

## Požární odolnost betonového sloupu

### Zadání

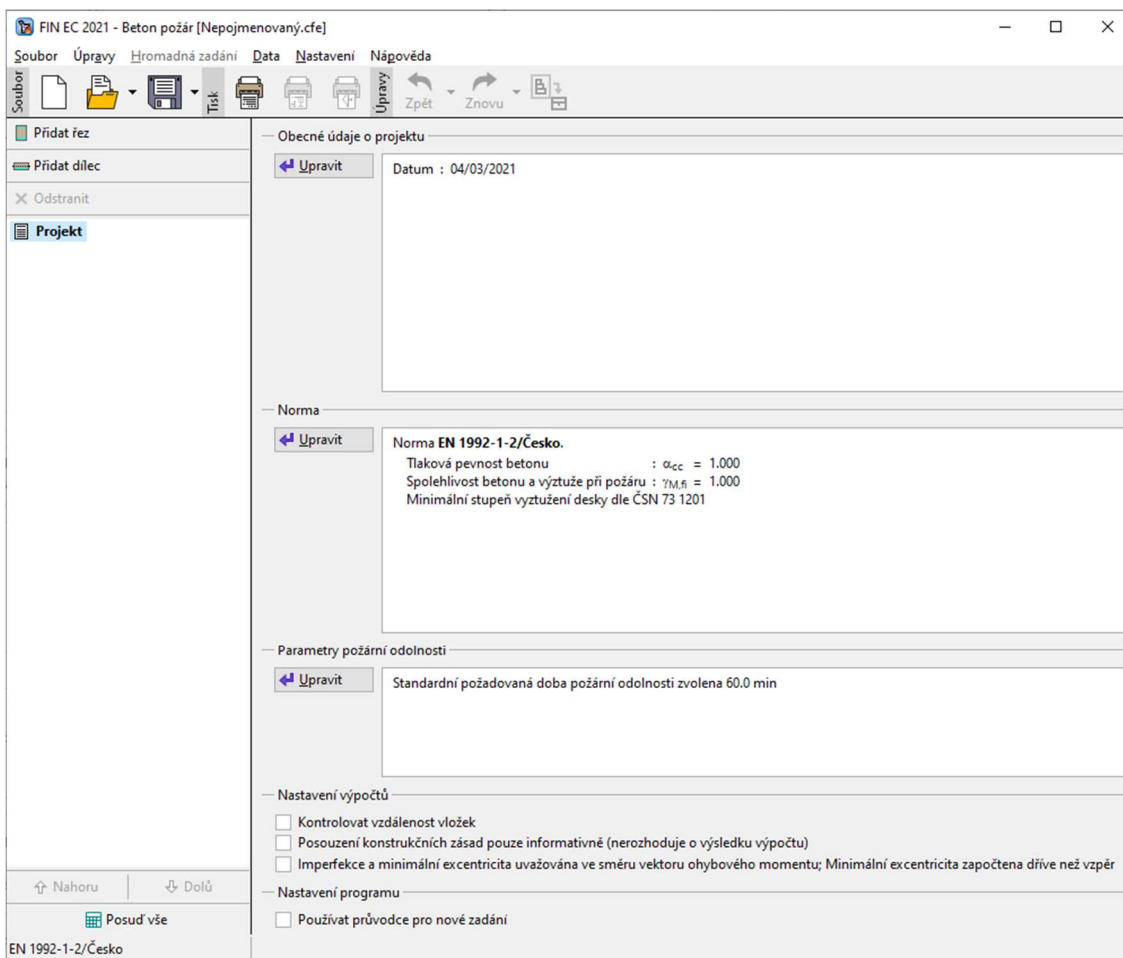
Cílem tohoto návodu je navrhnout a posoudit výztuž železobetonového sloupu na účinky požáru. Sloup má obdélníkový průřez o rozměrech 400x300 mm a výšce 3000 mm. Sloup je namáhán normálovou tlakovou silou, ohybovým momentem a posouvající silou v obou směrech. Výsledné průběhy vnitřních sil pro Mezní Stav 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

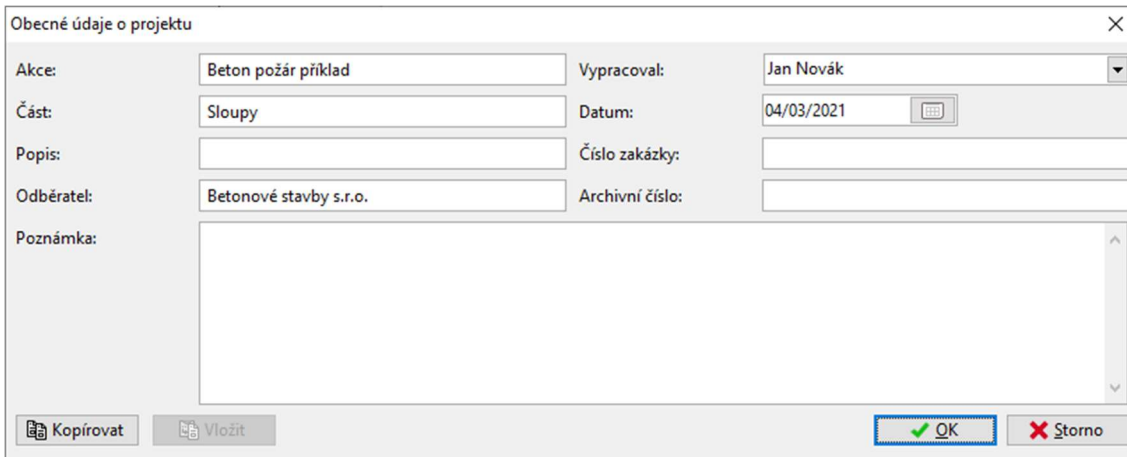
### Vytvoření nové úlohy

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: 04/03/2021

Popis:

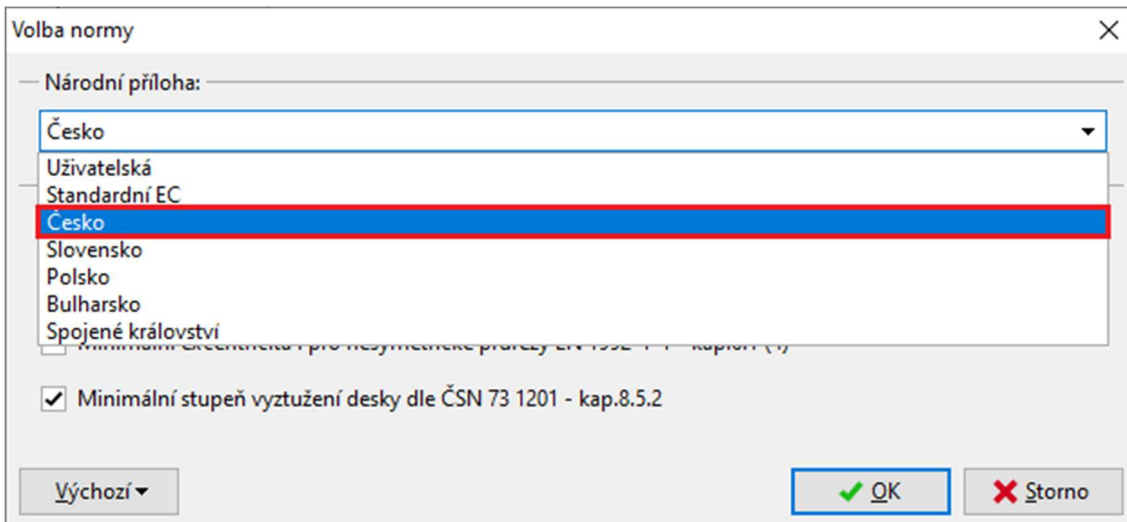
Odběratel: Betonové stavby s.r.o. Archivní číslo:

