

**Sběrný dvůr odpadů Varnsdorf**  
**Dokumentace pro stavení povolení**

**DSO 11.2 – Stavebně konstrukční řešení**

Investor:

**Město Varnsdorf**  
Náměstí E. Beneše 470  
407 47 Varnsdorf

Zhotovitel:



**Valbek, spol. s r.o., středisko Plzeň**  
Parková 1205/11  
326 00 Plzeň

HIP:

Ing. Zdeněk Skořepa

	Vypracoval:	Ing. Jiří Kott, Ph.D.	Zak. číslo	15UL31013
	Zodp. projektant	Ing. Vlastimil Švarc	Datum	06/2016
	Tech. kontrola	Ing. Vlastimil Švarc	Stupeň	DSP
	<b>Sběrný dvůr odpadů Varnsdorf</b> <b>SO 11 – Garáž</b>		Počet formátů	35 x A4
			Měřítko	-
Zhotovitel: Valbek, spol. s r.o. Vaňurova 505/17 460 07 Liberec III- Jeřáb		Č. přílohy		Paré
Příloha <b>Ocelové konstrukce - statický výpočet</b>		<b>DSO</b> <b>11.2.2</b>		

## OCELOVÉ KONSTRUKCE – STATICKÝ VÝPOČET

### OBSAH:

1. ÚVOD .....	3
2. SEZNAM POUŽITÝCH NOREM .....	3
3. VÝCHOZÍ PODKLADY A POUŽITÝ SOFTWARE .....	3
4. ZATÍŽENÍ.....	3
4.1. VLASTNÍ TÍHA.....	3
4.2. ZATÍŽENÍ SNĚHEM .....	3
4.3. ZATÍŽENÍ VĚTREM .....	3
4.4. ZATÍŽENÍ UŽITNÉ .....	6
4.5. ZATÍŽENÍ OD TECHNOLOGIE .....	6
5. POSOUZENÍ JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ .....	6
5.1. TRAPÉZOVÝ PLECH STŘECHY.....	6
5.2. VAZNICE.....	7
5.3. TRAPÉZOVÝ PLECH STĚNY.....	11
5.4. PAŽDÍK V BOČNÍ STĚNĚ.....	13
5.5. PAŽDÍK V PŘEDNÍ STĚNĚ.....	16
5.6. PAŽDÍK V ZADNÍ STĚNĚ .....	19
5.7. PŘÍHRADOVÝ VAZNÍK STŘECHY .....	21
5.8. SLOUPKY A ZTUŽIDLA .....	23
5.9. KOTVENÍ .....	26
6. ZÁVĚR.....	28

## 1. Úvod

Je posuzována nová ocelová konstrukce zastřešení SO 11 – Garáž. Objekt je samostatně stojící v nově budovaném areálu Sběrného dvora odpadů města Varnsdorf. Ocelové konstrukce jsou bez požární odolnosti, protože není v rámci požárně-bezpečnostního řešení požadována.

## 2. Seznam použitých norm

Označení technické normy	Název technické normy
ČSN EN 1990	Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991	Eurokód 1 : Zatížení konstrukcí
ČSN EN 1993-1-1	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1090-2-2009	Provádění ocelových konstrukcí

## 3. Vyhodnotí podklady a použitý softwar

- DSO 08.1 – Architektonicko stavební řešení, J. Mareš, Valbek s.r.o., DSP
- Software MIDAS GEN 2016
- Software HILTI PROFIS ANCHOR 2.6.6 a firemní katalogy

## 4. Zatížení

### 4.1. Vlastní tíha

Vlastní tíha prvků byla uvažována u každého jednotlivého prvku samostatně v rámci jeho posuzování.

### 4.2. Zatížení sněhem

Stavba stojí ve Varnsdorfu  $\Rightarrow$  sněhová oblast IV, kde  $s_k = 2 \text{ kN/m}^2$ .

$$s_{k,Var} = \mu_1 \times s_k = 0,8 \times 2 = 1,6 \text{ kN/m}^2$$

Střecha má sklon  $8^\circ$ .

Součinitel expozice a tepelný součinitel uvažovány hodnotou 1.

### 4.3. Zatížení větrem

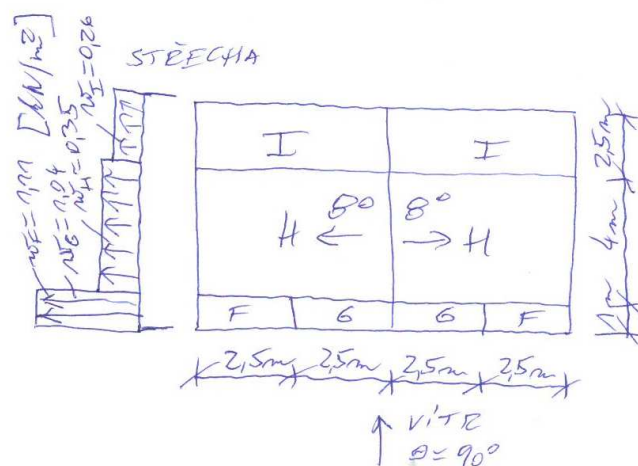
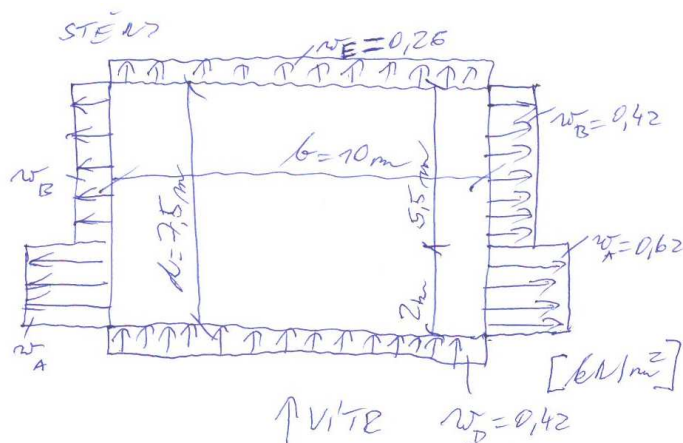
Objekt stojí ve Varnsdorfu  $\Rightarrow$  větrná oblast II.  $V_{b,0} = 25 \text{ m/s}$ . Kategorie terénu III. Půdorysné rozměry – 10 m x 7,5 m, výška – 5,4 m, sklon střechy  $8^\circ$ .

