak v pravém seznamu položku "**HE 140B**". Vybraný průřez se přiřadí do dat zmáčknutím tlačítka "**OK**".

Výběr průřezu z databáze

Dále se přejde do části "**Výztuhy**".

## Výztuhy

Tato část slouží k zadávání výztuh sloupu. Kromě vodorovných výztuh na celou šířku stojiny, které jsou použity v tomto příkladu, lze zadávat vyztužení pásnice příložkami (záložka "**Vyztužení pásnic**") a speciální smykové výztuhy (záložka "**Zvláštní typy výztuh**"). V tomto okně pouze změníme hodnoty u položek " **$a_w$** " a " **$t_s$** " pro horní a dolní výztuhu.

Zadávací rám "Vyztužení stojiny"

Následuje zadání vlastností přípoje nosníku na levou pásnici pomocí ohybově tuhé čelní desky (větev "**Levá pásnice**" ovládacího stroměčku).

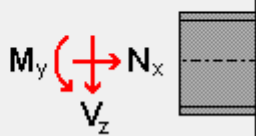
## Zatížení

V této části v souladu se znaménkovou konvencí, zobrazenou ve schématu, zadáme vnitřní síly na konci připojeného průvlaku. Zatížení přípoje momentem  $M_y = 40 \text{ kN}$  zadáme do položky " **$M_y$** " a zatížení posouvající silou  $V_z = 100 \text{ kN}$  do položky " **$V_z$** ". Kromě těchto hodnot lze zadat zatížení osovou silou do položky " **$N_x$** ".

Zatěžovací případ: Zatěžovací případ 1

Hodnoty zatížení

$N_x$	=	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">30,00</span>	[kN]
$V_z$	=	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">100,00</span>	[kN]
$M_y$	=	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,00</span>	[kNm]



Zadávací rám "Zatížení" pro přípoj na levé pásnici

Následuje část "Poloha přípoje".

## Poloha přípoje

Sekce "Poloha přípoje" umožňuje zadat excentricitu připojení nosníku či jeho natočení od kolmice. V našem případě lze ponechat výchozí hodnoty a přejít do další části "Nosník".

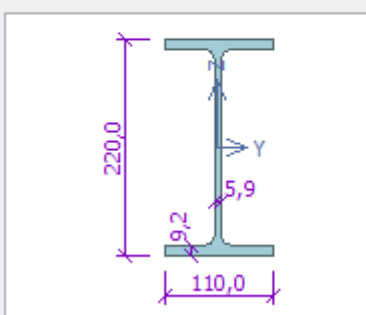
## Nosník

Zde lze zadat průřez nosníku a případně přidat náběh nad horní pásnici. Okno pro zadávání se spouští tlačítkem "Upravit průřez".

Průřez

Upravit průřez

IPE 220



Materiál

Katalog Vlastní

Název: EN 10025 : Fe 360

Materiálové charakteristiky

$f_y$	=	235,0 [MPa]
$f_u$	=	360,0 [MPa]

Tlačítko pro úpravu geometrie nosníku

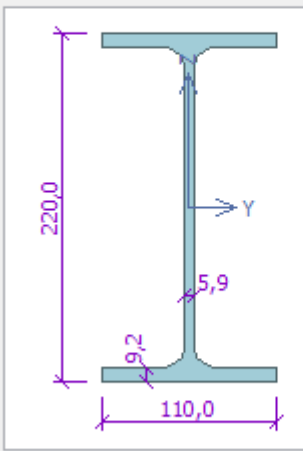
Toto dialogové okno připomíná okno s geometrií sloupu. levá část obsahuje vlastnosti průřezu, pravá pak možnost zadat náběhy nosníku.

Zadávání nosníku

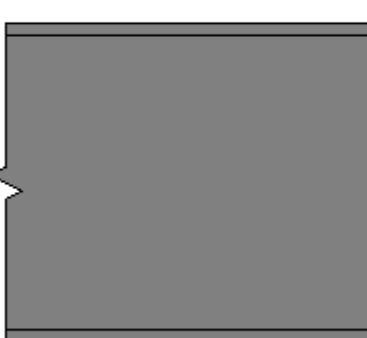
Průřez nosníku

Nový Upravit

Název: IPE 220



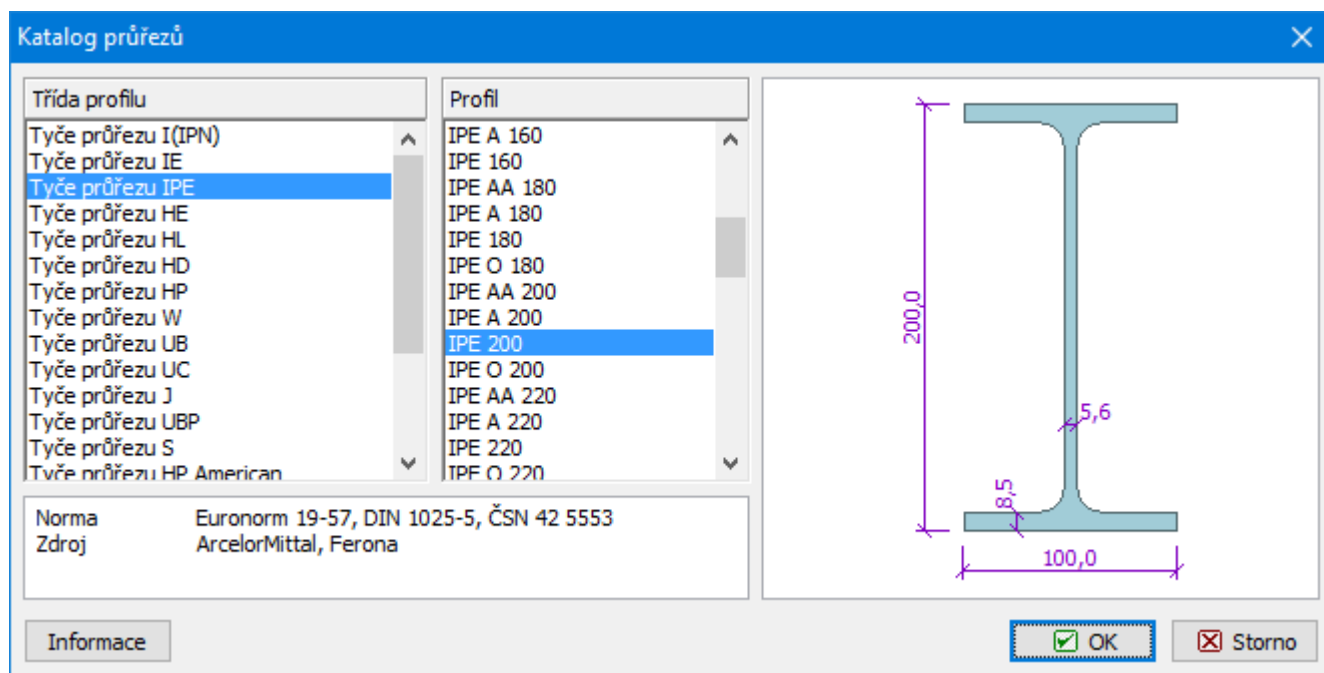
Zakončení nosníku



OK Storno

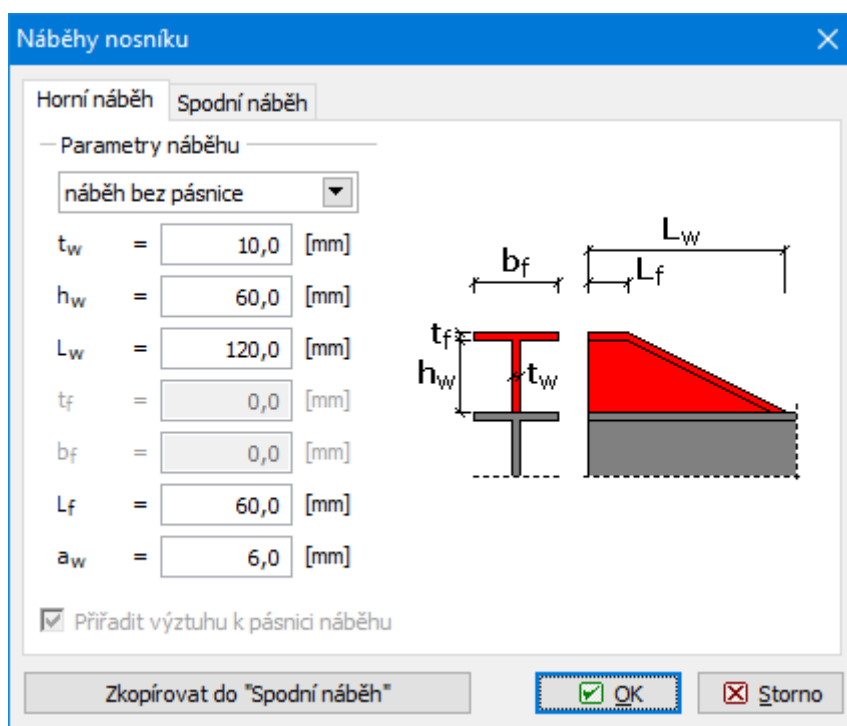
### Tlačítka pro úpravu průřezu a zadání náběhů

Tlačítkem **"Upravit"** v levé části okna lze změnit válcovaný profil na **"IPE 200"**.



Okno pro úpravu profilu nosníku

Zmáčknutím tlačítka v sekci **"Zakončení nosníku"** se spustí okno pro editaci náběhu nosníku. V záložce **"Horní náběh"** lze vybrat typ **"Náběh bez pásnice"** a pak zadat jednotlivé rozměry dle následujícího obrázku.



Okno pro zadávání náběhu

Po ukončení oken **"Náběhy nosníku"** a **"Zadávání nosníku"** je možné přejít do části svary, která řeší připojení nosníku na čelní desku.

## Svary

Připojení bude řešeno ovařením po celém obvodu průřezu. V tom případě je třeba zvolit typ svaru **"Svar kolem dokola"**. Pro tento typ stačí zadat pouze výšku svaru na pásnici **"a<sub>w,f</sub>"** a výšku svaru na stojině **"a<sub>w,w</sub>"**. Délky svarů jsou automaticky dopočítány dle profilu nosníku. Libovolná délka svaru může být zadána pro typ svaru **"Svar uživatelský"**.

Typ svaru  
Svar kolem dokola

Tloušťka a délka svaru

$a_{w,f}$  = 6,0 [mm]  
 $L_{w,f}$  = 110,0 [mm]  
 $a_{w,w}$  = 4,0 [mm]  
 $L_{w,w}$  = 196,6 [mm]

Vlastnosti svaru

## Čelní deska

Následuje zadání rozměrů čelní desky včetně polohy šroubů. Dialogové okno "Editace čelní desky" pro úpravu geometrie lze spustit kliknutím na tlačítko "Editace geometrie" v zadávacím rámu.

Geometrie

**Editace geometrie**

Rozměry

$b_p$  = 140,0 [mm]  
 $h_p$  = 305,0 [mm]  
 $t_p$  = 12,0 [mm]

Otvory - jednořadé vrtání

$w_1$  = 30,0 [mm]

Materiál

Katalog Vlastní

Název: EN 10025 : Fe 360

Materiálové charakteristiky

$f_y$  = 235,0 [MPa]  
 $f_u$  = 360,0 [MPa]

Tlačítko pro zadání geometrie čelní desky

V tomto dialogovém okně zadáme rozměry čelní desky " $b_p$ ", " $h_p$ ", " $t_p$ ", polohu čelní desky vůči horní hraně nosníku " $a_1$ ", vodorovnou polohu šroubů " $w_1$ " a nakonec svislé vzdálenosti mezi jednotlivými řadami šroubů. U ohybově tuhé desky lze zadat pouze dvě svislé řady šroubů. U kloubové čelní desky lze zadat svislé řady čtyři. Pro snazší zadávání lze použít aktivní kóty v obrázku umístěném na pravé straně dialogového okna. Změnu dat potvrdíme zmáčknutím tlačítka "OK".

Editace čelní desky

Rozměry

$b_p$  = 120,0 [mm]  
 $h_p$  = 280,0 [mm]  
 $t_p$  = 12,0 [mm]

Poloha čelní desky

$a_1$  = -70,0 [mm]

Řady šroubů - vodorovně

$w_1$  = 30,0 [mm]

Poloha hlavy šroubu

☐ Hlava šroubu je na straně čelní desky

Řady šroubů - svisle

Počet řad 3

	[mm]
e1	35,0
p1,1	80,0
p1,2	120,0

OK Storno

Okno pro úpravu geometrie čelní desky a polohy šroubů



## Šrouby

Následuje část pro zadávání typu a velikosti šroubů. Typ šroubu zadáme kliknutím na tlačítko "**Katalog**" v sekci "**Typ šroubu**". Materiál šroubu zadáme kliknutím na tlačítko "**Katalog**" v sekci materiál šroubu.

*Zadávací rám s vlastnostmi šroubů*

V dialogovém okně "**Katalog šroubů**" je třeba zvolit průměr šroubu "**M16**" a jako "**Délka dřívku**" zadat "**55**" mm. Délka šroubu je důležitá pro určení místa, kde prochází smyková spára. Potom označíme obě zaškrťovací políčka v sekci "**Podložka šroubu**". Ostatní položky lze nechat ve výchozích hodnotách. Zadání je třeba potvrdit tlačítkem "**OK**".

*Dialogové okno "Katalog šroubů"*

V dialogovém okně "**Katalog materiálů**", označíme položku "**Šroub 8.8**" a potvrdíme tlačítkem "**OK**".

