

KOVOVÉ A DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE 2 - CVIČENÍ -

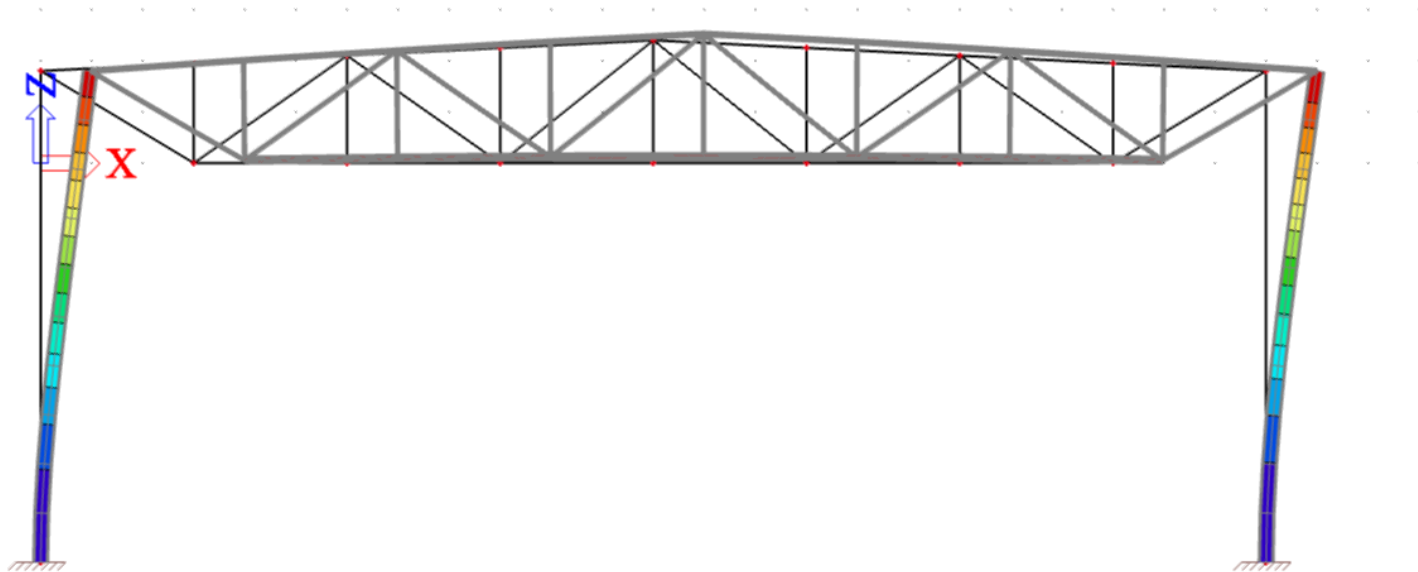
1. Ocelové konstrukce – ocelová hala

Výpočetní model příčné vazby

Pro vytvoření výpočetního modelu použijeme výpočetní program SCIA Engineer.

Žádost o studentskou licenci na 1 rok je možné provést na:

<https://www.scia.net/cs/forms/software-zdarma-studentska-licence>

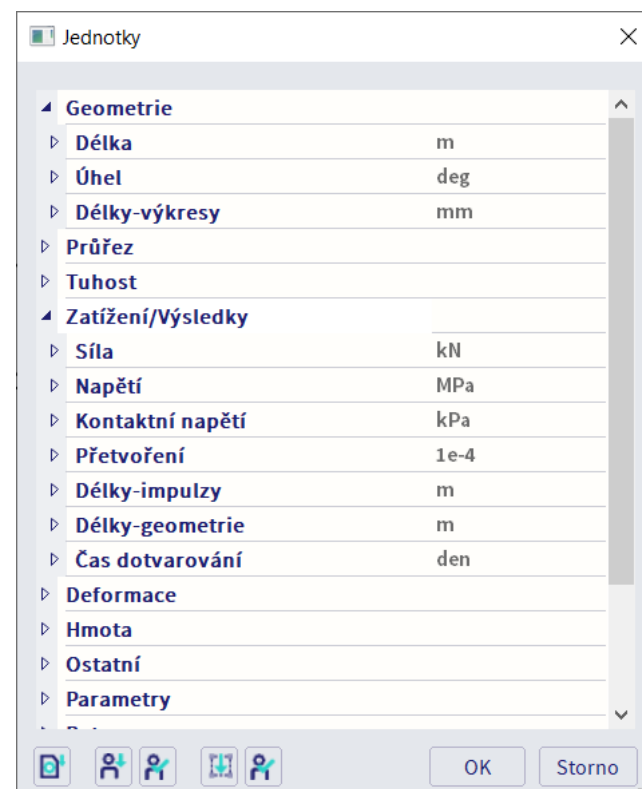
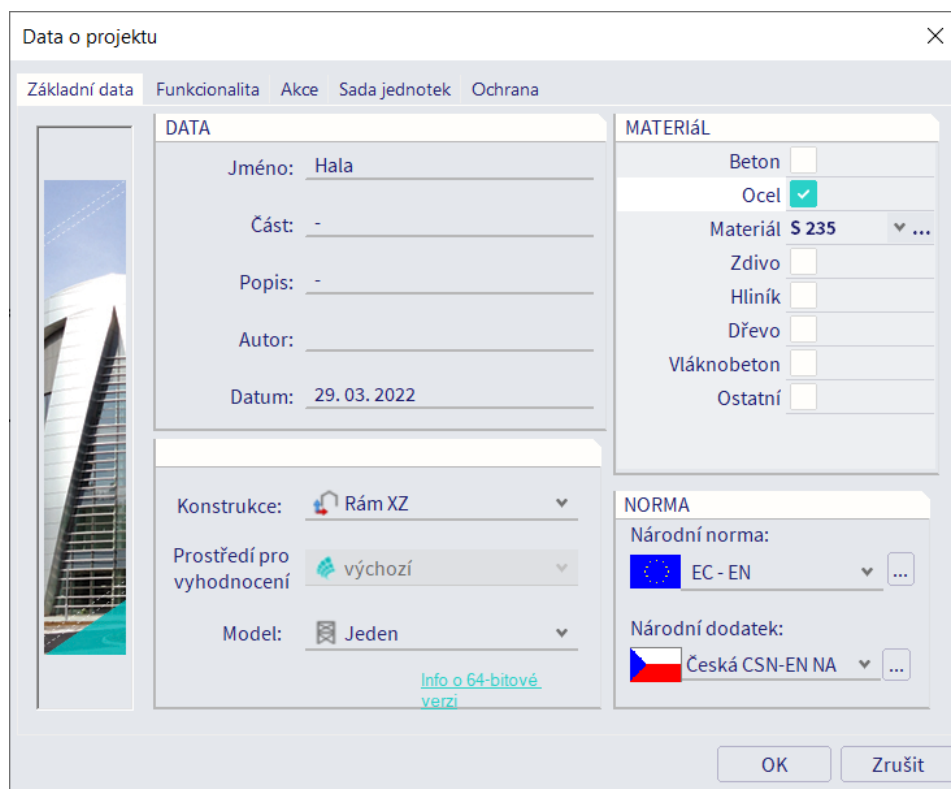


Postup vytvoření výpočetního modelu příčné vazby

- **Krok 0:** Založení nového projektu v programu SCIA Engineer + nastavení uživatelského rozhraní
- **Krok 1:** Vytvoření geometrie příčné vazby
- **Krok 2:** Vytvoření zatěžovacích stavů a vložení zatížení
- **Krok 3:** Vytvoření kombinací zatěžovacích stavů
- **Krok 4:** Nastavení výpočtu a výpočet vnitřních sil a deformací
- **Krok 5:** Zobrazení vnitřních sil a deformací na konstrukci
- **Krok 6:** Exportování průběhu vnitřních sil a deformací z programu.

Krok 0: Založení nového projektu v programu SCIA Engineer + nastavení uživatelského rozhraní

- Konstrukci budeme modelovat v rozhraní „Rám XZ“
- Můžeme nastavit zobrazení bodového rastru
- Zkontrolujeme nastavení jednotek



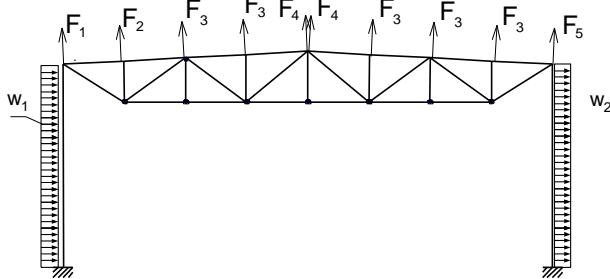
Krok 1: Vytvoření geometrie příčné vazby

1. Definování materiálů

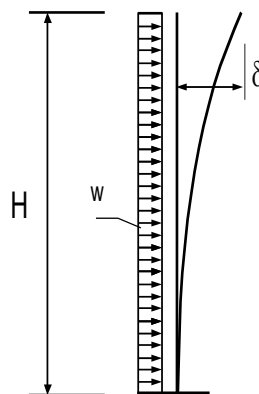
- pruty vazníku + sloupy: ocel S235

2. Definování průřezů

- protože je konstrukce staticky neurčitá, je nutné nejprve přibližně navrhnout profily všech prutů. Na rozložení vnitřních sil v konstrukci má u haly s vetknutými sloupy a příhradovým vazníkem významnější vliv profil sloupů.
- **předběžný odhad profilu sloupu:** profil sloupu odhadneme z podmínky doporučeného vodorovného průhybu $\delta = H/150$ od příčné větru. Sloup působí jako konzola, kterou pro účel návrhu zatížíme průměrnou hodnotou větru na návětrné a závětrné podélné stěně:



M.M.