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

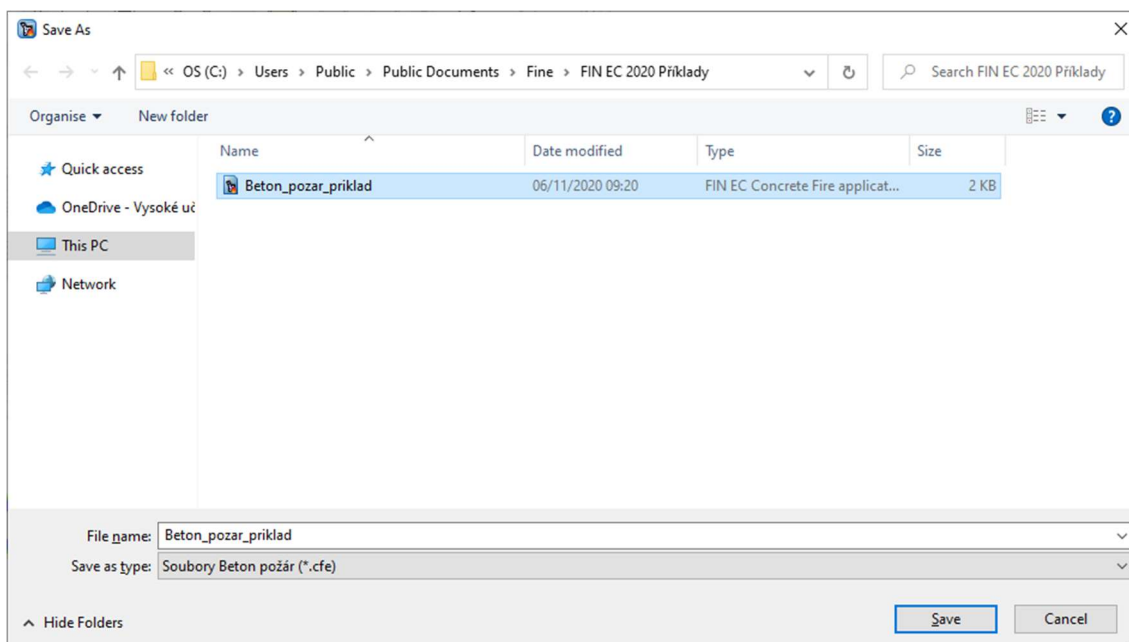
☒ Minimální stupeň vyztužení desky dle ČSN 73 1201 - kap.8.5.2

Výchozí OK Storno

Okno pro výběr normy

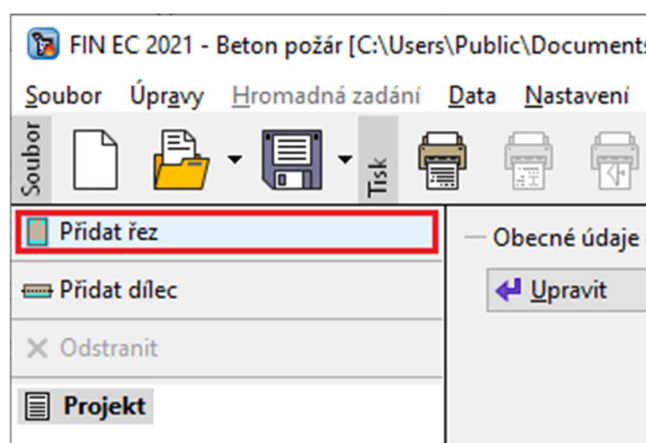
Jako poslední lze v části "**Parametry požární odolnosti**" po kliknutí na tlačítko "**Upravit**" zvolit standardní dobu požární odolnosti. Veškeré vstupní údaje do projektu mohou být upraveny, kdykoli v průběhu práce s programem.

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**".



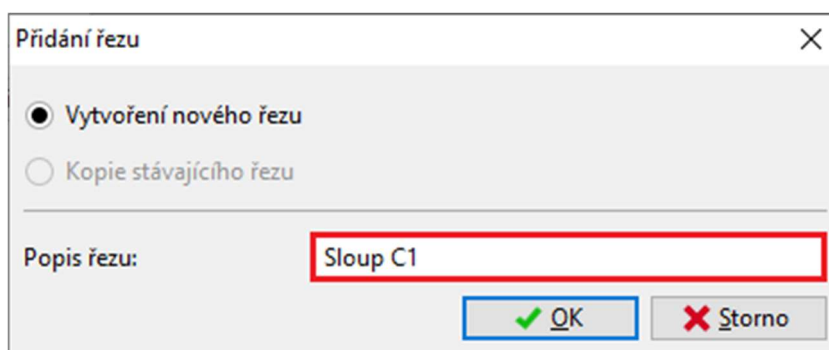
*Okno pro uložení projektu*

Nyní lze přistoupit k zadání nového řezu. Stiskneme tlačítko "**Přidat řez**" v horní části zadávacího stroměčku:



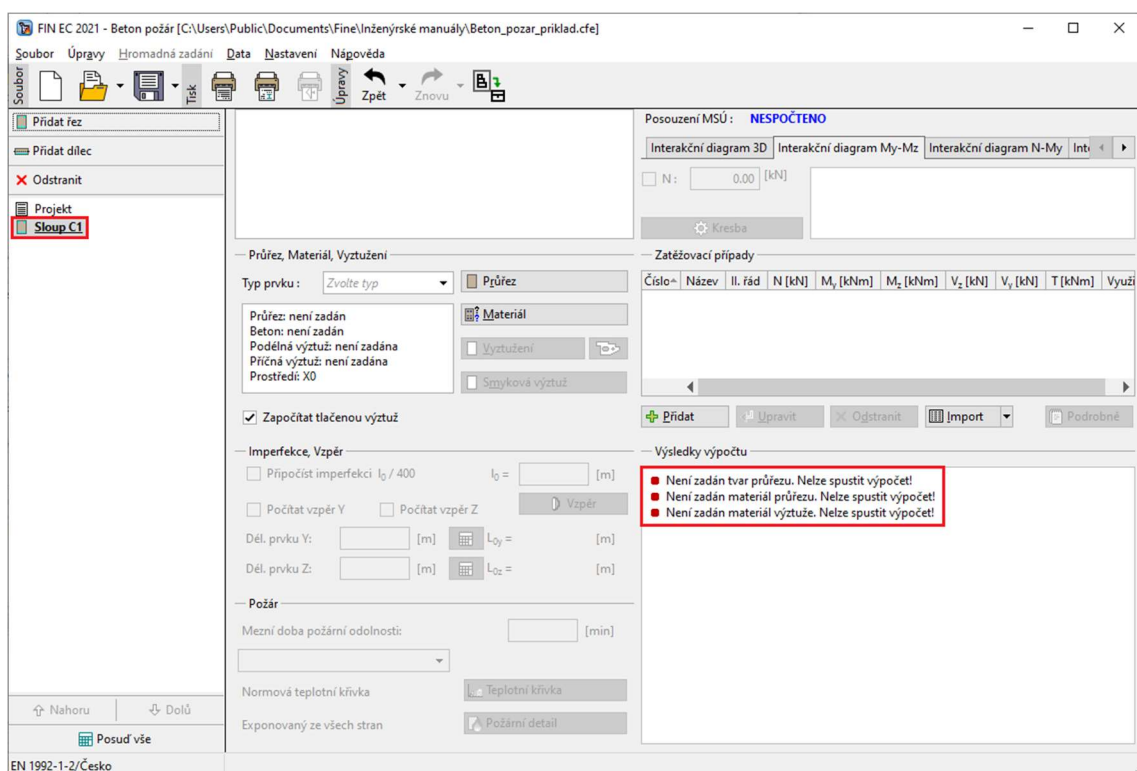
*Přidání úlohy typu "Řez"*

Zobrazí se dialogové okno, kde vložíme název řezu. Zadáme název "**Sloup C1**". Zadání úlohy potvrdíme stisknutím tlačítka „OK“.



*Dialogové okno pro zadání nového řezu*

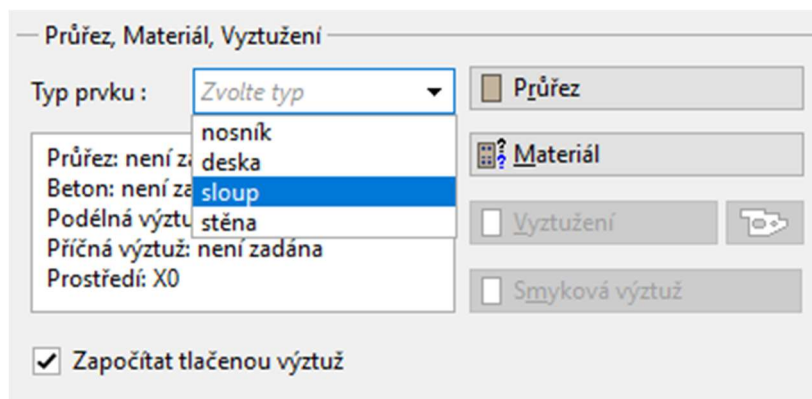
V zadávacím stroměčku v levé části obrazovky se vygenerovala položka "**Sloup C1**", představující nový řez. Program se automaticky nastavil na tuto položku, takže můžeme rovnou zadávat parametry řezu.



Úloha typu "Řez" bez zadáných 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 vyztuže.

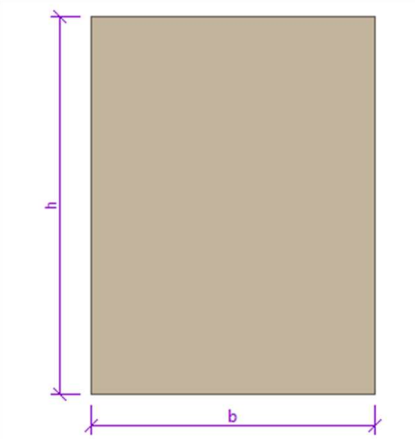
Dále kliknutím na tlačítko "**Průřez**" zvolíme požadovaný tvar průřezu a zadáme jeho rozměry. Program podporuje zadávání vlastních typů průřezu, nicméně pro účely tohoto příkladu si vystačíme s předdefinovaným průřezem.

