

Dělení vazníku do výrobních částí

Zadání

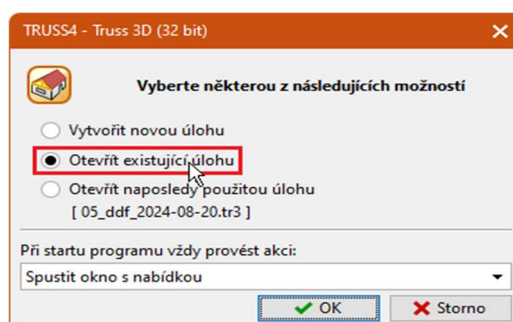
Program: Truss 3D

Soubor: FineTrial.tr3

Tento manuál se zabývá dělením rozměrných vazníků do výrobních částí. Vysvětlen bude ruční proces dělení vazníku, a to včetně práce s výstupy ze statické dokumentace. Základem pro práci bude sedlový vazník o rozponu 22m se sklonem 7° a počáteční výškou 800mm nad obvodovou zdí.

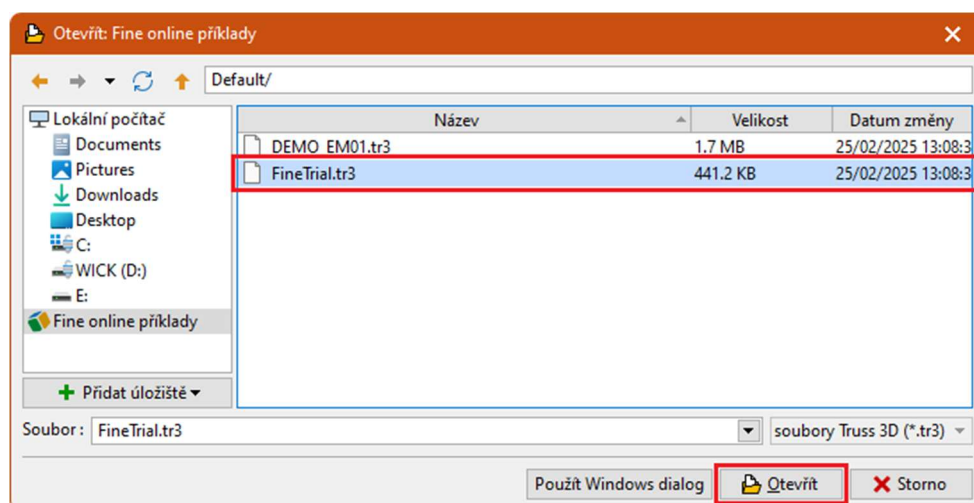
Vytvoření vazníku

Spustíme program "Truss 3D". Abychom pracovali s jednotnými nastaveními, načteme na začátku předdefinovaný prázdný soubor jako šablonu. Tím zajistíme shodné výsledky i v případě instalací obsahující upravená výchozí nastavení pro určitý trh. V úvodním okně tedy zvolíme "Otevřít existující úlohu" a potvrdíme tlačítkem "OK".



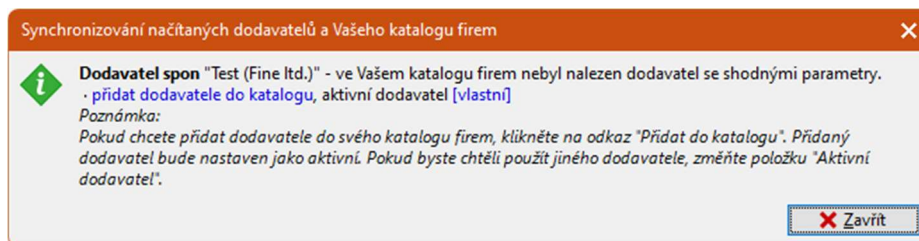
Úvodní nabídka programu

Spustí se nám okno "Otevřít" pro výběr souboru s existujícím projektem. My vybereme existující soubor *FineTrial.tr3* ze složky *Fine online příklady*. Výběr potvrdíme tlačítkem "Otevřít".



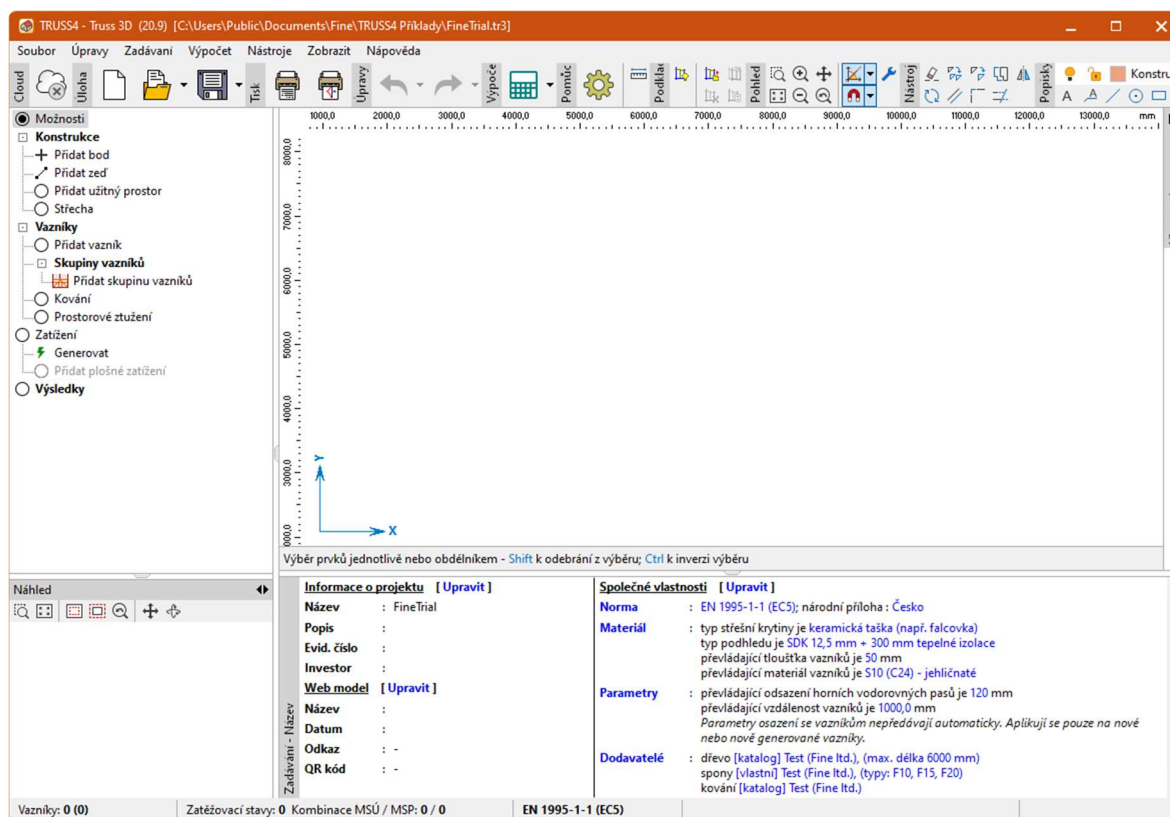
Otevření souboru

Při otevření souboru se nám může objevit okno s varováním, že budeme používat sortiment dřeva či desek, který doposud nemáme v našem katalogu. Toto varování můžeme přeskočit tlačítkem "Zavřít".



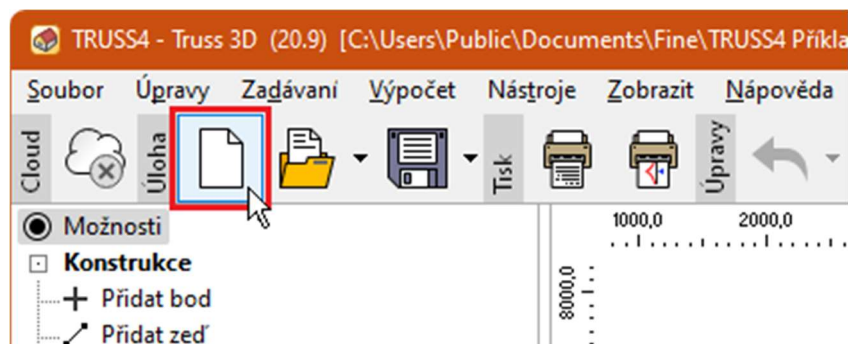
Výzva k přidání dodavatele do katalogu

Tímto krokem se nám načtou nastavení, která budeme v průběhu práce používat. Objeví se nám základní okno programu "Truss 3D".



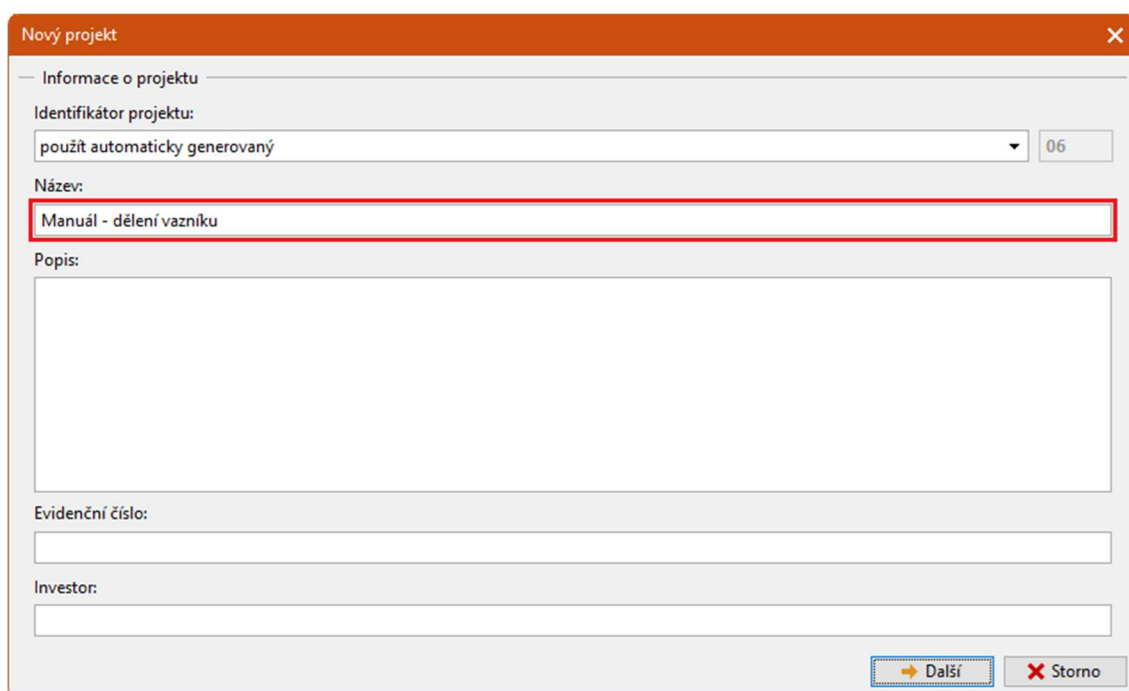
Základní okno programu "Truss 3D"

Nyní můžeme založit nový projekt. Použijeme pro to tlačítko "Nový" v hlavní nástrojové liště. Alternativně lze použít i klávesovou zkratku **Ctrl+N**.



Tlačítko "Nový"

Spustí se nám průvodce založením projektu. Na první stránce stačí vyplnit název projektu. Poté je možné pokračovat tlačítkem "**Další**" na následující stránku.



Zadání názvu vazníku

V následujícím okně můžeme změnit adresář pro uložení projektu a případně též upravit pravidla pro třídění projektů. My toto okno přeskočíme tlačítkem "**Další**".

Nový projekt

Umístění projektu

Umístění projektu :

D:

Název souboru projektu :

06_Manuál - dělení vazníků_2024-08-23

Úplná cesta k umístění souboru projektu

D:\2024\08\06_Manuál - dělení vazníků_2024-08-23\06_Manuál - dělení vazníků_2024-08-23.tr3

Možnosti umístění projektu

[Upravit]

Výchozí nastavení umístění projektu

D:

Způsob třídění složek projektu : měsíčně

Způsob popisu projektu

Vložit identifikátor projektu : ano

Vložit datum založení : ano

Předchozí

Další

Sorno

Umístění projektu

Následující okno umožňuje volbu základního tvaru budovy (vybereme "Obdélník") a základních parametrů projektu. Zadáme převládající vzdálenost vazníků 1000mm , tloušťku vazníků 60mm a vybereme též materiál krytiny a podhledu. Konkrétně položky "ocelová profilovaná deska (imitace tašek)" pro krytinu a "SDK 12,5mm bez tepelné izolace" pro podhled. Výchozí databáze krytin a podhledů se může v instalacích určených pro konkrétní trhy lišit. Pokud databáze materiálů výše uvedené položky neobsahuje, vybereme jiné s podobnou tíhou. Ta je v obou případech $0,15\text{kN/m}^2$.

Nový projekt

Konstrukce

Prázdná konstrukce

Obdélník

Tvar T

Tvar L

Tvar U

Tvar O

Vlastnosti vazníků

Rozměry konstrukce

Spodní detail

Společné vlastnosti

Norma : EN 1995-1-1 (EC5); národní příloha : Česko

Materiál : typ střešní krytiny je ocelová profilovaná deska (imitace tašek)

typ podhledu je SDK 12,5 mm bez tepelné izolace

převládající materiál vazníků je S10 (C24) - jehličnaté

Parametry : převládající odsazení horních vodorovných pasů je 120 mm

převládající vzdálenost vazníků je $1000,0$ mm

Tloušťka : převládající tloušťka vazníků je 60 mm

Možnosti návrhu - Vzpěr z roviny

Výztuhy na horních (střešních) přířezech:

Způsob vytváření výztuh : Vytvářet na všechny dílce

Rozmístění výztuh : výztuhy ve zvolené vzdálenosti, vzdálenost 400 [mm]

Výztuhy na dolních (podhledových) přířezech:

Způsob vytváření výztuh : Vytvářet na všechny dílce

Rozmístění výztuh : výztuhy ve zvolené vzdálenosti, vzdálenost 2000 [mm]

Předchozí

OK

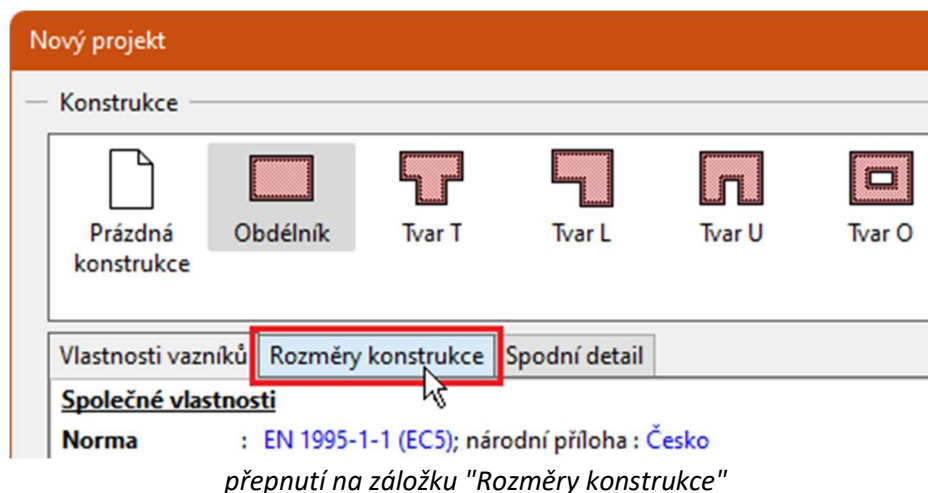
Sorno

Základní parametry projektu

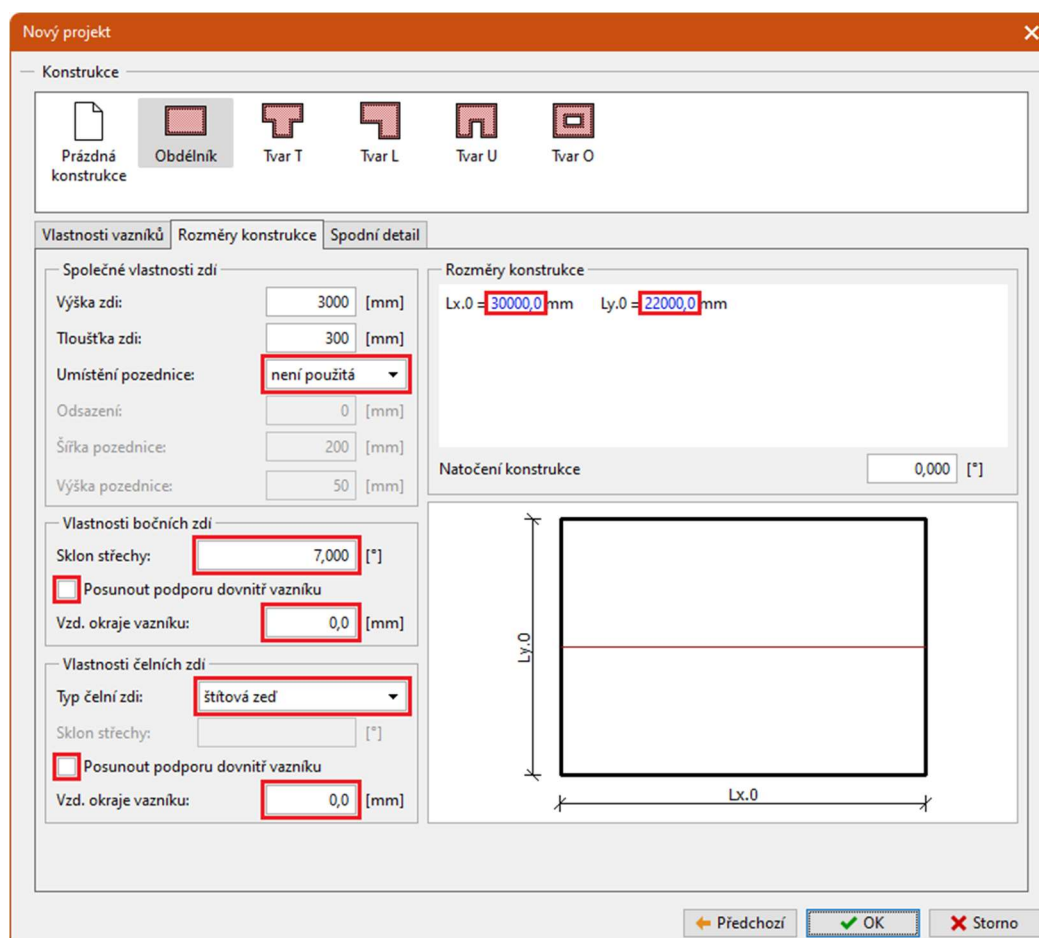
4

©Fine 2024

Následně přepneme na druhou záložku dialogového okna, která se nazývá "**Rozměry konstrukce**".