*Dialogové okno "Katalog materiálů"*

## Pravá pásnice

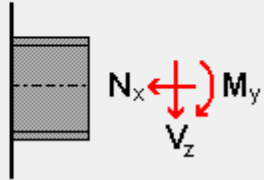
Připojení druhého nosníku navařením na pravou pásnici se řeší obdobně jako přípoj na levou pásnici. Rozsah zadání je menší, neboť v tomto případě odpadá nutnost zadávat vlastnosti čelní desky. Hodnoty vnitřních sil v části "**Zatížení**" budou

identické jako v případě přípoje na levou pásnici: ohybový moment " $M_y$ " o velikosti  $40\text{ kN}$  a zatížení posouvající silou " $V_z$ " rovné  $100\text{ kN}$ .

Zatěžovací případ: Zatěžovací případ 1

Hodnoty zatížení

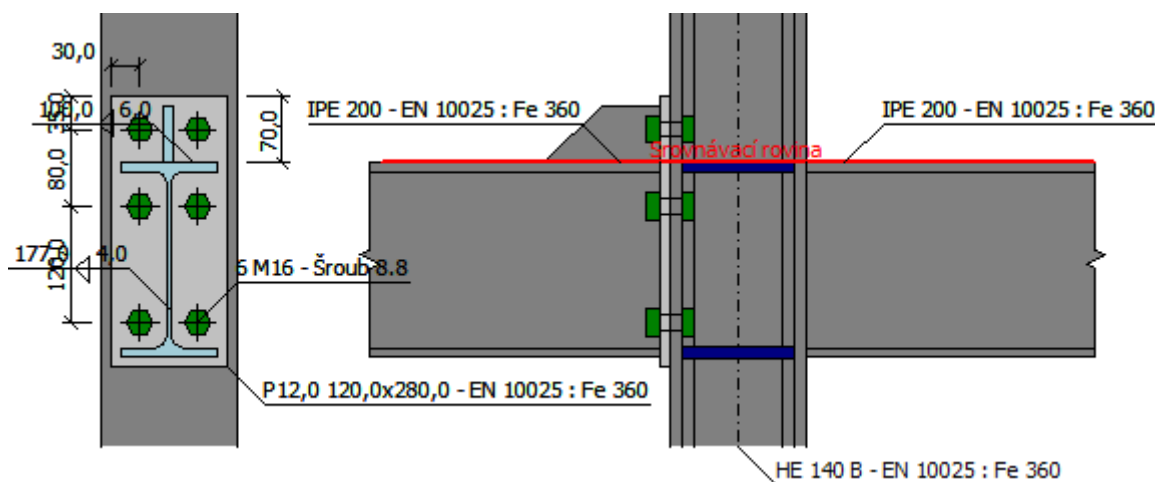
$N_x$	=	<span style="border: 2px solid red; padding: 2px;">30,00</span>	[kN]
$V_z$	=	<span style="border: 2px solid red; padding: 2px;">100,00</span>	[kN]
$M_y$	=	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,00</span>	[kNm]



Zatížení na pravou pásnici

Po zadání těchto vnitřních sil zmizí varování, která upozorňovala na nerovnováhu vnitřních sil ve styčnicku. V části "**Poloha přípoje**" opět není třeba žádné údaje měnit.

Průřez připojeného průvlaku v části "**Nosník**" bude též *IPE 200*. Na závěr v části "**Svary**" vybereme typ svaru "**Svar kolem dokola**" a zadáme hodnoty " $a_{w,f}$ " pro výšku svaru na pásnici " $a_{w,w}$ " pro výšku svaru na stojíně shodným způsobem jako v případě přípoje na levou pásnici sloupu.



Náhled na výsledný styčník

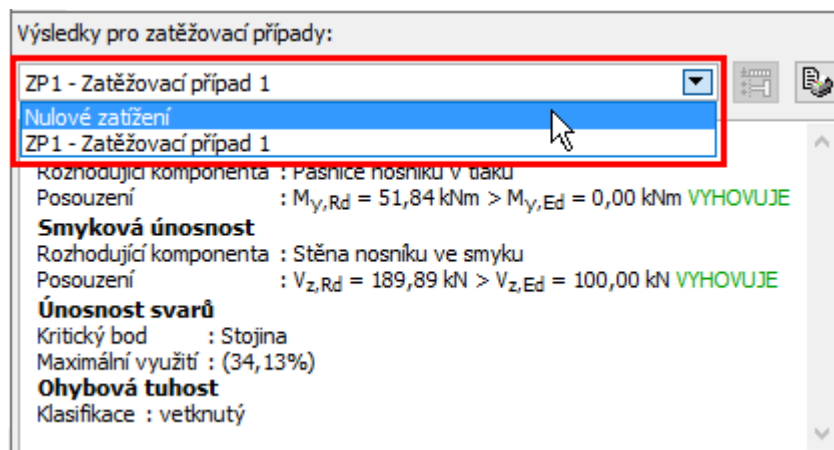
## Výsledky

Celkové výsledky jsou zobrazeny při jakémkoliv režimu ovládacího stromečku v pravém dolním rohu. Obsahují maximální využití styčnicku, rozhodující zatěžovací případ, rozhodující přípoj a zjednodušený výpis výsledků jednotlivých přípojí pro rozhodující zatěžovací případ.

<b>Celkové posouzení</b>	: VYHOVUJE (52,66%)
<b>Rozhodující zatížení</b>	: ZP1 - Zatěžovací případ 1
<b>Rozhodující přípoj</b>	: Přípoj na pravé straně
<b>PŘÍPOJ NA LEVÉ STRANĚ</b>	- VYHOVUJE (46,01 %)
Momentová únosnost	: $M_{y,Rd} = 52,77\text{ kNm}$ (0,00%)
Smyková únosnost	: $V_{z,Rd} = 217,32\text{ kN}$ (46,01%)
Únosnost svarů	: Maximální využití (25,86%)
Počáteční tuhost	: $S_{j,ini} = 61443,53\text{ kNm/rad}$
<b>PŘÍPOJ NA PRAVÉ STRANĚ</b>	- VYHOVUJE (52,66 %)
Momentová únosnost	: $M_{y,Rd} = 51,84\text{ kNm}$ (0,00%)
Smyková únosnost	: $V_{z,Rd} = 189,89\text{ kN}$ (52,66%)
Únosnost svarů	: Maximální využití (34,13%)

Celkové výsledky

Podrobné výsledky pro jednotlivé přípoje se zobrazují na základních obrazovkách daných přípojí (v tomto příkladu se jedná o uzly "**Levá pásnice**" a "**Pravá pásnice**" na ovládacím stromečku). Tyto výsledky obsahují podrobnější informace o jednotlivých únosnostech, popis rozhodujících komponent a též posudky pro zadané zatěžovací případy. Kromě výsledků jednotlivých zatěžovacích případů jsou k dispozici i výsledky pro variantu "**Nulové zatížení**". V tomto případě program vypisuje pouze maximální únosnosti jednotlivých komponent.



*Volba zatěžovacího případu pro zobrazení podrobných výsledků*

## Šroubovaný přípoj úhelníků na styčnickový plech

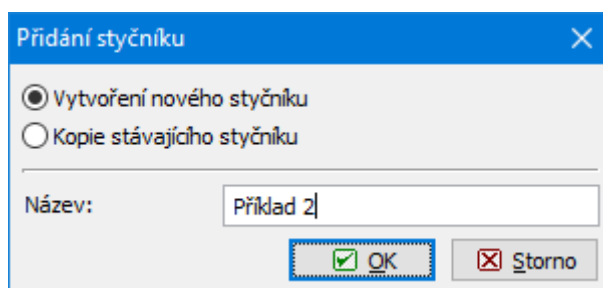
### Zadání

Cílem je zjistit únosnost šroubovaného přípoje členěného příhradového prutu na styčnickový plech. Styčnickový plech je k pásu připojen pomocí svarů.

Pás: 2x L 120x12  
 Prut: 2x L 90x8 ( $X = -20 \text{ mm}$ ,  $Y = 0$ ,  $D = 100 \text{ mm}$ )  
 Styčnickový plech:  $b_p = 230 \text{ mm}$ ,  $h_p = 140 \text{ mm}$ ,  $t_p = 12 \text{ mm}$ ,  $h_{p1} = h_{p2} = 15 \text{ mm}$ ,  $a_w = 3 \text{ mm}$   
 Materiál: EN 10025: Fe360  
 Typ šroubů: M10 4.6  
 Poloha šroubů: jednořadé vrtání,  $e = [40, 70, 70] \text{ mm}$   
 Svary:  $a_{w,1} = 3 \text{ mm}$ ,  $a_{w,2} = 3 \text{ mm}$ ,  $a_{w,3} = 3 \text{ mm}$

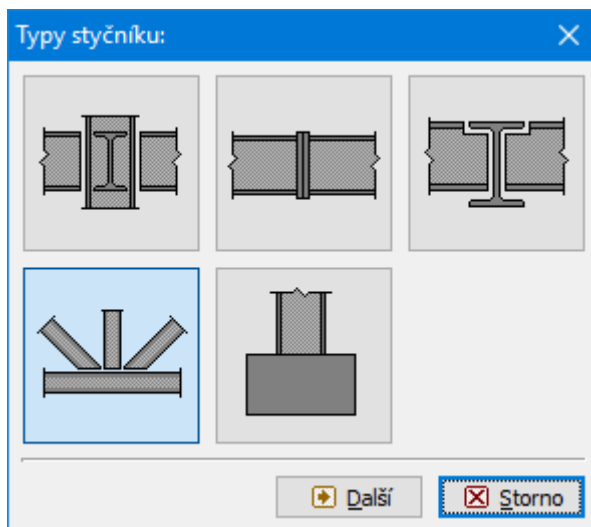
### Vytvoření nového styčnicku

Jelikož jsme společné parametry nastavili před zadáváním předchozího příkladu, můžeme ihned stisknutím tlačítka "Přidat" v panelu nástrojů "Ovládání" spustit dialogové okno "Přidání styčnicku". Zde pouze změníme název na "Příklad 2" a stiskneme tlačítko "OK".



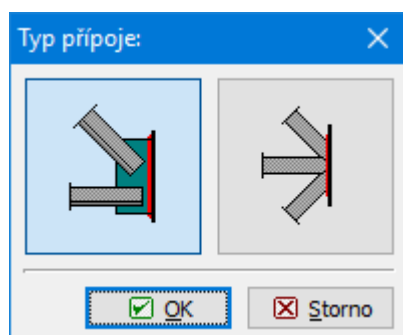
*Volba způsobu vytvoření nového styčnicku*

Po zmáčknutí tlačítka "OK" se spustí okno "Typ styčnicku", kde nejprve zvolíme tlačítko s obrázkem příhradového styčnicku a zmáčkneme tlačítko "Další".



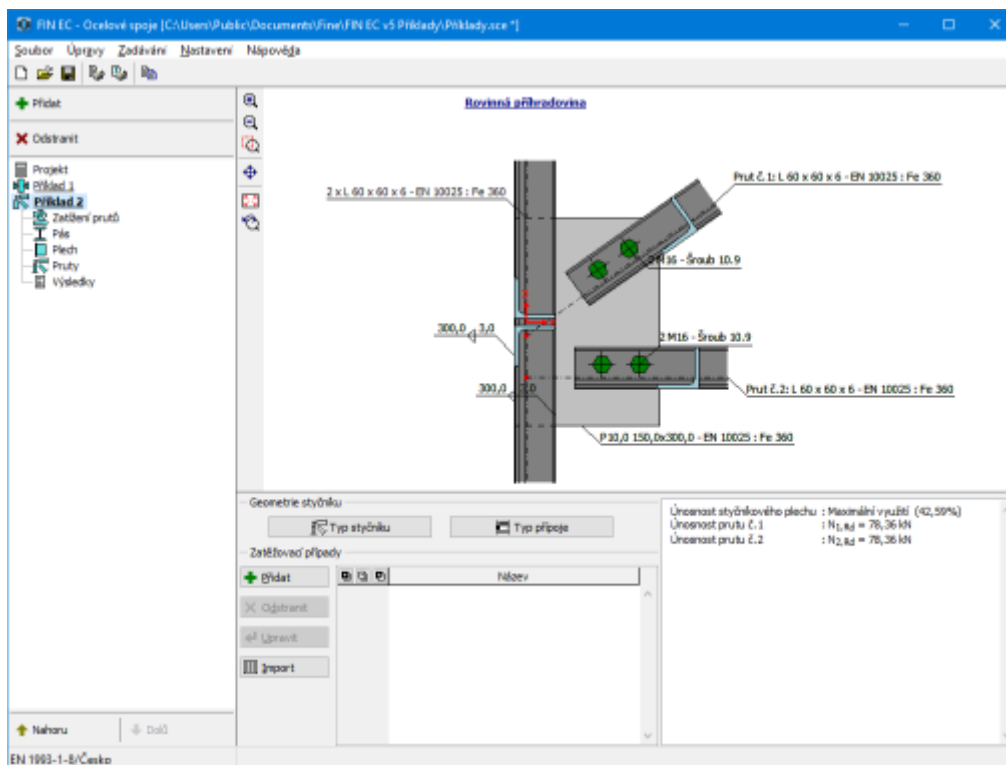
Dialogové okno pro zadání typu styčníku

V následujícím dialogovém okně "**Typ přípoje**" vybereme tlačítko s obrázkem příhradového přípoje na styčníkový plech a stiskneme tlačítko "**OK**".



