

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



Nádražní hala

Railway station

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

|                |                                   |
|----------------|-----------------------------------|
| Vypracoval:    | Tomáš Berger                      |
| Studijní obor: | Konstrukce pozemních staveb       |
| Vedoucí práce: | prof. Ing. Martina Eliášová, CSc. |
| Rok:           | 2022/2023                         |

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: BERGER Jméno: Tomáš Osobní číslo: 494194  
Zadávající katedra: Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí  
Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor/specializace: Konstrukce pozemních staveb

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Nádražní hala

Název bakalářské práce anglicky: Railway station

Pokyny pro vypracování:

Předběžný návrh variant řešení nosné ocelové konstrukce, podrobný statický výpočet vybrané varianty - návrh hlavních nosných prvků včetně významných detailů. Statický výpočet bude doplněn výkresovou dokumentací: dispoziční výkresy (púdorysy a řezy 1:100, 1:200), výkresy řešených detailů 1:10, technická zpráva.

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího bakalářské práce: prof. Ing. Martina Eliášová, CSc.

Datum zadání bakalářské práce: 21.2.2023

Termín odevzdání BP v IS KOS: 22.5.2023

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutně uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

**Čestné prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Nádražní hala zpracoval(a) samostatně za použití uvedené literatury a pramenů pod vedením prof. Ing. Martina Eliášová, CSc.

V Praze dne 20.5.2023

.....

Jméno Příjmení

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval prof. Ing. Martina Eliášová, CSc. za její odborné vedení, za trpělivost, čas, ochotu, vstřícnost a cenné rady při vedení mé bakalářské práce.

## Abstrakt:

Tato bakalářská práce je vypracována za účelem návrhu a posouzení ocelové konstrukce nádražní haly. Nejdříve byly navrženy a předběžně posouzeny varianty příčných vazeb ze kterých byla jedna vybrána. Pro vybranou variantu s příhradovým obloukovým vazníkem bylo podrobně spočítáno zatížení, které bylo přeneseno do 2D modelu příčné vazby. S jehož pomocí byly spočteny vnitřní síly. Pro tyto vnitřní síly byla konstrukce posouzena. Poté následoval výpočet detailů a jejich zkreslení společně s půdorysem a řezy. Posléze byla sepsána technická zpráva.

## Klíčová slova:

statický výpočet nádražní haly, obloukový příhradový vazník, ocel, návrh konstrukce,

**Abstract:**

This bachelor thesis is developed for the design and assessment of the steel structure of the station hall. Firstly, cross bracing alternatives were proposed and preliminarily assessed from which one was selected. The loads for the selected arch truss variant were calculated in detail and transferred to a 2D model of the transverse tie. The internal forces were calculated with the help of 2D model. The structure was assessed for these internal forces. This was followed by the calculation of details and their distortion along with the groundplan and sections. Subsequently, a technical report was written.

**Key words:**

static calculation of the Railway station, arch truss, steel, design of construction

Obsah:

1. Výpočtová část
  - 1.1 Předběžný statický výpočet
  - 1.2 Podrobný statický výpočet
2. Výkresová část
  - 2.1 Půdorys 1:200, Řezy 1:100, Detaily přípoju 1:10
  - 2.2 Detail patky
  - 2.3 Detail horního přípoje
3. Textová část
  - 3.1 Technická zpráva

# PŘEDBĚŽNÝ STATICKÝ VÝPOČET

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ



|                |                                   |
|----------------|-----------------------------------|
| Předmět:       | Bakalářská práce                  |
| Téma:          | Nádražní hala                     |
| Vypracoval:    | Tomáš Berger                      |
| Vedoucí práce: | prof. Ing. Martina Eliášová, CSc. |
| Rok:           | 2022/2023                         |

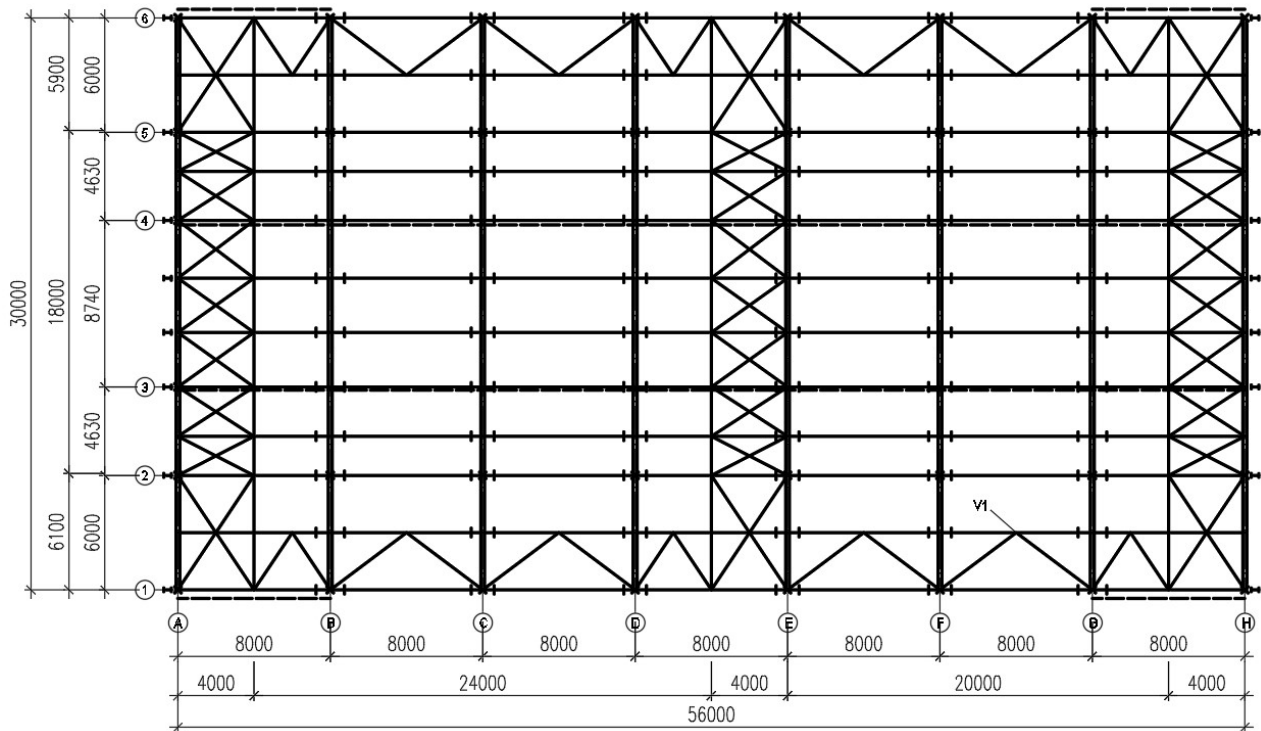


## **Obsah**

|  |    |
|--|----|
| 1. Schéma konstrukce                                 |    |
| 1.1 Půdorys  | 3  |
| 1.2 Schéma tvaru příčné vazby                        | 3  |
| 1.3 Podélný řez                                      | 4  |
| 2. Předběžné stanovení zatížení                      | 4  |
| 2.1. Zatížení stálé                                  | 4  |
| 2.2. Zatížení sněhem                                 | 6  |
| 2.3. Zatížení větrem                                 | 7  |
| 2.4. Zatížení užitné – stropní konstrukce            | 10 |
| 2.5. Použité kombinace                               | 10 |
| 3. Varianty řešení příčné vazby                      | 11 |
| 3.1. Varianta 1 - Ocelový plnostěnný oblouk          | 11 |
| 3.2. Varianta 2 - Ocelový plnostěnný oblouk s táhlem | 15 |
| 3.3. Varianta 3 - Ocelový příhradový oblouk          | 20 |
| 3.4. Varianta 4 - Ocelový příhradový oblouk s táhlem | 24 |
| 3.5. Varianta 5 - Ocelový příhradový oblouk s táhlem | 29 |
| 4. Porovnání   | 33 |

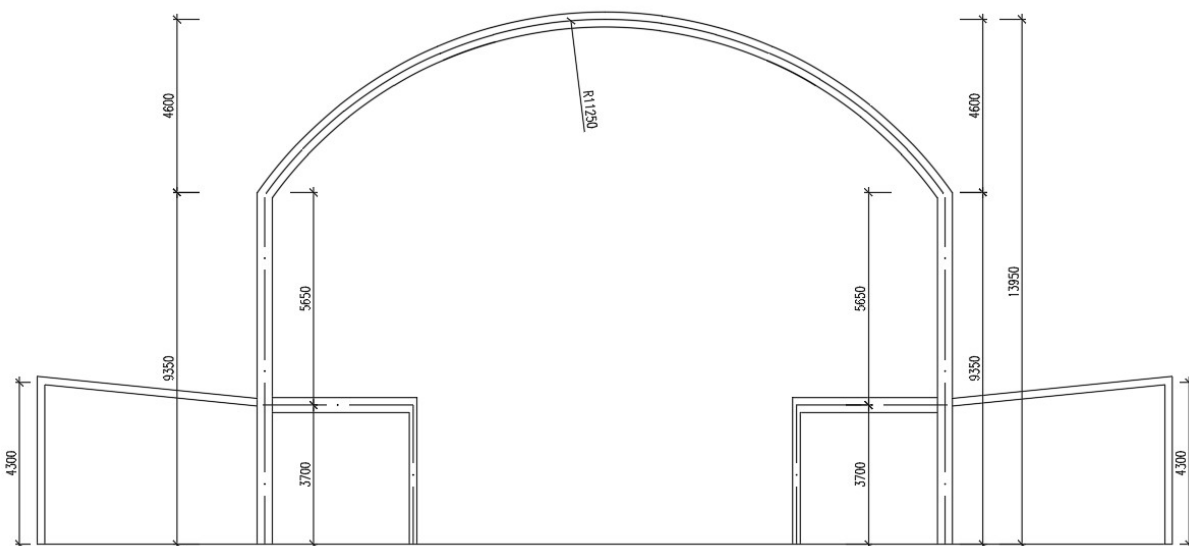
## 1. Schéma konstrukce

### 1.1 Půdorys



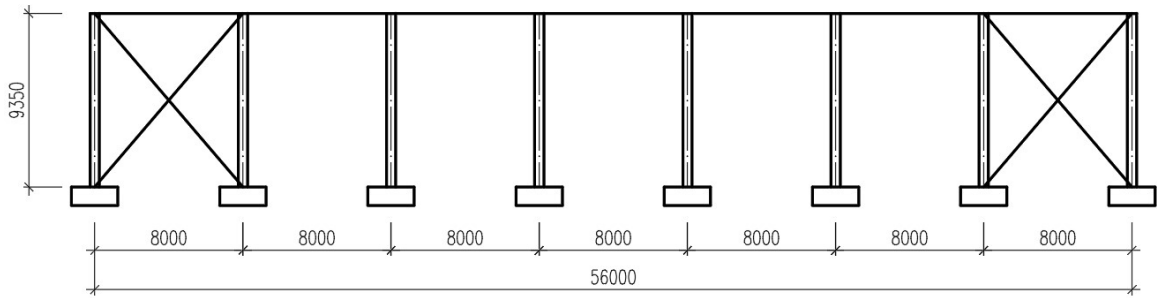
Obrázek 1 – dispoziční schéma půdorysu haly

### 1.2 Schéma tvaru příčné vazby



Obrázek 2 – schéma tvaru příčné vazby

### 1.3 Podélný řez



Obrázek 3 – pohled na dispozici haly

## 2. Předběžné stanovení zatížení

### 2.1. Zatížení stálé

Plošná zatížení jsou přepočítána na 8m délky je předpokládána vzdálenost příčných vazeb a 3m šířka je předpokládána vzdálenost vaznic. Plošné zatížení podlahou je přepočítáno na 2m šířky a 8m délky. Zatížení prosklení je uvažováno jako zavěšené na délku 8m. Odhad zatížení od vaznic je pouze orientační.

zatížení od vaznice – stálé

| zatížení             | charakteristické<br>zatížení<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | délka 8m<br>[kN/m] | šířka 3m<br>[kN] |
|----------------------|--|--------------------|------------------|
| Kalzip tl. 1mm       | 0,03   | 0,24               | 0,72             |
| tep. izolace+ profil | 0,10   | 0,80               | 2,40             |
| trapézový plech      | 0,12   | 0,96               | 2,88             |
|                      |  | +odhad vaznice     | 0,80             |
|                      |  | Σ                  | 6,73             |

zatížení od krajní vaznice – stálé

| zatížení             | charakteristické<br>zatížení<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | délka 8m<br>[kN/m] | šířka 1,5m<br>[kN] |
|----------------------|--|--------------------|--------------------|
| Kalzip tl. 1mm       | 0,03   | 0,22               | 0,32               |
| tep. izolace+ profil | 0,10   | 0,80               | 1,20               |
| trapézový plech      | 0,12   | 0,96               | 1,44               |
|                      |  | +odhad vaznice     | 0,80               |
|                      |  | Σ                  | 3,76               |

zatížení od obvodového pláště – stálé

| zatížení                   | charakteristické<br>zatížení<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | délka 8m<br>[kN/m] |
|----------------------------|--|--------------------|
| Kingspan<br>KS1000/1150 NF | 0,16   | 1,31               |
|                            | Σ  | 1,31               |

## zatížení prosklením - stálé

| zatížení             | charakteristické<br>zatížení | délka 8m |
|----------------------|------------------------------|----------|
|                      | [kN/m <sup>2</sup> ]         | [kN/m]   |
| bezpečnostní<br>sklo | 0,20                         | 1,60     |
|                      | Σ                            | 1,60     |

## zatížení stropem–stálé

| zatížení                  | charakteristické<br>zatížení | délka 8m       | šířka 2m |
|---------------------------|------------------------------|----------------|----------|
|                           | [kN/m <sup>2</sup> ]         | [kN/m]         | [kN]     |
| dlažba+stěrka             | 0,16                         | 1,28           | 2,56     |
| anhydrid 50mm             | 1                            | 8              | 16       |
| Pe                        | xxx                          | xx             | xx       |
| Kročejová izolace<br>40mm | 0,04                         | 0,32           | 0,64     |
| Beton 100mm               | 2,5                          | 20             | 40       |
| trapez                    | 0,15                         | 1,20           | 2,40     |
|                           |                              | +odhad vaznice | 2,40     |
|                           |                              | Σ              | 64       |

## zatížení stropem krajní–stálé

| zatížení                  | charakteristické<br>zatížení | délka 8m       | šířka 1m |
|---------------------------|------------------------------|----------------|----------|
|                           | [kN/m <sup>2</sup> ]         | [kN/m]         | [kN]     |
| dlažba+stěrka             | 0,16                         | 1,28           | 1,28     |
| beton 50mm                | 1                            | 8              | 8        |
| Pe                        | xxx                          | xx             | xx       |
| Kročejová izolace<br>50mm | 0,04                         | 0,32           | 0,32     |
| Beton 100mm               | 2,5                          | 20             | 20       |
| trapez                    | 0,15                         | 1,20           | 1,20     |
|                           |                              | +odhad vaznice | 2,40     |
|                           |                              | Σ              | 33,2     |

## zatížení zábradlím–stálé

| zatížení                        | charakteristické<br>zatížení | délka 8m | výška 1,1m |
|---------------------------------|------------------------------|----------|------------|
|                                 | [kN/m <sup>2</sup> ]         | [kN/m]   | [kN]       |
| bezpečnostní sklo<br>výška 1,1m | 0,20                         | 1,60     | 1,76       |
|                                 |                              | Σ        | 1,76       |

## 2.2 Zatížení sněhem

Pro zjednodušení uvažuji zatížení sněhem konstantní. Zatížení jsou pro zjednodušení přepočítána na 8m délky předpokládaná vzdálenost příčných vazeb a 3m šířka předpokládaná vzdálenost vaznic.

Strakonice → Charakteristická hodnota zatížení na zemi  $S_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$

### Střecha A a C

- $\mu_1 = 0,8$
- $\mu_2 = 0,8 + 0,8 \cdot \frac{\alpha}{30} = 0,8 + 0,8 \cdot \frac{10}{30} = 1,066$
- Součinitel expozice
  - $C_e = 1$
- Tepelný součinitel
  - $C_t = 1$
- Charakteristická hodnota zatížení sněhem na střeše
 
$$S = u_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

$$S = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7$$

$$S = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

### Střecha B

- $\mu_1 = 0,8$
- Součinitel expozice
  - $C_e = 1$
- Tepelný součinitel
  - $C_t = 1$
- Charakteristická hodnota zatížení sněhem na střeše
 
$$S = u_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

$$S = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7$$

$$S = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

zatížení sněhem vnitřní vazba–proměnné

| zatížení | charakteristické<br>zatížení | délka 8m | výška 3m |
|----------|------------------------------|----------|----------|
|          | [kN/m <sup>2</sup> ]         | [kN/m]   | [kN]     |
| sníh     | 0,56                         | 4,48     | 13,44    |
|          |                              | Σ        | 13,44    |

zatížení sněhem krajní vazba–proměnné

| zatížení | charakteristické<br>zatížení | délka 8m | výška 1,5m |
|----------|------------------------------|----------|------------|
|          | [kN/m <sup>2</sup> ]         | [kN/m]   | [kN]       |
| sníh     | 0,56                         | 4,48     | 6,72       |
|          |                              | Σ        | 6,72       |

### 2.3 Zatížení větrem

Pro zjednodušení uvažuji pouze s hodnotami sání a hodnotami které mají největší zastoupení. K tlaku dochází pouze v okrajových části střechy. Uvažuji pouze příčný vítr.

Strakonice – II. větrná oblast

→ výchozí základní rychlost větru  $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

kategorie terénu – III

→ oblast rovnoměrně pokrytá vegetací nebo budovami s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20m násobek výšky překážky

→  $z_0 = 0,3\text{m}$ ,  $z_{\min} = 5\text{m}$ ,  $z_{\max} = 200\text{m}$ ,  $z_{0,II} = 0,05\text{m}$

výška objektu 13,950m, šířka objektu 18m, délka objektu 56m

základní rychlost větru  $v_b$

$$V_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot V_{b,0}$$

$$V_b = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25$$

$$V_b = 25 \text{ m/s}$$

$c_{dir} = 1,0$  - součinitel směru větru – doporučená hodnota

$c_{season} = 1,0$  - součinitel ročního období – doporučená hodnota

charakteristická střední rychlost větru  $v_b(z)$  ve výšce nad terénem

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b \rightarrow v_m(13,95) = 0,828 \cdot 1 \cdot 25 = 20,69 \text{ m/s}$$

$c_r(z)$  – součinitel drsnosti

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln \frac{z}{z_0} \rightarrow c_r(13,95) = 0,215 \cdot \ln \left( \frac{13,95}{0,3} \right) = 0,828$$

pokud' platí  $z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \rightarrow 5\text{m} \leq 13,95 \leq 200\text{m}$

$k_r$  – součinitel terénu

$$k_r = 0,19 \cdot \frac{z_0^{0,007}}{z_{0,II}} = 0,19 \cdot \frac{0,3^{0,007}}{0,05} = 0,215$$

$c_o(z)$  – součinitel orografie

$$c_o(z) = 1$$

turbulence větru

$$\text{Intenzita turbulence větru ve výšce } z: I_v(z) = \frac{k_I}{c_o(z) \cdot \ln \left( \frac{z}{z_0} \right)} \rightarrow$$

$$I_v(13,95) = \frac{1}{1 \cdot \ln \left( \frac{13,95}{0,3} \right)} = 0,26$$

$K_I = 1$  – součinitel turbulence – doporučená hodnota

maximální dynamický tlak:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = c_e(z) \cdot q_b(z)$$

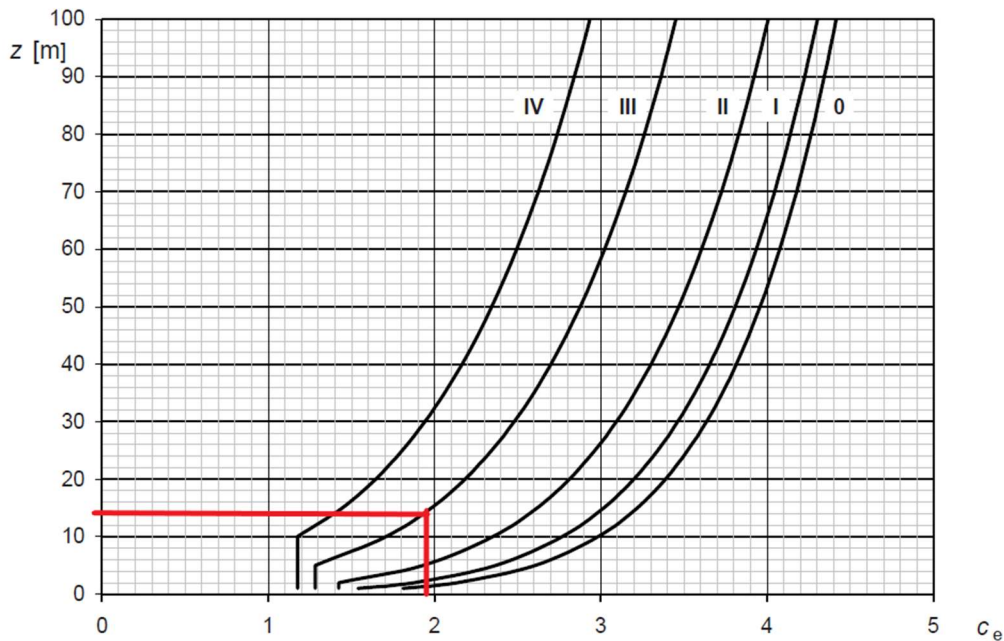
$$q_p(13,95) = [1 + 7 \cdot 0,26] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 20,69^2$$

$$q_p(13,95) = 0,755 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p = 1,94 \cdot 0,39$$

$$q_p = 0,755 \text{ kN/m}$$

$c_e(z)$  – součinitel expozice 1,94 – odečteno z grafu



obrázek 4 – součinitel expozice

základní dynamický tlak větru:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 0,39 \frac{kN}{m^2}$$

tlak větru na vnější povrch:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

$$w_e = 0,755 \cdot c_{pe} \rightarrow A \geq 10m^2 \rightarrow C_{pe,10}$$

zatížení příčným větrem krajní vazba část A  
- proměnné

| zatížení    | charakteristické<br>zatížení | délka 8m | šířka 1,5m |
|-------------|------------------------------|----------|------------|
|             | [kN/m <sup>2</sup> ]         | [kN/m]   | [kN]       |
| příčný vítr | -1,08                        | -8,64    | -12,96     |
|             |                              | Σ        | -12,96     |

zatížení příčným větrem vnitřní vazba část A  
- proměnné

| zatížení    | charakteristické<br>zatížení | délka 8m | šířka 3m |
|-------------|------------------------------|----------|----------|
|             | [kN/m <sup>2</sup> ]         | [kN/m]   | [kN]     |
| příčný vítr | -1,08                        | -8,64    | -25,92   |
|             |                              | Σ        | -25,92   |

zatížení příčným větrem krajní vazba část B  
- proměnné

| zatížení    | charakteristické<br>zatížení | délka 8m | šířka 1,5m |
|-------------|------------------------------|----------|------------|
|             | [kN/m <sup>2</sup> ]         | [kN/m]   | [kN]       |
| příčný vítr | -0,80                        | -6,40    | -9,6       |
|             |                              | Σ        | -9,60      |

zatížení příčným větrem vnitřní vazba část B  
- proměnné

| zatížení    | charakteristické<br>zatížení | délka 8m | šířka 3m |
|-------------|------------------------------|----------|----------|
|             | [kN/m <sup>2</sup> ]         | [kN/m]   | [kN]     |
| příčný vítr | -0,80                        | -6,40    | -19,2    |
|             |                              | Σ        | -19,20   |

zatížení příčným větrem krajní vazba část C  
- proměnné

| zatížení    | charakteristické<br>zatížení | délka 8m | šířka 1,5m |
|-------------|------------------------------|----------|------------|
|             | [kN/m <sup>2</sup> ]         | [kN/m]   | [kN]       |
| příčný vítr | -0,83                        | -6,64    | -9,96      |
|             |                              | Σ        | -9,96      |

zatížení příčným větrem vnitřní vazba část C  
- proměnné

| zatížení    | charakteristické<br>zatížení | délka 8m | šířka 3m |
|-------------|------------------------------|----------|----------|
|             | [kN/m <sup>2</sup> ]         | [kN/m]   | [kN]     |
| příčný vítr | -0,83                        | -6,64    | -19,92   |
|             |                              | Σ        | -19,92   |

zatížení na plášť příčným větrem tlak  
- proměnné

| zatížení    | charakteristické<br>zatížení | délka 8m |
|-------------|------------------------------|----------|
|             | [kN/m <sup>2</sup> ]         | [kN/m]   |
| příčný vítr | 0,47                         | 3,76     |
|             |                              | Σ        |
|             |                              | 3,76     |

Zatížení na plášť příčným větrem sání  
- proměnné

| zatížení    | charakteristické zatížení | délka 8m |
|-------------|---------------------------|----------|
|             | [kN/m <sup>2</sup> ]      | [kN/m]   |
| příčný vítr | -0,23                     | -1,84    |
|             |                           | Σ        |
|             |                           | -1,84    |



## 2.4 Zatížení užitná – stropní konstrukce

Plošné zatížení podlahou je přepočítáno na 2m šířky a 8m délky.

zatížení užitná zatížení stropů - proměnné

| zatížení           | charakteristické zatížení | délka 8m | šířka 2m |
|--------------------|---------------------------|----------|----------|
|                    | [kN/m <sup>2</sup> ]      | [kN/m]   | [kN]     |
| strop kategorie C2 | 4,00                      | 32,00    | 64,00    |
|                    |                           | Σ        | 64,00    |

zatížení užitná zatížení stropů krajní  
- proměnné

| zatížení           | charakteristické zatížení | délka 8m | šířka 1m |
|--------------------|---------------------------|----------|----------|
|                    | [kN/m <sup>2</sup> ]      | [kN/m]   | [kN]     |
| strop kategorie C2 | 4,00                      | 32,00    | 32,00    |
|                    |                           | Σ        | 32,00    |

## 2.5 Použité kombinace

Pro zjednodušení jsou použity kombinace

### MSÚ

Kombinace 1 –stálé + sníh + stropní konstrukce

Kombinace 2 –stálé +sníh + 0,6\*vítr příčný + stropní konstrukce

Kombinace 3 –stále + 0,5\*sníh + vítr příčný + stropní konstrukce

Kombinace 4 – stále min. + vítr příčný + stropní konstrukce

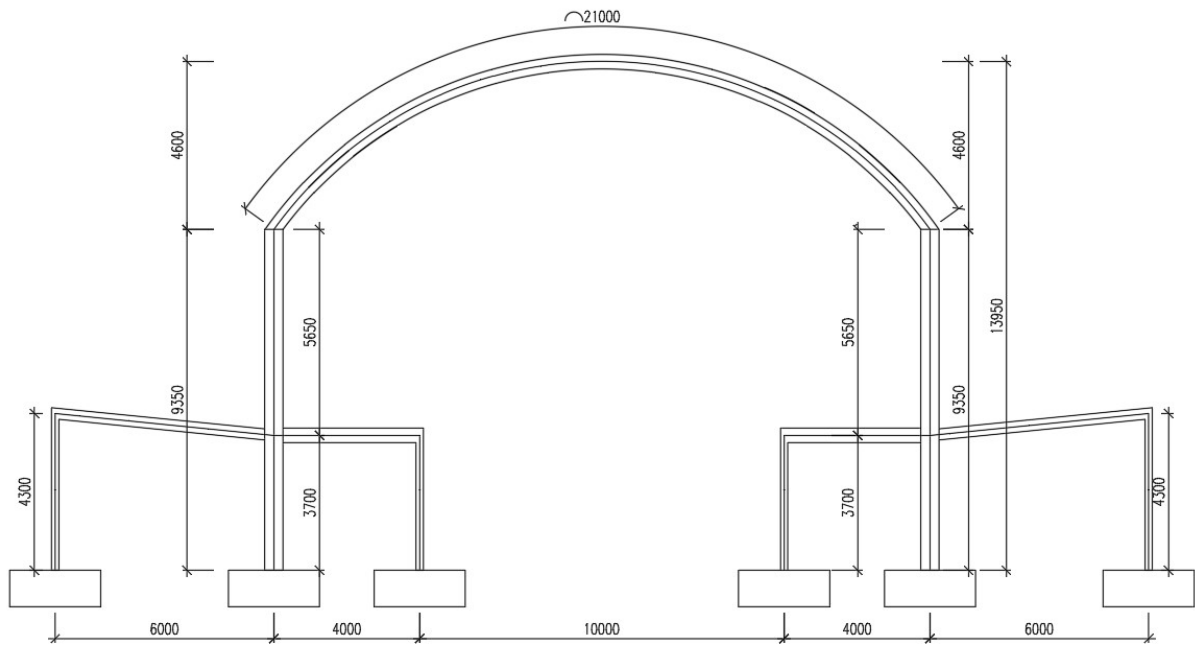
### MSP

Kombinace 5- stále min. + sníh min. + vítr příčný min. +stropní konstrukce min.

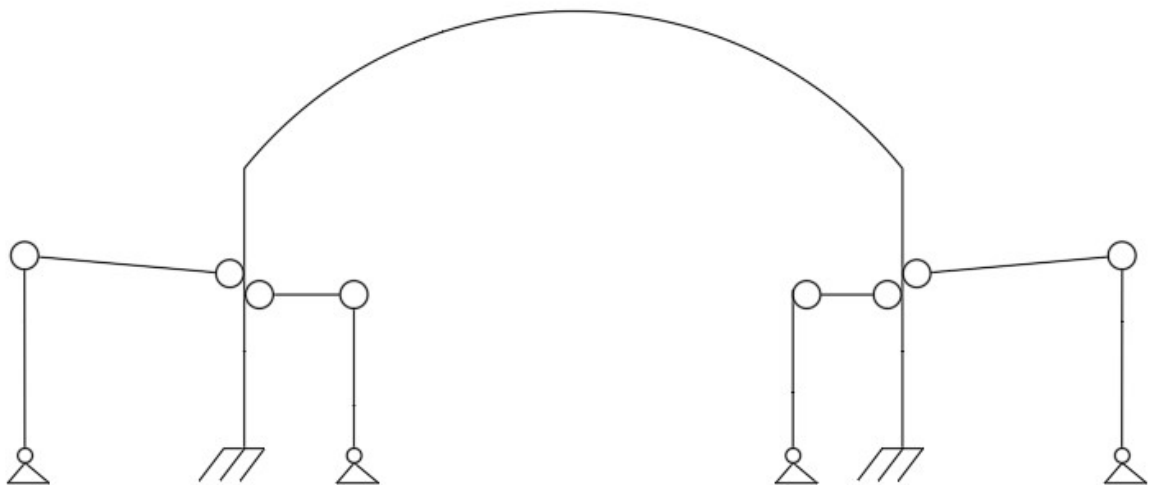
### 3. Varianty řešení příčné vazby

#### 3.1 Varianta 1 - Ocelový plnostěnný oblouk

##### Příčný řez

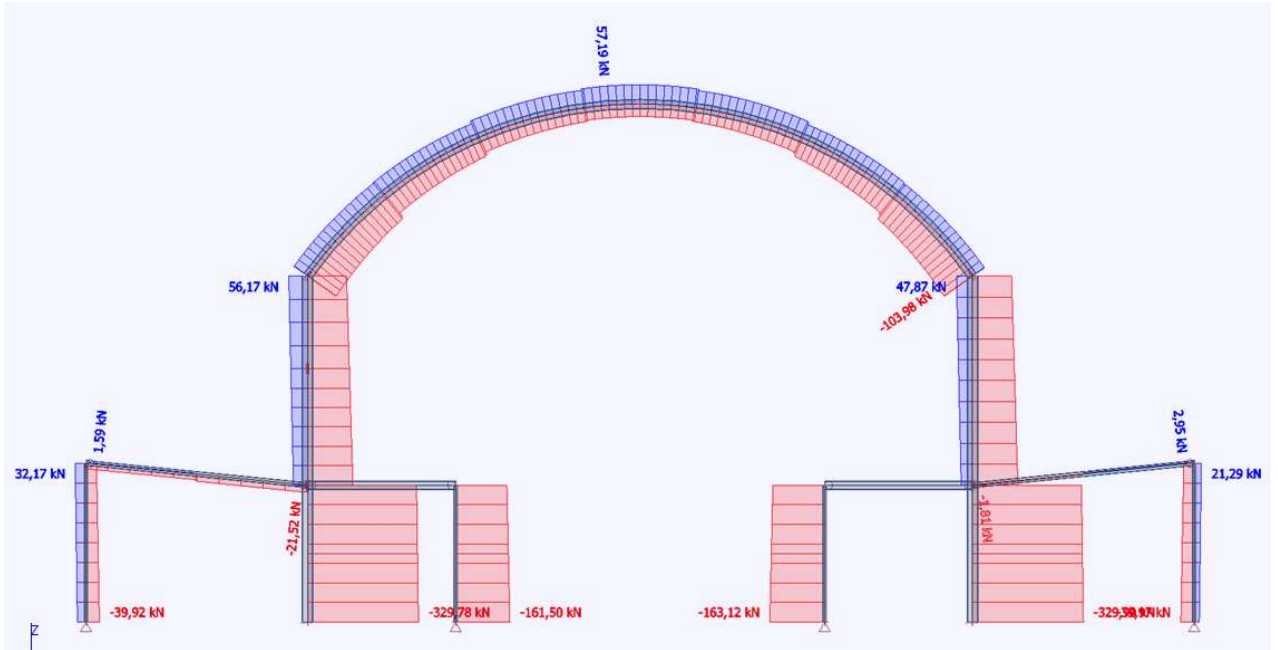


#### Statické schéma

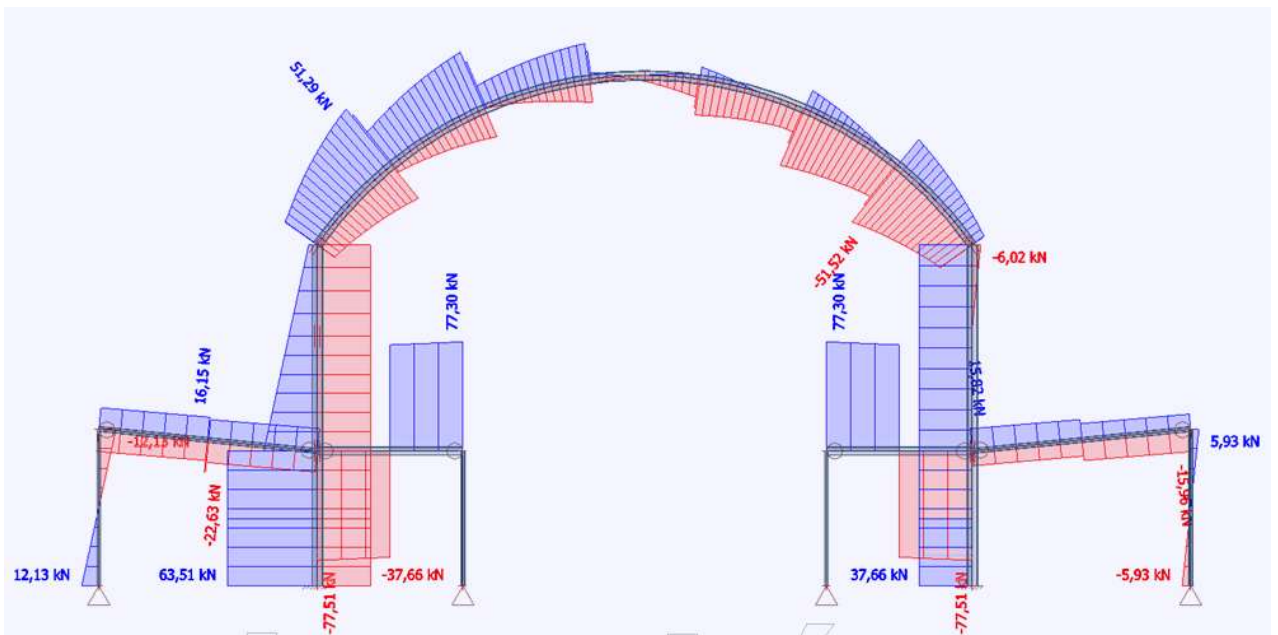


### Průběh vybraných vnitřních sil (MSÚ-max):

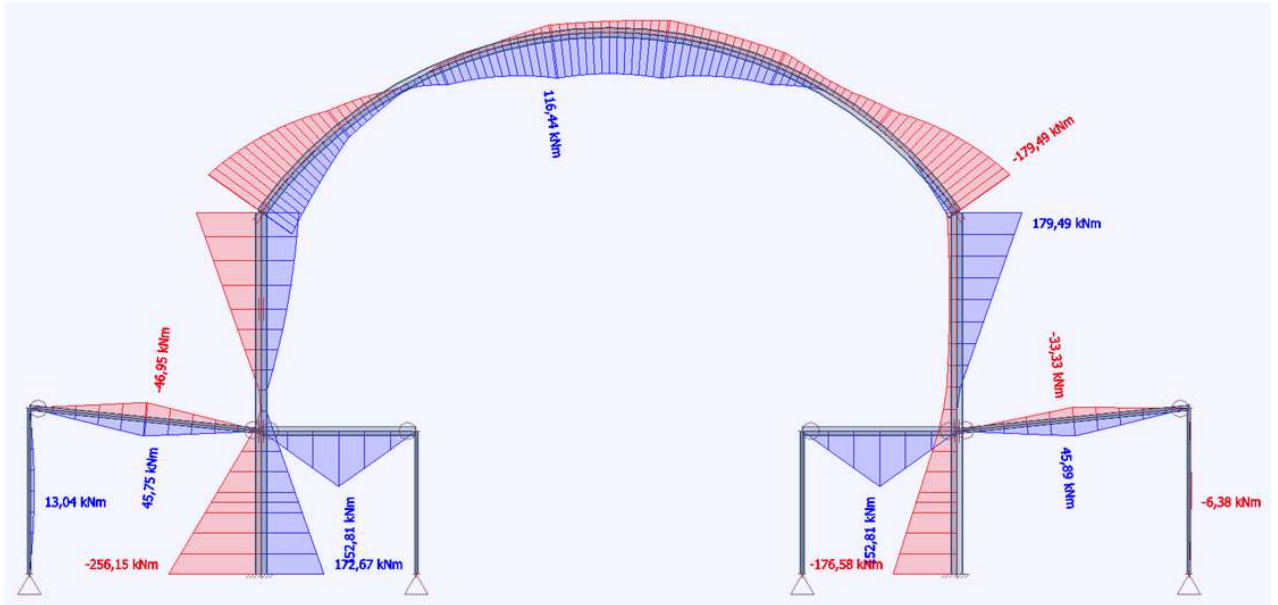
Průběh N [kN]:



Průběh Vz [kN]:

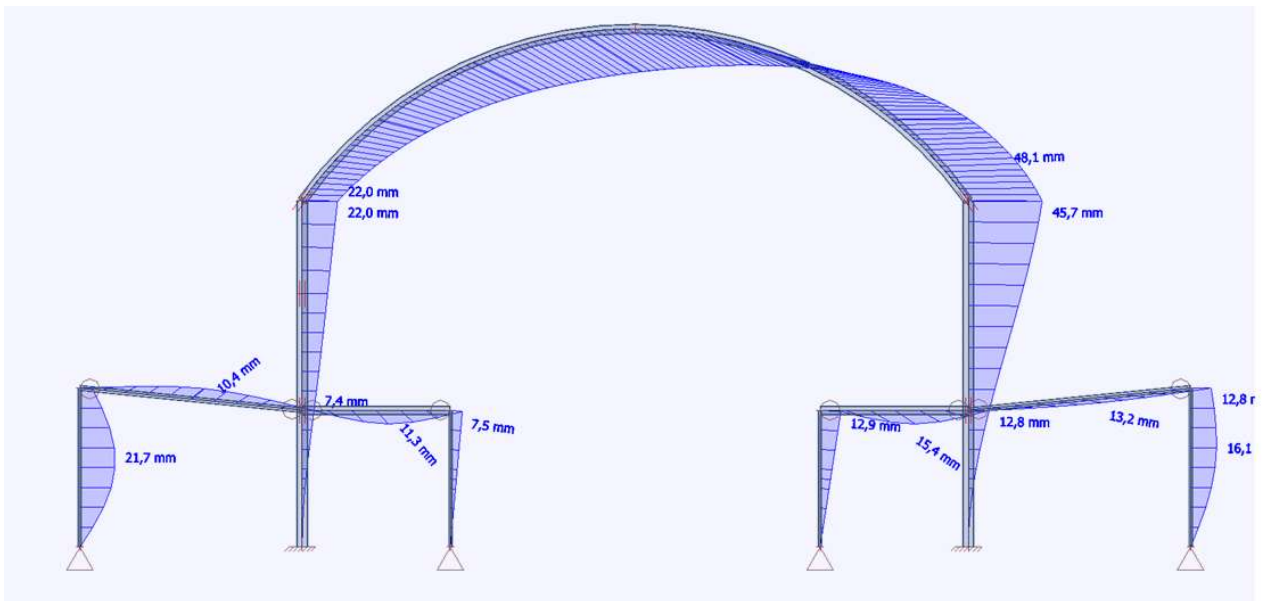


Průběh  $M_y$  [kNm]:



Deformace (MSP):

Průběh  $U_{tot}$  [mm] :





### **Předběžný posudek:**

Následující posudek je pouze orientační, je zde posuzován vodorovný a svislý průhyb prvků. Ocel S355.