KK2 2023/2024

$$w_{k,mean} = (w_1 + w_2)/2 \quad [\text{kN/m}]$$

$$\frac{w_{k,mean} H^4}{8 E I_y} \leq \frac{H}{150}$$

$$I_{y,min} \geq \frac{150 w_{k,mean} H^3}{8 E}$$

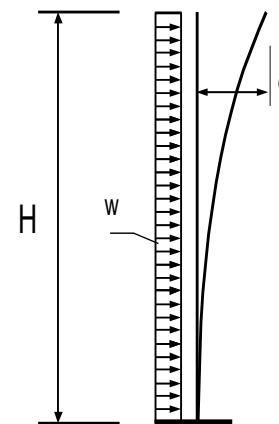
- kde: $W_1 \dots$ příčný vítr na návětrné podélné stěně [kN/m]
 $W_2 \dots$ příčný vítr na závětrné podélné stěně [kN/m]
 $H \dots$ výška sloupu [m]
 $E \dots$ modul pružnosti oceli ($E = 210000$ MPa)
 $I_{y,min} \dots$ potřebný moment setrvačnosti průřezu sloupu [mm^4]

Pro příklad ve skriptech:

$$w_{k,mean} = (w_1 + w_2)/2 = (3,37 + 1,78)/2 = 2,58 \text{ kN / m}$$

potřebný moment setrvačnosti průřezu sloupu:

$$I_{y,min} \geq \frac{150 \cdot w_{k,mean} \cdot H^3}{8 \cdot E} \geq \frac{150 \cdot 2,58 \cdot 9600^3}{8 \cdot 210000} = 203 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$



Z tabulek vybereme takový profil HEA, který má moment setrvačnosti větší nebo alespoň roven vypočtené hodnotě I_y .

→ návrh profilu sloupu: **HEA 320**

$$A = 12440 \text{ mm}^2$$

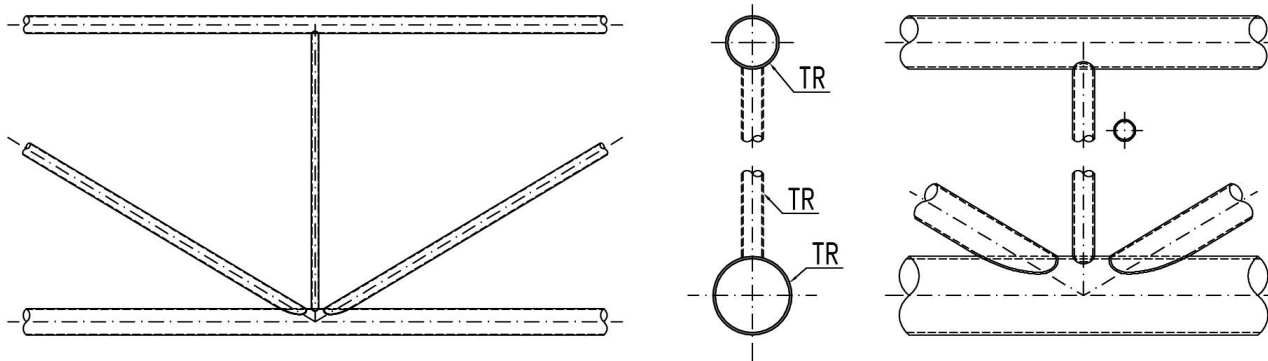
$$I_y = 229,30 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 (> I_{y,min} = 203 \cdot 10^6 \text{ mm}^4)$$

- **předběžný odhad průřezů vazníku:** pro prvky vazníku zvolíme kruhové trubky:

horní pás: TR108x5

dolní pás: TR159x5

diagonály a svislice: TR82,5x3,6



1. Ocelové konstrukce – ocelová hala – výpočetní model příčné vazby

Průřezy

Všechny

- CS1 - RO108X5
- CS2 - RO159X5
- CS3 - RO82.5X3.6
- CS4 - HEA320

Jméno CS4

Typ HEA320

Typ tvaru Tenkostěnný

Počáteční tvar Přípustný

Popis typu a zdroje

Zdroj hodnot Profil Arbed / Structural sha

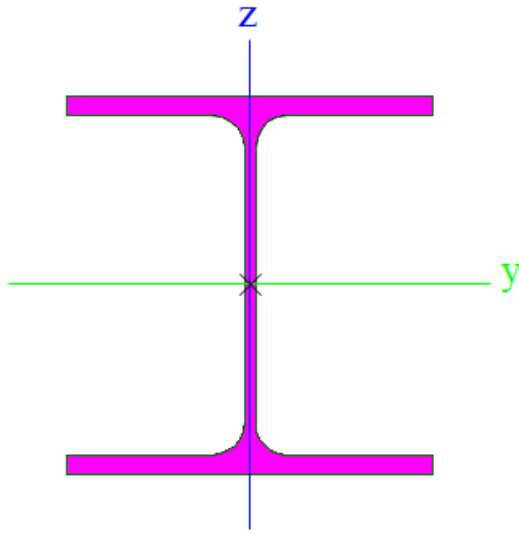
Popis typu evropský prut se širokou při

Parametry

Materiál S 235

I průřez HEA320

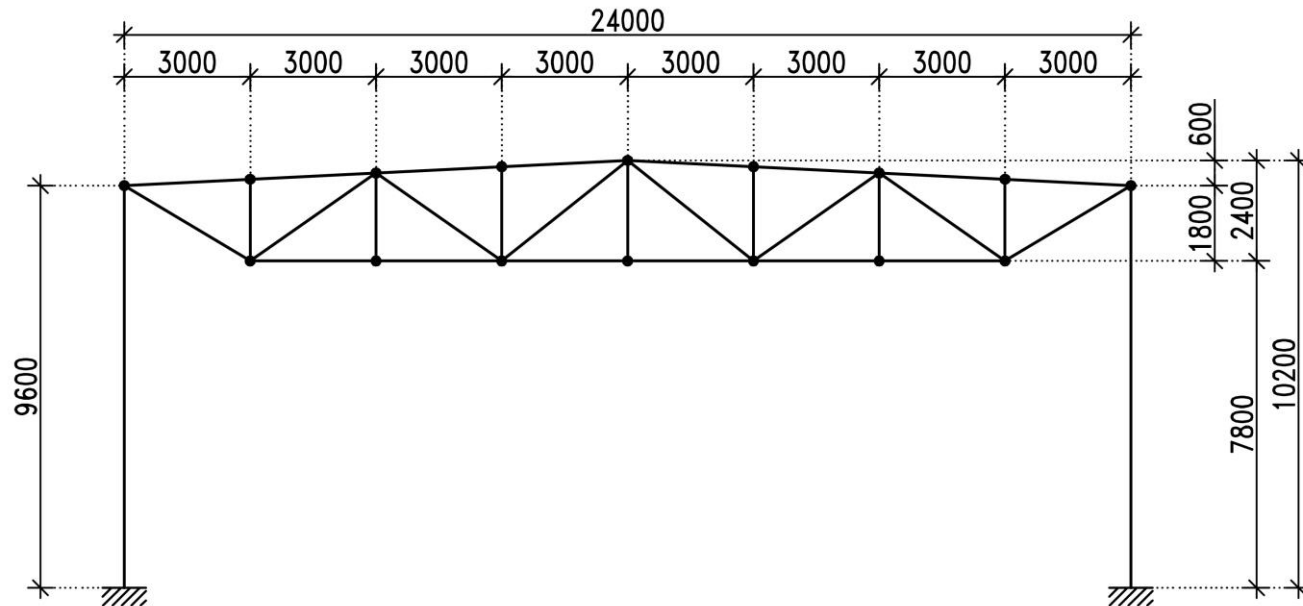
Filtr knihovny průřezů Všechny průřezy



Nový Vložit Upravit Smazat Nastavení Aktualizovat vše Zavřít

Geometrie příčné vazby

Pro ukázkový příklad tvorby výpočetního modelu je vzata geometrie příčné vazby (včetně zatížení) ze skript.