Dialogové okno pro zadání typu přípoje

Po zmáčknutí tlačítka "**OK**" se vygenerují výchozí data pro zvolený styčník.



Základní obrazovka pro "Příklad 2" po vygenerování nového styčníku

## Zadávání jednotlivých částí styčnicku

Pro styčnick se opět vytvořil ovládací stromeček s jednotlivými uzly. Nyní projdeme jednotlivé uzly a změníme nastavení tak, aby odpovídala zadání. Jelikož chceme počítat pouze únosnost, vynecháme při zadávání uzly "**Příklad 2**" a "**Zatížení prutů**".

### Pás

Část "**Pás**" slouží k zadání průběžného dílce styčnicku, ke kterému jsou pomocí styčnickového plechu připojeny další prvky příhradoviny. Pokud nemá být součástí posouzení vliv pásu ve výpočtu, je třeba odznačit zaškrtnávací políčko "**Použit zadáný průřez**". Pokud je zadán nesymetrický průřez, je možné Pro zrcadlení nesymetrického průřezu lze použít políčko "**Zrcadlit průřez dle osy Y**". Tlačítkem "**Upravit**" (nebo kliknutím levým tlačítkem myši na náhled profilu) přejdeme do okna "**Editor průřezu**".

Zadávací rám pro pás

V okně "**Editor průřezu**" zvolíme skupinu průřezů "**Tyče průřezu L rovnoramenné**" v levém seznamu a položku "**L 120x120x12**" v pravém seznamu. Vzdálenost dílčích průřezů "**D**" nelze upravovat, neboť se mění automaticky dle tloušťky styčnickového plechu. Výběr potvrdíme tlačítkem "**OK**".

Dialogové okno pro změnu dílčího profilu členěného průřezu

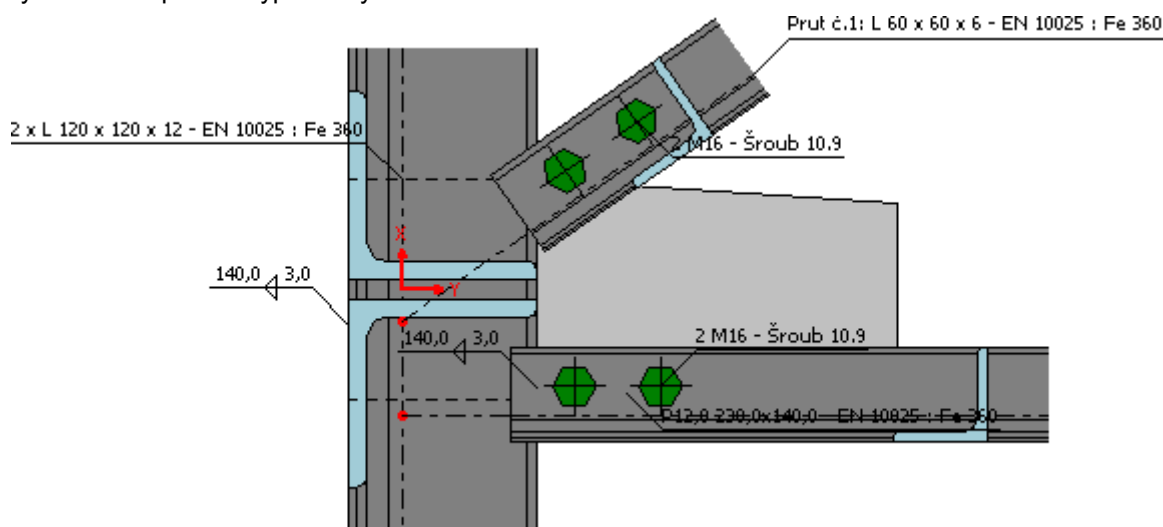
### Plech

Geometrii styčnickového plechu a výšku svaru změníme dle zadání v editačních políčkách umístěných na levé straně okna. Tlačítka pro úpravu materiálu jsou z důvodu použití společného materiálu nepřístupné.

Geometrie		Materiál	
$b_p$	= 230,0 [mm]	Katalog	Vlastní
$h_p$	= 140,0 [mm]	Název:	EN 10025 : Fe 360
$t_p$	= 12,0 [mm]		
$h_{p1}$	= 15,0 [mm]		
$h_{p2}$	= 15,0 [mm]		
Přivaření			
$a_w$	= 3,0 [mm]		

Vlastnosti styčnickového plechu

Po úpravě styčnickového plechu vypadá styčník následovně:



Náhled styčnicku

## Pruty

Jelikož je v zadání pouze jeden prut, musíme odstranit druhý prut. Nejprve označíme prut v tabulce jako aktivní (zvýrazněn tlustým písmem) a potom stiskneme tlačítko **"Odstranit"**.

+

Přidat

↶

Upravit

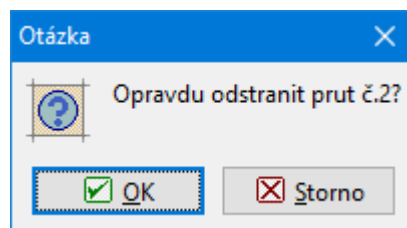
✖

Odstranit

	Poloha prutu				Průřez prutu
	X[mm]	Y[mm]	D[mm]	α[°]	
1	-20,0	0,0	100,0	35,00	L 60 x 60 x 6
2	-80,0	0,0	70,0	0,00	L 60 x 60 x 6

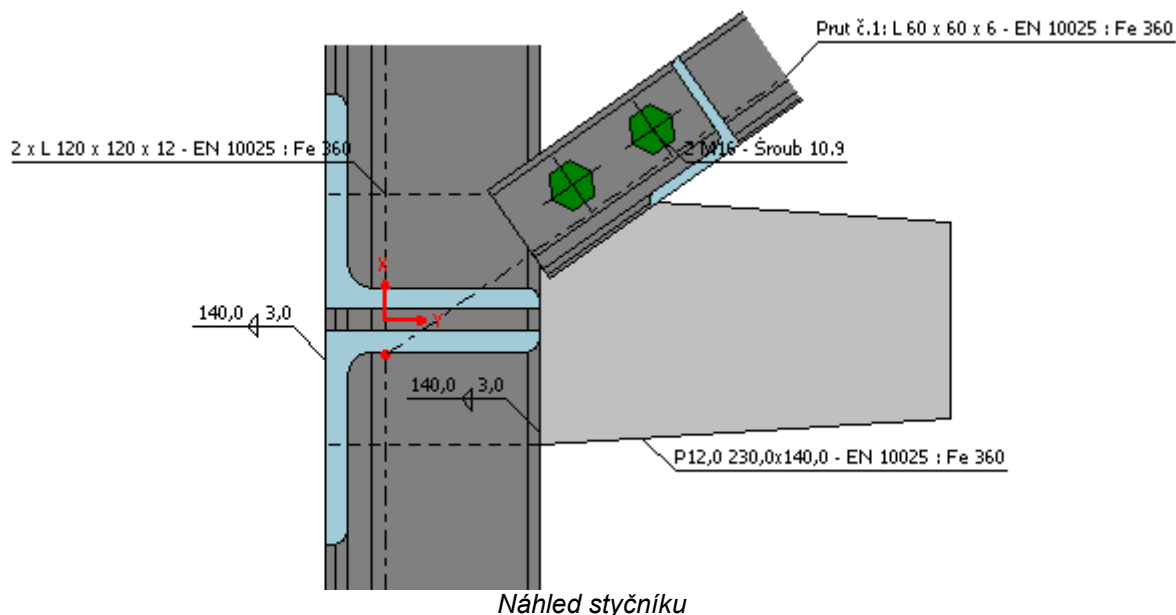
Odstranění již zadaného prutu ze seznamu

Objeví se dialogové okno pro potvrzení, kde tlačítkem **"OK"** dokončíme odebrání prutu.

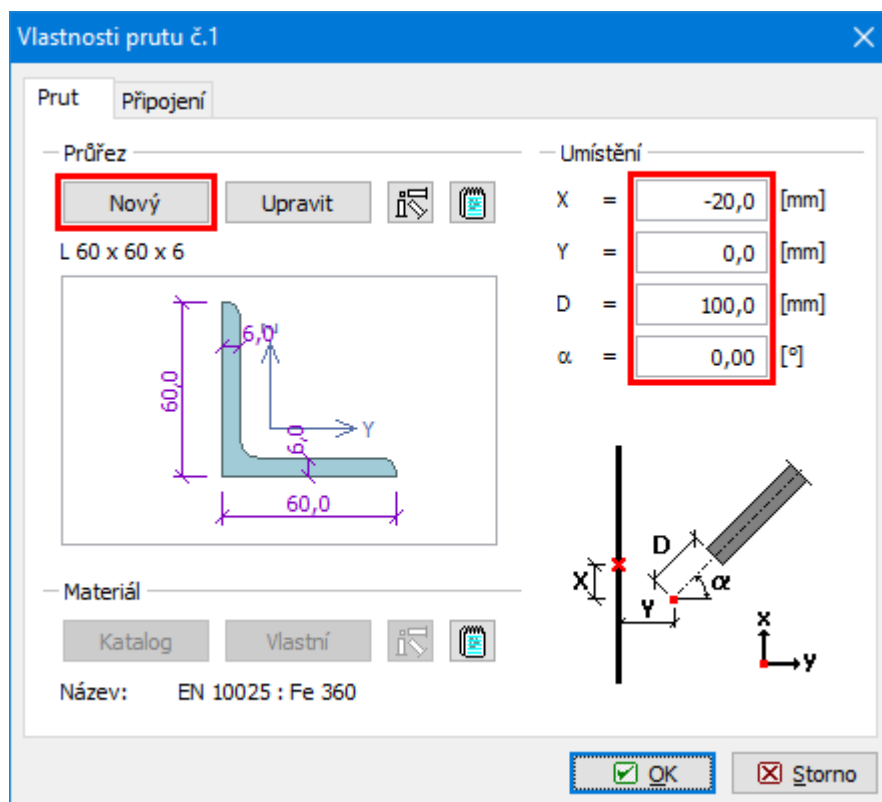


Potvrzení odstranění prutu

V konstrukci zůstane pouze jeden prut, který je natočen a leží mimo styčnickový plech.

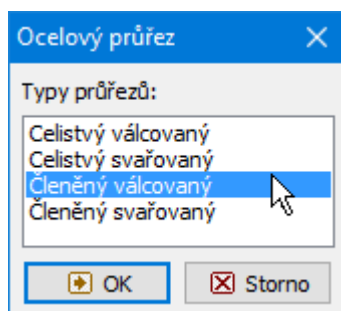


Vlastnosti prutu upravíme, použijeme buď tlačítko **"Upravit"** nebo dvojklik na příslušný řádek v tabulce prutů. Zobrazí se okno **"Vlastnosti prutu č.1"**. To obsahuje dvě záložky: **"Prut"** a **"Připojení"**. V záložce **"Prut"** upravíme polohu prutu v části **"Umístění"**. Nové hodnoty jsou vidět v následujícím obrázku. Pokračovat budeme změnou průřezu prutu pomocí tlačítka **"Nový"**.



Úprava průřezu a polohy připojeného prutu

V následující volbě zvolíme typ **"členěný válcovaný"**.







### Změna typu průřezu

V následujícím okně **"Editor průřezu"** zvolíme v souladu se zadáním průřez **L 90x90x8**.

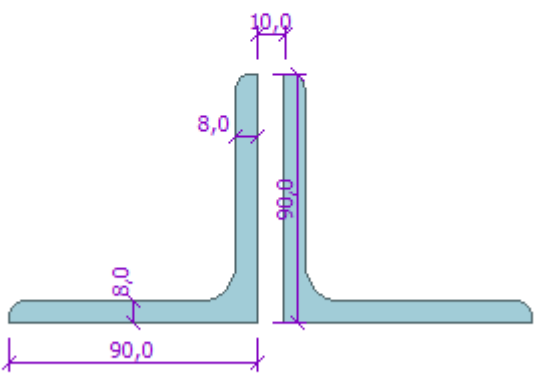
Editor průřezu - Konstrukční ocel, členěný válcovaný

Třída profilu	Profil
Tyče průřezu L rovnoramenné	L 80 x 80 x 10
Tyče průřezu L nerovnoramenné	L 90 x 90 x 6
	L 90 x 90 x 7
	L 90 x 90 x 8 (CSN)
	<b>L 90 x 90 x 8</b>
	L 90 x 90 x 9
	L 90 x 90 x 10 (CSN)
	L 90 x 90 x 10
	L 90 x 90 x 11
	L 100 x 100 x 6
	L 100 x 100 x 7
	L 100 x 100 x 8
	L 100 x 100 x 10
	L 100 x 100 x 12
	L 110 x 110 x 8

Norma EN 10056-1  
Zdroj ArcelorMittal, Feron

D (vzdálenost dílčích průřezů): 10,0 [mm]



Informace ☒ OK ☐ Storno

*Zadání členěného průřezu*

Výběr potvrdíme tlačítkem **"OK"**.

Po návratu do okna **"Vlastnosti prutu č.1"** se přesuneme na záložku **"Připojení"**, kde se zadává typ a geometrie připojení. V sekci **"Šrouby podélně"** nastavíme položku **"Počet šroubů"** na hodnotu 3 a v tabulce upravíme rozteče dle zadání (40,70,70).