#### Sloup 1 - průhyb

- Navržený profil HEB 100

$21,7\text{mm} < h/150 = 4300/150 = 28,6\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

#### Sloup 2 - průhyb

- Navržený profil HEB 300

$22\text{mm} < h/150 = 9350/150 = 62,3\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

#### Sloup 3 - průhyb

- Navržený profil HEB 100

$7,5\text{mm} < 3700/150 = 3700/150 = 24,6\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

#### Sloup 4 - průhyb

- Navržený profil HEB 100

$12,9\text{mm} < 3700/150 = 3700/150 = 24,6\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

#### Sloup 5 - průhyb

- Navržený profil HEB 300

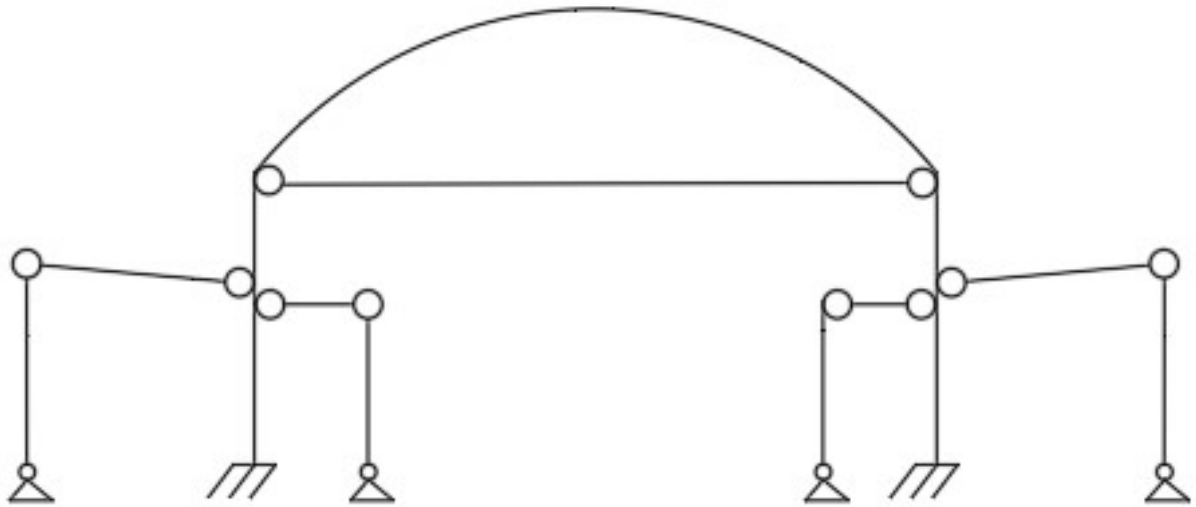
$45,7\text{mm} < h/150 = 9350/150 = 62,3\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

#### Sloup 6 - průhyb

- Navržený profil HEB 100

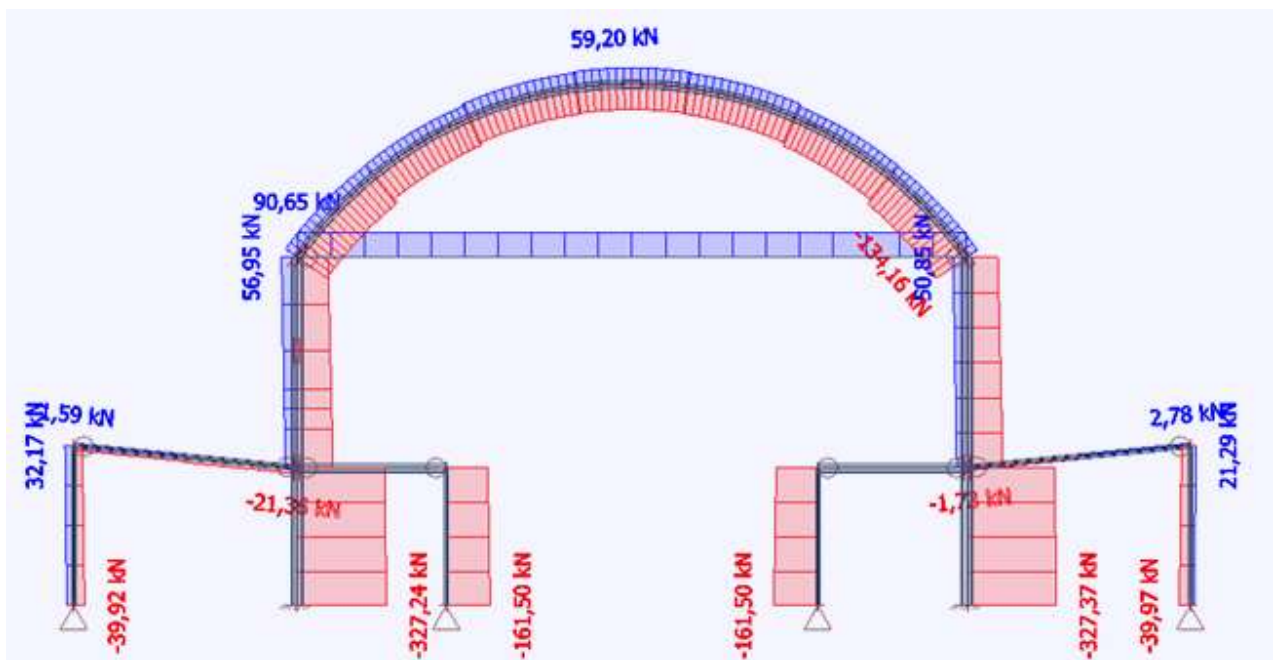


### Statické schéma

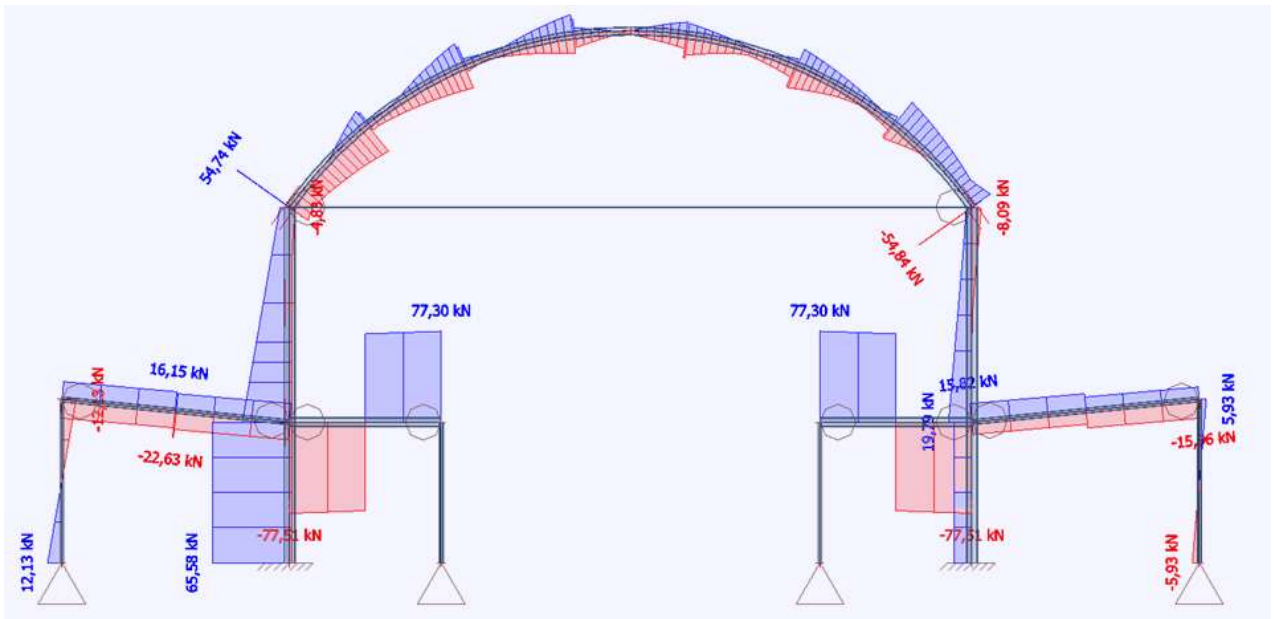


### Průběh vybraných vnitřních sil (MSÚ-max):

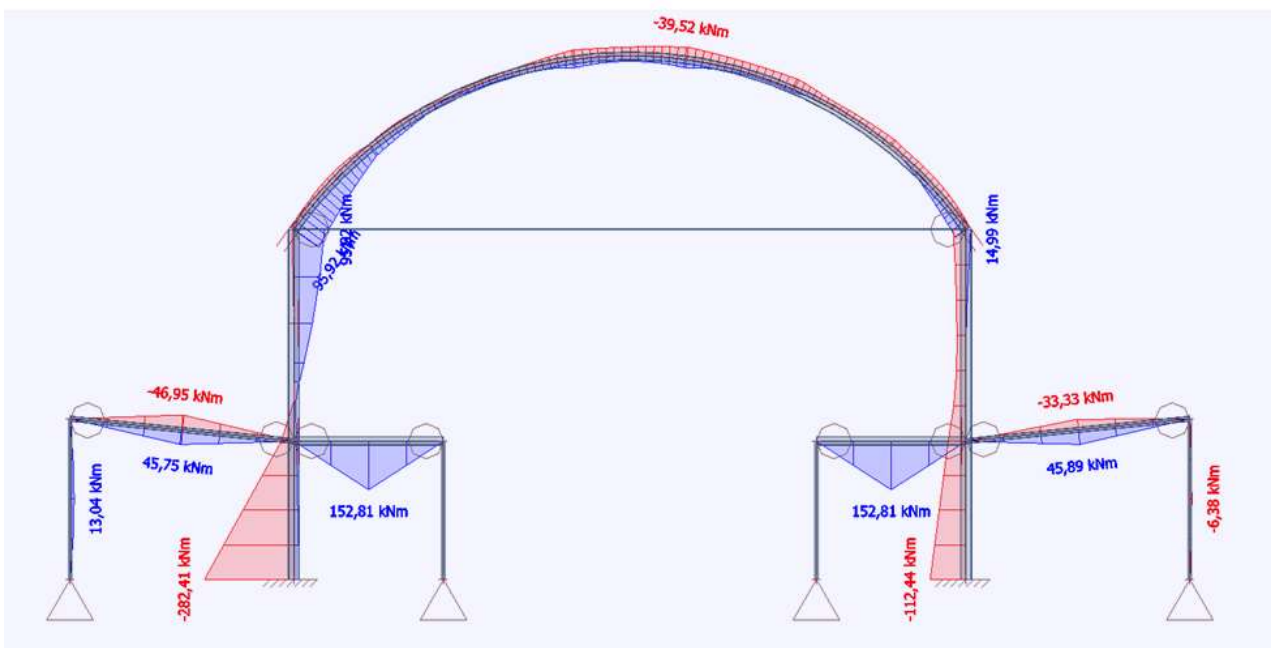
Průběh N [kN]:



Průběh Vz [kN]:



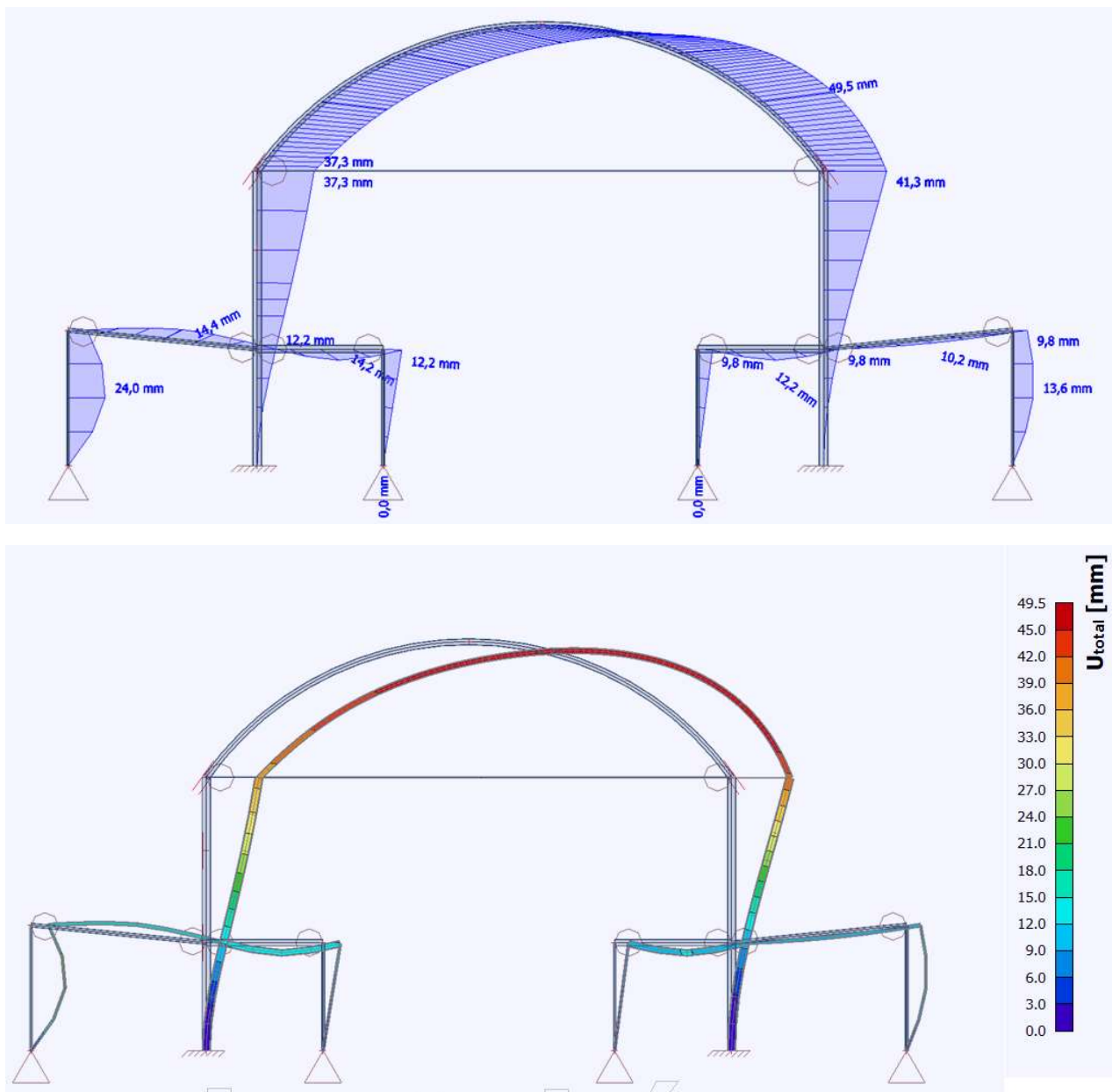
Průběh My [kNm]:





### Deformace (MSP):

Průběh Utot [mm]:



### Předběžný posudek:

Následující posudek je pouze orientační, je zde posuzován vodorovný a svislý průhyb prvků. Ocel S355. Táhlo je tyč průřezu 25mm.

#### Sloup 1 - průhyb

- Navržený profil HEB 100

$$24\text{mm} < h/150 = 4300/150 = 28,6\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

#### Sloup 2 - průhyb

- Navržený profil HEB 300

$$37,3\text{mm} < h/150 = 9350/150 = 62,3\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Sloup 3 - průhyb

- Navržený profil HEB 100

$$12,2\text{mm} < 3700/150 = 3700/150 = 24,6\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Sloup 4 - průhyb

- Navržený profil HEB 100

$$9,8\text{mm} < 3700/150 = 3700/150 = 24,6\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Sloup 5 - průhyb

- Navržený profil HEB 300

$$41,3\text{mm} < h/150 = 9350/150 = 62,3\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Sloup 6 - průhyb

- Navržený profil HEB 100

$$13,6\text{mm} < h/150 = 4300/150 = 28,6\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vazník A - průhyb

- Navržený profil HEB 140

$$14,4\text{mm} < L/250 = 6000/150 = 28,6\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vazník B - průhyb

- Navržený profil HEB 220

$$49,5\text{mm} < L/250 = 18000/250 = 72\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vazník C - průhyb

- Navržený profil HEB 140

$$10,2\text{mm} < L/250 = 6000/150 = 28,6\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Průvlak 1 - průhyb

- Navržený profil HEB 240

$$14,2\text{mm} < L/250 = 4000/250 = 16\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Průvlak 2 - průhyb

- Navržený profil HEB 200

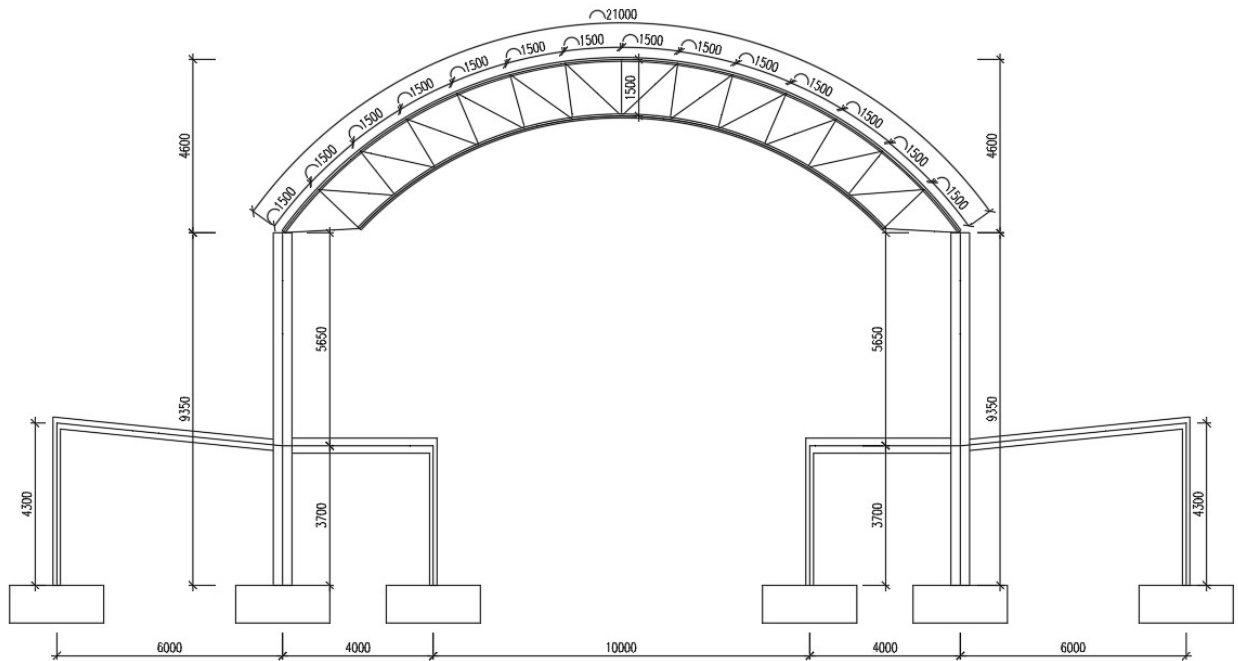
$$12,2\text{mm} < L/250 = 4000/250 = 16\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Celková hmotnost oceli

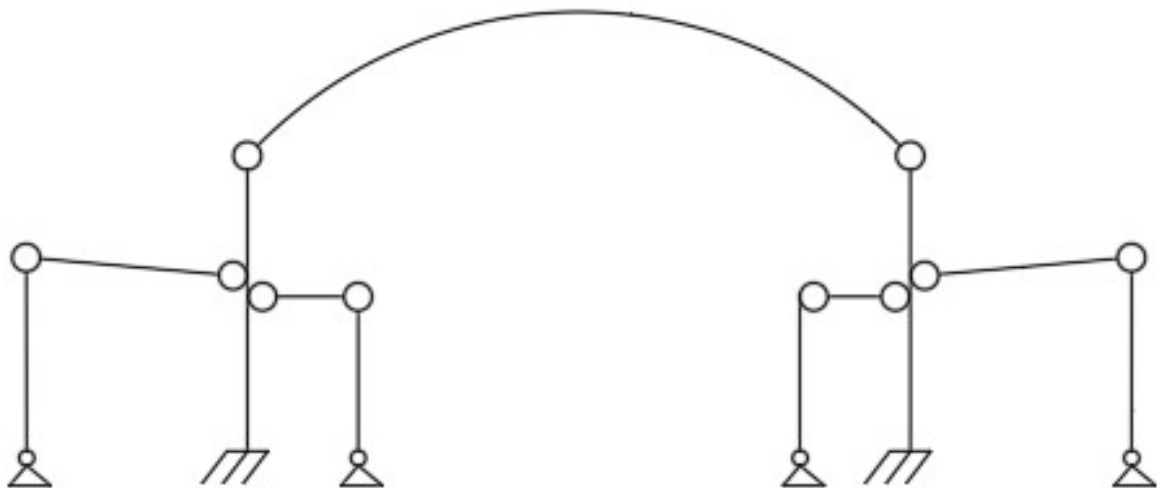
5162,67kg

### 3.3 Varianta 3 - Ocelový příhradový oblouk

#### Příčný řez

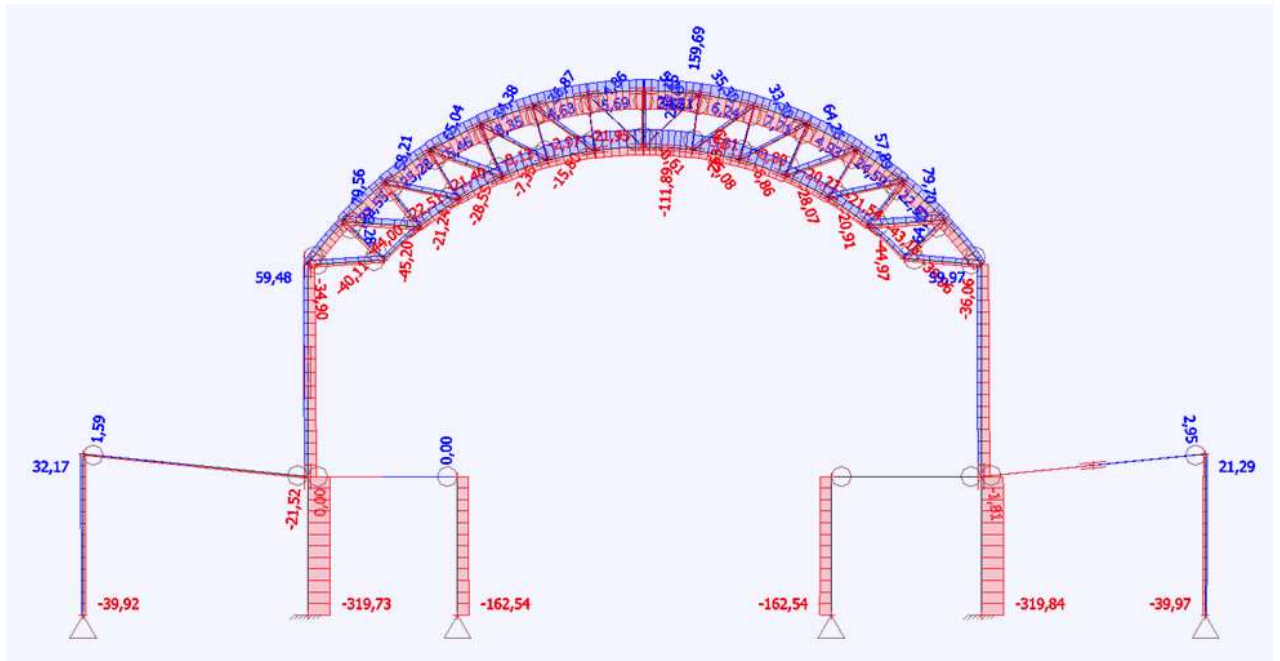


#### Statické schéma

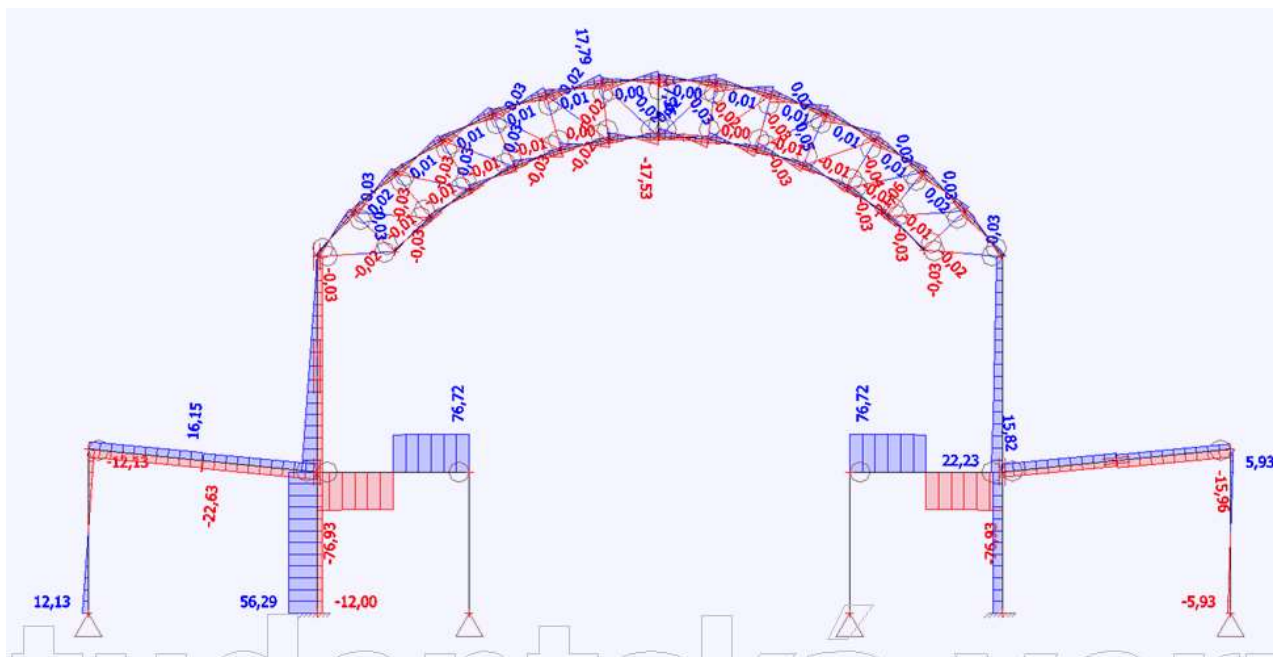


### Průběh vybraných vnitřních sil (MSÚ-max):

Průběh N [kN]:



Průběh Vz [kN]:







### **Předběžný posudek:**

Následující posudek je pouze orientační, je zde posuzován vodorovný a svislý průhyb prvků.

Ocel S355. Diagonály RO26,9X4.

#### Sloup 1 - průhyb

- Navržený profil HEB 100

$223,6\text{mm} < h/150 = 4300/150 = 28,6\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

#### Sloup 2 - průhyb

- Navržený profil HEB 320

$36,4\text{mm} < h/150 = 9350/150 = 62,3\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

#### Sloup 3 - průhyb

- Navržený profil HEB 100

$10,6\text{mm} < 3700/150 = 3700/150 = 24,6\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

#### Sloup 4 - průhyb

- Navržený profil HEB 100

$11,6\text{mm} < 3700/150 = 3700/150 = 24,6\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

#### Sloup 5 - průhyb

- Navržený profil HEB 300

$54,2\text{mm} < h/150 = 9350/150 = 62,3\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

#### Sloup 6 - průhyb

- Navržený profil HEB 100

$15,3\text{mm} < h/150 = 4300/150 = 28,6\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

### Vazník A - průhyb

- Navržený profil HEB 140

$$13,0\text{mm} < L/250 = 6000/150 = 28,6\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

### Horní pás příhradoviny - průhyb

- Navržený profil R070X4

$$54,2\text{mm} < L/250 = 18000/250 = 72\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

### Spodní pás příhradoviny - průhyb

- Navržený profil R070X4

$$53,6\text{mm} < L/250 = 18000/250 = 72\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

### Vazník C - průhyb

- Navržený profil HEB 140

$$12,0\text{mm} < L/250 = 6000/150 = 28,6\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

### Průvlak 1 - průhyb

- Navržený profil HEB 240

$$13,6\text{mm} < L/250 = 4000/250 = 16\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

### Průvlak 2 - průhyb

- Navržený profil HEB 240

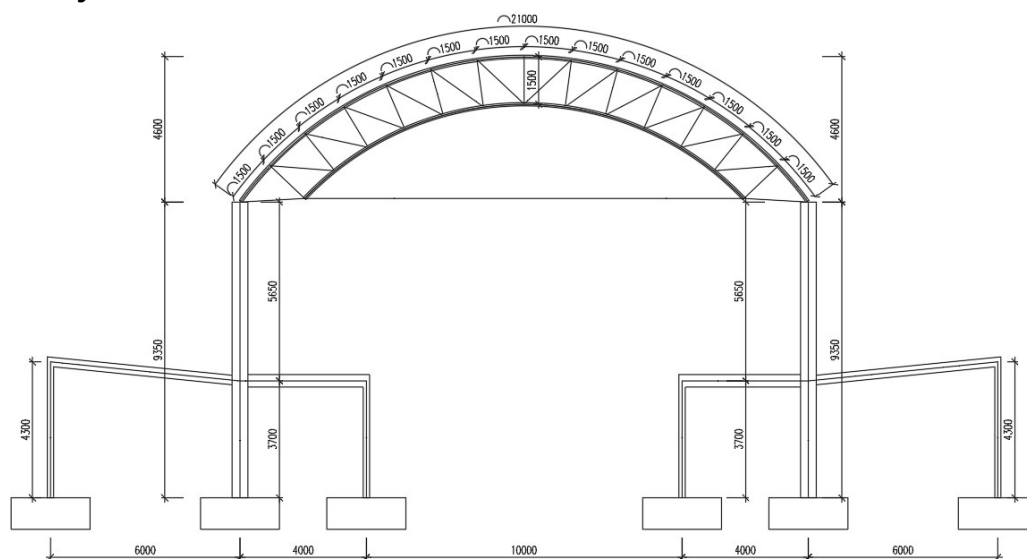
$$14,4\text{mm} < L/250 = 4000/250 = 16\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

### Celková hmotnost oceli

4115,11kg

## 3.4 Varianta 4 - Ocelový příhradový oblouk s táhlem

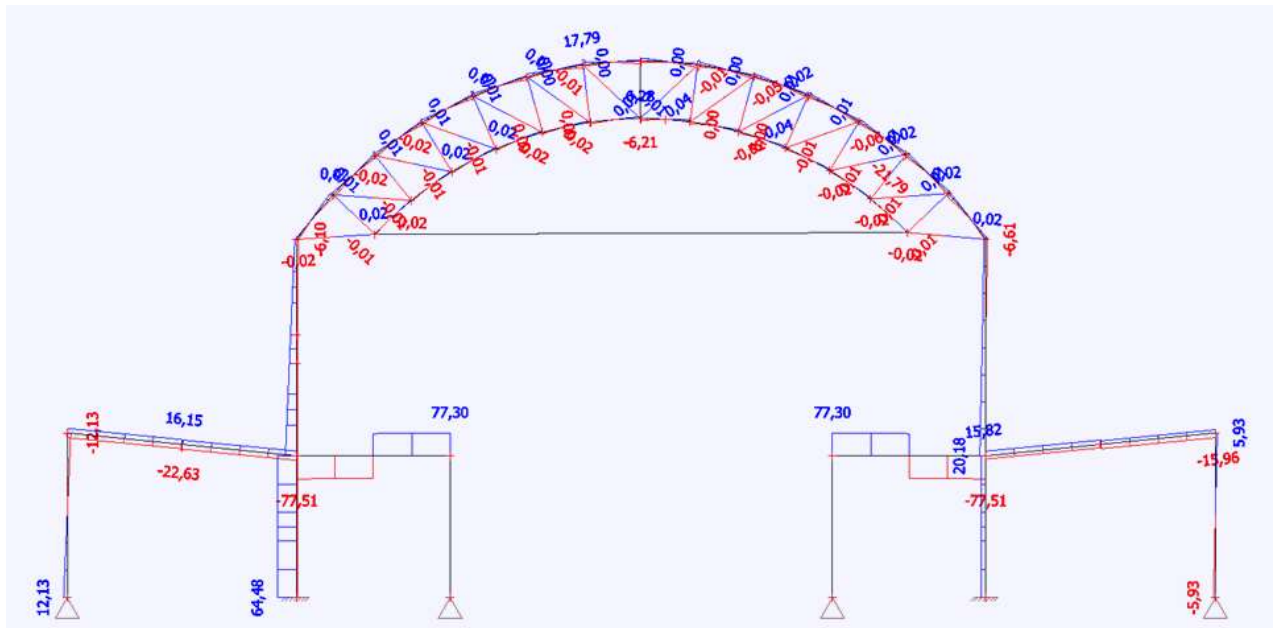
### Příčný řez



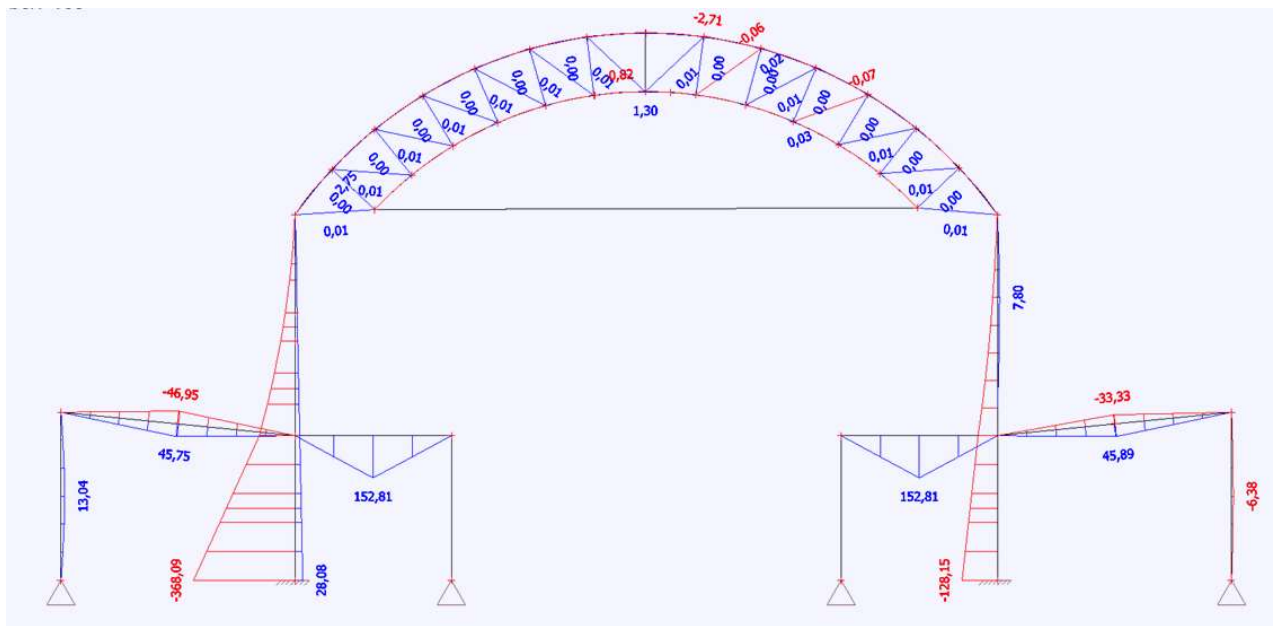




Průběh Vz [kN]:

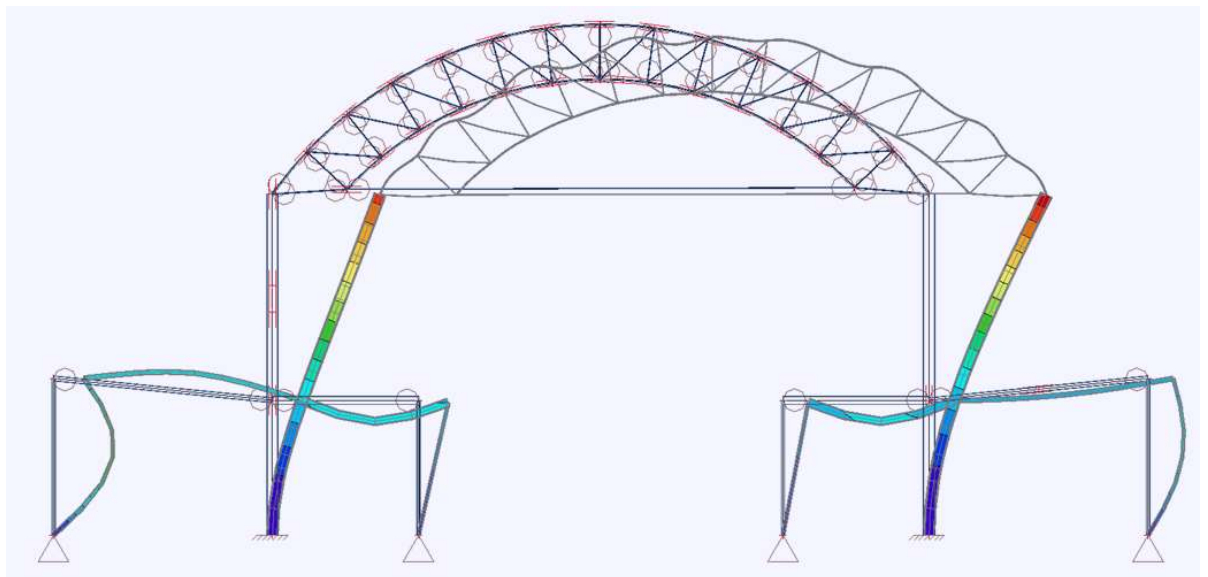
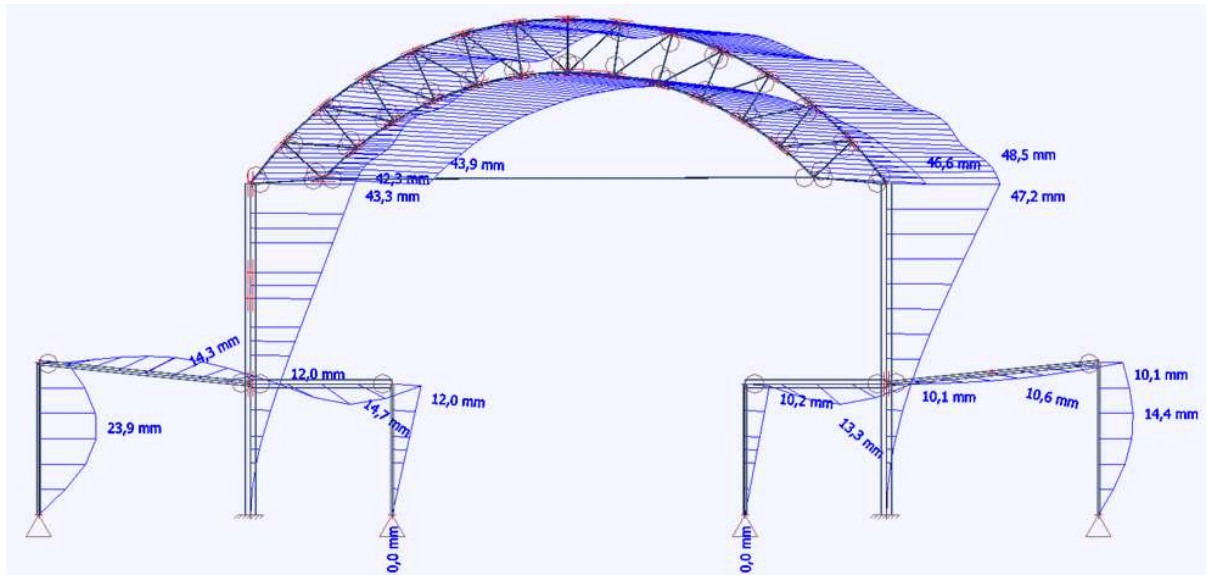


Průběh My [kNm]:



**Deformace (MSP):**

Průběh Utot [mm]:



**Předběžný posudek:**

Následující posudek je pouze orientační, je zde posuzován vodorovný a svislý průhyb prvků.

Ocel S355. Diagonály RO30X2. Táhlo je tyč průřezu 25mm

Sloup 1 - průhyb

- Navržený profil HEB 100

$23,9\text{mm} < h/150 = 4300/150 = 28,6\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$

Sloup 2 - průhyb

- Navržený profil HEB 320

$$43,3\text{mm} < h/150 = 9350/150 = 62,3\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Sloup 3 - průhyb

- Navržený profil HEB 100

$$12,0\text{mm} < 3700/150 = 3700/150 = 24,6\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Sloup 4 - průhyb

- Navržený profil HEB 100

$$10,2\text{mm} < 3700/150 = 3700/150 = 24,6\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Sloup 5 - průhyb

- Navržený profil HEB 320

$$47,2\text{mm} < h/150 = 9350/150 = 62,3\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Sloup 6 - průhyb

- Navržený profil HEB 100

$$14,4 \text{ mm} < h/150 = 4300/150 = 28,6\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vazník A - průhyb

- Navržený profil HEB 140

$$14,3\text{mm} < L/250 = 6000/150 = 28,6\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Horní pás příhradoviny - průhyb

- Navržený profil R051x2

$$48,5\text{mm} < L/250 = 18000/250 = 72\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Spodní pás příhradoviny - průhyb

- Navržený profil R051x2

$$46,6\text{mm} < L/250 = 18000/250 = 72\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vazník C - průhyb

- Navržený profil HEB 140

$$10,6\text{mm} < L/250 = 6000/150 = 28,6\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Průvlak 1 - průhyb

- Navržený profil HEB 240

$$14,7\text{mm} < L/250 = 4000/250 = 16\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

### Průvlak 2 - průhyb

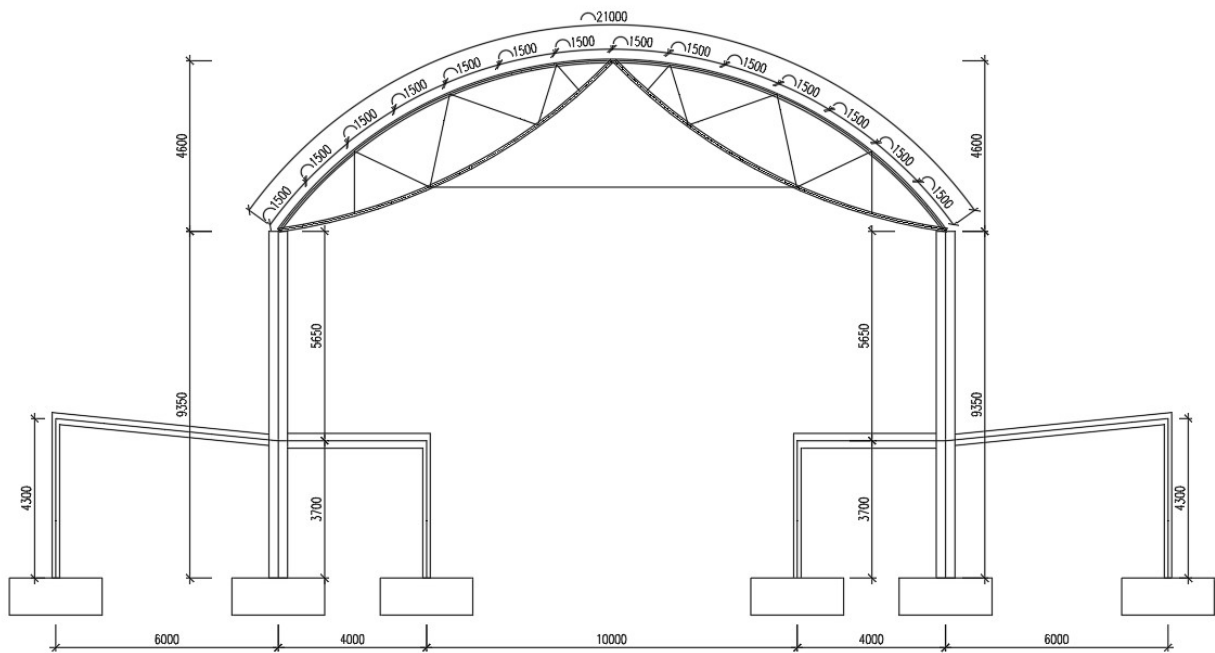
- Navržený profil HEB 240

$13,3\text{mm} < L/250 = 4000/250 = 16\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$

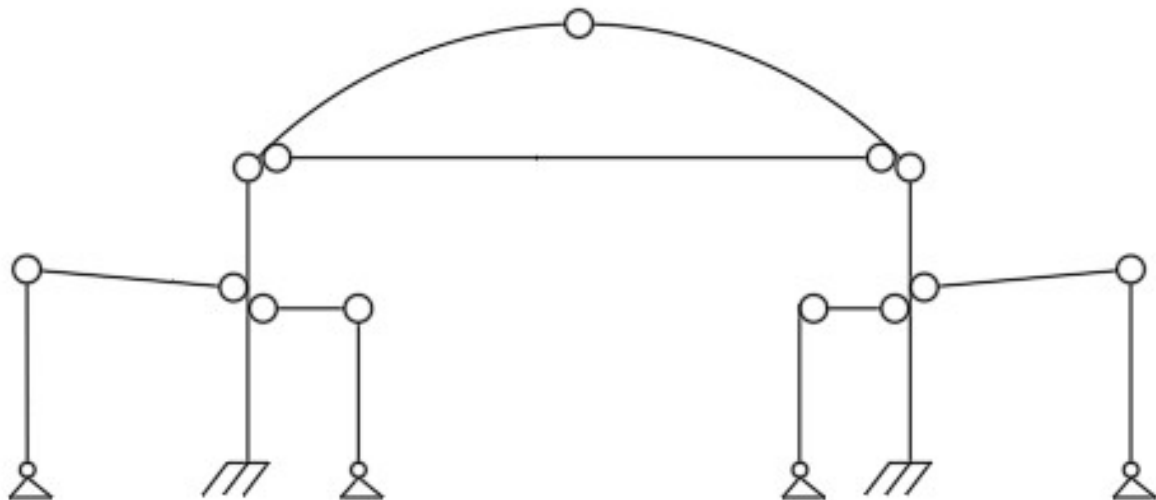
### Celková hmotnost oceli

3976,64kg

### 3.5 Varianta 5 - Ocelový příhradový oblouk s táhlem Příčný řez

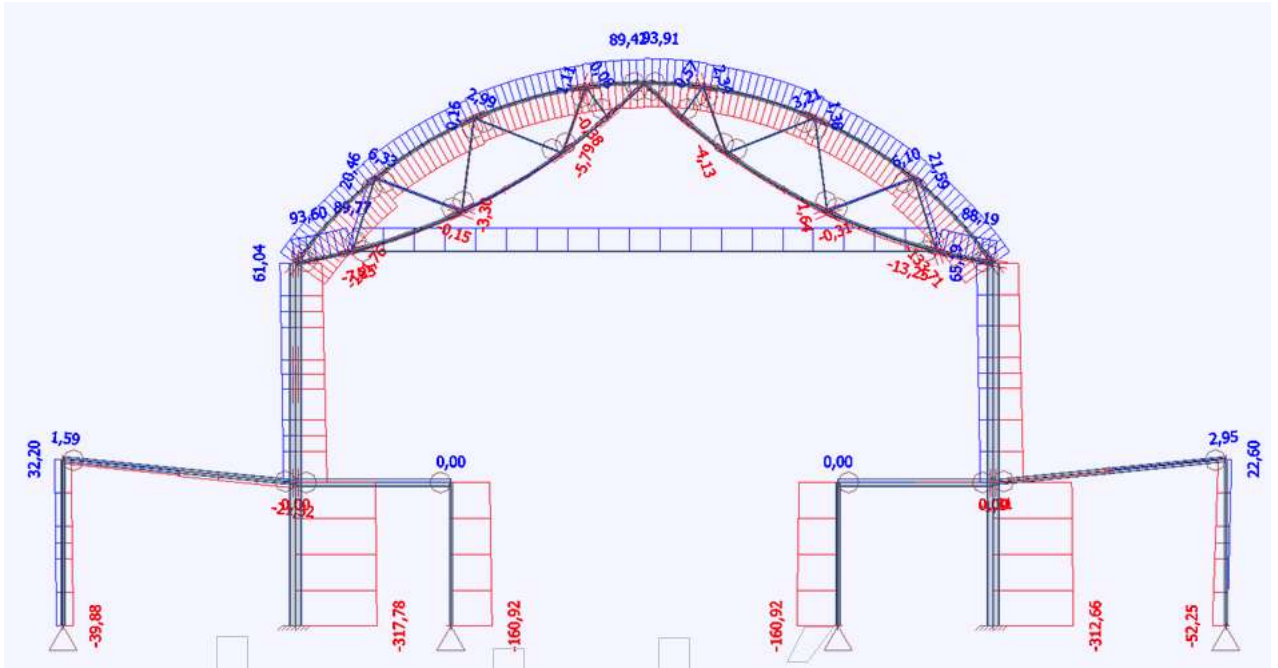


### Statické schéma

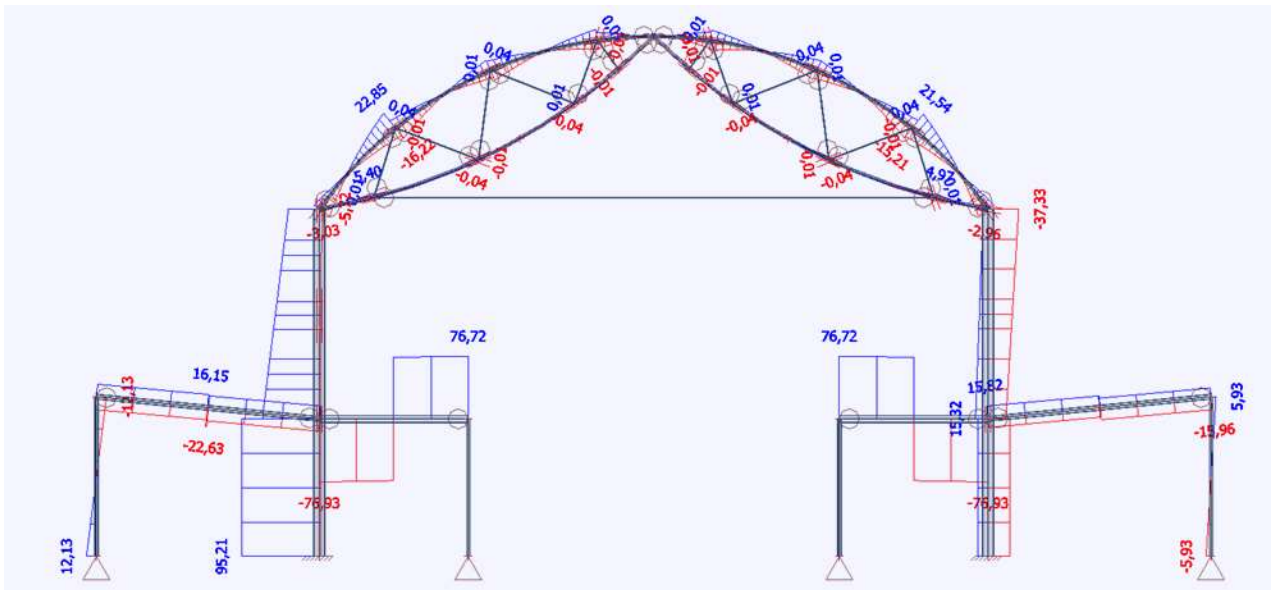


### Průběh vybraných vnitřních sil (MSÚ-max):

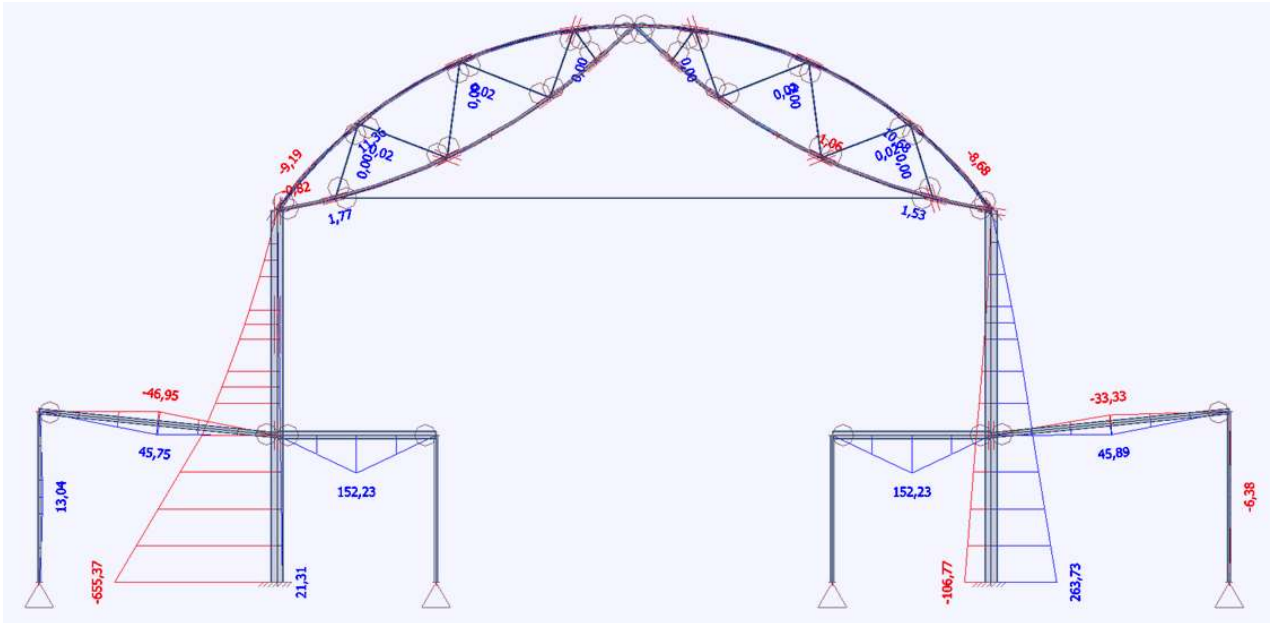
Průběh N [kN]:



Průběh Vz [kN]:

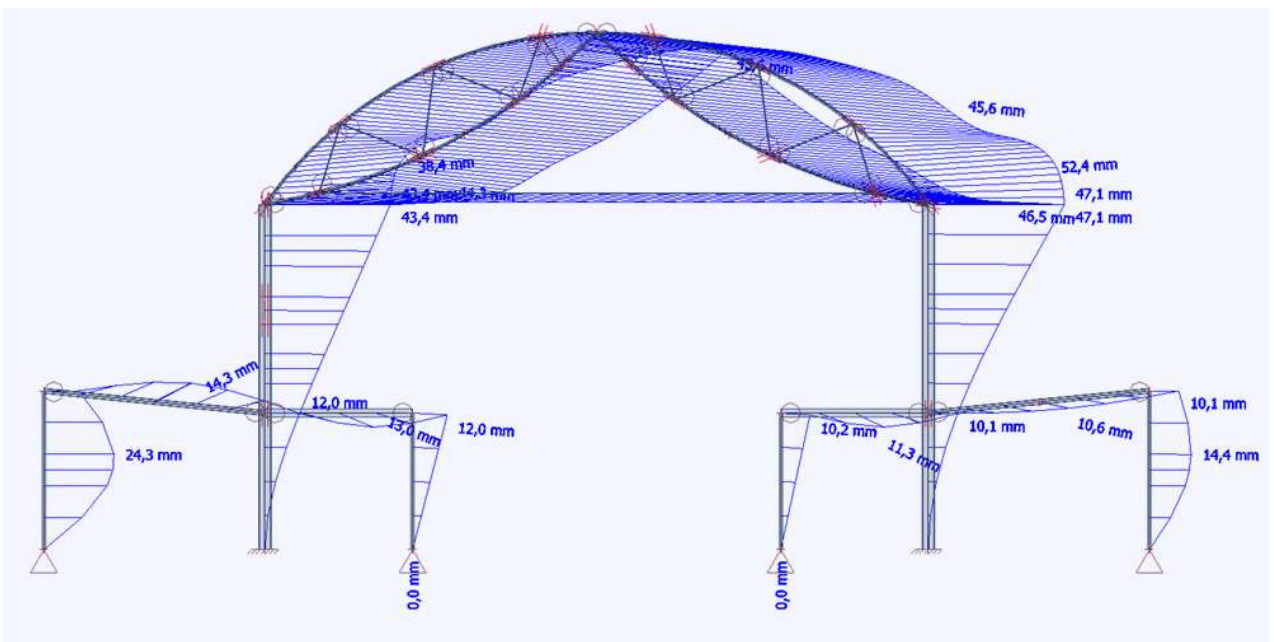


Průběh  $M_y$  [kNm]:



**Deformace (MSP):**

Průběh  $U_{tot}$  [mm]:



**Předběžný posudek:**

Následující posudek je pouze orientační, je zde posuzován vodorovný a svislý průhyb prvků.