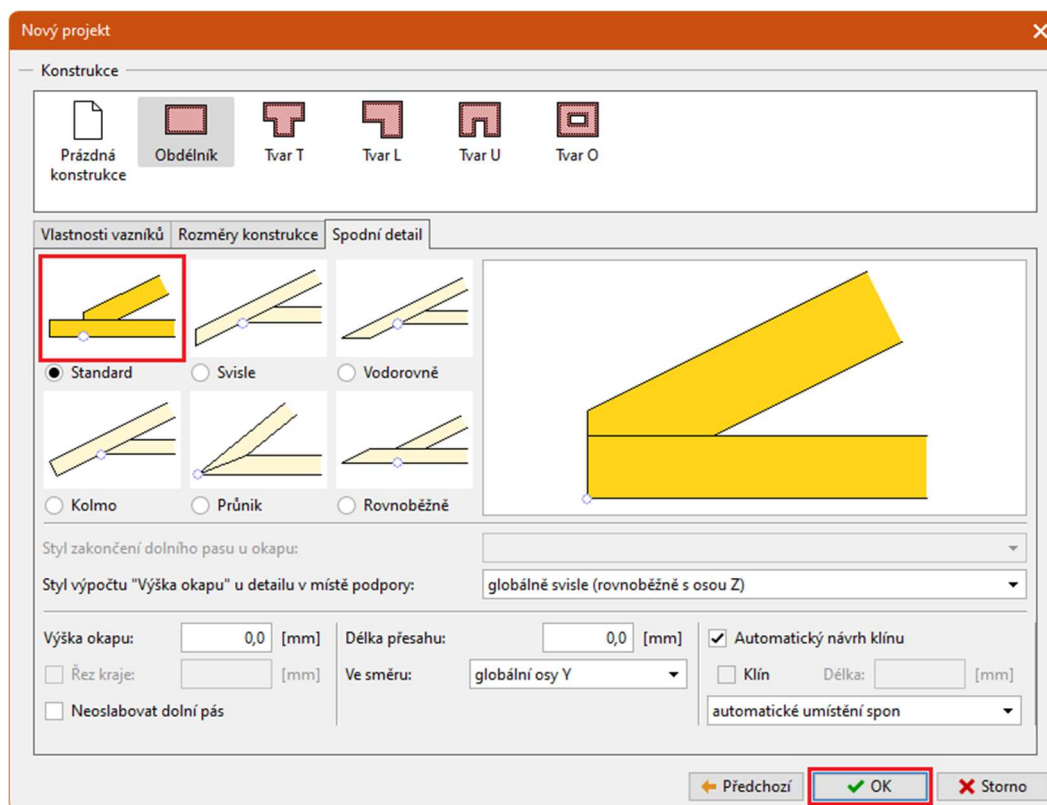


Na záložce "**Rozměry konstrukce**" zadáme parametry dle následujícího obrázku. Délka budovy bude 30000mm , šířka 22000mm . V konstrukci nebude použita pozednice. U bočních zdí zadáme sklon 7° , u čelních zvolíme variantu "**čelní zed**". Pro oba typy zdí vypneme přepínač "**Posunout podporu dovnitř vazníku**" a zadáme vzdálenost okraje vazníku 0mm .



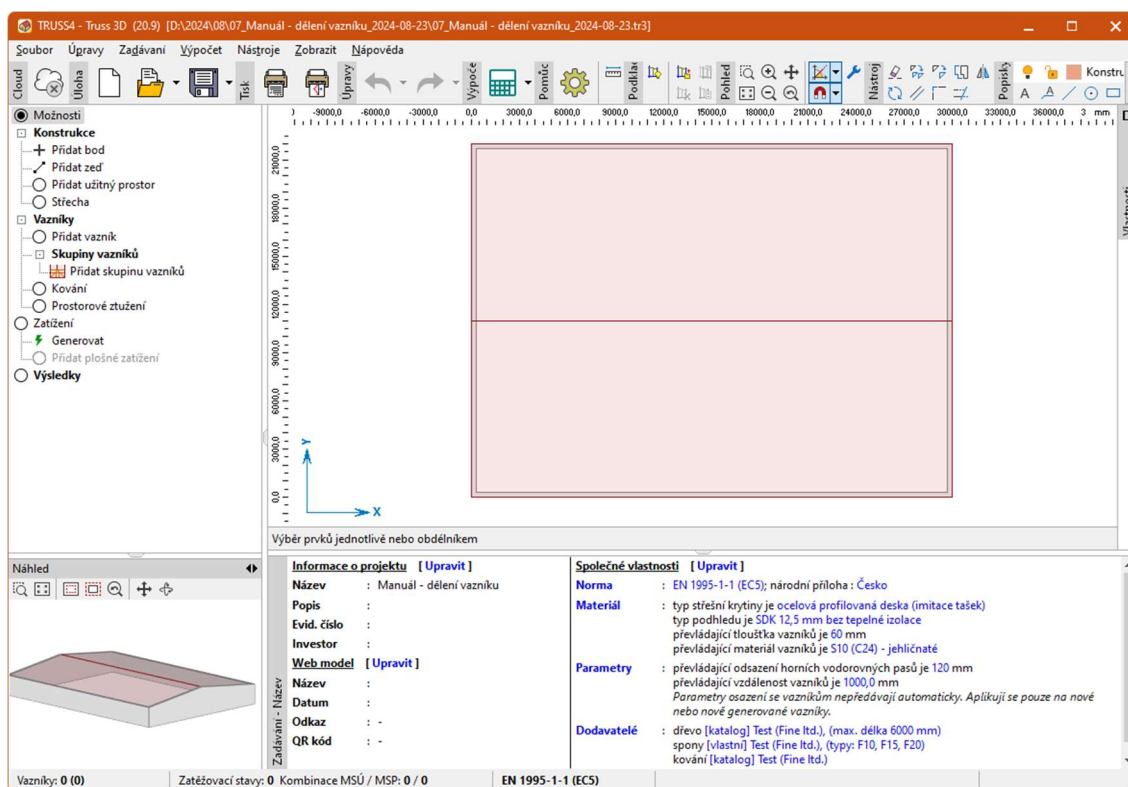
Změny v záložce "**Rozměry konstrukce**"

Na poslední záložce "**Spodní detail**" se pouze přesvědčíme, že máme zvolený typ detailu "**Standard**".



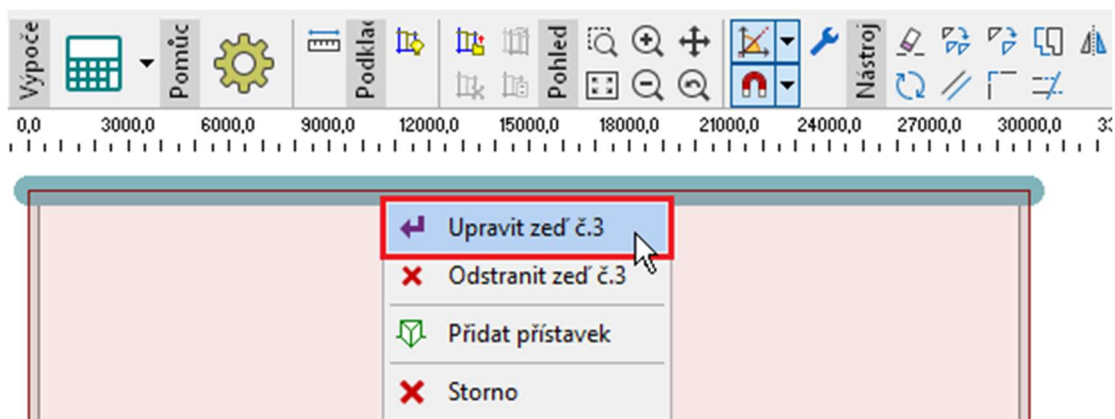
Záložka "**Spodní detail**"

Poté již můžeme ukončit průvodce tlačítkem "**OK**" a vrátit se do hlavního okna programu.



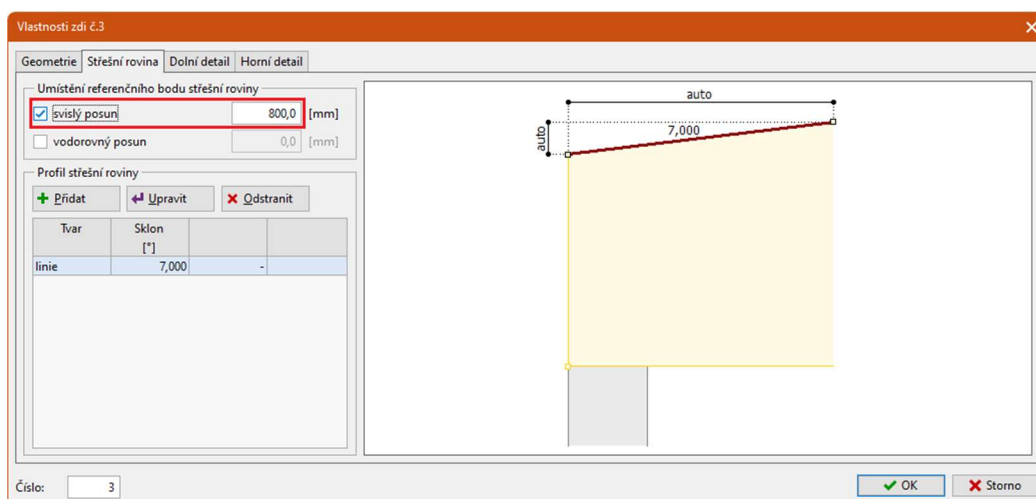
Základní okno programu s vytvořenou konstrukcí

Úvodní průvodce nám neumožnil zadat okapový detail s krajní svislicí. Proto nyní podélné zdi, které nesou informace o střešních rovinách, upravíme a detail změníme. Klikneme na podélnou zeď č.3 pravým tlačítkem myši a vybereme položku "**Upravit zeď č.3**". Alternativně můžeme použít i dvojklik na zeď levým tlačítkem myši.



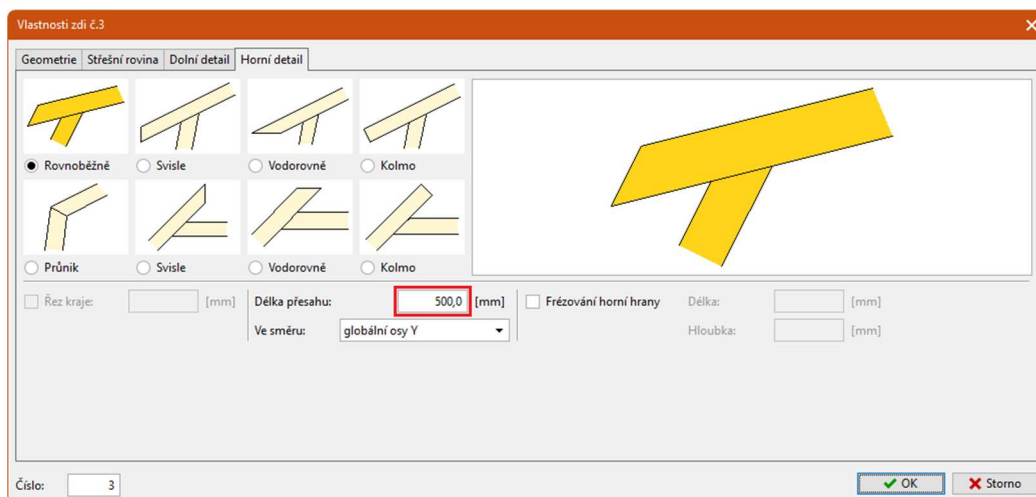
Úprava vlastností zdi č.3

Přejdeme do záložky "**Střešní rovina**" a tam zaškrtneme položku "**Svislý posun**". Následně do vstupního políčka zadáme hodnotu *800mm*. Poté přepneme na záložku "**Horní detail**".



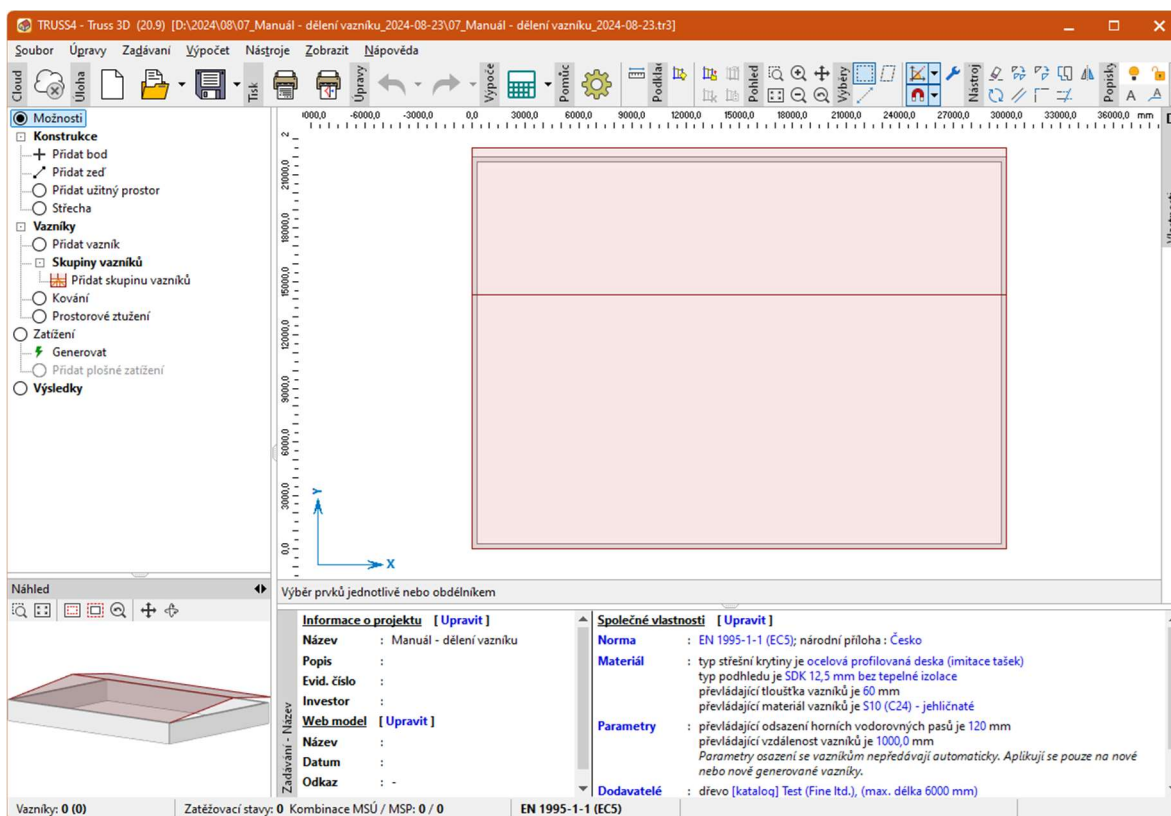
Zadání svislého posunu střešní roviny

V záložce "**Horní detail**" Zadáme do položky "**Délka přesahu**" hodnotu *500mm*. Následně můžeme okno s vlastnostmi zdi zavřít tlačítkem "**OK**".



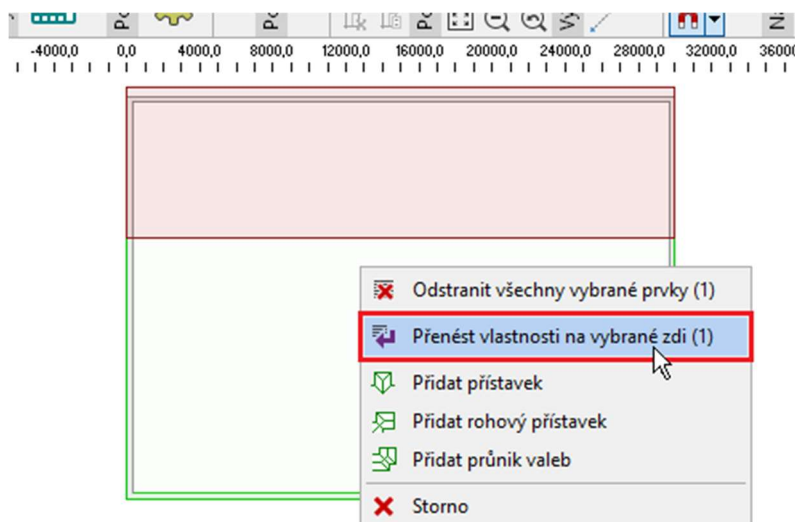
Zadání přesahu krokve

Po návratu do hlavního okna se nám překreslí střešní roviny a konstrukce je nyní nesymetrická.



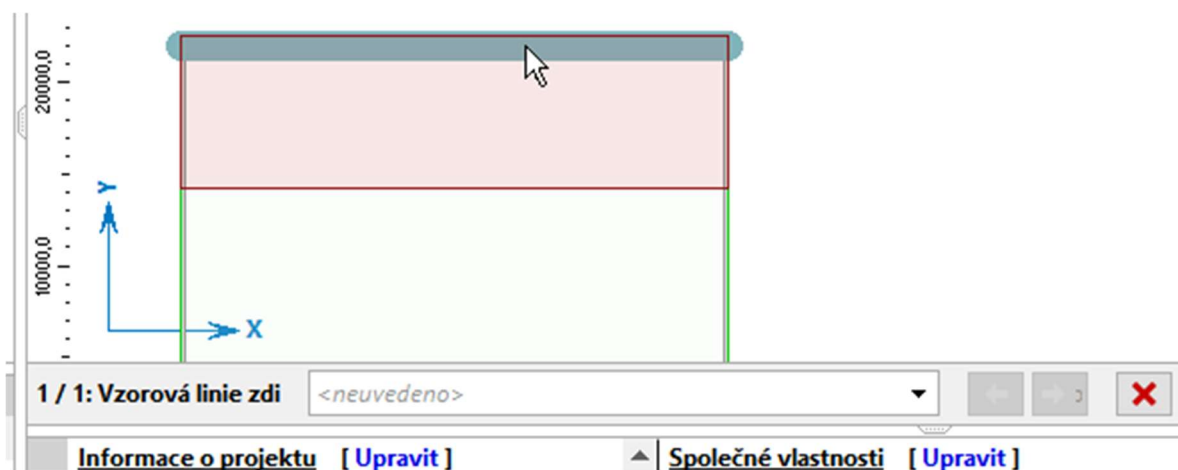
Konstrukce s jednou upravenou zdi

Posledním krokem při zadávání tvaru konstrukce bude zkopírování vlastností střešní roviny i na druhou stranu budovy. Nejprve vybereme spodní podélnou zeď kliknutím levým tlačítkem myši. Vybraná zeď se zvýrazní zelenou barvou, a to včetně přiřazené střešní roviny. Následně klikneme nad pracovní plochou pravým tlačítkem a z kontextového menu vybereme příkaz "**Přenést vlastnosti na vybrané zdi**".



Nástroj pro kopírování vlastností zdí

Nástroj "**Přenést vlastnosti na vybrané zdi**" nás vyzve k výběru zdí, na které se mají vlastnosti přenést. Vybereme horní podélnou zeď a výběr potvrdíme pravým tlačítkem myši.



Výběr zdi, kam se překopírují vlastnosti

Po potvrzení výběru zdí se objeví okno, v kterém můžeme vybrat kopírované vlastnosti. My můžeme překopírovat všechny vlastnosti, takže okno pouze potvrdíme tlačítkem "**OK**".