**Vlastnosti prutu č.1**

**Prut**   **Připojení**

Způsob připojení prutu

Typ: **šroubované**

☐ Zrcadlit průřez

Typ šroubu

Katalog

Typ: **M16**  
Norma: **ČSN 02 1301**

Materiál šroubu

Katalog   **Vlastní**

Název: **Šroub 10.9**

Poloha hlavy šroubu

☐ Hlava šroubu na straně desky

Šrouby podélně

Počet šroubů: **3**

	e [mm]
e1	40,0
p1,1	70,0
> p1,2	70,0

Šrouby příčně

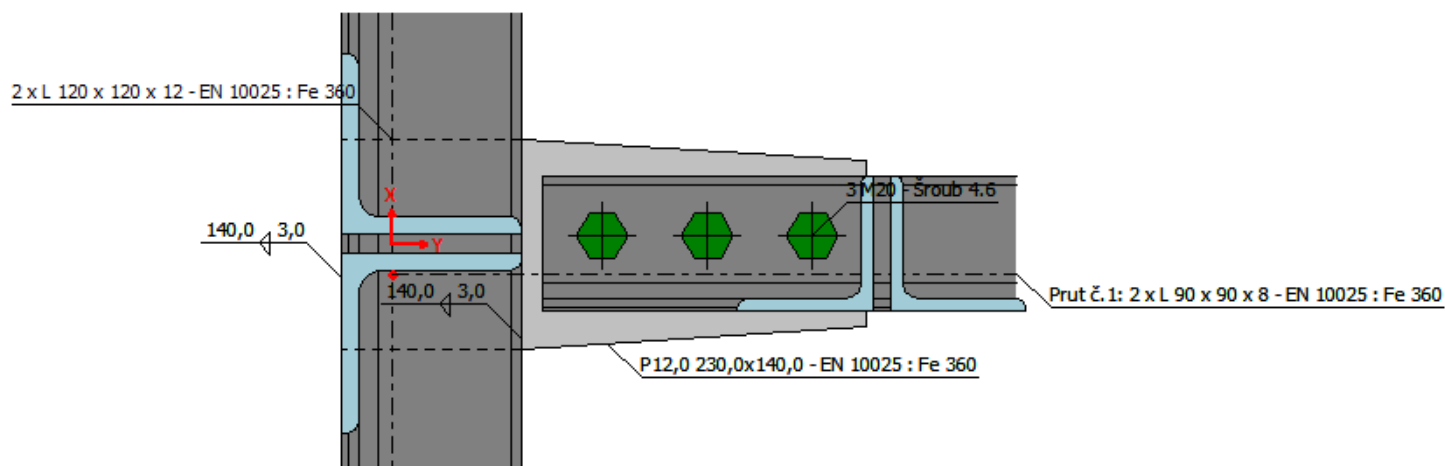
☒ Automaticky

jednořadé vrtání

e2 = **50,0** [mm]

Zadání polohy šroubů


Na závěr přejdeme na záložku "**Šrouby**", kde nejdříve stisknutím tlačítka "**Katalog**" v sekci "**Typ šroubu**" spustíme standardní okno pro výběr šroubu z databáze. Vybereme typ "**M20**" a potvrdíme výběr tlačítkem "**OK**". Následně shodným způsobem v sekci "**Materiál šroubu**" zvolíme materiál "**Šroub 4.6**". Okno "**Vlastnosti prutu č.1**" zavřeme tlačítkem "**OK**". Výsledná podoba styčníku je vidět na následujícím obrázku:

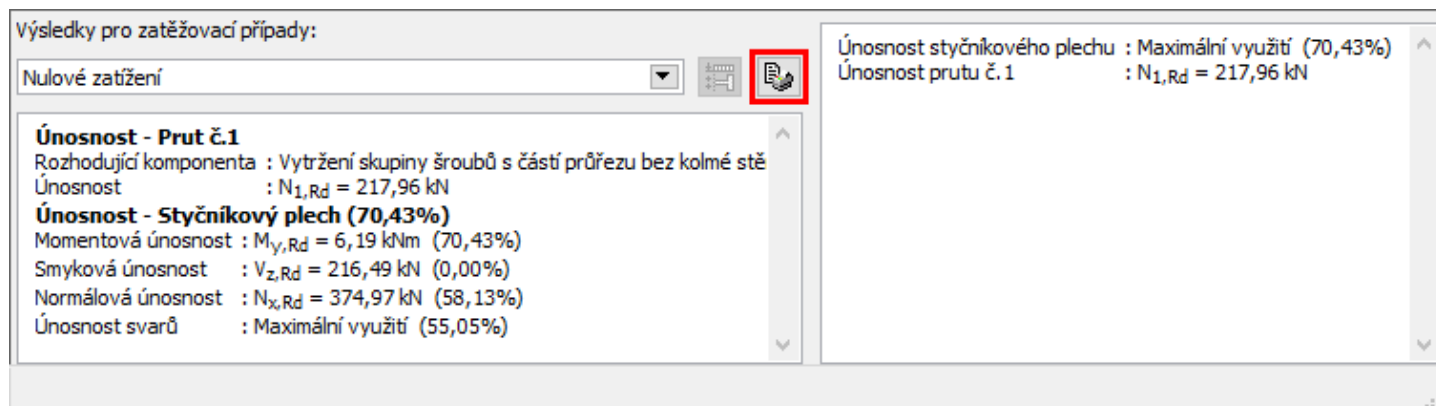


Náhled výsledného styčníku

## Výsledky

Z celkových výsledků lze zjistit, že únosnost prutu je  $N_{1,Rd} = 217,96 \text{ kN}$ . Pokud by byl prut zatížen touto silou, bude

styčnickový plech využít na 70,43%. Z podrobných výsledků vyplývá, že o únosnosti prutu rozhoduje posudek "**Vytržení skupiny s částí průřezu bez kolmé stěny**". V podrobných výsledcích je přístupná pouze položka "**Nulové zatížení**", jelikož jsme chtěli spočítat pouze únosnost a nezadali jsme žádný zatěžovací případ. Dokument s podrobnými výsledky lze vytisknout tlačítkem .



Okno pro zobrazení celkových i podrobných výsledků

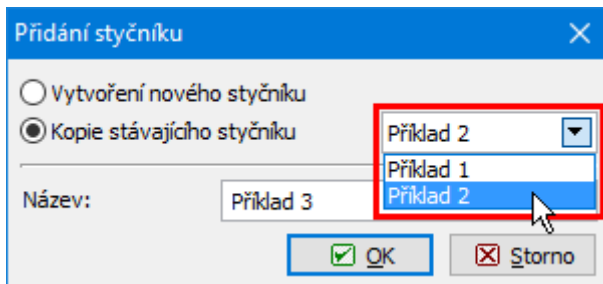
## Šroubovaný přípoj úhelníků na styčnickový plech

### Zadání

Tato úloha ukazuje, jak zjistit únosnost styčnicku ze zadání předchozího příkladu "**Šroubovaný přípoj úhelníků na styčnickový plech**" při uvažování svařovaného připojení prutu.

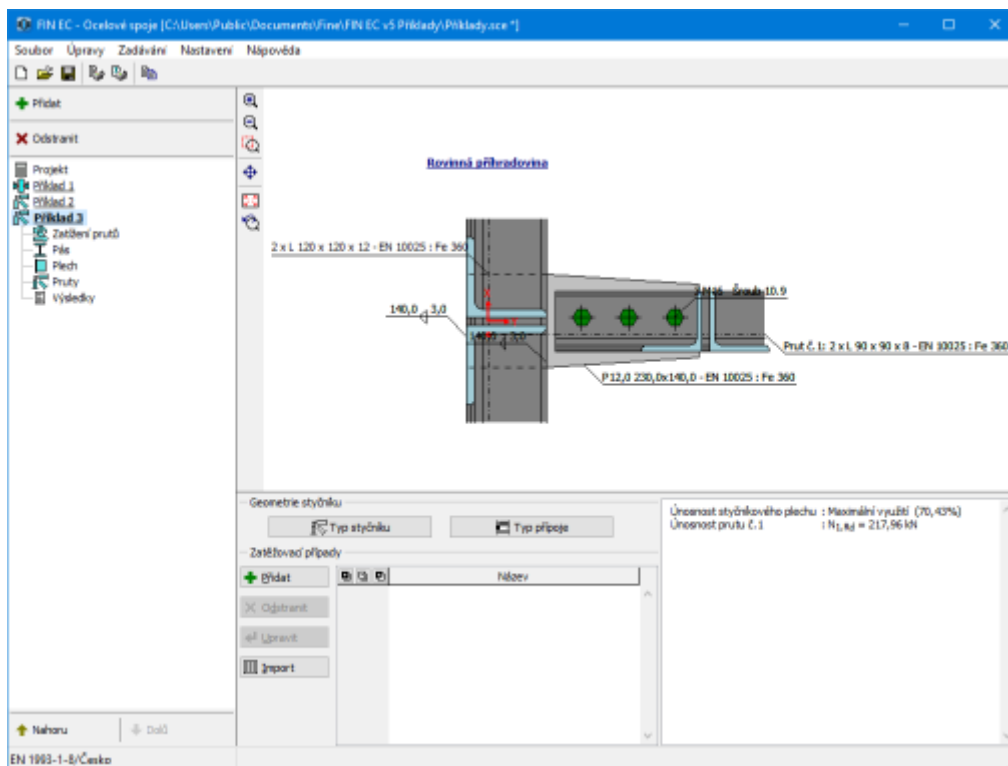
### Vytvoření nového styčnicku

V tomto příkladu je výhodné vytvořit nový styčnick jako kopii již zadaného styčnicku. Dialogové okno pro volbu způsobu přidání styčnicku, opět spustíme stisknutím tlačítka "**Přidat**" v ovládacím stromečku. Zde vybereme volbu "**Kopie stávajícího styčnicku**". Vpravo od této volby se objeví seznam všech zadaných styčnicků, které lze využít jako základ pro novou úlohu. V seznamu vybereme položku "**Příklad 2**". Název přepíšeme na text "**Příklad 3**" a dialogové okno ukončíme stisknutím tlačítka "**OK**".



Výběr vzorového styčnicku

Po ukončení dialogového okna "**Přidání styčnicku**" se opět vytvoří ovládací stromeček pro styčnick, shodný se stromečkem v předchozím příkladu.



Základní obrazovka pro "Příklad 3"

## Zadávání jednotlivých částí styčnicku

Jelikož potřebujeme změnit pouze způsob připojení prutu, označíme v zadávacím stroměčku uzel "**Pruty**". Objeví se nám okno se seznamem všech zadaných prutů. V zadávacím rámu se po stisknutí tlačítka "**Upravit**" spustí dialogové okno pro úpravu vlastností prutu.

<div> <span>+ Přidat</span> <span><b>← Upravit</b></span> <span>✗ Odstranit</span> </div>					
	Poloha prutu				Průřez prutu
	X[mm]	Y[mm]	D[mm]	$\alpha[^\circ]$	
> 1	-20,0	0,0	100,0	0,00	2 x L 90 x 90 x 8

Úprava připojeného prutu č. 1

Zde se přesuneme na záložku "**Připojení**" a v sekci "**Způsob připojení prutu**" změníme typ na hodnotu "**svařované**". Tím změníme způsob připojení prutu. Parametry svarů ponecháme na výchozích hodnotách. Dialogové okno ukončíme tlačítkem "**OK**".

**Vlastnosti prutu č.1**

Prut    Připojení

Způsob připojení prutu

Typ: **svařované**

☐ Zrcadlit průřez

Parametry svaru

koutový dokola

$a_{w,p1} = 3,0$  [mm]

$L_{w,p1} = 216,1$  [mm]

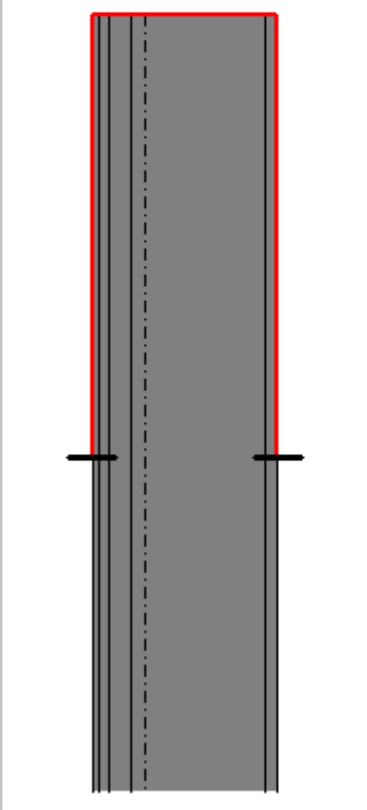
$a_{w,p2} = 3,0$  [mm]

$L_{w,p2} = 216,1$  [mm]

☒ Použít koncový svar

$a_{w,v} = 3,0$  [mm]

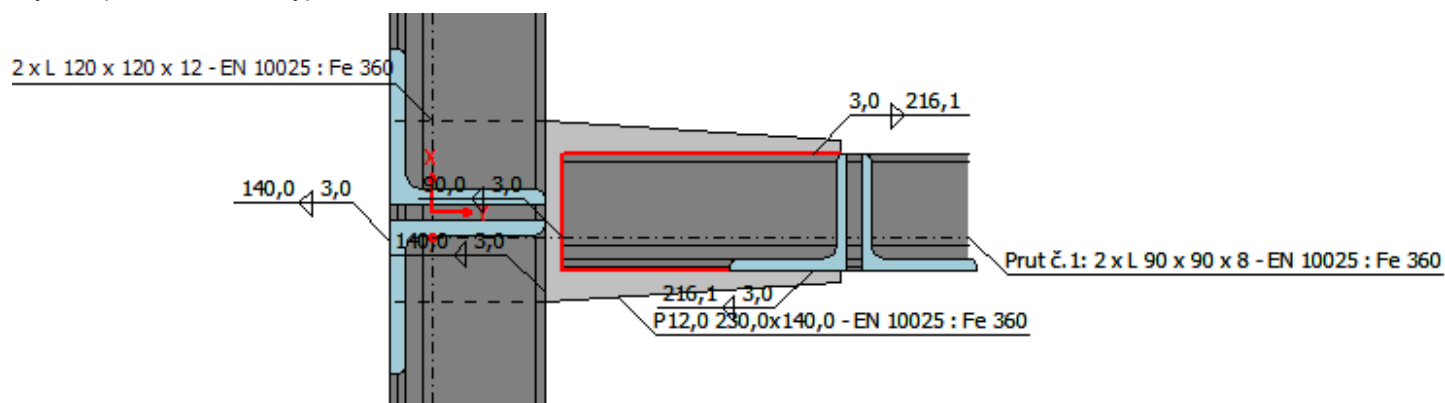
$L_{w,v} = 90,0$  [mm]



OK    Storno

Změna způsobu připojení příhradového prutu

Styčnick po této změně vypadá následovně:



Náhled výsledného styčníku

## Výsledky

Z celkových výsledků lze zjistit, že únosnost prutu je **152,4 kN**. Pokud by byl prut zatížen touto silou, bude styčnickový plech využit na **38,6%**. Podrobné výsledky ukazují, že o únosnosti prutu rozhoduje posudek **"Svar u odstávajícího ramene"**.