Maximální dynamický tlak větru podle EN 1991-1-4:  $q_p(z) = 0,518 \text{ kN/m}^2 = 0,52 \text{ kN/m}^2$

Zatěžovací stav č. 1 (VR1) - vítr působí kolmo na přední stěnu

e – menší z ( $b = 10 \text{ m}$  nebo  $2 \cdot h = 2 \cdot 5,4 = 10,8 \text{ m}$ )  $\Rightarrow 10 \text{ m}$

$h/d = 5,4 / 7,5 = 0,72$



Obr. 1 – zatížení větrem, zatěžovací stav č. 1, vykreslení s uvedením charakteristických hodnot

stěny – vnější tlak:

$$W_{A,k} = C_{pe,A} \times q_p(z) = -1,2 \cdot 0,52 = -0,624 \text{ kN/m}^2 = -0,62 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{B,k} = C_{pe,B} \times q_p(z) = -0,8 \cdot 0,52 = -0,416 \text{ kN/m}^2 = -0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{E,k} = C_{pe,E} \times q_p(z) = -0,5 \cdot 0,52 = -0,26 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{D,k} = C_{pe,D} \times q_p(z) = 0,8 \cdot 0,52 = 0,416 \text{ kN/m}^2 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

střecha – vnější tlak:

$$W_{F,k} = C_{pe,F} \times q_p(z) = -2,14 \cdot 0,52 = -1,1128 \text{ kN/m}^2 = -1,11 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{G,k} = C_{pe,G} \times q_p(z) = -2 \cdot 0,52 = -1,04 \text{ kN/m}^2$$

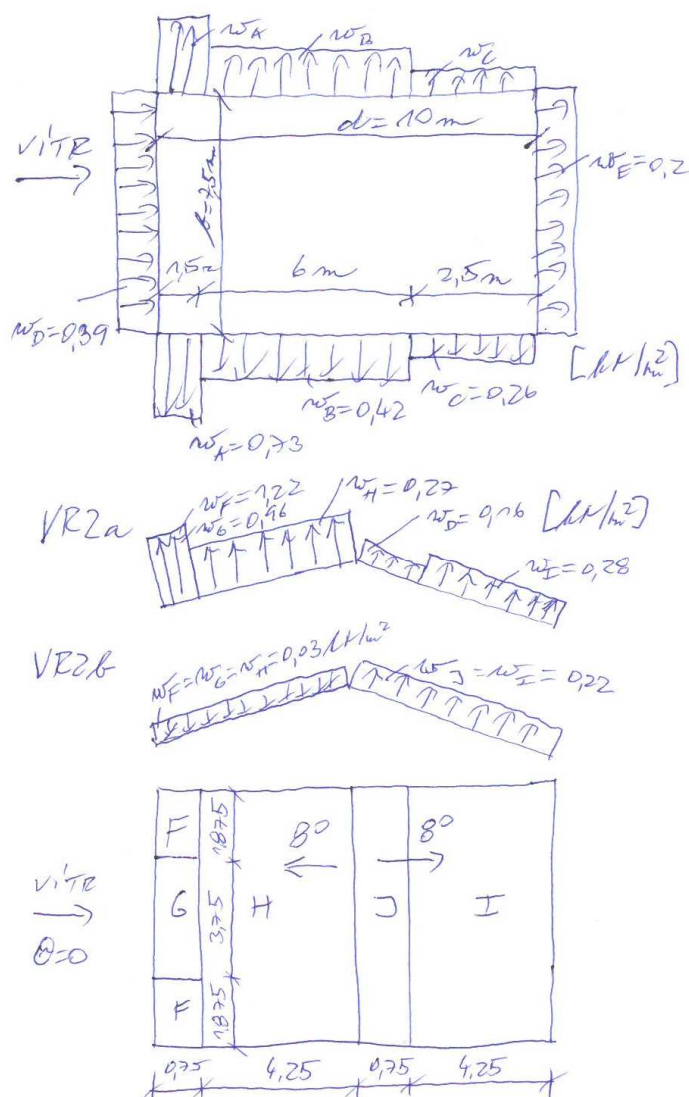
$$W_{H,k} = C_{pe,H} \times q_p(z) = -0,67 \cdot 0,52 = -0,3484 \text{ kN/m}^2 = -0,35 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{I,k} = C_{pe,I} \times q_p(z) = -0,5 \cdot 0,52 = -0,26 \text{ kN/m}^2$$

Zatěžovací stav č. 2 (VR2) - vítr působí kolmo na boční stěnu

e – menší z ( $b = 7,5 \text{ m}$  nebo  $2 \cdot h = 2 \cdot 5,4 = 10,4 \text{ m}$ )  $\Rightarrow 7,5 \text{ m}$

$h/d = 5,4 / 10 = 0,54$



Obr. 2 – zatížení větrem, zatěžovací stav č. 2, vykreslení stěn s uvedením charakteristických hodnot

stěny – vnější tlak:

$$W_{A,k} = C_{pe,A} \times q_p(z) = -1,4 \cdot 0,52 = -0,728 \text{ kN/m}^2 = -0,73 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{B,k} = C_{pe,B} \times q_p(z) = -0,8 \cdot 0,52 = -0,416 \text{ kN/m}^2 = -0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{C,k} = C_{pe,C} \times q_p(z) = -0,5 \cdot 0,52 = -0,26 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{D,k} = C_{pe,D} \times q_p(z) = 0,74 \cdot 0,52 = 0,3848 \text{ kN/m}^2 = 0,39 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{E,k} = C_{pe,E} \times q_p(z) = -0,38 \cdot 0,52 = -0,1976 \text{ kN/m}^2 = -0,2 \text{ kN/m}^2$$

střecha – vnější tlak (VR2a):

$$W_{F,k} = C_{pe,F} \times q_p(z) = -2,35 \cdot 0,52 = -1,222 \text{ kN/m}^2 = -1,22 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{G,k} = C_{pe,G} \times q_p(z) = -1,85 \cdot 0,52 = -0,962 \text{ kN/m}^2 = -0,96 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{H,k} = C_{pe,H} \times q_p(z) = -0,51 \times 0,52 = -0,2652 \text{ kN/m}^2 = -0,27 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{J,k} = C_{pe,J} \times q_p(z) = -0,31 \times 0,52 = -0,1612 \text{ kN/m}^2 = -0,16 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{I,k} = C_{pe,I} \times q_p(z) = -0,54 \times 0,52 = -0,2808 \text{ kN/m}^2 = -0,28 \text{ kN/m}^2$$

střecha – vnější tah (VR2b):

$$W_{F,k} = C_{pe,F} \times q_p(z) = 0,06 \times 0,52 = 0,0312 \text{ kN/m}^2 = 0,03 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{G,k} = C_{pe,G} \times q_p(z) = 0,06 \times 0,52 = 0,0312 \text{ kN/m}^2 = 0,03 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{H,k} = C_{pe,H} \times q_p(z) = 0,06 \times 0,52 = 0,0312 \text{ kN/m}^2 = 0,03 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{J,k} = C_{pe,J} \times q_p(z) = -0,42 \times 0,52 = -0,2184 \text{ kN/m}^2 = -0,22 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{I,k} = C_{pe,I} \times q_p(z) = -0,42 \times 0,52 = -0,2184 \text{ kN/m}^2 = -0,22 \text{ kN/m}^2$$