Editor průřezu - Beton, standardní

Popis průřezu	
název	Sloup 300x400
poznámka	

Rozměry průřezu	
výška průřezu	h = 400.0 mm
šířka průřezu	b = 300.0 mm



Informace

OK Storno

*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 výztuž. Protože používáme standardní materiály, je možné využít knihovny předdefinovaných materiálů, které nalezneme pod tlačítky "**Katalog**" u příslušného řádku.

×

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:

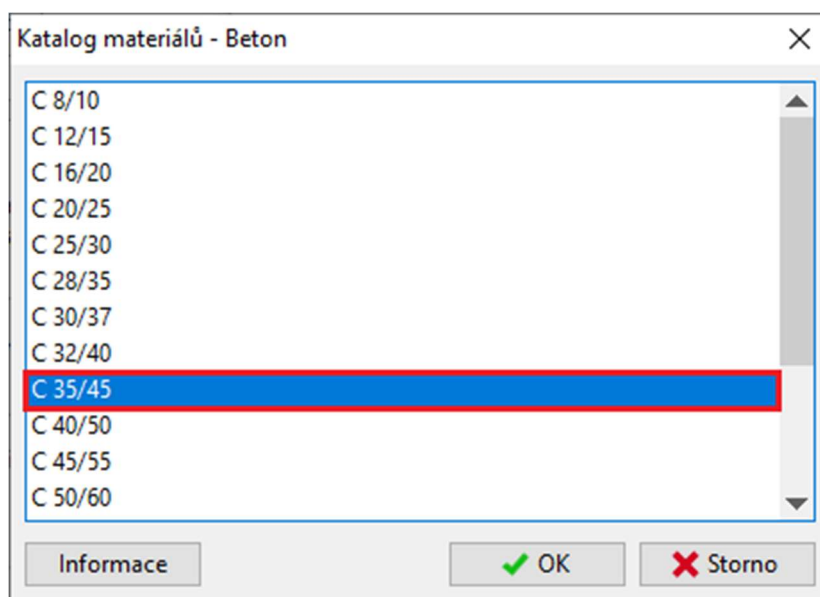
X0 - Bez ohrusu

OK

Storno

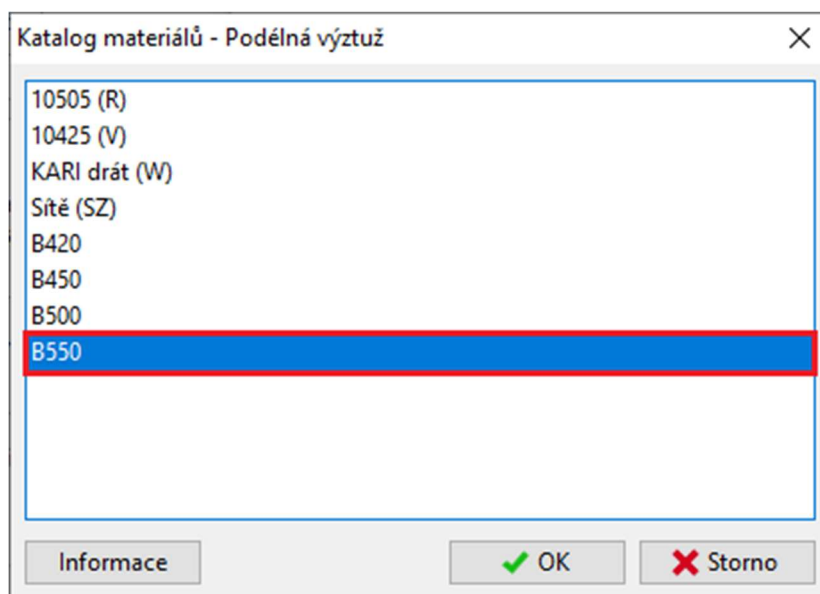
*Dialogové okno pro výběr prostředí sloupu*

Pro beton vybereme třídu "C 35/45" a dialogové okno ukončíme tlačítkem "OK".



*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**".





- 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)

základní návrhová (MSÚ)

mimořádná 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]	$V_z$ : $\downarrow \uparrow$
Smyková síla:	$V_y =$	-70.00	[kN]	$V_y$ : $\leftarrow \rightarrow$
Kroutící 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 stejná; použito pro výpočet vzpěru (součinitel dotvarování viz EN 1992-1-1 čl. 5.8.4)

+ Přidej

✗ Storno

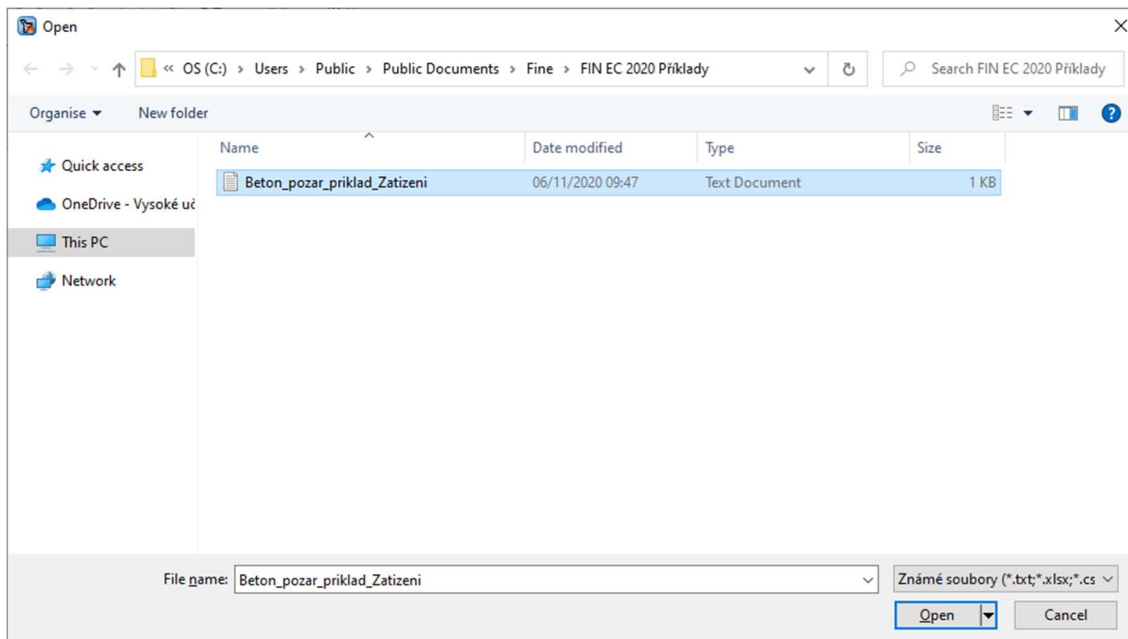
Výběr typu kombinace u zatěžovacího případu

Zadané zatěžovací případy se zobrazí v přehledné tabulce.

Zatěžovací případy									
Číslo	Název	Il. 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 - základní návrhová (MSÚ)		-479.50(-685.00)	98.00(140.00)	94.50(135.00)	-56.00(-80.00)	-49.00(-70.00)		

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, \*.xlsx, \*.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.

Import tabulkových dat									
(4) Vstupní soubor rozdělený na sloupce									
A (123.45) rez [m]	B (123.45) N [kN]	C (123) M <sub>y</sub> [kNm]	D (123.45) M <sub>z</sub> [kNm]	E (123) V <sub>x</sub> [kN]	F (123) V <sub>y</sub> [kN]	G (ABCDEFG) kombinace	H (123.45) ? [-]		
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	
(5) Přiřazení sloupců importovaným datům									
Název	Normálová síla N [kN]	Ohybový moment M <sub>y</sub> [kNm] M <sub>z</sub> [kNm]		Smyková síla V <sub>x</sub> [kN] V <sub>y</sub> [kN]		Krouticí moment M <sub>t</sub> [kNm]	Dle druhého řádu	Typ kombinace	Redukční součinitel η <sub>RE</sub> [-]
A: rez [m]	B: N [kN]	C: M <sub>y</sub> [kNm]	D: M <sub>z</sub> [kNm]	E: V <sub>x</sub> [kN]	F: V <sub>y</sub> [kN]	G: M <sub>t</sub> [kNm]	(neurčený)	G: kombinace	H: ? [-]
	1.000E+00	1.000E+00	1.000E+00	1.000E+00	1.000E+00			Přiřazení	1.000E+00
	kN	kNm	kNm	kN	kN				
(6) Náhled na výsledek importu									
Název	Normálová síla N [kN]	Ohybový moment M <sub>y</sub> [kNm] M <sub>z</sub> [kNm]		Smyková síla V <sub>x</sub> [kN] V <sub>y</sub> [kN]		Typ kombinace	Redukční součinitel η <sub>RE</sub> [-]		
3	-685.00	140.00	135.00	-80.00	-70.00	základní návrhová		0.70	
2.25	-687.25	70.00	67.50	-80.00	-70.00	základní návrhová		0.70	
1.5	-689.50	0.00	0.00	-80.00	-70.00	základní návrhová		0.70	
0.75	-691.75	-70.00	-67.50	-80.00	-70.00	základní návrhová		0.70	
0	-694.00	-140.00	-135.00	-80.00	-70.00	základní návrhová		0.70	