Výsledky pro zatěžovací případy:

Nulové zatížení

**Únosnost - Prut č.1**  
 Rozhodující komponenta : Svar u odstávajícího ramene  
 Únosnost :  $N_{1,Rd} = 152,40 \text{ kN}$

**Únosnost - Styčnickový plech (38,60%)**  
 Momentová únosnost :  $M_{y,Rd} = 8,48 \text{ kNm}$  (35,93%)  
 Smyková únosnost :  $V_{z,Rd} = 227,94 \text{ kN}$  (0,00%)  
 Normálová únosnost :  $N_{x,Rd} = 394,80 \text{ kN}$  (38,60%)  
 Únosnost svarů : Maximální využití (38,49%)

Únosnost styčnickového plechu : Maximální využití (38,60%)  
 Únosnost prutu č. 1 :  $N_{1,Rd} = 152,40 \text{ kN}$

Zobrazení výsledků

## Kotvení sloupu s patním plechem

### Zadání

V rámci této ukázky stanovíme momentovou únosnost patky svařovaného sloupu s náběhy a zatíženého tlakovou normálovou silou  $N_x = 500 \text{ kN}$  a ohybovým momentem  $M_y = 60 \text{ kNm}$ , který je připojen pomocí patního plechu a kotevních šroubů ve vrtaných kanálcích. Je použita ocel EN 10025:Fe360 a beton C20/25. Jedná se o rámovou konstrukci s neposuvnými styčníky.

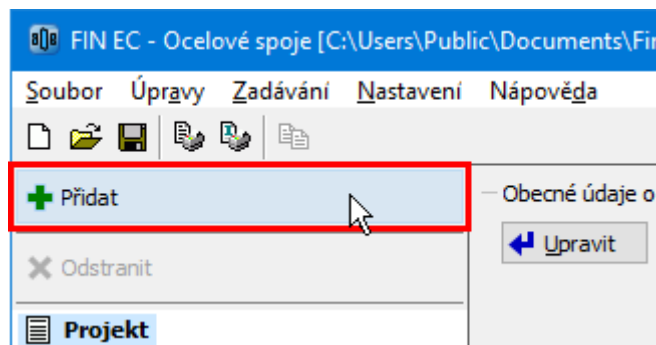
Sloup:  $b = 150 \text{ mm}$ ,  $h = 300 \text{ mm}$ ,  $t_w = 12 \text{ mm}$ ,  $t_f = 16 \text{ mm}$   
 Náběhy:  $t_w = 16 \text{ mm}$ ,  $h_w = 90 \text{ mm}$ ,  $L_w = 300 \text{ mm}$ ,  $L_f = 50 \text{ mm}$ ,  $a_w = 6 \text{ mm}$   
 Základ:  $b_b = 1600 \text{ mm}$ ,  $a_b = 1600 \text{ mm}$ ,  $h_b = 1000 \text{ mm}$ ,  $t_g = 30 \text{ mm}$   
 Svary:  $a_{w,f} = 8 \text{ mm}$ ;  $a_{w,w} = 6 \text{ mm}$   
 Patní plech:  $b_p = 180 \text{ mm}$ ,  $h_p = 510 \text{ mm}$ ,  $t_p = 30 \text{ mm}$ ,  $a_1 = -105 \text{ mm}$   
 Šrouby: M24 10.9,  $w_1 = 45 \text{ mm}$ ,  $e = [50, 410] \text{ mm}$

### Vytvoření nového styčníku

Pro práci použijeme soubor z předešlých úloh.

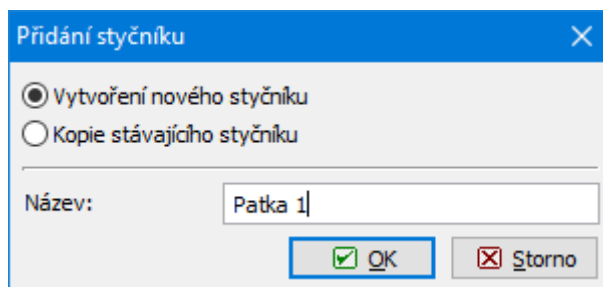
Úvodní obrazovka

Nejprve přidáme novou úlohu pomocí tlačítka "Přidat" v horní části ovládacího stroměčku.



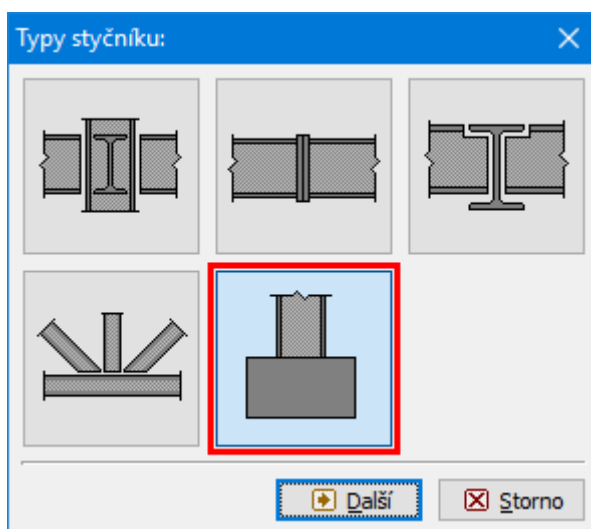
Přidání nového styčnicku

Objeví se dialogové okno, kde zaškrtneme tlačítko **"Vytvoření nového styčnicku"** a zadáme název **"Patka 1"**.



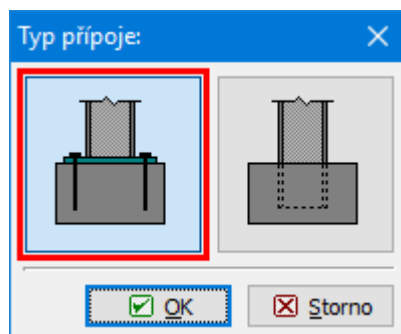
Zadání názvu nové úlohy

Po zmáčknutí tlačítka **"OK"** se spustí dialogové okno pro výběr typu detailu, ve kterém zvolíme ukotvení patky do základu (spodní řada uprostřed).



Výběr typu detailu

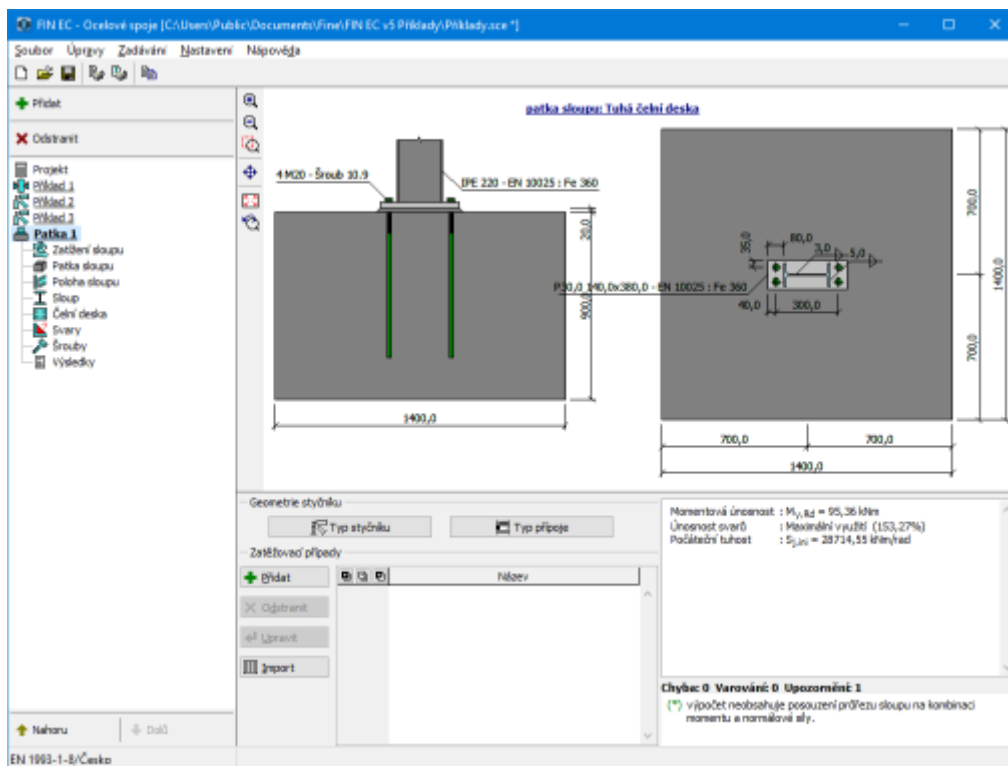
V dalším kroku je nutné zvolit typ připojení. Zvolíme připojení patním plechem se šrouby.



Volba typu připoje

Po potvrzení tlačítkem **"OK"** se v ovládacím stromečku objeví nový styčnick včetně všech jeho součástí (patka, čelní deska, svary apod.).

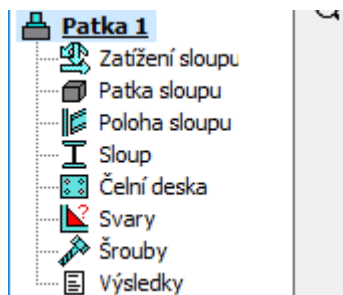




Základní geometrie patky

## Zadávání jednotlivých částí patky

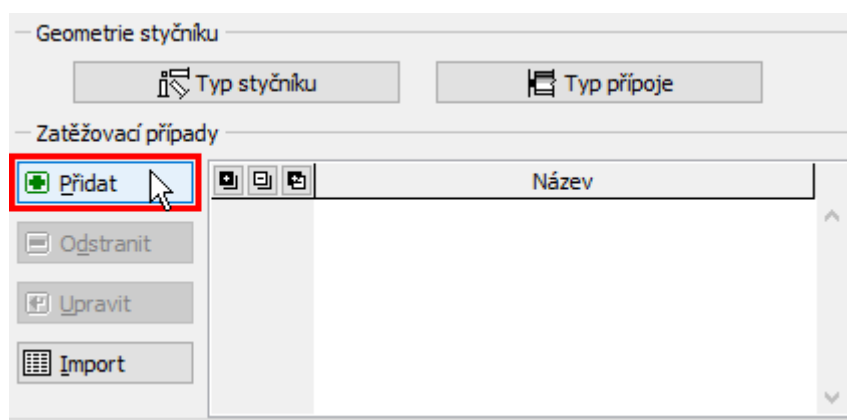
Výpočtové parametry styčnicku se zadávají v jednotlivých částech, které jsou uspořádány v ovládacím stroměčku. Rozsah zadání se liší dle zvoleného typu patky.



Struktura zadávání v ovládacím stroměčku

V průběhu zadání projdeme všechny uzly zadávacího stroměčku a nastavíme hodnoty tak, aby odpovídaly našemu zadání.

Aby bylo přístupné zadávání zatížení, je nutné nejprve vytvořit minimálně jeden zatěžovací případ. Zatěžovacím případem rozumíme vnitřní síly ze zatěžovací kombinace pro mezní stav únosnosti. Tyto síly se tedy vyskytují ve styčnicku ve stejném okamžiku a slouží jako vstupní hodnoty pro posouzení přípojí. Počet zadaných zatěžovacích případů není omezen. Nový zatěžovací případ spustíme tlačítkem "**Přidat**" v části "**Zatěžovací případy**". Dalšími tlačítky "**Odstranit**" a "**Upravit**" umožňují aktuálně označený zatěžovací případ odstranit resp. upravit jeho název.



Tlačítko pro přidání nového zatěžovacího případu

Pro vložení nového zatěžovacího případu je nutné nejprve zadat název. Okno potvrdíme tlačítkem **"Přidej"**

Zadávací okno "Nový zatěžovací případ"

## Zatížení sloupu

Pokud je zadán minimálně jeden zatěžovací případ, je přístupné další zadávání zatížení sloupu. Hodnotu normálové síly  $500kN$  ze zadání použijeme pro položku **" $N_x$ "**, ohybový moment  $60kNm$  zadáme do kolonky **" $M_y$ "**.