#### 4.4. Zatížení užité

Střecha kategorie H (nepřístupná s výjimkou údržby) podle ČSN EN 1991

$$q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2 \quad \gamma_F = 1,5 \quad q_D = q_k \times \gamma_F = 0,75 \times 1,5 = 1,125 = 1,13 \text{ kN/m}^2$$

Lze předpokládat, že  $q_k$  působí na ploše  $A = 10 \text{ m}^2$ .

$$Q_k = 1 \text{ kN}$$

$$\gamma_F = 1,5$$

$$Q_D = Q_k \times \gamma_F = 1 \times 1,5 = 1,5 \text{ kN}$$

#### 4.5. Zatížení od technologie

Pro možnost podvěsit pod strop haly osvětlení, kabelové lávky, apod. uvažujeme:

$$q_{k,tech} = 0,1 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_F = 1,5$$

$$q_{D,tech} = q_{k,tech} \times \gamma_F = 0,1 \times 1,5 = 0,15 \text{ kN/m}^2$$

### 5. Posouzení jímavostlivých prvků

#### 5.1. Trapézový plech střechy

Trapézový plech střechy je uvažován jako spojitý nosník o dvou polích o stejném rozpětí 1,75 m.

Návrh: TR 50/250 tl. 0,63 mm, S320GD, v negativní pozici.

Kombinace zatížení pro 1. mezní stav:

Vlastní trapézový plech TR 50/250 tl. 0,63 mm váží 6,3 kg/m<sup>2</sup>.  $g_k = 0,063 \text{ kN/m}^2$

Tlak větru

$$f_{d,max} = g_k \times \gamma_F + q_{k,tech} \times \gamma_F \times \psi_0 + S_{k,Varn} \times \gamma_F + W_{G,k} \times \gamma_F \times \psi_0 = 0,063 \times 1,35 + 0,1 \times 1,5 + 1,6 \times 1,5 + 0,03 \times 1,5 \times 0,6 = 2,66205 \text{ kN/m}^2 = 2,66 \text{ kN/m}^2$$

pozn.: maximálním tlakem působí vítr v zatěžovacím stavu VR2b

Tah větru

$$f_{d,min} = g_k \times \gamma_F + w_{F,k} \times \gamma_F = -0,063 \times 0,9 + 1,11 \times 1,5 = 1,6083 \text{ kN/m}^2 = 1,61 \text{ kN/m}^2$$

pozn.: maximálním tahem působí vítr v zatěžovacím stavu VR1 (působí na délku podél přední hrany)

Kombinace zatížení pro 2. mezní stav:

Tlak větru

$$f_{k,max} = g_k + q_{k,tech} \times \psi_0 + s_{k,Varn} + (w_{G,k} + w_{E,i,k}) \times \psi_0 = 0,063 + 0,1 + 1,6 + 0,03 \times 0,6 = 1,781 \text{ kN/m}^2 = 1,78 \text{ kN/m}^2$$

pozn.: maximálním tlakem působí vítr v zatěžovacím stavu VR2b

Tah větru

$$f_{k,min} = g_k + w_{F,k} = -0,063 + 1,11 = 1,047 \text{ kN/m}^2 = 1,05 \text{ kN/m}^2$$

pozn.: maximálním tahem působí vítr v zatěžovacím stavu VR1

Podle tabulky od firmy Kovové profily, spol. s r.o. unese zvolený trapézový plech v negativní pozici pro rozpětí 1,75 m spojitého nosníku o 2 polích přípustné rovnoměrné zatížení  $g_{d2} = 3,33 \text{ kN/m}^2$ . Podle tabulky od firmy Kovové profily, spol. s r.o. unese zvolený trapézový plech v pozitivní poloze pro rozpětí 1,75 m spojitého nosníku (stejně rozpětí polí) přípustné rovnoměrné zatížení  $g_{d2} = 3,39 \text{ kN/m}^2$ . Šířka vnitřní podpory min. 80 mm, šířka krajní podpory min. 40 mm.

Deformaci rovnou  $L/200$ , tedy 7,5 mm způsobí přípustné rovnoměrné zatížení o velikosti  $q_k = 8,03 \text{ kN/m}^2$  v negativní poloze plechu. Deformaci rovnou  $L/200$ , tedy 7,5 mm způsobí přípustné rovnoměrné zatížení o velikosti  $q_k = 6,05 \text{ kN/m}^2$  v pozitivní poloze plechu.

1.MS

Negativní poloha plechu:  $g_{d2} = 3,33 \text{ kN/m}^2 \geq f_{d,max} = 2,66 \text{ kN/m}^2$  – vyhovuje

Pozitivní poloha plechu:  $g_{d2} = 3,39 \text{ kN/m}^2 \geq |f_{d,min}| = 1,61 \text{ kN/m}^2$  – vyhovuje

2.MS

Negativní poloha plechu:  $q_k = 8,03 \text{ kN/m}^2 \geq f_{k,max} = 1,78 \text{ kN/m}^2$  – vyhovuje

Pozitivní poloha plechu:  $q_k = 6,05 \text{ kN/m}^2 \geq |f_{k,min}| = 1,05 \text{ kN/m}^2$  – vyhovuje

**Závěr:** Trapézový plech TR 50/250 tl. 0,63 mm, S320GD, v negativní pozici na střešním plášti vyhoví. Musí být dodržena požadovaná šířka vnitřní podpory min. 80 mm, šířka krajní podpory min. 40 mm.

## 5.2. Vaznice

Vaznice jsou v osově vzdálenosti 1,65 m. Sklon střechy  $8^\circ$  a vaznice zanedbám. Spojitý nosník o dvou shodných polích délky  $2 \times 3,51 \text{ m} = 7,02 \text{ m}$ .

Kombinace zatížení pro 1. mezní stav:

$$f_{d,max,tlak} = 1,65 \times (g_k \times \gamma_F + q_{k,tech} \times \gamma_F \times \psi_0 + S_{k,Varn} \times \gamma_F + W_{G,k} \times \gamma_F \times \psi_0) = 1,65 \times (0,063 \times 1,35 + 0,1 \times 1,5 + 1,6 \times 1,5 + 0,03 \times 1,5 \times 0,6) = 4,3923825 \text{ kN/m} = 4,4 \text{ kN/m},$$

pozn.: VR2b

$$f_{d,max,tah1} = 1,65 \times (g_k \times \gamma_F + w_{l,k} \times \gamma_F) = 1,65 \times (0,063 \times 0,9 - 0,28 \times 1,5) = -0,599 \text{ kN/m} = -0,6 \text{ kN/m},$$

pozn.: VR2a. S ohledem na porovnání velikosti zatížení tlakem a tahem je zjevné, že dominantní vliv na rozměry vaznice má zatížení tlakem. Bude posuzováno zatížení tlakem. Pro zatížení tahem větru je důležité zajistit spodní pásnici vaznice proti klopení.