Přenos vlastností linie č.3
✕

Kopírované vlastnosti:

- ☒ Geometrie
 - ☒ Zarovnání zdi
 - ☒ Typ zdi
 - ☒ Geometrie zdi
 - ☒ Tloušťka zdi
 - ☒ Výška zdi
 - ☒ Posun spodní hrany
 - ☒ Podpora vazníku
 - ☒ Pozednice
- ☒ Střešní rovina
 - ☒ Umístění ref. bodu
 - ☒ Profil střešní roviny
- ☒ Spodní detail
 - ☒ Typ detailu
 - ☒ Způsob zakončení
 - ☒ Styl výpočtu nadvýšení
 - ☒ Výška V
 - ☒ Řez kraje
 - ☒ Přesah
 - ☒ Klín
 - ☒ Frézování
- ☒ Horní detail
 - ☒ Typ detailu
 - ☒ Výška V
 - ☒ Řez kraje
 - ☒ Přesah
 - ☒ Frézování

Vlastnosti vzorové linie zdi:

Geometrie:
Topologie zdi
 Zarovnání zdi: vpravo
 Typ zdi: okapová zeď
 Geometrie zdi: standardní zeď

Rozměry zdi
 tloušťka: 300 mm; výška: 3000,0 mm

Podpora vazníku
 posunout podporu dovnitř vazníku: NE
 použít podepření pro výpočetní schema: ANO
 vzd. okraje vazníku od vnější hrany zdi: 0,0 mm

Pozednice
 jako podporu vazníku použít pozednici: NE

Střešní rovina:
Umístění ref. bodu
 svislý posun: 800,0 mm
 vodorovný posun: NE

Profil střešní roviny
 1. tvar: linie; sklon: 7,000 °

Spodní detail:
 Způsob zakončení: prodloužit podle typu detailu
 Výška V: 0,0 mm
 Řez kraje: mm

Přesah
 typ přesahu: bez přesahu

Klín
 automatický návrh klínu: ANO

Horní detail:
 Výška V: 0,0 mm
 Řez kraje: mm

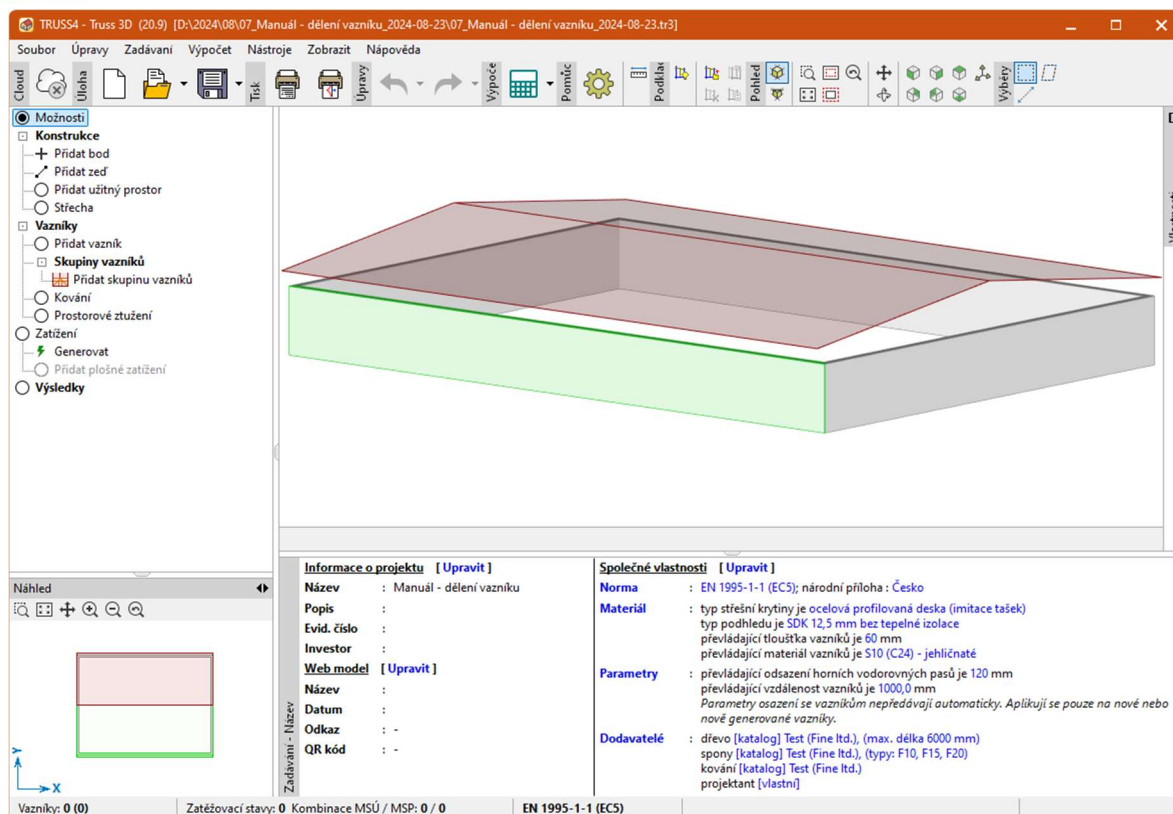
Přesah
 typ přesahu: nosný
 přesah ve směru: ve směru glob. osy Y
 délka přesahu: 500,0 mm

✔ OK

✖ Storno

Okno s kopírovanými vlastnostmi zdi

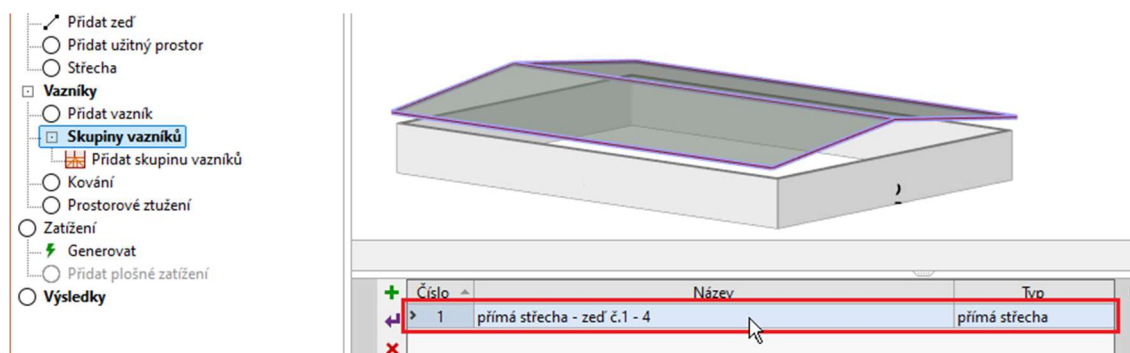
Po překopírování vlastností je konstrukce opět symetrická. My jsme tímto dokončili zadání vnějšího tvaru konstrukce a můžeme přejít k tvorbě vazníků a zadání zatížení.



Hotový tvar konstrukce

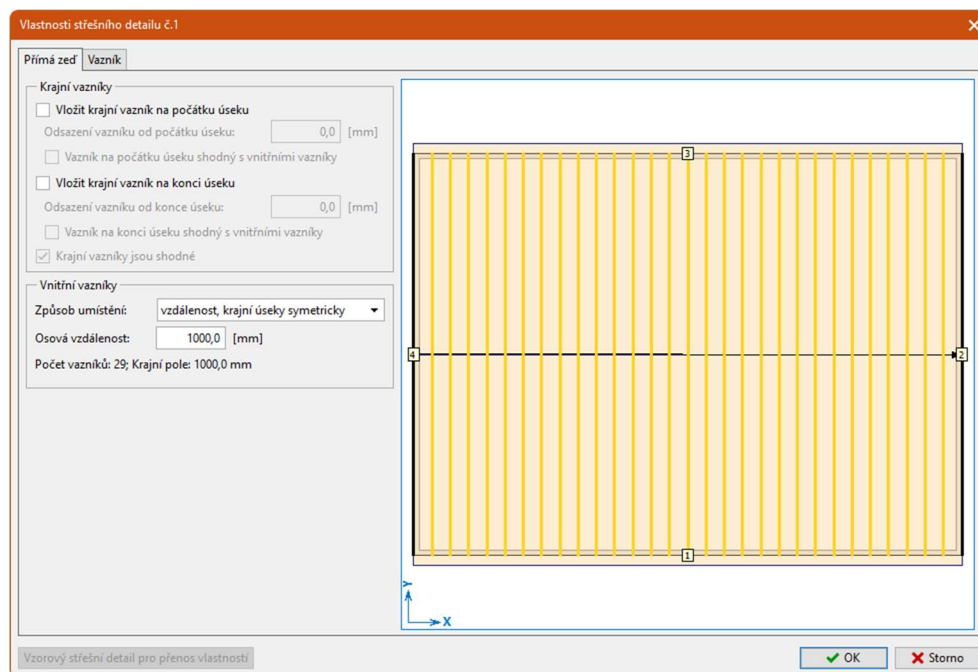
Vazníky a zatížení

Vazníky lze do konstrukce vkládat buď jednotlivě nebo pomocí předdefinovaných skupin. My využijeme variantu pomocí skupin, neboť u takto jednoduché střechy se jedná o rychlejší způsob. Ovládací stromček přepneme do režimu "Skupiny vazníků". V tabulce ve spodním zadávacím rámu je již zadána skupina "přímá střecha", nemá však zatím vytvořené vazníky. Otevřeme vlastnosti této skupiny, a to dvojklikem na řádek tabulky.



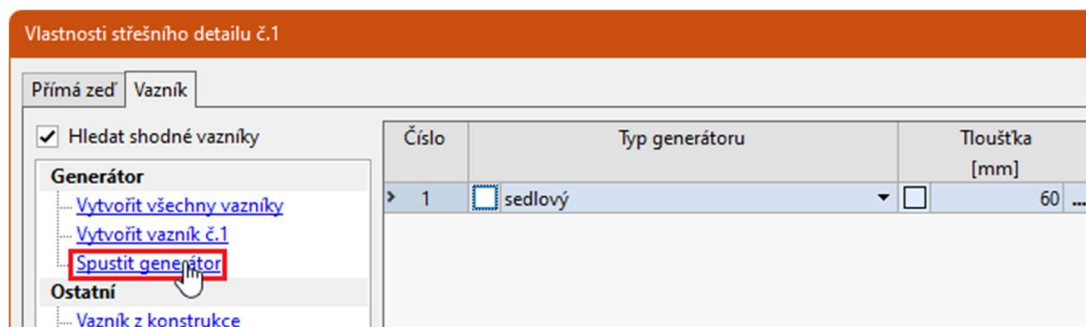
skupina vazníků "přímá střecha"

Otevře se okno s vlastnostmi skupiny. Zde lze definovat rozmístění vazníků ve skupině pomocí vzdálenosti nebo počtem a taktéž možnost vložit krajní štítové vazníky. Ty mohou být vytvořeny jako samostatný typ vazníku, definovat u nich lze též odstup od vnější hrany zdi. V našem případě necháme výchozí uspořádání. Vazníky budou rozmístěny pravidelně ve vzdálenosti 1000mm, zbylá vzdálenost se rozpočítá symetricky v krajních polích.



Vlastnosti skupiny vazníků

Můžeme tedy přejít do druhé záložky "**Vazník**", která slouží k tvorbě samotných vazníků. V naší skupině bude pouze jeden typ vazníku, poznáme to dle jednoho řádku v tabulce, která vyplňuje pravou horní část okna. Protože si chceme zvolit pro tento vazník vlastní výplet, použijeme funkci "**Spustit generátor**" ze stromečku s příkazy.



Příkaz "Spustit generátor"

Spustí se okno "**Generátor vazníků**", který nabízí více možností, jak vytvořit výplňové pruty vazníku. My zvolíme způsob "**Dle průměrné vzdálenosti**". Dále zadáme maximální vzdálenost mezi stýčnky **1200mm** a jako počátek generování zvolíme "**spodní pás**". Zadání potvrdíme tlačítkem "**OK**".

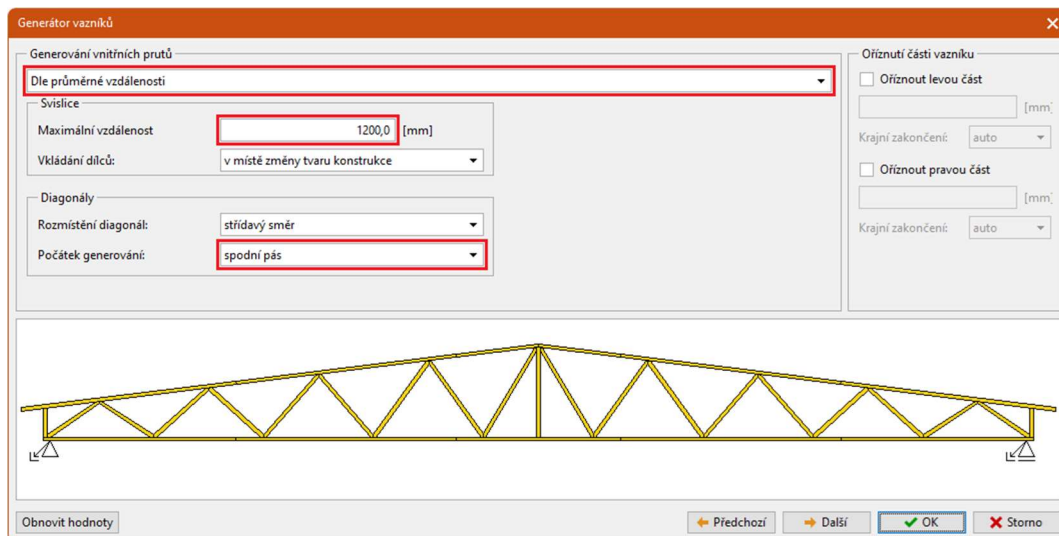
Možnosti tvorby výpletu vazníku

Okno "Generátor vazníků" nabízí tři základní způsoby tvorby výpletů:

Standardní šablony - možnost výběru z předem definovaných konfigurací výpletu. Nejčastěji se využívá u vazníků běžných tvarů o menším rozponu, kde má uživatel přesnou představu o výsledném tvaru.

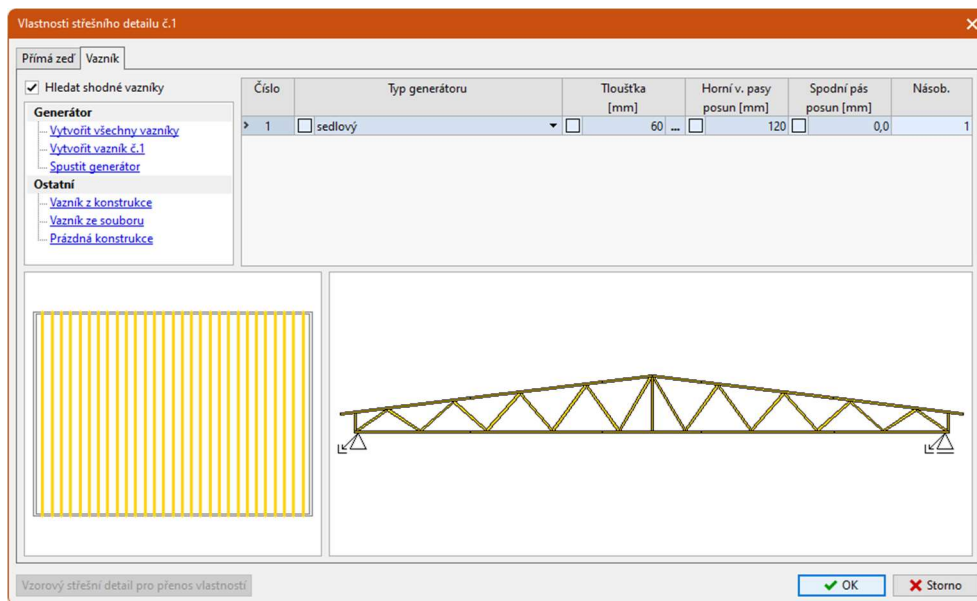
Rozšířené šablony - tento způsob umožňuje zvolit v jednotlivých sekcích vazníku způsob orientace výplňových prutů a počet opakování. Vhodný je především pro vazníky, u kterých standardní šablony nevyhovují. Jedná se například o nesymetrické vazníky či valbové vazníky, které mají nestandardní poměr šikmých a vodorovných částí.

Dle průměrné vzdálenosti - jednoduchý způsob tvorby výpletu založený na průměrné vodorovné vzdálenosti mezi styčníky



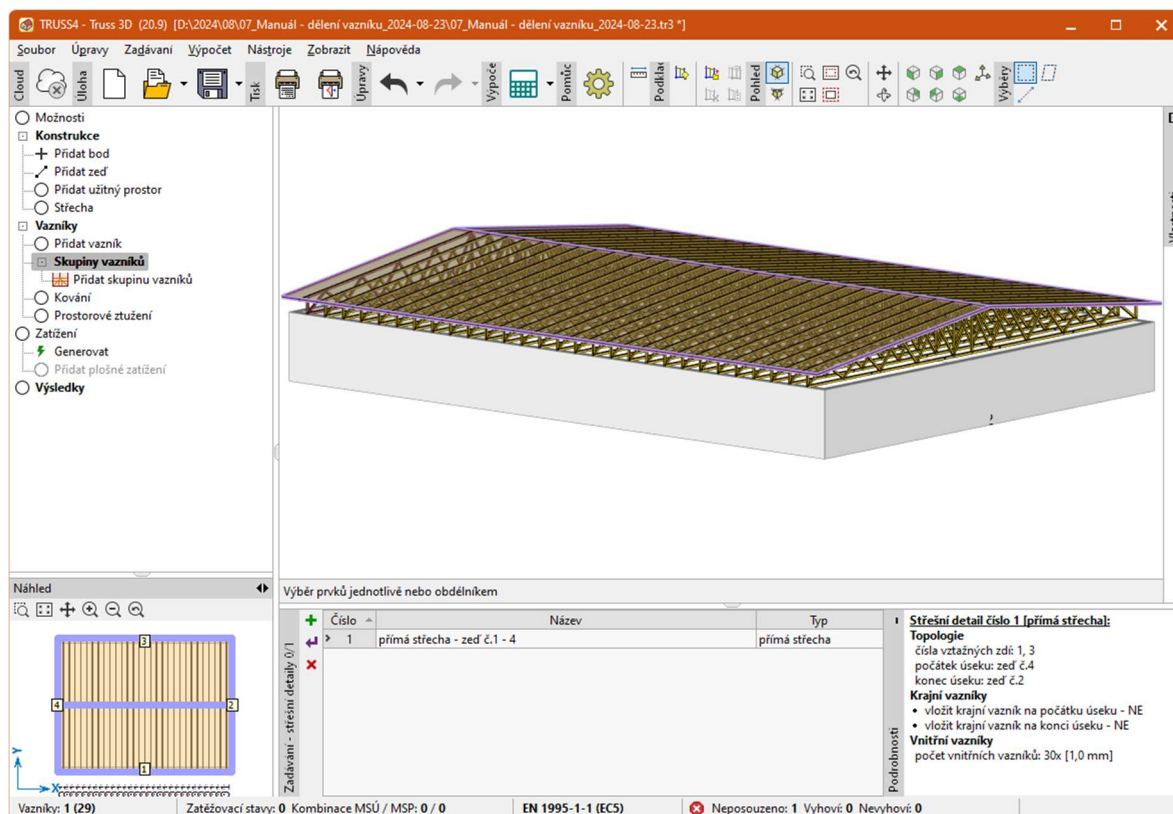
Zvolené parametry generátoru výpletu

Po ukončení generátoru se nám vytvořený vazník zobrazí ve spodní části okna. okno s vlastnostmi skupiny vazníků zavřeme tlačítkem "OK".