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>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	V <sub>x</sub> [kN]	V <sub>y</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)		
6	0 - základní návrhová (MSÚ)		-485,79 (-694,25)	-98,00 (-140,00)	-94,50 (-135,00)	-56,00 (-80,00)	-49,00 (-70,00)		

*Tabulka zadaných 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 tlínky
- ☐ Vlastní krytí

Krytí:  [mm]

---

Horní výztuž zadaného průřezu

	Profil výzt.	Způsob zadání	Vzdálenost	Počet ks	Poloha	A <sub>s</sub>
	[mm]		[mm]	[-]	Druh	[mm²]
<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="text" value="22"/>	Počtem ▾	<input type="text"/>	<input type="text" value="4"/>	Min. kr. ▾	<input type="text" value="32.0"/> 1520.5
<input checked="" type="checkbox"/> 2	<input type="text" value="22"/>	Počtem ▾	<input type="text"/>	<input type="text" value="2"/>	Pozice ▾	<input type="text" value="150.0"/> 760.3
<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input type="text" value="22"/>	Počtem ▾	<input type="text"/>	<input type="text" value="2"/>	Pozice ▾	<input type="text" value="250.0"/> 760.3
<input type="checkbox"/> 4	<input type="text"/>	▾	<input type="text"/>	<input type="text"/>	▾	<input type="text"/>

Σ A<sub>s</sub> [mm²]

---

Dolní výztuž zadaného průřezu

	Profil výzt.	Způsob zadání	Vzdálenost	Počet ks	Poloha	A <sub>s</sub>
	[mm]		[mm]	[-]	Druh	[mm²]
<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="text" value="22"/>	Počtem ▾	<input type="text"/>	<input type="text" value="4"/>	Min. kr. ▾	<input type="text" value="32.0"/> 1520.5
<input type="checkbox"/> 2	<input type="text"/>	▾	<input type="text"/>	<input type="text"/>	▾	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> 3	<input type="text"/>	▾	<input type="text"/>	<input type="text"/>	▾	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> 4	<input type="text"/>	▾	<input type="text"/>	<input type="text"/>	▾	<input type="text"/>

Σ A<sub>s</sub> [mm²]

---

Informace o vyztužení

Celková plocha výztuže: 4561.6 mm²

**Posouzení min. a max. stupně vyztužení**

Slop (celková výztuž):

$\rho_s = 0.038 \geq \rho_{s,min} = 0.002 \Rightarrow$  Vyhovuje

$\rho_s = 0.038 \leq \rho_{s,max} = 0.04 \Rightarrow$  Vyhovuje

**Rozmístění výztuže**

- ☒ Generovat stejný rozestup vložek
- ☐ Vložky umístit co nejvíce ke kraji

Využití průřezu ohybem :  **63.3 % VYHOVUJE**

*Zadaná podélná výztuž sloupu*

V dialogovém okně "**Editace výztužení**" 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 nejbližší 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 výztužení**" 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

Přidavná bezp. složka krytí

Korozivzdorná výztuž

Přidavná ochrana výztuže

Přídavek pro návrh. odch.

Betonáž na:

0.0 [mm]

0.0 [mm]

0.0 [mm]

0.0 [mm]

10.0 [mm]

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 třímínků:

$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(8; 10; 10) = 10 \text{ mm}$ 
 $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$

Krytí podélné výztuže za třímínky:

$c_{nom} = \max(32; 20 + 8) = \max(32; 20 + 8) = \max(32; 0.028) = 32 \text{ mm}$

OK

Storno

Okno "Krytí výztuže"

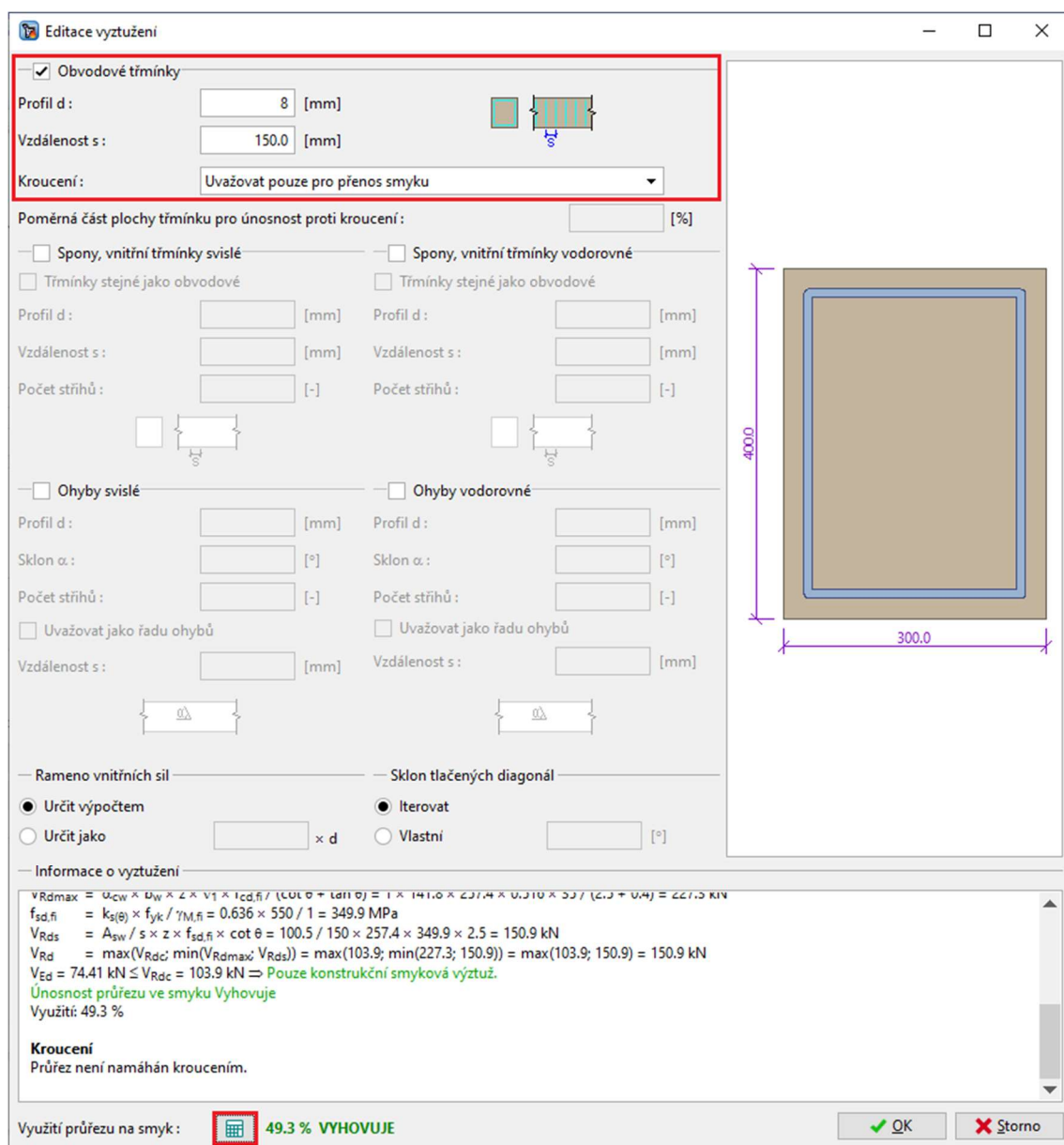
Minimální krytí podélné výztuže se může změnit po zadání příčné výztuže, jelikož jsme zvolili možnost "**Minimální krytí a třímínky**" v dialogovém okně "**Editace výztužení**" podélné výztuže.

## 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 třímínky**" zpřístupníme políčka pro zadání vlastností třímínků. Zadáme odvodové třímínky o průměru 8mm a jejich vzájemnou vzdálenost 150mm.

13





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/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.

Imperfekce, Vzpěr


☒ Připočíst imperfekci  $l_0 / 400$   $l_0 =$   [m]

☒ Počítat vzpěr Y ☒ Počítat vzpěr Z

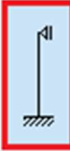





Dél. prvku Y:  [m]   $L_{0y} =$   [m]

Dél. prvku Z:  [m]   $L_{0z} =$   [m]

*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 vzpěrných délek

Vetknutí-Kloub:  $l_0 = 0.71 \times l$

$K_1 =$   [-]

$K_2 =$   [-]

*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**".