Kombinace zatížení pro 2. mezní stav:

$$f_{k,max,tlak} = 1,65 \times (g_k + q_{k,tech} + S_{k,Varn} + W_{G,k} \times \psi_0) = 1,65 \times (0,063 + 0,1 + 1,6 + 0,03 \times 0,6) = 2,93865 \text{ kN/m} = 2,94 \text{ kN/m},$$

pozn.: VR2b

$$f_{k,max,tah1} = 1,65 \times (g_k + w_{l,k}) = 1,65 \times (0,063 - 0,28) = -0,35805 \text{ kN/m} = -0,36 \text{ kN/m},$$

pozn.: VR2a.

Návrh UPE100 podle DIN 1026-2

– vlastní tíha 1 kusu UPE120 9,82 kg/bm.

– protože šířka příruby je 55 mm, musí být na přírubu přivařen profil 25/5 mm, aby byla splněna šíře podpory 80 mm pro trapézový plech.

Moment

Maximální velikosti nabývá nad střední podporou, pokud jsou zatížena obě pole shodným způsobem.

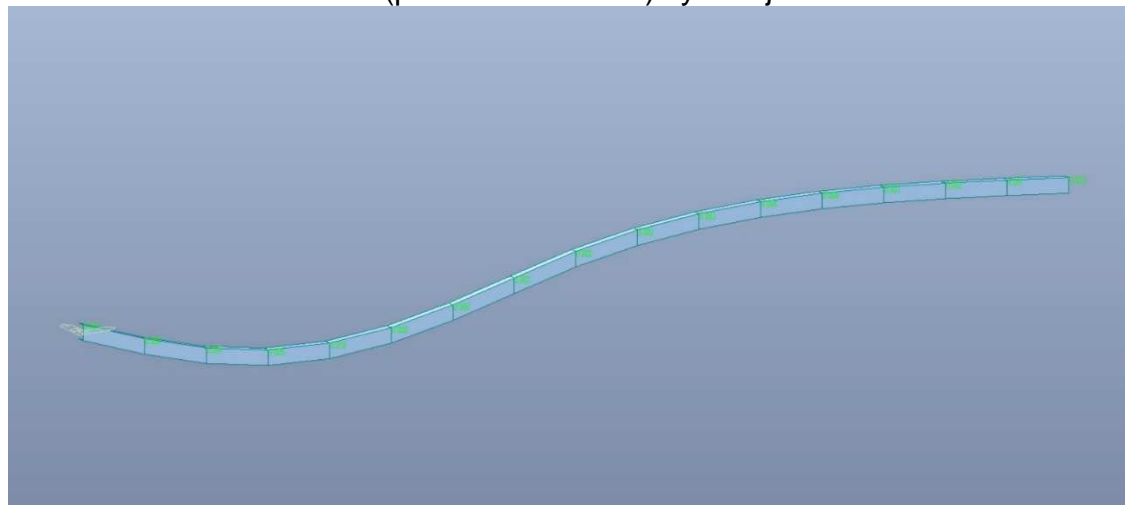
$$M_{Ed,max} = -1/8 \times (f_{d,max,tlak} + 0,1 \times \gamma_F + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 \times \gamma_F) \times L^2 = -1/8 \times (4,4 + 0,1 \times 1,35 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 \times 1,35) \times 3,51^2 = -7,00435 \text{ kNm} = -7,0 \text{ kNm}$$

Ohyb

$$\frac{M_{Ed,max}}{M_{Rd}} = \frac{7,0}{9,7} = 0,722 \leq 1 - \text{vyhovuje}$$

$$M_{Rd} = W_y \times f_y / \gamma_{M0} = 41,4 \times 235 / 1,00 = 9705,5 \text{ Nm} = 9,7 \text{ kNm}$$

Vaznice tvořená UPE 100 (podle DIN 1026-2) vyhovuje v 1. mezním stavu.



Obr. 3 – deformovaný stav



Deformace:

Maximální přípustná deformace:  $L/200 = 3510/200 = 17,55 \text{ mm}$

Maximální deformace v poli (podle výpočtu v programu MIDAS)  $w = 10 \text{ mm}$

$10 \text{ mm} \leq 17,55 \text{ mm}$  – vyhovuje UPE 100 v 2.MS

Reakce od vaznic:

tlak

$$A_{D,\max,\text{tlak}} = C_{D,\max,\text{tlak}} = 0,375 \times (f_{d,\max,\text{tlak}} + 0,1 \times \gamma_F + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 \times \gamma_F) \times 3,51 \\ = 0,375 \times (4,3923825 + 0,1 \times 1,35 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 \times 1,35) \times 3,51 = 5,9766 \text{ kN} = 5,98 \text{ kN}$$

$$B_{D,\max,\text{tlak}} = 1,25 \times (f_{d,\max,\text{tlak}} + 0,1 \times \gamma_F + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 \times \gamma_F) \times 3,51 = 1,25 \times \\ (4,3923825 + 0,1 \times 1,35 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 \times 1,35) \times 3,51 = 19,922011 \text{ kN} = 19,92 \text{ kN}$$

$$A_{k,\max,\text{tlak}} = C_{k,\max,\text{tlak}} = 0,375 \times (f_{k,\max,\text{tlak}} + 0,1 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5) \times 3,51 = 0,375 \times \\ (2,93865 + 0,1 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5) \times 3,51 = 4,01254 \text{ kN} = 4,01 \text{ kN}$$

$$B_{k,\max,\text{tlak}} = 1,25 \times (f_{k,\max,\text{tlak}} + 0,1 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5) \times 3,51 = 1,25 \times (4,3923825 \\ + 0,1 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5) \times 3,51 = 13,375129 \text{ kN} = 13,38 \text{ kN}$$

Tah – pro rovnoměrné zatížení tahem větru v ploše střechy (zatěžovací stav VR2a)

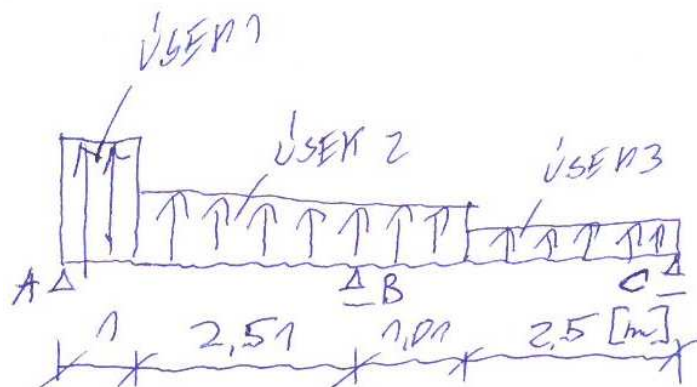
$$A_{D,\max,\text{tahVR2a}} = C_{D,\max,\text{tahVR2a}} = 0,375 \times (f_{D,\max,\text{tah1}} + 0,1 \times \gamma_F + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 \times \gamma_F) \times 3,51 = 0,375 \times (-0,6 + 0,1 \times 0,9 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 \times 0,9) \times 3,51 = -0,65966 \text{ kN} = -0,66 \text{ kN}$$

$$B_{D,\max,\text{tahVR2a}} = 1,250 \times (f_{D,\max,\text{tah1}} + 0,1 \times \gamma_F + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 \times \gamma_F) \times 3,51 = 1,250 \times (-0,6 + 0,1 \times 0,9 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 \times 0,9) \times 3,51 = -2,198877891 \text{ kN} = -2,2 \text{ kN}$$

$$A_{k,\max,\text{tahVR2a}} = C_{k,\max,\text{tahVR2a}} = 0,375 \times (f_{k,\max,\text{tah1}} + 0,1 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5) \times 3,51 = 0,375 \times (-0,35805 + 0,1 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5) \times 3,51 = -0,32674 \text{ kN} = -0,33 \text{ kN}$$

$$B_{k,\max,\text{tahVR2a}} = 1,25 \times (f_{k,\max,\text{tah1}} + 0,1 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5) \times 3,51 = 1,25 \times (-0,35805 \\ + 0,1 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5) \times 3,51 = -1,08914 \text{ kN} = -1,09 \text{ kN}$$