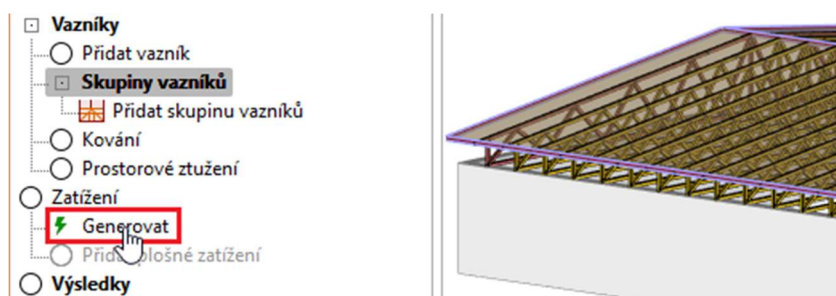
Vlastnosti skupiny vazníků s vytvořeným vazníkem

Po zavření okna se nám vazníky vykreslí na pracovní ploše.



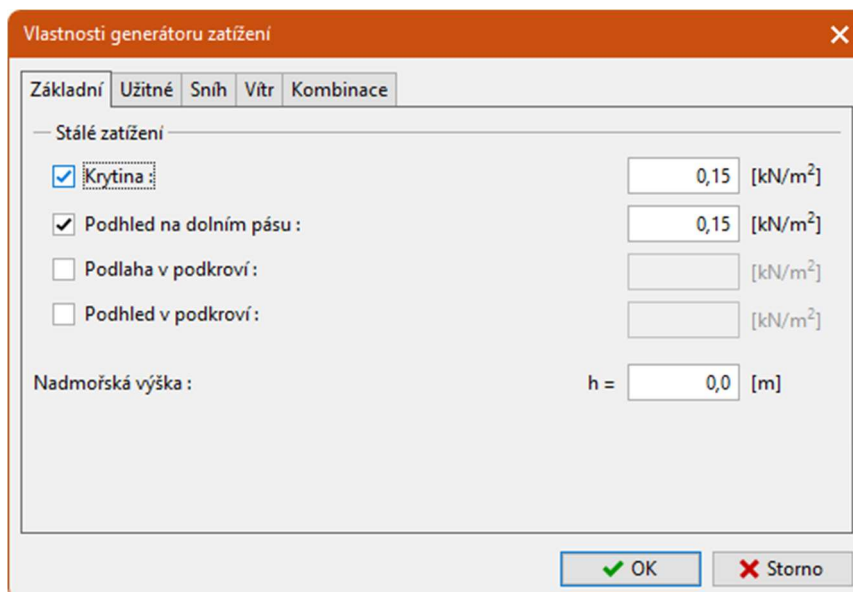
Konstrukce s vazníky

Pokud máme vytvořené vazníky, můžeme přejít na zadání zatížení. Použijeme funkci "**Generovat**" v sekci "**Zatížení**" ovládacího stroměčku.



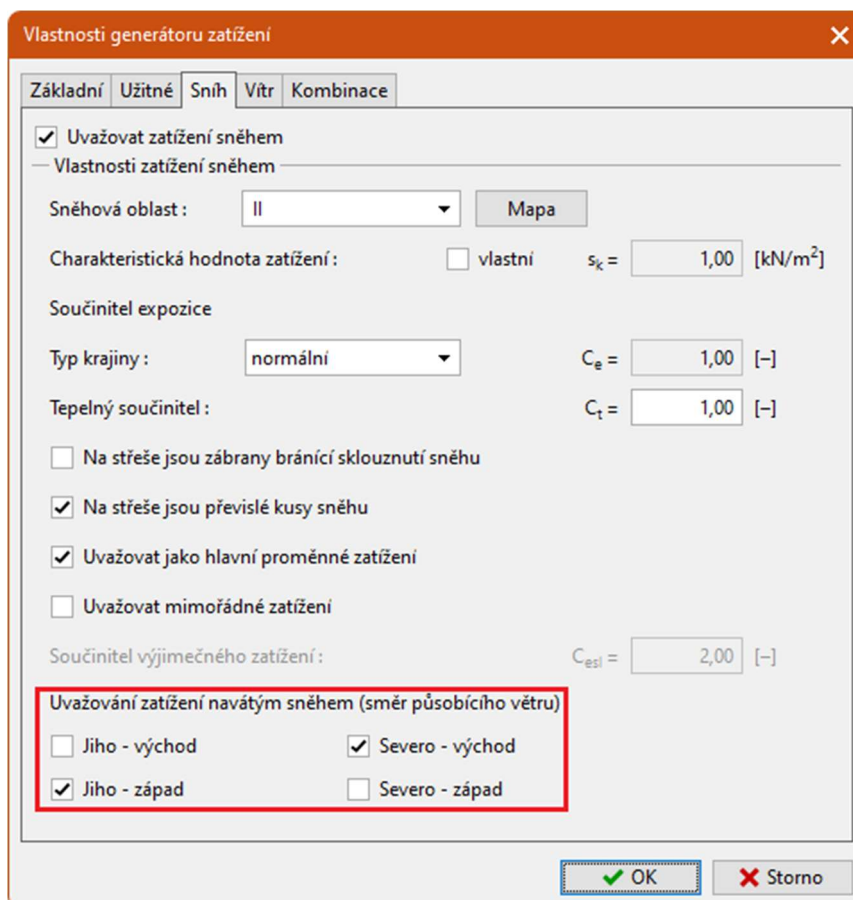
Generování zatížení na konstrukci

Zobrazí se nám okno, které umožňuje zadat v jednotlivých záložkách vlastnosti zatížení. V první záložce "**Základní**" je možné zadat stálá zatížení a případně další dodatečné parametry ovlivňující stanovení zatížení jako například nadmořskou výšku. My jsme na začátku zvolili materiál krytiny a podhledu. Zatížení krytinou a podhledem se nám tedy předvyplnilo dle tohoto výběru. Následující záložka "**Užitné**" obsahuje parametry ovlivňující proměnná zatížení spojená s užíváním konstrukce. Zde ponecháme výchozí hodnoty a přejdeme na záložku "**Sníh**".



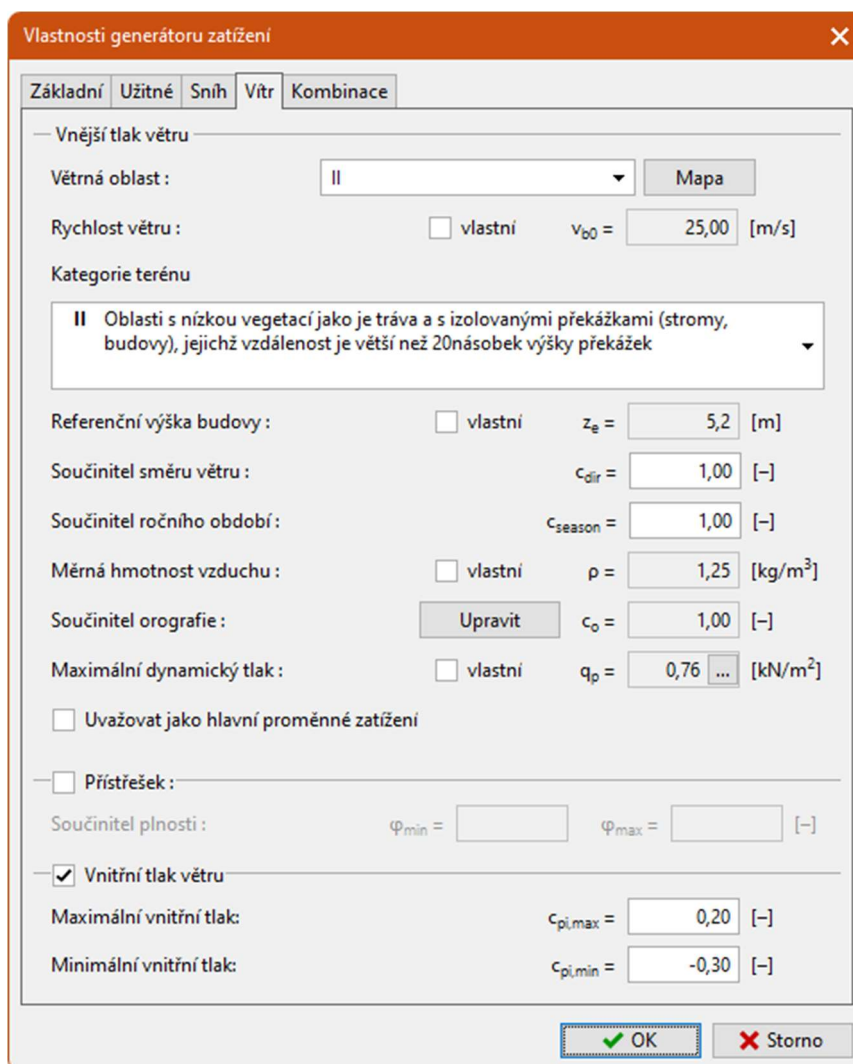
Část "Základní" generátoru zatížení

Na záložce "Sníh" necháme výchozí nastavení dle následujícího obrázku, pouze zredukujeme počet uvažovaných směrů navátí sněhu. Čtyři směry jsou vhodné pro složitější střechy valbového typu. U jednoduché sedlové střechy stačí dva navzájem kolmé směry. Necháme tedy zaškrtnuté pouze směry "Jihozápad" a "Severovýchod". Touto úpravou lze zredukovat počet zatěžovacích kombinací a tím i délku výpočtu.



Omezení směrů u navátého sněhu

V následující části "**Větr**" lze upravit parametry ovlivňující výpočet zatížení větrem (větrná oblast, vnitřní tlak větru apod.). My změny oproti výchozímu stavu dělat nebudeme.



Vlastnosti generátoru zatížení

Základní Užitné Snih **Větr** Kombinace

— Vnější tlak větru —

Větrná oblast : II Mapa

Rychlost větru : ☐ vlastní $v_{b0} =$ 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 : ☐ vlastní $z_e =$ 5,2 [m]

Součinitel směru větru : $c_{dir} =$ 1,00 [–]

Součinitel ročního období : $c_{season} =$ 1,00 [–]

Měrná hmotnost vzduchu : ☐ vlastní $\rho =$ 1,25 [kg/m³]

Součinitel orografie : Upravit $c_o =$ 1,00 [–]

Maximální dynamický tlak : ☐ vlastní $q_p =$ 0,76 ... [kN/m²]

☐ Uvažovat jako hlavní proměnné zatížení

— ☐ Přístřešek : —

Součinitel plnosti : $\varphi_{min} =$ $\varphi_{max} =$ [–]

— ☒ Vnitřní tlak větru —

Maximální vnitřní tlak : $c_{pi,max} =$ 0,20 [–]

Minimální vnitřní tlak : $c_{pi,min} =$ -0,30 [–]

OK Storno

Vlastnosti zatížení větrem

Obdobně beze změn zůstane i poslední záložka "**Kombinace**", která obsahuje možnosti, jak ovlivnit generování zatěžovacích kombinací. Proto můžeme okno ukončit tlačítkem "**OK**". Ve spodní tabulce se nám poté zobrazí seznam zatěžovacích stavů a v dalších záložkách též kombinace pro mezní stavy únosnosti a použitelnosti. Při pohybu tabulkou se na pracovní ploše zobrazuje uspořádání zatížení, které odpovídá danému zatěžovacímu stavu.

Výběr prvků jednotlivě nebo obdélníkem

Zatěžovací stavy		Kombinace MSÚ	Kombinace MSP	
Číslo	Název	Kód	Typ	Kategorie
4*	Q4 Údržba na střešním plášti - Rovnoměrné zatížení	Silové	Proměnné krátkodobé	Kategorie H: střešní
5*	S5 Plné zatížení sněhem	Silové	Proměnné krátkodobé sněh	Zatížení sněhem
6*	S6 Plné zatížení sněhem s převisy	Silové	Proměnné krátkodobé sněh	Zatížení sněhem
7*	S7 Sněh navátý jihozápadním větrem	Silové	Proměnné krátkodobé sněh	Zatížení sněhem
8*	S8 Sněh navátý severovýchodním větrem	Silové	Proměnné krátkodobé sněh	Zatížení sněhem

Seznam zatěžovacích stavů včetně zobrazení na konstrukci

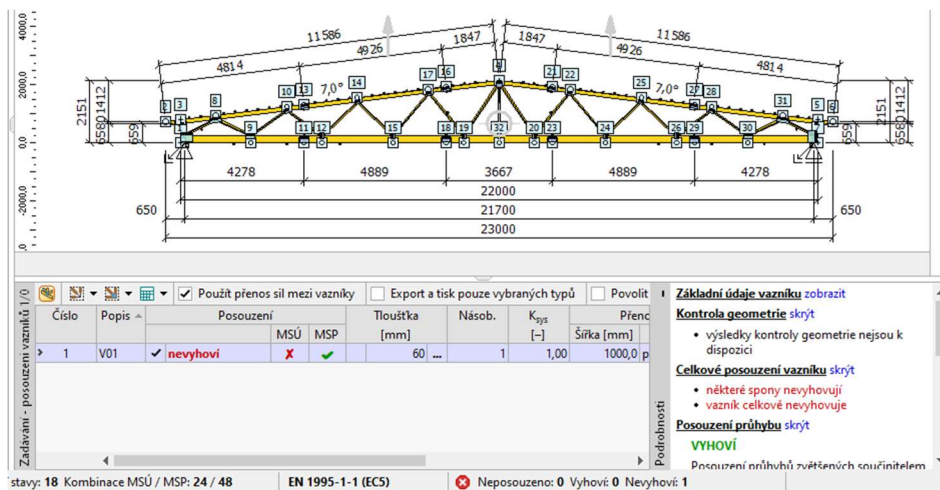
Základní posouzení

Po zadání zatížení již můžeme přejít do části "**Výsledky**" a spustit automatický návrh. Automatický návrh se použít pomocí tlačítka "" v nástrojové liště nad tabulkou vazníků. Alternativně lze použít též klávesovou zkratku **F8**.

Vazníky: 1 (29) Zatěžovací stavy: 18 Kombinace MSÚ / MSP: 24 / 48 EN 1995-1-1 (EC5) Neposouzeno: 1 Vyhoví: 0 Nevyhoví: 0

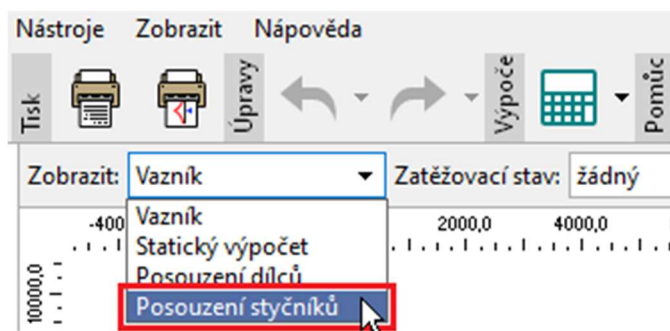
Spuštění automatického návrhu

Po dokončení návrhu nám program označil vazník jako nevyhovující. Podrobnější výpis vpravo od tabulky vazníků oznamuje, že nevyhovují některé styčnickové desky.



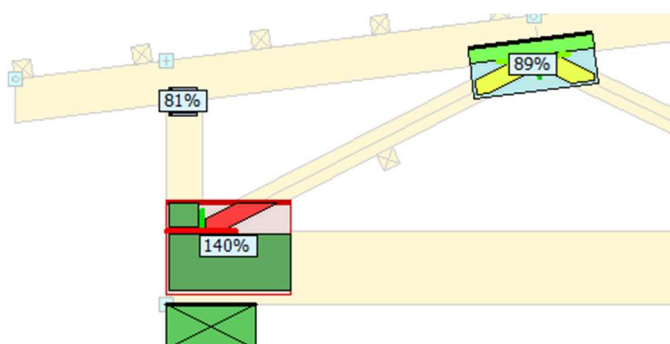
Výsledek automatického návrhu

Zobrazíme si podrobné výsledky pro styčnickové desky. V rozbalovacím seznamu "Zobrazit:", který je umístěn v nástrojové liště nad 2D pracovní plochou vybereme "Posouzení styčníků".



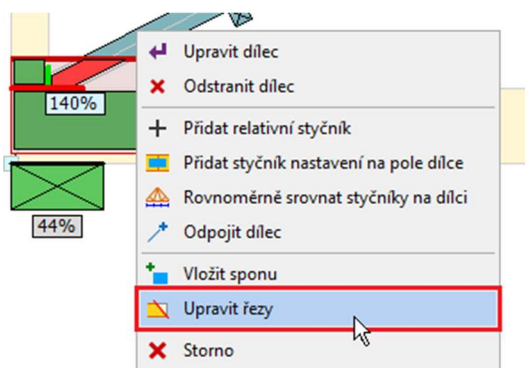
Přepnutí do režimu zobrazení výsledků pro styčnickové desky

Následně si můžeme všimnout, že nevyhoví styčnickové desky v podporách. Při podrobném zobrazení si můžeme všimnout, že nevyhovuje spára mezi dolní pásnicí na jedné straně a svislicí s diagonálou na straně druhé.



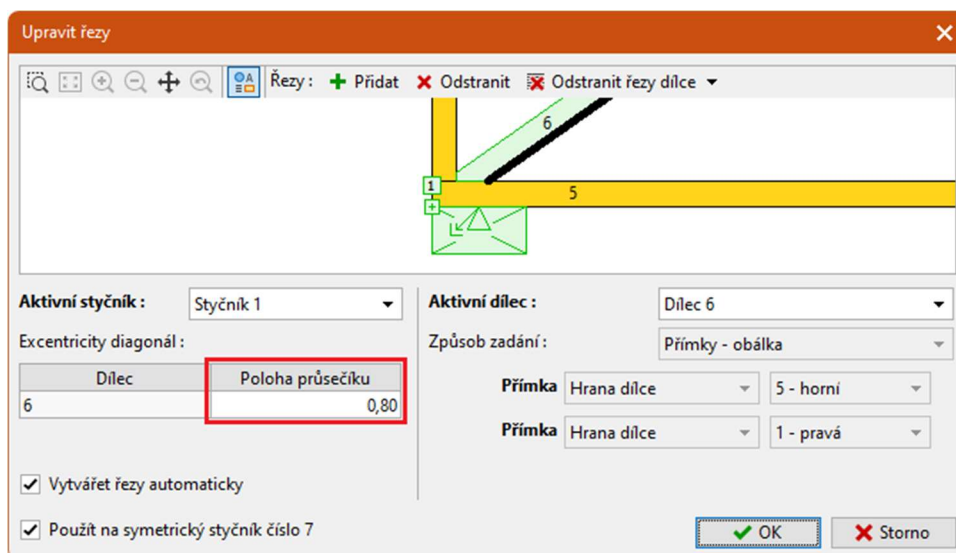
Styčnicková deska s nevyhovující spárou

Tento stav může nastat, pokud je spára v daném místě krátká a není schopná přenést svislé zatížení. Zvětšení styčnickové desky v tomto případě nepomůže, je nutné zvětšit délku spáry. To lze provést buď zvětšením profilu svislice či diagonály nebo úpravou excentricity diagonály. My použijeme druhou metodu, neboť tím nezvětšíme objem řeziva v konstrukci. Kliknutím na diagonálu pravým tlačítkem myši vyvoláme místní nabídku, kde zvolíme nástroj "Upravit řezy".