Požár

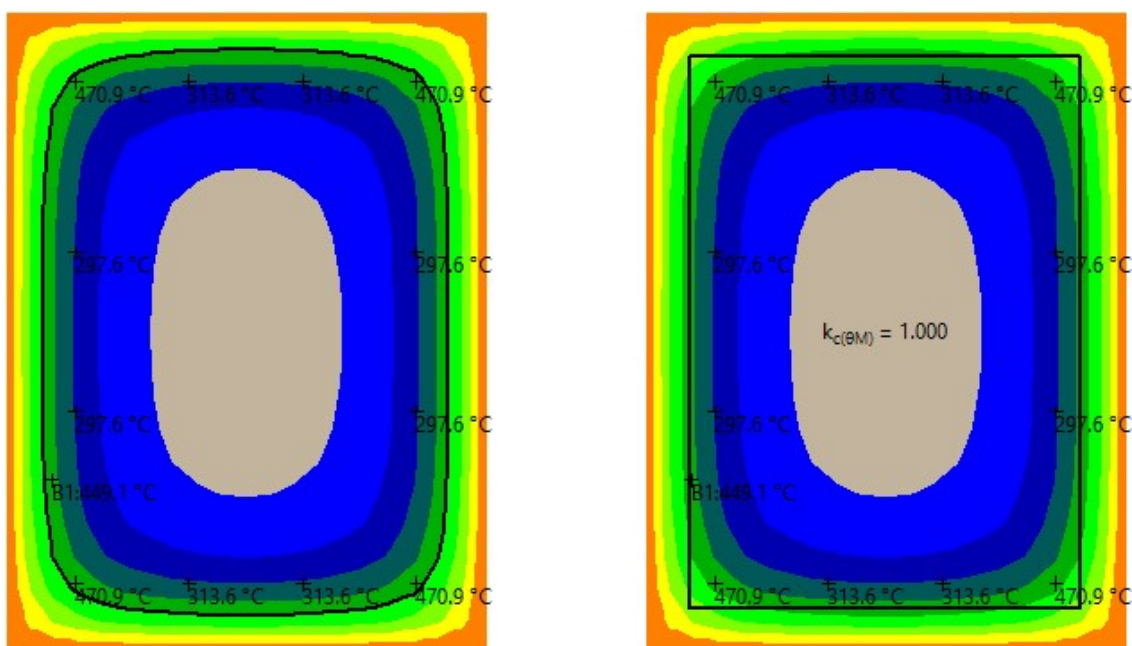
Mezní doba požární odolnosti:  [min]

Normová teplotní křivka

Exponovaný ze všech stran

*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 izotermy 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.



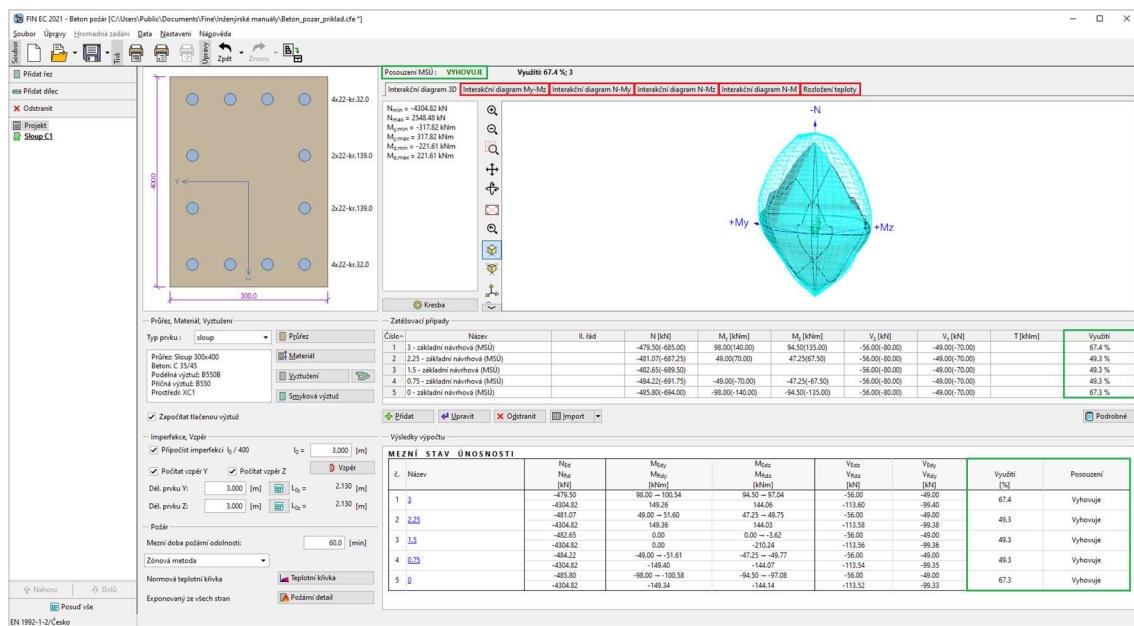
Požární detail

## 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

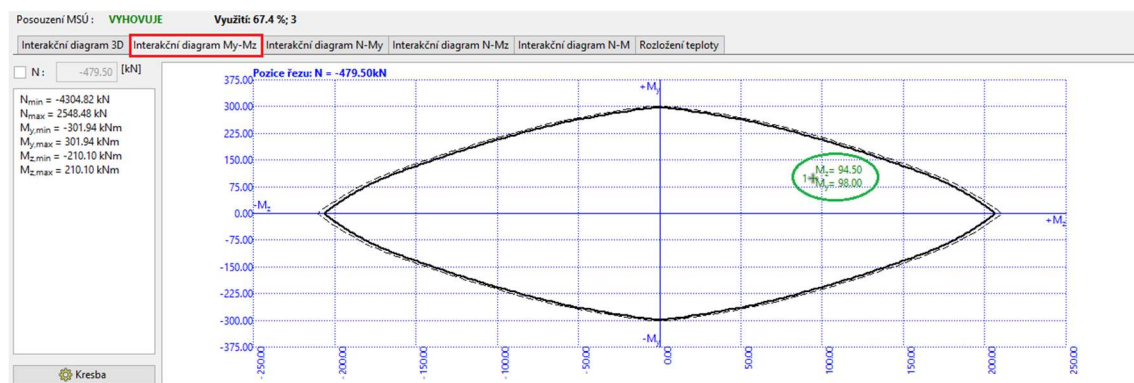


interakční diagram lze zvolit způsob zobrazení, k dispozici je jak prostorový diagram, tak rovinné diagramy vytvořené v místech zadané veličiny "N", "M<sub>y</sub>" či "M<sub>z</sub>" nebo v rovině dané směrem ohybu.