Tah – pro nerovnoměrné zatížení tahem větru v ploše střechy (zatěžovací stav VR1)



Obr. 4 – schéma vaznice

## Zatížení úsek 1

$$1.MS = 1,65 \times (g_k \times \gamma_F - w_{F,k} \times \gamma_F) + 0,1 \times \gamma_F + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 \times \gamma_F = 1,65^* (0,063 \times 0,9 - 1,11 \times 1,5) + 0,1 \times 0,9 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 \times 0,9 = -2,5548 \text{ kN/m} = -2,56 \text{ kN/m}$$

$$2.MS = 1,65 \times (g_k - w_{F,k}) + 0,1 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 = 1,65^* (0,063 - 1,11) + 0,1 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 = -1,6177 \text{ kN/m} = -1,62 \text{ kN/m}$$

## Zatížení úsek 2

$$1.MS = 1,65 \times (g_k \times \gamma_F - w_{H,k} \times \gamma_F) + 0,1 \times \gamma_F + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 \times \gamma_F = 1,65^* (0,063 \times 0,9 - 0,35 \times 1,5) + 0,1 \times 0,9 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 \times 0,9 = -0,67386 \text{ kN/m} = -0,674 \text{ kN/m}$$

$$2.MS = 1,65 \times (g_k - w_{H,k}) + 0,1 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 = 1,65^* (0,063 - 0,35) + 0,1 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 = -0,3637 \text{ kN/m} = -0,364 \text{ kN/m}$$

## Zatížení úsek 3

$$1.MS = 1,65 \times (g_k \times \gamma_F - w_{I,k} \times \gamma_F) + 0,1 \times \gamma_F + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 \times \gamma_F = 1,65^* (0,063 \times 0,9 - 0,26 \times 1,5) + 0,1 \times 0,9 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 \times 0,9 = -0,4511 \text{ kN/m} = -0,45 \text{ kN/m}$$

$$2.MS = 1,65 \times (g_k - w_{I,k}) + 0,1 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 = 1,65^* (0,063 - 0,26) + 0,1 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 = -0,21523 \text{ kN/m} = -0,22 \text{ kN/m}$$

## Reakce

Pozice	Tlak [kN]		Tah [kN]	
	1. Mezní stav	2. Mezní stav	1. Mezní stav	2. Mezní stav
A	5,98	4,01	-2,5	-1,5
B	19,92	13,38	-3,1	-1,7
C	5,98	4,01	-0,5	-0,2

Tab. 1 – Reakce v podporách, dolů je směr kladný

## Smyk

$$\frac{B_{d,max,tlak}/2}{V_{c,Rd}} = \frac{19,92/2}{72,42} = 0,138 \leq 1 - \text{vyhovuje}$$

$$V_{Pl,Rd,y} = \frac{A_v \times \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Pl,Rd,y} = \frac{(1250 - 2 \times 55 \times 7,5 + (4,5 + 10) \times 7,5) \times \left(\frac{235}{\sqrt{3}}\right)}{1} = 72417,77 = 72,42 \text{ kN}$$

Vaznice UPE 270 vyhovuje v 1. mezním stavu.

**Závěr:** Vaznice z UPE 100 (podle DIN 1026-2) za předpokladu, že jsou jištěny proti klopení dolní pásnice, vyhovují v 1. i 2. mezním stavu na rozpětí 3,51 m (1 pole spojitého nosníku o dvou stejných polích). Ocel S235.

### 5.3. Trapézový plech stěny

#### Stěna boční

Trapézový plech stěny je uvažován jako spojitý nosník o dvou polích o stejném rozpětí 2 m.

Návrh: TR 50/250 tl. 0,63 mm, S320GD, v negativní pozici.

Kombinace zatížení pro 1. mezní stav:

Vlastní trapézový plech TR 50/250 tl. 0,63 mm váží 6,3 kg/m<sup>2</sup>.  $g_k = 0,063 \text{ kN/m}^2$

#### Tlak větru

$$f_{d,max} = w_{D,k} \times \gamma_F = 0,39 \times 1,5 = 0,585 \text{ kN/m}^2 = 0,59 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{k,max} = w_{D,k} = 0,39 \text{ kN/m}^2$$

pozn.: maximálním tlakem působí vítr v zatěžovacím stavu VR2

#### Tah větru

$$f_{d,min} = w_{A,k} \times \gamma_F = 0,62 \times 1,5 = 0,93 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{k,min} = w_{A,k} = 0,62 \text{ kN/m}^2$$

pozn.: maximálním tahem působí vítr v zatěžovacím stavu VR1

Podle tabulky od firmy Kovové profily, spol. s r.o. unese zvolený trapézový plech v negativní pozici pro rozpětí 2 m spojitého nosníku o 2 polích přípustné rovnoměrné zatížení  $g_{d2} = 2,70 \text{ kN/m}^2$ . Podle tabulky od firmy Kovové profily, spol. s r.o. unese zvolený trapézový plech v pozitivní poloze pro rozpětí 2 m spojitého nosníku (stejně rozpětí polí) přípustné rovnoměrné zatížení  $g_{d2} = 2,75 \text{ kN/m}^2$ . Šířka vnitřní podpory min. 80 mm, šířka krajní podpory min. 40 mm.

Deformaci rovnou  $L/200$ , tedy 10 mm způsobí přípustné rovnoměrné zatížení o velikosti  $q_k = 5,38 \text{ kN/m}^2$  v negativní poloze plechu. Deformaci rovnou  $L/200$ , tedy 10 mm způsobí přípustné rovnoměrné zatížení o velikosti  $q_k = 4,06 \text{ kN/m}^2$  v pozitivní poloze.