Ocel S355. Táhlo je tyč průřezu 30mm

Sloup 1 - průhyb

- Navržený profil HEB 100

$24,3\text{mm} < h/150 = 4300/150 = 28,6\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

Sloup 2 - průhyb

- Navržený profil HEB 320

$43,4\text{mm} < h/150 = 9350/150 = 62,3\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

Sloup 3 - průhyb

- Navržený profil HEB 100

$12\text{mm} < 3700/150 = 3700/150 = 24,6\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

Sloup 4 - průhyb

- Navržený profil HEB 100

$10,2\text{mm} < 3700/150 = 3700/150 = 24,6\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

Sloup 5 - průhyb

- Navržený profil HEB 320

$47,1\text{mm} < h/150 = 9350/150 = 62,3\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

Sloup 6 - průhyb

- Navržený profil HEB 100

$14,4\text{ mm} < h/150 = 4300/150 = 28,6\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

Vazník A - průhyb

- Navržený profil HEB 140

$14,3\text{mm} < L/250 = 6000/150 = 28,6\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

Příhradovina – průhyb

- Navržený profil spodní pás RO82,5x4, horní pás RO82,5x4 a diagonála RO30x4

$52,4\text{mm} < L/250 = 6000/150 = 28,6\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

Vazník C - průhyb

- Navržený profil HEB 140

$10,6\text{mm} < L/250 = 6000/150 = 28,6\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

Průvlak 1 - průhyb

- Navržený profil HEB 240

$13,0\text{mm} < L/250 = 4000/250 = 16\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

Průvlak 2 - průhyb

- Navržený profil HEB 240

$11,3\text{mm} < L/250 = 4000/250 = 16\text{mm} \rightarrow$  vyhovuje

Celková hmotnost oceli

4235,19kg

**4.Porovnání****hmotností**

| Varianta   | Celková hmotnost (t) |
|------------|----------------------|
| Varianta 1 | 5,55                 |
| Varianta 2 | 5,2                  |
| Varianta 3 | 4,1                  |
| Varianta 4 | 4,0                  |
| Varianta 5 | 4,2                  |

**pracnost**

| Varianta   | Celková hmotnost (t) |
|------------|----------------------|
| Varianta 1 | 1                    |
| Varianta 2 | 1                    |
| Varianta 3 | 4                    |
| Varianta 4 | 4                    |
| Varianta 5 | 4                    |

Varianty s příhradovým vazníkem jsou lehčí, ale mnohem pracnější než plnostěnné varianty.

**Použité normy**

ČSN EN 1990, Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení  
– Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-3, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení  
– Zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-4, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení  
– Zatížení větrem

**Použitý software**

Scia Engineer 22.1

MS Word 365

MS Excel 365

Autodesk Autocad



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE – NÁDRAŽÍ HALA

PODROBNÝ STATICKÝ VÝPOČET

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ



|                |                                   |
|----------------|-----------------------------------|
| Předmět:       | Bakalářská práce                  |
| Téma:          | Nádražní hala                     |
| Vypracoval:    | Tomáš Berger                      |
| Vedoucí práce: | prof. Ing. Martina Eliášová, CSc. |
| Rok:           | 2022/2023                         |

## Obsah:

|   |    |
|---|----|
| 1. Úvod   | 2  |
| 1.1. Umístění objektu   | 2  |
| 1.2. Schéma objektu   | 2  |
| 1.3. Dispozice objektu – půdorys                                | 3  |
| 1.4. Dispozice objektu – řez příčný                             | 4  |
| 1.5. Dispozice objektu – řez podélný                            | 4  |
| 2. Statický výpočet   | 5  |
| 2.1. Statické schéma příčné vazby                               | 5  |
| 2.2. Materiální řešení  | 5  |
| 2.3. Mapa sněhových oblastí                                     | 5  |
| 2.4. Výpočet zatížení sněhem na válcovou střechu                | 6  |
| 2.5. Výpočet zatížení sněhem na pultovou střechu                | 7  |
| 2.6. Výpočet zatížení od sněhu pro úžlabí střech                | 8  |
| 2.7. Výpočet zatížení od sněhové návěje                         | 9  |
| 2.8. Mapa větrných oblastí                                      | 10 |
| 2.9. Výpočet zatížení větrem na válcovou střechu                | 10 |
| 2.10. Výpočet zatížení na střechu pultovou A                    | 13 |
| 2.11. Výpočet zatížení na střechu pultovou B                    | 16 |
| 2.12. Výpočet zatížení větrem na stěnu                          | 19 |
| 2.13. Výpočet zatížení na stropní/střešní konstrukci – užité    | 22 |
| 2.14. Výpočet zatížení stálé                                    | 24 |
| 2.15. Návrh a posouzení střešního pláště                        | 25 |
| 2.16. Návrh a posouzení vaznice V1 IPE                          | 26 |
| 2.17. Návrh a posouzení vestavby                                | 31 |
| 2.18. Návrh a posouzení trapézového plechu – montážní stádium   | 31 |
| 2.19. Návrh a posouzení stropnice – při betonáži podepřená      | 33 |
| 2.20. Návrh a posouzení průvlaku – při betonáži podepřená       | 38 |
| 2.21. Návrh a posouzení vazníku – příhradovina                  | 43 |
| 2.22. Návrh a posouzení vazníku – pultová střecha               | 48 |
| 2.23. Návrh a posouzení montážního styku vazníku                | 50 |
| 2.24. Návrh a posouzení šroubového přípoje stropnice na průvlak | 54 |
| 2.25. Návrh a posouzení vnitřního sloupu                        | 56 |
| 2.26. Návrh a posouzení hlavního sloupu                         | 58 |
| 2.27. Návrh a posouzení vetknuté patky                          | 64 |
| 2.28. Návrh a posouzení ztužení haly                            | 70 |
| 2.29. Příloha A-rozpočítání sil do vaznic                       | 76 |
| 2.30. Příloha B-MSÚ výsledek scia                               | 84 |
| 2.31. Příloha C-Technický list opláštění                        | 88 |
| 2.32. Zdroje  | 93 |

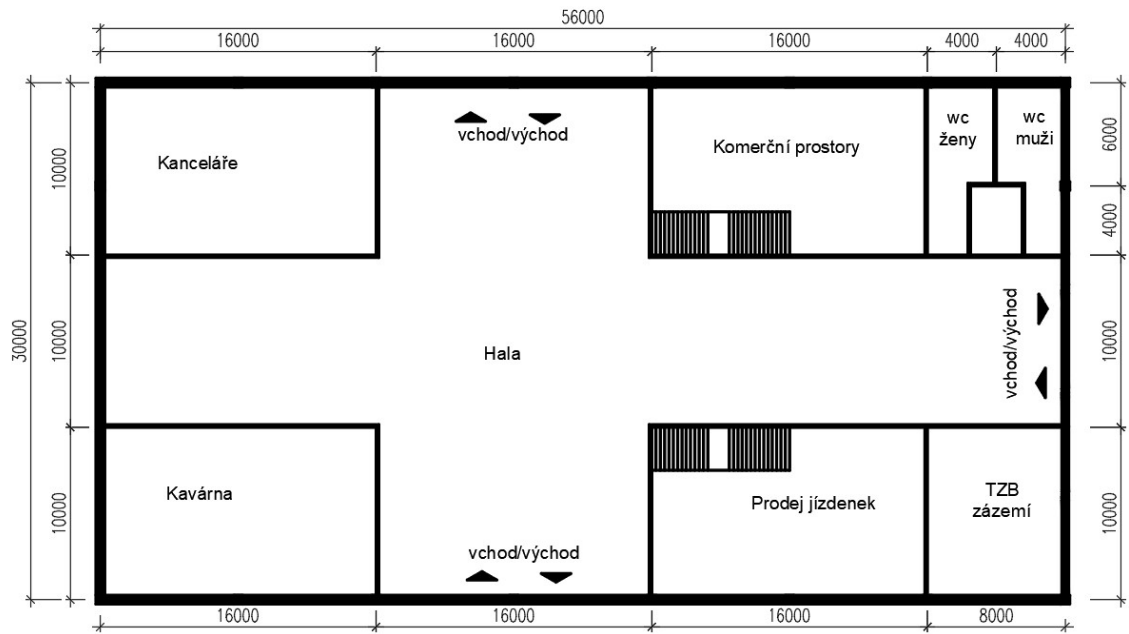
## 1. Úvod

### 1.1. Umístění objektu

Objekt se nachází ve Strakonících. Strakonice jsou v I. sněhové oblasti. A spadají do II. oblasti zatížením větrem. Objekt o půdorysných rozměrech 56m x 30m a celkové výšce 13,95m.

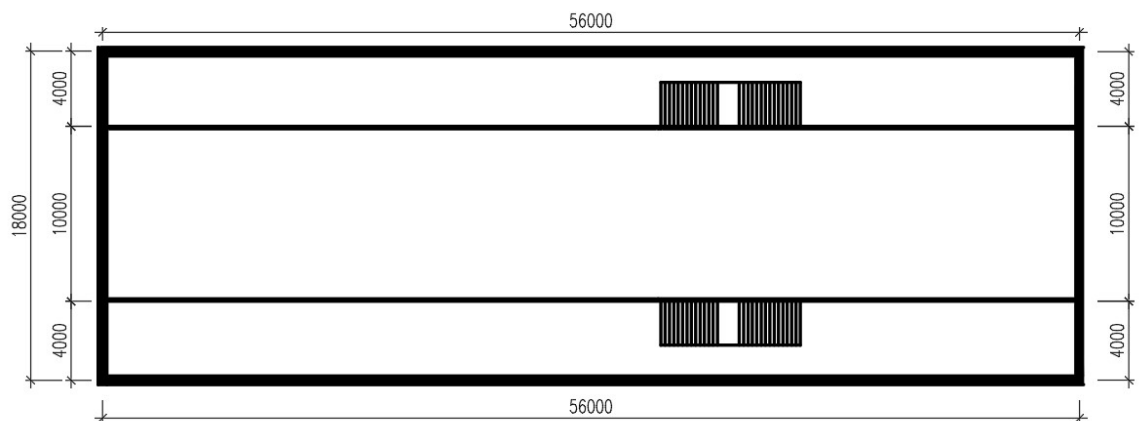
### 1.2. Schéma objektu

#### 1.NP

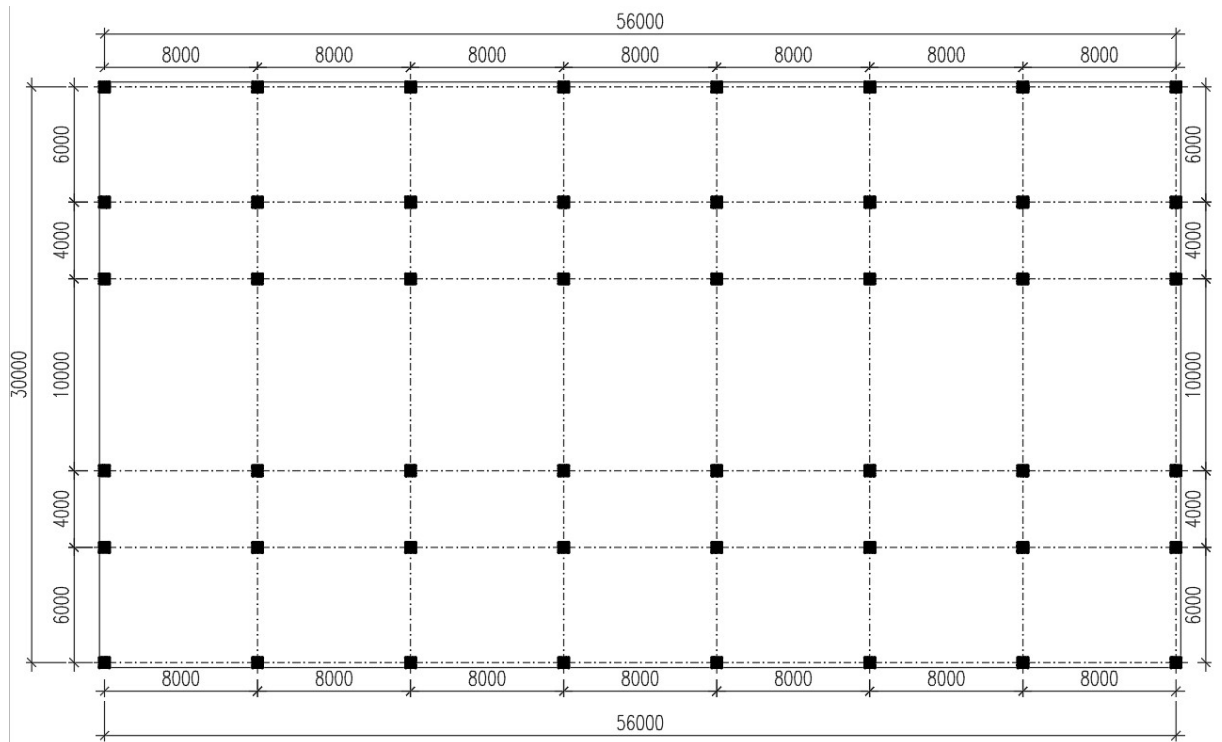


Obrázek 1 – vnitřní dispozice objektu 1NP

#### 2.NP

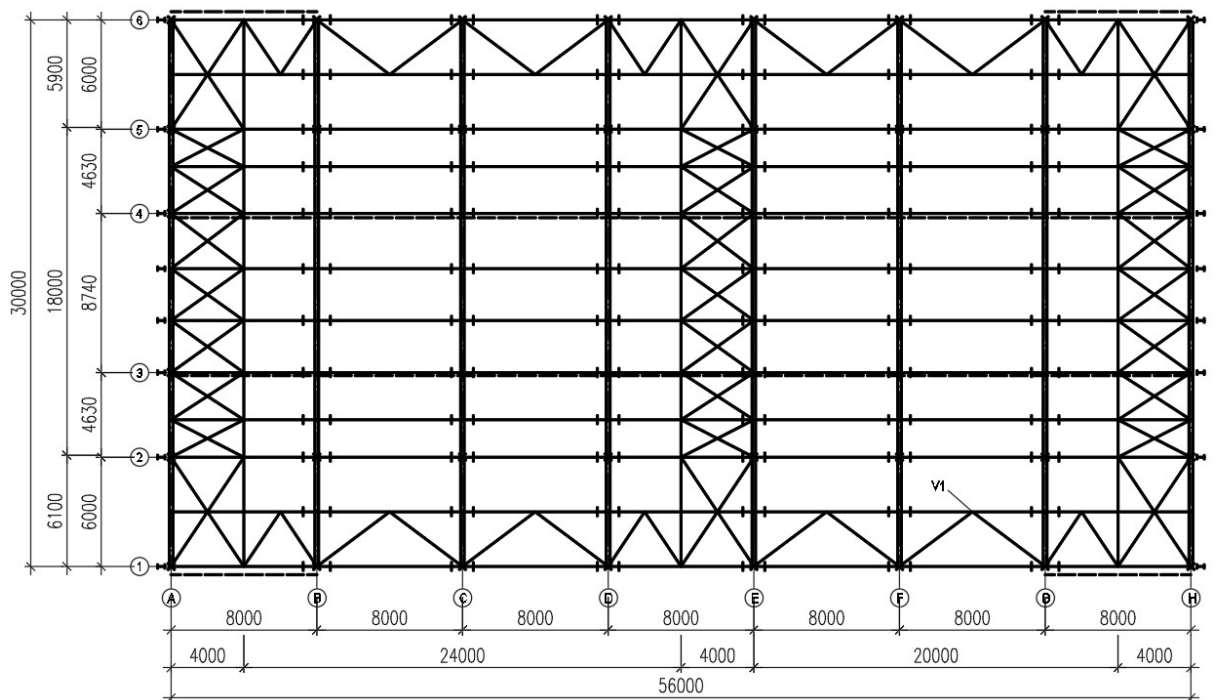


Obrázek 2 – vnitřní dispozice objektu 2NP

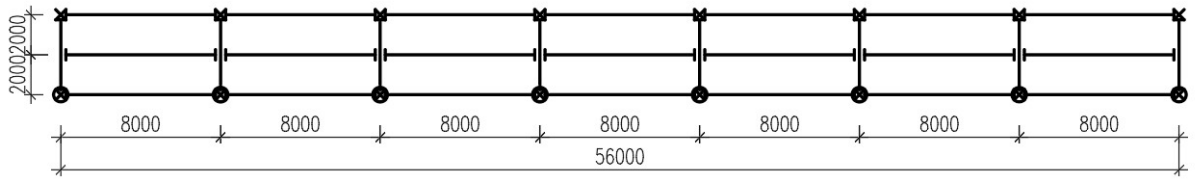


Obrázek 3 – umístění sloupů

### 1.3. Dispozice objektu – půdorys

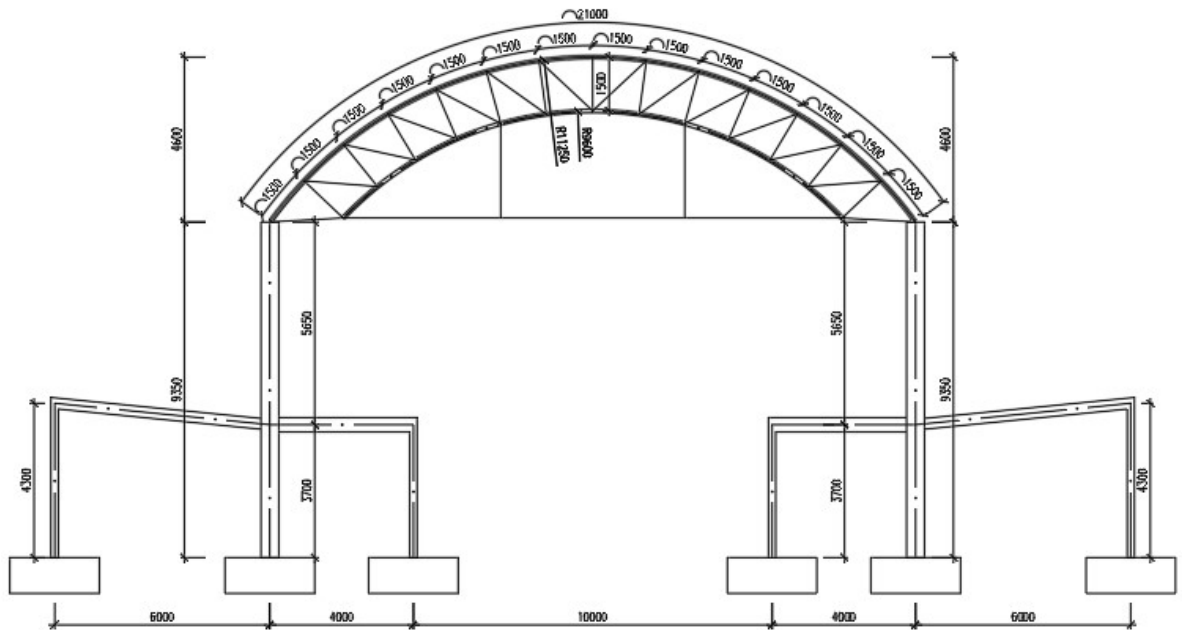


Obrázek 4a – Dispoziční schéma půdorys



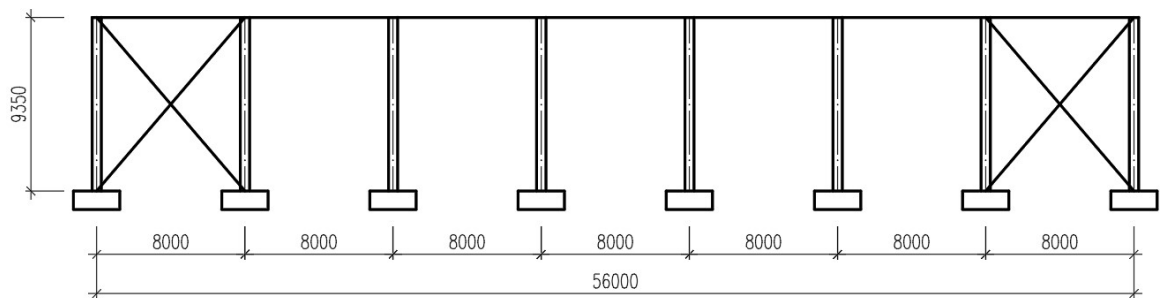
Obrázek 4b –dispoziční schéma části vestavby

#### 1.4. Dispozice objektu – řez příčný



Obrázek 6 – Dispoziční schéma příčný řez

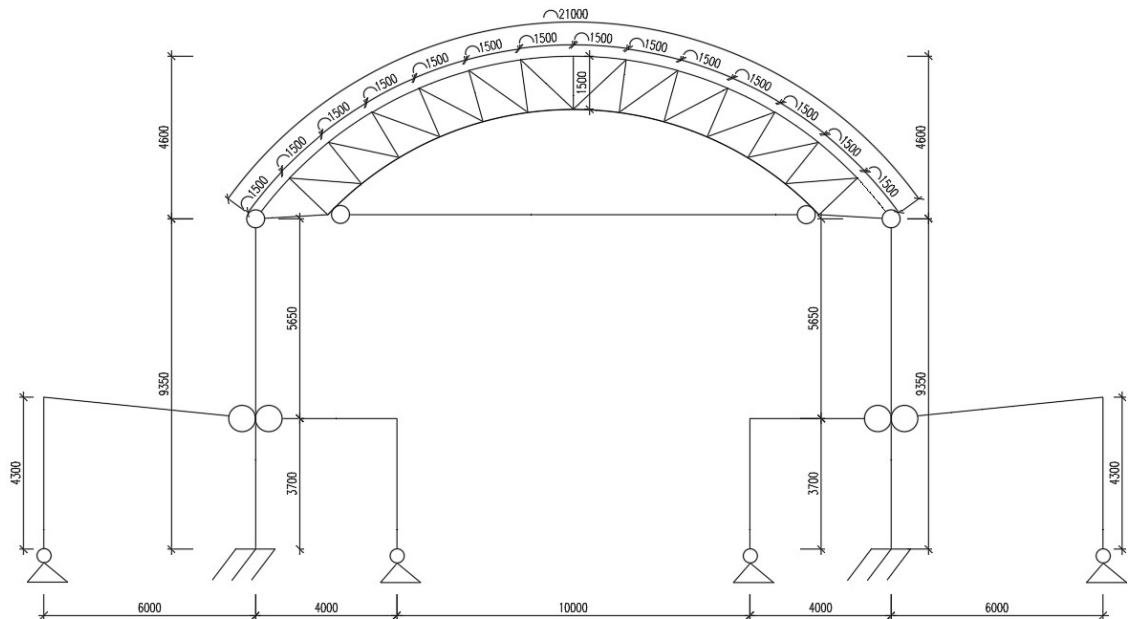
#### 1.5. Dispozice objektu – řez podélný



Obrázek 7 – Dispoziční schéma podélný řez

## 2. Statický výpočet

### 2.1. Statické schéma příčné vazby



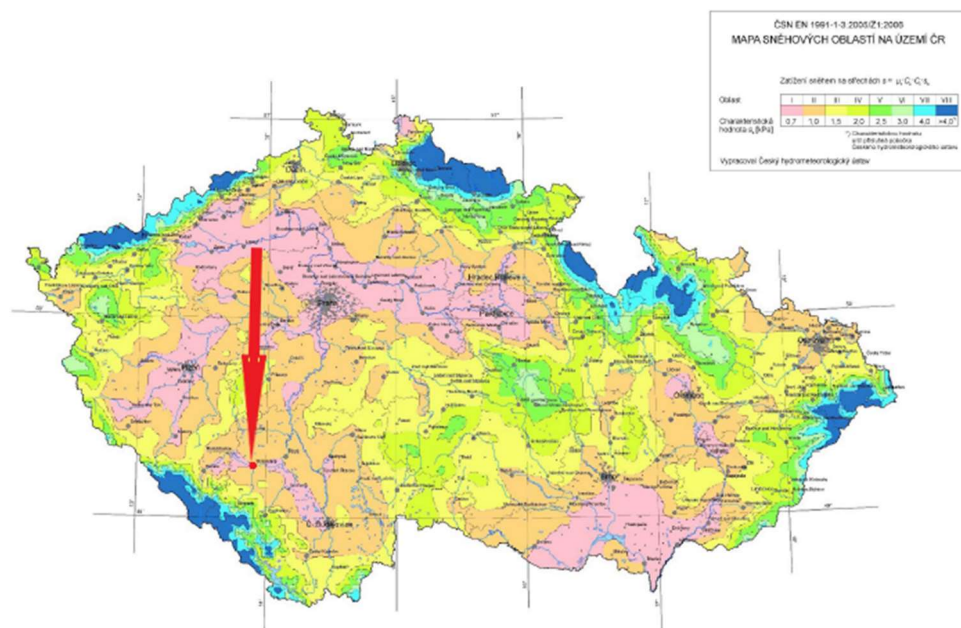
Obrázek 6 – Statické schéma

### 2.2. Materiálové řešení

Objekt bude zhotoven z oceli S355J2.

$f_y=355\text{MPa}$ ;  $f_u=510\text{MPa}$ ;  $E=210\,000\text{MPa}$ ;  $G=81\,000\text{MPa}$

### 2.3. Mapa sněhových oblastí



● - umístění objekt

obrázek 7 – mapa větrných oblastí [1]

## 2.4. Výpočet zatížení sněhem na válcovou střechu

Strakonice – sněhová oblast I.

→ Charakteristická hodnota zatížení na zemi  $S_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$

součinitel expozice – typ krajiny normální

$$C_e = 1$$

→ Normální typ krajiny: plochy, kde nedochází na stavbách k výraznému přemístění sněhu větrem kvůli okolnímu terénu, jiným stavbám nebo stromům.

tepelný součinitel

$$C_t = 1$$

rozměr střechy

$$b = 18 \text{ m}$$

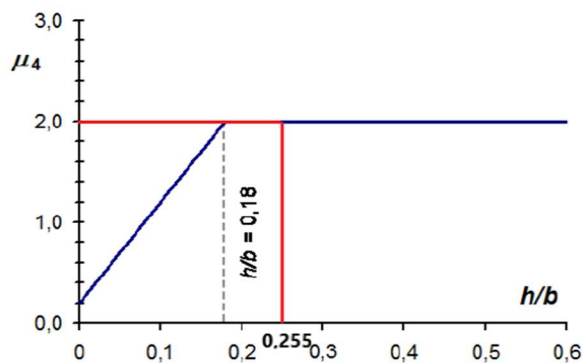
$$h = 4,6 \text{ m}$$

tvárové součinitele zatížení sněhem

$$\mu_1 = 0,8$$

$$\mu_3 = 2,33$$

$$h/b = 4,6/18 = 0,255$$



Obrázek 8 – tvarový součinitel  $\mu_4$  [1]

$$\rightarrow \mu_4 = 2$$

zatížení sněhem na střechu

případ (i)

$$S = u_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

$$S_1 = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

případ (ii)

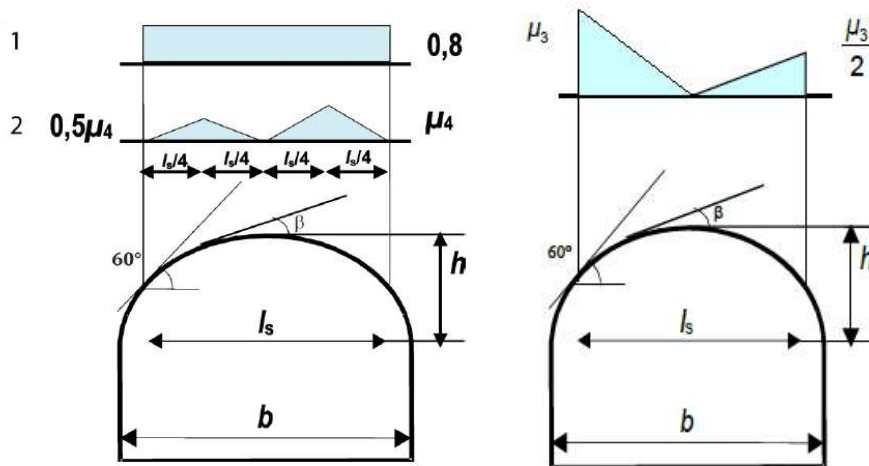
$$S_1 = 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = 1,4 \text{ kN/m}^2$$

$$S_2 = 0,5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,7 \text{ kN/m}^2$$

případ (iii)

$$S_1 = 2,33 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = 1,631 \text{ kN/m}^2$$

$$S_2 = 0,5 \cdot 2,33 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,8155 \text{ kN/m}^2$$



Obrázek 9 –zatěžovací stavy na válcovou střechu [1]

## 2.5. Výpočet zatížení sněhem na pultovou střechu

Strakonice – sněhová oblast I.

→ Charakteristická hodnota zatížení na zemi  $S_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$

součinitel expozice – typ krajiny normální

$$C_e = 1$$

→ Normální typ krajiny: plochy, kde nedochází na stavbách k výraznému přemístění sněhu větrem kvůli okolnímu terénu, jiným stavbám nebo stromům.

tepelný součinitel

$$C_t = 1$$

sklon střechy

$$\alpha = 5,7^\circ$$

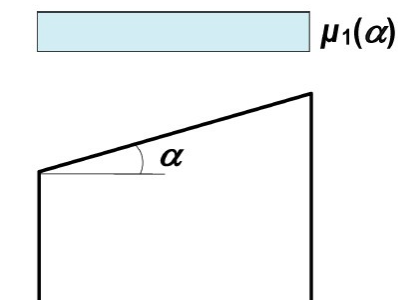
tvárové součinitele zatížení sněhem

$$\mu_1 = 0,8$$

zatížení sněhem na střechu

$$S = u_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

$$S_1 = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$



Obrázek 10 –zatěžovací stavy na pultovou střechu [1]



## 2.6. Výpočet zatížení od sněhu pro úžlabí střech

Strakonice – sněhová oblast I.

→ Charakteristická hodnota zatížení na zemi  $S_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$

součinitel expozice – typ krajiny normální

$$C_e = 1$$

→ Normální typ krajiny: plochy, kde nedochází na stavbách k výraznému přemístění sněhu větrem kvůli okolnímu terénu, jiným stavbám nebo stromům.

tepelný součinitel

$$C_t = 1$$

geometrie objektu

šířka vyšší budovy  $b_1 = 6,0 \text{ m}$

šířka nižší střechy  $b_2 = 9,00 \text{ m}$

převýšení nižší střechy  $h = 0,6$

tvárové součinitele zatížení sněhem

$$\mu_1 = \min\left(\frac{2 \cdot h}{S_k}; \frac{2b_3}{l_{s1} + l_{s2}}; 5\right)$$

$$\mu_1 = \min\left(\frac{2 \cdot 0,6}{0,7}; \frac{2 \cdot 24}{6 + 0}; 5\right)$$

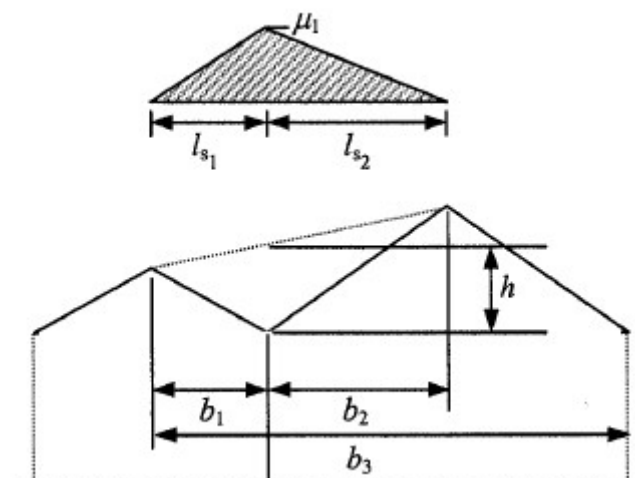
$$\mu_1 = \min(1,7; 8; 5)$$

$$\mu_1 = 1,7$$

zatížení sněhem na střechu

$$S = u_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

$$S_1 = 1,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = 1,19 \text{ kN/m}^2$$



Obrázek 11 –zatížení sněhem úžlabí [1]

## 2.7. Výpočet zatížení od sněhové návěje

Strakonice – sněhová oblast I.

→ Charakteristická hodnota zatížení na zemi  $S_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$

součinitel expozice – typ krajiny normální

$$C_e = 1$$

→ Normální typ krajiny: plochy, kde nedochází na stavbách k výraznému přemístění sněhu větrem kvůli okolnímu terénu, jiným stavbám nebo stromům.

tepelný součinitel

$$C_t = 1$$

geometrie objektu

šířka vyšší budovy  $b_1 = 18,00 \text{ m}$

šířka nižší střechy  $b_2 = 6,00 \text{ m}$

výška okapu nad střechou  $h = 5,65 \text{ m}$

délka návěje  $l_s = 2 \cdot h = 2 \cdot 5,65 = 11,3$

tvárové součinitele zatížení sněhem

$$\mu_1 = 0,8$$

$$\mu_s = 0,64$$

$$\mu_w = 2$$

$$\mu_2 = 2,64$$

$$\mu_{sp} = 0,30$$

$$\mu_{wp} = 1,36$$

$$\mu_{2p} = 1,66$$

zatížení sněhem na střechu

případ (i)

$$S = u_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

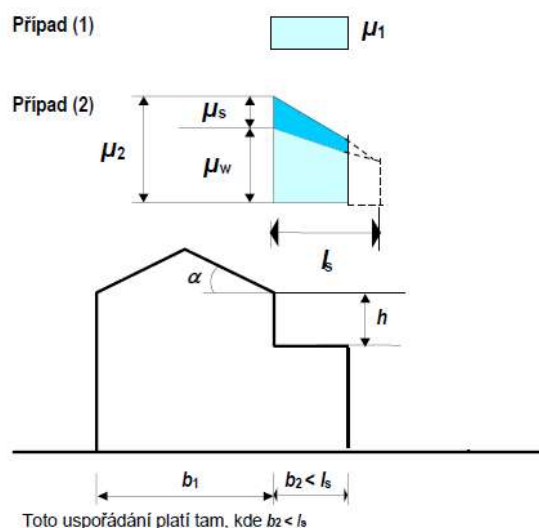
$$S_1 = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

případ (ii)

$$S = u_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

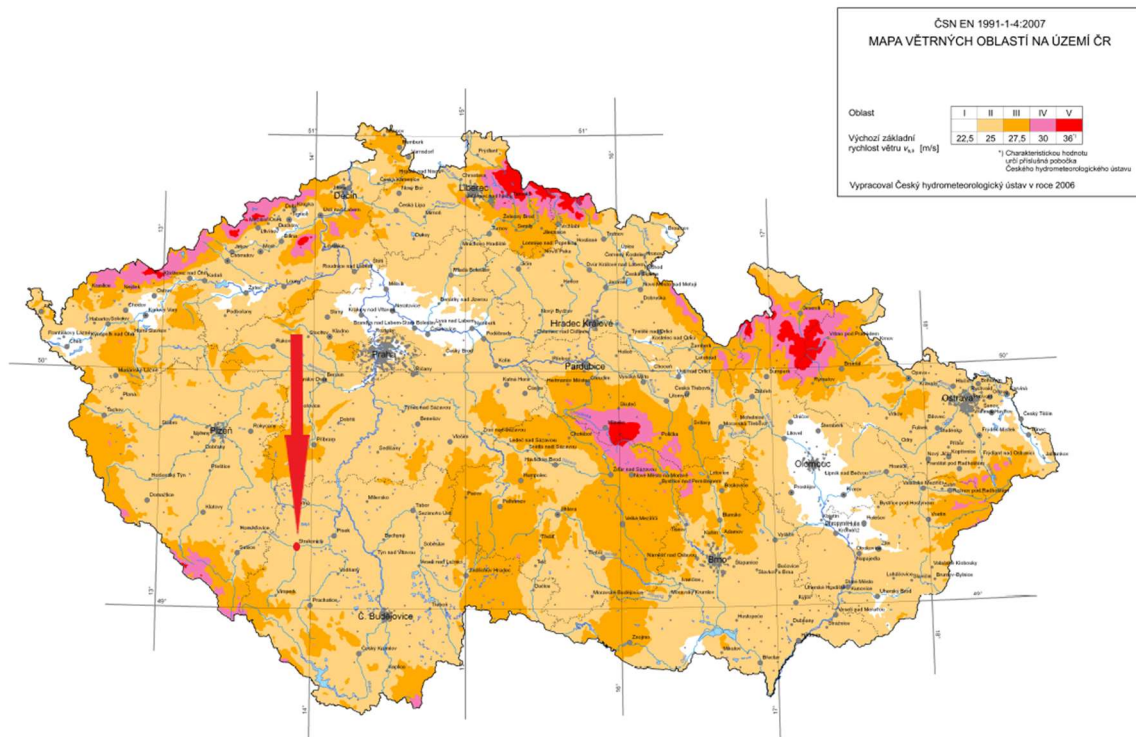
$$S_1 = 2,64 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = 1,85 \text{ kN/m}^2$$

$$S_2 = 1,66 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = 1,66 \text{ kN/m}^2$$



Obrázek 12 – zatížení od sněhové návěje[1]

## 2.8. Mapa větrných oblastí



● - umístění objektu

Obrázek 13 – mapa větrných oblastí [2]

## 2.9. Výpočet zatížení větrem na válcovou střechu

Strakonice – II. větrná oblast

→ výchozí základní rychlost větru  $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

kategorie terénu – III

→ oblast rovnoměrně pokrytá vegetací nebo budovami s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20m násobek výšky překážky

→  $z_0 = 0,3\text{m}$ ,  $z_{\min} = 5\text{m}$ ,  $z_{\max} = 200\text{m}$ ,  $z_{0,II} = 0,05\text{m}$

výška objektu 13,950m, šířka objektu 18m, délka objektu 56m

základní rychlost větru  $v_b$

$$V_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot V_{b,0}$$

$$V_b = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25$$

$$V_b = 25 \text{ m/s}$$

$c_{dir} = 1,0$  - součinitel směru větru – doporučená hodnota

$c_{season} = 1,0$  - součinitel ročního období – doporučená hodnota

charakteristická střední rychlost větru  $v_b(z)$  ve výšce nad terémem

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b \rightarrow v_m(13,95) = 0,828 \cdot 1 \cdot 25 = 20,69 \text{ m/s}$$

$c_r(z)$  – součinitel drsnosti

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln \frac{z}{z_0} \rightarrow c_r(13,95) = 0,215 \cdot \ln \left( \frac{13,95}{0,3} \right) = 0,828$$

pokud' platí  $z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \rightarrow 5\text{m} \leq 13,95 \leq 200\text{m}$

$k_r$  – součinitel terénu

$$k_r = 0,19 \cdot \frac{z_0^{0,007}}{z_{0,II}} = 0,19 \cdot \frac{0,3^{0,007}}{0,05} = 0,215$$

$c_o(z)$  – součinitel orografie

$$c_o(z) = 1$$

turbulence větru

$$\text{Intenzita turbulence větru ve výšce } z: I_v(z) = \frac{k_I}{c_o(z) \cdot \ln \left( \frac{z}{z_0} \right)} \rightarrow$$

$$I_v(13,95) = \frac{1}{1 \cdot \ln \left( \frac{13,95}{0,3} \right)} = 0,26$$

$K_1=1$  – součinitel turbulence – doporučená hodnota

maximální dynamický tlak:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = c_e(z) \cdot q_b(z)$$

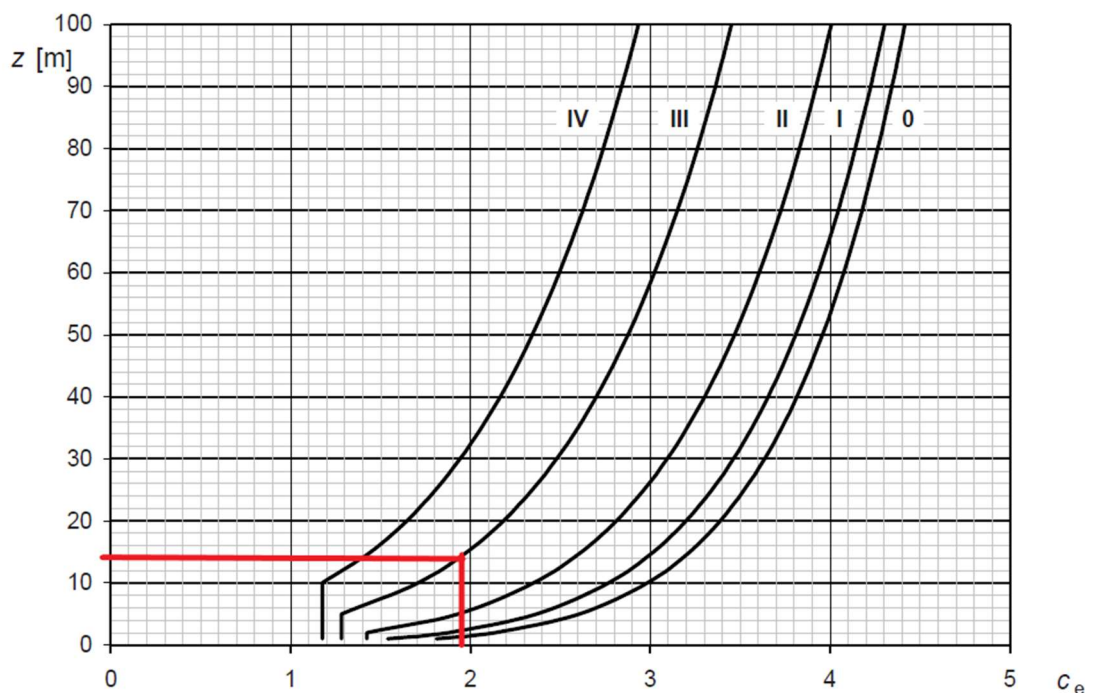
$$q_p(13,95) = [1 + 7 \cdot 0,26] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 20,69^2$$

$$q_p(13,95) = 0,755 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p = 1,94 \cdot 0,39$$

$$q_p = 0,755 \text{ kN/m}$$

$c_e(z)$  – součinitel expozice 1,94 – odečteno z grafu



Obrázek 14 – součinitel expozice [2]

základní dynamický tlak větru:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

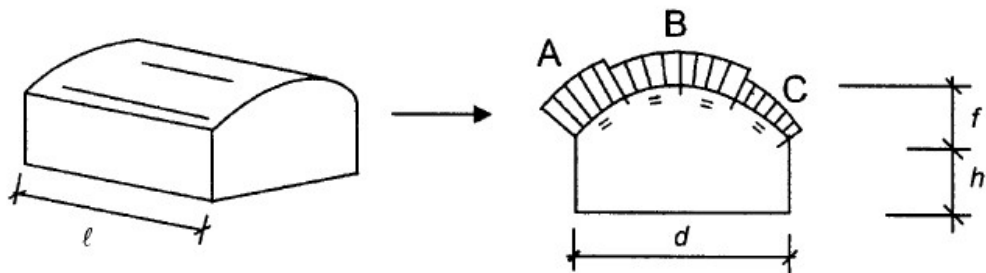
$$q_b = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 0,39 \frac{kN}{m^2}$$

tlak větru na vnější povrch:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

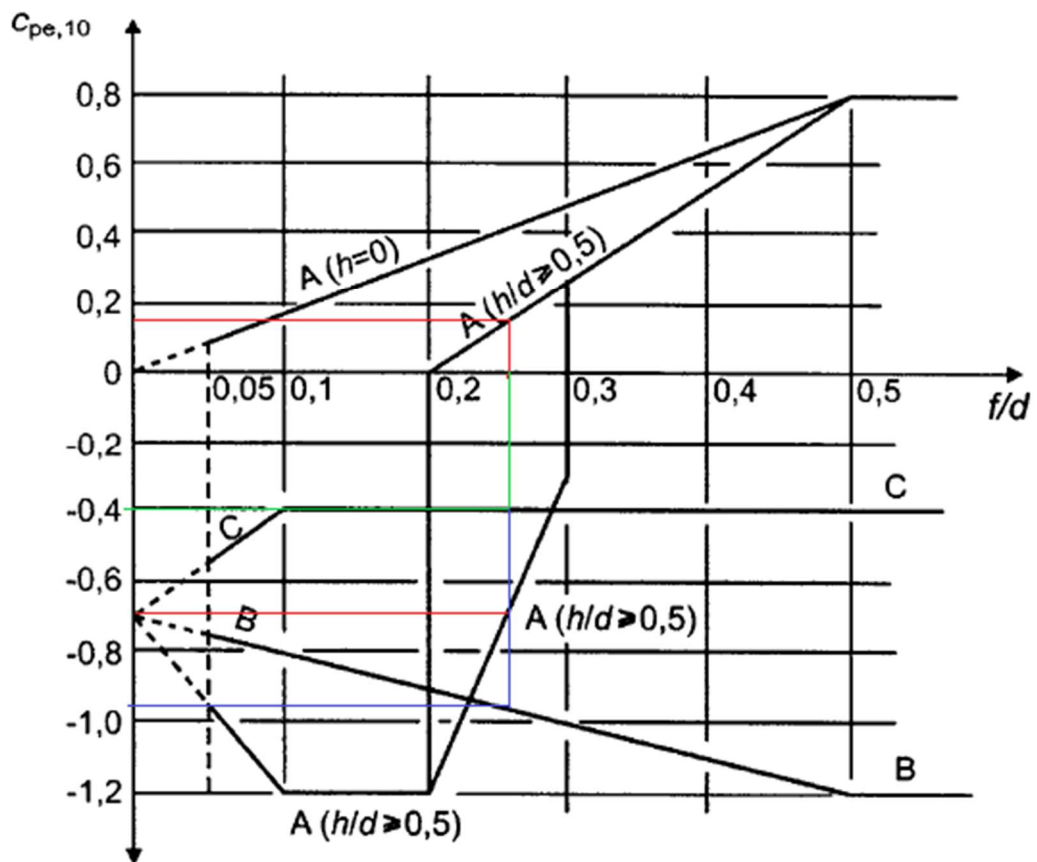
$$w_e = 0,755 \cdot c_{pe} \rightarrow A \geq 10m^2 \rightarrow C_{pe,10}$$

vítr ve směru x



Obrázek 15 – tvar klenbové střechy [2]

f = 4,6 m  
h = 9,35m  
d = 18 m



Obrázek 16 – graf součinitele  $C_{pe}$  [2]

$$\frac{h}{d} \geq 0,5$$

$$\frac{9,35}{18} \geq 0,5$$

$$0,52 \geq 0,5$$

$$\frac{f}{d} = \frac{4,6}{18} = 0,256$$

součinitel vnějšího tlaku → určeno z grafu

$$C_{pe,10A} = +0,146$$

$$C_{pe,10A} = -0,7$$

$$C_{pe,10B} = -0,95$$

$$C_{pe,10C} = -0,397$$

charakteristické zatížení v jednotlivých zónách

$$\text{oblast A – tlak } F = 0,146 \cdot 0,755 = 0,11 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{oblast A – sání } F = -0,7 \cdot 0,755 = -0,53 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{oblast B – sání } F = -0,95 \cdot 0,755 = -0,72 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{oblast C – sání } F = -0,397 \cdot 0,755 = -0,3 \text{ kN/m}^2$$