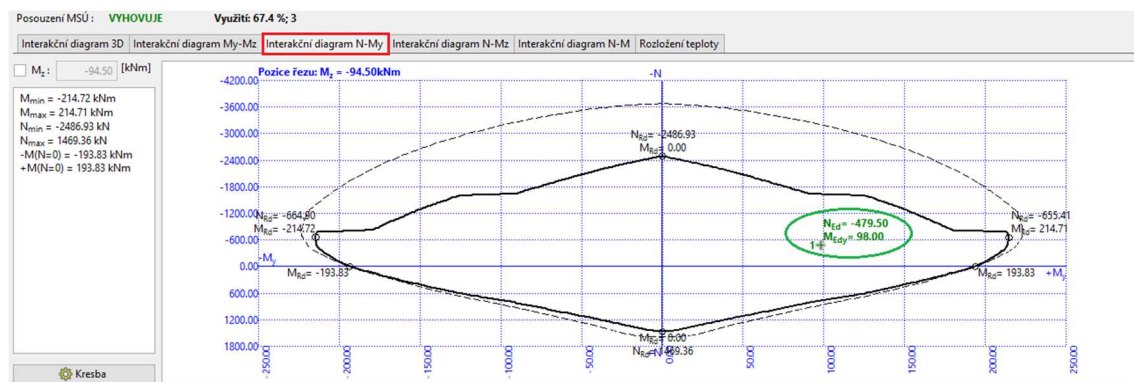


Volba typu zobrazeného interakčního diagramu

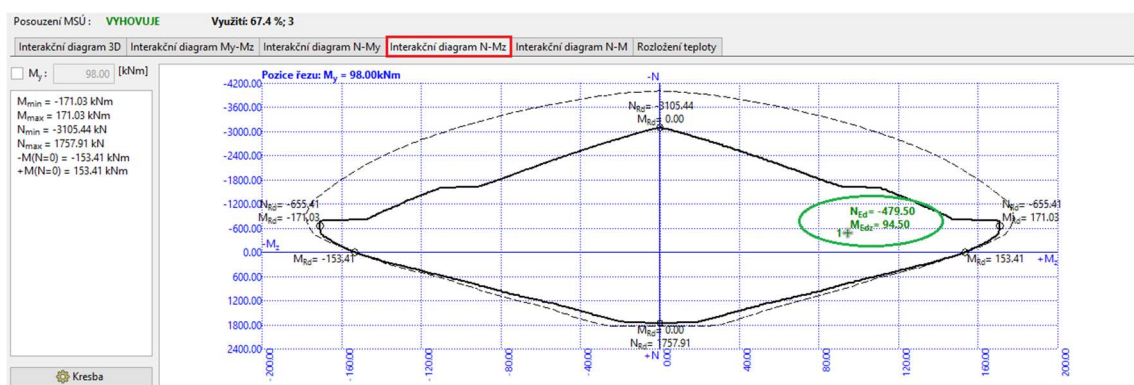
Přepínat mezi dialogovými okny lze pomocí záložek v horní části hlavního dialogového okna. Po kliknutí na daný zatěžovací stav, program zobrazí jeho polohu v interakčním diagramu. Pokud se bod nachází uvnitř plné čáry interakčního diagramu, pak zadaný průřez vyhovuje. Tečkovaná čára značí interakční diagram bez účinku imperfekcí a vzpěru.



M<sub>y</sub> - M<sub>z</sub> interakční diagram

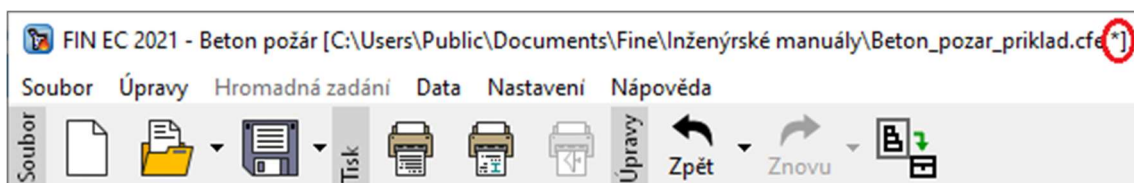


N - M<sub>y</sub> interakční diagram



*N - M<sub>z</sub> 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 "\*".

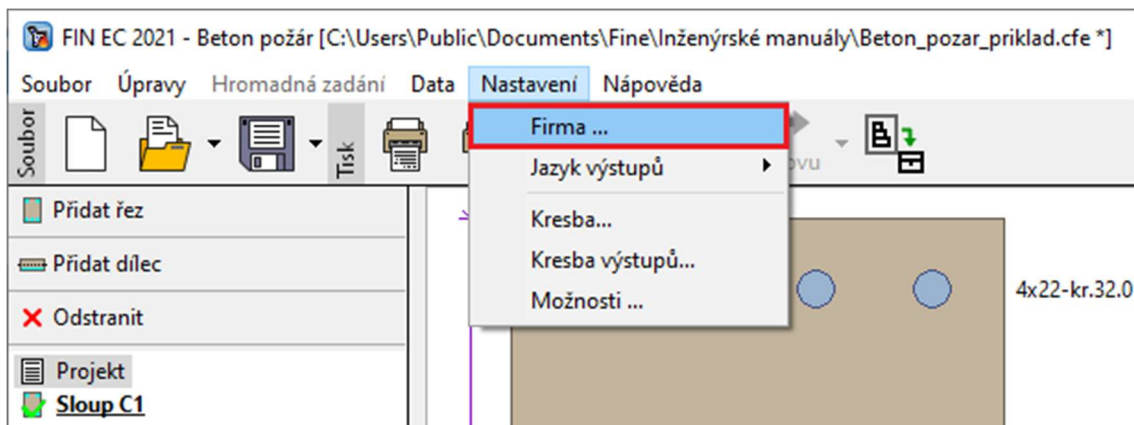


*Indikace neuloženého stavu úlohy*

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.

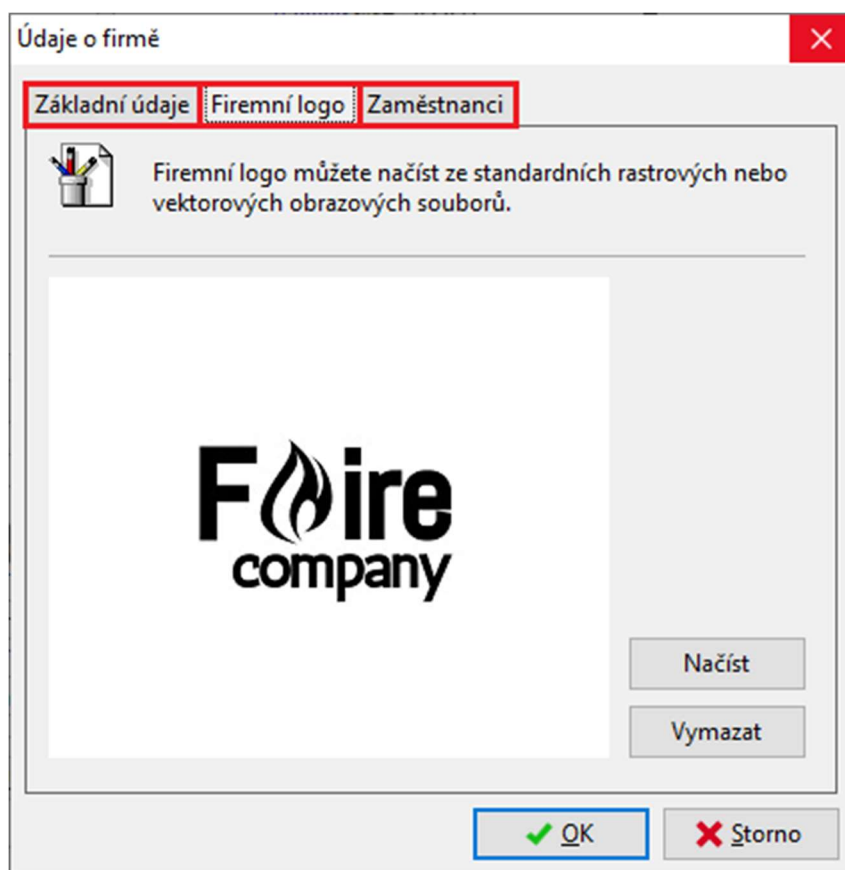
## Výstupy

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.

**Tisk a export dokumentu**

Uložit Tisk Otevřít pro úpravy Odeslat jako přílohu

Dokument: **Grafický tisk** **Vzhled stránky** **Záhlaví a zápatí** **Číslování stránek**

Schéma: **Grafický tisk** **Textový tisk** **Grafický tisk**

Kopírovat Zrušit výběr Vybrat vše

Šířka stránky Dvě stránky Více stránek Jedna stránka Kniha

**Editor**

Předvolba: výchozí

☐ Projekt  
☐ Norma  
☒ Volby tisku  
☒ Tisk řezů  
☒ Sloup C1

**Sloup C1**

Fire company Jan Novák Beton požár příklad Sloupy

Typ prvku sloup  
Prostředí: XC1  
Beton: C 35/45  
 $f_{ck} = 35.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctm} = 3.2 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 34000 \text{ MPa}$   
Ocel podélná: B550B ( $f_{yk} = 550.0 \text{ MPa}$ ,  $E_s = 200000 \text{ MPa}$ )  
Ocel příčná: B550 ( $f_{yk} = 550.0 \text{ MPa}$ ,  $E_s = 200000 \text{ MPa}$ )  
Vztlak  
Vzpěrná délka kolmo na osu Y:  $l_{ey} = 3.00 \times 0.71 = 2.13 \text{ m}$   
Vzpěrná délka kolmo na osu Z:  $l_{ez} = 3.00 \times 0.71 = 2.13 \text{ m}$   
S taženou výztuží je počítáno.  
Ověřovací třecí  
Profil: 8 mm, Vzdálenost: 150.0 mm

Posouzení v čase požadované požární odolnosti  $t = 60.0 \text{ min}$   
Zánovná metoda: Počet zón: 100

Posouzení min. a max. stupně vyztužení  
Sloup (pevnostní vyztuž):  
 $\rho_{tr} = 0.038 \geq \rho_{tr,min} = 0.002 \Rightarrow$  **Vyhovuje**  
 $\rho_{tr} = 0.038 \leq \rho_{tr,max} = 0.04 \Rightarrow$  **Vyhovuje**