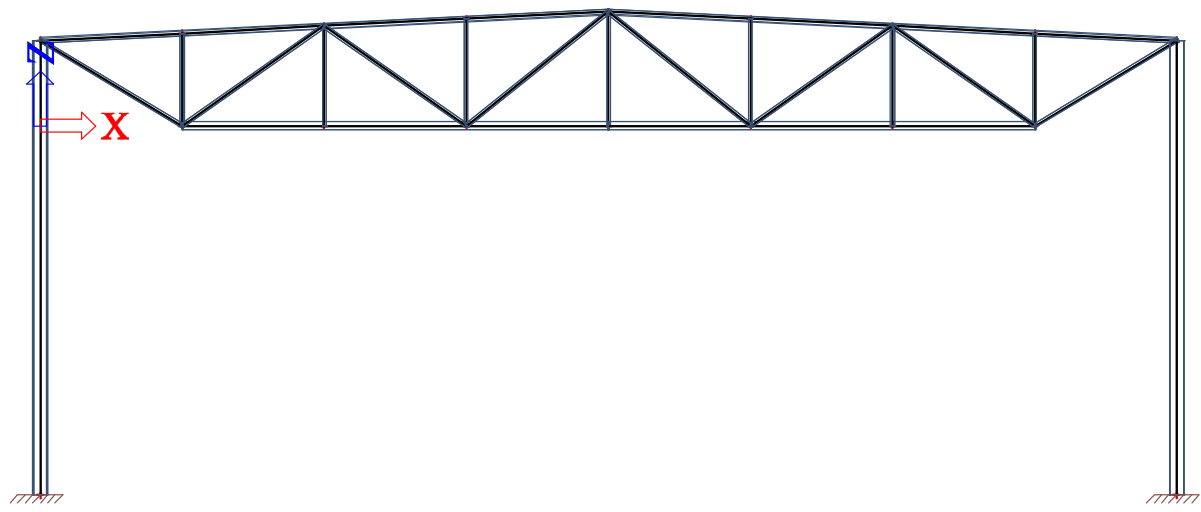
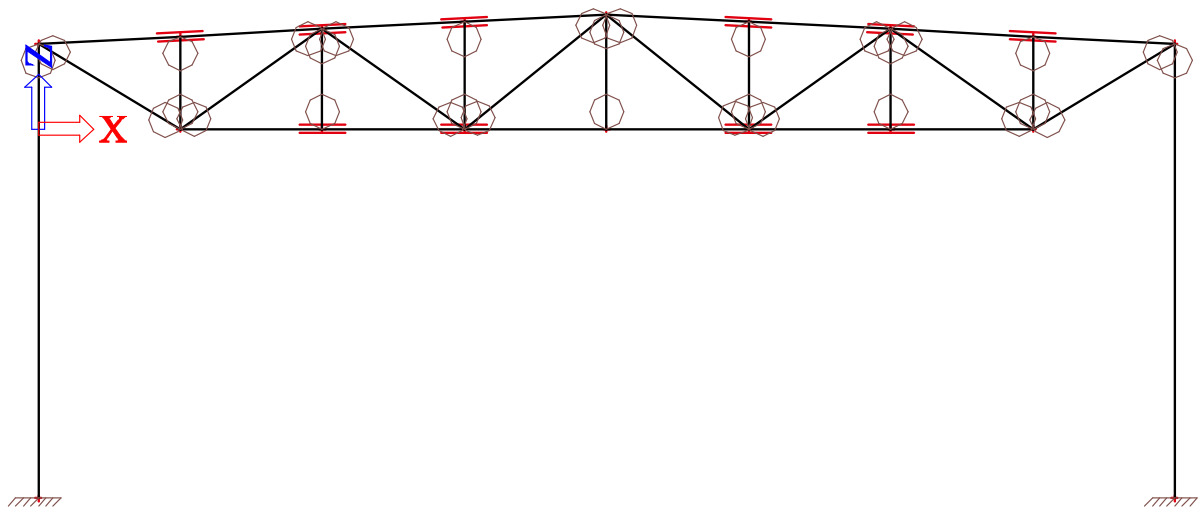


Diagonály a svislice jsou k hornímu a dolnímu pásu připojeny kloubově.

Vazník je ke sloupům připojen kloubově.

Sloupky jsou vetknuté. Orientace průřezu sloupů tak, aby větší tuhost byla v rovině příčné vazby.

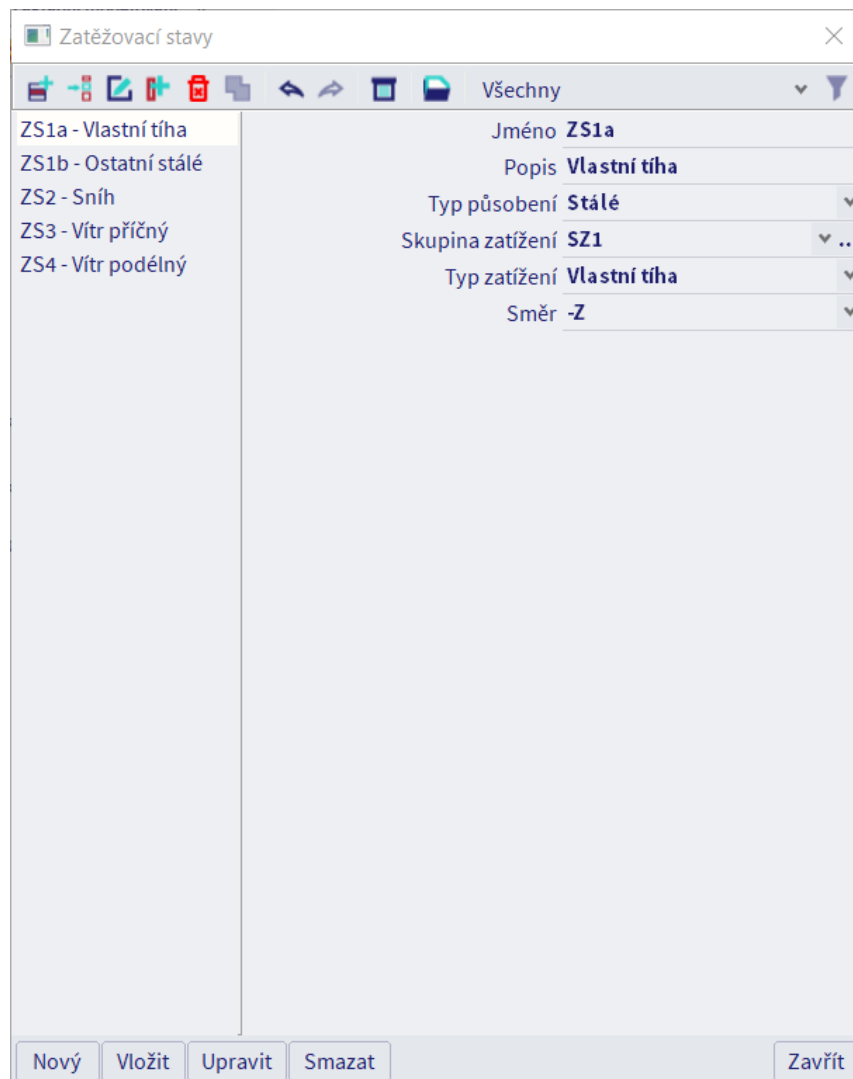
1. Ocelové konstrukce – ocelová hala – výpočetní model příčné vazby



Krok 2: Vytvoření zatěžovacích stavů a vložení zatížení

Zatěžovací stavy (ZS)

1. Stálé (ZS1)
 - 1a. Vlastní tíha NK (ZS1a)
 - 1b. Ostatní stálé (ZS1b)
2. Sníh (ZS2)
3. Vítr příčný (ZS3)
4. Vítr podélný (ZS4)



1. ZS – Stálé zatížení (ZS1)

1a. Vlastní tíha nosné konstrukce (ZS1a)

- Vlastní tíhu NK (příhradového vazníku a plnostěnného sloupu) si necháme vygenerovat výpočetním programem. Ve výpočetním programu přiřadíme jednotlivým prutům příhradového vazníku průřezy a program automaticky vlastní tíhu těchto prutů zohlední. Stejným způsobem budeme postupovat u sloupů.