## 2.10. Výpočet zatížení větrem na střechu pultovou A

Strakonice – II. větrná oblast

→ výchozí základní rychlost větru  $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

kategorie terénu – III

→ oblast rovnoměrně pokrytá vegetací nebo budovami s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20m násobek výšky překážky

→  $z_0 = 0,3\text{m}$ ,  $z_{\min} = 5\text{m}$ ,  $z_{\max} = 200\text{m}$ ,  $z_{0,II} = 0,05\text{m}$

výška objektu 4,3m, šířka objektu 6m, délka objektu 56m

základní rychlost větru  $v_b$

$$V_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot V_{b,0}$$

$$V_b = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25$$

$$V_b = 25 \text{ m/s}$$

$c_{dir} = 1,0$  - součinitel směru větru – doporučená hodnota

$c_{season} = 1,0$  - součinitel ročního období – doporučená hodnota

charakteristická střední rychlost větru  $v_{b(z)}$  ve výšce nad terémem

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b \rightarrow v_m(5) = 0,606 \cdot 1 \cdot 25 = 15,15 \text{ m/s}$$

$c_r(z)$  – součinitel drsnosti

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln \frac{z}{z_0} \rightarrow c_r(5) = 0,215 \cdot \ln \left( \frac{5}{0,3} \right) = 0,606$$

pokud' platí  $z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \rightarrow 5\text{m} \leq 4,3 \leq 200\text{m}$

→ počítám s  $z_{\min}$

$k_r$  – součinitel terénu

$$k_r = 0,19 \cdot \frac{z_0^{0,007}}{z_{0,II}} = 0,19 \cdot \frac{0,3^{0,007}}{0,05} = 0,215$$

$c_o(z)$  – součinitel orografie

$$c_o(z) = 1$$

turbulence větru

$$\text{Intenzita turbulence větru ve výšce } z: I_v(z) = \frac{k_I}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \rightarrow$$

$$I_v(5) = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{5}{0,3}\right)} = 0,355$$

$K_I = 1$  – součinitel turbulence – doporučená hodnota

maximální dynamický tlak:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = c_e(z) \cdot q_b(z)$$

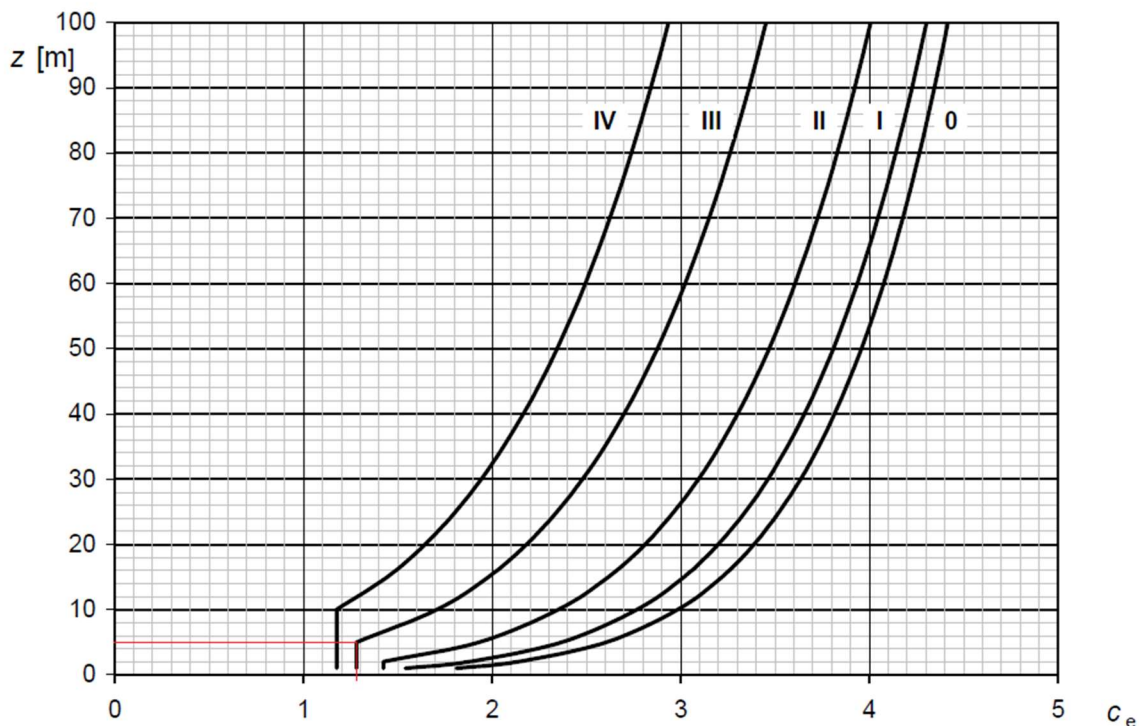
$$q_p(5) = [1 + 7 \cdot 0,355] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 15,15^2$$

$$q_p(5) = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p = 1,29 \cdot 0,39$$

$$q_p = 0,5 \text{ kN/m}$$

$c_e(z)$  – součinitel expozice 1,29 – odečteno z grafu



Obrázek 17 – součinitel expozice [2]

základní dynamický tlak větru:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

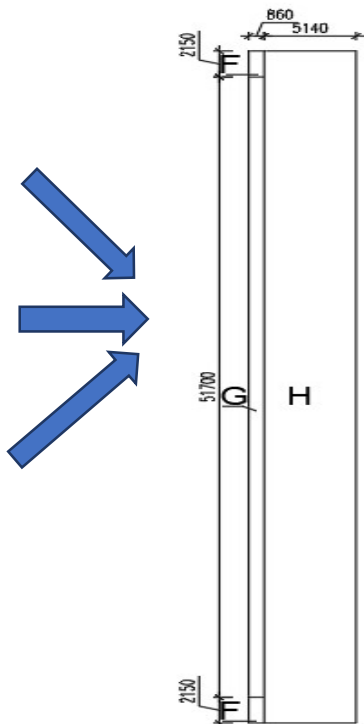
$$q_b = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 0,39 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

tlak větru na vnější povrch:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

$$w_e = 0,5 \cdot c_{pe} \rightarrow A \geq 10m^2 \rightarrow C_{pe,10}$$

vítr ve směru x



$$e = \min(b; 2h) = \min(6; 2 \cdot 4,3) = \min(56; 8,6) = 8,6m$$

$$\frac{e}{10} = \frac{8600}{10} = 860mm$$

$$\frac{e}{4} = \frac{8600}{4} = 2150mm$$

| Oblast -sání | $C_{pe,10}$ | působící síla [kN/m <sup>2</sup> ] |
|--------------|-------------|------------------------------------|
| F            | -2,32       | -1,16                              |
| G            | -1,3        | -0,65                              |
| H            | -0,8        | -0,4                               |

Obrázek 18 – rozdělení střechy 1

vítr ve směru Y

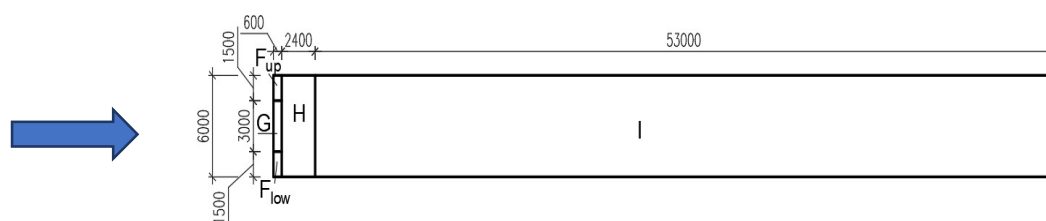
$$e = \min(b; 2h) = \min(6; 2 \cdot 4,3) = \min(6; 8,6) = 6m$$

$$\frac{e}{10} = \frac{6000}{10} = 600mm$$

$$\frac{e}{4} = \frac{6000}{4} = 1500mm$$

$$\frac{e}{2} = \frac{6000}{2} = 3000mm$$

| Oblast -sání     | $C_{pe,10}$ | působící síla [kN/m <sup>2</sup> ] |
|------------------|-------------|------------------------------------|
| F <sub>up</sub>  | -2,12       | -1,06                              |
| F <sub>low</sub> | -2,06       | -1,03                              |
| G                | -1,81       | -0,905                             |
| H                | -0,62       | -0,31                              |
| I                | -0,52       | -0,26                              |



Obrázek 19 – rozdělení střechy 2



## 2.11. Výpočet zatížení větrem na střechu pultovou B

Strakonice – II. větrná oblast

→ výchozí základní rychlost větru  $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

kategorie terénu – III

→ oblast rovnoměrně pokrytá vegetací nebo budovami s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20m násobek výšky překážky

→  $z_0 = 0,3\text{m}$ ,  $z_{\min} = 5\text{m}$ ,  $z_{\max} = 200\text{m}$ ,  $z_{0,II} = 0,05\text{m}$

výška objektu 4,3m, šířka objektu 6m, délka objektu 56m

základní rychlost větru  $v_b$

$$V_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot V_{b,0}$$

$$V_b = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25$$

$$V_b = 25 \text{ m/s}$$

$c_{dir} = 1,0$  - součinitel směru větru – doporučená hodnota

$c_{season} = 1,0$  - součinitel ročního období – doporučená hodnota

charakteristická střední rychlost větru  $v_{b(z)}$  ve výšce nad terénem

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b \rightarrow v_m(5) = 0,606 \cdot 1 \cdot 25 = 15,15 \text{ m/s}$$

$c_r(z)$  – součinitel drsnosti

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln \frac{z}{z_0} \rightarrow c_r(5) = 0,215 \cdot \ln \left( \frac{5}{0,3} \right) = 0,606$$

pokud' platí  $z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \rightarrow 5\text{m} \leq 4,3 \leq 200\text{m}$

→ počítám s  $z_{\min}$

$k_r$  – součinitel terénu

$$k_r = 0,19 \cdot \frac{z_0^{0,007}}{z_{0,II}} = 0,19 \cdot \frac{0,3^{0,007}}{0,05} = 0,215$$

$c_o(z)$  – součinitel orografie

$$c_o(z) = 1$$

turbulence větru

$$\text{Intenzita turbulence větru ve výšce } z: I_v(z) = \frac{k_I}{c_o(z) \cdot \ln \left( \frac{z}{z_0} \right)} \rightarrow$$

$$I_v(5) = \frac{1}{1 \cdot \ln \left( \frac{5}{0,3} \right)} = 0,355$$

$K_I = 1$  – součinitel turbulence – doporučená hodnota

maximální dynamický tlak:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = c_e(z) \cdot q_b(z)$$

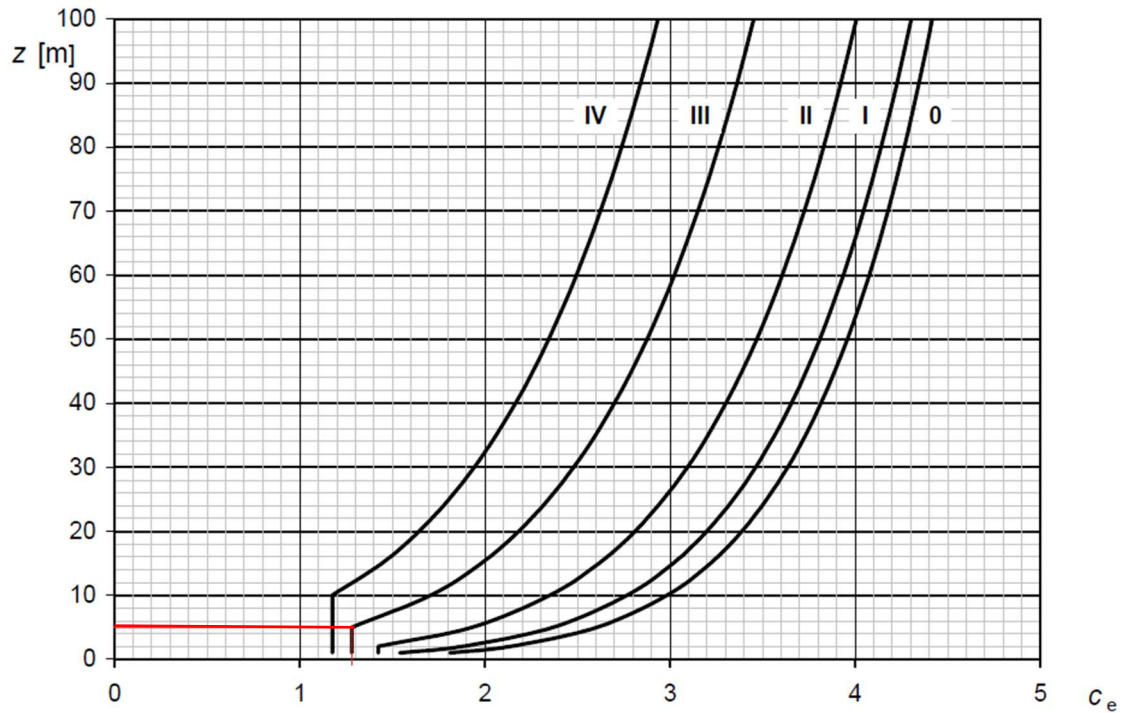
$$q_p(5) = [1 + 7 \cdot 0,355] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 15,15^2$$

$$q_p(5) = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p = 1,29 \cdot 0,39$$

$$q_p = 0,5 \text{ kN/m}$$

$c_e(z)$  – součinitel expozice 1,29 – odečteno z grafu



Obrázek 20 – součinitel expozice [2]

základní dynamický tlak větru:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

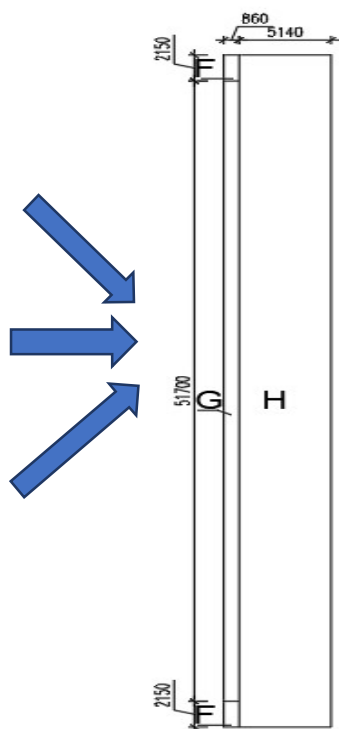
$$q_b = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 0,39 \frac{kN}{m^2}$$

tlak větru na vnější povrch:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

$$w_e = 0,5 \cdot c_{pe} \rightarrow A \geq 10m^2 \rightarrow C_{pe,10}$$

**vítr ve směru X**



$$e = \min(b; 2h) = \min(6; 2 \cdot 4,3) = \min(56; 8,6) = 8,6m$$

$$\frac{e}{10} = \frac{8600}{10} = 860mm$$

$$\frac{e}{4} = \frac{8600}{4} = 2150mm$$

| Oblast -sání | $C_{pe,10}$ | působící síla [kN/m <sup>2</sup> ] |
|--------------|-------------|------------------------------------|
| F            | -1,64       | -0,82                              |
| G            | -1,18       | -0,59                              |
| H            | -0,58       | -0,29                              |

| Oblast -tlak | $C_{pe,10}$ | působící síla [kN/m <sup>2</sup> ] |
|--------------|-------------|------------------------------------|
| F            | 0,1         | 0,05                               |
| G            | 0,1         | 0,05                               |
| H            | 0,1         | 0,05                               |

Obrázek 21 – rozdělení střechy 3

**vítr ve směru Y**

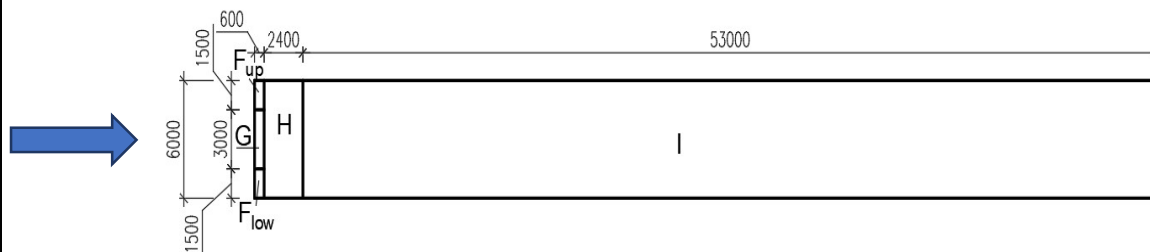
$$e = \min(b; 2h) = \min(6; 2 \cdot 4,3) = \min(6; 8,6) = 6m$$

$$\frac{e}{10} = \frac{6000}{10} = 600mm$$

$$\frac{e}{4} = \frac{6000}{4} = 1500mm$$

$$\frac{e}{2} = \frac{6000}{2} = 3000mm$$

| Oblast -sání | $C_{pe,10}$ | působící síla [kN/m <sup>2</sup> ] |
|--------------|-------------|------------------------------------|
| $F_{up}$     | -2,12       | -1,06                              |
| $F_{low}$    | -2,06       | -1,03                              |
| G            | -1,8        | -0,90                              |
| H            | -0,62       | -0,35                              |
| I            | -0,52       | -0,26                              |



Obrázek 21 – rozdělení střechy 3

## 2.12. Výpočet zatížení větrem na stěnu

Strakonice – II. větrná oblast

→ výchozí základní rychlost větru  $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

kategorie terénu – III

→ oblast rovnoměrně pokrytá vegetací nebo budovami s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20m násobek výšky překážky

→  $z_0 = 0,3\text{m}$ ,  $z_{\min} = 5\text{m}$ ,  $z_{\max} = 200\text{m}$ ,  $z_{0,II} = 0,05\text{m}$

výška objektu 13,950m, šířka objektu 18m, délka objektu 56m

základní rychlost větru  $v_b$

$$V_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot V_{b,0}$$

$$V_b = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25$$

$$V_b = 25 \text{ m/s}$$

$c_{dir} = 1,0$  - součinitel směru větru – doporučená hodnota

$c_{season} = 1,0$  - součinitel ročního období – doporučená hodnota

charakteristická střední rychlost větru  $v_b(z)$  ve výšce nad terénem

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b \rightarrow v_m(13,95) = 0,828 \cdot 1 \cdot 25 = 20,69 \text{ m/s}$$

$c_r(z)$  – součinitel drsnosti

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln \frac{z}{z_0} \rightarrow c_r(13,95) = 0,215 \cdot \ln \left( \frac{13,95}{0,3} \right) = 0,828$$

pokud' platí  $z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \rightarrow 5\text{m} \leq 13,95 \leq 200\text{m}$

$k_r$  – součinitel terénu

$$k_r = 0,19 \cdot \frac{z_0^{0,007}}{z_{0,II}} = 0,19 \cdot \frac{0,3^{0,007}}{0,05} = 0,215$$

$c_o(z)$  – součinitel orografie

$$c_o(z) = 1$$

turbulence větru

$$\text{Intenzita turbulence větru ve výšce } z: I_v(z) = \frac{k_I}{c_o(z) \cdot \ln \left( \frac{z}{z_0} \right)} \rightarrow$$

$$I_v(13,95) = \frac{1}{1 \cdot \ln \left( \frac{13,95}{0,3} \right)} = 0,26$$

$K_I = 1$  – součinitel turbulence – doporučená hodnota

maximální dynamický tlak:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = c_e(z) \cdot q_b(z)$$

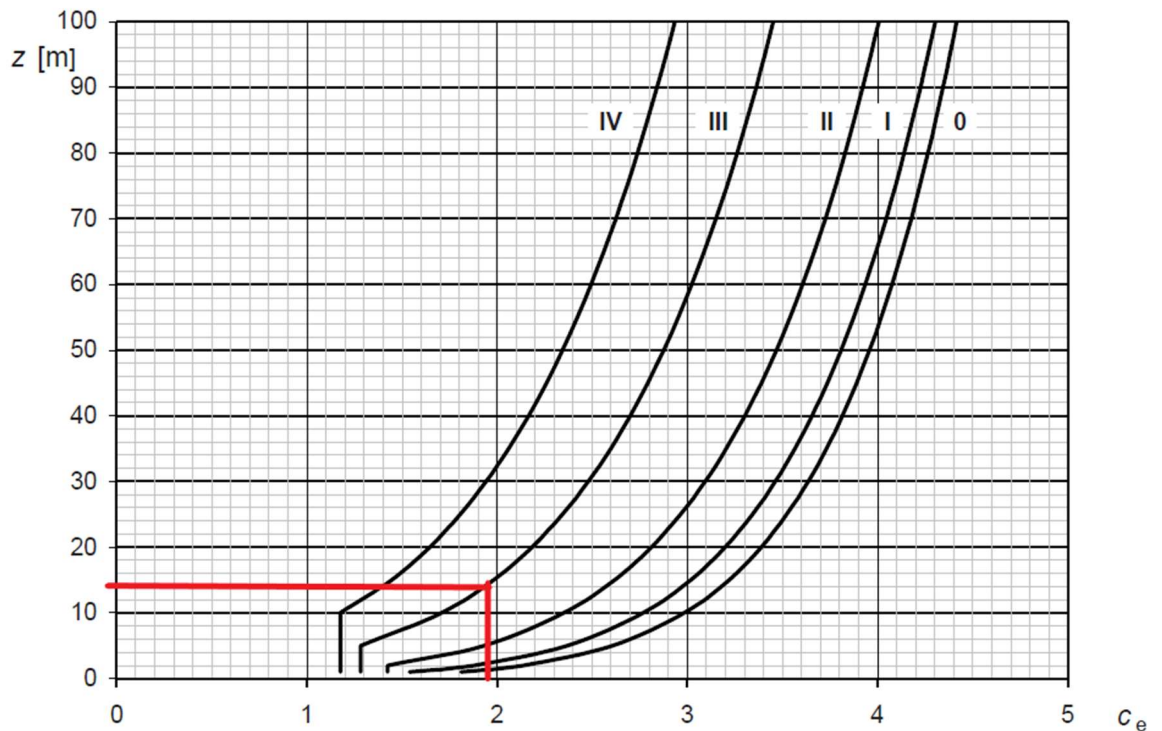
$$q_p(13,95) = [1 + 7 \cdot 0,26] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 20,69^2$$

$$q_p(13,95) = 0,755 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p = 1,94 \cdot 0,39$$

$$q_p = 0,755 \text{ kN/m}$$

$c_e(z)$  – součinitel expozice 1,94 – odečteno z grafu



Obrázek 22 – součinitel expozice [2]

základní dynamický tlak větru:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

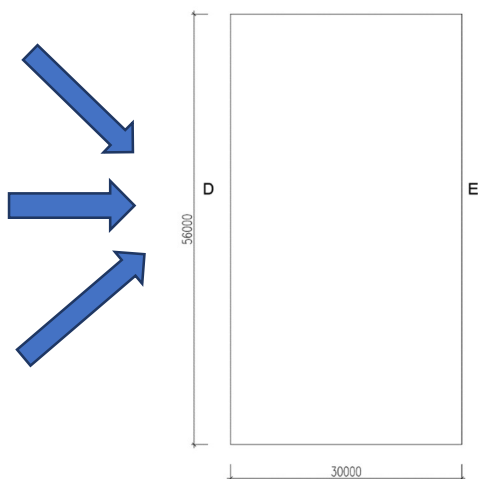
$$q_b = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 0,39 \frac{kN}{m^2}$$

tlak větru na vnější povrch:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

$$w_e = 0,755 \cdot c_{pe} \rightarrow A \geq 10m^2 \rightarrow C_{pe,10}$$

**vítr ve směru X**



$$e = \min(b; 2h) = \min(56; 2 \cdot 13,95)$$

$$= \min(56; 27,9) = 27,9m$$

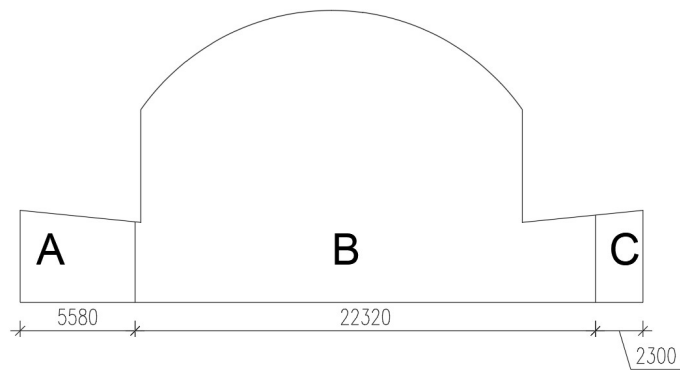
$$\frac{e}{10} = \frac{27900}{10} = 2790mm$$

$$\frac{e}{5} = \frac{27900}{5} = 5580mm$$

$$\frac{e}{4} = \frac{27900}{4} = 6975mm$$

$$\frac{h}{d} = \frac{13,95}{30} = 0,465$$

Obrázek 23 – rozdělení objektu

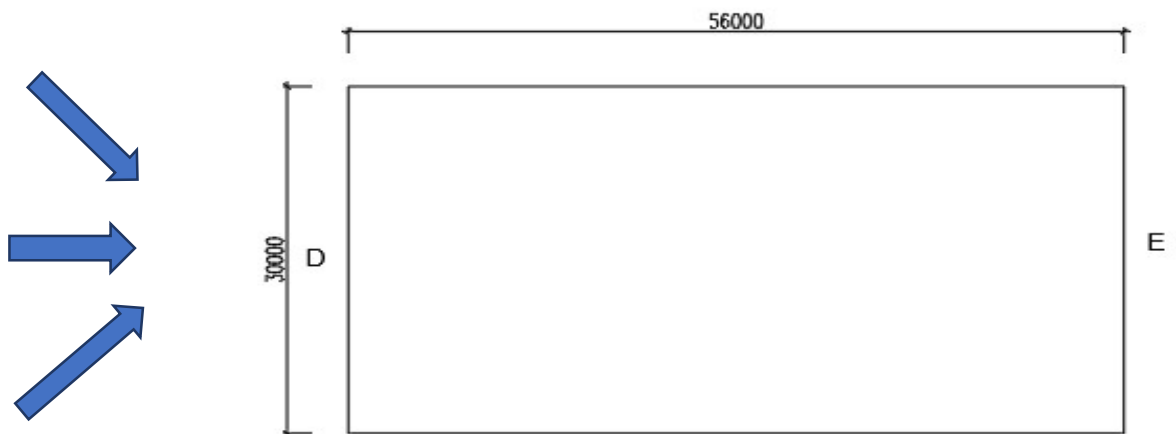


Obrázek 24 – rozdělení objektu

| oblast | $C_{pe,10}$ | působící síla [kN/m <sup>2</sup> ] |
|--------|-------------|------------------------------------|
| A      | -1,2        | -0,91                              |
| B      | -0,8        | -0,60                              |
| C      | -0,5        | -0,38                              |
| D      | 0,73        | 0,47*                              |
| E      | -0,36       | -0,23*                             |

\*nedostatečná korelace tlaků uvažována koeficientem 0,85

**vítr ve směru Y**



Obrázek 25 – rozdělení objektu

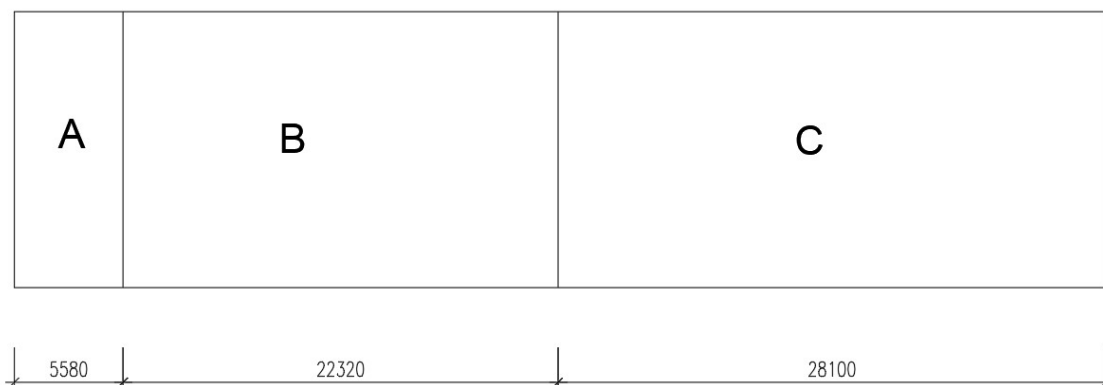
$$e = \min(b; 2h) = \min(30; 2 \cdot 13,95) = \min(30; 27,9) = 27,9m$$

$$\frac{e}{10} = \frac{27900}{10} = 2790mm$$

$$\frac{e}{5} = \frac{27900}{5} = 5580mm$$

$$\frac{e}{4} = \frac{27900}{4} = 6975mm$$

$$\frac{h}{d} = \frac{13,95}{30} = 0,465$$



Obrázek 26 – rozdělení objektu

| oblast | $C_{pe,10}$ | působící síla [kN/m <sup>2</sup> ] |
|--------|-------------|------------------------------------|
| A      | -1,2        | -0,91                              |
| B      | -0,8        | -0,60                              |
| C      | -0,5        | -0,38                              |
| D      | 0,73        | 0,47*                              |
| E      | -0,36       | -0,23*                             |

\*nedostatečná korelace tlaků uvažována koeficientem 0,85

### 2.13. Výpočet zatížení na stropní/střešní konstrukci – proměnné

Strop kategorie C2 – hodnota charakteristického zatížení 4 kN/m<sup>2</sup>

| Kategorie   | Stanovené použití   | Příklad  |
|---|---|--|
| A   | obytné plochy a plochy pro domácí činnosti  | místnosti obytných budov a domů; lůžkové pokoje a čekárny v nemocnicích; ložnice hotelů a ubytoven, kuchyně a toalety  |
| B   | kancelářské plochy  |  |
| C   | plochy, kde může docházet ke shromažďování lidí (kromě ploch uvedených v kategoriích A, B a D <sup>1)</sup> ) | <p><b>C1:</b> plochy se stoly atd., např. plochy ve školách, kavárnách, restauracích, jídelnách, čítárnách, recepcích.</p> <p><b>C2:</b> plochy se zabudovanými sedadly, např. plochy v kostelech, divadlech nebo kinech, v konferenčních sálech, přednáškových nebo zasedacích místnostech, nádražních a jiných čekárnách.</p> <p><b>C3:</b> plochy bez překážek pro pohyb osob, např. plochy v muzeích, ve výstavních sálech a přístupové plochy ve veřejných a administrativních budovách, hotelích, nemocnicích, železničních nádražních halách.</p> <p><b>C4:</b> plochy určené k pohybovým aktivitám, např. taneční sály, tělocvičny, jeviště, atd.</p> <p><b>C5:</b> plochy, kde může dojít k vysoké koncentraci lidí, např. budovy pro veřejné akce jako koncertní síně, sportovní haly, včetně tribun, terasy a přístupové plochy, železniční nástupiště.</p> |
| D   | obchodní plochy   | <p><b>D1:</b> plochy v malých obchodech</p> <p><b>D2:</b> plochy v obchodních domech</p>   |
| <p><sup>1)</sup> Pozor na odstavec 6.3.1.1(2)P, zejména pro C4 a C5. Pokud je nutno uvažovat dynamické účinky, viz EN 1990. Kategorie E je v tabulce 6.3.</p> <p>POZNÁMKA 1 V závislosti na předpokládaném účelu používání mohou být plochy zařazeny do kategorie C5 místo do kategorií C2, C3 a C4, a to na základě rozhodnutí klienta a/nebo podle národní přílohy.</p> <p>POZNÁMKA 2 V národní příloze mohou být uvedeny podkategorie ke kategoriím A, B, C1 až C5, D1 a D2.</p> <p>POZNÁMKA 3 Plochy pro skladování a průmyslovou činnost, viz 6.3.2.</p> |   |  |

Obrázek 27 – tabulka kategorií užitečných zatížení [3]

| Kategorie zatěžovaných ploch | $q_k$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $Q_k$<br>[kN]             |
|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| <b>kategorie A</b>           |                               |                           |
| – stropní konstrukce         | 1,5 až <u>2,0</u>             | <u>2,0</u> až 3,0         |
| – schodiště                  | <u>2,0</u> až 4,0             | <u>2,0</u> až 4,0         |
| – balkóny                    | <u>2,5</u> až 4,0             | <u>2,0</u> až 3,0         |
| <b>kategorie B</b>           |                               |                           |
|                              | 2,0 až <u>3,0</u>             | 1,5 až <u>4,5</u>         |
| <b>kategorie C</b>           |                               |                           |
| – C1                         | 2,0 až <u>3,0</u>             | 3,0 až <u>4,0</u>         |
| – C2                         | 3,0 až <u>4,0</u>             | 2,5 až 7,0 ( <u>4,0</u> ) |
| – C3                         | 3,0 až <u>5,0</u>             | <u>4,0</u> až 7,0         |
| – C4                         | 4,5 až <u>5,0</u>             | 3,5 až <u>7,0</u>         |
| – C5                         | <u>5,0</u> až 7,5             | 3,5 až <u>4,5</u>         |
| <b>kategorie D</b>           |                               |                           |
| – D1                         | <u>4,0</u> až 5,0             | 3,5 až 7,0 ( <u>4,0</u> ) |
| – D2                         | 4,0 až <u>5,0</u>             | 3,5 až <u>7,0</u>         |

Obrázek 28 – tabulka hodnot užitných zatížení [3]

Střecha nepochozí – hodnota charakteristického zatížení 0,75 kN/m<sup>2</sup>

| Kategorie zatěžovaných ploch | Stanovené použití   |
|------------------------------|---|
| <b>H</b>                     | střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav                   |
| <b>I</b>                     | střechy přístupné (pochůzně), s užíváním podle kategorií A až D       |
| <b>K</b>                     | střechy přístupné pro zvláštní provoz, např. pro přistávání vrtulníků |

Obrázek 29 – tabulka užitných zatížení pro střechy [3]

| Střecha   | $q_k$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $Q_k$<br>[kN] |
|---|-------------------------------|---------------|
| <b>Kategorie H</b>  | $q_k$                         | $Q_k$         |
| POZNÁMKA 1 Pro kategorii H mohou být hodnoty $q_k$ vybrány v rozmezí od 0,00 kN/m <sup>2</sup> do 1,0 kN/m <sup>2</sup> a hodnoty $Q_k$ v rozmezí od 0,9 kN do 1,5 kN.<br>Tam, kde je uvedeno rozmezí hodnot, mohou se hodnoty určit v národní příloze. Doporučené hodnoty jsou:<br>$q_k = 0,4 \text{ kN/m}^2$ , $Q_k = 1,0 \text{ kN}$ |                               |               |
| POZNÁMKA 2 $q_k$ se může v národní příloze měnit v závislosti na sklonu střechy.  |                               |               |
| POZNÁMKA 3 Lze předpokládat, že $q_k$ působí na ploše A, která může být stanovena v národní příloze. Doporučená hodnota A = 10 m <sup>2</sup> , v rozmezí od nuly až do celkové plochy střechy.   |                               |               |
| POZNÁMKA 4 Viz také 3.3.2(1).   |                               |               |

Obrázek 30 - Užitná zatížení kategorie H [3]



**2.14. Výpočet zatížení – stálé**

střešní plášť

| zatížení                  | tloušťka | objemová hmotnost    | charakteristické zatížení |
|---------------------------|----------|----------------------|---------------------------|
|                           | [mm]     | [kg/m <sup>3</sup> ] | [kN/m <sup>2</sup> ]      |
| Kalzip tl. 1mm            | 1        | 27000                | 0,03                      |
| tep. izolace PIR + profil | 200      | 50                   | 0,10                      |
| trapézový plech           | 1,13     | -                    | 0,12                      |
|                           |          | Celkem               | 0,25                      |

skladba podlahy

| zatížení                | tloušťka | objemová hmotnost    | charakteristické zatížení |
|-------------------------|----------|----------------------|---------------------------|
|                         | [mm]     | [kg/m <sup>3</sup> ] | [kN/m <sup>2</sup> ]      |
| dlažba+stěrka           | 10       | 1500                 | 0,16                      |
| anhydrid 50mm           | 50       | 2000                 | 1                         |
| Pe                      | 0,1      | xxx                  | xxx                       |
| Kročejeová izolace 40mm | 40       | 110                  | 0,04                      |
| Beton 100mm             | 100      | 2500                 | 2,5                       |
| trapézový plech         | -        | -                    | 0,15                      |
|                         |          | Celkem               | 3,84                      |

obvodový plášť

| zatížení                | charakteristické zatížení |
|-------------------------|---------------------------|
|                         | [kN/m <sup>2</sup> ]      |
| Kingspan KS1000/1150 NF | 0,164                     |

prosklení – výlohy

| zatížení                | charakteristické zatížení |
|-------------------------|---------------------------|
|                         | [kN/m <sup>2</sup> ]      |
| bezpečnostní sklo 8,5mm | 0,20                      |

zábradlí

| zatížení                | charakteristické zatížení |
|-------------------------|---------------------------|
|                         | [kN/m]                    |
| bezpečnostní sklo 8,5mm | 0,20                      |

## 2.15. Návrh a posouzení střešního pláště

### Skládaný střešní plášť

- Kalzip – hliníkové profilované plechy tl.1mm
- Tepelná izolace PIR + omega profily Kalzip 200mm
- Nosný trapézový plech TR 50/250; t=1,13mm; g=11,3kN/m<sup>2</sup>
- 

### Návrh spodního plechu

- rozhodující je pravděpodobně kombinace s maximálním svislým zatížením tlak

| zatížení | charakteristické<br>zatížení | γ    | návrhové<br>zatížení |
|----------|------------------------------|------|----------------------|
|          | [kN/m <sup>2</sup> ]         |      | [kN/m <sup>2</sup> ] |
| stálé    | 0,25                         | 1,35 | 0,338                |
| užitné   | 0,75                         | 1,5  | 1,125                |
|          | Σ 0,1                        |      | Σ 1,463              |

### sání

| zatížení | charakteristické<br>zatížení | γ   | návrhové<br>zatížení |
|----------|------------------------------|-----|----------------------|
|          | [kN/m <sup>2</sup> ]         |     | [kN/m <sup>2</sup> ] |
| stálé    | 0,25                         | 1   | 0,25                 |
| vítr     | -1,16                        | 1,5 | -1,74                |
|          | Σ -0,91                      |     | Σ -1,49              |

→ rozhoduje sání

### Posouzení trapézového plechu

vzdálenost vaznic max. 3m

- působení jako prostý nosník

$$g_{ed} = -1,49 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{ek} = -0,91 \text{ kN/m}^2$$

### MSÚ

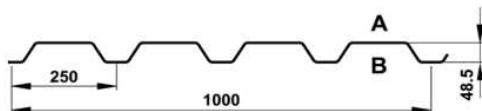
$$g_{ed} = 1,49 \text{ kN/m}^2 \leq g_{Rd1} = 4,03 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$g_{ed} = 1,49 \text{ kN/m}^2 \leq g_{Rd} = 4,03 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

### MSP

$$\delta_2 = \frac{L}{200}$$

$$g_{ek} = 0,91 \text{ kN/m}^2 \leq g_{Rk} = 1,14 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

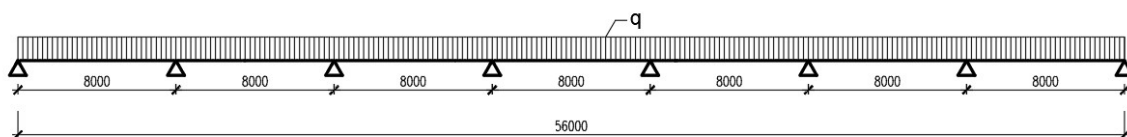


| Nominální tl.<br>$t_{nom}$<br>[mm] | Vlastní tíha<br>$g$<br>[kg/m <sup>2</sup> ] | Mezní stav | TR 50/250, prostý nosník, pozitivní poloha |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------|---|------------|--|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                    |   |            | Rozpon [m]                                 |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                    |   |            | 1,00                                       | 1,50  | 2,00  | 2,50 | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 4,50 | 5,00 | 5,50 | 6,00 |
| 0,63                               | 6,30  | $q_{Rd1}$  | 14,56                                      | 6,47  | 3,64  | 2,33 | 1,62 | 1,19 | 0,91 | 0,72 | 0,58 | 0,48 | 0,40 |
|                                    |   | $q_{Rd2}$  | 5,92                                       | 3,95  | 2,96  | 2,33 | 1,62 | 1,19 | 0,91 | 0,72 | 0,58 | 0,48 | 0,40 |
|                                    |   | $q_{Rk}$   | 13,47                                      | 3,99  | 1,68  | 0,86 | 0,50 | 0,31 | 0,21 | 0,15 | 0,11 | 0,08 | 0,06 |
| 0,75                               | 7,50  | $q_{Rd1}$  | 19,04                                      | 8,46  | 4,76  | 3,05 | 2,12 | 1,55 | 1,19 | 0,94 | 0,76 | 0,63 | 0,53 |
|                                    |   | $q_{Rd2}$  | 8,72                                       | 5,81  | 4,36  | 3,05 | 2,12 | 1,55 | 1,19 | 0,94 | 0,76 | 0,63 | 0,53 |
|                                    |   | $q_{Rk}$   | 17,13                                      | 5,08  | 2,14  | 1,10 | 0,63 | 0,40 | 0,27 | 0,19 | 0,14 | 0,10 | 0,08 |
| 0,88                               | 8,80  | $q_{Rd1}$  | 24,44                                      | 10,86 | 6,11  | 3,91 | 2,72 | 1,99 | 1,53 | 1,21 | 0,98 | 0,81 | 0,68 |
|                                    |   | $q_{Rd2}$  | 12,31                                      | 8,21  | 6,11  | 3,91 | 2,72 | 1,99 | 1,53 | 1,21 | 0,98 | 0,81 | 0,68 |
|                                    |   | $q_{Rk}$   | 21,36                                      | 6,33  | 2,67  | 1,37 | 0,79 | 0,50 | 0,33 | 0,23 | 0,17 | 0,13 | 0,10 |
| 1,00                               | 10,00                                       | $q_{Rd1}$  | 29,89                                      | 13,29 | 7,47  | 4,78 | 3,32 | 2,44 | 1,87 | 1,48 | 1,20 | 0,99 | 0,83 |
|                                    |   | $q_{Rd2}$  | 16,13                                      | 10,76 | 7,47  | 4,78 | 3,32 | 2,44 | 1,87 | 1,48 | 1,20 | 0,99 | 0,83 |
|                                    |   | $q_{Rk}$   | 25,57                                      | 7,58  | 3,20  | 1,64 | 0,95 | 0,60 | 0,40 | 0,28 | 0,20 | 0,15 | 0,12 |
| 1,13                               | 11,30                                       | $q_{Rd1}$  | 36,30                                      | 16,13 | 9,08  | 5,81 | 4,03 | 2,96 | 2,27 | 1,79 | 1,45 | 1,20 | 1,01 |
|                                    |   | $q_{Rd2}$  | 20,83                                      | 13,88 | 9,08  | 5,81 | 4,03 | 2,96 | 2,27 | 1,79 | 1,45 | 1,20 | 1,01 |
|                                    |   | $q_{Rk}$   | 30,82                                      | 9,13  | 3,85  | 1,97 | 1,14 | 0,72 | 0,48 | 0,34 | 0,25 | 0,19 | 0,14 |
| 1,25                               | 12,50                                       | $q_{Rd1}$  | 42,00                                      | 18,67 | 10,50 | 6,72 | 4,67 | 3,43 | 2,63 | 2,07 | 1,68 | 1,39 | 1,17 |
|                                    |   | $q_{Rd2}$  | 25,65                                      | 17,10 | 10,50 | 6,72 | 4,67 | 3,43 | 2,63 | 2,07 | 1,68 | 1,39 | 1,17 |
|                                    |   | $q_{Rk}$   | 35,92                                      | 10,64 | 4,49  | 2,30 | 1,33 | 0,84 | 0,56 | 0,39 | 0,29 | 0,22 | 0,17 |

Obrázek 31 - Únosnost plechu TR 50/250 [4]

navržený trapézový plech TR 50/250;  $t=1,13\text{mm}$  → **vyhovuje**

## 2.16. Návrh a posouzení vaznice V1 IPE



Obrázek 32 – zatížení vaznice tlak

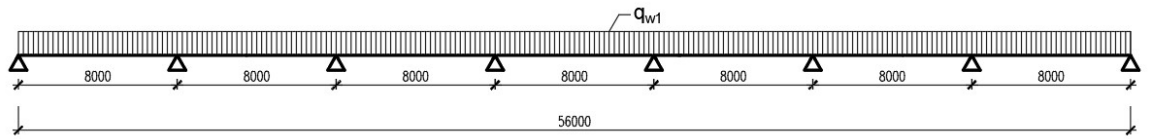
- spojitý nosník

| zatížení                | charakteristické<br>zatížení<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | 3m<br>[kN/m] | γ    | návrhové<br>zatížení<br>[kN/m] |
|-------------------------|--|--------------|------|--------------------------------|
| střešní<br>plášť        | 0,25   | 0,75         | 1,35 | 1,01                           |
| vlastní tíha<br>vaznice |  | 0,262        | 1,35 | 0,354                          |
| sníh*                   | 1,8  | 5,4          | 1,5  | 8,1                            |
|                         | Σ  | 6,41         | Σ    | g=9,464                        |

\*uvažují s nejvyšším možným zatížením sněhem

### zatížení větrem – směr X

- uvažuji největší zatížení větrem oblast B na válcové střeše



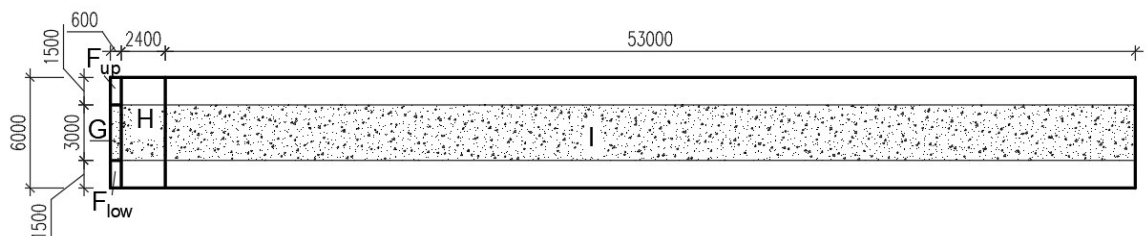
Obrázek 33 – zatížení vaznice sání ve směru x

$$g_{w1} = -0,72 \cdot 3 = -2,16 \text{ kN/m}$$

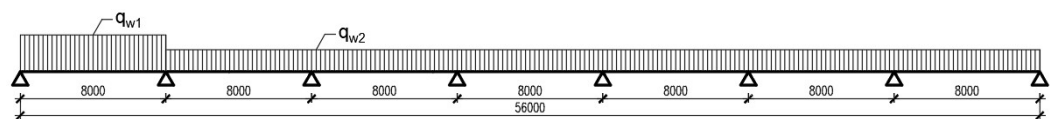
### zatížení větrem – směr Y

- uvažuji největší zatížení větrem na pultové střeše

| Oblast<br>-sání | $C_{pe,10}$ | působící síla [kN/m <sup>2</sup> ] |
|-----------------|-------------|------------------------------------|
| $F_{up}$        | -2,12       | -1,06                              |
| $F_{low}$       | -2,06       | -1,03                              |
| G               | -1,81       | -0,905                             |
| H               | -0,62       | -0,31                              |
| I               | -0,52       | -0,26                              |