Část "Zatížení sloupu"

## Patka sloupu

V tomto okně zadáme rozměry betonového základu (**" $b_b$ "** - půdorysná šířka, **" $a_b$ "** - půdorysná výška, **" $h_b$ "** - výška) a tloušťku podkladního betonu **" $t_g$ "**. Zadávání materiálu je nepřístupné, protože je používán společný materiál.

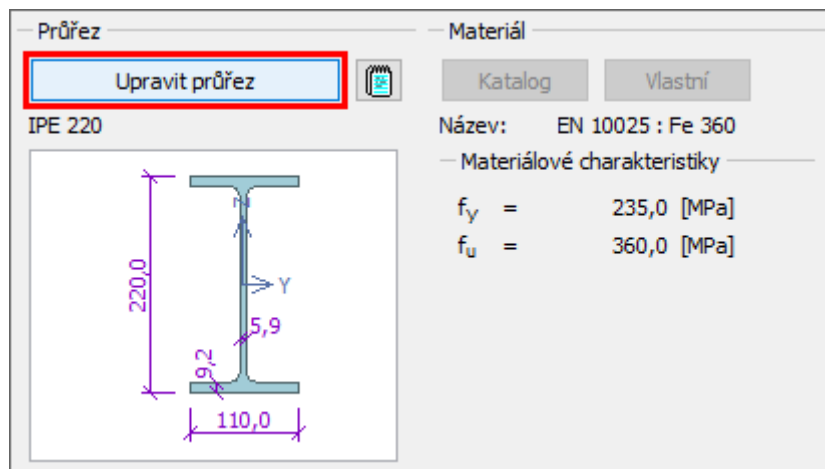
Rozměry patky

## Poloha sloupu

Zde se zadává poloha a natočení sloupu. Jelikož je sloup umístěn ve středu základu a natočení je nulové, ponecháme výchozí hodnoty.

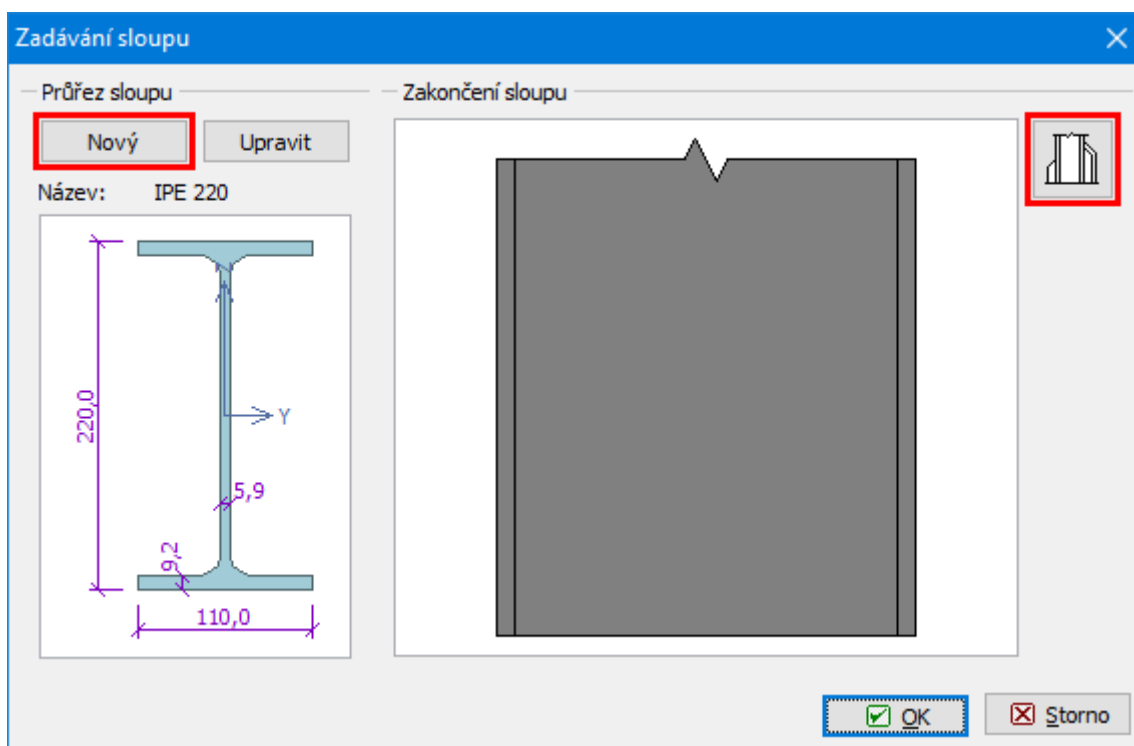
## Sloup

Zadáme průřez a materiál sloupu. Dialogové okno pro editaci geometrie sloupu se spustí stisknutím tlačítka **"Upravit průřez"** v zadávacím rámu.



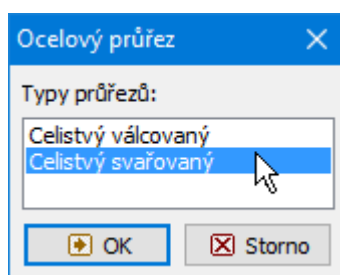
Tlačítko pro úpravu geometrie sloupu

Po stisknutí tlačítka se zobrazí okno "**Zadávání sloupu**", kde můžeme zvolit průřez sloupu a styl zakončení.



Editační tlačítka pro úpravu průřezu a zadání náběhu

Zvolíme průřez sloupu. Pro zadání použijeme tlačítko "**Nový**", které otevře dialogové okno pro volbu typu průřezu. Zde označíme položku "**Celistvý svařovaný**" a zmáčkneme tlačítko "**OK**".



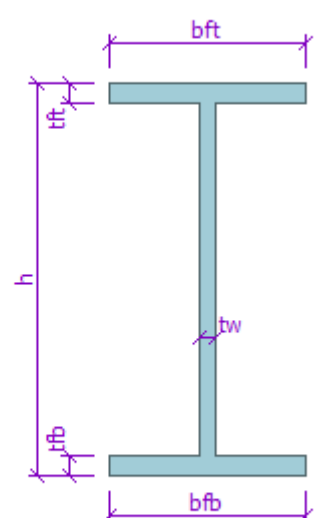
Volba typu průřezu

Tím spustíme dialogové okno pro zadávání svařovaných průřezů. Zde zadáme jednotlivé rozměry průřezu a opět potvrdíme tlačítkem "**OK**".

Editor průřezu - Konstrukční ocel, celistvý svařovaný

Popis průřezu	
název	I-průřez 150x300
poznámka	

Rozměry průřezu			
výška průřezu	$h$	300,0	mm
šířka horní pásnice	$b_{ft}$	150,0	mm
šířka spodní pásnice	$b_{fb}$	150,0	mm
tloušťka stojiny	$t_w$	12,0	mm
tloušťka horní pásnice	$t_{ft}$	16,0	mm
tloušťka spodní pásnice	$t_{fb}$	16,0	mm



Informace

OK Storno

Rozměry svařovaného průřezu

Dále budeme pokračovat zadáním náběhů tlačítkem v pravé části okna "**Zadávání sloupu**". Zde nejprve v seznamu na záložce "**Náběh vlevo**" vybereme položku "**náběh bez pásnice**" a pak zadáme jednotlivé rozměry. Jelikož je průřez sloupu symetrický, musíme zadat náběh i na druhé straně. K tomu použijeme tlačítko "**Zkopírovat do 'Náběh vpravo'**" v levém dolním rohu, které umožňuje vzájemné kopírování všech parametrů náběhu. Nemusíme tedy zadávat shodné parametry náběhu i v záložce "**Náběh vpravo**".

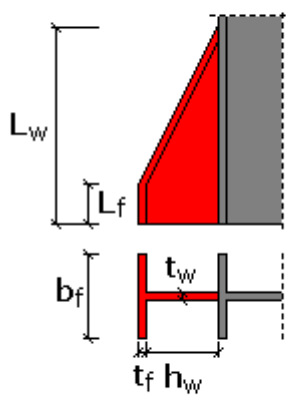
Náběhy sloupu

Náběh vlevo Náběh vpravo

Parametry náběhu

náběh bez pásnice

$t_w$  = 16,0 [mm]  
 $h_w$  = 90,0 [mm]  
 $L_w$  = 300,0 [mm]  
 $t_f$  = 0,0 [mm]  
 $b_f$  = 0,0 [mm]  
 $L_f$  = 50,0 [mm]  
 $a_w$  = 8,0 [mm]



Zkopírovat do "Náběh vpravo"

OK Storno

Tlačítko pro kopírování náběhu

Po zmáčknutí toho tlačítka se objeví dialogové okno, které nás vyzve k potvrzení, zda chceme kopírování opravdu použít.

Otázka

Chcete opravdu zkopírovat parametry náběhu?

OK Storno

Potvrzení kopírování náběhu

## Čelní deska

Nyní zadáme geometrii a materiál čelní desky společně s polohou šroubů. Dialogové okno "**Editace čelní desky**" spustíme kliknutím na tlačítko "**Editace geometrie**".

Geometrie

**Editace geometrie**

Materiál

Katalog Vlastní

Název: EN 10025 : Fe 360

Materiálové charakteristiky

$f_y = 235,0$  [MPa]

$f_u = 360,0$  [MPa]

Otvory - jednořadé vrtání

$w_1 = 35,0$  [mm]

Tlačítko pro zadání geometrie čelní desky

V tomto dialogovém okně zadáme rozměry čelní desky " $b_p$ ,  $h_p$ ,  $t_p$ ", polohu čelní desky vůči horní hraně sloupu " $a_1$ ", vodorovnou polohu šroubů " $w_1$ " a nakonec svislé vzdálenosti mezi jednotlivými řadami šroubů. Pro snazší zadávání lze použít aktivní kóty v obrázku umístěném na pravé straně dialogového okna. Změnu dat potvrdíme zmáčknutím tlačítka "**OK**". Tlačítka pro zadávání materiálu jsou nepřístupná, jelikož je použit společný materiál.

Editace čelní desky

Rozměry

$b_p = 180,0$  [mm]

$h_p = 510,0$  [mm]

$t_p = 30,0$  [mm]

Poloha čelní desky

$a_1 = -105,0$  [mm]

Řady šroubů - vodorovně

$w_1 = 45,0$  [mm]

Řady šroubů - svisle

Počet řad 2

	[mm]
e1	50,0
p1,1	410,0

OK Storno

Dialogové okno pro zadávání geometrie čelní desky a polohy šroubů

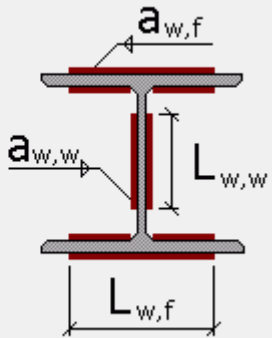
## Svary

Nejprve v seznamu "**Typ svaru**" zvolíme položku "**Svar kolem dokola**". Pro tento typ zadáme pouze výšku svaru na pásnici " $a_{w,f}$ " a výšku svaru na stojíně " $a_{w,w}$ ". Délky svarů jsou automaticky dopočítány dle profilu sloupu. Délku svaru můžeme měnit pokud vybereme položku "**Svar uživatelský**".

Typ svaru  
Svar kolem dokola

Tloušťka a délka svaru

$a_{w,f}$  = 8,0 [mm]  
 $L_{w,f}$  = 150,0 [mm]  
 $a_{w,w}$  = 6,0 [mm]  
 $L_{w,w}$  = 263,0 [mm]



Zadání parametrů svarů

## Šrouby

Typ šroubu zadáme kliknutím na tlačítko "**Katalog**" v sekci "**Typ šroubu**". Materiál šroubu zadáme kliknutím na tlačítko "**Katalog**" v sekci materiál šroubu.

Typ šroubu  
Katalog

Materiál šroubu  
Katalog Vlastní

Typ: M20  
 Norma:  
 Šrouby nejsou předepnuty

Název: Šroub 10.9

Charakteristiky dřívku

$A_b$  = 314,159 [mm<sup>2</sup>]  
 $A_s$  = 244,794 [mm<sup>2</sup>]  
 $d$  = 20,0 [mm]  
 $d_0$  = 22,0 [mm]

Materiálové charakteristiky

$f_{yb}$  = 900,0 [MPa]  
 $f_{ub}$  = 1000,0 [MPa]

Zadávání typu a materiálu šroubů

V dialogovém okně "**Katalog kotevních šroubů**" vybereme v prvním seznamu položku "**Šrouby lepené ve vrtaných kanálech**". V seznamu s popisem "**Závit šroubu**" zvolíme položku "**M24**". Ostatní parametry ponecháme na implicitních hodnotách a zadání potvrdíme tlačítkem "**OK**".