#### 1.MS

Negativní poloha plechu:  $g_{d2} = 2,70 \text{ kN/m}^2 \geq f_{d,max} = 0,59 \text{ kN/m}^2$  – vyhovuje

Pozitivní poloha plechu:  $g_{d2} = 2,75 \text{ kN/m}^2 \geq |f_{d,min}| = 1,71 \text{ kN/m}^2$  – vyhovuje

#### 2.MS

Negativní poloha plechu:  $q_k = 5,38 \text{ kN/m}^2 \geq f_{k,max} = 0,93 \text{ kN/m}^2$  – vyhovuje

Pozitivní poloha plechu:  $q_k = 4,06 \text{ kN/m}^2 \geq |f_{k,min}| = 0,62 \text{ kN/m}^2$  – vyhovuje

**Závěr:** Trapézový plech TR 50/250 tl. 0,63 mm, S320GD, v negativní pozici na fasádě boční stěny vyhoví. Musí být dodržena požadovaná šířka vnitřní podpory min. 80 mm, šířka krajní podpory min. 40 mm.

#### Stěna zadní

Trapézový plech stěny je uvažován jako prostý nosník o rozpětí maximálním rozpětí 1,6 m.

Návrh: TR 50/250 tl. 0,63 mm, S320GD, v negativní pozici.

Kombinace zatížení pro 1. mezní stav:

Vlastní trapézový plech TR 50/250 tl. 0,63 mm váží 6,3 kg/m<sup>2</sup>.  $g_k = 0,063 \text{ kN/m}^2$

Tlak větru

$$f_{d,max} = W_{D,k} \times \gamma_F = 0,42 \times 1,5 = 0,63 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{k,max} = W_{D,k} = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

pozn.: maximálním tlakem působí vítr v zatěžovacím stavu VR1

Tah větru

$$f_{d,min} = W_{A,k} \times \gamma_F = 0,73 \times 1,5 = 1,095 \text{ kN/m}^2 = 1,1 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{k,min} = W_{A,k} = 0,73 \text{ kN/m}^2$$

pozn.: maximálním tahem působí vítr v zatěžovacím stavu VR2

Podle tabulky od firmy Kovové profily, spol. s r.o. unese zvolený trapézový plech v negativní pozici pro rozpětí 1,75 m prostého nosníku přípustné rovnoměrné zatížení  $g_{d2} = 3,38 \text{ kN/m}^2$ . Podle tabulky od firmy Kovové profily, spol. s r.o. unese zvolený trapézový plech v pozitivní poloze pro rozpětí 1,75 m prostého nosníku přípustné rovnoměrné zatížení  $g_{d2} = 3,38 \text{ kN/m}^2$ . Šířka vnitřní podpory min. 80 mm, šířka krajní podpory min. 40 mm.

Deformaci rovnou  $L/200$ , tedy 8,75 mm způsobí přípustné rovnoměrné zatížení o velikosti  $q_k = 3,33 \text{ kN/m}^2$  v negativní poloze plechu. Deformaci rovnou  $L/200$ , tedy 8,75 mm způsobí přípustné rovnoměrné zatížení o velikosti  $q_k = 2,51 \text{ kN/m}^2$  v pozitivní poloze plechu.

1.MS

Negativní poloha plechu:  $g_{d2} = 3,38 \text{ kN/m}^2 \geq f_{d,max} = 0,63 \text{ kN/m}^2$  – vyhovuje

Pozitivní poloha plechu:  $g_{d2} = 3,38 \text{ kN/m}^2 \geq |f_{d,min}| = 1,1 \text{ kN/m}^2$  – vyhovuje

2.MS

Negativní poloha plechu:  $q_k = 3,33 \text{ kN/m}^2 \geq f_{k,max} = 0,42 \text{ kN/m}^2$  – vyhovuje

Pozitivní poloha plechu:  $q_k = 2,51 \text{ kN/m}^2 \geq |f_{k,min}| = 0,73 \text{ kN/m}^2$  – vyhovuje

**Závěr:** Trapézový plech TR 50/250 tl. 0,63 mm, S320GD, v negativní pozici na fasádě zadní stěny vyhoví (na začátku i na konci stěny). Musí být dodržena požadovaná šířka vnitřní podpory min. 80 mm, šířka krajní podpory min. 40 mm.

Pokud bude provedeno prosvětlení ze sklolaminátu 250/50 příslušného k použitému plechu, musí být paždíky nesoucí prosvětlovací pás ze sklolaminátu v osové vzdálenosti 0,8 m s ohledem na tloušťku (1,1 mm) a mechanické vlastnosti sklolaminátu.

*Stěna přední*

Trapézový plech stěny je uvažován jako spojitý nosník o dvou polích o stejném rozpětí 2,1 m.

Návrh: TR 50/250 tl. 0,63 mm, S320GD, v negativní pozici.

Kombinace zatížení pro 1. mezní stav:

Vlastní trapézový plech TR 50/250 tl. 0,63 mm váží 6,3 kg/m<sup>2</sup>.  $g_k = 0,063 \text{ kN/m}^2$

**Tlak větru**

$$f_{d,max} = w_{D,k} \times \gamma_F = 0,42 \times 1,5 = 0,63 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{k,max} = w_{D,k} = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

pozn.: maximálním tlakem působí vítr v zatěžovacím stavu VR1

**Tah větru**

$$f_{d,min} = w_{A,k} \times \gamma_F = 0,73 \times 1,5 = 1,095 \text{ kN/m}^2 = 1,1 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{k,min} = w_{A,k} = 0,73 \text{ kN/m}^2$$

pozn.: maximálním tahem působí vítr v zatěžovacím stavu VR2

Podle tabulky od firmy Kovové profily, spol. s r.o. unese zvolený trapézový plech v negativní pozici pro rozpětí 2,25 m spojitého nosníku o 2 polích přípustné rovnoměrné zatížení  $g_{d2} = 2,24 \text{ kN/m}^2$ . Podle tabulky od firmy Kovové profily, spol. s r.o. unese zvolený trapézový plech v pozitivní poloze pro rozpětí 2,25 m spojitého nosníku (stejně rozpětí polí) přípustné rovnoměrné zatížení  $g_{d2} = 2,28 \text{ kN/m}^2$ . Šířka vnitřní podpory min. 80 mm, šířka krajní podpory min. 40 mm.

Deformaci rovnou  $L/200$ , tedy 11,25 mm způsobí přípustné rovnoměrné zatížení o velikosti  $q_k = 3,78 \text{ kN/m}^2$  v negativní poloze plechu. Deformaci rovnou  $L/200$ , tedy 11,25 mm způsobí přípustné rovnoměrné zatížení o velikosti  $q_k = 2,86 \text{ kN/m}^2$  v pozitivní poloze.