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Edz}$ [kNm]	$V_{Edy}$ [kN]	$V_{Edz}$ [kN]	Posouzení
1	3	-479.50 -4304.82	98.00 → 100.54 149.26	94.50 → 97.04 144.06	-56.00 -113.60	-49.00 -99.40	Vyhovuje
2	2.25	-481.07 -4304.82	49.00 → 51.60 149.36	47.25 → 49.75 144.03	-56.00 -113.58	-49.00 -99.38	Vyhovuje
3	1.5	-482.65 -4304.82	0.00 0.00	0.00 → -3.62 -210.24	-56.00 -113.56	-49.00 -99.36	Vyhovuje
4	0.75	-484.22 -4304.82	-49.00 → -51.61 -149.40	-47.25 → -49.77 -144.07	-56.00 -113.54	-49.00 -99.35	Vyhovuje
5	0	-485.80 -4304.82	-98.00 → -100.58 -149.34	-94.50 → -97.08 -144.14	-56.00 -113.52	-49.00 -99.33	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti: **VYHOVUJE**

**VYHOVUJE**

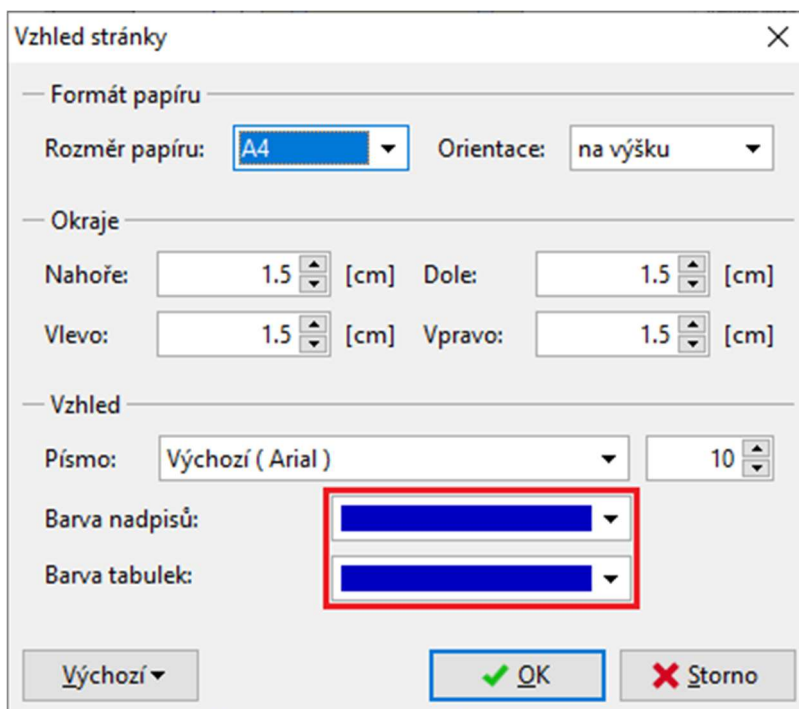
1

(FINEC - Beton požár | verze 11.2020.21.0 | hardwarový kód 10701 | 1 | Prohlášení Lupa | Copyright © 2020 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.fine.cz)

Dokument odpovídá zadání 1 / 1 A4 (21.0 x 29.7 cm)

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 barvi výstupního dokumentu.



**Vzhled stránky**

— Formát papíru —  
 Rozměr papíru: A4 Orientace: na výšku

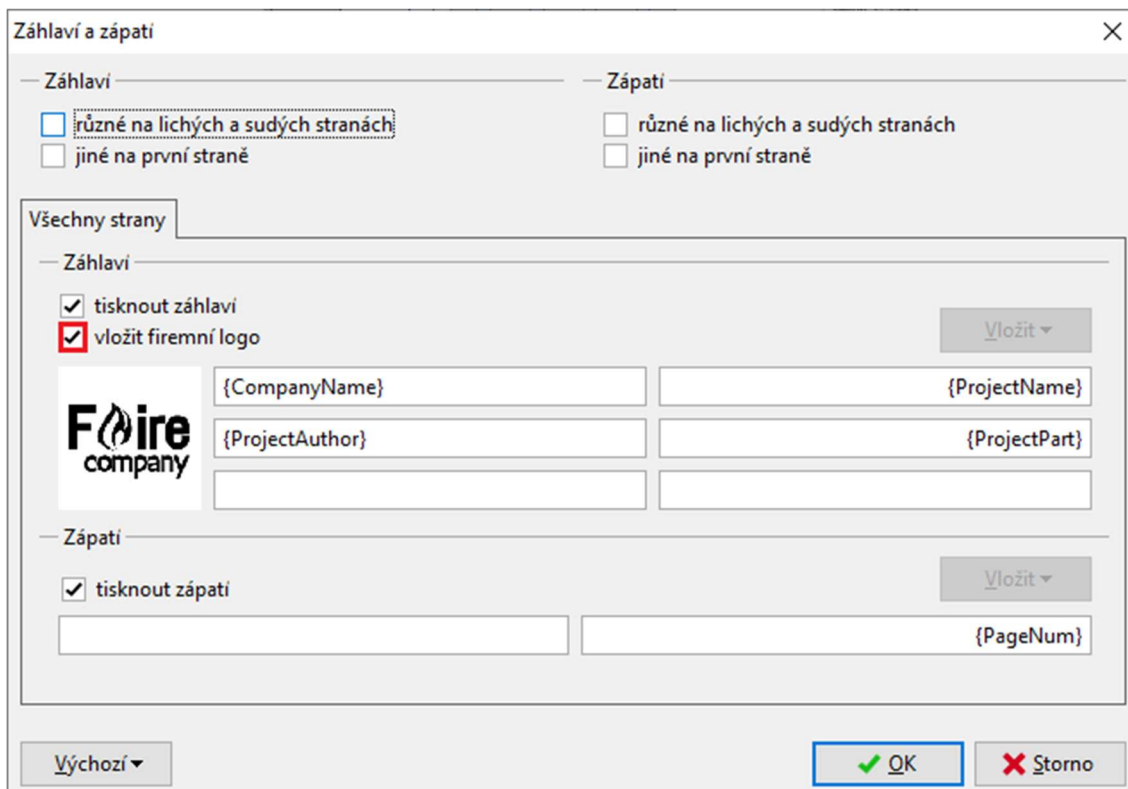
— Okraje —  
 Nahoře: 1.5 [cm] Dole: 1.5 [cm]  
 Vlevo: 1.5 [cm] Vpravo: 1.5 [cm]

— Vzhled —  
 Písmo: Výchozí ( Arial ) 10  
 Barva nadpisů:    
 Barva tabulek:  

Výchozí OK Storno

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 — — Zápatí —  
☐ různé na lichých a sudých stranách ☐ různé na lichých a sudých stranách  
☐ jiné na první straně ☐ jiné na první straně