Katalog kotevních šroubů

Druh šroubu  
Šrouby lepené ve vrtaných kanálech

Hrubé šestihranné matice

Závit šroubu: M24

Délka dřívku: 700,0 [mm]  
 Délka závitu: 100,0 [mm]

Podložka šroubu  
☒ Uvažovat podložky  
 Hrubé podložky

Označení: Šrouby lepené ve vrtaných kanálech  
 Poznámka:

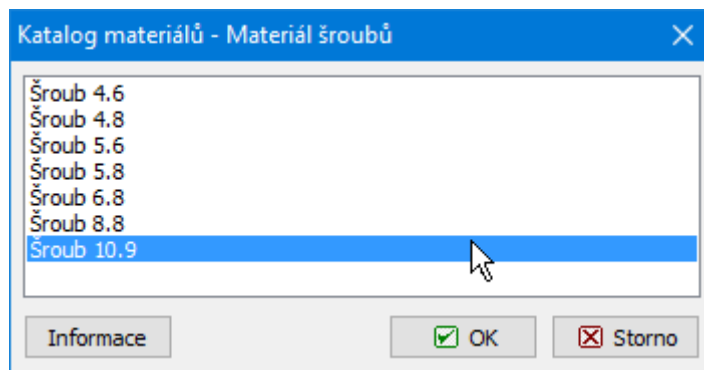
Šroub Matice Podložka

Název normy:

Informace OK Storno

Vlastnosti kotevních šroubů

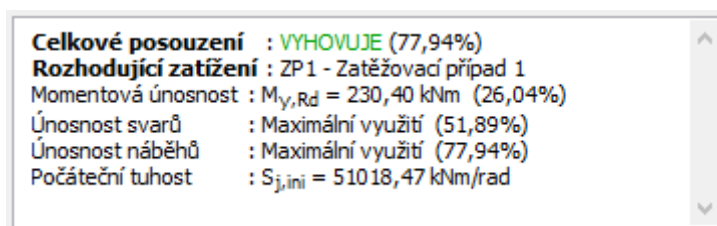
V dialogovém okně "**Katalog materiálů**", označíme položku "**Šroub 10.9**" a potvrdíme tlačítkem "**OK**".



Výběr materiálu šroubů

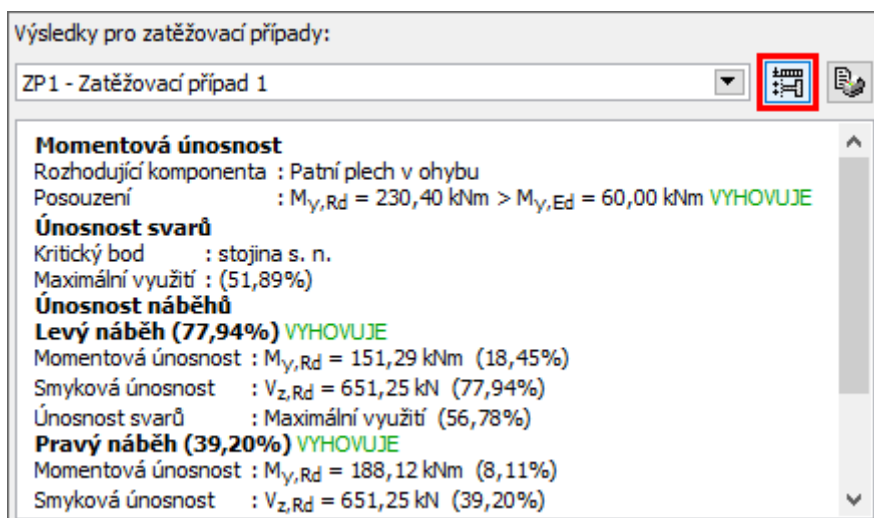
## Výsledky

Celkové výsledky jsou na zadávací obrazovce zobrazeny v okně umístěném v pravém dolním rohu. Obsahují maximální procentuální využití patky, rozhodující zatěžovací případ a zjednodušený výpis výsledků pro rozhodující zatěžovací případ.



Rám s celkovými výsledky

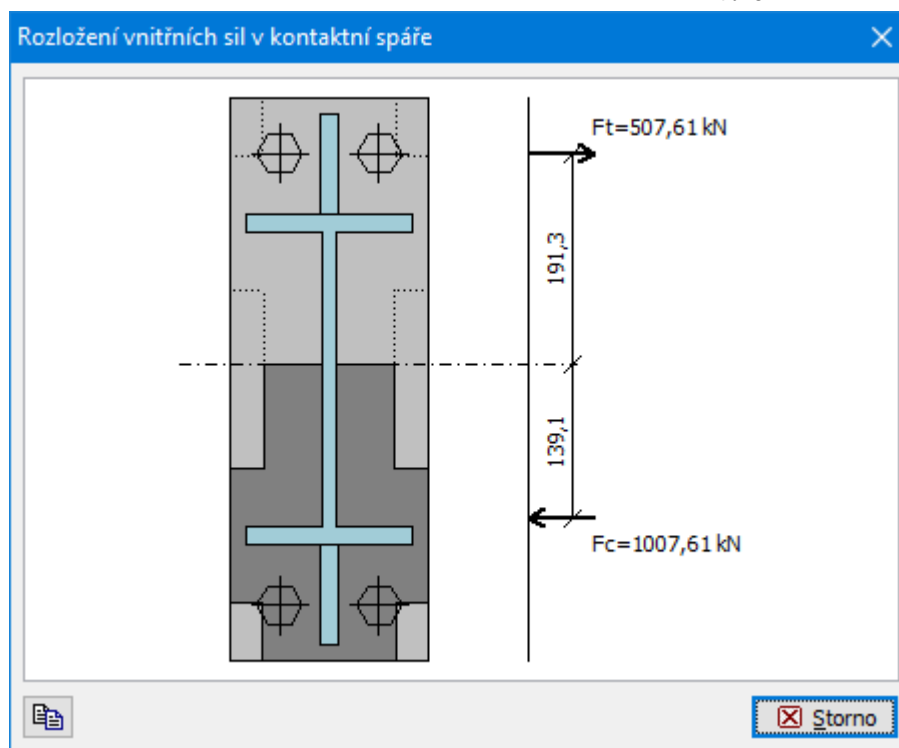
Okno s podrobnými výsledky se zobrazí označením uzlu "Výsledky" v zadávacím stroměčku. Obsahuje podrobnějších informace o jednotlivých únosnostech, popis rozhodujících komponent a posudky pro zadané zatěžovací případy.



Tlačítko pro zobrazení sil v kontaktní spáře

Pokud stiskneme výše vyznačené tlačítko v oblasti pro podrobné výsledky, zobrazí se okno s obrázkem rozložení vnitřních sil v kontaktní spáře.





Zobrazení rozložení vnitřních sil v kontaktní spáře

## Přípoj sloupu zabetonováním

### Přípoj sloupu zabetonováním

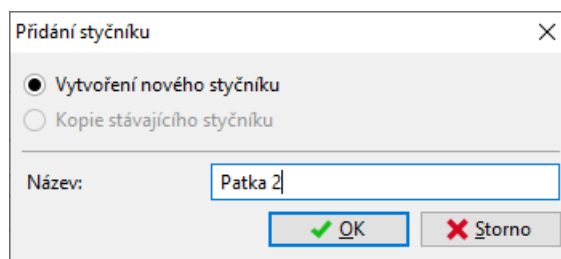
#### Zadání

Stanovte návrhovou únosnost patky sloupu, připojeného zabetonováním do hloubky 600mm. Sloup je umístěn ve středu patky. Hodnoty vnitřních sil působících v místě připojení patky na sloup jsou:  $N_x = 694 \text{ kN}$ ,  $M_y = 140 \text{ kNm}$ ,  $V_z = 80 \text{ kN}$ . Materiál sloupu je ocel EN 10025: Fe360 a třída betonu patky je C20/25.

Sloup: HE 240B  
 Základ:  $b_b = 1600 \text{ mm}$ ,  $a_b = 1600 \text{ mm}$ ,  $h_b = 1000 \text{ mm}$   
 Patní deska:  $b_p = 280 \text{ mm}$ ,  $h_p = 280 \text{ mm}$ ,  $t_p = 30 \text{ mm}$

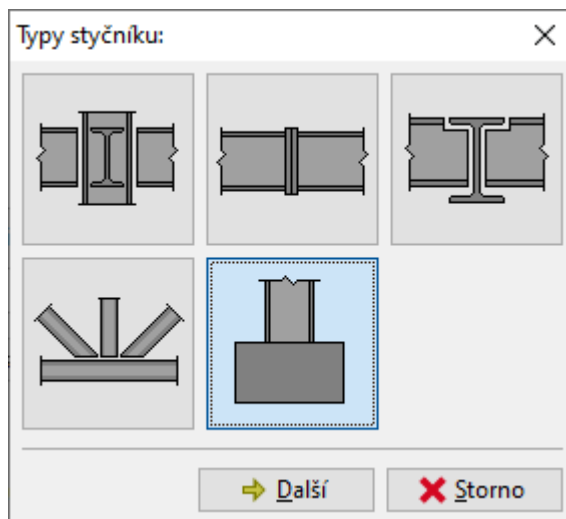
#### Vytvoření nové úlohy

Jelikož jsme společné parametry nastavili před zadáváním příkladu "Přípoj sloupu s patním plechem", můžeme ihned stisknutím tlačítka "Přidej" na úvodní obrazovce spustit dialogové okno "Přidání styčnicku", kde změníme název na "Patka 2" a stiskneme tlačítko "OK".



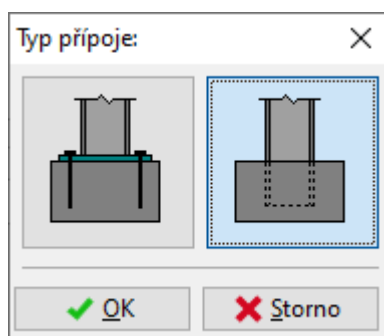
Vytvoření nové patky

Po zmáčknutí tlačítka "OK" se spustí dialogové okno pro výběr typu styčnicku, zde vybereme patku.



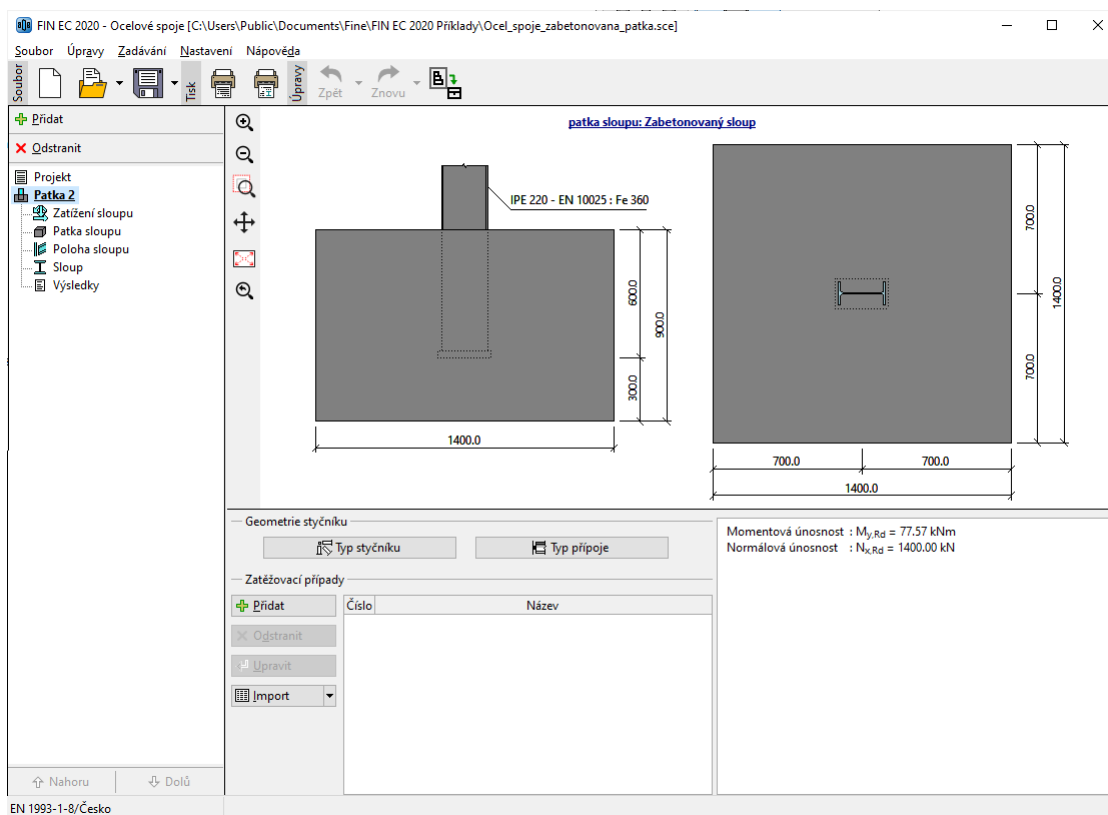
Výběr typu styčnicku

Pokračujeme stisknutím tlačítka "**Další**", spustí se dialogové okno pro výběr typu patky, ve kterém zvolíme připojení sloupu zabetonováním.



Výběr typu přípoje

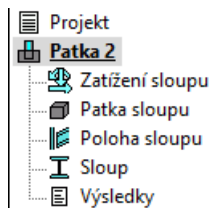
Potvrzením tlačítkem "**OK**" se vygenerují výchozí data pro zvolenou patku, uzavře se výchozí obrazovka a program se automaticky nastaví do režimu zadávání.



Úvodní obrazovka pro úlohu "Patka 2"

## Zadávání jednotlivých částí patky

Vygenerovaný zadávací stromek se částečně liší od stromčku pro kotvení sloupu s patním plechem (příklad "**Přípoj sloupu s patním plechem**"). Počet uzlů je u zabetonovaného sloupu nižší.

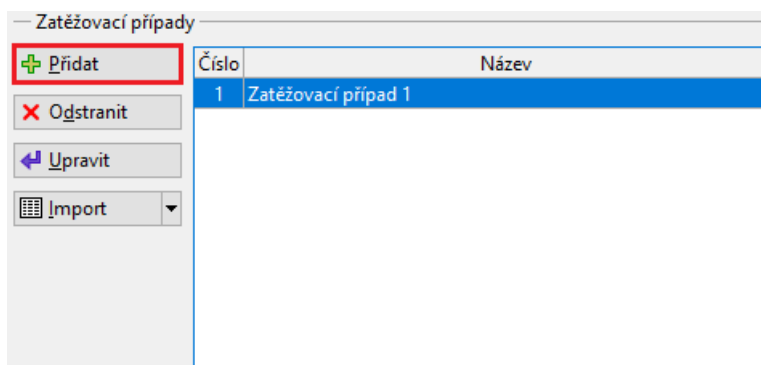


Ovládací stromček pro zabetonovaný sloup

Nyní budeme postupně označovat jednotlivé uzly a měnit data dle zadání.