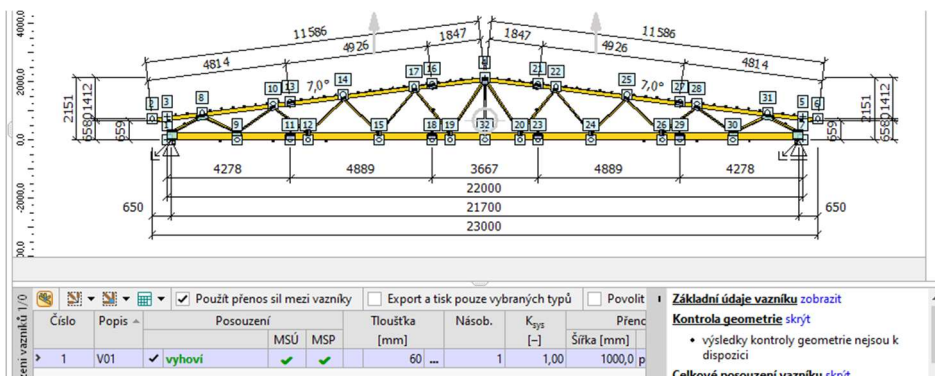
Spuštění okna pro úpravu řezů ve styčníku

Zobrazí se nám okno, které je určeno především pro ruční úpravu řezů ve styčníku. My ho však použijeme pouze pro úpravu výstřednosti připojené diagonály. Tu lze měnit v tabulce "**Excentricity diagonál**". Excentricita se zadává formou bezrozměrného čísla v rozsahu $<0;1>$. Toto číslo vyjadřuje poměrnou vzdálenost průsečíku koncových řezů diagonály od tučně zvýrazněné hrany diagonály. Výchozí hodnota 0,5 znamená, že průsečík se nachází přesně v ose diagonály. My potřebujeme posunout průsečík dále od zvýrazněné hrany. Zadáme tedy hodnotu 0,80. Okno ukončíme tlačítkem "OK".



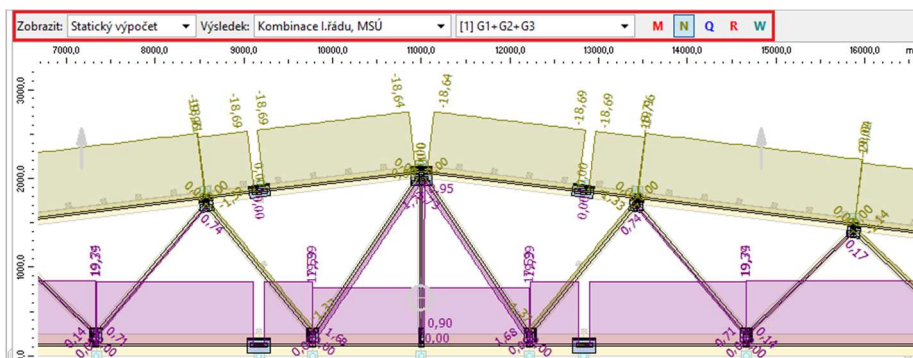
Změna excentricity diagonály

Po opětovném automatickém návrhu již vazník vyhoví.



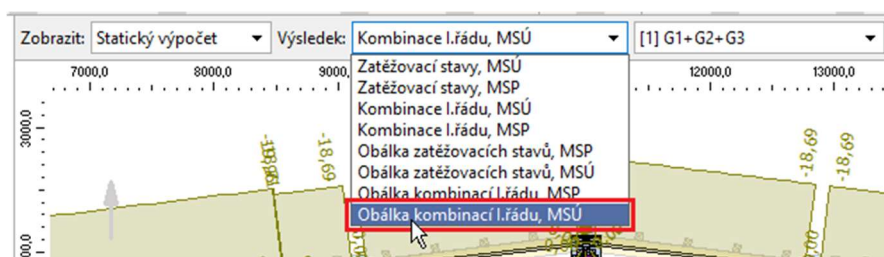
Vyhovující vazník po provedení automatického návrhu

Část "**Výsledky**" nabízí nejenom výsledky posouzení, zobrazit lze například i průběhy vnitřních sil a deformací. Nyní se podíváme, jak snadno získat hodnotu normálové síly v dolní pásnici v místě plánovaného rozdělení. Zajímá nás bude jak hodnota pro kombinaci se stálými zatěžovacími stavy, tak i maximální hodnota napříč všemi kombinacemi. Tyto hodnoty lze následně využít pro návrh montážního spoje. Vykreslení výsledků se nastavuje v nástrojové liště v záhlaví 2D pracovní plochy. Nejprve zvolíme režim zobrazení "**Statický výpočet**". Poté můžeme v seznamu "**Výsledek**" vybrat, jaké výsledky nás budou zajímat. Vybrat můžeme z výsledků pro zatěžovací stavy nebo kombinace, dostupné jsou jak hodnoty pro mezní stavy únosnosti, tak mezní stavy použitelnosti. My zvolíme "**Kombinace I. řádu, MSÚ**", neboť síly budou použity pro návrh nosného spoje. V následujícím rozbalovacím menu se objeví seznam kombinací pro mezní stavy únosnosti. Necháme zobrazenou kombinaci č.1, která dle popisu obsahuje všechna stálá zatížení v konstrukci. Poslední část nástrojové lišty obsahuje tlačítka pro výběr zobrazených veličin. My necháme zapnuté pouze tlačítko "**N**", které představuje normálovou sílu. Poté již můžeme na pracovní ploše vidět, že všechna stálá zatížení vyvodí ve střední části dolní pásnice sílu zhruba **18kN**.



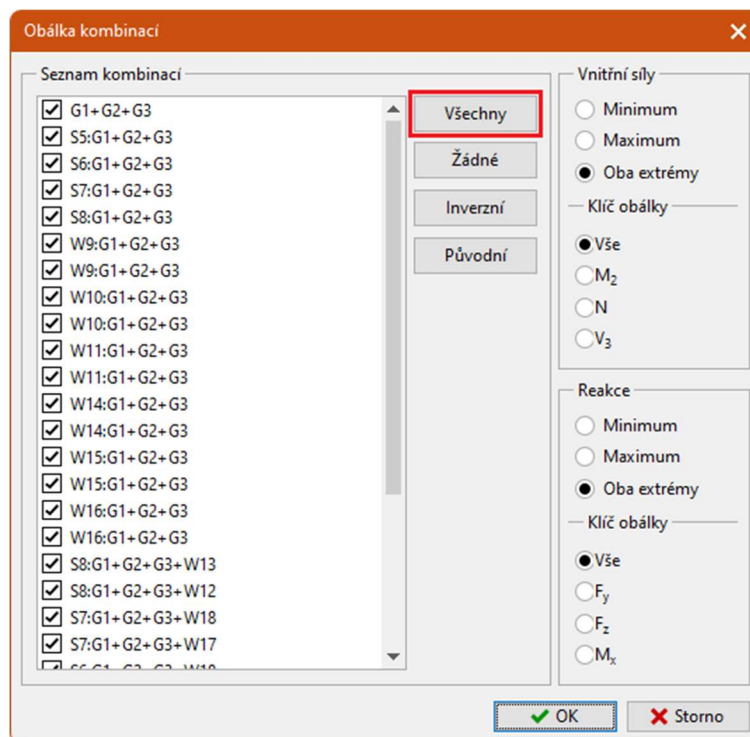
Zobrazení normálových sil ve střední části vazníku pro všechna stálá zatížení v konstrukci

Pokud chceme vidět extrémní hodnoty sil ze všech kombinací, můžeme využít obálku kombinací. Obálka v každém bodě konstrukce vykreslí vždy nejhorší hodnotu veličiny z předem vybraných kombinací. V rozbalovacím seznamu "**Výsledek**" tedy zvolíme položku "**Obálka kombinací I. řádu, MSÚ**".



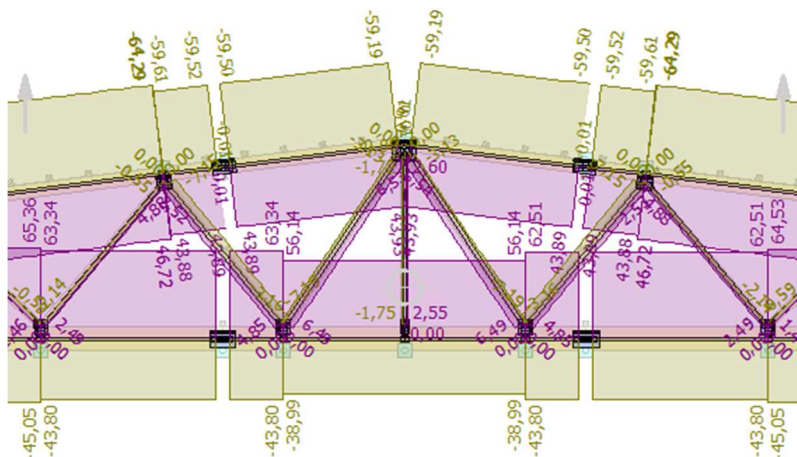
Volba obálky kombinací pro mezní stav únosnosti

Po zvolení této varianty se zobrazí okno s vlastnostmi obálky. Jedná se především o seznam kombinací v obálce obsažených. My zahrneme pomocí tlačítka "**Všechny**" všechny kombinace z konstrukce. Další parametry měnit nemusíme, okno zavřeme tlačítkem "**OK**".



Vlastnosti obálky

Následně se na pracovní ploše zobrazí extrémní hodnoty normálových sil. Protože se v rámci obálky zjišťují minima i maxima, v každém bodě se vykreslují dvě hodnoty sil. Záporná hodnota označuje maximální tlakovou sílu, kladná hodnota představuje maximální tah.



Normálové síly vykreslené pro obálku kombinací

Pomocí těchto sil již můžeme provést předběžný návrh montážního spoje. Nyní přejdeme k samotnému rozdělení vazníku na dvě samostatné výrobní části

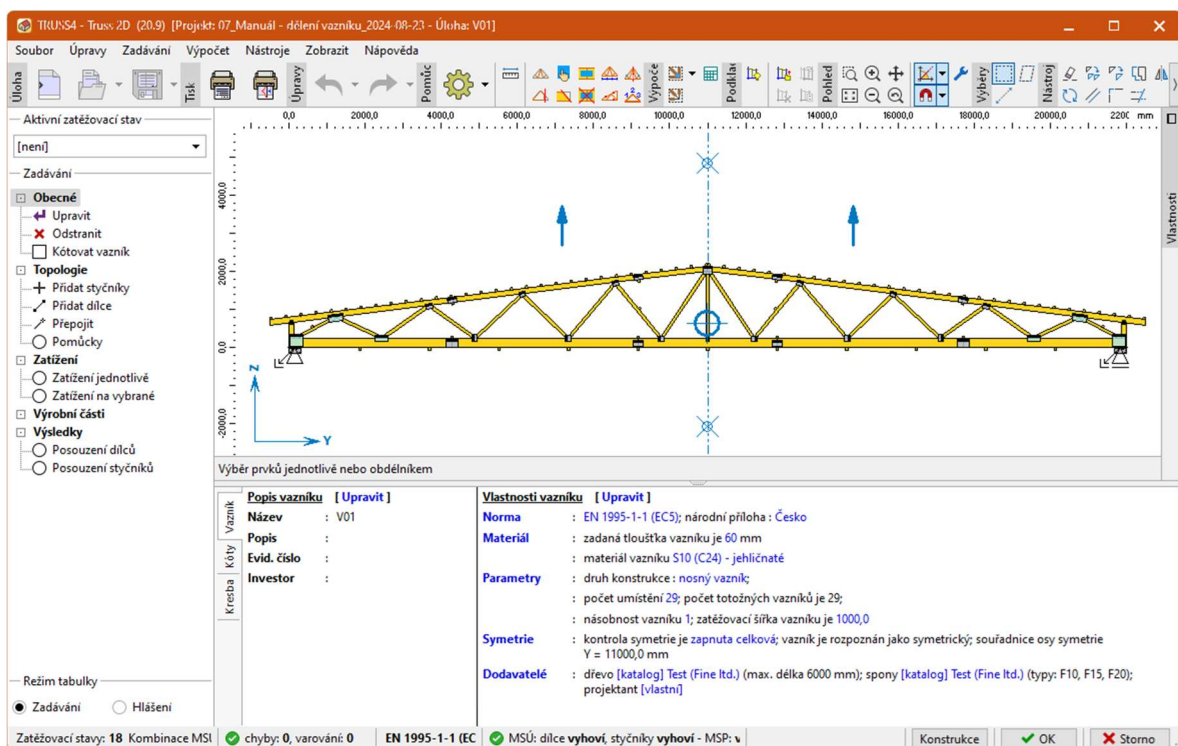
Úprava topologie

Rozdělení vazníku na výrobní části budeme provádět v programu "Truss 2D", neboť tam máme k dispozici více topologických nástrojů. Program spustíme tlačítkem " v záhlaví tabulky vazníků.

znení vazníků 1/0								☒ Použít přenos sil mezi vazníky		☐ Export a tisk	
Císlo		Popis		Posouzení				Tloušťka			
						MSÚ		MSP		[mm]	
> 1		V01		✓ vyhoví		✓		✓		60 ...	

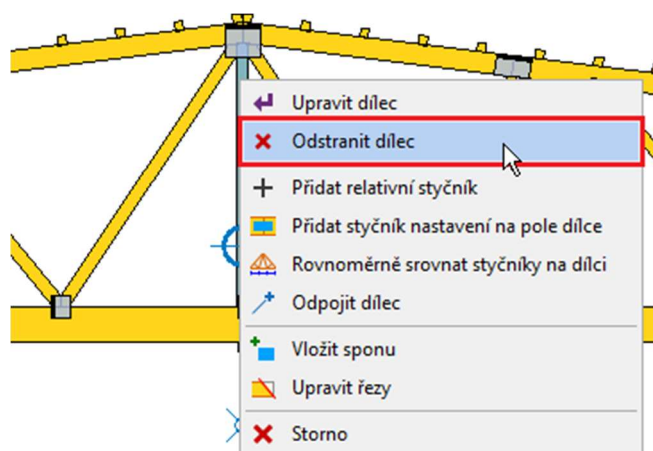
Spuštění programu "Truss 2D" pro aktivní vazník

Spuští se nám program "Truss 2D". Na pracovní ploše vidíme náš vazník. Zde budeme provádět úpravy.



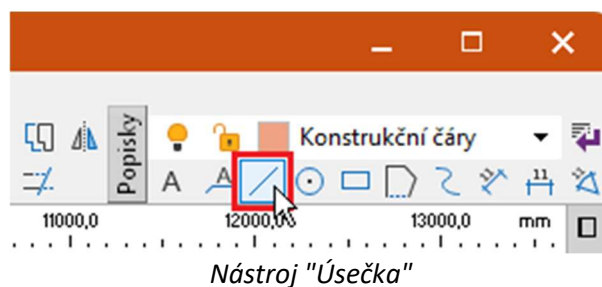
Okno programu "Truss 2D"

První úpravou bude odstranění vrcholové svislice. Klikneme na svislici pravým tlačítkem myši a v kontextovém menu zvolíme "Odstranit dílec".

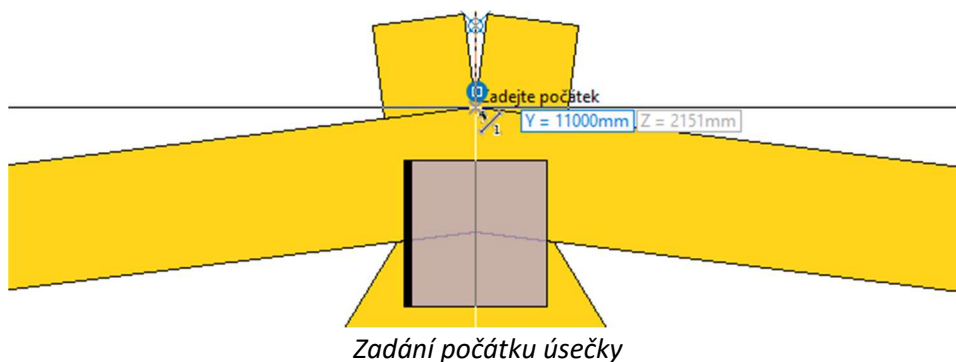


Nástroj "Odstranit dílec" v kontextovém menu dílce

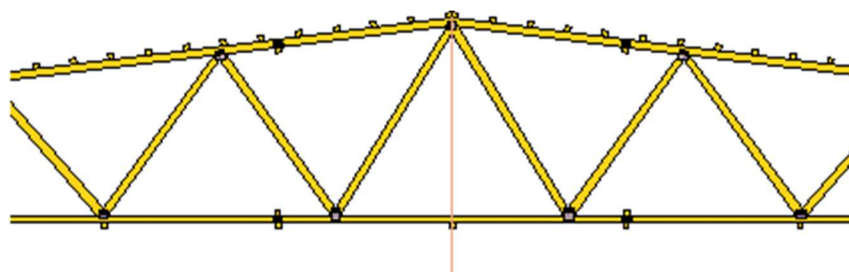
Následně si nakreslíme pomocnou svislou čáru, která bude procházet vrcholem vazníku. Zvolíme příkaz "Úsečka" v nástrojové liště "Popisky".



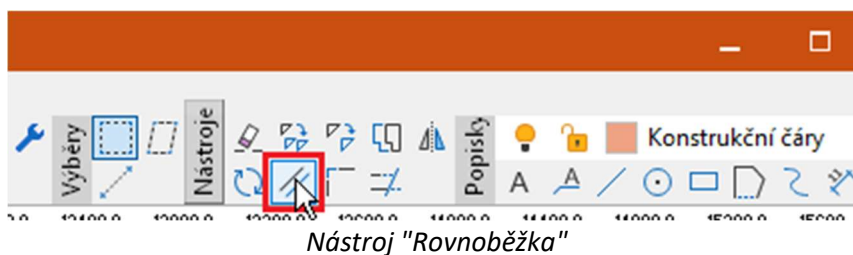
Jako první bod úsečky zadáme vrchol vazníku.



Nyní zbývá zadat druhý bod úsečky. Pokud budeme kurzorem pohybovat směrem dolů, automaticky se nám zarovnáva do svislého směru vůči prvnímu bodu. Druhý bod zadáme tak, aby úsečka přesahovala dolní pásnici vazníku.



Úsečku použijeme při zadání dvou svislic, jedna bude umístěna v levé části vazníku, druhá v pravé. Od sebe budou vzdáleny 80mm. V liště "Nástroje" zvolíme nástroj "Rovnoběžka", který slouží k vytvoření rovnoběžné úsečky v předem definované vzdálenosti. My budeme chtít vytvořit dvě rovnoběžky s již zadanou úsečkou: Jedna se bude nacházet vlevo od úsečky ve vzdálenosti 40mm, druhá pak vpravo ve shodné vzdálenosti.