Obrázek 34 – rozdělení sání ve směru y



Obrázek 35 – zatížení vaznice sání ve směru y

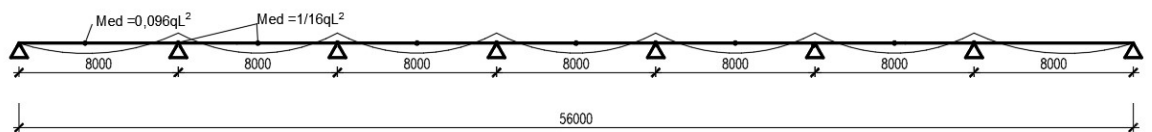
$$g_{w1} = \frac{-0,905 \cdot 0,6 \cdot 3 - 0,31 \cdot 2,4 \cdot 3 - 0,26 \cdot 5 \cdot 3}{8} = -0,97 \text{ kN/m}$$

$$g_{w2} = -0,3 \cdot 3 = -0,9 \text{ kN/m}$$

| zatížení                | charakteristické<br>zatížení | 3m     | γ    | návrhové<br>zatížení |
|-------------------------|------------------------------|--------|------|----------------------|
|                         | [kN/m <sup>2</sup> ]         | [kN/m] |      | [kN/m]               |
| střešní<br>plášť        | 0,25                         | 0,75   | 1,35 | 1,01                 |
| vlastní tíha<br>vaznice | odhad                        | 0,262  | 1,0  | 0,262                |
| vítr                    | -0,72                        | -2,16  | 1,5  | -3,24                |
|                         | Σ                            | -1,148 | Σ    | -1,97                |

## **M<sub>y</sub>**

### 1, kombinace stálé+sníh

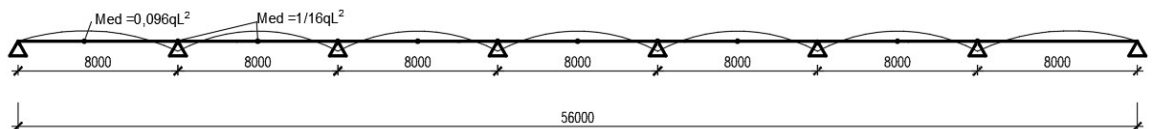


Obrázek 36 – schéma uvažovaných momentů [4]

$$M_{Ed1} = \frac{qL^2}{16} = \frac{9,46 \cdot 8^2}{16} = \pm 37,84 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed2} = 0,096qL^2 = 0,096 \cdot 9,46 \cdot 8^2 = 58,12 \text{ kNm}$$

### 2,



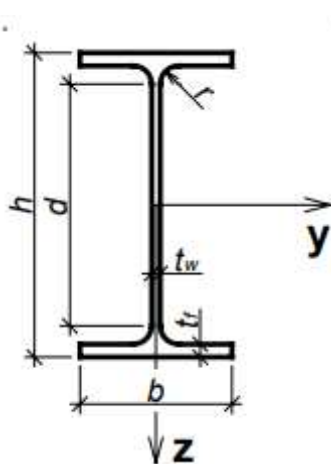
Obrázek 37 – schéma uvažovaných momentů [4]

$$M_{Ed1} = \frac{q_d L^2}{16} = \frac{1,97 \cdot 8^2}{16} = \pm 7,88 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed2} = 0,096qL^2 = 0,096 \cdot 1,97 \cdot 8^2 = -12,1 \text{ kNm}$$

→ uvažuji tuhý střešní plášť

Návrh vaznice IPE 200



$$W_{el,y} = 194,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,y} = 220,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 1943 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 142,4 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_w = 12990 \cdot 10^6 \text{ mm}^6$$

$$I_t = 6,980 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$A = 2848 \text{ mm}^2$$

Zatřídění průřezu

→ zatřídění pro ocel S355

$$\text{Stojina: } \frac{d}{t_w} = \frac{159}{5,6} = 28,39 < 72 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 72 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}} = 58,58 \rightarrow \text{třída 1.}$$

$$\text{Pásnice: } \frac{c}{t_f} = \frac{50}{8,5} = 5,8 < 10 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 10 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}} = 8,14 \rightarrow \text{třída 1.}$$

MSÚ

Momentová únosnost podle teorie plasticity

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

$$\frac{W_{y,pl} f_{yd}}{\gamma_{M0}} \geq M_{Ed}$$

$$(220,6 \cdot 355 / 1,15) \cdot 10^{-3} \geq 44,35$$

$$68,09 \geq 58,1224 [\text{kNm}]$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{58,12}{68,09} = 0,85 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

$$X_{LT} W_{pl,y} f_{yd} \geq M_{Ed}$$

kritický moment

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(k \cdot L)} \cdot \sqrt{\frac{I_w}{I_z} \cdot \left(\frac{k}{k_w}\right)^2 + \frac{(k \cdot L)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}} =$$

$$= 1,132 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 142,4 \cdot 10^4}{8000^2} \cdot \sqrt{\frac{12990 \cdot 10^6}{142,4 \cdot 10^4} + \left(\frac{8000^2 \cdot 81 \cdot 10^3 \cdot 6,980 \cdot 10^4}{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 142,4 \cdot 10^4}\right)} =$$

$$= 18,9 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

### Poměrná štíhlost

- pro průřez 1. třídy

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{220,6 \cdot 10^3 \cdot 355}{18,9 \cdot 10^6}} = 2,035$$

→ součinitel příčné a torzní stability  $X_{LT}$  se pro válcové nosníky pro křivku a...  $X_{LT} = 0,216$

$$M_{Rd} = \frac{X_{LT} W_{pl,y} f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{0,216 \cdot 220,6 \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{1,15} = 14,7 \text{ kN}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

$$14,71 \geq 12,1 \text{ [kNm]}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{12,1}{14,709} = 0,82 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

### MSP

Průhyb vypočítán pomocí Scia 21.1.

$$\delta \leq \frac{L}{200}$$

$$29,3 \leq \frac{8000}{200}$$

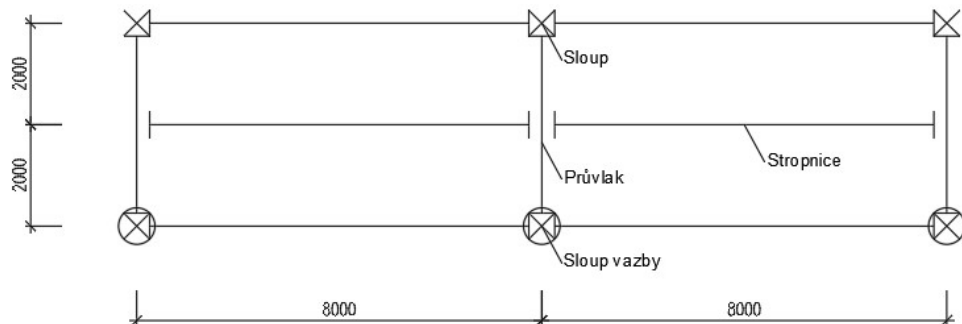
$$29,3 \leq 40 \text{ [mm]}$$

→ **vyhovuje**

## 2.17 Návrh a posouzení vestavby

Konstrukce bude provedena jako ocelobetonový skelet

Schéma konstrukce



Obrázek 38 – schéma vestavby (pouze část)

Délka stropnice 8m

Vzdálenost stropnic 2m

## 2.18 Návrh a posouzení trapézového plechu – montážní stádium

Hodnoty zatížení

$$f_{g,k} = 3,84 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{q,k} = 4 \text{ kN/m}^2$$

Návrh: TR 50/250, spojitý nosník o dvou polích, pozitivní poloha

přepočítaná tloušťka betonu  $h=70+50(54+(54+30,5)/250)=87\text{mm}$

**zatížení při betonáži**

| zatížení        | tloušťka | objemová hmotnost    | charakteristické zatížení | $\gamma$ | gd[kN/m]             |
|-----------------|----------|----------------------|---------------------------|----------|----------------------|
|                 | [mm]     | [kg/m <sup>3</sup> ] | [kN/m <sup>2</sup> ]      | [-]      | [kN/m <sup>2</sup> ] |
| Beton 112mm     | 87       | 2600                 | 2,26                      | 1,35     | 3,05                 |
| trapezový plech | -        | -                    | 0,15                      | 1,35     | 0,20                 |
|                 |          | Celkem               | 2,41                      |          | 3,25                 |

| zatížení       | charakteristické zatížení | $\gamma$ | gd[kN/m]             |
|----------------|---------------------------|----------|----------------------|
|                | [kN/m <sup>2</sup> ]      | [-]      | [kN/m <sup>2</sup> ] |
| užitné         | 0,75                      | 1,5      | 1,125                |
| zvětšené (3x3) | 1,5                       | 1,5      | 2,25                 |
| celkem         | 2,25                      |          | 3,375                |



| zatížení | charakteristické<br>zatížení | $\gamma$ | gd[kN/m]             |
|----------|------------------------------|----------|----------------------|
|          | [kN/m <sup>2</sup> ]         | [-]      | [kN/m <sup>2</sup> ] |
| stálé    | 3,25                         | 1,35     | 4,38                 |
| užitné   | 2,28                         | 1,5      | 3,42                 |
| celkem   | 5,53                         |          | 7,8                  |

| Nominální tl.<br>$t_{nom}$<br>[mm] | Vlastní tíha<br>$g$<br>[kg/m <sup>2</sup> ] | Mezní stav | TR 50/250, spojité nosník o dvou polích, pozitivní poloha |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------|---|------------|---|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                    |   |            | Rozpon [m]  |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                    |   |            | 1,00  | 1,50  | 2,00  | 2,50 | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 4,50 | 5,00 | 5,50 | 6,00 |
| 0,63                               | 6,30  | $q_{Rd1}$  | 8,99  | 4,84  | 3,04  | 2,09 | 1,53 | 1,17 | 0,92 | 0,73 | 0,60 | 0,49 | 0,41 |
|                                    |   | $q_{Rd2}$  | 7,77  | 4,29  | 2,75  | 1,92 | 1,42 | 1,09 | 0,86 | 0,70 | 0,58 | 0,49 | 0,41 |
|                                    |   | $q_{Rk}$   | 32,44   | 9,61  | 4,06  | 2,08 | 1,20 | 0,76 | 0,51 | 0,36 | 0,26 | 0,19 | 0,15 |
| 0,75                               | 7,50  | $q_{Rd1}$  | 12,66   | 6,78  | 4,25  | 2,92 | 2,13 | 1,62 | 1,27 | 1,01 | 0,81 | 0,67 | 0,57 |
|                                    |   | $q_{Rd2}$  | 10,97   | 6,03  | 3,85  | 2,68 | 1,97 | 1,52 | 1,20 | 0,98 | 0,81 | 0,67 | 0,57 |
|                                    |   | $q_{Rk}$   | 41,27   | 12,23 | 5,16  | 2,64 | 1,53 | 0,96 | 0,64 | 0,45 | 0,33 | 0,25 | 0,19 |
| 0,88                               | 8,80  | $q_{Rd1}$  | 16,91   | 8,96  | 5,57  | 3,80 | 2,76 | 2,10 | 1,61 | 1,27 | 1,03 | 0,85 | 0,72 |
|                                    |   | $q_{Rd2}$  | 14,69   | 7,99  | 5,06  | 3,50 | 2,57 | 1,97 | 1,56 | 1,26 | 1,03 | 0,85 | 0,72 |
|                                    |   | $q_{Rk}$   | 51,46   | 15,25 | 6,43  | 3,29 | 1,91 | 1,20 | 0,80 | 0,56 | 0,41 | 0,31 | 0,24 |
| 1,00                               | 10,00                                       | $q_{Rd1}$  | 21,20   | 11,14 | 6,88  | 4,69 | 3,39 | 2,53 | 1,94 | 1,53 | 1,24 | 1,02 | 0,86 |
|                                    |   | $q_{Rd2}$  | 18,45   | 9,96  | 6,27  | 4,33 | 3,16 | 2,42 | 1,91 | 1,53 | 1,24 | 1,02 | 0,86 |
|                                    |   | $q_{Rk}$   | 61,60   | 18,25 | 7,70  | 3,94 | 2,28 | 1,44 | 0,96 | 0,68 | 0,49 | 0,37 | 0,29 |
| 1,13                               | 11,30                                       | $q_{Rd1}$  | 26,22   | 13,67 | 8,41  | 5,70 | 4,10 | 3,01 | 2,31 | 1,83 | 1,48 | 1,22 | 1,03 |
|                                    |   | $q_{Rd2}$  | 22,87   | 12,25 | 7,68  | 5,28 | 3,85 | 2,93 | 2,31 | 1,83 | 1,48 | 1,22 | 1,03 |
|                                    |   | $q_{Rk}$   | 74,25   | 22,00 | 9,28  | 4,75 | 2,75 | 1,73 | 1,16 | 0,81 | 0,59 | 0,45 | 0,34 |
| 1,25                               | 12,50                                       | $q_{Rd1}$  | 31,17   | 16,15 | 9,89  | 6,69 | 4,73 | 3,48 | 2,67 | 2,11 | 1,71 | 1,41 | 1,19 |
|                                    |   | $q_{Rd2}$  | 27,23   | 14,50 | 9,05  | 6,20 | 4,51 | 3,43 | 2,67 | 2,11 | 1,71 | 1,41 | 1,19 |
|                                    |   | $q_{Rk}$   | 86,53   | 25,64 | 10,82 | 5,54 | 3,20 | 2,02 | 1,35 | 0,95 | 0,69 | 0,52 | 0,40 |

Obrázek 39 – návrhové tabulky [4]

### MSÚ

$$g_{ed} = 7,8 \text{ kN/m}^2 \leq g_{Rd1} = 9,89 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$g_{ed} = 7,8 \text{ kN/m}^2 \leq g_{Rd} = 9,05 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

### MSP

$$\delta_2 = \frac{L}{200}$$

$$g_{ek} = 5,53 \text{ kN/m}^2 \leq g_{Rk} = 10,82 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$M_{b,k} = -0,125 \cdot 2,41 \cdot 2^2 = -1,205 \text{ kNm/m}$$

$$\delta = \frac{1}{EI_{eff}} \cdot \left( \frac{5}{384} g_k \cdot L^4 + \frac{1}{16} \cdot M_{b,k} \cdot L^2 \right)$$

$$\delta = \frac{1}{210 \cdot 10^3 \cdot 365000} \cdot \left( \frac{5}{384} 2,41 \cdot 2000^4 + \frac{1}{16} \cdot 1,205 \cdot 2000^2 \right) = 2,27 \text{ mm}$$

$$\delta = 2,27 \text{ mm} < \frac{t_{deska}}{10} = \frac{87}{10} = 8,7 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

→ Není potřeba uvažovat rybíkový efekt

navržený trapézový plech TR 50/250; t=1,25mm → **vyhovuje**

## 2.19 Návrh a posouzení stropnice – při betonáži podepřená

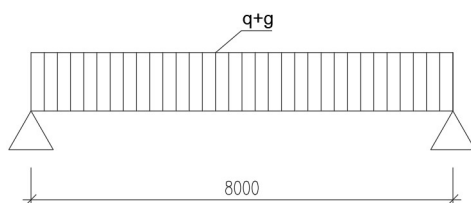
Přepočítané zatížení

| zatížení               | tloušťka | objemová hmotnost    | charakteristické zatížení |
|------------------------|----------|----------------------|---------------------------|
|                        | [mm]     | [kg/m <sup>3</sup> ] | [kN/m <sup>2</sup> ]      |
| dlažba+stěrka          | 10       | 1500                 | 0,16                      |
| anhydrid 50mm          | 50       | 2000                 | 1                         |
| Pe                     | 0,1      | xxx                  | xxx                       |
| Kročejová izolace 40mm | 40       | 110                  | 0,04                      |
| Beton 87mm             | 87       | 2500                 | 2,18                      |
| trapezový plech        | -        | -                    | 0,15                      |
|                        |          | Celkem               | 3,53                      |

Zatížení stropnice

| skladba             | gd[kN/m <sup>2</sup> ] | zatěžovací šířka | gd[kN/m]     | γ[-] | gd[kN/m]      |
|---------------------|------------------------|------------------|--------------|------|---------------|
| skladba podlaha     | 3,53                   | 2                | 7,06         | 1,35 | 9,531         |
| IPE                 |                        |                  | 0,25         | 1,35 | 0,3375        |
| <b>celkem stálé</b> |                        |                  | <b>7,31</b>  |      | <b>9,8685</b> |
| užitné              | 4                      | 2                | 8            | 1,5  | 12            |
| <b>celkem</b>       |                        |                  | <b>15,31</b> |      | <b>21,9</b>   |

Statické schéma



Vnitřní síly

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot f l^2 = \frac{1}{8} \cdot 21,9 \cdot 8^2 = 175,2 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot f l = \frac{1}{2} \cdot 21,9 \cdot 8 = 87,6 \text{ kNm}$$

Reakce

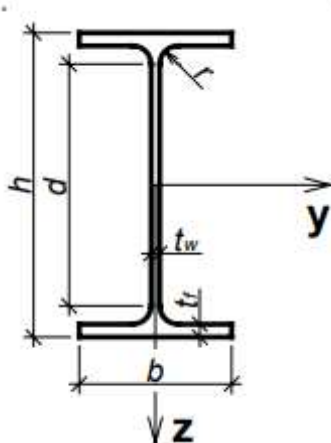
$$R_{Ed} = V_{Ed} = 87,6 \text{ kN}$$

Potřebný průřezový modul (ocel S355)

$$W_{min} = \frac{M_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{175,2 \cdot 10^6}{355} = 493,52 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

→ profil zvolím menší, protože uvažuji, že celý moment má přinést ocelobetonový průřez, ne pouze ocelový nosník

Návrh stropnice IPE 200



$$W_{el,y} = 194,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,y} = 220,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 1943 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 142,4 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_w = 12990 \cdot 10^6 \text{ mm}^6$$

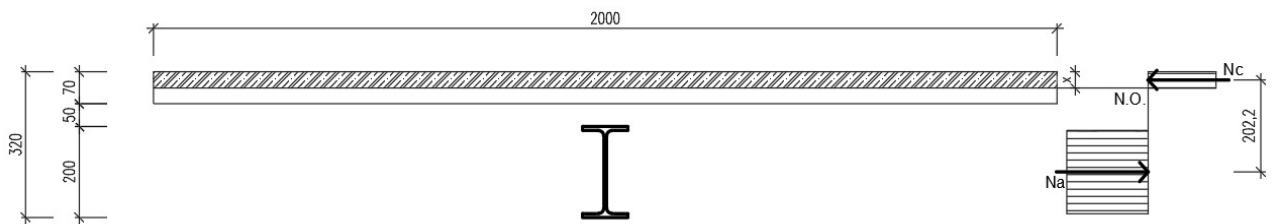
$$I_t = 6,980 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$A = 2848 \text{ mm}^2$$

$$A_{vz} = 1400 \text{ mm}^2$$

→ skutečná tíha profilu je menší než odhad 0,25 kN/m

MSÚ



Obrázek 40 – schéma uvažované pro výpočet

$$b_{eff} = \min \left( 2 \cdot \frac{L_s}{8}; b \right)$$

$$b_{eff} = \min \left( 2 \cdot \frac{8}{8}; 2 \right) = 2$$

Beton C25/30

$$- f_{ck} = 25 \text{ MPa}; Y_c = 1,5; E_{cm} = 32 \text{ 000 MPa}$$

$$- f_{cd} = 0,85 \cdot 25 / 1,5 = 14,2 \text{ MPa}$$

Rovnováha vnitřních sil

$$N_a = N_c$$

$$A_a \cdot f_{yd} = x \cdot b_{eff} \cdot f_{cd}$$

$$2848 \cdot 355 = x \cdot 2000 \cdot 14,2$$

$$x = \frac{2848 \cdot 355}{2000 \cdot 14,2} = 35,6 \text{ mm} < 70 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Výpočet momentové únosnosti

$$R = \frac{200}{2} + 50 + 70 - \frac{35,6}{2} = 202,2 \text{ mm}$$

$$M_{pl,Rd} = N_a \cdot r = N_c \cdot r = 2848 \cdot 355 \cdot 202,2 = 204,4 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 204,4 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,Rd} = 204,4 \text{ kNm} > M_{Ed} = 175,2 \text{ kNm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\frac{175,2}{204,4} = 0,86 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Smyková únosnost

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 1400 \cdot \frac{355}{\sqrt{3}} = 286,9 \cdot 10^6 = 286,9 \text{ kN} > V_{ed} = 87,6 \text{ kN}$$

→ **vyhovuje**

Spřažení

Spřahovací trn 25/100 (průměr  $d=25$  mm, délka  $h_{sc}=100$  mm,  $f_u=360$  MPa)

$$P_{Rd,1} = 0,8 f_u \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{1}{\gamma_v} = 0,8 \cdot 360 \cdot \frac{\pi \cdot 25^2}{4} \cdot \frac{1}{1,25} = 113\,097 \text{ N} \rightarrow \text{rozhoduje}$$

$$P_{Rd,2} = 0,29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} \frac{1}{\gamma_v} = 0,29 \cdot 0,896 \cdot 25^2 \cdot \sqrt{25 \cdot 31000} \cdot \frac{1}{1,25} = 142967 \text{ N}$$

Kde

$$\alpha = 0,2 \left( \frac{h_{sc}}{d} + 1 \right) = 0,2 \left( \frac{87}{25} + 1 \right) = 0,896$$

$E_{cm}$  = sečnový modul pružnosti betonu

Součinitel  $k_t$  pro uvažovaný průměr trnu (tj.  $d > 20$  mm), bez ohledu na tl. plechu  $k_t \leq 0,75$

$$P_{Rd} = 0,75 \cdot 113,1 = 84,825 \text{ kN}$$

$$F_{cf} = N_c = N_a = 2848 \cdot 355 = 1011 \text{ kN}$$

počet trnů na ½

$$n_f = \frac{F_{cf}}{P_{rd}} = \frac{1011}{84,8} = 11,9 \rightarrow 12 \text{ trnů}$$

Kapacita plechu

$$4000/250=16 \text{ trnů}$$

→ **vyhovuje**

### MSP

Vnitřní síly

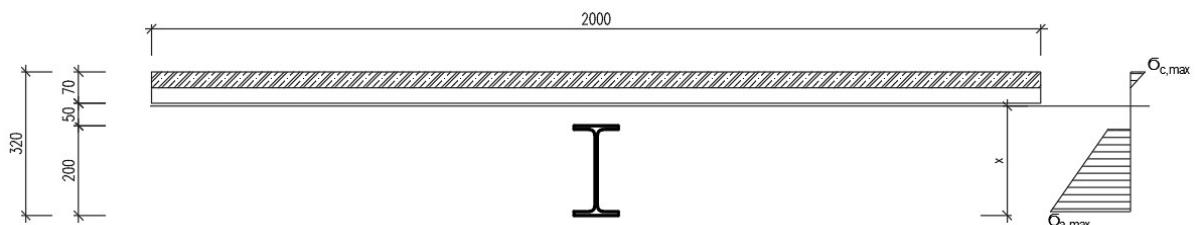
$$M_{Ek} = \frac{1}{8} \cdot 15,31 \cdot 8^2 = 122,48 \text{ kNm}$$

Modul pružnosti betonu s vlivem dotvarování a smršťování betonu

$$E'_c = \frac{E_{cm}}{2} = \frac{31000}{2} = 15500 \text{ MPa}$$

Pracovní součinitel

$$n = \frac{E_a}{E'_c} = \frac{210000}{15500} = 13,55$$



Obrázek 41 – schéma uvažované pro výpočet

Plocha ideálního průřezu

$$A_i = 2848 + 70 \cdot \frac{2000}{13,55} = 13\,180 \text{ mm}^2$$

Těžiště ideálního průřezu

$$e = \frac{2848 \cdot \frac{200}{2} + 70 \cdot 2000/13,55 \cdot (200 + 50 + \frac{70}{2})}{13180} = 245,03 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu

$$I_i = 1943 \cdot 10^4 + 2848 \cdot \left(245,03 - \frac{200}{2}\right)^2 + \frac{1}{13,55} \cdot \left(\frac{2000 \cdot 70^3}{12} + 2000 \cdot 70 \cdot \left(245,03 - 200 - 50 - \frac{70}{2}\right)^2\right) = 100,06 \cdot 10^6$$

Největší napětí v ocelovém profilu je v jeho spodních vláknech

$$\sigma_{c,max} = \frac{M_{Ek}}{I_i} z_d = \frac{122 \cdot 10^6}{100,06 \cdot 10^6} \cdot 245,03 = 298,8 \text{ MPa} < 355 \text{ MPa}$$

→ **vyhovuje**

Největší napětí v betonové desce:

$$\sigma_{c,max} = \frac{M_{Ek}}{nI_i} zh = \frac{122 \cdot 10^6}{13,55 \cdot 100,06 \cdot 10^6} \cdot (320 - 245,03) = 6,75 \text{ MPa}$$

$$6,75 \text{ MPa} < 0,85 f_{ck} = 0,85 \cdot 25 = 21,25 \text{ MPa}$$

→ **vyhovuje**

→ Nosník při provozním zatížení působí pružně.

Průhyb

$$\delta_2 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_p \cdot L^4}{E \cdot I_i} = \frac{5}{384} \cdot \frac{(4 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^3) \cdot 8000^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 100,06 \cdot 10^6} = 20,31 \text{ mm}$$

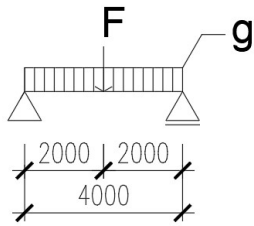
$$20,31 \text{ mm} < \frac{L}{250} = \frac{8000}{250} = 32 \text{ mm}$$

→ **vyhovuje**

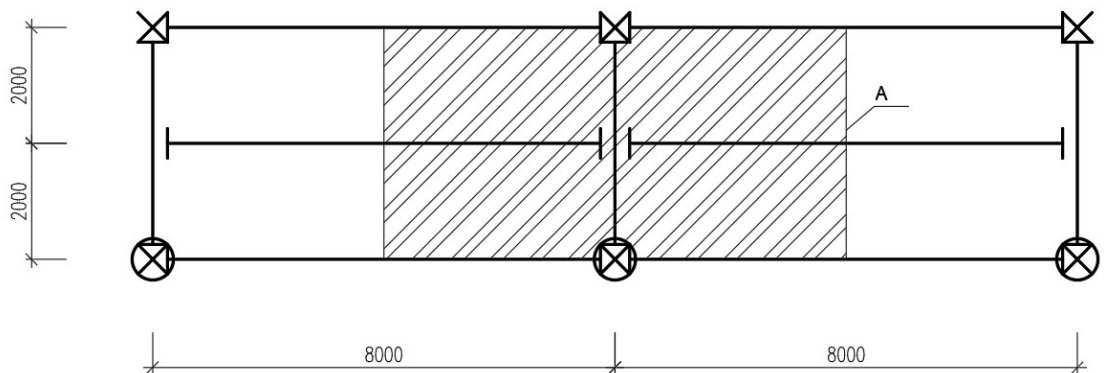
Navržený profil IPE 200 vyhovuje

## 2.20 Návrh a posouzení průvlaku – při betonáži podepřen

Statické schéma



Zatěžovací plocha



Obrázek 42 – zatěžovací plocha pro výpočet

Reakce od stropnice

$$F = 175,2 \text{ kN}$$

Vlastní tíha průvlaku

$$g_k = 0,4 \text{ kN/m}$$

$$g_d = 0,4 \cdot 1,35 = 0,54$$

Reakce

$$R_{Ed} = V_{Ed} = (175,2 + 0,54 \cdot 4) / 2 = 88,68 \text{ kN}$$

Ohybový moment

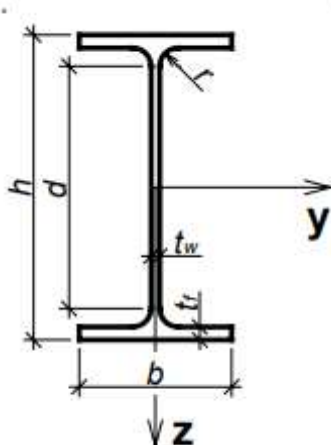
$$M_{Ed} = \frac{175,2 \cdot 4}{4} + \frac{1}{8} \cdot 0,54 \cdot 4^2 = 176,28 \text{ kNm}$$

Potřebný průřezový modul (ocel S355)

$$W_{min} = \frac{M_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{176,28 \cdot 10^6}{355} = 496,56 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

→ profil zvolím menší, protože uvažuji, že celý moment má přinést ocelobetonový průřez, ne pouze ocelový nosník

Návrh průvlaku IPE 220



$$W_{el,y} = 252,0 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,y} = 285,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 2772 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 204,9 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_w = 22670 \cdot 10^6 \text{ mm}^6$$

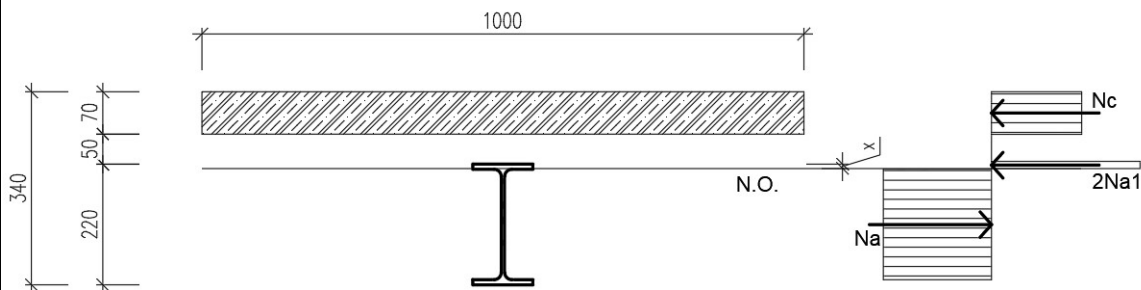
$$I_t = 9,066 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$A = 3337 \text{ mm}^2$$

$$A_{vz} = 1588 \text{ mm}^2$$

→ skutečná tíha profilu je menší než odhad 0,4 kN/m

MSÚ



Obrázek 43 – schéma uvažované pro výpočet

$$b_{eff} = \min(L/4; b)$$

$$b_{eff} = \min\left(\frac{4}{4}; 8\right) = 1$$

Beton C25/30

-  $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ ;  $\gamma_c = 1,5$ ;  $E_{cm} = 32\,000 \text{ MPa}$

-  $f_{cd} = 0,85 \cdot 25 / 1,5 = 14,2 \text{ MPa}$



Rovnováha vnitřních sil

$$N_a = N_c$$

$$A_a \cdot f_{yd} = x \cdot b_{eff} \cdot f_{cd}$$

$$3337 \cdot 355 = x \cdot 1000 \cdot 14,2$$

$$x = \frac{3337 \cdot 355}{1000 \cdot 14,2} = 83,425 \text{ mm} < 70 \text{ mm} \rightarrow \text{nevyhovuje} - \text{osa není v betonu}$$

Rovnováha vnitřních sil

$$N_a = N_c + 2 \cdot N_{a1}$$

$$A_a \cdot f_{yd} = h_d \cdot b_{eff} \cdot f_{cd} + 2 \cdot b_f \cdot x \cdot f_{yd}$$

$$3337 \cdot 355 = 70 \cdot 1000 \cdot 14,2 + 2 \cdot 100 \cdot x \cdot 355$$

$$x = \frac{1184635 - 994000}{71000} = 2,685 \text{ mm} \leq t_f = 9,2 \text{ mm}$$

→ vyhovuje

Výpočet momentové únosnosti, viz. obr. 43

$$R1 = \frac{197,3}{2} + 50 + \frac{70}{2} = 183,65 \text{ mm}$$

$$R2 = \frac{2,685}{2} + 50 + \frac{70}{2} = 86,34 \text{ mm}$$

$$M_{pl,Rd} = N_a \cdot r1 - 2 \cdot N_a \cdot r2 = 3337 \cdot 355 \cdot 183,65 - 2 \cdot 355 \cdot 86,3$$

$$= 217,497 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 217,5 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,Rd} = 217,5 \text{ kNm} > M_{Ed} = 176,28 \text{ kNm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\frac{176,28}{217,5} = 0,81 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Smyková únosnost

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 1580 \cdot \frac{355}{\sqrt{3}} = 323,835 \cdot 10^6 = 323,8 \text{ kN} > V_{ed} = 88,68 \text{ kN}$$

→ vyhovuje

Spřažení

Spřahovací trn 25/100 (průměr  $d=25$  mm, délka  $h_{sc}=100$  mm,  $f_u=360$  MPa)

$$P_{Rd,1} = 0,8 f_u \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{1}{\gamma_v} = 0,8 \cdot 360 \cdot \frac{\pi \cdot 25^2}{4} \cdot \frac{1}{1,25} = 113\,097 \text{ N} \rightarrow \text{rozhoduje}$$

$$P_{Rd,2} = 0,29\alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} \frac{1}{\gamma_V} = 0,29 \cdot 0,896 \cdot 25^2 \cdot \sqrt{25 \cdot 31000} \cdot \frac{1}{1,25} = 142967N$$

Kde

$$\alpha = 0,2 \left( \frac{h_{sc}}{d} + 1 \right) = 0,2 \left( \frac{87}{25} + 1 \right) = 0,896$$

$E_{cm}$  = sečnový modul pružnosti betonu

Součinitel  $k_t$  pro uvažovaný průměr trnu (tj.  $d > 20$  mm), bez ohledu na tl. plechu  $k_t \leq 0,75$

$$P_{Rd} = 0,75 \cdot 113,1 = 84,825kN$$

$$F_{cf} = N_c = 3337 \cdot 355 = 1185kN$$

počet trnů na  $\frac{1}{2}$

$$n_f = \frac{F_{cf}}{P_{rd}} = \frac{1185}{84,8} = 13,97 \rightarrow 14 \text{ trnů}$$

Vzdálenost trnů

$$\frac{L}{2} = \frac{4000}{2} = 2000 > \frac{2000}{n_f} = 142,8 > \text{min. vzdálenost trnů } 5 \cdot d = 5 \cdot 25 = 125 \text{ mm}$$

→ **vyhovuje**

Návrh: trny 22/100 po 143 mm.

## MSP

Vnitřní síly

$$M_{Ek} = \frac{122,48 \cdot 4}{4} + \frac{1}{8} \cdot 0,4 \cdot 4^2 = 123,28kNm$$

Modul pružnosti betonu s vlivem dotvarování a smršťování betonu

$$E'_c = \frac{E_{cm}}{2} = \frac{31000}{2} = 15500MPa$$

Pracovní součinitel

$$n = \frac{E_a}{E'_c} = \frac{210000}{15500} = 13,55$$

Plocha ideálního průřezu

$$A_i = 3337 + 70 \cdot \frac{1000}{13,55} = 5803 \text{ mm}^2$$

Těžiště ideálního průřezu

$$e = \frac{3337 \cdot \frac{220}{2} + 70 \cdot 1000/13,55 \cdot (220 + 50 + \frac{70}{2})}{5803} = 334,8 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu

$$I_i = 2772 \cdot 10^4 + 3337 \cdot \left(334,8 - \frac{200}{2}\right)^2 + \frac{1}{13,55} \cdot \left(\frac{1000 \cdot 70^3}{12} + 1000 \cdot 70 \cdot (334,8 - 200 - 50 - \frac{70}{2})^2\right) = 226,6 \cdot 10^6$$

napětí v ocelovém profilu je v jeho dolních vláknech

$$\sigma_{a,max} = \frac{M_{Ek}}{I_i} z_d = \frac{123,28 \cdot 10^6}{226,6 \cdot 10^6} \cdot 334,8 = 182,14 \text{ MPa} < 355 \text{ MPa}$$

→ **vyhovuje**

Největší napětí v betonové desce:

$$\sigma_{c,max} = \frac{M_{Ek}}{nI_i} zh = \frac{123,28 \cdot 10^6}{13,55 \cdot 226,6 \cdot 10^6} \cdot (340 - 334,8) = 0,208 \text{ MPa}$$

$$0,208 \text{ MPa} < 0,85 f_{ck} = 0,85 \cdot 25 = 21,25 \text{ MPa}$$

→ **vyhovuje**

→ Nosník při provozním zatížení působí pružně.

Průhyb – celkový

$$\delta_2 = \frac{F_k \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} + \frac{5 \cdot g_{ipe} \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_y}$$

$$\delta_2 = \frac{122,48 \cdot 10^3 \cdot 4000^3}{48 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 226,6 \cdot 10^6} + \frac{5 \cdot 0,26 \cdot 10^{-3} \cdot 4000 \cdot 4000^4}{384 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 226,6 \cdot 10^6}$$

$$\delta_2 = 3,5 \text{ mm}$$

$$3,5 \text{ mm} < \frac{L}{250} = \frac{4000}{250} = 16 \text{ mm}$$

→ **vyhovuje**

Průhyb od proměnného

$$\delta_2 = \frac{F_k \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y}$$

$$\delta_2 = \frac{64 \cdot 10^3 \cdot 4000^3}{48 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 226,6 \cdot 10^6}$$

$$\delta_2 = 1,8mm$$

$$1,8mm < \frac{L}{400} = \frac{4000}{400} = 10mm$$

Navržený profil IPE 220 vyhovuje

## 2.21 Návrh a posouzení vazníku – příhradovina

### MSÚ

Kombinace 1 – stálé + sníh + stropní konstrukce

Kombinace 2 – stálé + sníh + 0,6\*vítr příčný + stropní konstrukce

Kombinace 3 – stálé + 0,5\*sníh + vítr příčný + stropní konstrukce

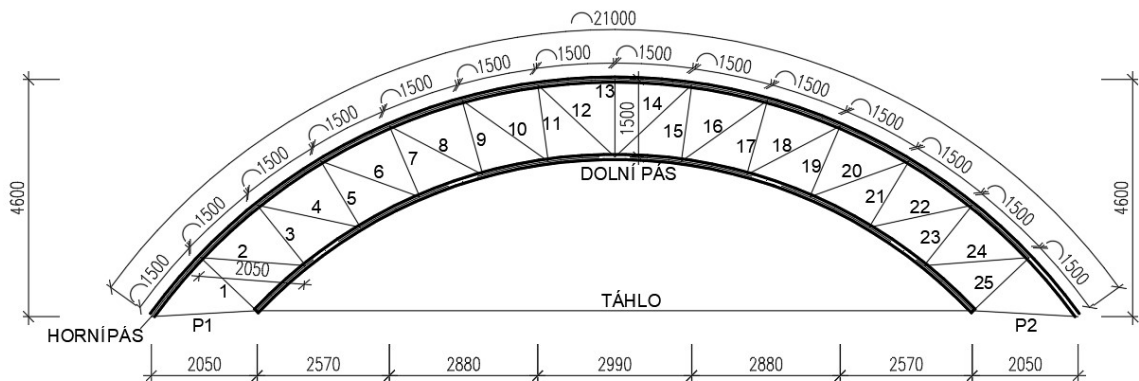
Kombinace 4 – stálé min. + vítr příčný + stropní konstrukce

Kombinace 5 – stálé min. + vítr podélný + stropní konstrukce

### MSP

Kombinace 6- stálé min. + sníh min. + vítr příčný min. + stropní konstrukce min.

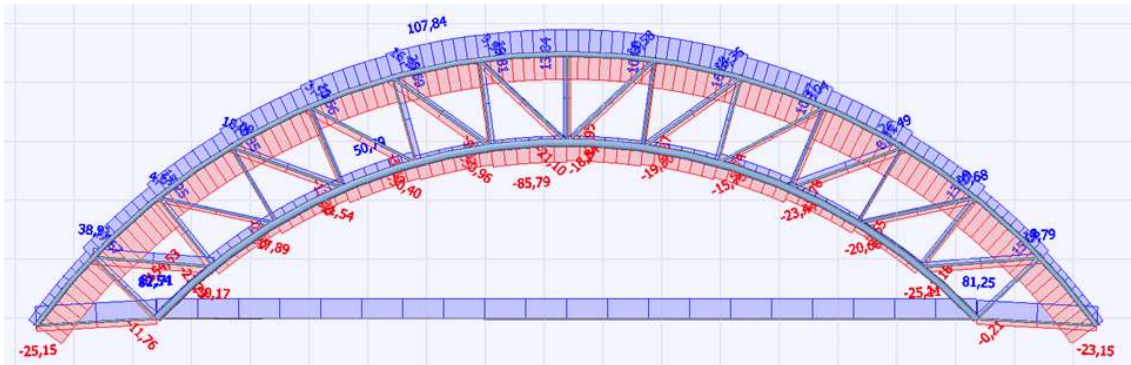
Schéma vazníku



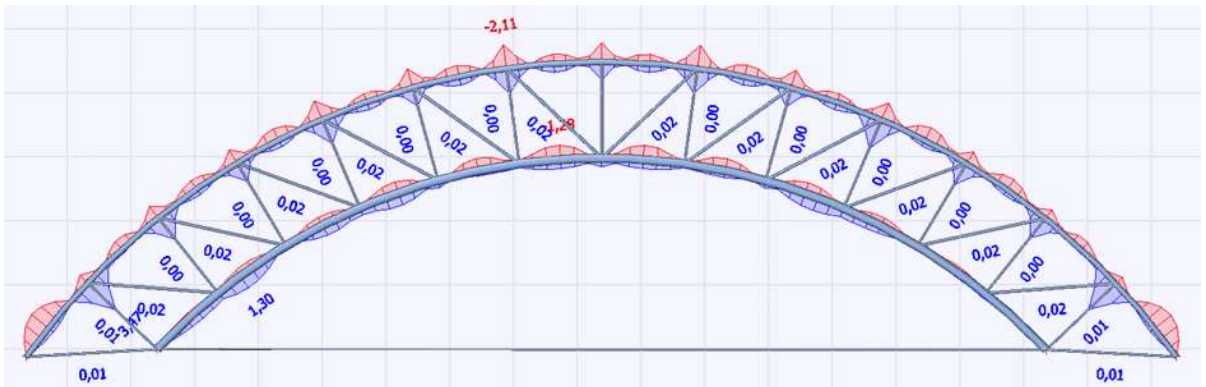
Obrázek 44 – schéma vazníku

Průběh vnitřních sil

MSÚ – N [kN]



MSÚ – My [kNm]



## Tážené prvky

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0}$$

| prut       | $N_{ED}$ [kN] | PROFIL   | $A$ [mm <sup>2</sup> ] | $F_y$ [MPa] | $N_{t,Rd}$ [kN] | $N_{ED}/N_{t,Rd}$ |
|------------|---------------|----------|------------------------|-------------|-----------------|-------------------|
| 1          | 17,67         | 30x3,2   | 269                    | 355         | 95,495          | 0,19              |
| 2          | 38,91         | 38x3,2   | 350                    | 355         | 124,25          | 0,31              |
| 3          | 17,25         | 30x3,2   | 269                    | 355         | 95,495          | 0,18              |
| 4          | 4,61          | 38x3,2   | 350                    | 355         | 124,25          | 0,04              |
| 5          | 10,35         | 30x3,2   | 269                    | 355         | 95,495          | 0,11              |
| 6          | 18,08         | 38x3,2   | 350                    | 355         | 124,25          | 0,15              |
| 7          | 10,66         | 30x3,2   | 269                    | 355         | 95,495          | 0,11              |
| 8          | 3,52          | 42,4x3,2 | 394                    | 355         | 139,87          | 0,03              |
| 9          | 26,69         | 30x3,2   | 269                    | 355         | 95,495          | 0,28              |
| 10         | 16,22         | 42,4x3,2 | 394                    | 355         | 139,87          | 0,12              |
| 11         | 19,81         | 30x3,2   | 269                    | 355         | 95,495          | 0,21              |
| 12         | 9,95          | 42,4x3,2 | 394                    | 355         | 139,87          | 0,07              |
| 13         | 13,84         | 30x3,2   | 269                    | 355         | 95,495          | 0,14              |
| 14         | 13,58         | 42,4x3,2 | 394                    | 355         | 139,87          | 0,10              |
| 15         | 10,6          | 30x3,2   | 269                    | 355         | 95,495          | 0,11              |
| 16         | 16,36         | 42,4x3,2 | 394                    | 355         | 139,87          | 0,12              |
| 17         | 16,52         | 30x3,2   | 269                    | 355         | 95,495          | 0,17              |
| 18         | 3,04          | 42,4x3,2 | 394                    | 355         | 139,87          | 0,02              |
| 19         | 10,37         | 30x3,2   | 269                    | 355         | 95,495          | 0,11              |
| 20         | 26,49         | 38x3,2   | 350                    | 355         | 124,25          | 0,21              |
| 21         | 8,51          | 30x3,2   | 269                    | 355         | 95,495          | 0,09              |
| 22         | 10,68         | 38x3,2   | 350                    | 355         | 124,25          | 0,09              |
| 23         | 13,99         | 30x3,2   | 269                    | 355         | 95,495          | 0,15              |
| 24         | 19,79         | 38x3,2   | 350                    | 355         | 124,25          | 0,16              |
| 25         | 15,08         | 30x3,2   | 269                    | 355         | 95,495          | 0,16              |
| P1         | 82,54         | 30x3,2   | 269                    | 355         | 95,495          | 0,86              |
| P2         | 81,25         | 30x3,2   | 269                    | 355         | 95,495          | 0,85              |
| táhlo      | 87,71         | 21       | 346                    | 355         | 122,83          | 0,71              |
| spodní pás | 50,79         | 133x4    | 1620                   | 355         | 575,1           | 0,09              |
| horní pás  | 107,84        | 88,9x4   | 1070                   | 355         | 379,85          | 0,28              |