Všechny strany

— Záhlaví —  
☒ tisknout záhlaví  
☒ vložit firemní logo Vložit


 {CompanyName} {ProjectName}  
 {ProjectAuthor} {ProjectPart}

— Zápatí —  
☒ tisknout zápatí Vložit

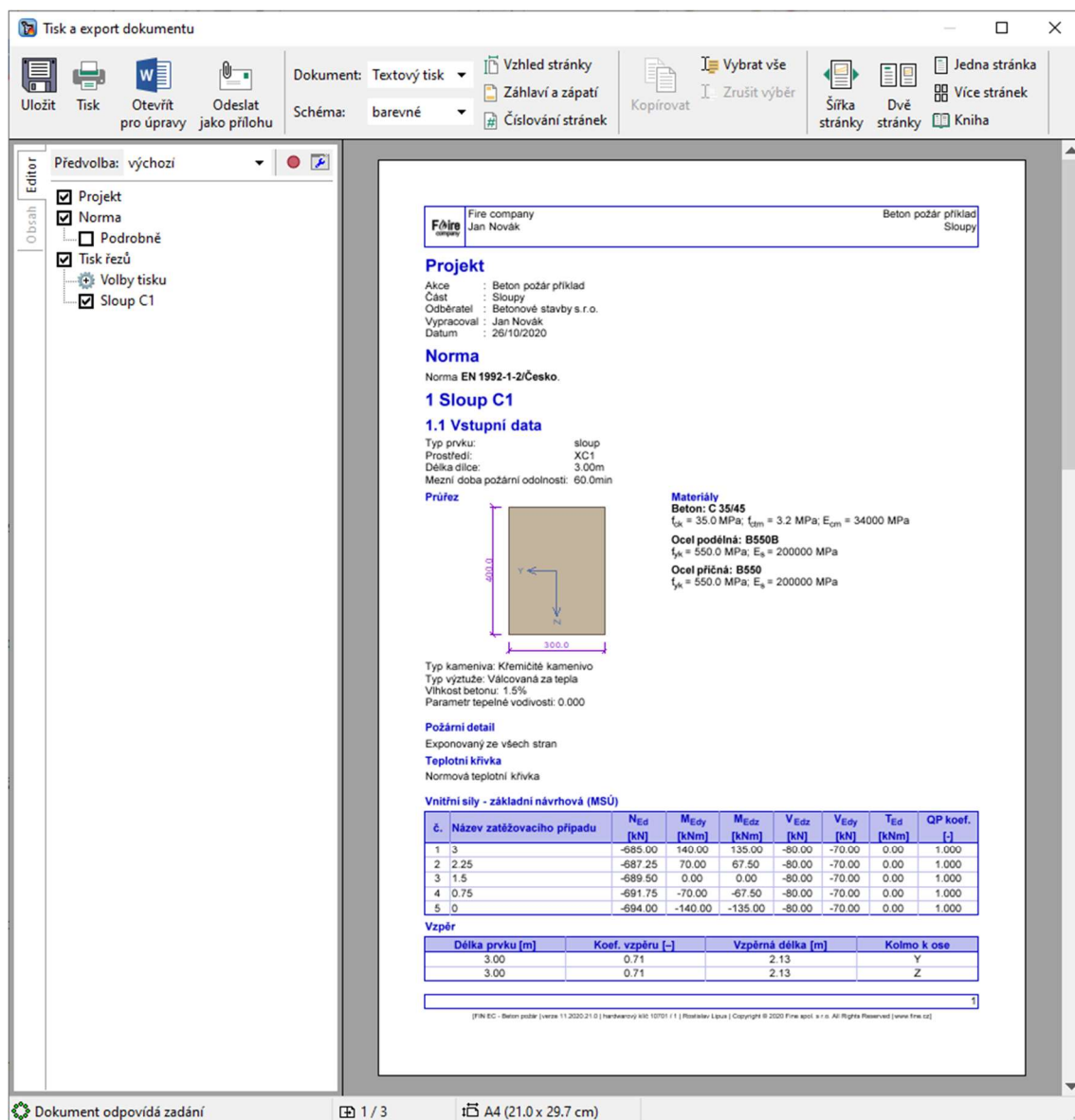
{PageNum}

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:"**.



**Tisk a export dokumentu**

Dokument: Textový tisk

Schéma: barevné

Vzhled stránky

Záhlaví a zápatí

Číslování stránek

Vybrat vše

Zrušit výběr

Kopírovat

Šířka stránky

Dvě stránky

Jedna stránka

Více stránek

Kniha

Předvolba: výchozí

Editor

Obsah

☒ Projekt

☒ Norma

☐ Podrobně

☒ Tisk řezů

☒ Volby tisku

☒ Sloup C1

**Fire company** Jan Novák

**Beton požár příklad** Sloupy

**Projekt**

Akce : Beton požár příklad

Část : Sloupy

Odběratel : Betonové stavby s.r.o.

Vypracoval : Jan Novák

Datum : 26/10/2020

**Norma**

Norma EN 1992-1-2/Česko.

**1 Sloup C1**

**1.1 Vstupní data**

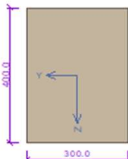
Typ prvku: sloup

Prostředí: XC1

Délka dílce: 3.00m

Mezní doba požární odolnosti: 60.0min

**Průřez**



Typ kamenná: Křemíčitě kamenná

Typ výztuže: Válcovaná za tepla

Vlhkost betonu: 1.5%

Parametr tepelné vodivosti: 0.000

**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]	$V_{Edy}$ [kN]	$V_{Edz}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	QP koef. [-]
1	3	-685.00	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

**Materiály**

Beton: C 35/45

$f_{yk} = 35.0$  MPa;  $f_{cm} = 3.2$  MPa;  $E_{cm} = 34000$  MPa

Ocel podélná: B550B

$f_{yk} = 550.0$  MPa;  $E_s = 200000$  MPa

Ocel příčná: B550

$f_{yk} = 550.0$  MPa;  $E_s = 200000$  MPa

Dokument odpovídá zadání

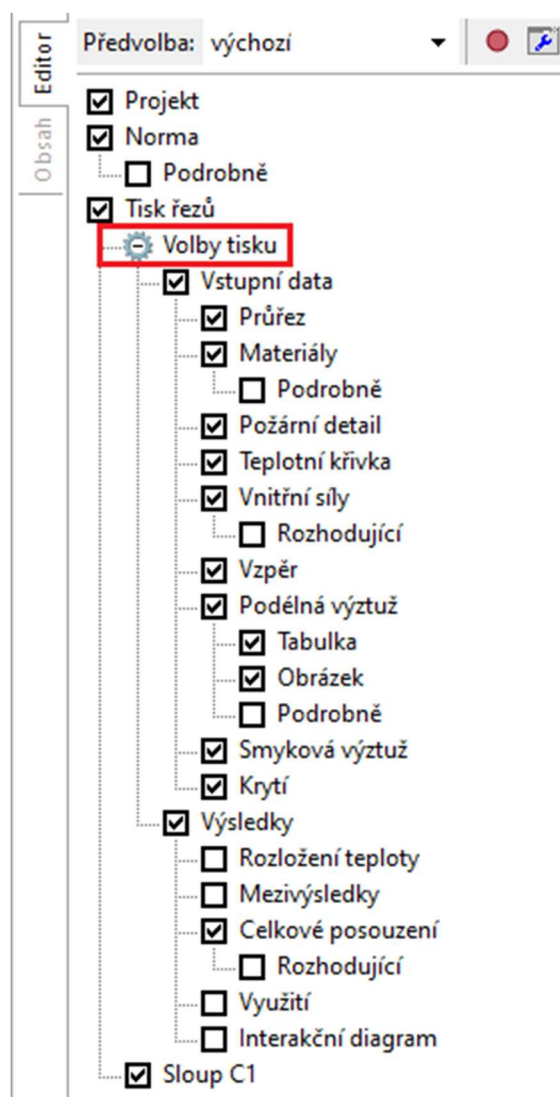
1 / 3

A4 (21.0 x 29.7 cm)

Vygenerovaný textový výstup

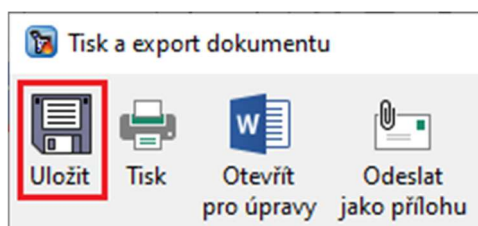
Po přepnutí do režimu **"Tisková sestava"** můžeme v levém stroměčku v části **"Volby tisku"** nastavit, jaké části posouzení mají být součástí dokumentu a jak podrobné výpisy mají být.







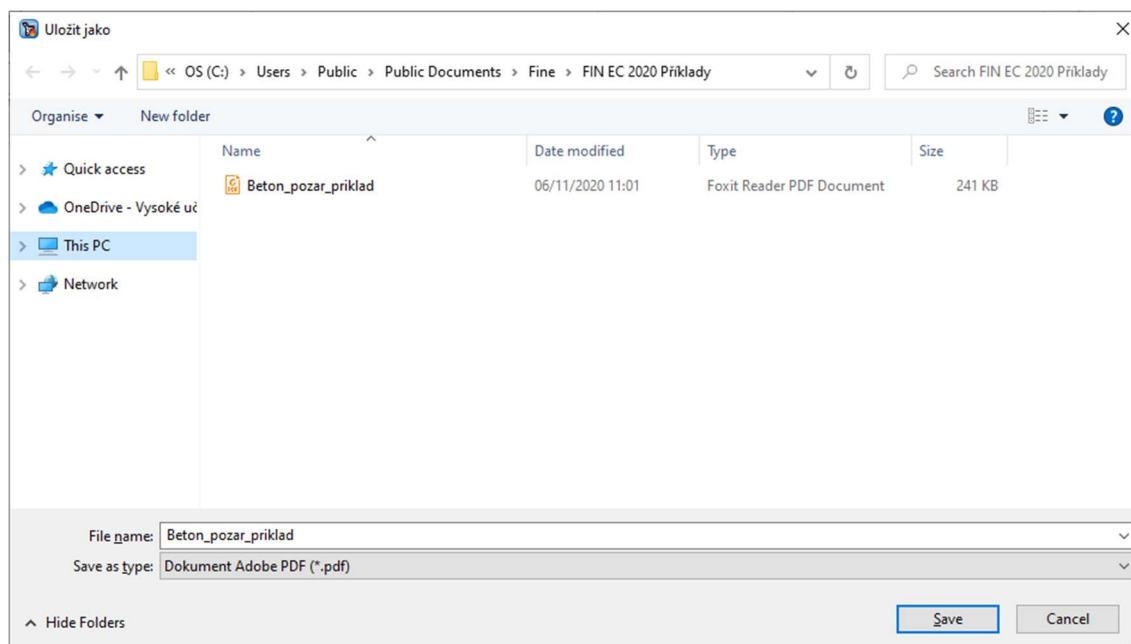
*Volby tisku pro textové výstupy*

Program při jakékoliv změně ve stromečku 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 "  " nebo uložit tlačítkem "  " 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.