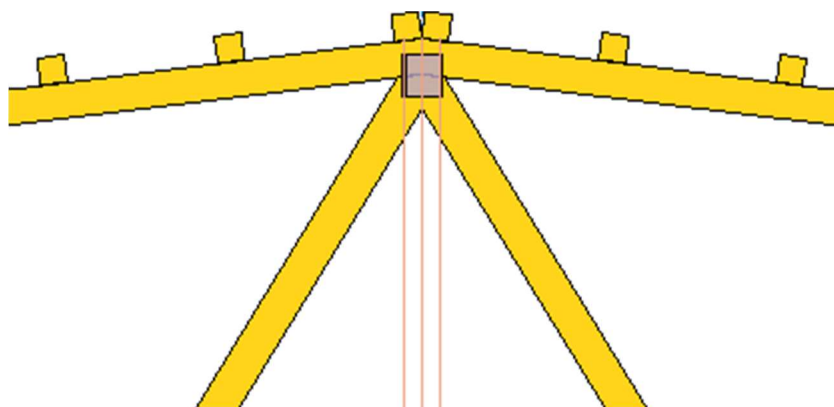


Program nás nejprve vyzve k zadání této vzdálenosti. Zadávat lze buď numericky na klávesnici nebo dvěma body na pracovní ploše. My využijeme numerického vstupu, zadáme hodnotu 40 (hodnota se nám zobrazuje u kurzoru) a potvrdíme klávesou **Enter**.



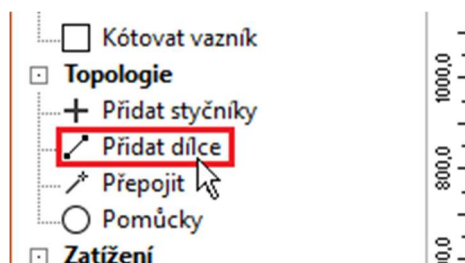
Zadání vzdálenosti rovnoběžky

Nyní kliknutím na úsečku vybereme objekt, ke kterému budeme vytvářet rovnoběžku, a následně klikneme kamkoliv do levé části vazníku. Tím jsme zvolili stranu, kam se má rovnoběžka vložit. Následně klikneme opět na úsečku, další kliknutí však bude na pravou stranu vazníku. Tím se nám vloží i rovnoběžka na druhou stranu. Nyní tedy máme v okolí vrcholu vazníku tři svislé úsečky.



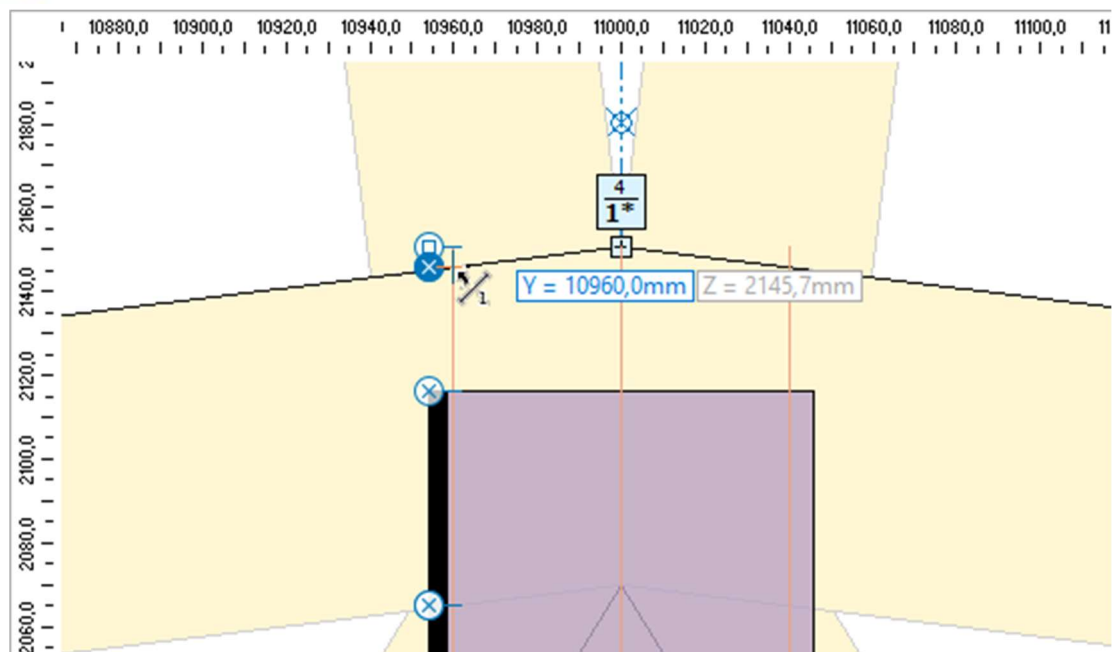
Vrchol vazníku se třemi úsečkami

Dvě nové rovnoběžky nám vytvořily na horních a dolních pásnicích úchopové body, které využijeme pro zadání nových svislic. V ovládacím stromě zvolíme příkaz **"Přidat dílce"**.



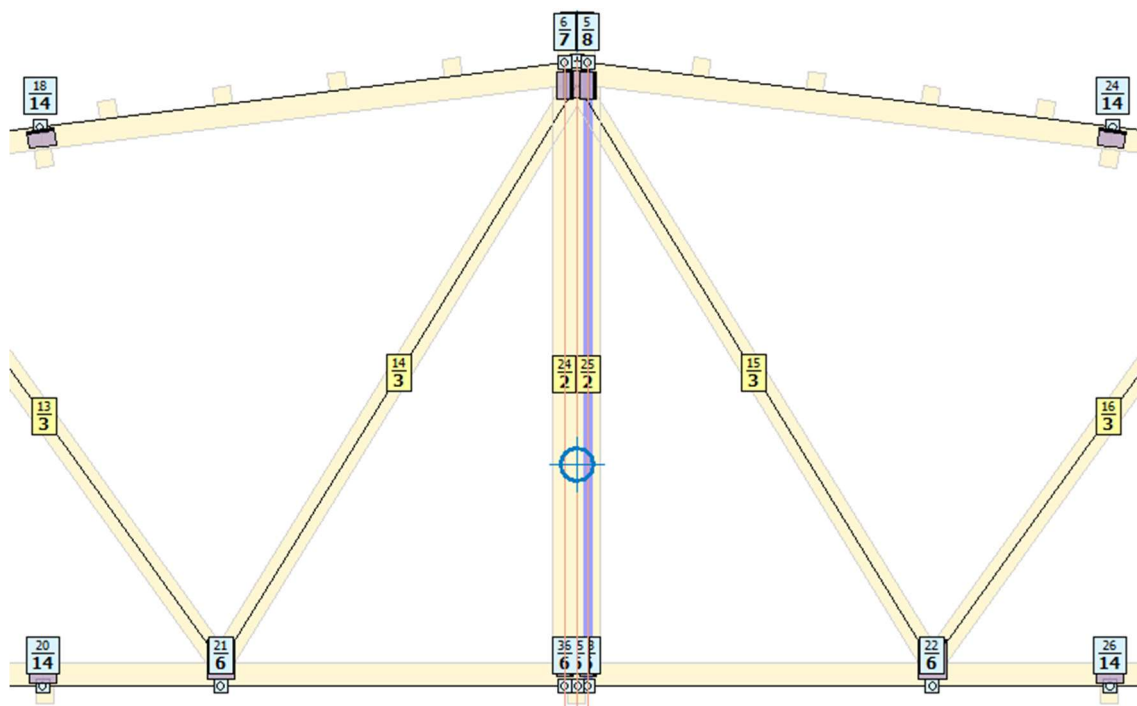
Nástroj "Přidat dílce"

Nyní stačí vždy postupně kliknout na průsečík konstrukční úsečky s hranou horní respektive dolní pásnice. Tím se nám do konstrukce vloží svislice a vytvoří se dva nové styčníky se styčnickými deskami. Při výběru horního bodu je nutné dostatečně přiblížit konstrukci, neboť průsečík úsečky s hranou pásnice se nachází velmi blízko konci úsečky. Při malém zvětšení hrozí, že se vybere špatný úchopový bod a svislice se k horní pásnici nepřichytí.



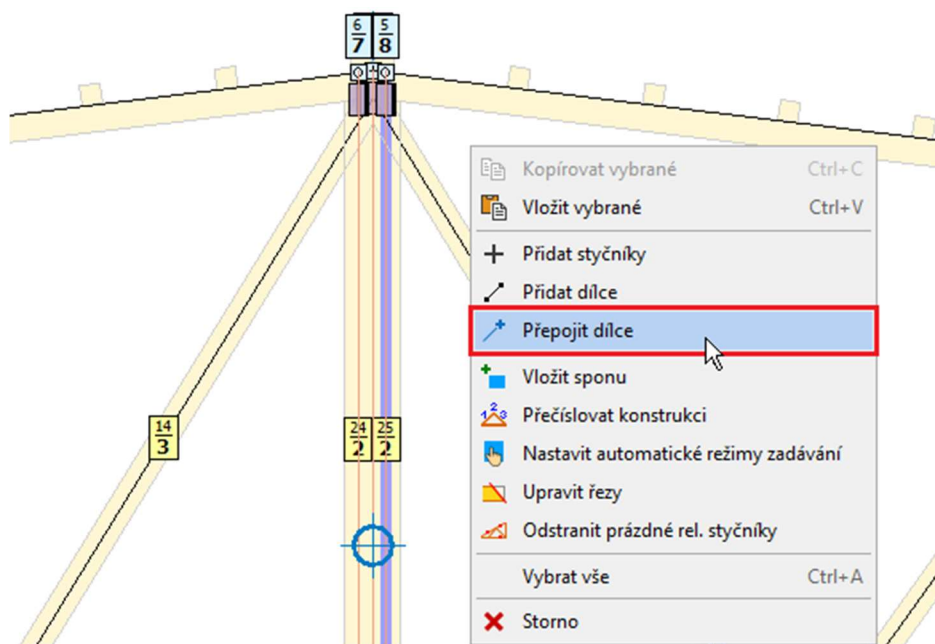
Zadání prvního bodu svislice na průřezu úsečky a hrany horní pásnice

Stejný postup zopakujeme i pro svislici na druhé straně. Výsledkem pak je vazník, který má dvě svislice, které se ale ve vrcholu kříží se dvěma diagonálami.



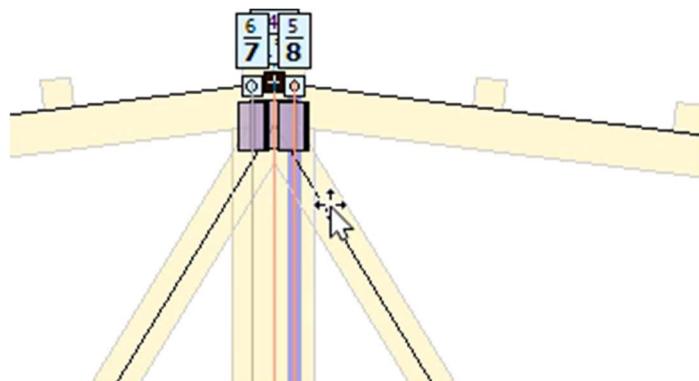
Vazník se zadanými svislicemi

Kolizi nových svislic s diagonálami můžeme vyřešit snadno pomocí příkazu "**Přepojit dílce**". Ten nalezneme v kontextovém menu pracovní plochy.



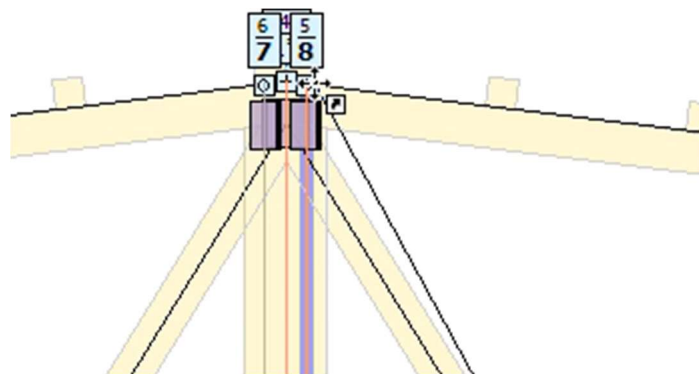
Nástroj "Přepojit dílce"

Přepojení dílců funguje stylem *Drag and Drop* operací, tedy tažením při zmáčknutém levém tlačítku myši. Najedeme kurzorem nad diagonálu a stiskneme levé tlačítko myši. Tlačítko držíme a zároveň můžeme pohybovat koncem diagonály. V tomto režimu se nám změní vzhled kurzoru myši.



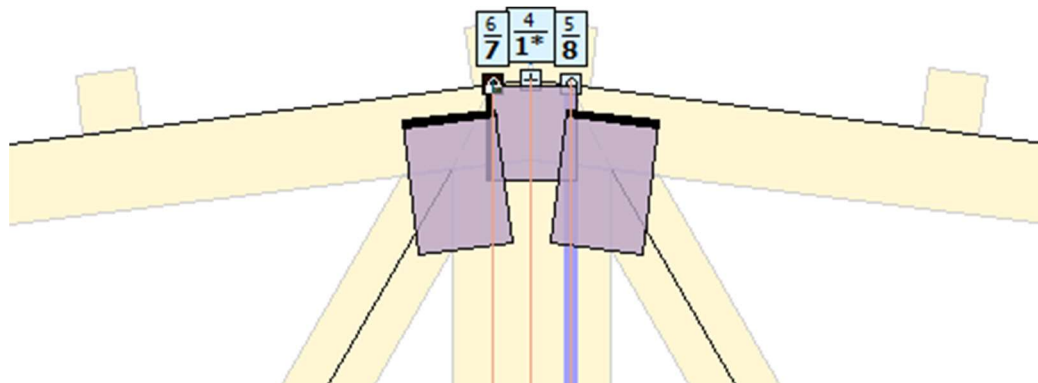
Vzhled kurzoru nad prvkem, který lze přepojit

Najedeme nad značku styčníku. Kurzor se opět změní. Indikuje tím, že se přichytil ke styčníku.



Vzhled kurzoru po přetažení dílce nad styčník

Pustíme tedy tlačítko myši a diagonála se přepojí do koncového styčnicku svislice. Postup zopakujeme stejným způsobem i na druhé straně. Režim přepojování umožňuje přepojit postupně libovolný počet dílců, není tedy nutné příkaz spouštět opětovně.



Upravená poloha diagonál ve vrcholu

Režim "**Přepojení dílců**" ukončíme kliknutím pravým tlačítkem myši. Další úpravou bude rozdělení dolní pásnice na dvě samostatné části. Protože uprostřed dolní pásnice již máme prázdný relativní styčník, stačí, když ho změním na absolutní.

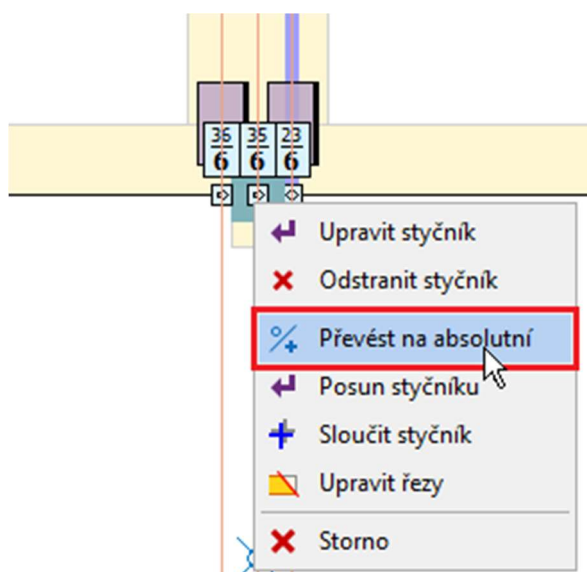
Relativní a absolutní styčníky

Program rozlišuje "**Absolutní**" a "**Relativní**" styčníky. Liší se způsobem, jak je definována jejich poloha. Ostatní vlastnosti (například možnosti podepření) jsou shodné.

Absolutní styčníky jsou definovány souřadnicemi Y a Z v globálním souřadném systému, používají se především v místech, kde dochází k zalomení vnějšího tvaru vazníku. Pokud absolutní styčník leží na průběžném dílci, neexistuje žádná vazba mezi styčníkem a tímto dílcem.

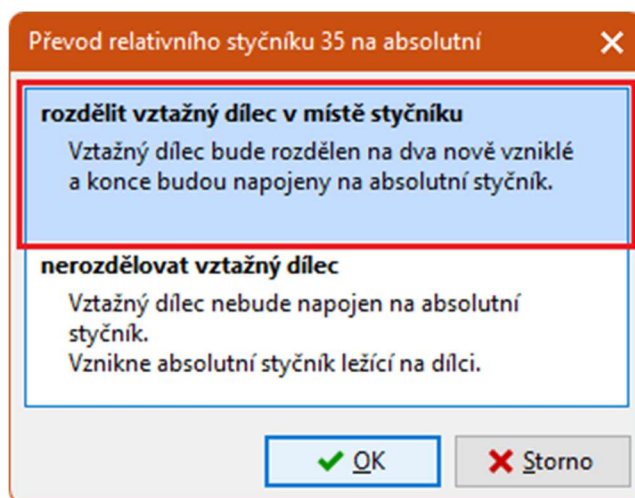
Relativní styčníky mají svou polohu definovanou polohou na referenčním dílci. Při změně polohy referenčního dílce tak dochází též ke změně polohy relativního styčníku. Tento typ se používá pro průběžné styčníky na obvodových pásnicích.

Změnou typu styčníku dojde k rozdělení dolní pásnice. V kontextovém menu styčníku tedy použijeme příkaz "**Převést na absolutní**".



Příkaz "Převést na absolutní" v kontextovém menu styčníku

Objeví se nám okno, ve kterém zvolíme první variantu "**Rozdělit vztažný dílec v místě styčnicku**". Výběr potvrdíme tlačítkem "**OK**".



Volba rozdělení dolní pásnice na dvě části

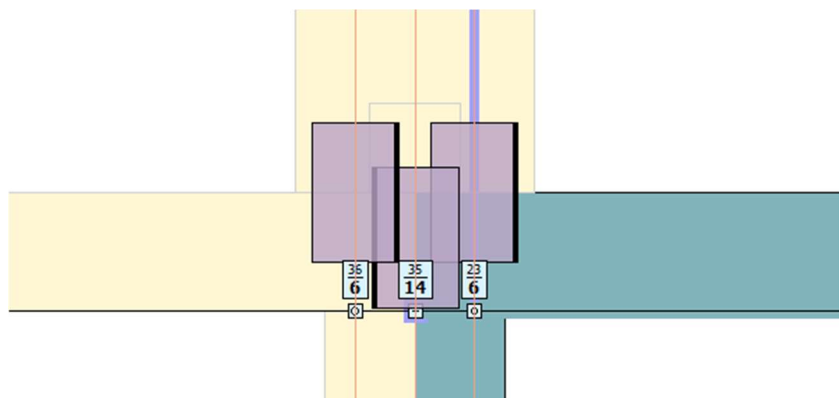
Převod relativního styčnicku na absolutní

Relativní styčnick lze na absolutní převést dvěma způsoby:

Rozdělit vztažný dílec v místě styčnicku - program rozdělí vztažný dílec na dva samostatné dílce, které budou připojeny do absolutního styčnicku. S následným posunem styčnicku tedy dochází i ke změně polohy těchto dílců. Tuto úpravu lze využít v případě, kdy má vzniknout zalomení vnějšího tvaru vazníku (například vytvoření nadvýšení dolní pásnice).