## Tlačené prvky

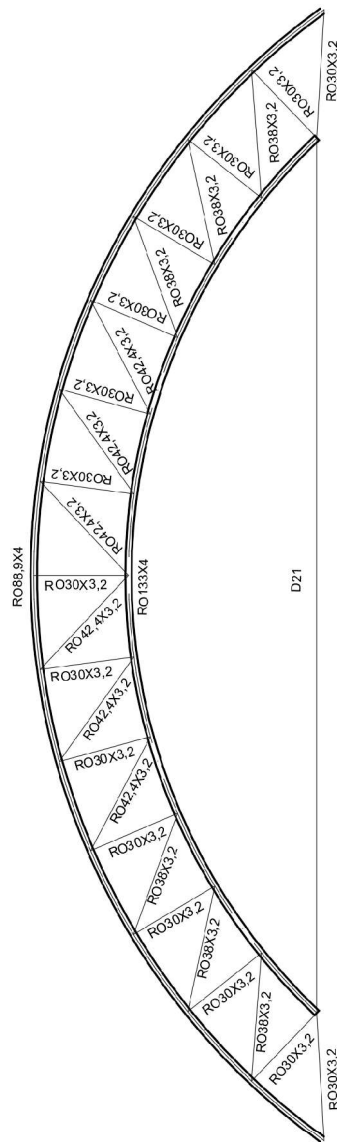
$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}} = 76,4$$

$$\lambda = \frac{\lambda}{\lambda_1}$$

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

| prut       | $N_{ED}$ [kN] | PROFIL   | $A$ [mm <sup>2</sup> ] | $F_{tR}$ [MPa] | $L_{eer}$ [m] | $L_{cr}/L$ | $L_{cr}$ [m] | $i_z - i_y$ [m] | $\lambda$ | $\lambda -$ | $\chi$ | $N_{b,RO}$ [kN] | $N_{ED}/N_{b,RO}$ |
|------------|---------------|----------|------------------------|----------------|---------------|------------|--------------|-----------------|-----------|-------------|--------|-----------------|-------------------|
| 1          | 11,75         | 30x3,2   | 269                    | 355            | 1,5           | 0,75       | 1,125        | 0,01            | 112,5     | 1,47        | 0,324  | 30,94           | 0,38              |
| 2          | 30,17         | 38x3,2   | 350                    | 355            | 2,05          | 0,75       | 1,5375       | 0,012           | 128,125   | 1,68        | 0,263  | 32,68           | 0,92              |
| 3          | 23,23         | 30x3,2   | 269                    | 355            | 1,5           | 0,75       | 1,125        | 0,01            | 112,5     | 1,47        | 0,324  | 30,94           | 0,75              |
| 4          | 17,89         | 38x3,2   | 350                    | 355            | 2,05          | 0,75       | 1,5375       | 0,012           | 128,125   | 1,68        | 0,263  | 32,68           | 0,55              |
| 5          | 2,08          | 30x3,2   | 269                    | 355            | 1,5           | 0,75       | 1,125        | 0,01            | 112,5     | 1,47        | 0,324  | 30,94           | 0,07              |
| 6          | 21,54         | 38x3,2   | 350                    | 355            | 2,05          | 0,75       | 1,5375       | 0,012           | 128,125   | 1,68        | 0,263  | 32,68           | 0,66              |
| 7          | 13,36         | 30x3,2   | 269                    | 355            | 1,5           | 0,75       | 1,125        | 0,01            | 112,5     | 1,47        | 0,324  | 30,94           | 0,43              |
| 8          | 30,4          | 42,4x3,2 | 394                    | 355            | 2,05          | 0,75       | 1,5375       | 0,014           | 109,8214  | 1,44        | 0,335  | 46,86           | 0,65              |
| 9          | 3,4           | 30x3,2   | 269                    | 355            | 1,5           | 0,75       | 1,125        | 0,01            | 112,5     | 1,47        | 0,324  | 30,94           | 0,11              |
| 10         | 30,96         | 42,4x3,2 | 394                    | 355            | 2,05          | 0,75       | 1,5375       | 0,014           | 109,8214  | 1,44        | 0,335  | 46,86           | 0,66              |
| 11         | 9,07          | 30x3,2   | 269                    | 355            | 1,5           | 0,75       | 1,125        | 0,01            | 112,5     | 1,47        | 0,324  | 30,94           | 0,29              |
| 12         | 21,1          | 42,4x3,2 | 394                    | 355            | 2,05          | 0,75       | 1,5375       | 0,014           | 109,8214  | 1,44        | 0,335  | 46,86           | 0,45              |
| 13         | 13,95         | 30x3,2   | 269                    | 355            | 1,5           | 0,75       | 1,125        | 0,01            | 112,5     | 1,47        | 0,324  | 30,94           | 0,45              |
| 14         | 18,84         | 42,4x3,2 | 394                    | 355            | 2,05          | 0,75       | 1,5375       | 0,014           | 109,8214  | 1,44        | 0,335  | 46,86           | 0,40              |
| 15         | 8,87          | 30x3,2   | 269                    | 355            | 1,5           | 0,75       | 1,125        | 0,01            | 112,5     | 1,47        | 0,324  | 30,94           | 0,29              |
| 16         | 19,5          | 42,4x3,2 | 394                    | 355            | 2,05          | 0,75       | 1,5375       | 0,014           | 109,8214  | 1,44        | 0,335  | 46,86           | 0,42              |
| 17         | 2,47          | 30x3,2   | 269                    | 355            | 1,5           | 0,75       | 1,125        | 0,01            | 112,5     | 1,47        | 0,324  | 30,94           | 0,08              |
| 18         | 15,76         | 42,4x3,2 | 394                    | 355            | 2,05          | 0,75       | 1,5375       | 0,014           | 109,8214  | 1,44        | 0,335  | 46,86           | 0,34              |
| 19         | 15,78         | 30x3,2   | 269                    | 355            | 1,5           | 0,75       | 1,125        | 0,01            | 112,5     | 1,47        | 0,324  | 30,94           | 0,51              |
| 20         | 23,44         | 38x3,2   | 350                    | 355            | 2,05          | 0,75       | 1,5375       | 0,012           | 128,125   | 1,68        | 0,263  | 32,68           | 0,72              |
| 21         | 2,65          | 30x3,2   | 269                    | 355            | 1,5           | 0,75       | 1,125        | 0,01            | 112,5     | 1,47        | 0,324  | 30,94           | 0,09              |
| 22         | 20,68         | 38x3,2   | 350                    | 355            | 2,05          | 0,75       | 1,5375       | 0,012           | 128,125   | 1,68        | 0,263  | 32,68           | 0,63              |
| 23         | 12,18         | 30x3,2   | 269                    | 355            | 1,5           | 0,75       | 1,125        | 0,01            | 112,5     | 1,47        | 0,324  | 30,94           | 0,39              |
| 24         | 25,11         | 38x3,2   | 350                    | 355            | 2,05          | 0,75       | 1,5375       | 0,012           | 128,125   | 1,68        | 0,263  | 32,68           | 0,77              |
| 25         | 0,21          | 30x3,2   | 269                    | 355            | 1,5           | 0,75       | 1,125        | 0,01            | 112,5     | 1,47        | 0,324  | 30,94           | 0,01              |
| P1         | 25,15         | 30x3,2   | 269                    | 355            | 1,5           | 0,75       | 1,125        | 0,01            | 112,5     | 1,47        | 0,324  | 30,94           | 0,81              |
| P2         | 23,15         | 30x3,2   | 269                    | 355            | 1,5           | 0,75       | 1,125        | 0,01            | 112,5     | 1,47        | 0,324  | 30,94           | 0,75              |
| spodní pás | 85,79         | 133x4    | 1620                   | 355            | 7,8           | 1          | 7,8          | 0,046           | 169,5652  | 2,22        | 0,164  | 94,3164         | 0,91              |
| horní pás  | 154,53        | 88,9x4   | 1070                   | 355            | 3             | 0,9        | 2,7          | 0,03            | 90        | 1,18        | 0,443  | 168,2736        | 0,92              |



Obrázek 45 – schéma profilů vazníku

$U_{total}$  [mm]



$$\delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{18000}{250} = 72mm$$

$$\delta_1 = 58,7mm < 72mm$$

→ **vyhovuje**

→ z konstrukčních důvodů všechny diagonály R42,4x3,2



## 2.22 Návrh a posouzení vazníku – pultová střecha

### MSÚ

Kombinace 1 – stálé + sníh + stropní konstrukce

Kombinace 2 – stálé + sníh + 0,6\*vítr příčný + stropní konstrukce

Kombinace 3 – stálé + 0,5\*sníh + vítr příčný + stropní konstrukce

Kombinace 4 – stálé min. + vítr příčný + stropní konstrukce

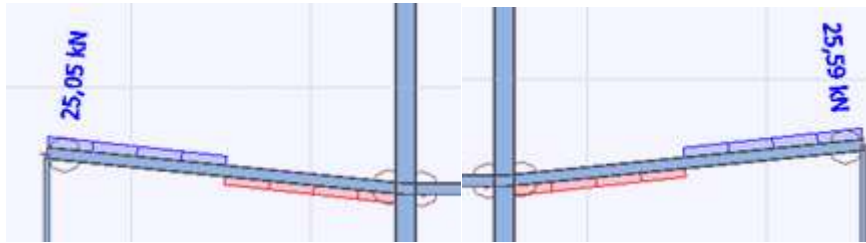
Kombinace 5 – stálé min. + vítr podélný + stropní konstrukce

### MSP

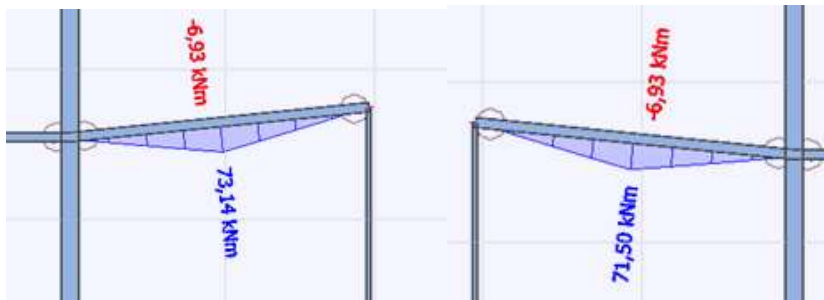
Kombinace 6- stálé min. + sníh min. + vítr příčný min. + stropní konstrukce min.

Průběh vnitřních sil

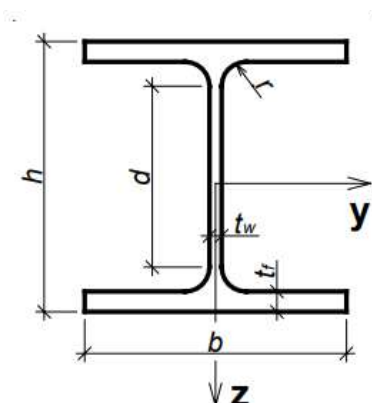
MSÚ – Vz [kN]



MSÚ – My [kNm]



### Návrh průvlaku HEB 200



$$W_{el,y} = 569,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,y} = 642,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 5696 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 2003 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_w = 171100 \cdot 10^6 \text{ mm}^6$$

$$I_t = 59,28 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$A = 7808 \text{ mm}^2$$

$$A_{vz} = 2483 \text{ mm}^2$$

Ohyb

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

$$M_{Rd} = \frac{W_{pl,y} f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{642,5 \cdot 355 \cdot 10^{-3}}{1,15} = 198,34 \text{ kN}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

$$198,34 \geq 73,14 \text{ [kNm]}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{73,14}{198,34} = 0,36 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Návrhová únosnost ve smyku

$$V_{pl,Rd} = \frac{2483 \cdot 355}{1,15 \cdot \sqrt{3}} = 442,5 \text{ kN}$$

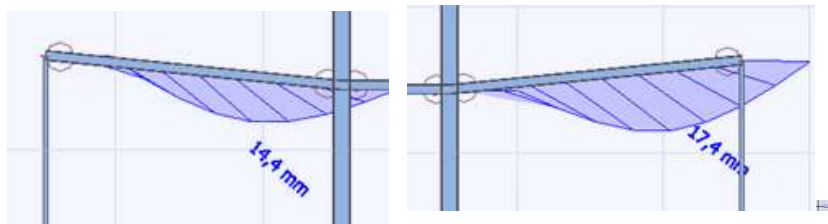
$$V_{Ed} < V_{pl,Rd}$$

$$25,59 \text{ kN} < \frac{1}{2} V_{pl,Rd} = 221 \text{ kN}$$

→ **vyhovuje**

MSP

$U_{tot}$  [mm]



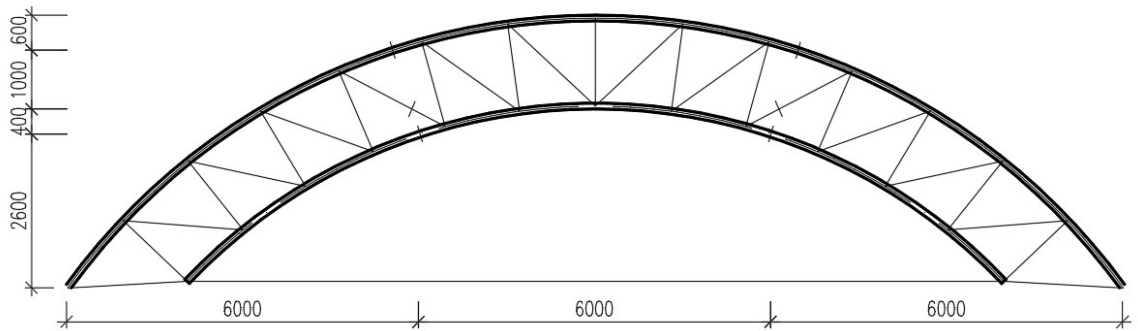
$$\delta \leq \frac{L}{250}$$

$$17,4 \leq \frac{6000}{250}$$

$$17,4 \leq 24 \text{ [mm]}$$

→ **vyhovuje**

## 2.23 Návrh a posouzení montážního styku vazníku



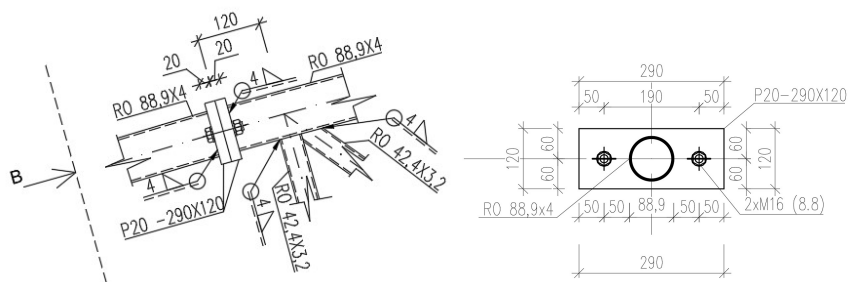
Obrázek 46 – schéma návrhu umístění spojů

Horní pás

$$N_{max,Ed} = 107,84 \text{ (tah)}$$

$$N_{max,Ed} = 154,53 \text{ (tlak)} \rightarrow \text{bude přenesen kontaktem}$$

Montážní styk bude navržen jako kontaktní, s opracováním styčných ploch.



Obrázek 47 – schéma spojů horního vazníku

Návrh: M16 , materiál 8.8, počet 2 ( $A=157\text{mm}^2$ ,  $f_{ub}=800\text{Mpa}$ )

Únosnost šroubu

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 157 \cdot 800 \cdot 10^{-3}}{1,25} = 90,432\text{kN}$$

Nejmenší tloušťka desky, při které nedojde k páčení dle[4]:

$$t_e = 4,3 \left( \frac{bd^2}{a} \right)^{\frac{1}{3}} = 4,3 \cdot \left( 50 \cdot \frac{16^2}{50} \right)^{\frac{1}{3}} = 27,3\text{mm}$$

- deska tloušťky 20mm

Součinitel zvětšující působící sílu vlivem páčení

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \cdot \frac{t_e^3 - t^3}{d^2} = 1 + 0,005 \cdot \frac{27,3^3 - 20^3}{16^2} = 1,24$$

Posudek

$$\gamma_p \cdot N_{t,d} < 2 \cdot F_{t,Rd}$$

$$1,24 \cdot 107,84 < 2 \cdot 90,432$$

$$133,72 < 181,46 \text{ [kN]}$$

→ **vyhovuje**

Návrh svaru

$$a_w = 4 \text{ mm}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{N_{t,d}}{a_w \cdot l_w} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{N_{t,d}}{a_w \cdot \pi \cdot D} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{107,84 \cdot 10^3}{4 \cdot \pi \cdot 88,9} = 68,26 \text{ MPa}$$

Posouzení

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{68,26^2 + 3 \cdot (68,26^2 + 0)} = 136,52 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{Mw}} = \frac{510}{0,9 \cdot 1,25} = 453,3 \text{ MPa}$$

$$136,52 < 453,33 \text{ [MPa]}$$

→ **vyhovuje**

Pro horní pás navrhuji kontaktní spoj

→ 2x šroub M16 materiál 8.8

→ desku P20 290mmx120mm

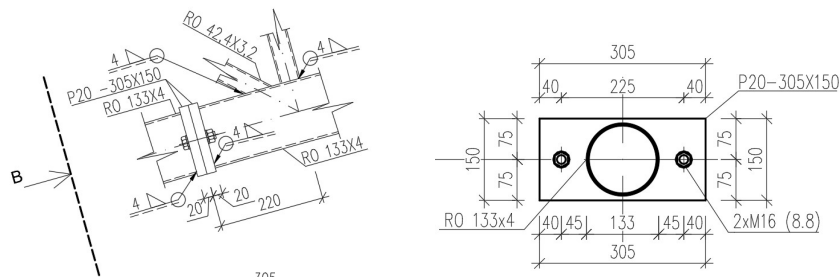
→ svar po celém obvodě  $a_w = 4 \text{ mm}$

Dolní pás

$$N_{max,Ed} = 50,79 \text{ (tah)}$$

$$N_{max,Ed} = 85,79 \text{ (tlak)} \rightarrow \text{bude přenesen kontaktem}$$

Montážní styk bude navržen jako kontaktní, s opracováním styčných ploch



Obrázek 47 –schéma spojů dolního vazníku

**Návrh:** M16 , materiál 8.8, počet 3 ( $A=157\text{mm}^2$ ,  $f_{ub}=800\text{Mpa}$ )

Únosnost šroubu

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 157 \cdot 800 \cdot 10^{-3}}{1,25} = 90,432\text{kN}$$

Nejmenší tloušťka desky, při které nedojde k páčení dle[4]::

$$t_e = 4,3 \left( \frac{bd^2}{a} \right)^{\frac{1}{3}} = 4,3 \cdot \left( 45 \cdot \frac{16^2}{40} \right)^{\frac{1}{3}} = 28,4\text{mm}$$

- deska tloušťky 20mm

Součinitel zvětšující působící sílu vlivem páčení

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \cdot \frac{t_e^3 - t^3}{d^2} = 1 + 0,005 \cdot \frac{28,4^3 - 20^3}{16^2} = 1,29$$

Posudek

$$\gamma_p \cdot N_{t,d} < 2 \cdot F_{t,Rd}$$

$$1,29 \cdot 50,79 < 2 \cdot 90,432$$

$$65,5 < 181,46 \text{ [kN]}$$

→ **vyhovuje**

Návrh svaru

$$a_w = 4\text{mm}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{N_{t,d}}{a_w \cdot l_w} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{N_{t,d}}{a_w \cdot \pi \cdot D} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{50,79 \cdot 10^3}{4 \cdot \pi \cdot 133} = 21,48\text{MPa}$$

Posouzení

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{21,48^2 + 3 \cdot (21,48^2 + 0)} = 42,96\text{MPa}$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{Mw}} = \frac{510}{0,9 \cdot 1,25} = 453,3 \text{ Mpa}$$

$$136,52 < 453,33 \text{ [MPa]}$$

→ **vyhovuje**

Pro spodní pás navrhuji kontaktní spoj

→ 2x šroub M16 materiál 8.8

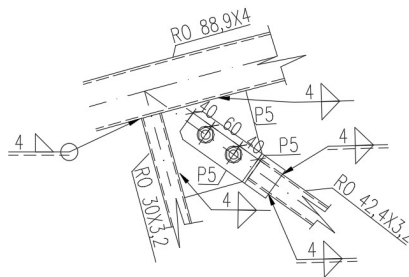
→ desku P20 305mmx150mm

→ svar po celém obvodě  $a_w = 4 \text{ mm}$

Diagonála

$$N_{max,Ed} = 30,4 \text{ kN}$$

Montážní styk bude proveden pomocí styčnickového plechu



Obrázek 48 – schéma spoje diagonály vazníku

Návrh: M16 , materiál 8.8, počet 2 ( $A=157 \text{ mm}^2$ ,  $f_{ub}=800 \text{ Mpa}$ )

Spojovací plech P5 z S355

Únosnost šroubu ve stříhu (1střížná rovina)

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 157 \cdot 800 \cdot 10^{-3}}{1,25} = 60,29 \text{ kN}$$

Únosnost šroubu v otláčení

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,74 \cdot 16 \cdot 5 \cdot 510 \cdot 10^{-3}}{1,25} = 60,38 \text{ kN}$$

$$\alpha_b = \min\left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0\right) = \min\left(\frac{40}{3 \cdot 18}; \frac{800}{510}; 1,0\right) = \min(0,74; 1,56; 1,0) = 0,74$$

$$k_1 = \min\left(2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = \min\left(2,8 \frac{30}{18} - 1,7; 2,5\right) = \min(2,97; 2,5) = 2,5$$

Posudek

$$N_{max,Ed} < \min (2 \cdot F_{b,Rd}; F_{v,Rd})$$

$$30,4 < \min (2 \cdot 60,38; 60,29)$$

$$30,4 < \min (120,76; 60,29)$$

$$30,4 < 60,29 \text{ [kN]}$$

→ **vyhovuje**

Návrh svaru

$$a_w = 4\text{mm}$$

$$\tau_{II} = \frac{N_{Ed}}{2al} = \frac{30400}{2 \cdot 3 \cdot 40} = 126,66$$

Posouzení

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)} = \sqrt{0 + 3 \cdot (0 + 126,66^2)} = 218,23\text{MPa}$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{Mw}} = \frac{510}{0,9 \cdot 1,25} = 453,3\text{MPa}$$

$$218,23 < 453,33 \text{ [MPa]}$$

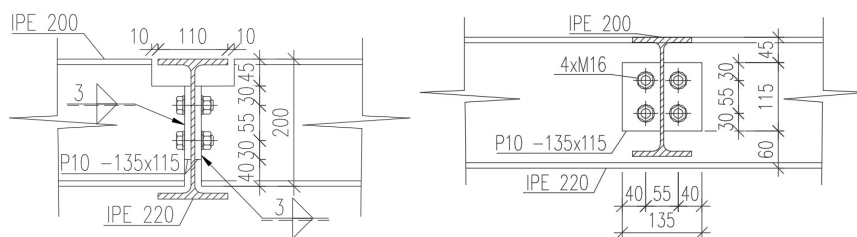
→ **vyhovuje**

## 2.24 Návrh šroubovaného přípoje stropnice na průvlak

Reakce od stropnice

$$R_{1,Ed} = 87,6\text{kN}$$

$$R_{2,Ed} = 87,6\text{kN}$$



Obrázek 49 – schéma přípoje stropnice

Návrh: šrouby M16, materiál 8.8

Únostnost šroubu na střih  $F_{v,Rd} = 60,3\text{kN}$

→ smyková plocha prochází závitem, jedna střižná plocha

Únosnost šroubu na otláčení  $F_{b,Rd} = 120,9 \text{ kN}$

→ pro  $t = 10 \text{ mm}$ , S355, doporučené rozteče

Potřebný počet šroubů:

Střih:

$$\frac{R_{Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{87,6}{60,3} = 1,45$$

Otláčení:

$$\frac{R_{1,Ed} + R_{2,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{175,2}{0,59 \cdot 120,9} = 2,46$$

Návrh: 4xšrouby M16 8.8

Návrh svaru

koutový svar  $2x a_w = 3 \text{ mm}$

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{510}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,25} = 261,73 \text{ Mpa}$$

Únosnost svaru

$$F_{w,Rd} = 2 \cdot a \cdot L_{we} \cdot f_{vw,d} = 2 \cdot 3 \cdot 115 \cdot 261,73 = 180,5 \text{ kN} > R_{Ed} = 87,16 \text{ kN}$$

→ **vyhovuje**

Smyková únosnost oslabeného průřezu stropnice

$$A_{vz} = t_w \cdot L_{we} = 5,6 \cdot 115 = 644 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 644 \cdot \frac{355}{\sqrt{3}} = 132 \cdot 10^3 \text{ N} = 132 \text{ kN} > R_{Ed} = 87,16 \text{ kN}$$

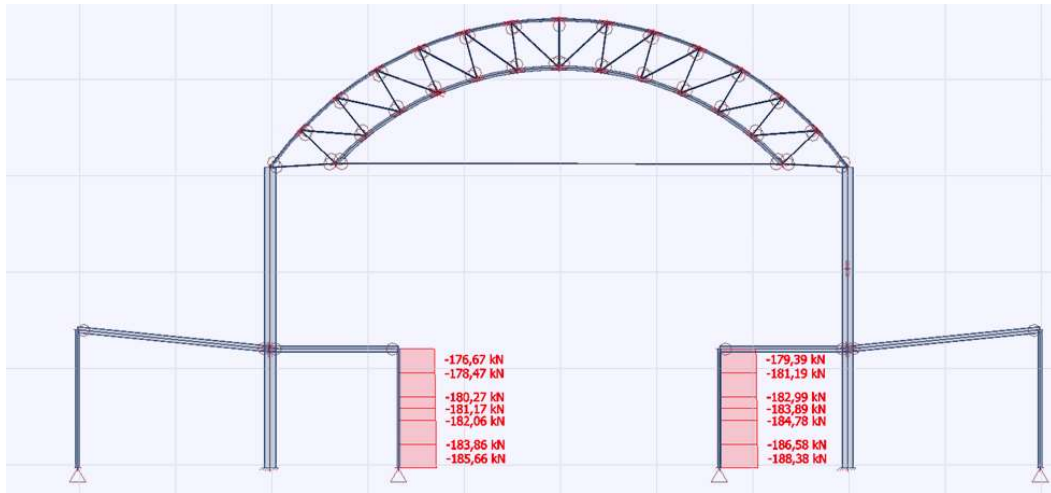
→ **vyhovuje**



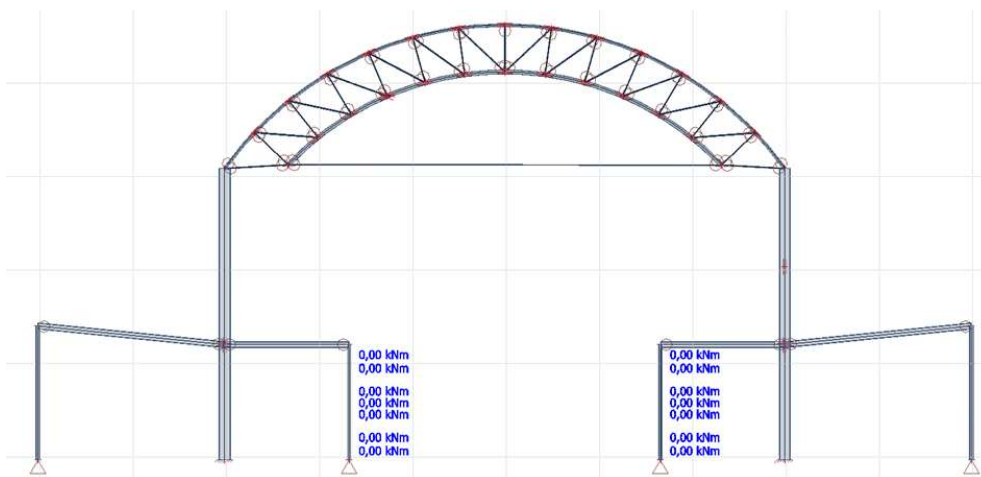
## 2.25 Návrh a posouzení vnitřního sloupu

Vnitřní síly

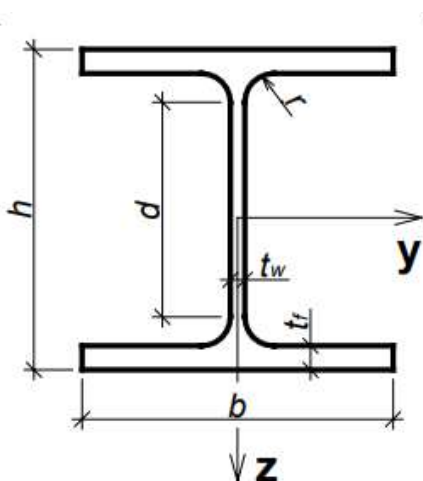
N[kN]



$M_y$ [kNm]



### Návrh sloupu HEB 120



$$W_{el,y} = 144,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,y} = 165,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 864,4 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 317,5 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_w = 9410 \cdot 10^6 \text{ mm}^6$$

$$I_t = 13,84 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$A = 3401 \text{ mm}^2$$

$$A_{vz} = 1096 \text{ mm}^2$$

Posouzení

Vzpěrné délky

$$L_{cr,y} = L_{cr,z} = 3,7\text{m}$$

→ bude rozhodovat vybočení k ose z

Pružná kritická síla

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}} = \frac{3,14^2 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 317,5 \cdot 10^4}{3700^2} = 480,2\text{kN}$$

Poměrná štíhlost

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{3401 \cdot 355}{480,2 \cdot 10^3}} = 1,59$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\chi_z = 0,287 \text{ pro křivku vzpěrnosti c}$$

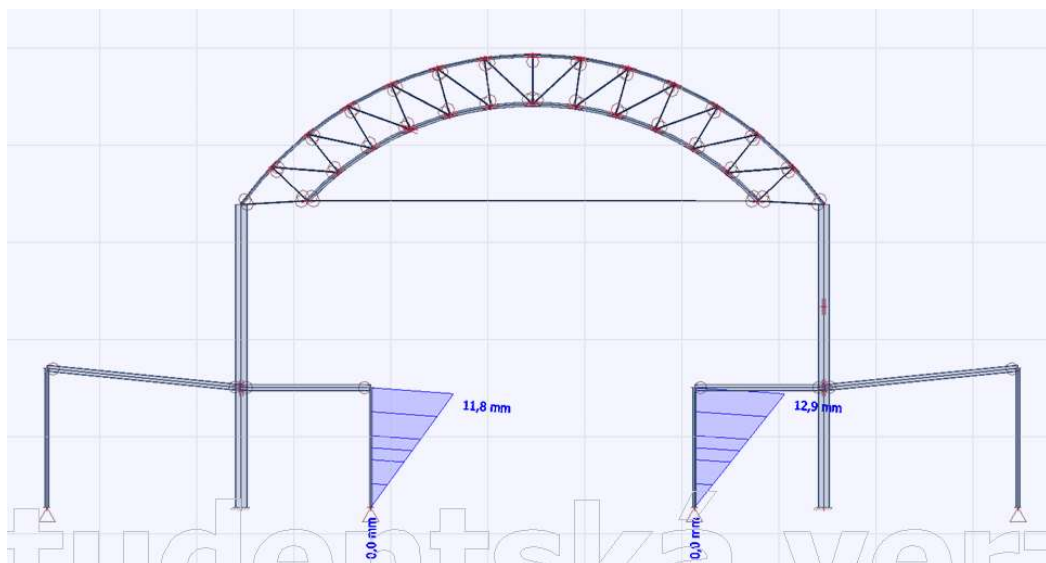
Vzpěrová únostnost

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y = 0,287 \cdot 3401 \cdot 355 = 346,5\text{kN} > N_{1,Ed} = 185,66\text{kN}$$

→ **vyhovuje**

MSP

$U_{tot}$



$$\delta \leq \frac{L}{150}$$

$$12,9 \leq \frac{3700}{150}$$

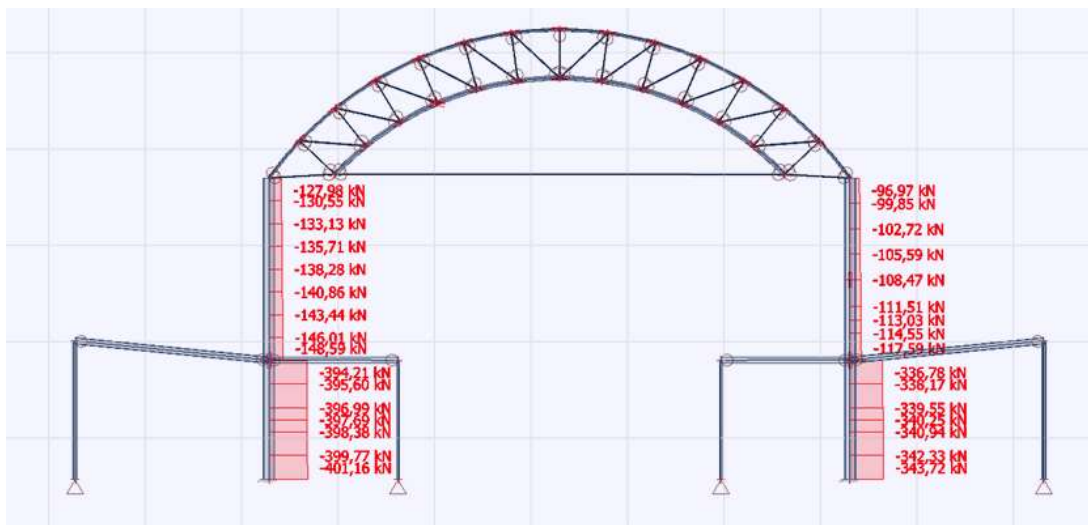
$$12,9 \leq 24,6[\text{mm}]$$

→ **vyhovuje**

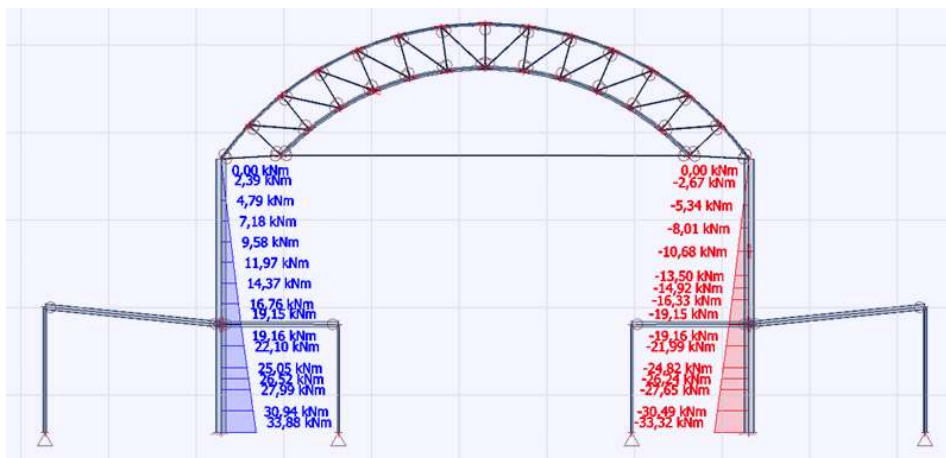
## 2.26 Návrh hlavního sloupu

Vnitřní síly

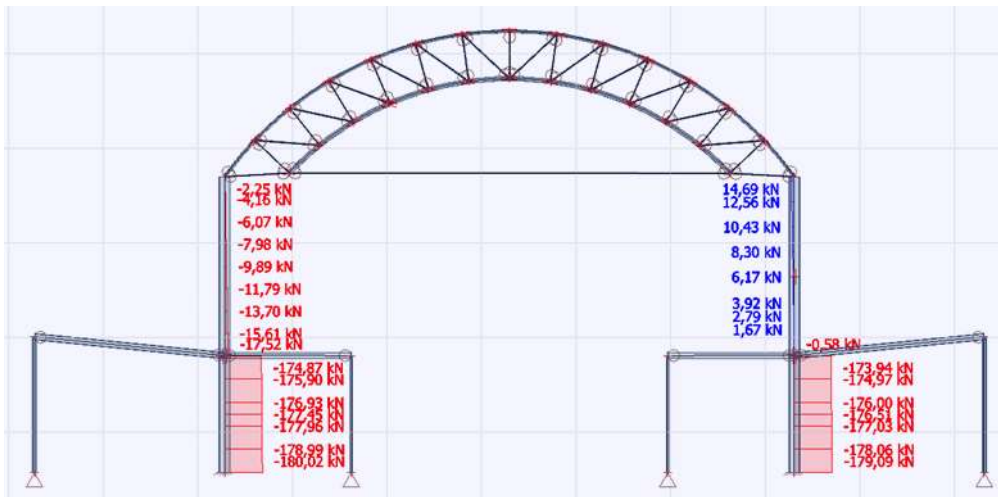
N[kN] (KZS21)



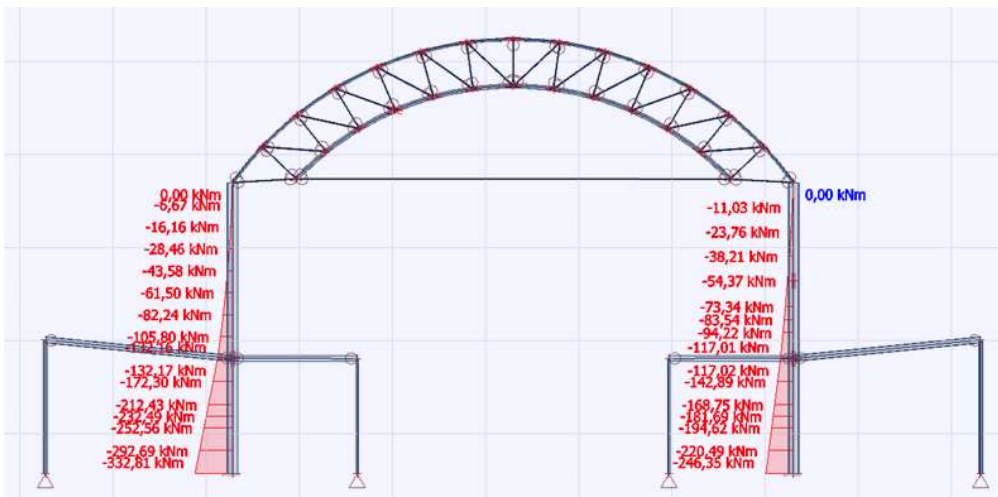
M<sub>y</sub>[kNm] (KZS21)



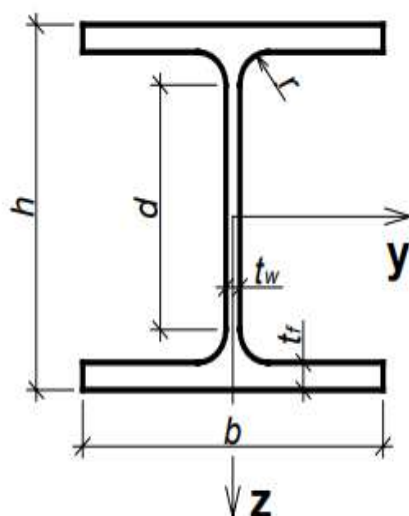
N[kN] (KZS363)



$M_y$ [kNm] (KZS363)



Návrh sloupu HEB 360



- $W_{el,y} = 2400 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
- $W_{pl,y} = 2683 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
- $I_y = 43190 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$
- $I_z = 10140 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$
- $I_w = 2883000 \cdot 10^6 \text{ mm}^6$
- $I_t = 292,5 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$
- $i_y = 155 \text{ mm}$
- $i_z = 74,9 \text{ mm}$
- $A = 18060 \text{ mm}^2$
- $A_{vz} = 6060 \text{ mm}^2$

Vzpěrné délky

$$L_{cr,y} = 2 \cdot 9,35 = 18,7m$$

$$L_{cr,z} = 3,7 = 3,7 m \text{ -od patky k přípoji průvlaku}$$

Štíhlost

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{18700}{155} = 120,65$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{3700}{74,9} = 49,4$$

$$\lambda_1 = 93,9 \sqrt{235/f_y} = 93,9 \sqrt{235/355} = 76,40$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{120,65}{76,40} = 1,58$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{49,4}{76,40} = 0,64$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\chi_y = 0,314 \text{ pro křivku vzpěrnosti b}$$

$$\chi_z = 0,761 \text{ pro křivku vzpěrnosti c}$$

Kritický moment  $M_{cr}$

- průběh momentu je uvažován jako trojúhelníkový

$$k_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}} = \frac{\pi}{0,7 \cdot 9350} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^3 \cdot 2883000 \cdot 10^6}{81 \cdot 10^3 \cdot 292,5 \cdot 10^4}} = 0,767$$

$$c_{1,0} = 2,33$$

$$c_{1,1} = 2,68$$

$$c_1 = c_{1,0} + (c_{1,1} - c_{1,0})k_{wt} = 2,33 + (2,68 - 2,33) \cdot 0,767 = 2,60 \leq c_{1,1} = 2,68$$

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \cdot \sqrt{1 + k_{wt}^2} = \frac{2,60}{1,0} \cdot \sqrt{1 + 0,767^2} = 3,28$$

$$M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot \sqrt{EI_z GI_t}}{L} = 3,28 \cdot \frac{3,14 \cdot \sqrt{210 \cdot 10^3 \cdot 10140 \cdot 10^4 \cdot 81 \cdot 10^3 \cdot 292,5 \cdot 10^4}}{9350}$$

$$= 2471,1 \text{ kNm}$$

Poměrná štíhlost

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{2683 \cdot 10^3 \cdot 355}{2471,1 \cdot 10^6}} = 0,62$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\chi_{LT} = 0,827 \text{ pro křivku vzpěrnosti b}$$

Součinitel ekvivalentního konstantního momentu  $C_{my}$

$$\alpha_h = M_h / M_s = 0$$

$$C_{my} = 0,9 + 0,1 \cdot \alpha_h = 0,9 + 0,1 \cdot 0 = 0,9$$

Součinitel ekvivalentního konstantního momentu  $C_{mLT}$

→ zjednodušený lineární průběh platí

$$C_{mLT} = 0,6 + 0,4\psi \geq 0,4$$

$$C_{mLT} = 0,6 + 0,4 \cdot 0 \geq 0,6$$

kde  $\psi$  je poměr krajních momentů ( $-1 \leq \psi \leq 1$ )

Interakční součinitele pro KZS21

$$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} c_{my} \cdot \left( 1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \\ c_{my} \cdot \left( 1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \end{array} \right\}$$

$$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,9 \cdot \left( 1 + (1,58 - 0,2) \cdot \frac{401160}{0,314 \cdot \frac{18060 \cdot 355}{1,0}} \right) \\ 0,9 \cdot \left( 1 + 0,8 \cdot \frac{401160}{0,314 \cdot \frac{18060 \cdot 355}{1,0}} \right) \end{array} \right\}$$

$$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,14 \\ 1,0 \end{array} \right\}$$

$$k_{yy} = 1,0$$

$$k_{zy} = \max \left\{ \left( 1 - \frac{0,1\bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right), \left( 1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right\}$$

$$k_{zy} = \max \left\{ \left( 1 - \frac{0,1 \cdot 0,64}{(0,6 - 0,25)} \cdot \frac{401160}{0,761 \cdot \frac{18060 \cdot 355}{1,0}} \right), \left( 1 - \frac{0,1}{(0,6 - 0,25)} \cdot \frac{401160}{0,761 \cdot \frac{18060 \cdot 355}{1,0}} \right) \right\}$$

$$k_{zy} = \max \left\{ (0,98), (0,98) \right\}$$

$$k_{zy} = 0,98$$

Podmínka spolehlivosti

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{\frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}}}{\gamma_{M1}} = \frac{401160}{0,314 \cdot 18060 \cdot 355} + 1 \cdot \frac{33,88 \cdot 10^6}{0,827 \cdot 2683 \cdot 10^3 \cdot 355} = 0,24$$

$$0,24 < 1$$

→ **vyhovuje**

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{\frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}}}{\gamma_{M1}} = \frac{401160}{0,761 \cdot 18060 \cdot 355} + 0,98 \cdot \frac{33,88 \cdot 10^6}{0,827 \cdot 2683 \cdot 10^3 \cdot 355} = 0,12$$

$$0,12 < 1$$

→ **vyhovuje**

Interakční součinitele pro KZS363

$$k_{yy} = \min \left\{ c_{my} \cdot \left( 1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right), c_{my} \cdot \left( 1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right\}$$

$$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,9 \cdot \left( 1 + (1,58 - 0,2) \cdot \frac{182020}{0,314 \cdot \frac{18060 \cdot 355}{1,0}} \right) \\ 0,9 \cdot \left( 1 + 0,8 \cdot \frac{182020}{0,314 \cdot \frac{18060 \cdot 355}{1,0}} \right) \end{array} \right\}$$

$$k_{yy} = \min \{1,01\}$$

$$k_{yy} = 0,97$$

$$k_{zy} = \max \left\{ \begin{array}{l} \left( 1 - \frac{0,1 \bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \\ \left( 1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \end{array} \right\}$$

$$k_{zy} = \max \left\{ \begin{array}{l} \left( 1 - \frac{0,1 \cdot 0,64}{(0,6 - 0,25)} \cdot \frac{182020}{0,761 \cdot \frac{18060 \cdot 355}{1,0}} \right) \\ \left( 1 - \frac{0,1}{(0,6 - 0,25)} \cdot \frac{182020}{0,761 \cdot \frac{18060 \cdot 355}{1,0}} \right) \end{array} \right\}$$

$$k_{zy} = \max \{(0,99)\}$$

$$k_{zy} = 0,99$$

Podmínka spolehlivosti

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{182020}{0,314 \cdot 18060 \cdot 355} + 0,97 \cdot \frac{332,81 \cdot 10^6}{0,827 \cdot 2683 \cdot 10^3 \cdot 355} = 0,419$$

$$0,419 < 1$$

→ **vyhovuje**

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{182020}{0,761 \cdot 18060 \cdot 355} + 0,99 \cdot \frac{332,81 \cdot 10^6}{0,827 \cdot 2683 \cdot 10^3 \cdot 355} = 0,42$$

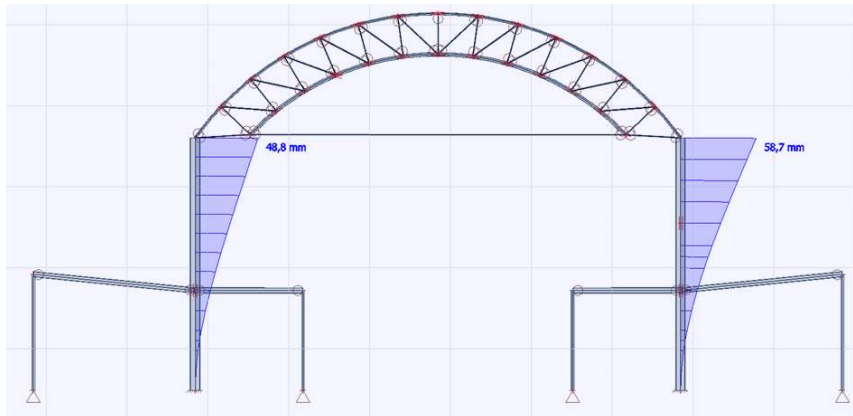
$$0,42 < 1$$

→ **vyhovuje**



MSP

$U_{tot}$



$$\delta \leq \frac{L}{150}$$

$$58,7 \leq \frac{9350}{150}$$

$$58,7 \leq 62,3[\text{mm}]$$

→ **vyhovuje**

## 2.27 Návrh a posouzení vetknuté patky

Vnitřní síly

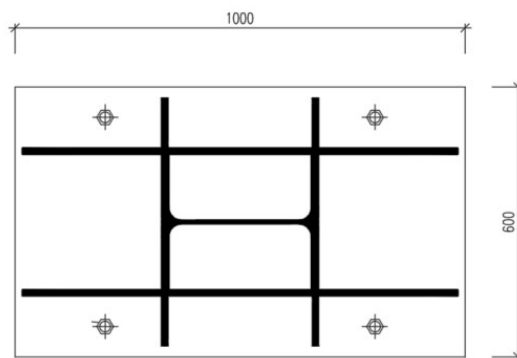
$$N_{ed}=182,02\text{kN}$$

$$M_{ed}=332,81\text{kNm}$$

Patní plech tl. 45mm je kotven šrouby M30 materiál 8.8 - lepené ve vrtaných kanálech

Betonový základ o rozměrech 2,5x2x1,5m z betonu C16/20

Efektivní plocha pod patní deskou



Obrázek 47 – schéma patního plechu

$$b_2 = \min \left\{ \frac{3b_1}{b} \right\} = \min \left\{ \frac{3 \cdot 1000}{2500} \right\} = \min \left\{ \frac{3000}{2500} \right\} = 2500 \text{ mm}$$

$$d_2 = \min \left\{ \frac{3d_1}{d} \right\} = \min \left\{ \frac{3 \cdot 600}{2000} \right\} = \min \left\{ \frac{1800}{2000} \right\} = 1800 \text{ mm}$$

Návrhová pevnost betonu v tlaku pod patní deskou

$$f_{jd} = \beta_j \sqrt{\frac{A_2}{A_1} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}} = \beta_j \sqrt{\frac{b_2 \cdot d_2}{b_1 \cdot d_1} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2500 \cdot 1800}{1000 \cdot 600} \cdot \frac{16}{1,5}} = 19,47 \text{ MPa}$$

Přesah desky

$$c = t \sqrt{\frac{f_y}{3f_{jd}\gamma_{M1}}} = 45 \sqrt{\frac{355}{3 \cdot 19,47 \cdot 1,0}} = 110,93 \text{ mm}$$

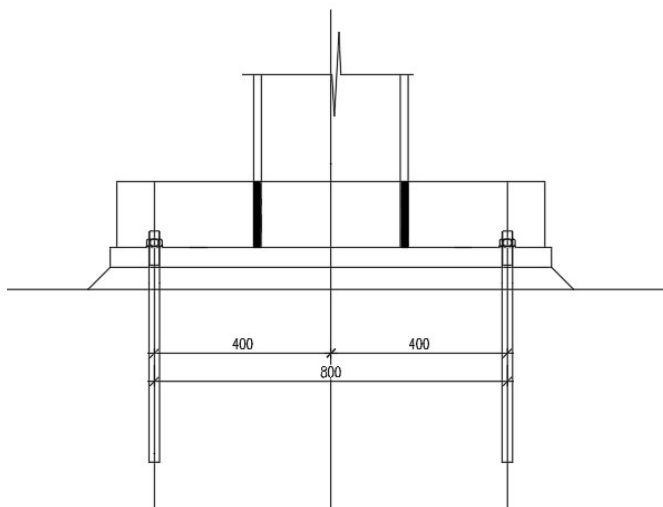
Účinná šířka patní desky

$$b_{eff} = 2 \cdot 15 + 4 \cdot c = 2 \cdot 15 + 4 \cdot 110,93 = 473,72$$

Excentricita

$$e = \frac{332 \cdot 10^6}{182,02 \cdot 10^3} = 1828 \text{ mm}$$

Výpočet tahové síly v kotevních šroubech



Obrázek 48 – schéma řezu patky

$$N_{Ed}(r_t + e) = N_c(r_t + \frac{a}{2} - \frac{x}{2})$$

$$182020(400 + 1828) = 473,72 \cdot 19,47 \cdot x(400 + \frac{1000}{2} - \frac{x}{2})$$

$$9223,33x^2 - 16601991,12x + 811081120 = 0$$

$$x = 50,3mm$$

Síla v tlačené části vetknuté patky

$$N_c = 473,72 \cdot 50,3 \cdot 19,47 = 463,9kN$$

Síla v kotevních šroubech

$$T = N_c - N_{Ed} = 463,9 - 182,02 = 281,9kN$$

Únosnost šroubů

$$F_{t,Rd} = 0,85 \frac{0,9 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 0,85 \frac{0,9 \cdot 561 \cdot 800 \cdot 10^{-3}}{1,25} = 274,67kN$$

$$T < 2 \cdot F_{t,Rd}$$

$$281,9kN < 549,33kN$$

→ **vyhovuje**

Průřez patky

→ rozhoduje tlačená strana patky

$$V_p = N_c = 281kN$$

$$M_p = M_c = 63,23kN$$

Plocha

$$A = 600 \cdot 45 + 2 \cdot 15 \cdot 150 = 31500mm^2$$

Plastická neutrální osa

$$z_{pl} = \frac{31500}{2 \cdot 600} = 26,25$$

Zatřídění

Plastická osa prochází patním plechem, svislé výztuhy jsou proto v plastickém vztahu rovnoměrně tlačené.