1. ZS – Stálé zatížení (ZS1)

1b. Ostatní stálé zatížení (ZS1b)

- Síly do uzlů vazníku:

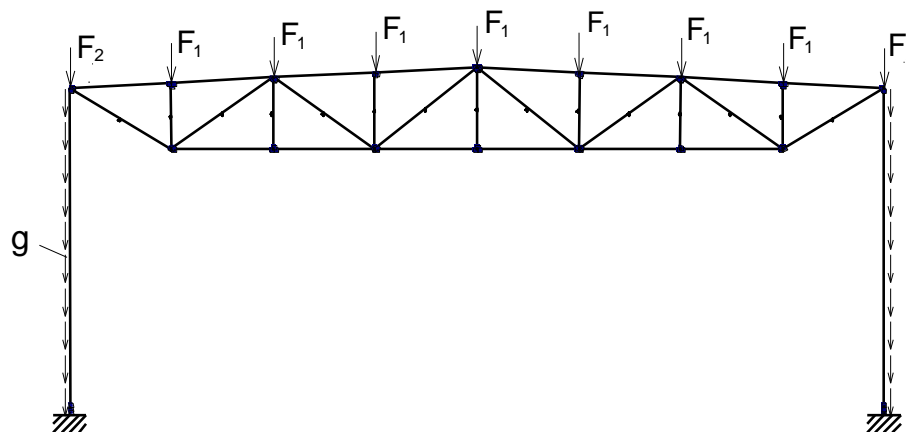
$$F_1 = 5,15 \text{ kN}$$

$$F_2 = 3,48 \text{ kN}$$

(tíha střešního pláště a vaznice)

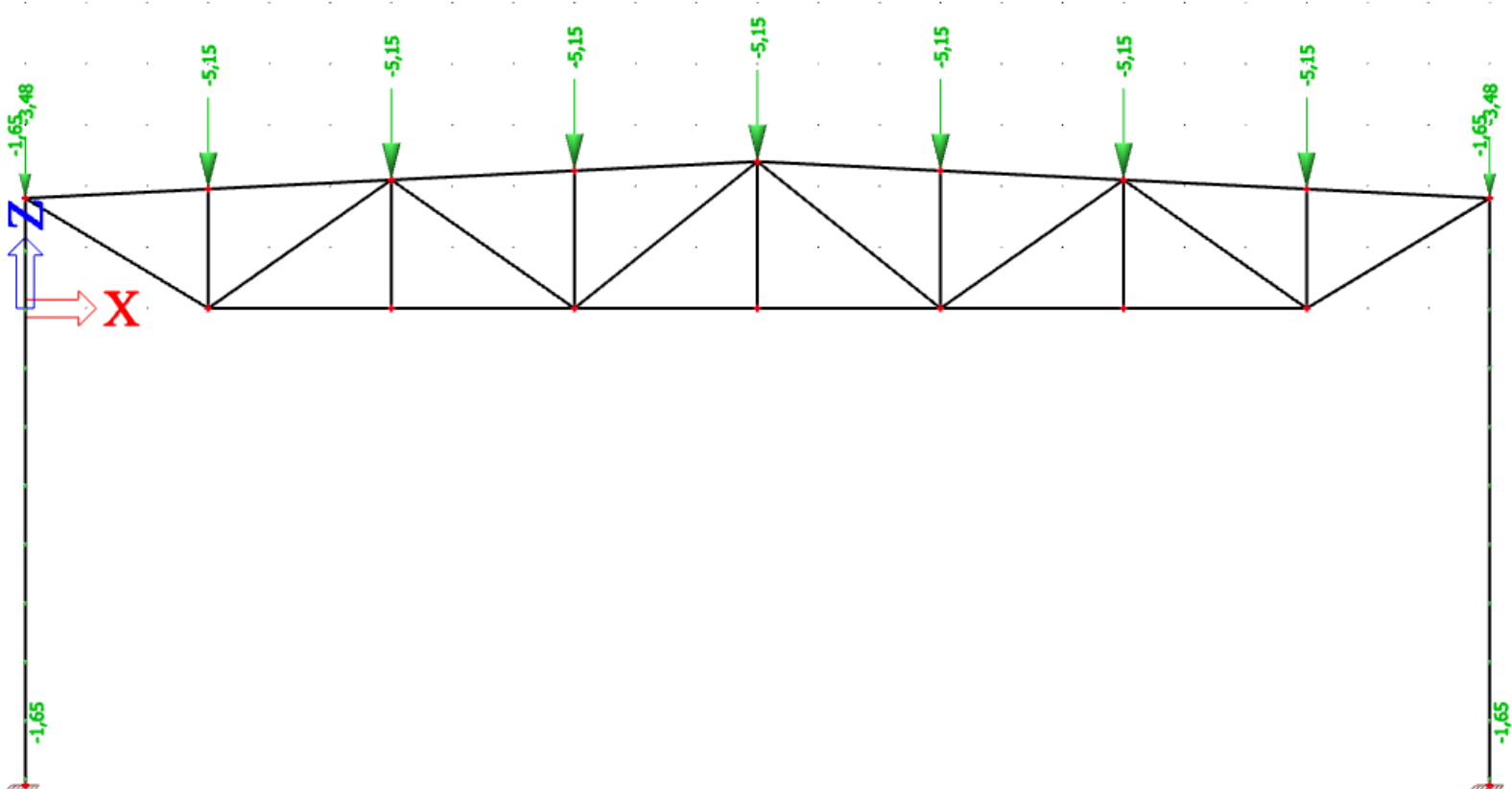
- Sloup

$$g = 1,65 \text{ kN/m} \text{ (tíha obvodového pláště)}$$



Obr. Schéma zatížení vazníku a sloupů ostatním stálým zatížením

1. Ocelové konstrukce – ocelová hala – výpočetní model příčné vazby

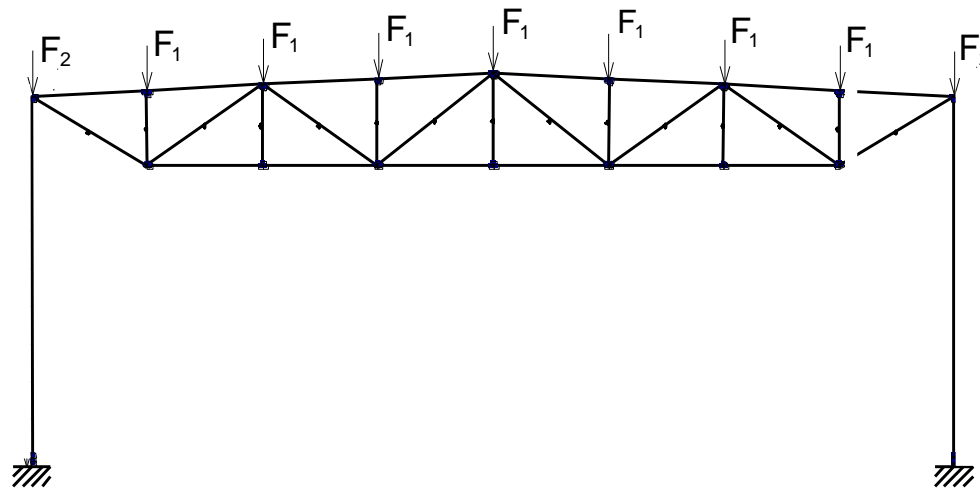


2. ZS – Sníh (ZS2)

- Síly do uzlů vazníku:

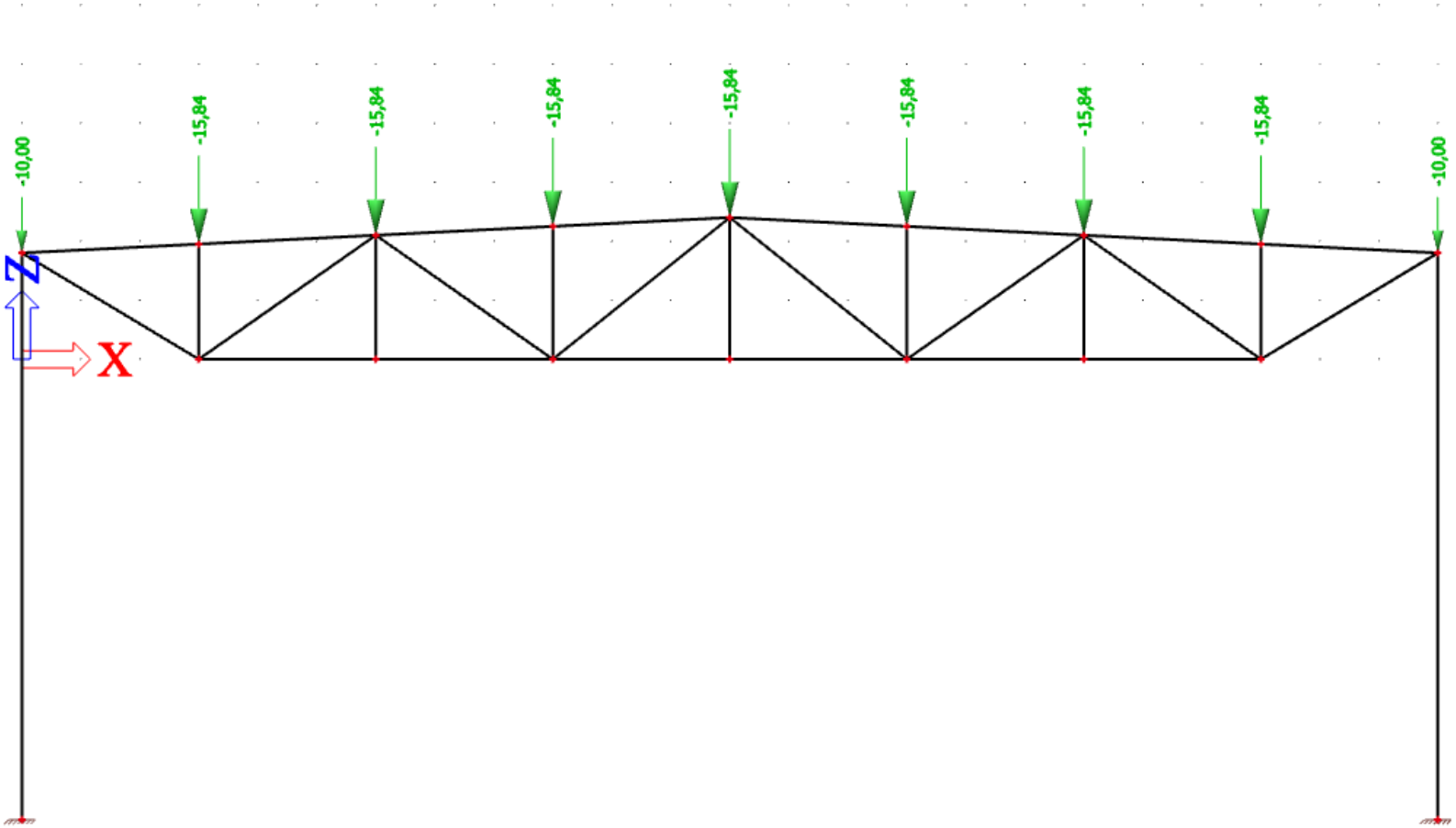
$$F_1 = 15,84 \text{ kN}$$

$$F_2 = 10,00 \text{ kN}$$



Obr. Schéma zatížení vazníku sněhem

1. Ocelové konstrukce – ocelová hala – výpočetní model příčné vazby



3. ZS – Vítr příčný (ZS3)

- Síly do uzlů vazníku [kN]:

$$F_1 = 11,84 \text{ kN}$$

$$F_2 = 10,15 \text{ kN}$$

$$F_3 = 8,12 \text{ kN}$$

$$F_4 = 4,06 \text{ kN}$$

$$F_5 = 5,14 \text{ kN}$$

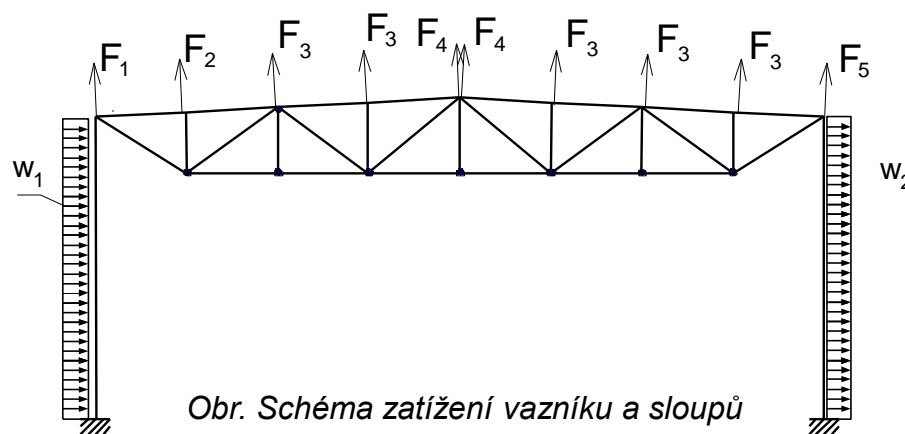
U zatížení větrem působí zatížení kolmo na rovinu střechy (kolmo k hornímu pásu), proto je zapotřebí síly natočit podle sklonu střechy. U příkladu ve skriptech je sklon 5%, což odpovídá sklonu $2,25^\circ$ ($45/100 \cdot 5 = 2,25^\circ$). Proto je v programu zadán úhel $Ry-2,25$ resp. $Ry2,25$.

Zatížení ve vrcholu je v modelu nahrazeno pouze jednou silou. Pro příčný vítr je vzato $2 \times F_4$ se směrem jako je osa Z globálního souřadného systému (nenatáčíme sílu podle sklonu) pro zjednodušení, neboť úhel sklonu střechy je velmi malý. Podobně je postupováno i u větru podélného, kde je vzata síla F_1 . SCIA nám totiž nedovolí dávat 2 různě orientované síly do jednoho uzlu.

- Zatížení sloupů [kN/m]:

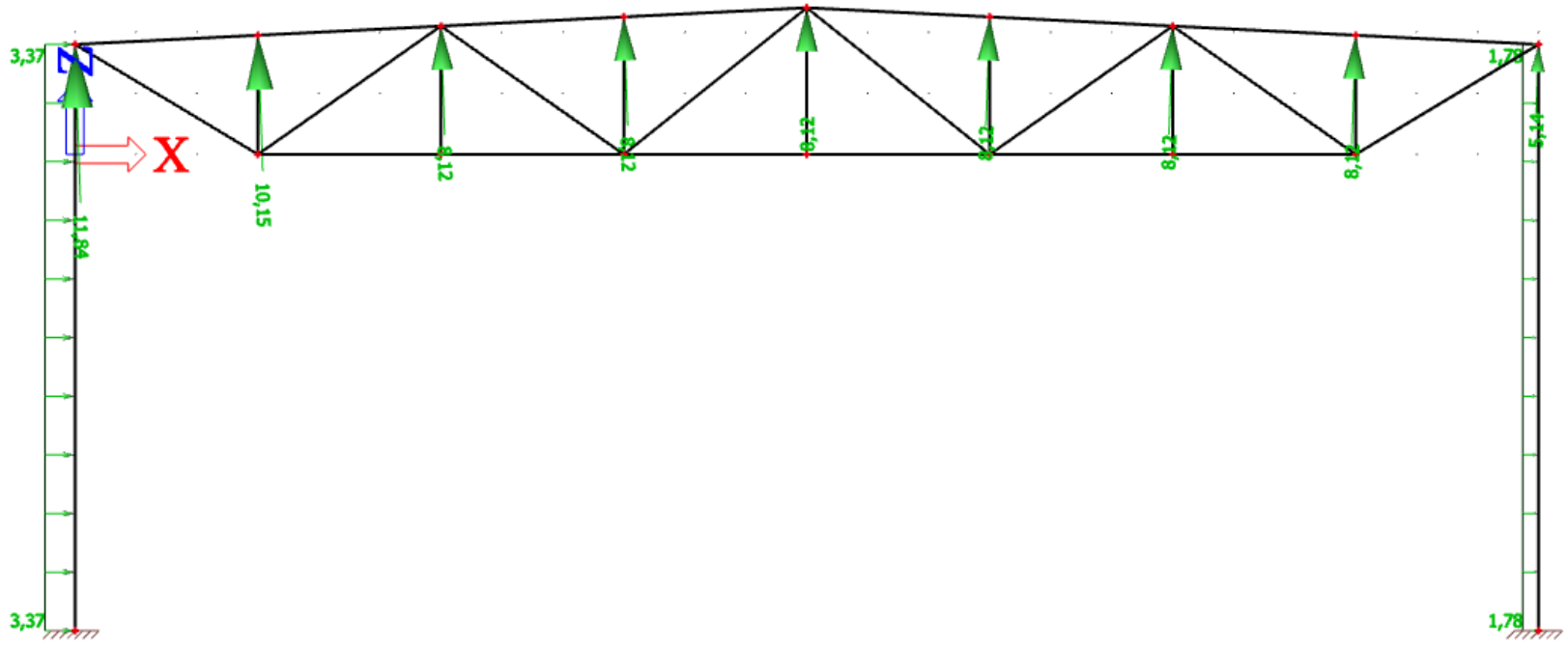
$$w_1 = 3,37 \text{ kN/m}$$

$$w_2 = 1,78 \text{ kN/m}$$



Obr. Schéma zatížení vazníku a sloupů příčným větrem

1. Ocelové konstrukce – ocelová hala – výpočetní model příčné vazby



4. ZS – Vítr podélný (ZS4)

- Síly do uzlů vazníku:

$$F_1 = 9,50 \text{ kN}$$

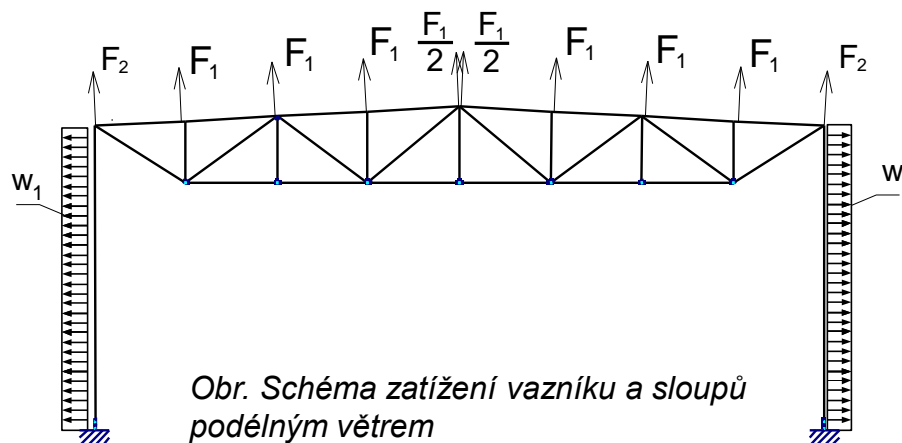
$$F_2 = 6,02 \text{ kN}$$

*U zatížení větrem působí zatížení kolmo na rovinu střechy (kolmo k hornímu pásu), proto je zapotřebí síly natočit podle sklonu střechy. U příkladu ve skriptech je sklon 5%, což odpovídá sklonu 2,25° (45/100*5=2,25°). Proto je v programu zadán úhel Ry-2,25 resp. Ry2,25.*