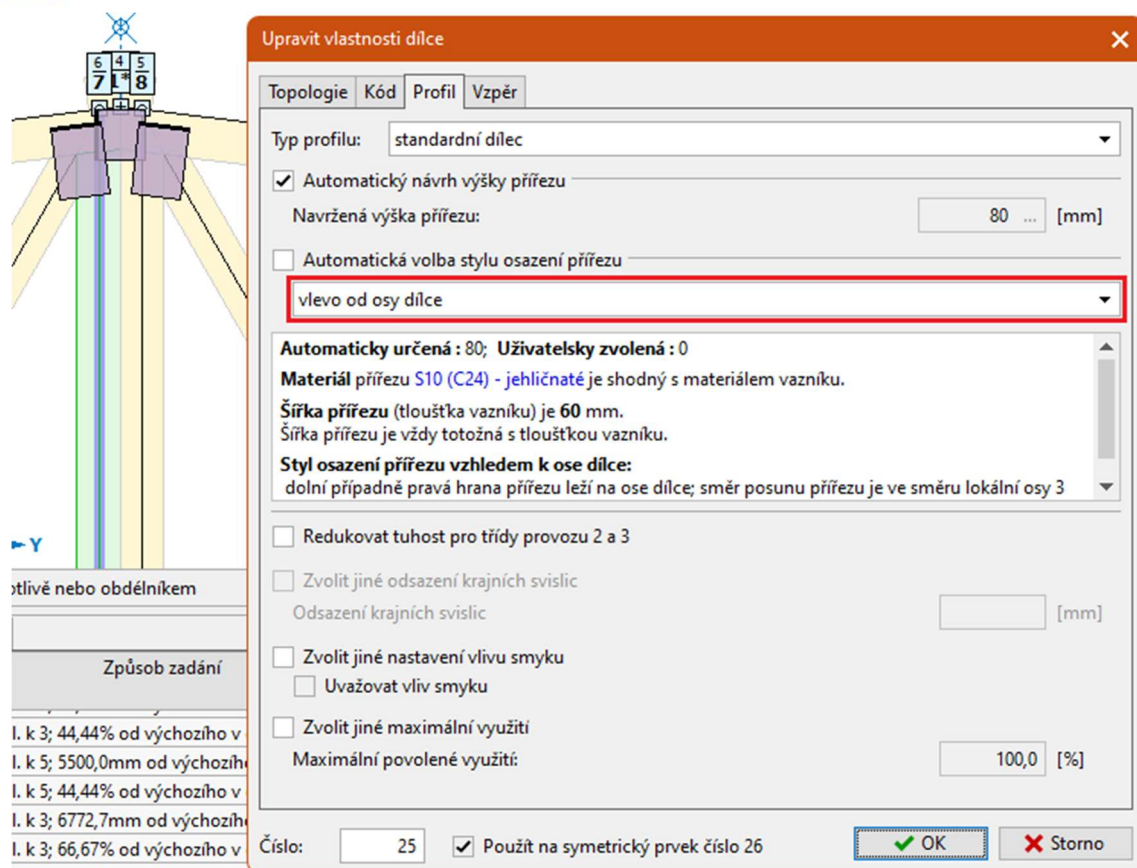
Nerozdělovat vztažný dílec - v tomto případě referenční dílec zůstane nezměněn. Relativní styčnick se změní na absolutní, který již nebude mít žádnou vazbu na průběžný dílec. Styčnick lze následně libovolně posunovat mimo původní referenční dílec. Tuto variantu můžeme použít v případech, kdy chceme odmazat pásnici, ale zachovat výplňové pruty do ní jdoucí.

Po této úpravě se dolní pásnice rozdělila na dvě části, změnila se též značka styčnicku. Absolutní styčnick má značku s křížkem, relativní s kroužkem.



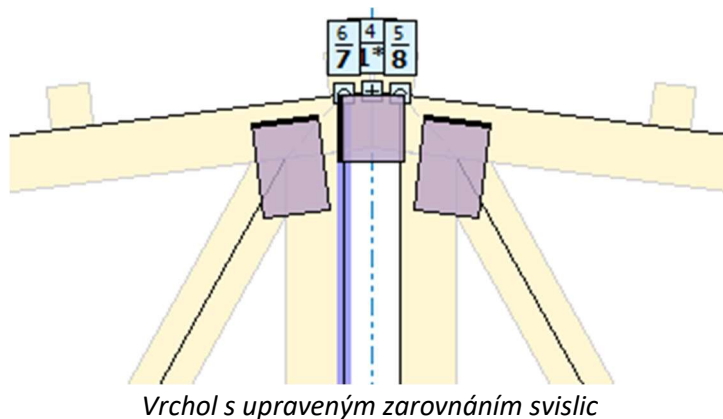
Dolní styčnick s rozdělenou pásnicí

Poslední operaci, kterou uděláme, je změna zarovnání svislic vůči zadávací linii. Dvojklikem na svislici v levé části vyvoláme okno "**Upravit vlastnosti dílce**" a v záložce "**Profil**" odškrtneme nastavení "**Automatická volba stylu osazení přířezu**". Tím se nám zpřístupní rozbalovací seznam, v kterém zvolíme způsob zarovnání "**vlevo od osy dílce**". Okno zavřeme tlačítkem "**OK**".



Volba zarovnání svislice

Po zavření okna se nám změní zarovnání i druhé svislice, neboť se jedná o symetrický prvek.

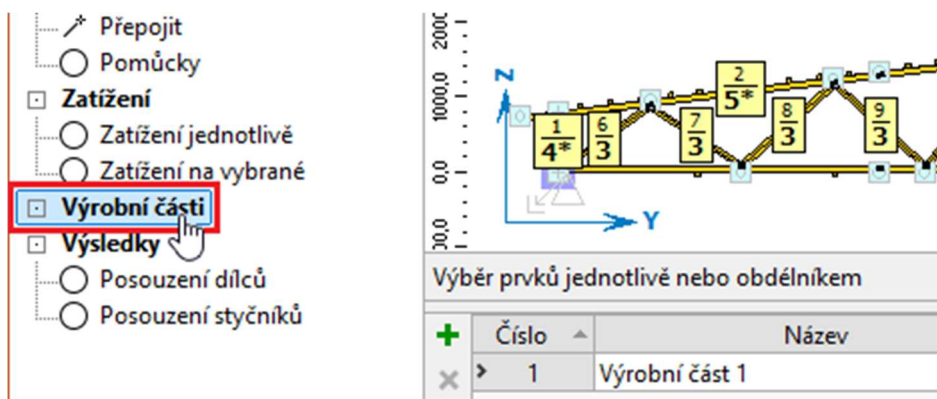


Vrchol s upraveným zarovnáním svislic

Tímto jsme uzavřeli topologické úpravy a přejdeme k rozdělení vazníku na dva výrobní celky.

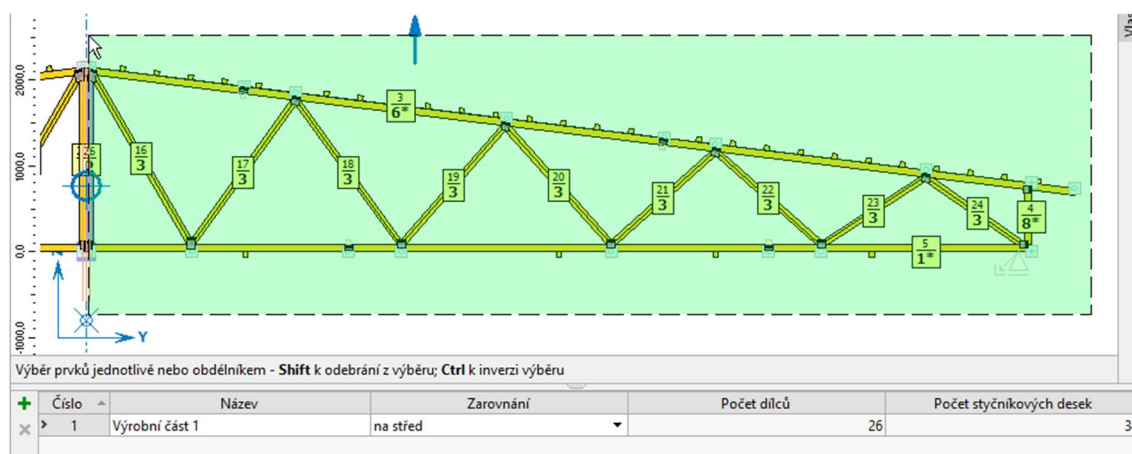
Rozdělení konstrukce

Pokud chceme vazník vyrábět po částech, musíme provést jeho rozdělení do výrobních částí. Přejdeme tedy do uzlu "Výrobní části" ovládacího stroměčku.



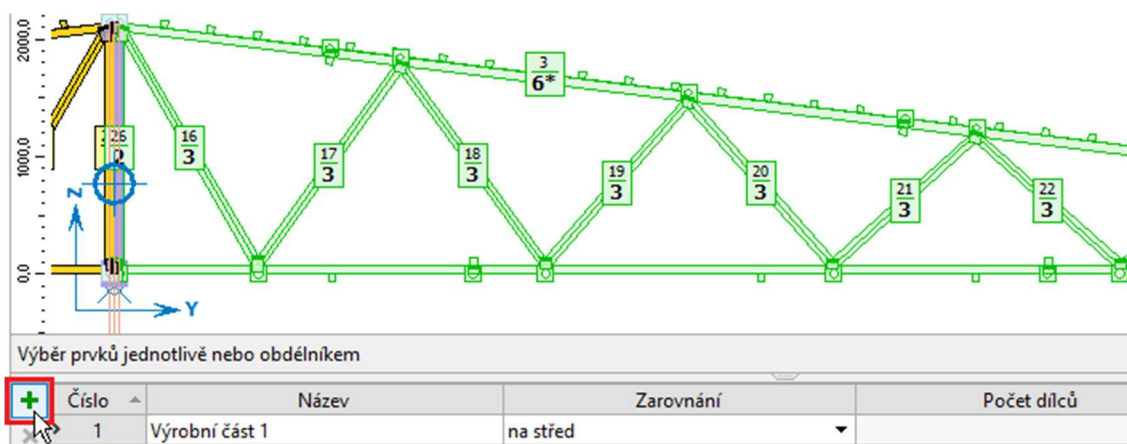
"Výrobní části" v ovládacím stroměku

Vybereme všechny dílce a styčníky v pravé polovině. Nejjednodušším způsobem je vybrat prvky tažením na pracovní ploše zprava poleva.

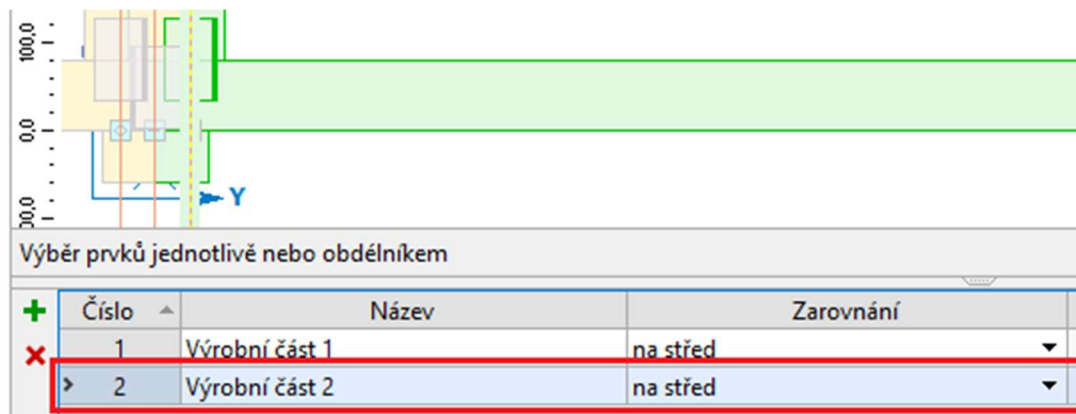


Grafický výběr dílců a styčnickových desek v pravé části vazníku

Zvýšenou pozornost musíme při výběru věnovat především oblasti kolem vrcholu, kde na sebe budou obě výrobní části navazovat. Pokud by se nám napoprvé nepodařilo vybrat například svislici u vrcholu či desky, které ji připojují, je možné tyto prvky do výběru přidat jednoduchým kliknutím levým tlačítkem myši. Naopak, pokud bychom omylem vybrali i některé prvky z levé části, můžeme je z výběru odstranit kliknutím při stisknutí klávese **Shift** na klávesnici. Pokud máme výběr správně definovaný, můžeme vytvořit novou výrobní část kliknutím na tlačítko "+" vpravo od tabulky výrobních částí.



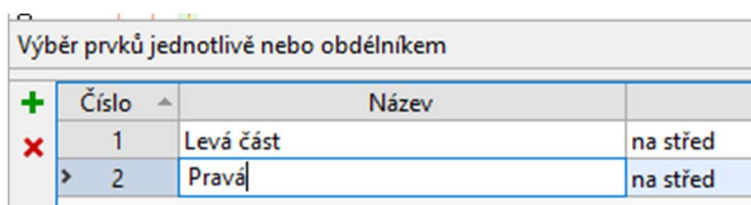
V tabulce výrobních částí nám přibude nová položka "**Výrobní část 2**".



Číslo	Název	Zarovnání
1	Výrobní část 1	na střed
2	Výrobní část 2	na střed

Nově vytvořená výrobní část v tabulce

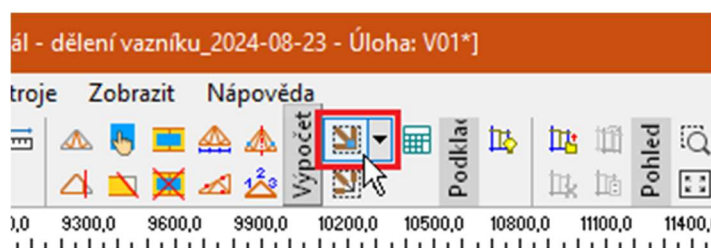
Tabulka umožňuje vlastní pojmenování výrobních částí, a to prostým kliknutím do sloupce "**Název**". Výrobní části si přejmenujeme na "**Levá část**" a "**Pravá část**".



Číslo	Název	Zarovnání
1	Levá část	na střed
2	Pravá část	na střed

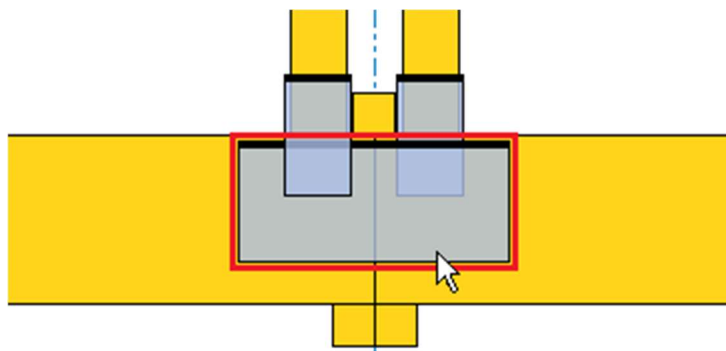
Přejmenování výrobní části

V dalším kroku budeme zadávat vlastnosti konstrukčních spojů, které propojují obě části. Předtím je ale vhodné pustit automatický návrh konstrukce, abychom měli představu o reálných dimenzích dílců, především pásnic. Automatický návrh pustíme odpovídajícím tlačítkem v nástrojové liště nebo klávesou F8.



Spuštění automatického návrhu

Po dokončení automatického návrhu jsme získali reálné výšky všech dílců. Máme tak představu o skutečné geometrii styčníků, ve kterých bude konstrukce rozdělena. Zatím máme v těchto styčnících (vrchol a střed dolní pásnice) běžné styčnickové desky. My je budeme chtít nahradit konstrukčním spojem vytvořeným na stavbě před finální montáží vazníku do konstrukce. Bude se jednat o svorníkový spoj s ocelovými příložkami. Nejprve se zaměříme na tažený spoj na spodní pásnici. Dvojklikem na styčnickovou desku otevřeme okno s vlastnostmi spoje.

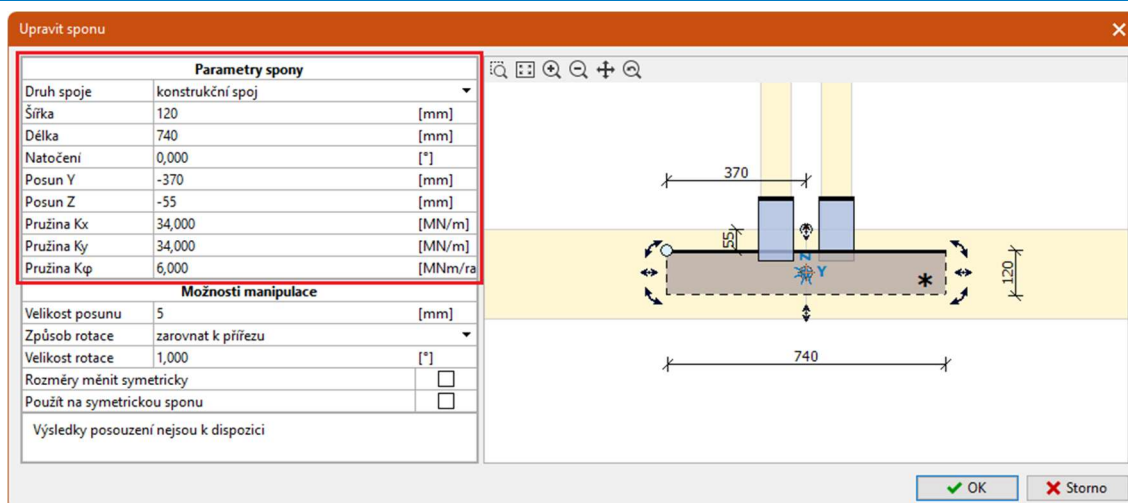


Upravovaná styčníková deska ve spodním styčníku

Po dvojkliku na styčníkovou desku se nám otevře okno "**Upravit sponu**", které slouží k úpravě polohy a geometrie spoje. Základní operací, kterou provedeme, bude změna druhu spoje na "**Konstrukční spoj**". Tím se ze styčníkové desky, která je posuzována a jde do výkazů materiálu, stane teoretická vazba, která slouží pouze ke spojení výrobních částí a přenosu sil mezi nimi. Základními vlastnostmi je geometrie (šířka, délka, poloha) a tuhost připojení. Geometrie konstrukčního spoje ovlivňuje tvorbu statického schématu. Proto bychom měli dbát na to, aby pokud možno odpovídala reálnému spoji. Zásadní je především zajistit překrytí pouze těch dílců, které budou skutečným spojem propojeny. V našem případě budou svorníky uspořádány pouze v obou spodních pásnicích. Proto bychom měli dbát na to, aby konstrukční spoj nezasahoval do svislíc. Tuhost připojení by měla odpovídat skutečné tuhosti spoje, získá se při návrhu a posouzení spojovacích prostředků. Vliv má na výsledný průhyb konstrukce a částečně může ovlivnit i redistribuci vnitřních sil v konstrukci. Vlastnosti spoje zadáme dle následujícího obrázku. Tj. centricky umístěný spoj bude mít rozměr 740x120mm, tuhosti v posunutí budou 34,00MN/m, tuhost v natočení bude 6,00MN/m/rad.