Zatřídění provedeno jako pro tlačnou přečnívající část pásnice.

$$\frac{c}{t} = \frac{150}{15} = 10 \rightarrow \text{třída 2, je možné počítat s plastickým průřezovým modulem}$$

$$W_{pl,y} = (26,25^2 + 18,75^2) \cdot \frac{600}{2} + 2 \cdot 15 \cdot 150 \cdot (18,75 + 75) = 734062,5 \text{ mm}^3$$

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 734062,5 \cdot 355 = 260,59 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$V_{pl,Rd} = A_V \cdot f_{yd} / \sqrt{3} = 2 \cdot 15 \cdot 150 \cdot 355 / \sqrt{3} = 922,3 \cdot 10^3 \text{ N}$$

Posouzení

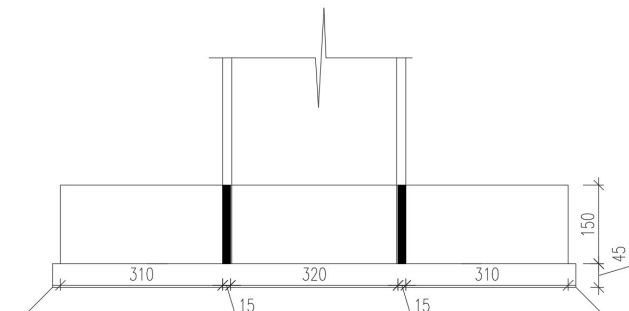
$$V_{pl,Rd} = 922,3 \text{ kN} > V_p = 281 \text{ kN}$$

→ **vyhovuje**

$$M_{pl,Rd} = 260,59 \text{ kN} > M_p = 63,23 \text{ kN}$$

→ **vyhovuje**

Připojení podélných výztuh k patnímu plechu



Obrázek 49 – schéma výztuh

Návrh  $2 \cdot a_w = 5 \text{ mm}$  na výztuhu P15

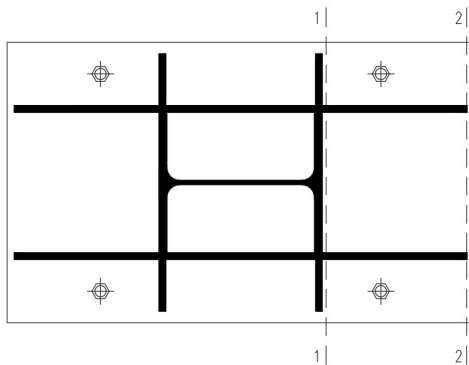
| Profil      | A             | $z_i$       | $I_{y,i}$     | $A \cdot z_i$ |
|-------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
|             | $\text{mm}^2$ | $\text{mm}$ | $\text{mm}^4$ | $\text{mm}^2$ |
| Patní plech | 27000         | 22,5        | 4.556E+06     | 607500        |
| 15x150      | 2250          | 120         | 4,219E+06     | 270000        |
| součet      | 29250         |             |               |               |

$$z_t = \frac{\sum A_i \cdot z_i}{A} = \frac{607500 + 2 \cdot 270000}{29250} = 39,23 \text{ mm}$$

$$I_y = \frac{45^3 \cdot 600}{12} + 30 \cdot 600 \cdot (39,23 - 22,5)^2 + 2 \cdot \frac{150^3 \cdot 15}{12} + 2 \cdot 2250 \cdot (120 - 39,23)^2$$

$$I_y = 47,4 \cdot 10^6 \text{mm}^4$$

$$S_{f,y} = b \cdot t_p \cdot \left( Z_t - \frac{t_p}{2} \right) = 600 \cdot 45 \cdot \left( 39,23 - \frac{45}{2} \right) = 451710 \text{mm}^3$$



Obrázek 50 – schéma posuzovaných svarů

Napětí ve svarech 1-1

$$\tau_{II} = \frac{V_{Ed}}{A_{we}} + \frac{V_{pl} \cdot S_{f,y}}{I_y \cdot 4 \cdot a_{we}} = \frac{54230}{4 \cdot 5 \cdot 980} + \frac{281000 \cdot 451710}{47,40 \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot 5} = 136,66 \text{MPa}$$

$$\sigma_{we} = \frac{N_{Ed}}{A_{we}} + \frac{M_{Ed}}{I_{we}} = \frac{182020}{4 \cdot 5 \cdot 980} + \frac{332810000}{\frac{4 \cdot 5 \cdot 980^3}{12}} \cdot 180 = 179,01 \text{MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{179,01}{\sqrt{2}} = 126,58 \text{MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)} = \sqrt{23,98^2 + 3 \cdot (126,58^2 + 136,66^2)} = 346,58 \text{MPa}$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{Mw}} = \frac{510}{0,9 \cdot 1,25} = 453,3 \text{MPa}$$

$$346,59 < 453,33 \text{ [MPa]}$$

→ **vyhovuje**

Napětí ve svarech 2-2

$$\tau_{II} = \frac{V_{Ed}}{A_{we}} + \frac{V_{pl} \cdot S_{f,y}}{I_y \cdot 4 \cdot a_{we}} = \frac{54230}{4 \cdot 5 \cdot 980} + 0 = 2,77 \text{MPa}$$

$$\sigma_{we} = \frac{N_{Ed}}{A_{we}} + \frac{M_{Ed}}{I_{we}} = \frac{182020}{4 \cdot 5 \cdot 980} + \frac{332810000}{\frac{4 \cdot 5 \cdot 980^3}{12}} \cdot 500 = 115,37 \text{MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{115,37}{\sqrt{2}} = 81,57 \text{MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)} = \sqrt{81,57^2 + 3 \cdot (81,57^2 + 2,77^2)} = 163,21 \text{MPa}$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{Mw}} = \frac{510}{0,9 \cdot 1,25} = 453,3 \text{MPa}$$

$$163,21 < 453,33 \text{ [MPa]}$$

→ **vyhovuje**

Přenos posouvací síly do betonové patky

→ součinitel tření 0,2

$$\mu N_{Ed} = 0,2 \cdot 182,02 = 36,4 \text{ kN} < 54,23 \text{ kN}$$

→ **nevyhovuje** – smyková zarážka

Návrh smykové zarážky

HEB 100

$$A_{v,z} = 904 \text{ mm}^2$$

$$W_{pl,y} = 104\,200 \text{ mm}^3$$

třída průřezu pro ohyb 1 (S355, ohyb kolem osy y)

Přenos vodorovných sil uvažován pouze v kontaktu s betonem základové patky.

$$h > \frac{F_{v,Ed}}{b \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}} = \frac{54,23 \cdot 10^3}{100 \cdot \frac{16}{1,5}} = 50,8 \text{ mm} \rightarrow \text{návrh } 55 \text{ mm}$$

Posouzení na smyk

$$V_{Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{904 \cdot 355}{\sqrt{3} \cdot 1} = 185 \text{ kN} > V_{Ed} = 54,23$$

$$0,5V_{Rd} = 0,5 \cdot 185 = 92,5 \text{ kN} < V_{Ed} = 54,23 \text{ kN} \rightarrow \text{malý smyk}$$

→ **vyhovuje**

Posouzení na ohyb

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} f_{yd} = 104\,200 \cdot 355 = 36991000 \text{ Nmm} = 37 \text{ kN}$$

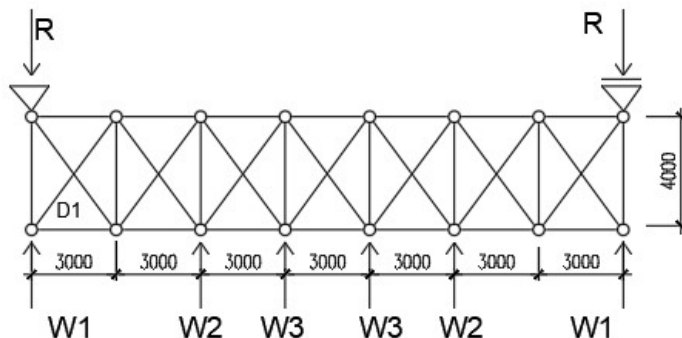
$$M_{pl,Rd} > M_{Ed} = F_{v,Ed} \cdot e = 54,23 \cdot 10^3 \cdot \left(50 + \frac{55}{2}\right) = 4,2 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 4,2 \text{ kN}$$

→ **vyhovuje**

## 2.28 Návrh a posouzení ztužení haly

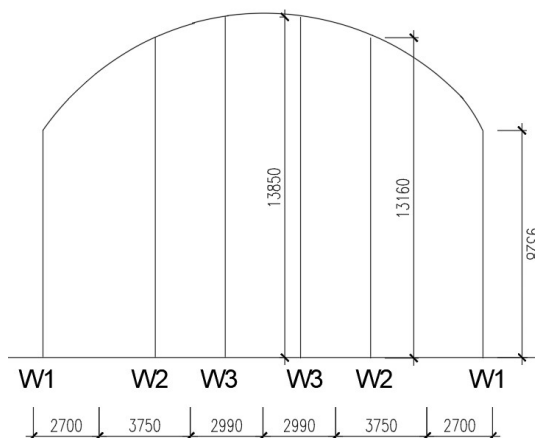
Příčné ztužení ve střešní rovině

Geometrické schéma



Obrázek 51 – schéma příčného ztužidla

Zatížení reakcemi od sloupků stěny



Obrázek 52 – schéma zatížení ztužidla

→ Počítat budeme jen s taženými diagonálami, tlačené považuji za vybočené

→ Rozhoduje sání větru při zatížení příčným větrem. Budeme zjednodušeně předpokládat konstantní hodnotu  $c_{pe} = -0,91$  na celé ploše štítu.

$$w_{e,d} = \gamma_f \cdot 0,75 \cdot c_{pe} = -1,5 \cdot 0,755 \cdot 1,2 = -1,359 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{1,Ed} = 16,4 \cdot 1,359 = 22,28 \text{ kN}$$

$$W_{2,Ed} = 23,6 \cdot 1,359 = 32,07 \text{ kN}$$

$$W_{3,Ed} = 20,3 \cdot 1,359 = 27,58 \text{ kN}$$

Vnitřní síly

Reakce

$$R_{Ed} = \frac{22,28 \cdot 2 + 32,07 \cdot 2 + 27,58 \cdot 2}{2} = 81,93 \text{ kN}$$

Diagonála

$$D_1 = \frac{81,93 - 22,28}{\sin(53^\circ)} = 74,68 \text{ kN}$$

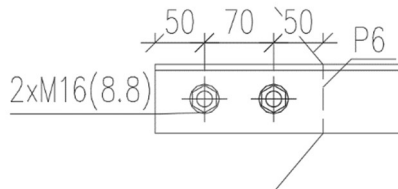
Diagonála z úhelníku

Návrh L70x6

S355

$A=815 \text{ mm}^2$

$i_y=21,3 \text{ mm}$



Únosnost šroubu ve střihu

$$F_{v,Rd} = 77,2 \text{ kN} > D_1 = 74,68 \text{ kN}$$

Únosnost šroubu v otláčení

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,93 \cdot 16 \cdot 6 \cdot 510}{1,25} = 91,06 \text{ kN}$$

$$\alpha_b = \min\left(\frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1\right) = \min\left(\frac{50}{54}; \frac{800}{510}; 1\right) = 0,93$$

$$k_1 = \min\left(2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = \min\left(2,8 \frac{35}{18} - 1,7; 2,5\right) = \min(3,7; 2,5) = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 91,06 \text{ kN} > D_1 = 74,68 \text{ kN}$$

→ **vyhovuje**

→ rozhoduje střih

Počet šroubů 2

Posouzení prutu

- únosnost šroubu v oslabeném průřezu

$$N_{u,Rd} = \frac{0,4 \cdot (815 - 22 \cdot 6) \cdot 510}{1,25} = 111,47 \text{ kN}$$

$$N_{u,Rd} = 111,47 \text{ kN} > 74,68$$

→ **vyhovuje**



Omezení štíhlosti na hodnotu 400

$$L = 0,95 \cdot L_{teor} = 0,95 \cdot \sqrt{3^2 \cdot 4^2} = 4,75m$$

$$\lambda = \frac{L}{i_y} = \frac{4750}{21,3} = 223 < 400$$

→ **vyhovuje**

Svislice ztužidla

$$N_{ed} = R_{Ed} = 81,93kN$$

Návrh

TR 89x4

$$A = 1068 \text{ mm}^2$$

$$i_y = 30,1 \text{ mm}$$

Posouzení

$$L_{cr} = 4000 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{L}{i_y} = \frac{4000}{30,1} = 132,89$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{132,89}{75,9} = 1,75$$

$\chi = 0,284$  pro křivku vzpěrnosti a

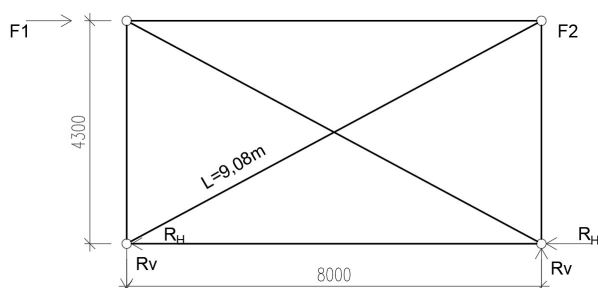
$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} = 0,284 \cdot 1068 \cdot 355 = 107,68kN$$

$$N_{b,Rd} = 107,68kN > N_{Ed} = 81,93kN$$

→ **vyhovuje**

Podélné ztužení

Schéma



Zatížením větrem na štíty od podélného větru

Návětrná strana

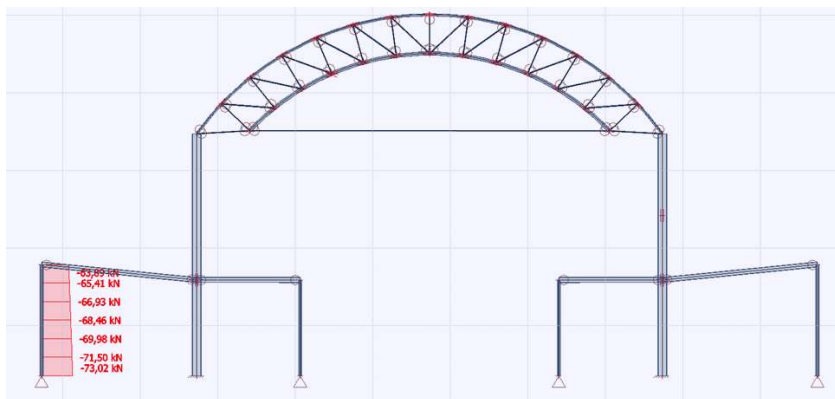
$$F_{1,Ed} = 81,93 \frac{C_{pe(\text{podélný},D)}}{C_{pe(\text{příčný},B)}} = 81,93 \frac{0,73}{0,8} = 74,76 \text{ kN}$$

Závětrná strana

$$F_{1,Ed} = 81,93 \frac{C_{pe(\text{podélný},E)}}{C_{pe(\text{příčný},B)}} = 81,93 \frac{0,36}{0,8} = 36,87 \text{ kN}$$

Zatížení vlivem rámových imperfekcí

$N[\text{kN}]$  – největší síla bez vlivu větru (KZS19)



Součinitele pro vliv výšky a počtu sloupů a počtu podlaží na jedno ztužidlo:

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}} = \frac{2}{\sqrt{13,95}} = 0,53$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5(1 + \frac{1}{m})} = \sqrt{0,5(1 + \frac{1}{8})} = 0,75$$

ekvivalentní počáteční natočení sloupů

$$\phi = \phi_0 \alpha_h \alpha_m = \frac{1}{200} \cdot 0,53 \cdot 0,75 = \frac{3}{1600}$$

Ekvivalentní vodorovná síla ze všech sloupů

$$H\phi = \phi \cdot \sum N = \phi \cdot m \cdot N = \frac{3}{1600} \cdot 8 \cdot 73,02 = 1,0953$$

### Reakce

$$R_{H,Ed} = \frac{\sum F}{2} = \frac{F_{1,Ed} + F_{2,Ed} + H\varphi}{2} = \frac{74,76 + 36,87 + 1,0953}{2} = 56,36kN$$

$$R_{V,Ed} = \pm \frac{(F_{1,Ed} + F_{2,Ed} + H\varphi) \cdot h}{2} = \frac{(74,76 + 36,87 + 1,0953) \cdot 4,3}{2} = \pm 242,36kN$$

→ ztužidla 2 = poloviční zatížení

$$R_{H,Ed} = \frac{56,36}{2} = 28,18kN$$

$$R_{V,Ed} = \pm \frac{242,36}{2} = \pm 121,18kN$$

### Návrh

TR 70x3,2

A=672 mm<sup>2</sup>

i<sub>y</sub>=23,6mm

### Vnitřní síla

$$D_{Ed} = \pm R_{H,Ed} \cdot \frac{L_{diagonála}}{B} = \pm 28,18 \cdot \frac{9,08}{8} = \pm 31,98$$

### Posouzení

$$L_{cr,z} = \frac{9080}{2} = 4540mm$$

$$L_{cr,y} = 0,9 \cdot 4540 = 4086mm$$

$$\lambda = \frac{L}{i_y} = \frac{4540}{23,6} = 192,37$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{192,37}{75,9} = 253$$

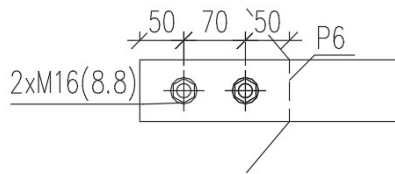
$\chi = 0,179$  pro křivku vzpěrnosti a

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} = 0,179 \cdot 672 \cdot 355 = 42,7kN$$

$$N_{b,Rd} = 42,7kN > N_{Ed} = 31,98kN$$

→ **vyhovuje**

Přípoj 2xM16 8.8



Únosnost šroubu ve stříhu

$$F_{v,Rd} = 77,2kN > N_{Ed} = 31,98kN$$

Únosnost šroubu v otláčení

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,93 \cdot 16 \cdot 3,2 \cdot 510}{1,25} = 48,58kN$$

$$\alpha_b = \min\left(\frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1\right) = \min\left(\frac{50}{54}; \frac{800}{510}; 1\right) = 0,93$$

$$k_1 = \min\left(2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = \min\left(2,8 \frac{35}{18} - 1,7; 2,5\right) = \min(3,7; 2,5) = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 48,58kN > N_{Ed} = 31,98kN$$

→ **vyhovuje**

→ rozhoduje otláčení

Počet šroubů 2

Příloha A - zatížení do vaznic

zatížení od střešního pláště

| Popis          | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|----------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| střešní plášt' | 0,25                       | 3         | 0,75            | 8     | 6             |
| vaznice        | -                          | -         | 0,262           | 8     | 2,096         |
| $\Sigma$       |                            |           |                 |       | 8,096         |

| Popis          | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|----------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| střešní plášt' | 0,25                       | 1,5       | 0,375           | 8     | 3             |
| vaznice        | -                          | -         | 0,262           | 8     | 2,096         |
| $\Sigma$       |                            |           |                 |       | 5,096         |

zatížení od obvodového pláště

| Popis          | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] |
|----------------|----------------------------|-----------|-----------------|
| obvodový plášt | 0,164                      | 8         | 1,312           |
|                |                            |           | 1,312           |

zatížení od výloh

| Popis | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] |
|-------|----------------------------|-----------|-----------------|
| sklo  | 0,2                        | 8         | 1,6             |
|       |                            |           | 1,6             |

zatížení od zábradlí čekárna

| Popis          | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $V_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|----------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| zábradlí- sklo | 0,2                        | 1,1       | 0,22            | 8     | 1,76          |

sníh - 1. stav pultové střechy

| Popis | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 0,56                       | 3         | 1,68            | 8     | 13,44         |

| Popis | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 0,56                       | 1,5       | 0,84            | 8     | 6,72          |

sníh - 2. stav pultové střechy úžlabí

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 1,5       | 0,225           | 8     | 1,8           |

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 3         | 1,658           | 8     | 13,264        |

sníh - 3. stav pultové střechy návěje

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 1,5       | 1,56            | 8     | 12,48         |

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 1,5       | 2,64            | 8     | 21,12         |

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 3         | 2,73            | 8     | 21,84         |

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 1,5       | 2,753           | 8     | 22,024        |

sníh- 1.zatěžovací stav válcová střecha

| Popis | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 0,56                       | 1,025     | 0,574           | 8     | 4,592         |

| Popis | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 0,56                       | 2,31      | 1,2936          | 8     | 10,3488       |

| Popis | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 0,56                       | 2,725     | 1,526           | 8     | 12,208        |

| Popis | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 0,56                       | 2,935     | 1,6436          | 8     | 13,1488       |

sníh- 2.zatěžovací stav válcová střecha

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 1,025     | 0,082           | 8     | 0,656         |

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 2,31      | 0,79            | 8     | 6,32          |

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 2,725     | 1,6572          | 8     | 13,2576       |

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 2,935     | 0,66            | 8     | 5,28          |

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 2,935     | 1,335           | 8     | 10,68         |

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 2,725     | 3,226           | 8     | 25,808        |

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 2,31      | 1,572           | 8     | 12,576        |

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 1,025     | 0,164           | 8     | 1,312         |

sníh- 3.zatěžovací stav válcová střecha

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 1,025     | 1,575           | 8     | 12,6          |

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 2,31      | 3,12            | 8     | 24,96         |

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 2,725     | 2,22            | 8     | 17,76         |

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 2,935     | 0,778           | 8     | 6,224         |

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 2,935     | 0,389           | 8     | 3,112         |

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 2,725     | 1,11            | 8     | 8,88          |

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 2,31      | 1,56            | 8     | 12,48         |

| Popis | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | 1,025     | 0,79            | 8     | 6,32          |

vítr příčný - 1. stav střecha pult A

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,84                      | 1,5       | -1,26           | 8     | -10,08        |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,4                       | 3         | -1,2            | 8     | -9,6          |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,4                       | 1,5       | -0,6            | 8     | -4,8          |

vítr příčný - 2. stav střecha pult A

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,54                      | 1,5       | -0,81           | 8     | -6,48         |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,4                       | 3         | -1,2            | 8     | -9,6          |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,4                       | 1,5       | -0,6            | 8     | -4,8          |

vítr příčný - 1. stav střecha válcová

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,53                      | 1,5       | -0,795          | 8     | -6,36         |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,53                      | 3         | -1,59           | 8     | -12,72        |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,56                      | 3         | -1,68           | 8     | -13,44        |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,72                      | 3         | -2,16           | 8     | -17,28        |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,72                      | 3         | -2,16           | 8     | -17,28        |

| Popis | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | -0,49                      | 3         | -1,47           | 8     | -11,76        |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,3                       | 3         | -0,9            | 8     | -7,2          |



| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,3                       | 1,5       | -0,45           | 8     | -3,6          |

vítr příčný - 2. stav střecha válcová

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | 0,11                       | 1,5       | 0,165           | 8     | 1,32          |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | 0,11                       | 3         | 0,33            | 8     | 2,64          |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,03                      | 3         | -0,09           | 8     | -0,72         |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,72                      | 3         | -2,16           | 8     | -17,28        |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,72                      | 3         | -2,16           | 8     | -17,28        |

| Popis | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| sníh  | -0,49                      | 3         | -1,47           | 8     | -11,76        |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,3                       | 3         | -0,9            | 8     | -7,2          |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,3                       | 1,5       | -0,45           | 8     | -3,6          |

vítr příčný - 1. stav střecha pult B

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,59                      | 1,5       | -0,885          | 8     | -7,08         |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,29                      | 3         | -0,87           | 8     | -6,96         |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,29                      | 1,5       | -0,435          | 8     | -3,48         |

vítr příčný - 2. stav střecha pult B

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,72                      | 1,5       | -1,08           | 8     | -8,64         |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,29                      | 3         | -0,87           | 8     | -6,96         |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | -0,29                      | 1,5       | -0,435          | 8     | -3,48         |

vítr příčný - 2. stav střecha pult B

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | 0,05                       | 1,5       | 0,075           | 8     | 0,6           |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | 0,05                       | 3         | 0,15            | 8     | 1,2           |

| Popis       | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr příčný | 0,05                       | 1,5       | 0,075           | 8     | 0,6           |

vítr příčný - tlak

| Popis             | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | B [m] | $f_{k1}$ [kN/m] |
|-------------------|----------------------------|-------|-----------------|
| vítr příčný(oblas | 0,47                       | 8     | 3,76            |

vítr příčný - sání

| Popis             | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | B [m] | $f_{k1}$ [kN/m] |
|-------------------|----------------------------|-------|-----------------|
| vítr příčný(oblas | -0,23                      | 8     | -1,84           |

vítr podélný - 1. stav střecha pult

| Popis        | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|--------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr podélný | 0,45                       | 1,5       | 0,675           | 8     | 5,4           |

| Popis        | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|--------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr podélný | 0,43                       | 3         | 1,29            | 8     | 10,32         |

| Popis        | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|--------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr podélný | 0,44                       | 1,5       | 0,66            | 8     | 5,28          |

vítr podélný - 2. stav střecha pult

| Popis        | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|--------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr podélný | -0,26                      | 1,5       | -0,39           | 8     | -3,12         |

| Popis        | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|--------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| vítr podélný | -0,26                      | 3         | -0,78           | 8     | -6,24         |

vítr podélný - sloup

| Popis        | $f_k$ [kN/m] |
|--------------|--------------|
| vítr podélný | -5,25        |

$F_{43\text{vítr}}$

| Popis        | $f_k$ [kN/m] |
|--------------|--------------|
| vítr podélný | -4,8         |

$F_{44\text{vítr}}$

| Popis        | $f_k$ [kN/m] |
|--------------|--------------|
| vítr podélný | -3,04        |

Vestavba

$F_{1\text{proměnné}}$

| Popis | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| C2    | 4                          | 2         | 8               | 8     | 64            |

$F_{2\text{proměnné}}$

| Popis | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| C2    | 4                          | 1         | 4               | 8     | 32            |

Střecha

$F_{3\text{proměnné}}$

| Popis | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| H     | 0,75                       | 3         | 2,25            | 8     | 18            |

$F_{4\text{proměnné}}$

| Popis | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| H     | 0,75                       | 1,025     | 0,76875         | 8     | 6,15          |

$F_{5\text{proměnné}}$

| Popis | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| H     | 0,75                       | 2,31      | 1,7325          | 8     | 13,86         |

$F_{6\text{proměnné}}$

| Popis | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| H     | 0,75                       | 2,725     | 2,04375         | 8     | 16,35         |

$F_{7\text{proměnné}}$

| Popis | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| H     | 0,75                       | 2,935     | 2,20125         | 8     | 17,61         |

### Vestavba podlaha

$F_{\text{podlaha}}$

| Popis     | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-----------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| podlaha   | 3,84                       | 2         | 7,68            | 8     | 61,44         |
| Stropnice | -                          | -         | 0,25            | 8     | 2             |
|           |                            |           |                 |       | 63,44         |

$F_{\text{podlaha}}$

| Popis     | $f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] | $b_1$ [m] | $f_{ek}$ [kN/m] | B [m] | $f_{k1}$ [kN] |
|-----------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|---------------|
| podlaha   | 3,84                       | 1         | 3,84            | 8     | 30,72         |
| stropnice | -                          | -         | 0,25            | 8     | 2             |
|           |                            |           |                 |       | 32,72         |

## 1. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

Nelineární výpočet

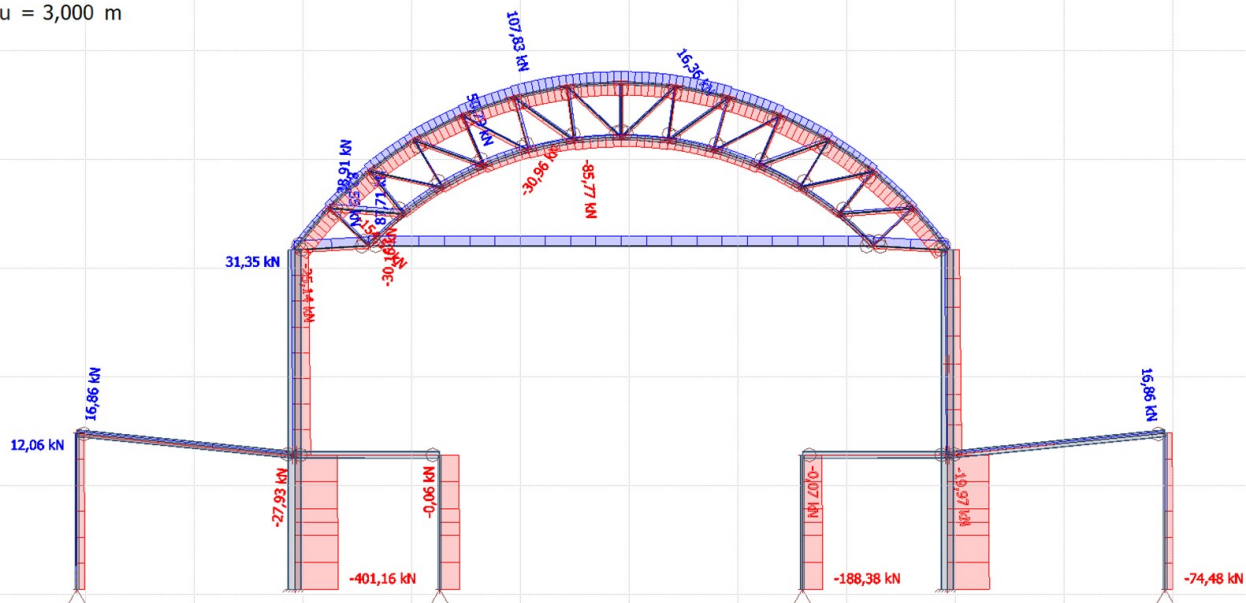
Třída: MSU

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Průřez

Výběr: Vše

Velikost rastru = 3,000 m



## 2. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>

Nelineární výpočet

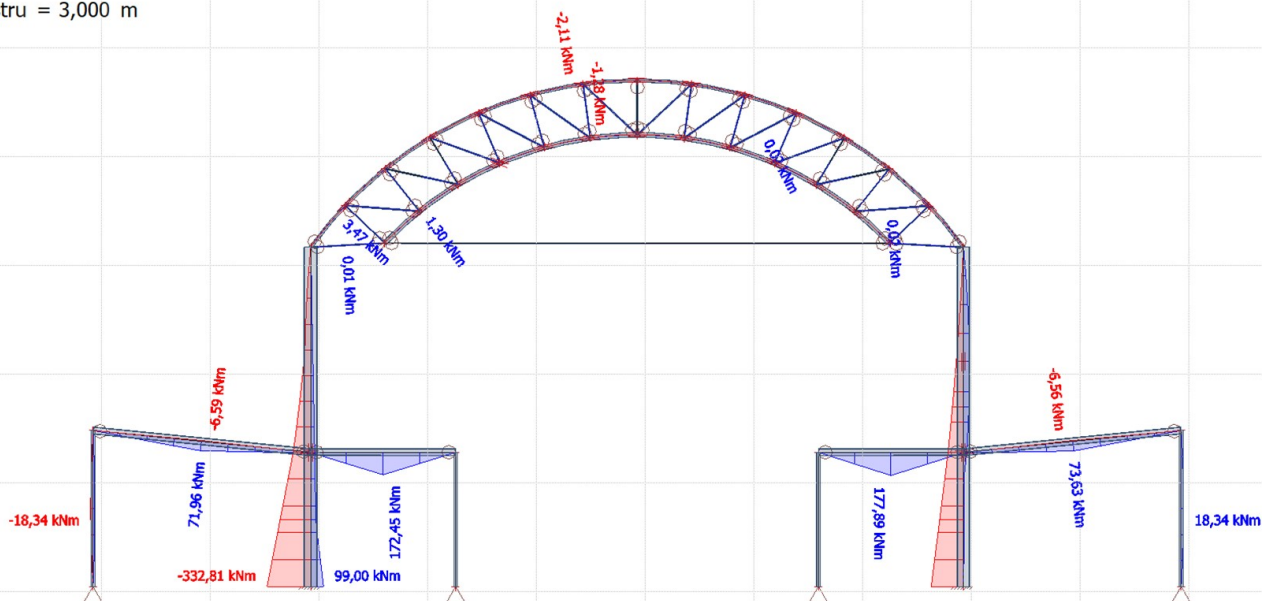
Třída: MSU

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Průřez

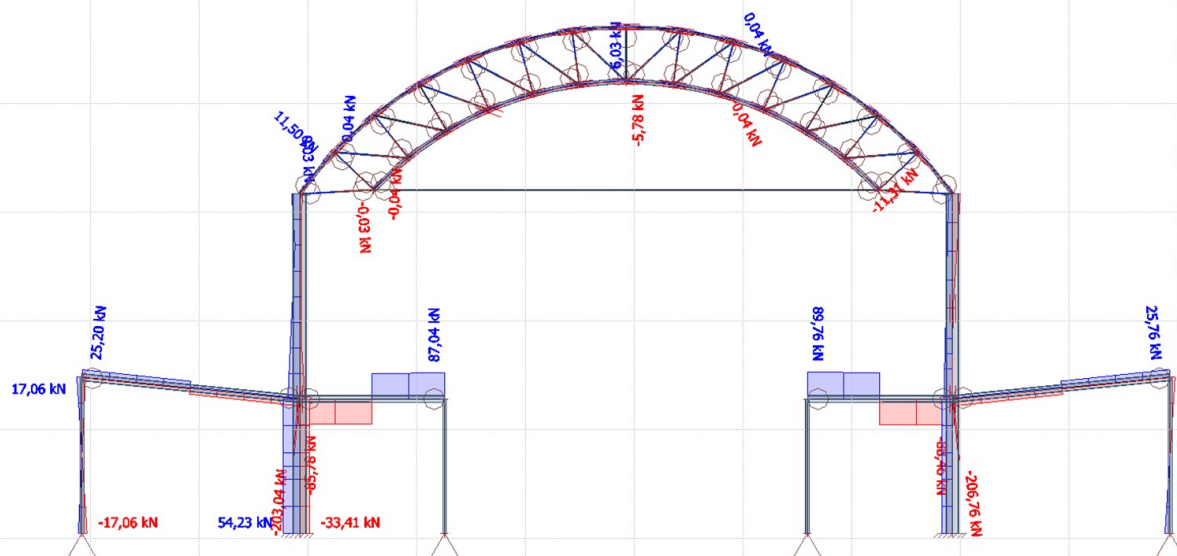
Výběr: Vše

Velikost rastru = 3,000 m



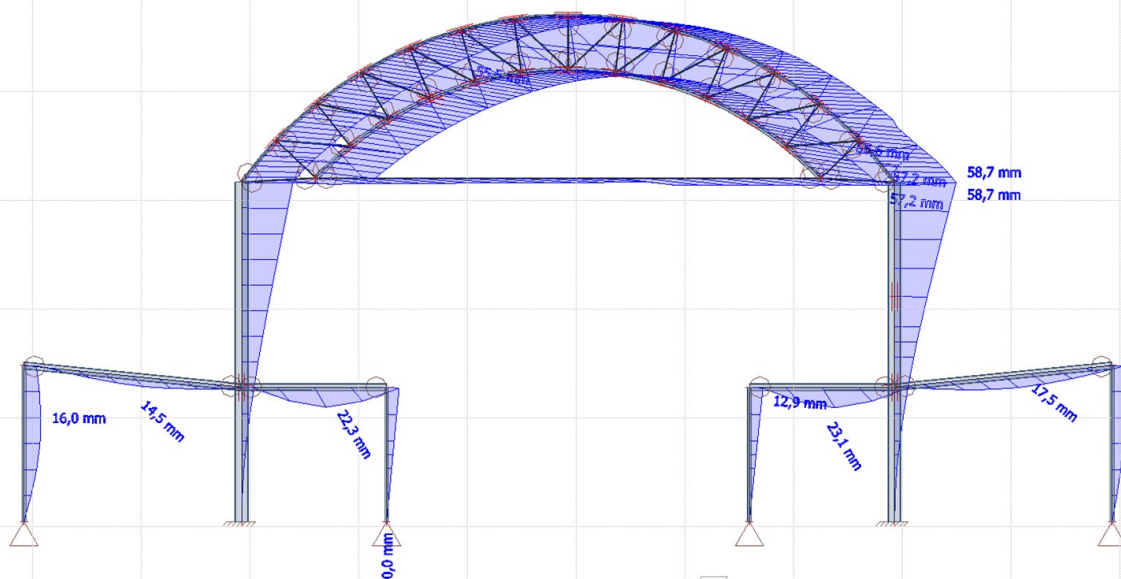
### 3. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$   
Nelineární výpočet  
Třída: MSJ  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Průřez  
Výběr: Vše  
Velikost rastru = 3,000 m



### 4. 1D deformace; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$   
Nelineární výpočet  
Třída: MSP1  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Průřez  
Výběr: Vše  
Velikost rastru = 3,000 m



# KS1000/1150 NF

## Izolační jádro: IPN

### Základní informace o panelu:

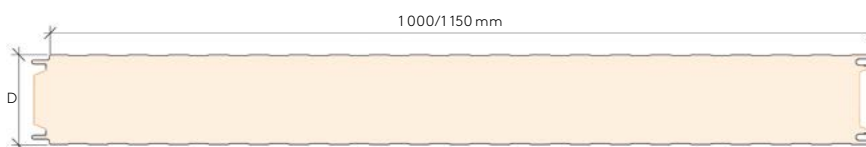
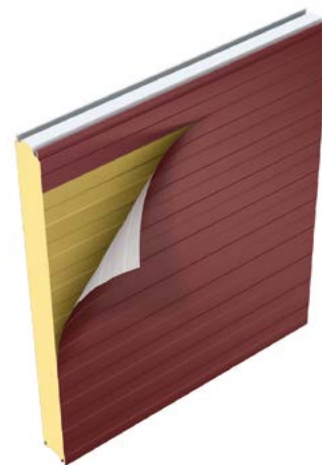
**KS1000/1150 NF** – stěnový sendvičový panel s izolačním jádrem z pěny IPN. Způsob upevnění ke konstrukci: přiznané kotevní prvky (šrouby s těsnící podložkou)

Panel NF je vhodný pro obvodové nebo vnitřní stěny všech objektů s návrhovou vnitřní teplotou větší než 5 °C. Přípustné je také použití těchto panelů v podhledech nebo střezech.

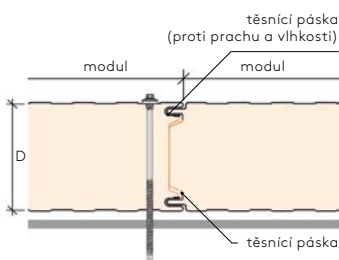
Vhodnost a možnost použití panelu je nutné posuzovat individuálně s ohledem na konkrétní podmínky projektu.

**Délky panelů:** doporučená délka 2 m – 13,6 m (max. 18 m – nadrozměrná doprava)

**Tolerance výrobu:** odchylky rozměrů odpovídají tolerancím podle ČSN EN 14509 příloha D.



### Příčný řez panelem



### Detail podélného spoje

### Certifikace:

Izolační sendvičové panely Kingspan odpovídají požadavkům a specifikacím, které definuje norma ČSN EN 14509.

Panely Kingspan jsou vyráběny z materiálů nejvyšší kvality, za použití nejnovější výrobní technologie, splňují přísné nároky kontroly kvality a vyhovují standardům ISO 9001, ISO 14001 a ISO 45001.

Panely KS1000/1150 NF jsou certifikovány pojišťovnou FM Global, klasifikace 4881-Exterior Wall Systems.



Další informace naleznete v těchto částech Průvodce projektem a stavbou:

kapitola 4 – Tabulky únosnosti

kapitola 5 – Upevňovací prvky

kapitola 6 – Konstrukční detaily

kapitola 7 – Příslušenství

kapitola 8 – Manipulace a montáž

# KS1000/1150 NF

## Izolační jádro: IPN

Technické parametry KS1000/1150 NF:  
Platí pro panely dodávané z výrobního závodu v Hradci Králové, Kingspan Česká republika.

| izolační jádro panelu                                 | IPN   |                                 | vážená vzduchová neprůzvučnost<br>Rw [dB]<br>a faktory přizpůsobení spektru (C; Ctr) podle EN ISO 717-1 | hmotnost [kg/m <sup>2</sup> ]<br>pro modul:<br>1000 mm,<br>1150 mm<br>platí pro plechy<br>ext. 0,6 mm /<br>/int. 0,4 mm |
|---|---|---------------------------------|---|---|
| součinitel tepelné vodivosti podle EN 14509, EN 13165 | $\lambda d = 0,022 \text{ W/m.K}$<br>měřeno při 10 °C |                                 |   |   |
| tloušťka panelu [mm]                                  | součinitel prostupu tepla U [W/m <sup>2</sup> .K]     | třída reakce na oheň EN 13501-1 |   |   |
| 40  | 0,60  | B-s2, d0                        | 24 (-2; -3)   | 10,23<br>10,13  |
| 60  | 0,37  | B-s1, d0                        | 25 (-3; -4)   | 10,94<br>10,83  |
| 80  | 0,27  | B-s1, d0                        | 25 (-3; -4)   | 11,72<br>11,61  |
| 100   | 0,22  | B-s1, d0                        | 25 (-2; -4)   | 12,50<br>12,39  |
| 120   | 0,18  | B-s1, d0                        | 26 (-3; -5)   | 13,28<br>13,17  |
| 150   | 0,15  | B-s1, d0                        | 26 (-3; -4)   | 14,45<br>14,34  |
| 170   | 0,13  | B-s1, d0                        | 27 (-3; -5)   | 15,23<br>15,12  |
| 200   | 0,11  | B-s1, d0                        | 27 (-3; -5)   | 16,40<br>16,29  |





# KS1000/1150 NF

## Izolační jádro: IPN

Tabulka požární odolnosti podle tloušťky panelu a aplikace  
(Požární odolnost s charakteristikou)

| izolační jádro IPN | požární odolnost pro obvodové stěny nebo vnitřní příčky<br>EN 13501-2, EN 15254-5, ČSN 73 0810 |                       |                       |                       |          |          | požární odolnost podhledy<br>EN 13501-2, ČSN 73 0810<br>(požár ze spodní strany) |
|--------------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------|----------|--|
|                    | horizontální kladení   |                       |                       | vertikální kladení    |          |          |  |
|                    | 4 m  | 6 m                   | 7,5 m                 | 4 m                   | 6 m      | 7,5 m    |  |
| 40                 | -  | -                     | -                     | -                     | -        | -        | -  |
| 60                 | -  | -                     | -                     | -                     | -        | -        | -  |
| 80                 | -  | -                     | -                     | -                     | -        | -        | -  |
| 100                | EW20 DP3,<br>EI20 DP3  | EW15 DP3,<br>EI15 DP3 | EW15 DP3,<br>EI15 DP3 | EW15 DP3,<br>EI15 DP3 | -        | -        | -  |
| 120                | EW30 DP3,<br>EI30 DP3  | EW30 DP3,<br>EI15 DP3 | EW30 DP3,<br>EI15 DP3 | EW30 DP3,<br>EI20 DP3 | EW20 DP3 | EW20 DP3 | -  |
| 150                | EW30 DP3,<br>EI30 DP3  | EW30 DP3,<br>EI15 DP3 | EW30 DP3,<br>EI15 DP3 | EW30 DP3,<br>EI20 DP3 | EW20 DP3 | EW20 DP3 | -  |
| 170                | EW30 DP3,<br>EI30 DP3  | EW30 DP3,<br>EI15 DP3 | EW30 DP3,<br>EI15 DP3 | EW30 DP3,<br>EI20 DP3 | EW20 DP3 | EW20 DP3 | -  |
| 200                | EW30 DP3,<br>EI30 DP3  | EW30 DP3,<br>EI15 DP3 | EW30 DP3,<br>EI15 DP3 | EW30 DP3,<br>EI20 DP3 | EW20 DP3 | EW20 DP3 | -  |

Požární odolnost s charakteristikou:

EW klasifikace pro obvodové stěny z vnitřní strany (i->o);

EI klasifikace pro obvodové stěny nebo vnitřní příčky z vnější strany nebo vnitřní strany (i<->o);

**Upozornění:** uvedené hodnoty požární odolnosti a ostatních charakteristik se mohou v čase měnit. Ohledně aktuálních informací se obraťte na technické oddělení Kingspan (techinfo@kingspan.cz).

# KS1000/1150 NF

## Izolační jádro: IPN

### Teplotní odolnost:

- Minimální teplota prostředí pro použití panelů je -30 °C dlouhodobě (nižší teploty po konzultaci).
- Minimální teplota při instalaci samotných panelů je -10 °C, resp. v závislosti na použití těsnících a tmelících materiálů může být stanovena min. teplota pro aplikaci vyšší (např. +5 °C).
- Maximální teplota prostředí a maximální teplota povrchu panelu je závislá na volbě povrchové úpravy (viz. část Povrchové úpravy níže). V žádném případě nedoporučujeme tyto panely používat v prostorech, kde jsou vystaveny teplotám vyšším než +90 °C dlouhodobě, +100 °C krátkodobě.
- Maximální povrchová teplota při instalaci by neměla být vyšší než +40 °C (doporučuje se před instalací chránit plachtou z důvodu snížení teplotních deformací).