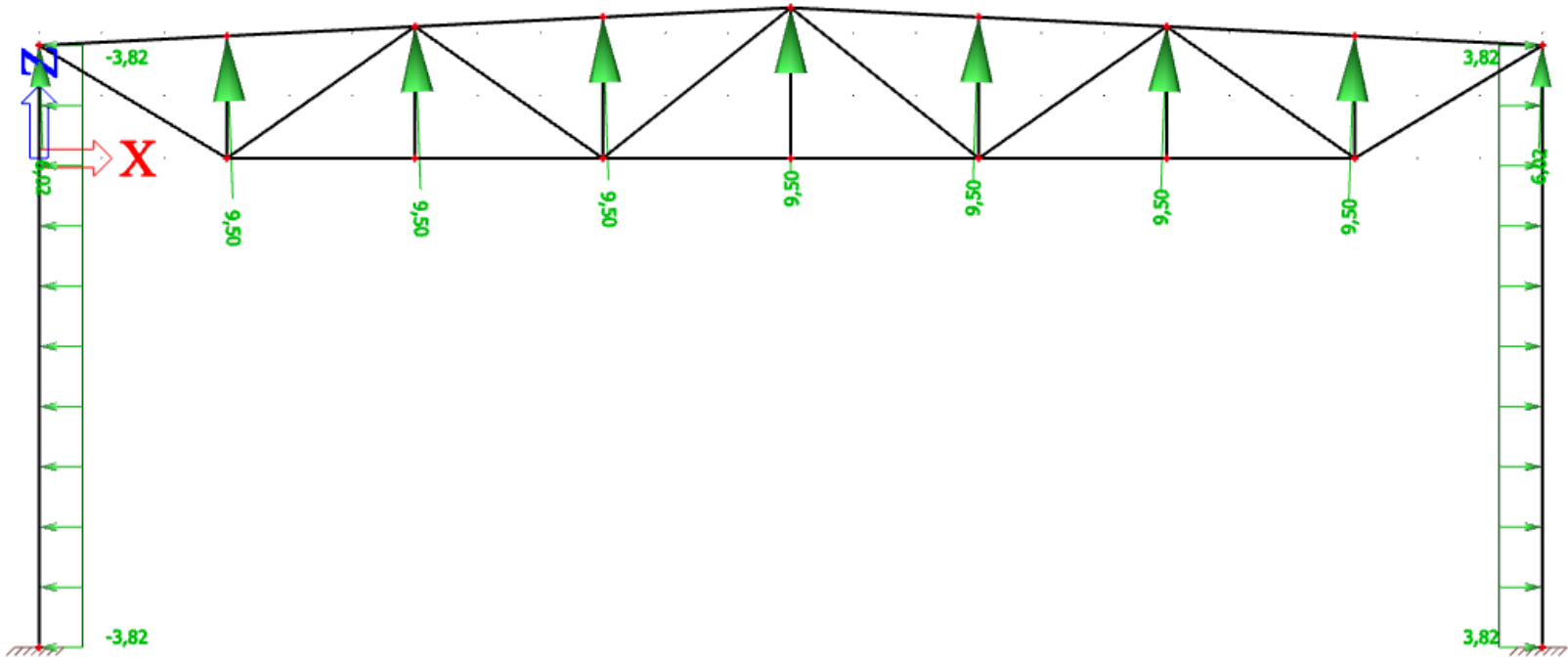
- Ztížení sloupů:

$$w_1 = 3,82 \text{ kN/m}$$

Zatížení ve vrcholu je v modelu nahrazeno pouze jednou silou. Pro podélný vítr je vzato $2 \times F_1 / 2 = F_1$ se směrem jako je osa Z globálního souřadného systému (nenatáčíme sílu podle sklonu) pro zjednodušení, neboť úhel sklonu střechy je velmi malý.



1. Ocelové konstrukce – ocelová hala – výpočetní model příčné vazby



Krok 3: Vytvoření kombinací zatěžovacích stavů

1. Stálé + sníh
2. Stálé + sníh + ψ_0 ·vítr příčný (pro vítr $\psi_0 = 0,6$)
3. Stálé + vítr příčný + ψ_0 ·sníh (pro sníh $\psi_0 = 0,5$)
4. Stálé min. + vítr příčný
5. Stálé min. + vítr podélný

- součinitele zatížení: $\gamma_G = 1,35$... pro stálé; $\gamma_{G,min} = 1,00$... pro stálé minimální
 $\gamma_Q = 1,50$... pro proměnné

- kombinační součinitele: $\psi_0 = 0,6$... pro vítr; $\psi_0 = 0,5$... sníh

- po dosazení:

1. γ_G ·stálé + γ_Q ·sníh = $1,35 \cdot (ZS1a + ZS1b) + 1,5 \cdot ZS2$
2. γ_G ·stálé + γ_Q ·sníh + $\gamma_Q \cdot \psi_0$ ·vítr příčný = $1,35 \cdot (ZS1a + ZS1b) + 1,5 \cdot ZS2 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot ZS3$
3. γ_G ·stálé + γ_Q ·vítr příčný + $\gamma_Q \cdot \psi_0$ ·sníh = $1,35 \cdot (ZS1a + ZS1b) + 1,5 \cdot ZS3 + 1,5 \cdot 0,5 \cdot ZS2$
4. $\gamma_{G,min}$ ·stálé min. + γ_Q · vítr příčný = $1,0 \cdot (ZS1a + ZS1b) + 1,5 \cdot ZS3$
5. $\gamma_{G,min}$ ·stálé min. + γ_Q · vítr podélný = $1,0 \cdot (ZS1a + ZS1b) + 1,5 \cdot ZS4$

1. Ocelové konstrukce – ocelová hala – výpočetní model příčné vazby

Kombinace

Zadané kombinace

- KZS1 - Stálé + sníh
- KZS2 - Stálé + sníh + vítr příčný**
- KZS3 - Stálé + vítr příčný + sníh
- KZS4 - Stálé min. + vítr příčný
- KZS5 - Stálé min. + vítr podélný

Jméno **KZS2**

Popis **Stálé + sníh + vítr příčný**

Typ **Lineární - únosnost**

Metoda momentu od zvětšenél **ne**

Obsah kombinace

- ZS1a - Vlastní tíha [-] **1,350**
- ZS1b - Ostatní stálé [-] **1,350**
- ZS2 - Sníh [-] **1,500**
- ZS3 - Vítr příčný [-] **0,900**

Nový Vložit Upravit Smazat Zavřít

Krok 4: Nastavení výpočtu a výpočet vnitřních sil a deformací

- provedeme kontrolu geometrických dat
- nastavíme síť prvků
- spustíme výpočet

Kontrola geometrických dat

KONTROLA UZLŮ

Vyhledání uzlů 0%

Vyhledání zdvojených uzlů Ignorovat parametry 0%

KONTROLA PRVKŮ

Kontrola prvků

Vyhledání nulových prvků 0%

Vyhledání zdvojených prvků 0%

Pruty nulové: 0

Vymazání "nulových" prutů

Zdvojené prvky: 0

Vymazání zdvojených dílců

Chybné části: 0

Vymazat chybné části

KONTROLA DATOVÝCH REFERENCÍ

Zkontrolovat datové reference 0%

Paměťově efektivní metoda

Rychlá metoda

KONTROLA PŘÍDAVNÝCH DAT

Zkontrolovat polohu přídavných dat 0%

Kontrola bodů pro roznos volného zatížení 0%

Chybná pozice: 0

Správná pozice

Neplatná zatížení: 0

KONTROLA OCELOVÝCH PŘÍPOJŮ

Kontrola ocelových přípoj 0%

Vymazat chybné přípoje

Chybné přípoje: 0

Zkontrolovat zatěžovací p... Posoudit křížení

Kontrola přídavných dat Zkontrolovat duplicitu jm... Spustit Storno

Výpočet MKP

Výpočty

Lineární výpočet

Zatěžovací stavy: 5

Další procesy

Test vstupních dat

Uložit projekt po výpočtu

Nastavení sítě

Průměrný počet 1D konečných prvků 10

Průměrná velikost 1D konečných prvků 0,200

Průměrná velikost 2D konečných prvků 0,500

Propojit prvky / uzly

Nastavení parametrů pro propojení k ...