**1.MS**

Negativní poloha plechu:  $g_{d2} = 2,24 \text{ kN/m}^2 \geq f_{d,max} = 0,63 \text{ kN/m}^2$  – vyhovuje

Pozitivní poloha plechu:  $g_{d2} = 3,78 \text{ kN/m}^2 \geq |f_{d,min}| = 1,1 \text{ kN/m}^2$  – vyhovuje

**2.MS**

Negativní poloha plechu:  $q_k = 2,28 \text{ kN/m}^2 \geq f_{k,max} = 0,42 \text{ kN/m}^2$  – vyhovuje

Pozitivní poloha plechu:  $q_k = 2,86 \text{ kN/m}^2 \geq |f_{k,min}| = 0,73 \text{ kN/m}^2$  – vyhovuje

**Závěr:** Trapézový plech TR 50/250 tl. 0,63 mm, S320GD, v negativní pozici na fasádě přední stěny vyhoví. Musí být dodržena požadovaná šířka vnitřní podpory min. 80 mm, šířka krajní podpory min. 40 mm.

## 5.4. Paždík v boční stěně

Paždíky jsou v osové vzdálenosti 1,85 m. Jedná se o spojitý nosník o dvou shodných polích délky  $2 \times 3,51 \text{ m} = 7,02 \text{ m}$ .

Vodorovné zatížení – vítr:

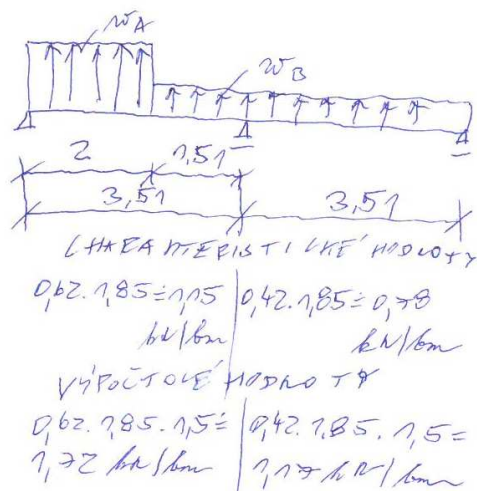
**Tlak větru**

$$q_{d,pa,max,vod} = 1,85 \times w_{D,k} \times \gamma_F = 1,85 \times 0,39 \times 1,5 = 1,08225 \text{ kN / bm} = 1,08 \text{ kN / bm}$$

$$q_{k,pa,max,vod} = 1,85 \times w_{D,k} = 1,85 \times 0,39 = 0,7215 \text{ kN / bm} = 0,72 \text{ kN / bm}$$

pozn.: zatěžovací stav VR2

## Tah větru



Obr. 5 - Tah větru-zatěžovací stav VR1

Svislé zatížení – hmotnost trapézového plechu (TR 50/250 tl. 0,63 mm – 6,3 kg/m<sup>2</sup>), vlastní hmotnost paždíku (UPE 100 – 9,82 kg – podle DIN 1026-2). Protože šířka příruby je 55 mm, musí být na přírubu přivařen profil 25/5 mm, aby byla splněna šíře podpory 80 mm pro trapézový plech.

$$g_{d, paž, sv} = 1,85 \times 0,063 \times \gamma_F + (0,0982 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5) \times \gamma_F = 1,85 \times 0,063 \times 1,35 + (0,0982 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5) \times 1,35 = 0,303159 \text{ kN/bm} = 0,303 \text{ kN/bm}$$

$$g_{k, paž, sv} = 1,85 \times 0,063 + (0,0982 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5) = 0,22456 \text{ kN/bm} = 0,23 \text{ kN/bm}$$

Momenty (nad střední podporou)

$$M_{z, ED} = 1/8 \times g_{d, paž, sv} \times L^2 = 1/8 \times 0,303 \times 3,51^2 = 0,47 \text{ kNm (svislý směr)}$$

$$M_{y, ED} = 2,1 \text{ kNm (vodorovný směr tah větru - z programu MIDAS)}$$

$$\frac{M_{y, Ed}}{M_{y, Rd}} + \frac{M_{z, Ed}}{M_{z, Rd}} \leq 1$$

$$M_{z, RD} = W_z \times f_y / \gamma_{M0} = 10,6 \times 235 / 1,00 = 2491 \text{ Nm} = 2,491 \text{ kNm}$$

$$M_{y, RD} = W_y \times f_y / \gamma_{M0} = 41,3 \times 235 / 1,00 = 9705,5 \text{ Nm} = 9,71 \text{ kNm}$$

$$\frac{2,1}{9,71} + \frac{0,47}{2,491} \leq 1$$

$$0,405 \leq 1 - \text{vyhovuje UPE100}$$

Klopení:

Kvůli klopení při působení sání větru bude nutno paždíky rozepřít, např. v polovině rozpětí.

## Reakce

Pozice	Tlak [kN]				Tah [kN]			
	1. Mezní stav		2. Mezní stav		1. Mezní stav		2. Mezní stav	
	svisle	vodorov.	svisle	vodorov.	svisle	vodorov.	svisle	vodorov.
A	0,4	1,42	0,3	0,95	0,4	-2,3	0,3	-1,5
B	1,33	4,74	1,01	3,16	1,33	-5,7	1,01	-3,8
C	0,4	1,42	0,3	0,95	0,4	-1,5	0,3	-1,0

Tab. 2 – Reakce v podporách, dolů je směr kladný, vodorovně směr do objektu je směr kladný

Smyk:

$$V_{z,D,paž} = 1,33/2 = 0,665 \text{ kN}$$

$$V_{y,D,paž} = 5,7/2 = 2,85 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Pl,Rd}} \leq 1$$

$$V_{Pl,Rd,y} = \frac{(1250 - 2 * 55 * 7,5 + (4,5 + 10) * 7,5) * \left(\frac{235}{\sqrt{3}}\right)}{1} = 72417,77 = 72,42 \text{ kN}$$

$$V_{Pl,Rd,z} = \frac{A_v * \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M0}} = \frac{55 * 2 * 7,5 * \left(\frac{235}{\sqrt{3}}\right)}{1} = 111933,78 \text{ N} = 111,9 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{z,D}}{V_{Pl,Rd,z}} = \frac{0,665}{111,9} = 0,006 \leq 1 - \text{vyhovuje}$$

$$\frac{V_{y,D}}{V_{Pl,Rd,y}} = \frac{2,85}{72,42} = 0,04 \leq 1 - \text{vyhovuje}$$

Paždík UPE 100 podle DIN 1026-2 vyhovuje v 1. mezním stavu.

Deformace:

Maximální přípustná deformace:  $L/250 = 3510/250 = 14,04 \text{ mm}$

$$w_z = 3 \text{ mm (z programu MIDAS)} \\ \leq 14,04 \text{ mm} - \text{vyhovuje UPE 100 podle DIN 1026 - 2}$$

$$w_y = 3 \text{ mm (z programu MIDAS)} \\ \leq 14,04 \text{ mm} - \text{vyhovuje UPE 100 podle DIN 1026 - 2}$$

Mezní štíhlost prutu zajišťujícího klopení paždíků smí být 200.

$$\lambda = L_{CR}/i = 1850/16,7 = 110,778 \leq 200 \Rightarrow \text{vyhovuje TR 51x4}$$

**Závěr:** Paždíky boční stěny vyhovují z profilu UPE 100 podle DIN 1026-2 z oceli S 235 za předpokladu, že se jedná o spojitý nosník o dvou polích. Protože šířka příruby je 55 mm, musí být na přírubu přivařen profil 25/5 mm, aby byla splněna šířka podpory 80 mm pro trapézový plech. Paždíky při montáži podepřít po výšce. V polovině rozpětí je nutno paždíky rozepřít kvůli klopení průřezu při sání větru trubkou TR 51x4 podle ČSN 42 5715.01.