### Povrchové úpravy:

**Polyester (PES) – 25 µm** – standardní povrchová úprava pro vnitřní i vnější prostředí, korozní odolnost RC3, RUV2, teplotní odolnost do 80 °C (vyšší pouze po konzultaci).

**Polyester vnitřní (PEI) – 15 µm** – standardní povrchová úprava v R9002 pro vnitřní prostředí, nahodilý a nepřímý styk s potravinami, korozní odolnost do A2; teplotní odolnost do 80 °C (vyšší pouze po konzultaci).

**Spectrum (PUR-PA) – 50 µm**, dobrá barevná stálost a korozní odolnosti \*RC5, UV odolnost RUV4; teplotní odolnost do 80 °C (vyšší pouze po konzultaci).

**PVDF (PVF) – 25-35 µm** – vysoká chemická odolnost a stálost barev, korozní odolnosti \*RC4, RUV4; teplotní odolnost do 80 °C (vyšší pouze po konzultaci, výjimečně lze použít pro teploty až 140 °C).

**FoodSafe (FDS) – 150 µm** – certifikace pro přímý styk s potravinami, korozní odolnost \*RC4; plech tl. 0,5 mm v R9010; teplotní odolnost do 60 °C.

**Inox – typ AISI 304, 2B (1.4301/7)** – tato povrchová úprava je možná pouze pro určitá provedení a dodávky panelů. Pro panely s touto povrchovou úpravou rovněž neplatí některé charakteristiky uvedené v tomto technickém listu, například požární odolnost. Ohledně možnosti dodání a platnosti technických parametrů kontaktujte Kingspan.

Poznámka: Uvedené nominální tloušťky povrchových úprav, korozní odolnost a UV odolnost podle ČSN EN 10169 jsou orientační.

\* poskytnutí záruky v závislosti na prostředí a pouze na základě vyplnění environmentálního dotazníku

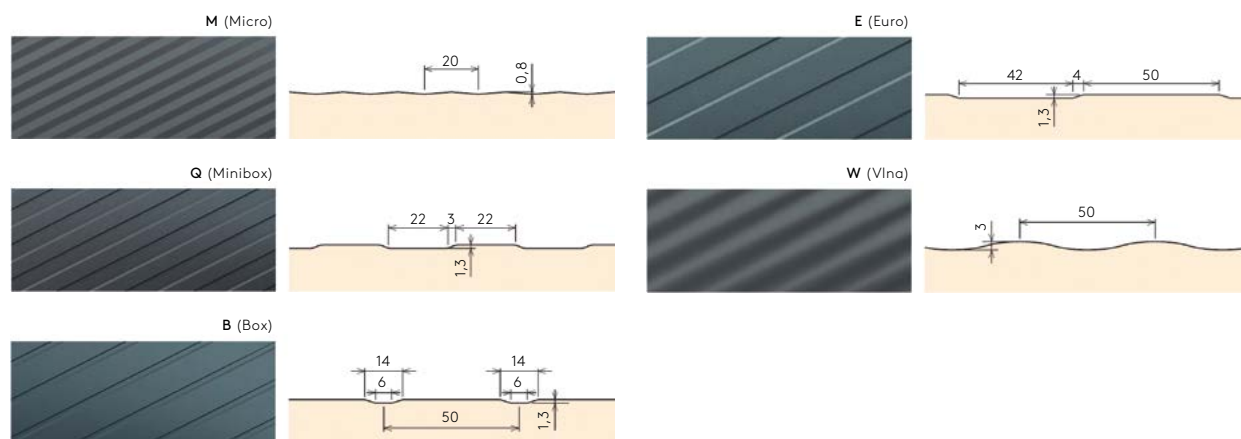
| Výrobní možnosti povrchových úprav a tloušťek povrchových plechů |                   |            |            |            |          |      |
|--|-------------------|------------|------------|------------|----------|------|
| povrchová úprava   | PES               | PEI        | Spectrum   | PVDF       | FoodSafe | Inox |
| vnější plech (exteriér)  | 0.6<br>0.5        | 0.5        | 0.6<br>0.5 | 0.6<br>0.5 | 0.5      | 0.5  |
| vnitřní plech (interiér)   | 0.6<br>0.5<br>0.4 | 0.4<br>0.5 | 0.6<br>0.5 | 0.6<br>0.5 | 0.5      | 0.5  |

standardní provedení / alternativní řešení / standardní příplatkové provedení / možno dodat na poptání

# KS1000/1150 NF

## Izolační jádro: IPN

### Exteriér – tloušťka plechu 0,6 mm



### Interiér – tloušťka plechu 0,4 (0,6) mm



### Barevné odstíny:

Informace dostupné na samostatném letáku – Barevné odstíny a povrchové úpravy.

### Doprava na místo stavby:

Není-li stanoveno jinak, všechny panely jsou dodávány v balících silniční dopravou na místo stavby. Za vykládání je zodpovědný zákazník. Požadavky na vykládku a manipulaci s panely naleznete v technické příručce na webových stránkách, nebo na vyžádání na technickém oddělení Kingspan (techinfo@kingspan.cz).

### Balení panelů:

Horní, spodní i boční stěny a konce jsou chráněny pěnou a bedněním a celá paleta je zabalena do ochranné fólie. Počet panelů v každém balení závisí na jejich tloušťce a délce. Niže uvedená tabulka slouží jako vodítko. U výjimečně dlouhých panelů se počty snižují.

Typická výška palety je 1100 mm. Maximální hmotnost palety je 3 500 kg.

| CZ  | standard |
|-----|----------|
| 40* | 27       |
| 60  | 18       |
| 80  | 13       |
| 100 | 11       |
| 120 | 9        |
| 150 | 7        |
| 170 | 6        |
| 200 | 5        |

## Seznam literatury

[1]ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem

[2]ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-3: Obecná zatížení- Zatížení sněhem

[3]ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Skripta:

[5]Jandera, M., Eliášová, M., Vraný, T.: Ocelové konstrukce 1 - Cvičení, 3. opravené vydání, 2015

Eliášová, M. – Sokol, Z.: Ocelové konstrukce 1 – Příklady, ČVUT, Praha 2013, s. 84, ISBN 80-01-05214-3

Eliášová, M. – Sokol, Z.: Ocelové konstrukce 3 – Příklady, ČVUT, Praha 2010, ISBN 978-80-01-04516-9

Wald F. a kolektiv: Prvky ocelových konstrukcí – příklady podle eurokódů

[4]Sokol Z. – Wald. F.: Ocelové konstrukce, Tabulky, ČVUT Praha, 2016

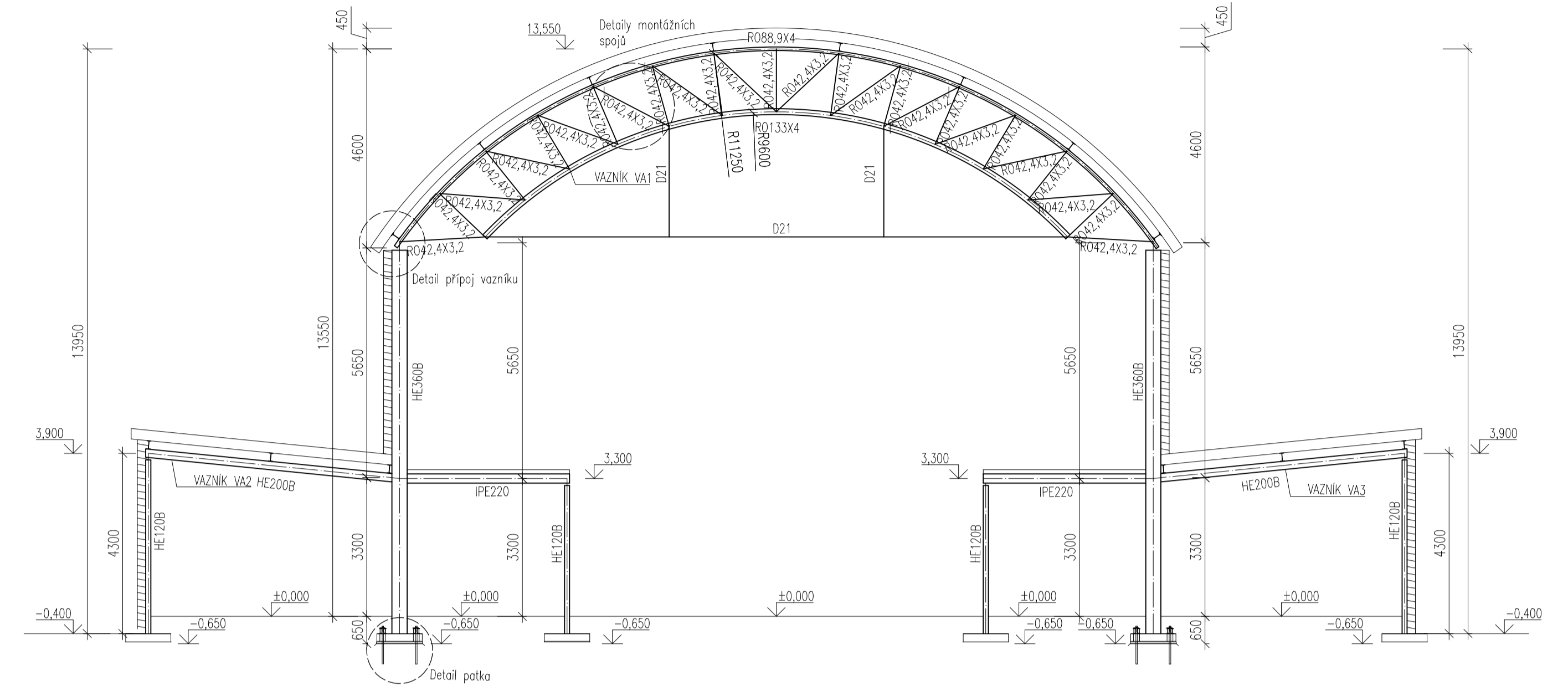
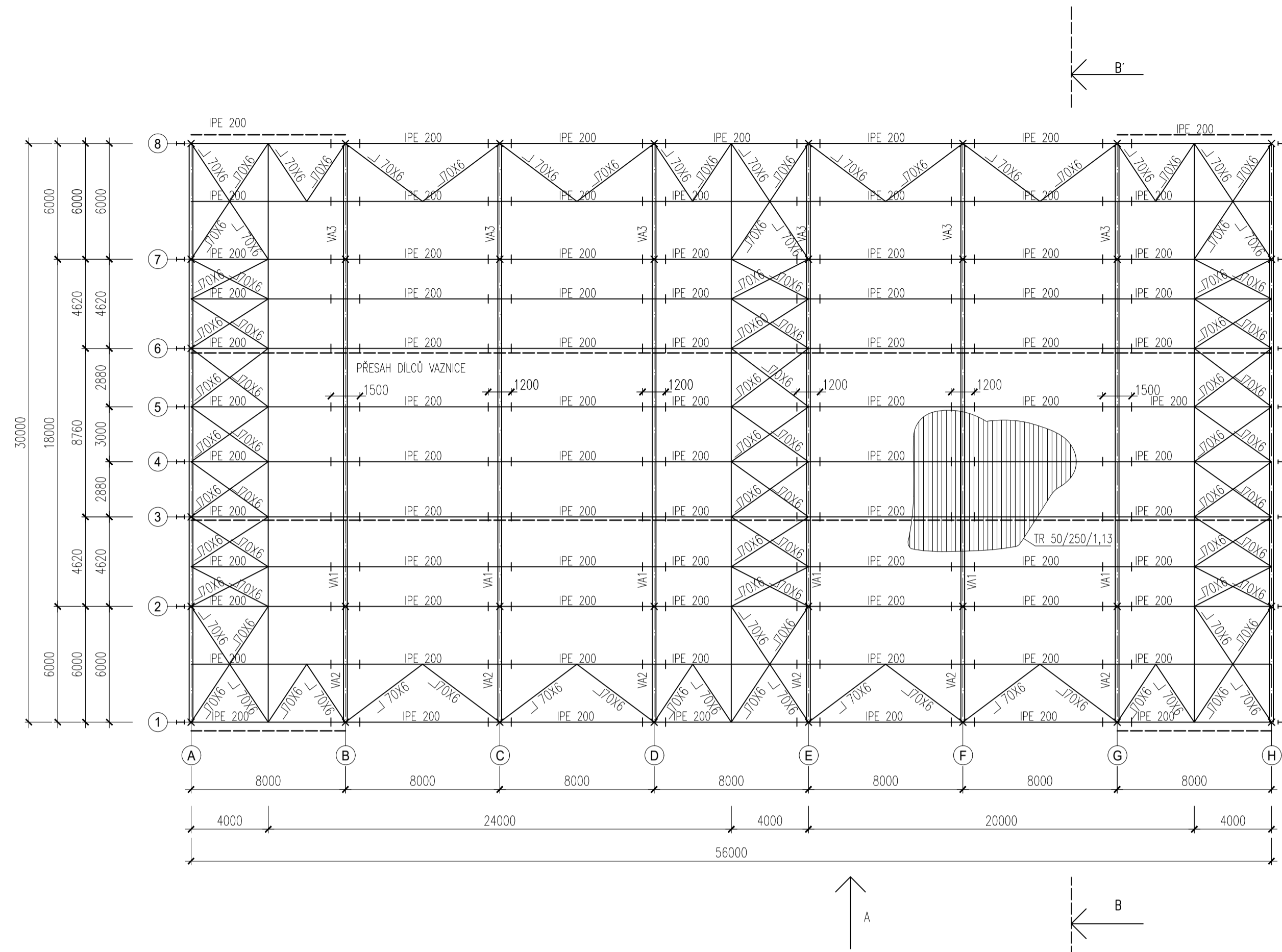
## Seznam Použitých software

Scia Engineer 22.1

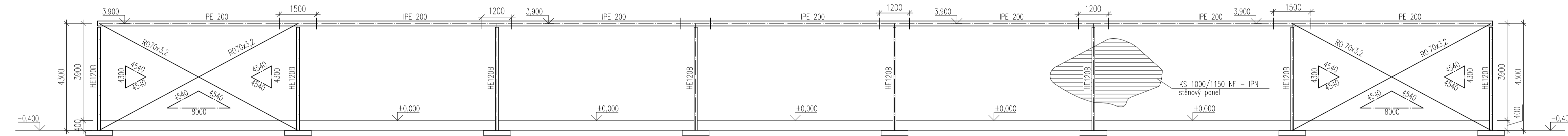
MS Word 365

MS Excel 365

Autodesk Autocad



Pohled A 1:100

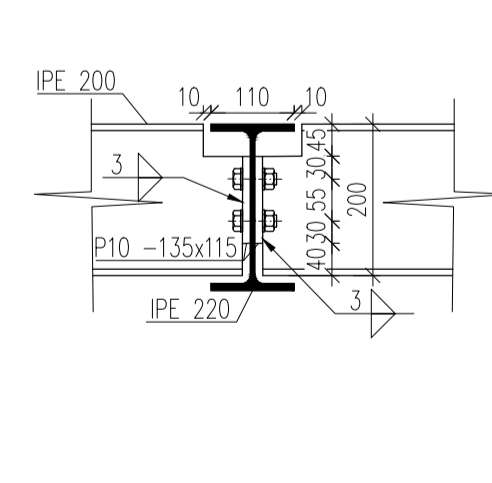
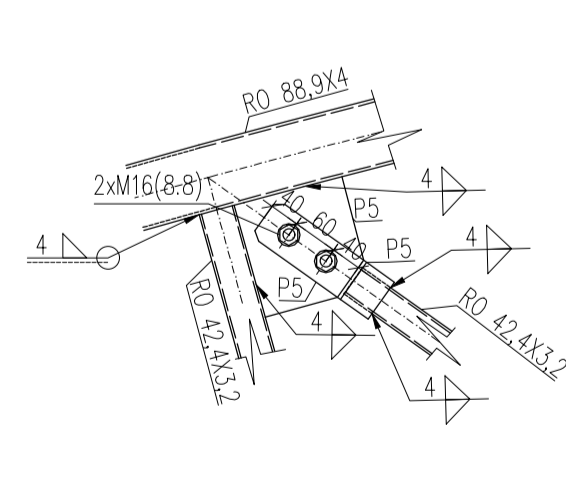
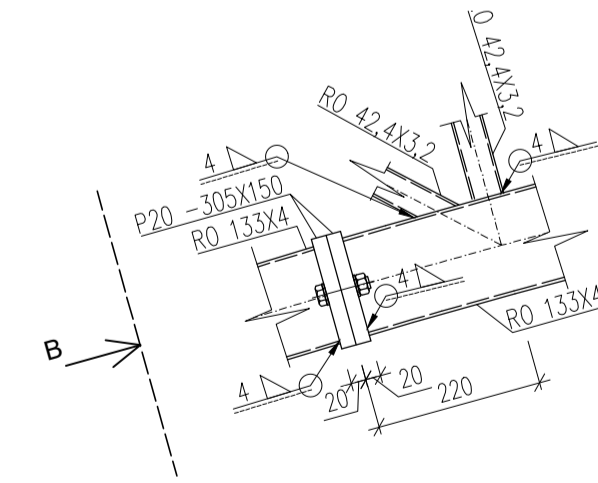
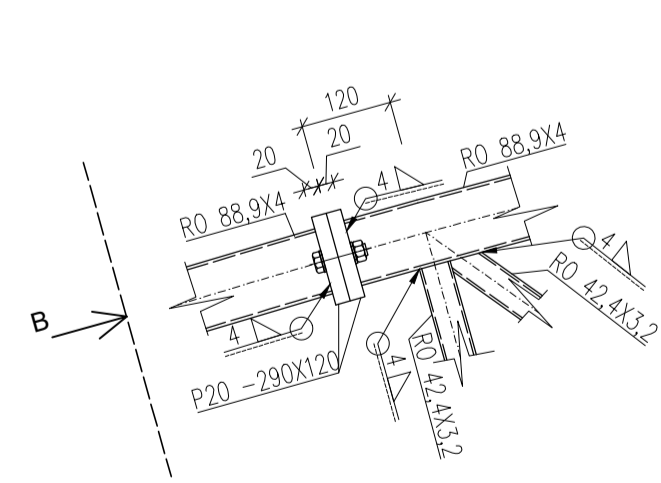


Připoj horního pásu 1:10

Připoj dolního pásu 1:10

Připoj diagonály 1:10

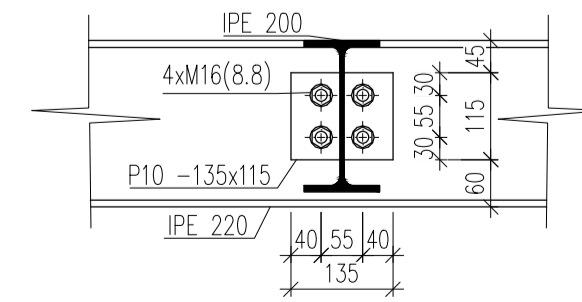
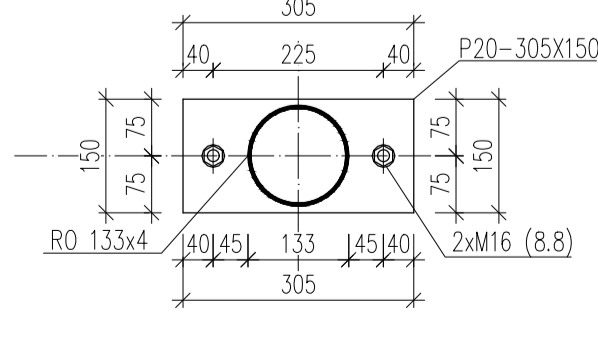
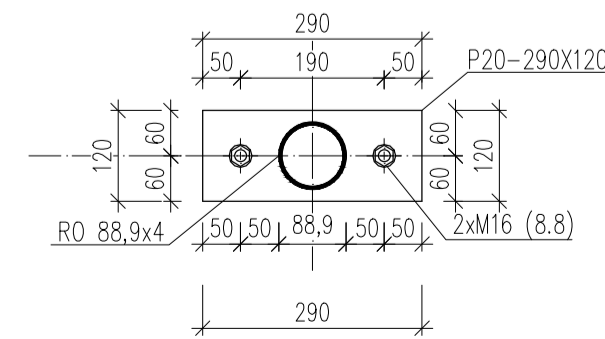
Připoj stropnice 1:10



Připoj horního pásu řez B 1:10

Připoj dolního pásu řez B 1:10

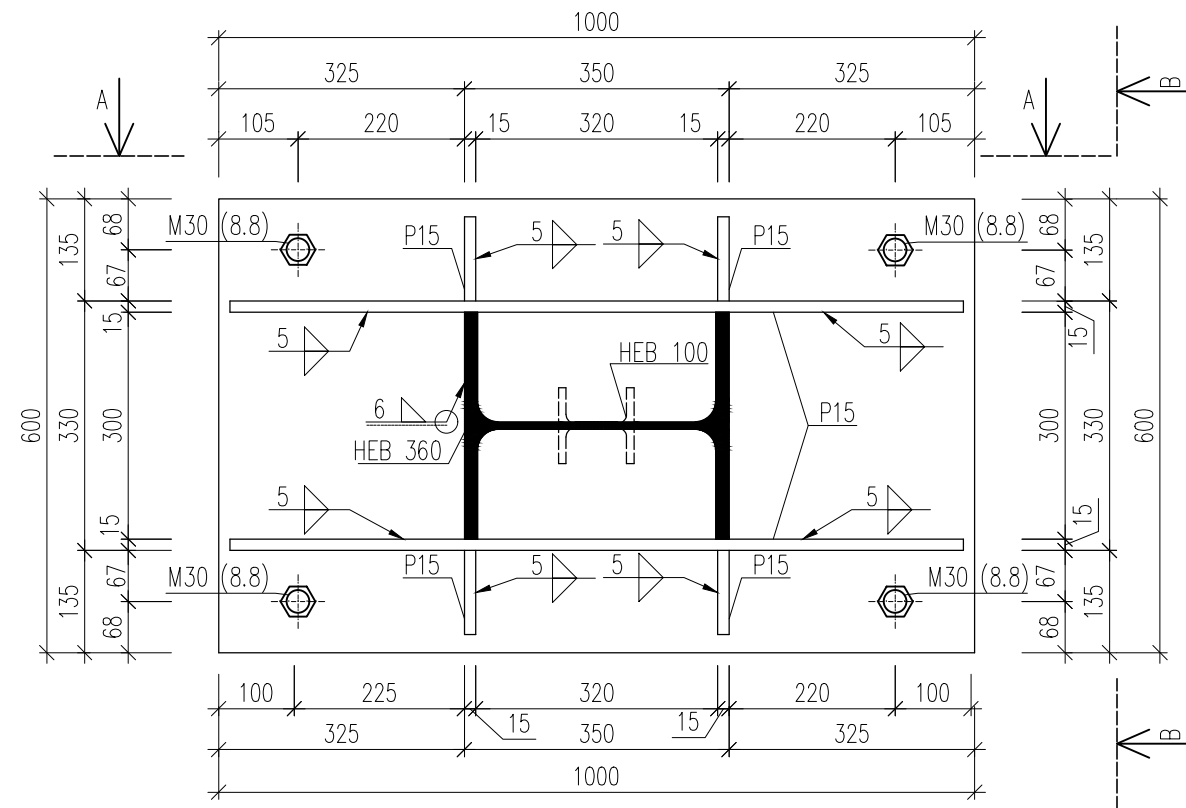
připoj stropnice 1:10



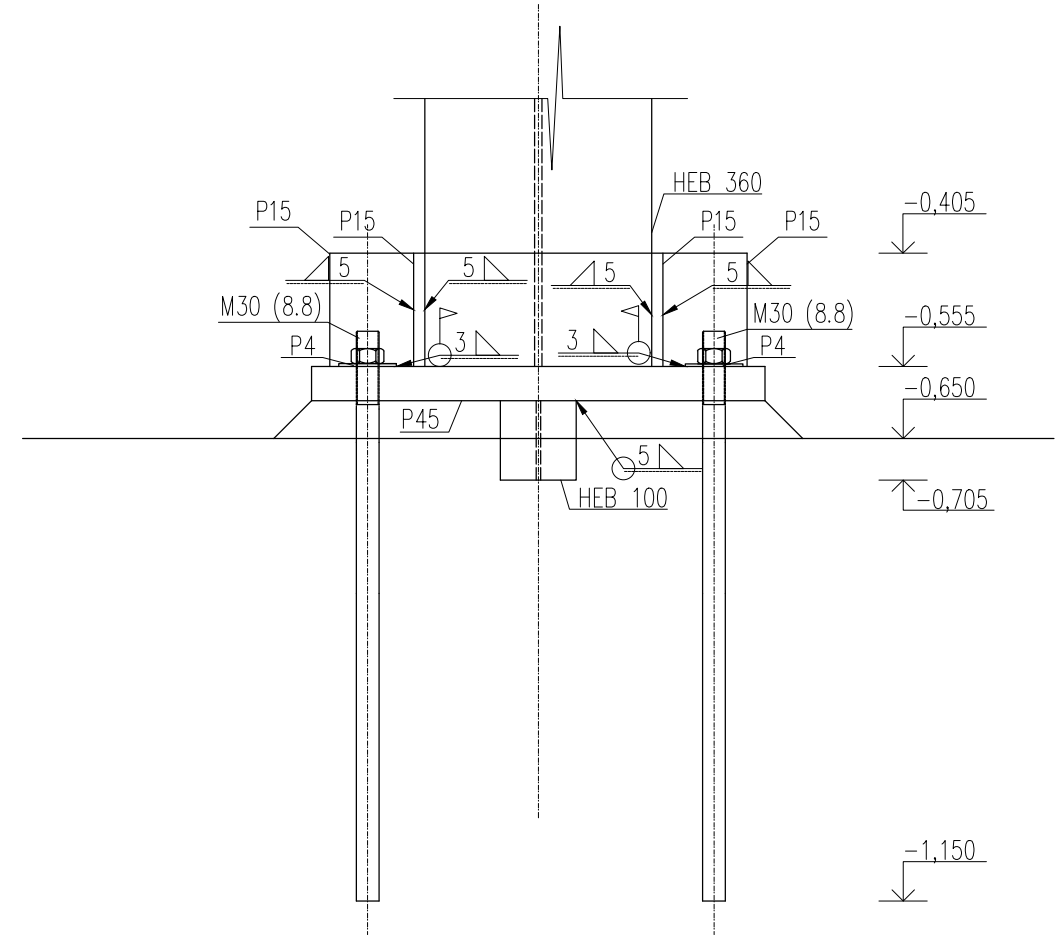
poznámka:  
 Ocel - S355JR není-li uvedeno jinak  
 Beton - C16/20 - není-li uvedeno jinak  
 - Šrouby 8.8 není-li uvedeno jinak

|                             |                                   |                |          |                    |
|-----------------------------|-----------------------------------|----------------|----------|--------------------|
| OBOR                        | KATEDRA                           | JMÉNO STUDENTA |          |                    |
| Konstrukce pozemních staveb | K134                              | Tomáš Berger   |          |                    |
| ROČNÍK                      | VYUČUJÍCÍ                         |                |          |                    |
| 4.                          | prof. ing. Martina Eliášová, CSc. |                |          |                    |
| AKCE :                      | Bakalářská práce - nádražní hala  |                | FORMÁT   | A1                 |
|                             |                                   |                | MĚŘÍTKO  | 1:200, 1:100, 1:10 |
| OBSAH :                     | půdorys, řez, detaily připojí     |                | DATUM    | 20.5.2023          |
|                             |                                   |                | Č. VÝKR. | 1                  |

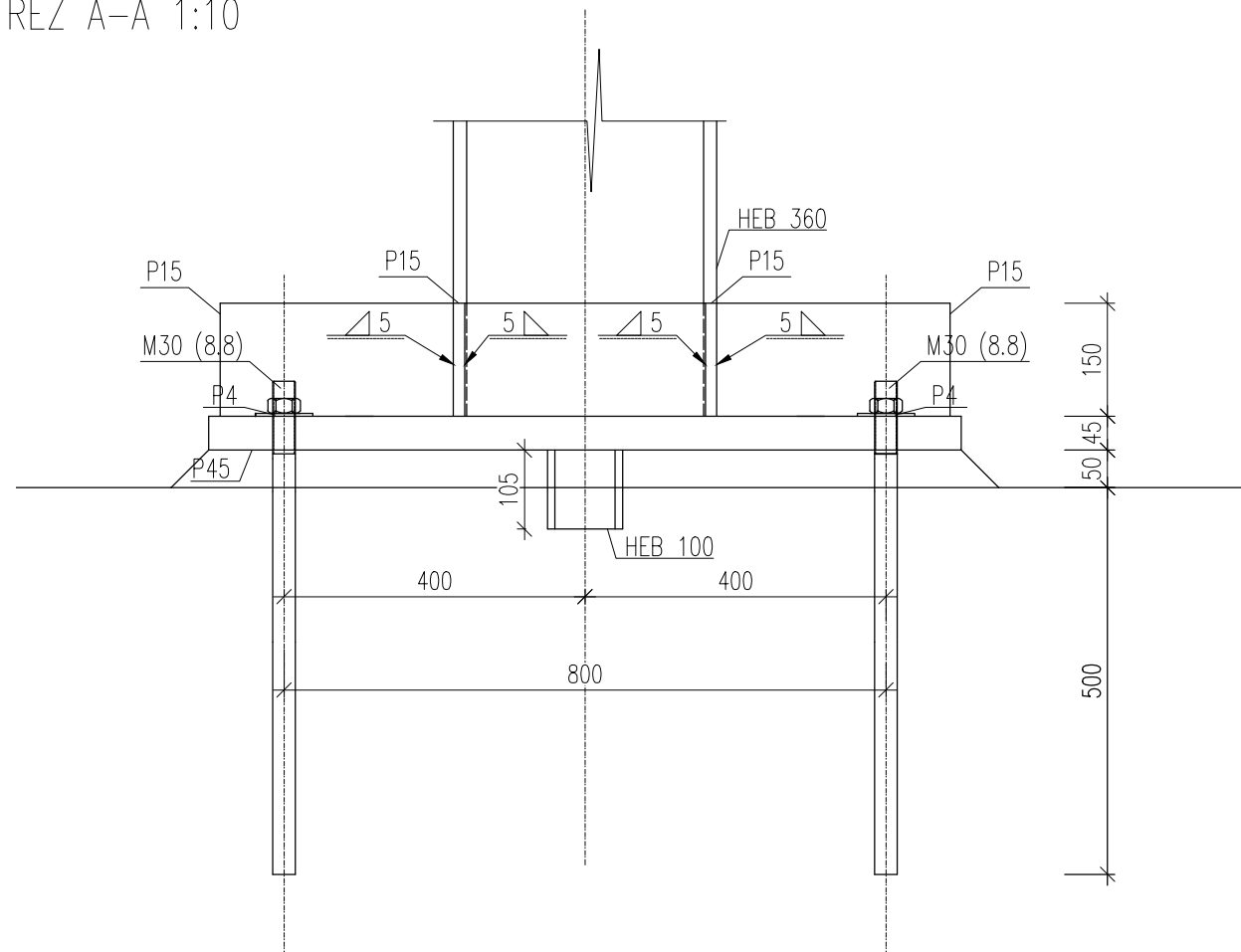
Půdorys 1:10



Řez B-B 1:10



ŘEZ A-A 1:10



poznámka:

Ocel

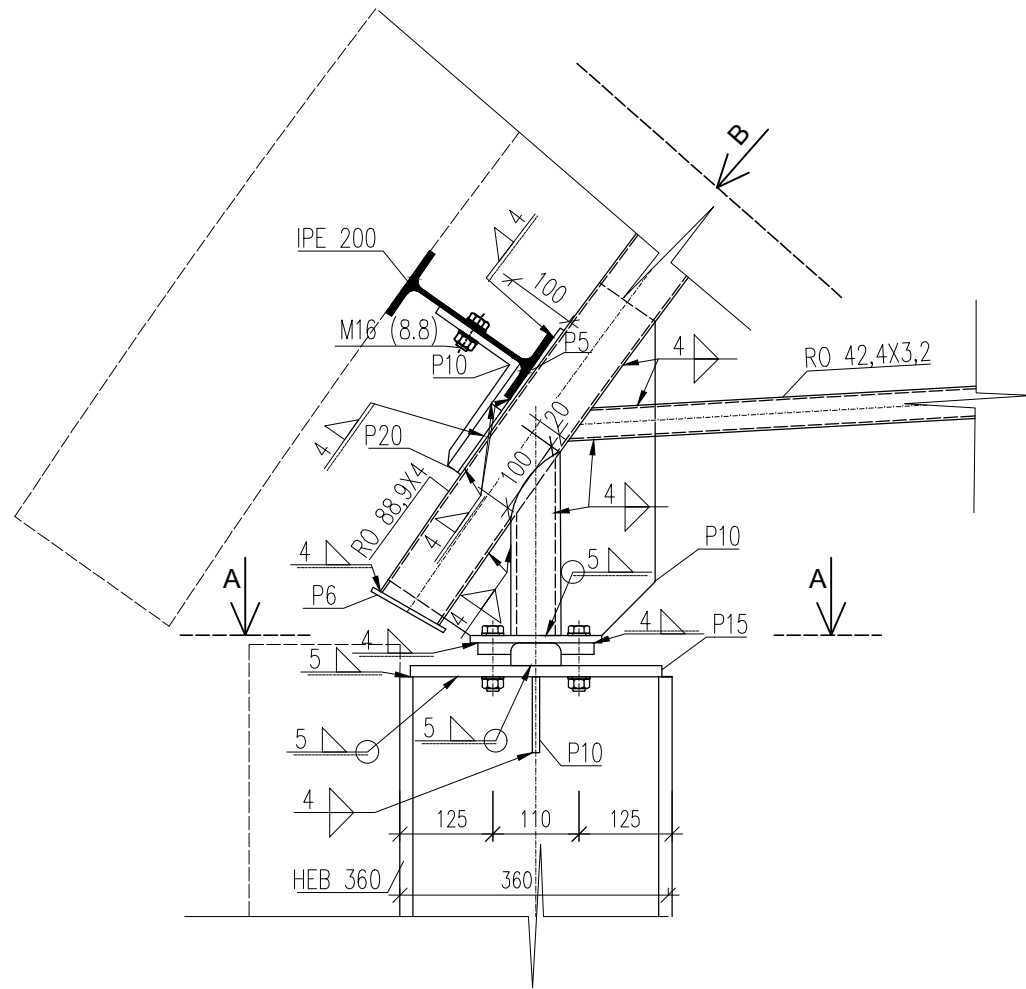
- S355JR není-li uvedeno jinak
- Šrouby 8.8 není-li uvedeno jinak

Beton

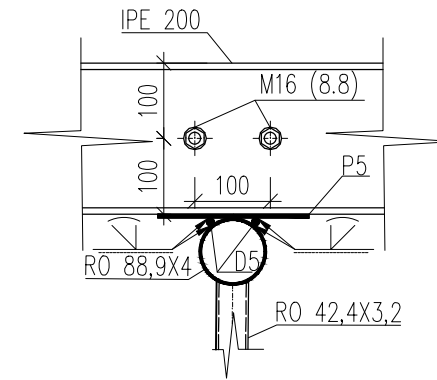
- C16/20 - není-li uvedeno jinak

|                                  |                                   |                |          |           |
|----------------------------------|-----------------------------------|----------------|----------|-----------|
| OBOR                             | KATEDRA                           | JMÉNO STUDENTA |          |           |
| Konstrukce pozemních staveb      | K134                              | Tomáš Berger   |          |           |
| ROČNÍK                           | VYUČJÍCÍ                          |                |          |           |
| 4.                               | prof. Ing. Martina Eliášová, CSc. |                |          |           |
| AKCE :                           |                                   |                |          |           |
| Bakalářská práce – nádražní hala |                                   |                | FORMÁT   | A3        |
|                                  |                                   |                | MĚŘÍTKO  | 1:10      |
|                                  |                                   |                | DATUM    | 20.5.2023 |
| OBSAH :                          |                                   |                | Č. VÝKR. |           |
| detail – vetknutá patka          |                                   |                |          | 2         |

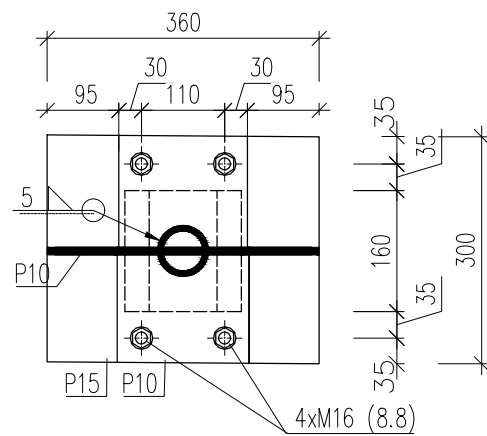
Půdorys 1:10



Řez B-B 1:10



ŘEZ A-A 1:10



poznámka:

Ocel

- S355JR není-li uvedeno jinak
- Šrouby 8.8 není-li uvedeno jinak

Beton

- C16/20 - není-li uvedeno jinak

|                                  |                                   |                |          |           |
|----------------------------------|-----------------------------------|----------------|----------|-----------|
| OBOR                             | KATEDRA                           | JMÉNO STUDENTA |          |           |
| Konstrukce pozemních staveb      | K134                              | Tomáš Berger   |          |           |
| ROČNÍK                           | VYUČUJÍCÍ                         |                |          |           |
| 4.                               | prof. Ing. Martina Eliášová, CSc. |                |          |           |
| AKCE :                           |                                   |                |          |           |
| Bakalářská práce – nádražní hala |                                   |                | FORMÁT   | A3        |
|                                  |                                   |                | MĚŘÍTKO  | 1:10      |
|                                  |                                   |                | DATUM    | 20.5.2023 |
| OBSAH :                          |                                   |                | Č. VÝKR. |           |
| detail – přípoj vazníku          |                                   |                |          | 3         |

# Technická zpráva

## Statická část

Název projektu: Nádražní hala Strakonice

Vypracoval: Tomáš Berger

Datum: 20.5.2023



# 1. Základní údaje o projektu

## 1.1. Obecný popis stavby

Předmětem projektu je novostavba nádražní haly ve Strakonících. Stavba se skládá ze 3 částí. Hlavní (prostřední) prostřední část je dvoupodlažní s obloukovou střechou. V prvním podlaží se nachází zázemí nádražní haly a komerční prostory. V druhém podlaží se nachází čekárna. Zbylé 2 postranní části slouží pro zvětšení komerčních prostorů.

## 1.2. Podklady pro zhotovení projektu

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení  
- Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-3: Obecná zatížení- Zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem

ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Skripta:

Jandera, M., Eliášová, M., Vraný, T.: Ocelové konstrukce 1 - Cvičení, 3. opravené vydání, 2015

Eliášová, M. – Sokol, Z.: Ocelové konstrukce 1 – Příklady, ČVUT, Praha 2013, s. 84, ISBN 80-01-05214-3

Eliášová, M. – Sokol, Z.: Ocelové konstrukce 3 – Příklady, ČVUT, Praha 2010, ISBN 978-80-01-04516-9

Wald F. a kolektiv: Prvky ocelových konstrukcí – příklady podle eurokódů

Sokol Z. – Wald. F.: Ocelové konstrukce, Tabulky, ČVUT Praha, 2016

## 1.3. Použitý software

Scia Engineer 22.1

MS Word 365

MS Excel 365

Autodesk Autocad

## 2. Základní charakteristika konstrukčního řešení

### 2.1. Urbanistické, architektonické a dispoziční řešení stavby

Předmětem projektu je nádražní hala o půdorysných rozměrech 56x30m a výšce 13,95m. Prostřední část je navržena jako dvoupodlažní s obloukovou střechou. Zbylé dvě části jsou navrženy jako jednopodlažní s pultovou střechou s 5,8 % sklonem.

### 2.2. Technické řešení stavby

Příčná vazba ocelové konstrukce je tvořena 6 sloupy, které objekt rozdělují na 3 části. V prostřední části se nachází vestavba. Založení sloupů je na úrovni -2,15m. A nejvyšší bod střechy nad úrovní podlahy v 1NP ( $\pm 0,00$  m) je +13,55m.

Hlavní sloupy (sloupy prostřední části), tvořící obdélník o stranách 56x18m (měřeno osově), primárně přenášejí zatížení větrem a jsou z profilu HE360B. Tyto sloupy jsou vetknuté. Na nich je kloubově uložena příhradová oblouková konstrukce, která se skládá ze spodního pásu RO133x4, horního pásu RO 88,9x4, diagonály 42,4x3,2 a táhlo D21.

Mezi hlavními sloupy se nachází dvě oddělené vestavby o rozměrech 4x56m. Vestavba je tvořena sloupy HE120B, průvlaky IPE220 délky 4m, které jsou uloženy kloubově na hlavní sloup a sloup vestavby. Vestavba je řešena jako ocelobetonová spřažená konstrukce se stropnicemi IPE200. Průvlak bude při betonáži podepřen. Ztracené bednění bude tvořeno trapézovým plechem TR50/250 o tloušťce plechu 1,25mm, stropnice bude při betonáži bude podepřena. Výška vestavby nad úrovní podlahy v 1NP ( $\pm 0,00$  m) je +3,300m (osa průvlaku). Pro spřažení jsou navrženy trny 25/100.

Vedlejší sloupy (sloupy přístavků), tvořící obdélník připojený k prostřední části z obou stran o rozměrech 6x56m. Sloupy primárně přenášející zatížení větrem jsou o rozměru HE120B, tyto sloupy jsou uloženy kloubově. Kloubově je k nim připojen profil HE200B jako hlavní nosný prvek pultové střechy se sklonem 5,8%. Uložení HE200B nad úrovní podlahy v 1NP ( $\pm 0,00$  m) je +3,900m (osa průvlaku).

Střecha je vždy tvořena vaznicemi IPE200, nosným trapézovým plechem TR 50/250 tloušťky 1,13mm, tepelnou izolací PIR tloušťky 200mm s omega profily pro Kalzip, a povrchovou vrstvou Kalzip (hliníkové profilované plechy) tloušťky 1mm.

Stěny budou opláštěny panely Kingspan KS1000/1150NF.

## 3. Zatížení

Uvedeny jsou charakteristické hodnoty zatížení. Pro získání hodnot návrhových je nutno provést přenásobení patřičným dílčím součinitelem bezpečnosti, který byl uvažován hodnotou 1,35 pro stálá a 1,5 pro proměnná zatížení.

### 3.1. Stálá zatížení

Vlastní tíha ocelových konstrukcí je generována programem Scia Engineer 22.1. Ostatní vlastní tíhy jsou rozepsány ve statickém výpočtu.

### 3.2. Užitná zatížení

Střecha je nepochozí s výjimkou běžné údržby a oprav. Uvažováno zatížení 0,75 kN/m<sup>2</sup> (kategorie H dle ČSN EN 1991-1-1).

V hlavní části objektu je uvažováno zatížení 4 kN/m<sup>2</sup> pro stropní konstrukce (kategorie C2 dle ČSN EN 1991-1-1).

### 3.3. Zatížení sněhem

Objekt se nachází ve Strakonících – sněhová oblast I. Střecha objektu je kombinace obloukové a pultové střechy s rozdílnými výškami. Zatížení větrem bylo stanoveno s ohledem na rozdílnost střech.

### 3.4. Zatížení větrem

Objekt se nachází ve Strakonících – II. větrná oblast, kategorie terénu – III. → oblast rovnoměrně pokrytá vegetací nebo budovami s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20m násobek výšky překážky. Zatížení větru bylo stanoveno i s ohledem na rozdílnou výšku střech.

## 4. Nosný systém

### 4.1. Přehled nosných prvků vestavby

- Stropnice– IPE 200, S 355
  - délky 8m
  - při betonáži podepřeno
  - spřažený s betonovou deskou trn - 25/100
  - kloubový spoj
  - počet 42 kusů
- Průvlak– IPE 220, S355
  - délky 4m
  - při betonáži podepřeno
  - spřažený s betonovou deskou trn - 25/100
  - kloubový spoj
  - počet 16 kusů
- Sloup – HEB 120, S355
  - délky 3,7m
  - kloubový patka
  - kloubový spoj na průvlak
  - počet 16 kusů

### 4.2. Přehled nosných prvků haly

Příhradový vazník - 8kusů (0,55t)

- Dolní pás - RO133x4, S355
  - délky 15,57m
  - poloměr 9,6m
  - rozdělen do 3 montážních úseků
- Horní pás - RO88,9x4, S355
  - délky 21m
  - poloměr 11,25m
  - rozdělen do 3 montážních úseků
  - kloubově uloženo na sloup HE360B
- Příhradovina - RO42,4x3,2, S355
  - Délky 2,05 a 1,5m
  - rozdělen do 3 montážních úseků
- Táhlo D21, S355
  - Délky 13,9m

## Sloupy

- Hlavní sloup HEB 360, S355
  - délky 9,35m, váha 1,4t
  - vetknutá patka
  - kloubový spoj na horní pás příhradoviny
  - počet 16 kusů
- Vedlejší sloup HEB120, S355
  - délky 4,3m
  - kloubová patka
  - kloubový spoj na plnostěnný vazník
  - počet 16 kusů

## Plnostěnný vazník

- HEB200, S355
  - délky 6m
  - kloubový spoje
  - počet 16 kusů

## 5. Posouzení konstrukce

Posouzení MSU proběhlo v programu Excel. Posouzení MSP pak proběhlo v programu SCIA Engineer. Všechny konstrukce jsou navrženy tak, aby vyhověly na oba mezní stavy. Dimenze prvků viz výkresová dokumentace. Výpočet jednotlivých prvků viz výpočtová dokumentace.

## 6. Materiály

Hlavní prvky ocelové konstrukce věže jsou navrženy z oceli S355J2G3 nebo z oceli obdobných vlastností z hlediska houževnatosti.

Použité šrouby jsou jakosti 8.8

Betonové konstrukce na pevnině jsou navrženy z konstrukčního betonu C16/20.

Beton použit na vestavbě bude C20/25.

## 7. Provádění a montáž konstrukce

Jednotlivé montážní díly jsou šroubované. Největší montážní díl je hlavní sloup HE360B délky 9,35m. Nejdříve bude stavba zaměřena. Poté budou započnou zemní práce (skrývka, srovnání terénu, výkopy). Na to navazuje betonáž patek. Osazení sloupů na připravenou stavbu - největší sloup HE360B( $l=9,35\text{m}$ , 1,4t). Obloukové vazníky( $l=18\text{m}$ , 0,55t) budou na stavbě spojeny do celku pomocí šroubů a osazeny na sloupy bez provizorních podpor najednou souběžně se ztužidly. Plnostěnné vazníky přístavby ( $l=6\text{m}$ , 0,4t) budou osazeny na sloupy bez provizorních podpor najednou souběžně se ztužidly a vaznicemi. Průvlaky se stropnicemi budou osazeny a podepřeny při betonáži. Poté bude objekt opláštěn dle požadavků výrobce.

## 8. Ztužení haly

Objekt je ztužen v střešní rovině příčným a podélným ztužidlem L70x6. Příhradový oblouk je ztužen 2 podélnými příhradovými ztužidla. Hlavní svislá ztužidla jsou diagonály RO70x3,2 v řadách sloupů jak hlavních, tak vedlejších. Více výkresová dokumentace.

## **9. Ochrana ocelové konstrukce**

Ochrana ocelové konstrukce proti korozi bude na úrovni C2 a bude řešena nátěry. Základní nátěr bude akrylový, dvouvrstvý o tloušťce 80  $\mu\text{m}$ . Finální nátěr bude akrylový, dvouvrstvý o tloušťce 40  $\mu\text{m}$ .