Pokročilá nastavení sítě

Nastavení řešiče

Zadejte zatěžovací stavy pro lineární

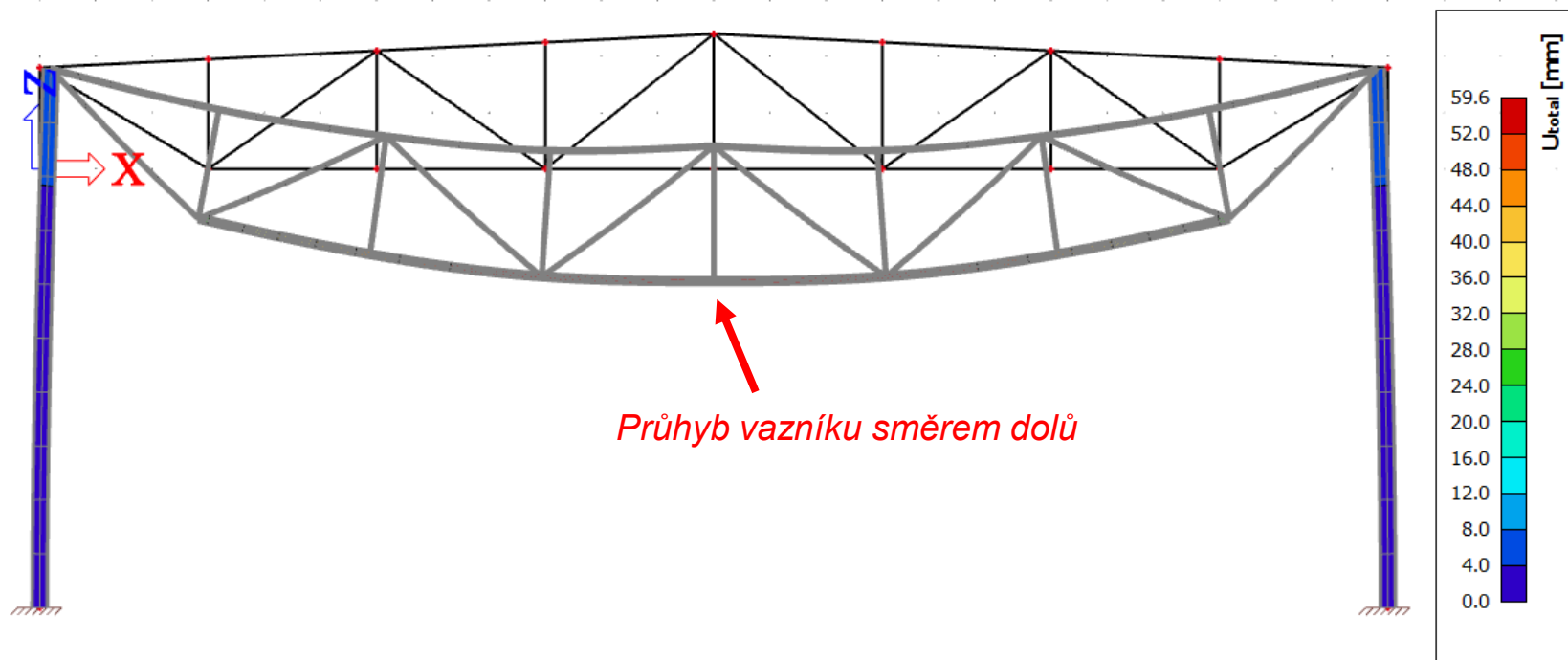
Seznam vybraných zatěžovacích stavů (všechny) ...

Pokročilá nastavení řešiče

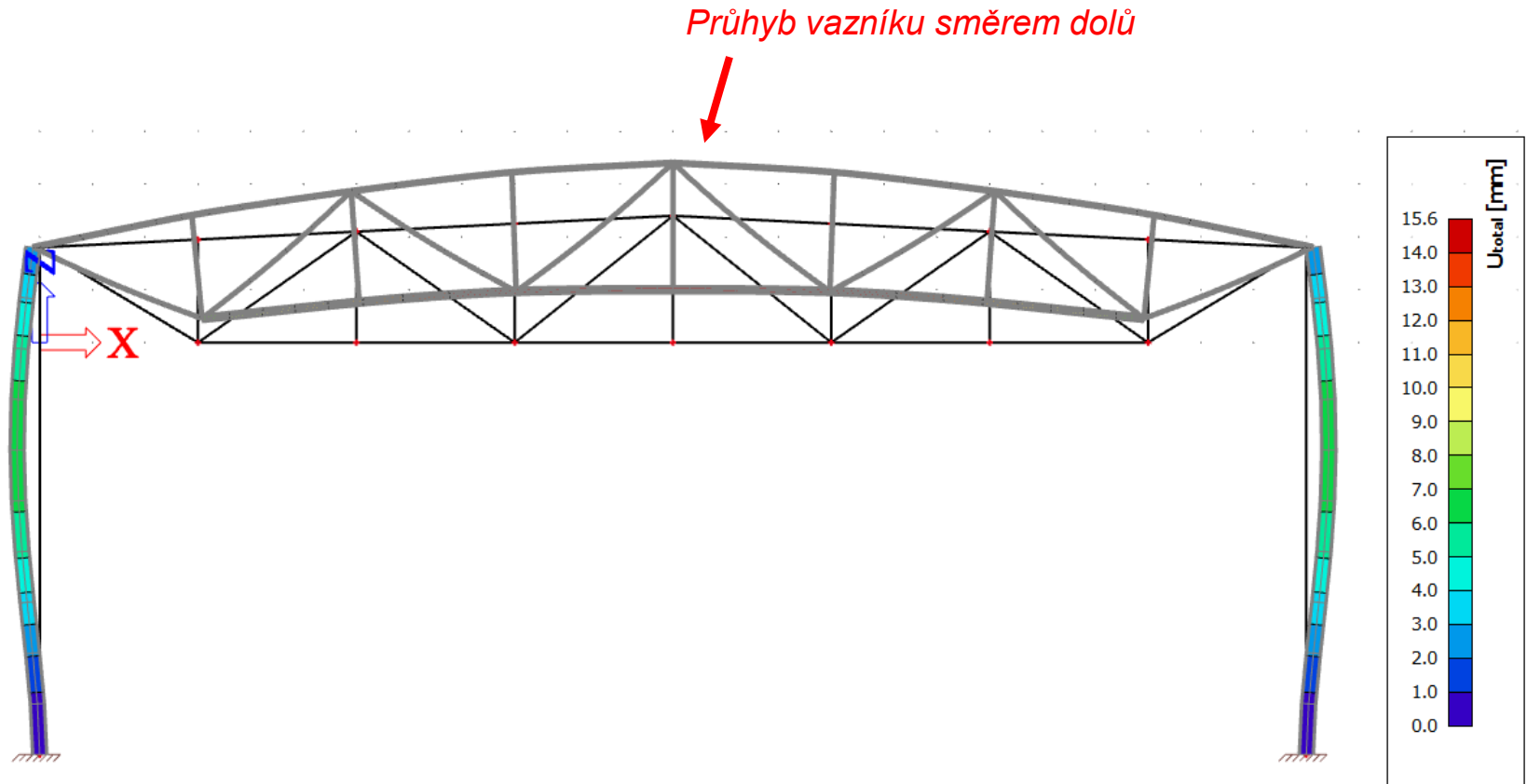
Vypočítat

Krok 5: Zobrazení vnitřních sil a deformací na konstrukci

- Nejprve zkontrolujeme, že se konstrukce chová tak, jak předpokládáme, abychom věděli, že v modelu nebyla udělaná nějaká zásadní chyba. Prohlédneme si tedy deformovaný tvar konstrukce. Například:
 - při působení svislého zatížení směrem **dolů** lze očekávat svislý průhyb vazníku směrem **dolů** – například kombinace KZS1:



- při působení svislého zatížení směrem **nahoru** lze očekávat svislý průhyb vazníku směrem **nahoru** – například kombinace KZS5:

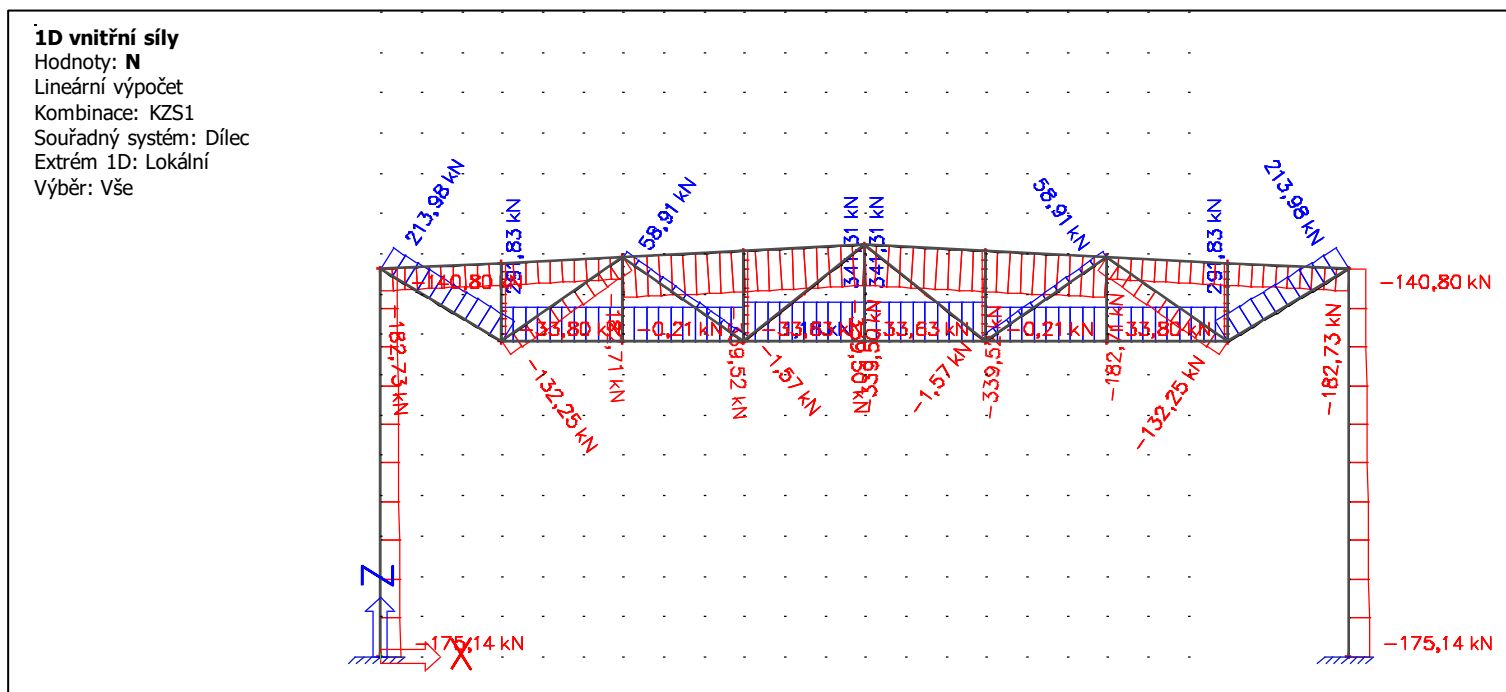


- při působení vodorovného zatížení lze očekávat naklonění sloupů a tedy vodorovný posun vazníku ve směru působení zatížení – například kombinace KZS4:



Krok 5: Zobrazení vnitřních sil a deformací na konstrukci

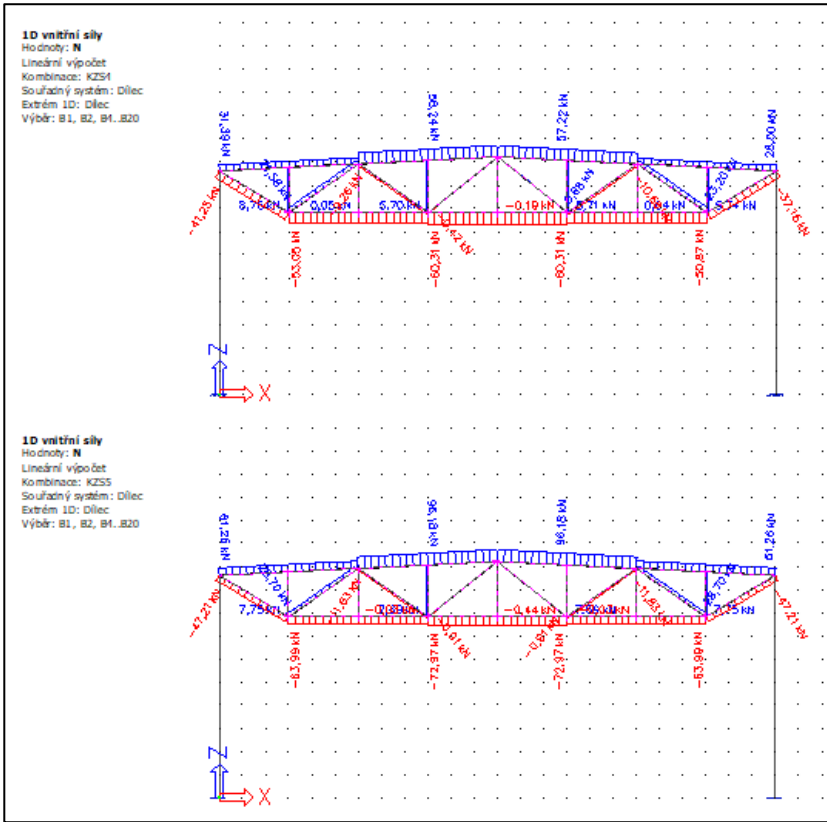
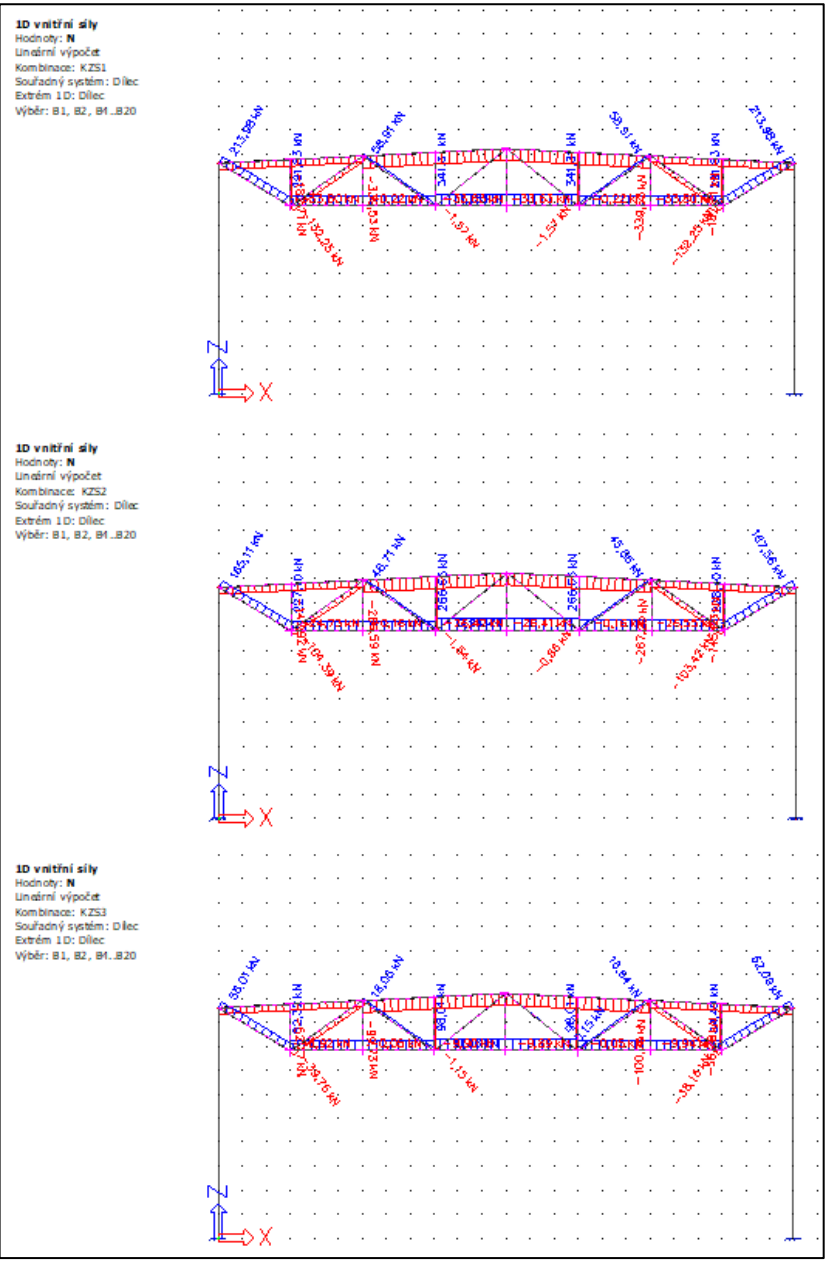
- Zobrazíme průběhy a hodnoty vnitřních sil na konstrukci, které nás zajímají:
 - 1) Normálové síly N na prutech vazníku
 - 2) Normálové síly N na sloupech
 - 3) Ohybové momenty M_y na sloupech
 - 4) Posouvající síly V_z na sloupech



Krok 6: Exportování průběhu vnitřních sil a deformací z programu

- Průběhy a hodnoty vnitřních sil na konstrukci, které nás zajímají, uložíme ve formátu JPEG například do Wordu.
- Uložíme rozhodující kombinace pro návrh prutů vazníku a sloupu:
 - 1) Normálové síly N na prutech vazníku od kombinací KZS1 až KZS5
 - 2) Normálové síly N na sloupech – obálka všech kombinací (tzv. třídy)
 - 3) Ohybové momenty M_y na sloupech – obálka všech kombinací (tzv. třídy)
 - 4) Posouvající síly V_z na sloupech – obálka všech kombinací (tzv. třídy)

1. Ocelové konstrukce – ocelová hala – výpočetní model příčné vazby



1. Ocelové konstrukce – ocelová hala – výpočetní model příčné vazby