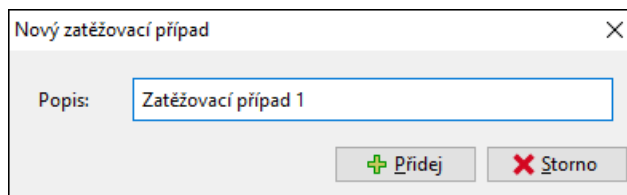
## Zatěžovací případy

Postup pro přidání zatěžovacího případu je shodný s postupem uvedeným v příkladu "**Přípoj sloupu s patním plechem**".



Zadávací okno "Zatěžovací případy"

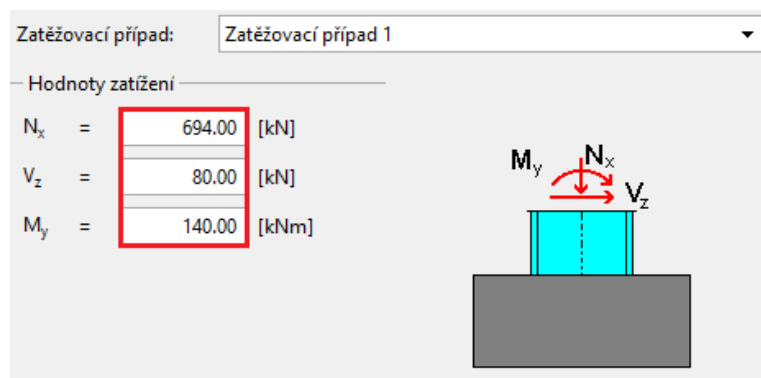
Pro vložení nového zatěžovacího případu je nutné zadat název zatěžovacího případu.



Zadávací okno "Nový zatěžovací případ"

## Zatížení sloupu

Vnitřní síly  $N_x = 694\text{kN}$ ,  $M_y = 140\text{kNm}$ ,  $V_z = 80\text{kN}$  zadáme v sekci "**Hodnoty zatížení**".



Zadávací okno "Zatížení sloupu"

## Patka sloupu

V této části zadáme pouze rozměry betonového základu ( $b$  - půdorysná šířka,  $a_b$  - půdorysná výška,  $h_b$  - výška). Zadávání materiálu podlité je nepřístupné, protože je používán společný materiál.

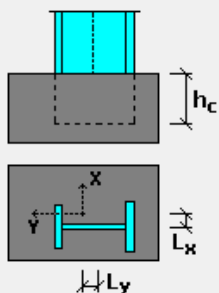
Geometrie		Materiál	
Patka sloupu:			
$b_b$ =	1600.0 [mm]	<b>Katalog</b>	Vlastní
$a_b$ =	1600.0 [mm]	Název:	C 20/25
$h_b$ =	1000.0 [mm]	Podliti:	Katalog Vlastní
Podliti:		Název:	
$t_g$ =			

Zadávací okno "Rozměry a materiál betonového základu"

## Poloha sloupu

Zde zadáme hloubku zabetonování do položky  $h_c$ . U ostatních položek (excentricity uložení) ponecháme výchozí hodnoty.

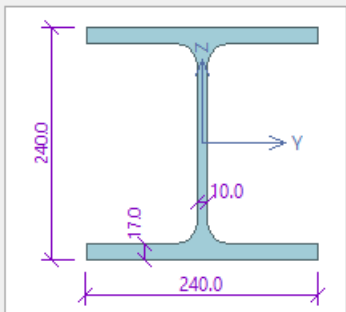
Poloha přípoje	
$L_x$ =	0.0 [mm]
$L_y$ =	0.0 [mm]
$h_c$ =	600.0 [mm]



Zadávací okno "Poloha a natočení sloupu, hloubka zabetonování"

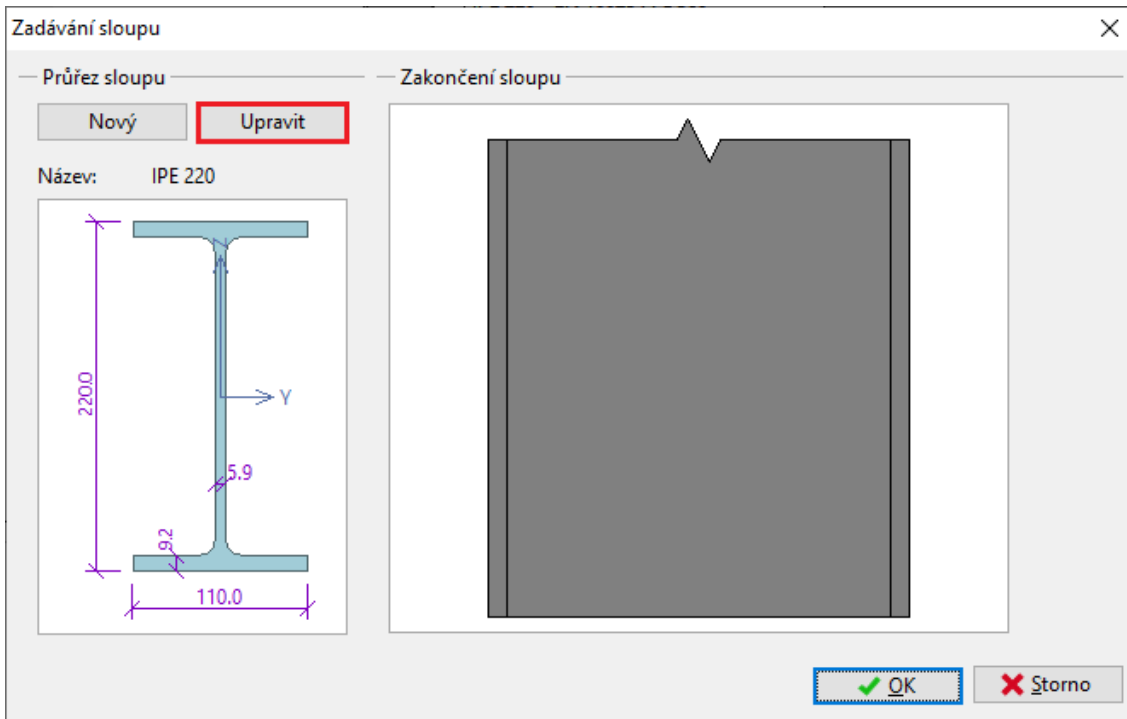
## Sloup

Nyní lze zadávat průřez a materiál sloupu. Dialogové okno "Zadávání sloupu" spustíme tlačítkem "Upravit průřez".

Průřez		Materiál	
<b>Upravit průřez</b>		<b>Katalog</b>	Vlastní
HE 240 B		Název:	EN 10025 : Fe 360
		Patní deska $b_p$ = 280.0 [mm] $h_p$ = 280.0 [mm] $t_p$ = 30.0 [mm]	

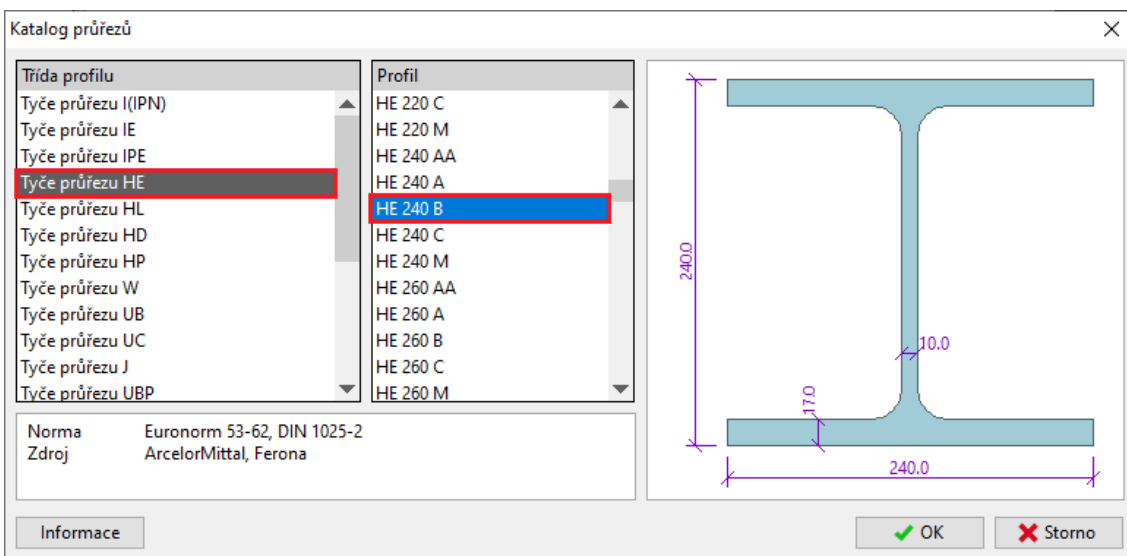
Zadávací okno "Průřez a materiál sloupu"

Dialogové okno "Zadávání sloupu" obsahuje náhled na průřez sloupu a možnost tento průřez měnit tlačítkem "Upravit".



Dialogové okno "Zadávání sloupu"

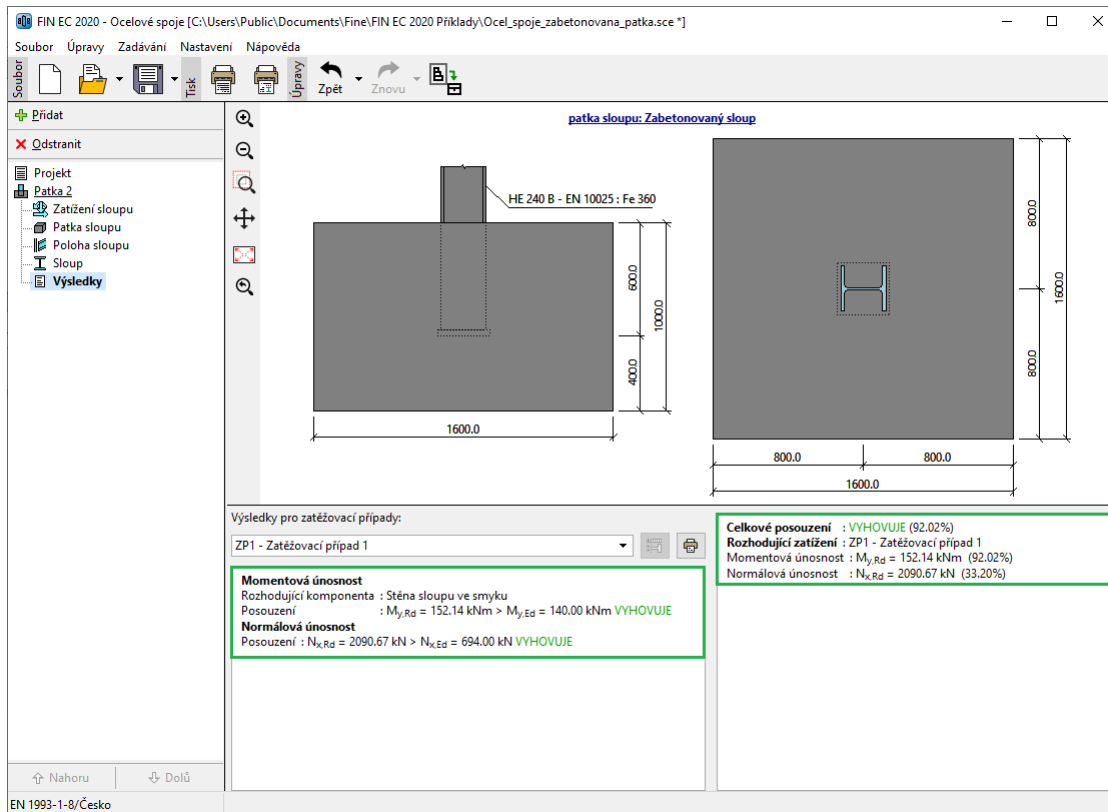
Objeví se dialogové okno **"Katalog průřezu"** s databází dostupných profilů. Zde zvolíme typ **"Tyče průřezu HE"** v levém seznamu a položku **"HE 240 B"** v pravém seznamu a stiskneme tlačítko **"OK"**. Tím je průřez změněn.



Dialogové okno pro změnu průřezu sloupu

## Výsledky

Celkové výsledky jsou na zadávací obrazovce zobrazeny v okně umístěném v pravém dolním rohu. Obsahují maximální procentuální využití patky, rozhodující zatěžovací případ a zjednodušený výpis výsledků pro rozhodující zatěžovací případ. Z celkových výsledků lze zjistit, že momentová únosnost patky je  $M_{y,Rd} = 152,14 \text{ kNm}$  (využití 92.02%) a normálová únosnost  $N_{x,Rd} = 2090,67 \text{ kN}$  (využití 33.2%). Okno s podrobnými výsledky, se zobrazí označením uzlu **"Výsledky"** v zadávacím stroměčku. Obsahuje podrobnější informace o jednotlivých únosnostech, popis rozhodujících komponent a pro uživatelem zadané zatěžovací případy i posudky.



Okno s podrobnými a celkovými výsledky