Orientace konstrukčního spoje

I když obdélník konstrukčního spoje slouží pouze jako geometrická obálka k vytvoření základní geometrie statického schématu, je vhodné zvolit jako vstup "**Délka**" ten z rozměrů, který je ve směru hlavního namáhání spoje. V našem případě se tedy jedná o vodorovný rozměr ve směru tahové síly v pásnici. Při výpisu vnitřních sil ve spoji se totiž tento směr využívá jako hlavní pro rozlišení tahu/tlaku ve spoji. Pokud bychom zadali spoj takovým způsobem, že "**Délka**" bude představovat svislý rozměr, dostaneme ve statické dokumentaci sice správné hodnoty sil, ale znaménková konvence pro tah/tlak nebude odpovídat našim představám. I z tohoto důvodu je i u konstrukčního spoje hlavní (délkový) rozměr zvýrazněn tučným okrajem.

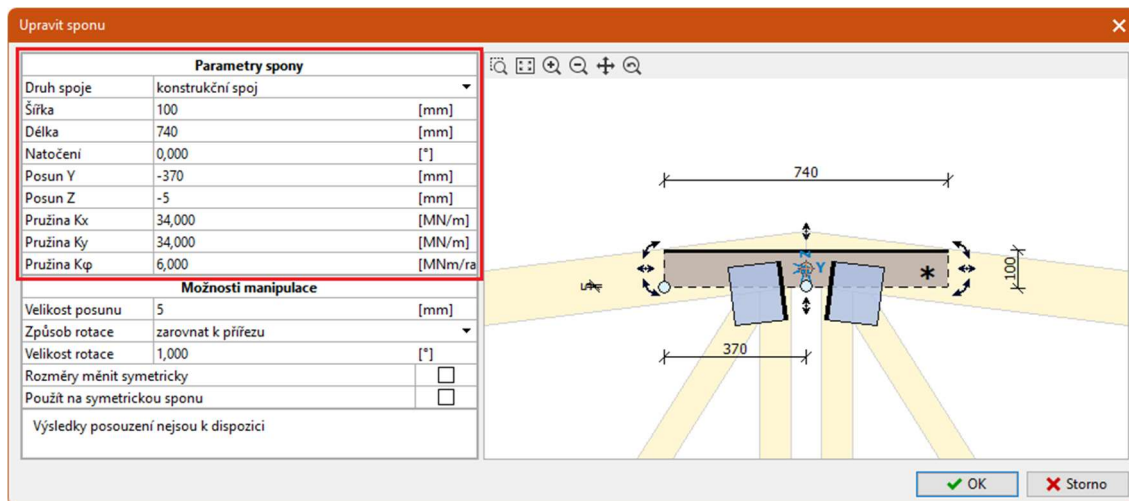


Parametry spony	
Druh spoje	konstrukční spoj
Šířka	120 [mm]
Délka	740 [mm]
Natočení	0,000 [°]
Posun Y	-370 [mm]
Posun Z	-55 [mm]
Pružina Kx	34,000 [MN/m]
Pružina Ky	34,000 [MN/m]
Pružina Kp	6,000 [MNm/rad]

Možnosti manipulace	
Velikost posunu	5 [mm]
Způsob rotace	zarovnat k přířezu
Velikost rotace	1,000 [°]
Rozměry měnit symetricky	☐
Použít na symetrickou sponu	☐
Výsledky posouzení nejsou k dispozici	

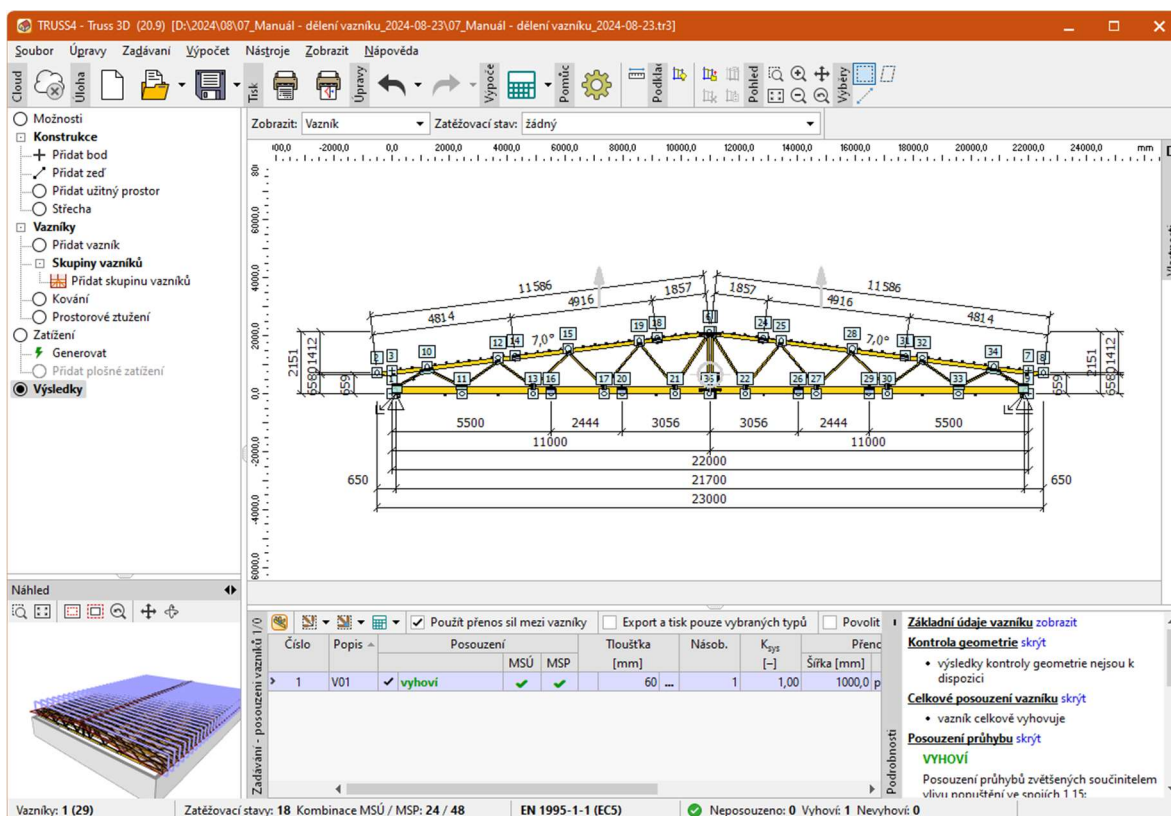
Upravené vlastnosti spoje na dolní pásnici

Stejný postup zvolíme i pro spoj ve vrcholu konstrukce. Zadané hodnoty lze vidět v následujícím obrázku.



Vlastnosti konstrukčního spoje ve vrcholu

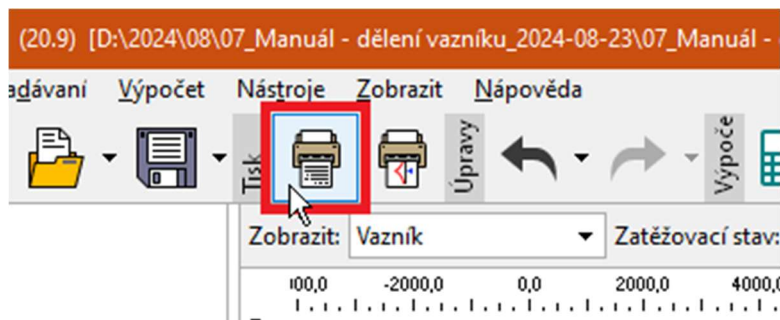
Po zadání konstrukčních spojů můžeme opět spustit automatický návrh. Vazník vyhovuje. Můžeme tedy zavřít program "Truss 2D" tlačítkem "OK" v pravém dolním rohu a vrátit do programu "Truss 3D". Výsledek posouzení se nám zobrazí v tabulce vazníků.



Vyhovující vazník v programu "Truss 3D"

Pokud jsme návrh konstrukčních spojů provedli na základě předběžných hodnot vnitřních sil, je vhodné nyní ověřit, zda navržené spojovací prostředky vyhoví i pro hotový vazník. Program poskytuje

snadný způsob, jak získat síly v konstrukčních řezech. Jejich výpis je totiž součástí dokumentace statického výpočtu. Spustíme tedy okno pro tisk textových dokumentů. Můžeme použít položku "Tisk..." v části "Soubor" hlavního menu nebo též odpovídající tlačítko v hlavní nástrojové liště.



Tlačítko pro tisk textových výstupů

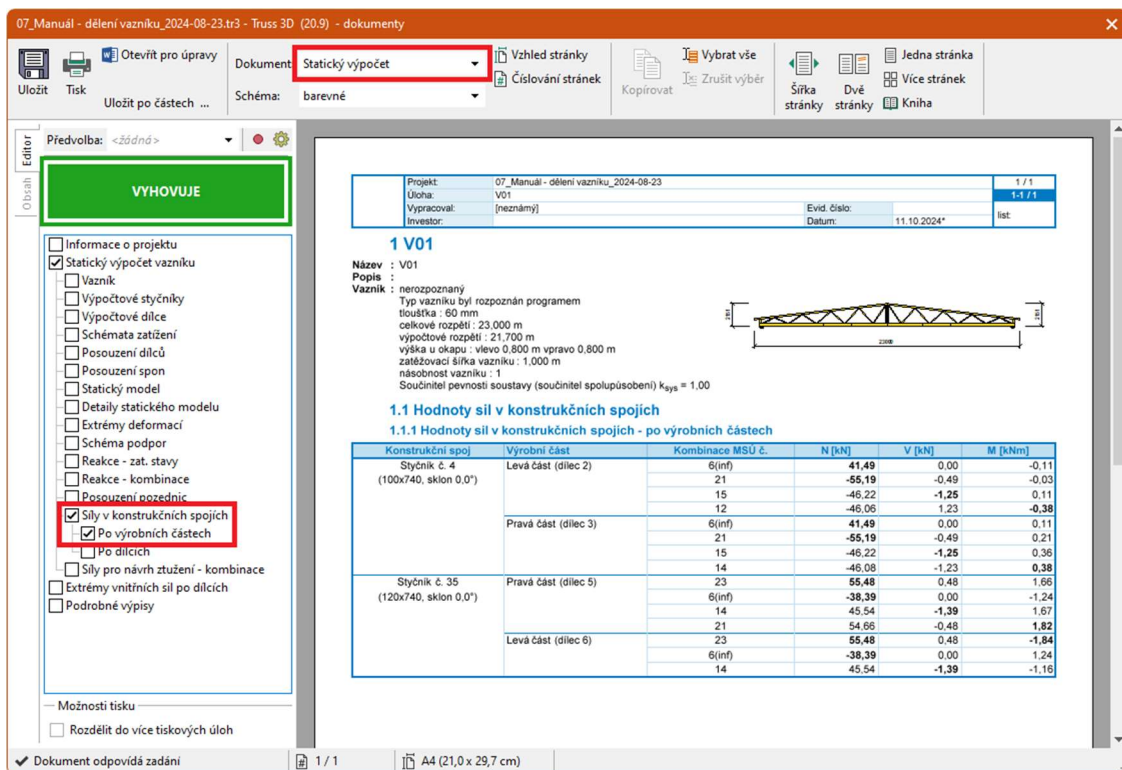
V nástrojové liště tiskového okna zvolíme, že chceme tisknout dokument "**Statický výpočet**". Následně zvolíme položku "**Síly v konstrukčních spojích**". Protože máme jednoduché konstrukční spoje, které spojují v každé výrobní části pouze jeden dílec, je výhodnější použít způsob výpisu "**Po výrobních částech**". Tabulka pro každý styčník a výrobní část vypisuje maximální hodnoty normálové síly (kladná hodnota představuje tah, záporná tlak), ohybového momentu a smykové síly a k tomu příslušné síly z dané kombinace.

Způsoby výpisu sil v konstrukčních spojkách

V rámci výpisu vnitřních sil ve spojkách se v tabulce vždy zobrazí maximální hodnota dané složky (normálová, posouvající síla, ohybový moment) včetně ostatních složek pro danou návrhovou kombinaci. Maximální hodnota je zvýrazněna v tabulce tučně. Záporné znaménko u normálové síly znamená tlak ve spoji či v dílci. Dokument statického výpočtu nabízí dva způsoby výpisu sil v konstrukčních spojkách:

Po výrobních částech - u každého konstrukčního spoje se vypisují výslednice pro každou spojovanou výrobní část. Jedná se o součet momentů a vektorový součet sil ze všech dílců, které spoj v dané výrobní části překrývá. Výslednice sil je následně přepočítána do souřadného systému spoje, normálová síla představuje sílu v délkovém směru (hlavní směr, který je označen zvýrazněným okrajem obdélníku), posouvající síla je na tento směr kolmá. Tento způsob výpisu je vhodný především pro jednoduché spoje, kde je v každé výrobní části překryt pouze jeden dílec. U složitějších spojů pak tyto hodnoty mohou být použity pro posouzení materiálu na přetržení.

Po dílcích - Hodnoty sil a momentů se vypisují pro každý spojovaný dílec samostatně. Používá se souřadný systém dílce. Směr normálové síly tedy odpovídá ose dílce. Kromě normálové a posouvající síly se vypisuje i vektorový součet " $\mathbf{N}+\mathbf{V}_3$ ", a to včetně úhlu " α ", který vyjadřuje odklon výslednice sil od osy dílce (vláken dřeva). Tyto hodnoty odpovídají principu návrhu spojů dle EN 1995-1-1 a mohou být tedy přímo použity pro návrh spojovacích prostředků pro daný dílec.



1 V01

Název : V01
Popis : nerozpoznáný
Vazník : Typ vazníku byl rozpoznán programem
tloušťka : 60 mm
celkové rozpětí : 23,000 m
výpočtové rozpětí : 21,700 m
výška u okapu : vlevo 0,800 m vpravo 0,800 m
zatěžovací šířka vazníku : 1,000 m
násobnost vazníku : 1
Součinitel pevnosti soustavy (součinitel spolupůsobení) $k_{sys} = 1,00$

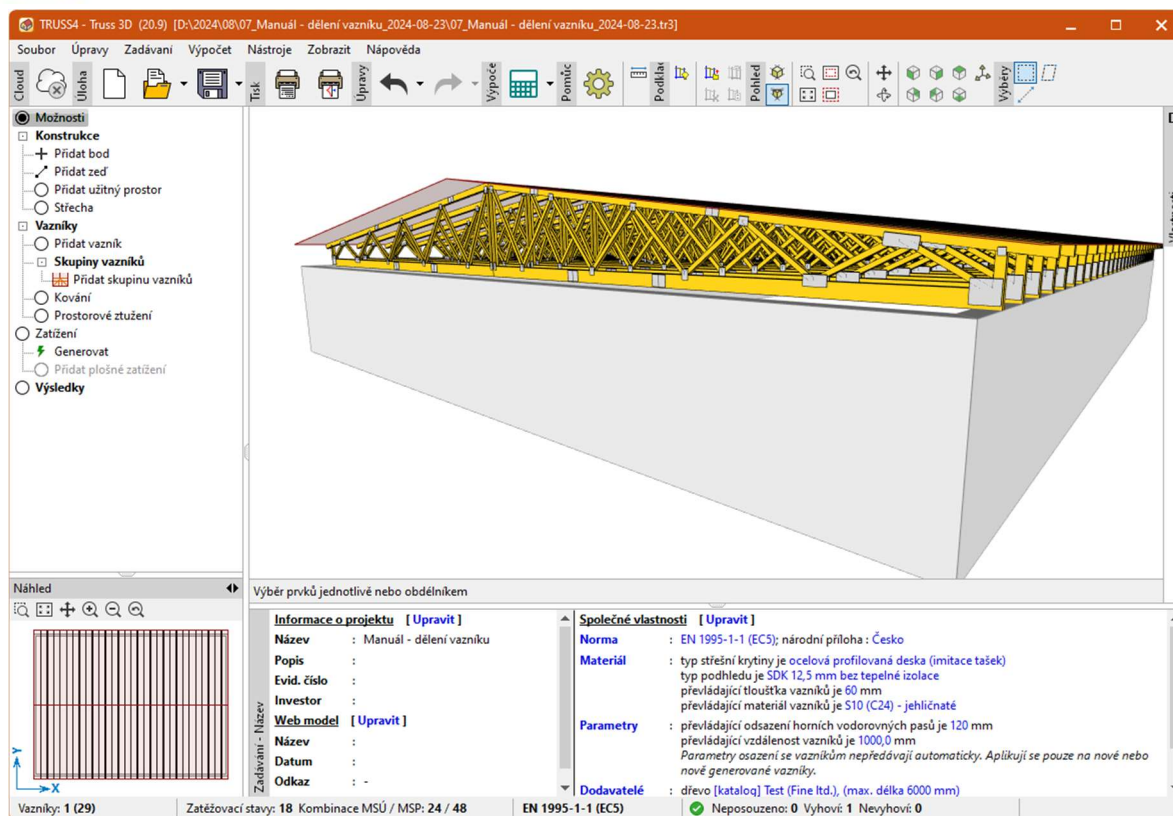
1.1 Hodnoty sil v konstrukčních spojkách

1.1.1 Hodnoty sil v konstrukčních spojkách - po výrobních částech

Konstrukční spoj	Výrobní část	Kombinace MSÚ č.	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
Styčnick č. 4 (100x740, sklon 0.0°)	Levá část (dílce 2)	6(inf)	41,49	0,00	-0,11
		21	-55,19	-0,49	-0,03
		15	-46,22	-1,25	0,11
	Pravá část (dílce 3)	12	-46,06	1,23	-0,38
		6(inf)	41,49	0,00	0,11
		21	-55,19	-0,49	0,21
Styčnick č. 35 (120x740, sklon 0.0°)	Pravá část (dílce 5)	15	-46,22	-1,25	0,36
		14	-46,08	-1,23	0,38
		23	55,48	0,48	1,66
	Levá část (dílce 6)	6(inf)	-38,39	0,00	-1,24
		14	45,54	-1,39	1,67
		21	54,66	-0,48	1,82
		23	55,48	0,48	-1,84
		6(inf)	-38,39	0,00	1,24
		14	45,54	-1,39	-1,16

Výpis sil v konstrukčních spojkách

Tímto je náš návrh rozděleného vazníku u konce.



Konstrukce s rozděleným vazníkem

Soubor s výslednou konstrukcí *DEMO_EM05.tr3* je uložen na cloudovém úložišti "Fine online příklady".

Další inženýrské manuály naleznete na <https://www.fine.cz/>.