## 5.5. Paždík v přední stěně

### Paždík vedle vrat

Paždíky jsou v osové vzdálenosti 2,1 m. Jedná se o prostý nosník o rozpětí 2,65 m.

Vodorovné zatížení – vítr:

Tlak větru

$$q_{d,pa,max,vod} = 2,1 \times w_{D,k} \times \gamma_F = 2,1 \times 0,42 \times 1,5 = 1,323 \text{ kN / bm} = 1,32 \text{ kN / bm}$$

$$q_{k,pa,max,vod} = 2,1 \times w_{D,k} = 2,1 \times 0,42 = 0,882 \text{ kN / bm} = 0,88 \text{ kN / bm}$$

pozn.: zatěžovací stav VR1

Tah větru

Zjednodušeně uvažuji, že oblast A zatížení větrem (zatěžovací stav VR2) je na celou šířku stěny vedle vrat.

$$q_{d,paz,min,vod} = 2,1 \times w_{A,k} \times \gamma_F = 2,1 \times 0,73 \times 1,5 = 2,2995 \text{ kN / bm} = 2,3 \text{ kN / bm}$$

$$q_{k,paz,min,vod} = 2,1 \times w_{A,k} = 2,1 \times 0,73 = 1,533 \text{ kN / bm} = 1,53 \text{ kN / bm}$$

Svislé zatížení – hmotnost trapézového plechu (TR 50/250 tl. 0,63 mm – 6,3 kg/m<sup>2</sup>), vlastní hmotnost paždíku (UPE 100 – 9,82 kg – podle DIN 1026-2). Protože šířka příruby je 55 mm, musí být na přírubu přivařen profil 25/5 mm, aby byla splněna šíře podpory 80 mm pro trapézový plech.

$$g_{d,paž,sv} = 2,1 \times 0,063 \times \gamma_F + (0,0982 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5) \times \gamma_F = 2,1 \times 0,063 \times 1,35 + (0,0982 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5) \times 1,35 = 0,3244 \text{ kN/bm} = 0,324 \text{ kN/bm}$$

$$g_{k,paž,sv} = 2,1 \times 0,063 + (0,0982 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5) = 0,2403 \text{ kN/bm} = 0,24 \text{ kN/bm}$$

Momenty

$$M_{z,ED} = 1/8 \times g_{d,paž,sv} \times L^2 = 1/8 \times 0,324 \times 2,65^2 = 0,2844 \text{ kNm} = 0,28 \text{ kNm (svislý směr)}$$

$$M_{y,ED} = 1/8 \times q_{d,paz,min,vod} \times L^2 = 1/8 \times 2,3 \times 2,65^2 = 2,018968 \text{ kNm} = 2,02 \text{ kNm (vodorovný směr)}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

$$M_{z,RD} = W_z \times f_y / \gamma_{M0} = 10,6 \times 235 / 1,00 = 2491 \text{ Nm} = 2,491 \text{ kNm}$$

$$M_{y,RD} = W_y \times f_y / \gamma_{M0} = 41,3 \times 235 / 1,00 = 9705,5 \text{ Nm} = 9,71 \text{ kNm}$$

$$\frac{2,02}{9,71} + \frac{0,28}{2,491} \leq 1$$

$$0,32 \leq 1 - \text{vyhovuje UPE100}$$

Reakce

Tlak [kN]				Tah [kN]			
1. Mezní stav		2. Mezní stav		1. Mezní stav		2. Mezní stav	
svisle	vodorov.	svisle	vodorov.	svisle	vodorov.	svisle	vodorov.
0,43	1,75	0,32	1,166	0,43	-3,05	0,32	-2,03

Tab. 3 – Reakce v podporách, dolů je směr kladný, vodorovně směr do objektu je kladný



Smyk:

$$V_{z,D,paž} = 0,43 \text{ kN}$$

$$V_{y,D,paž} = 3,05 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Pl,Rd}} \leq 1$$

$$V_{Pl,Rd,y} = \frac{(1250 - 2 \cdot 55 \cdot 7,5 + (4,5 + 10) \cdot 7,5) \times \left(\frac{235}{\sqrt{3}}\right)}{1} = 72417,77 = 72,42 \text{ kN}$$

$$V_{Pl,Rd,z} = \frac{A_v \times \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M0}} = \frac{55 \times 2 \times 7,5 \times \left(\frac{235}{\sqrt{3}}\right)}{1} = 111933,78 \text{ N} = 111,9 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{z,D}}{V_{Pl,Rd,z}} = \frac{0,43}{111,9} = 0,004 \leq 1 - \text{vyhovuje}$$

$$\frac{V_{y,D}}{V_{Pl,Rd,y}} = \frac{3,05}{72,42} = 0,042 \leq 1 - \text{vyhovuje}$$

Paždík UPE 100 podle DIN 1026-2 vyhovuje v 1. mezním stavu.

Deformace:

Maximální přípustná deformace:  $L/250 = 2650/250 = 10,6 \text{ mm}$

$$w_z = \frac{5 \times g_{k,paž,sv} \times L^4}{384 \times E \times I_z} = \frac{5 \times 240 \times 2,65^4}{384 \times 210^9 \times 0,383 \cdot 10^{-6}} = 0,001916 \text{ m} = 1,92 \text{ mm}$$

$\leq 10,6 \text{ mm} - \text{vyhovuje UPE 100 podle DIN 1026 - 2}$

$$w_y = \frac{5 \times w_{k,paz,min,vod} \times L^4}{384 \times E \times I_y} = \frac{5 \times 1530 \times 2,65^4}{384 \times 210^9 \times 2,07 \cdot 10^{-6}} = 0,00226 \text{ m} = 2,3 \text{ mm}$$

$\leq 10,6 \text{ mm} - \text{vyhovuje UPE 100 podle DIN 1026 - 2}$

Mezní štíhlost prutu zajišťujícího klopení paždíků smí být 200.

$$\lambda = L_{CR}/i = 2100/16,7 = 125,75 \leq 200 \Rightarrow \text{vyhovuje TR 51x4}$$

**Závěr:** Paždíky čelní stěny vedle vrat vyhovují z profilu UPE 100 podle DIN 1026-2 z oceli S 235. Protože šířka příruby je 55 mm, musí být na přírubu přivařen profil 25/5 mm, aby byla splněna šíře podpory 80 mm pro trapézový plech. Paždíky při montáži podepřít po výšce.

*Paždík nad vraty*

Jedná se o prostý nosník o rozpětí 4,2 m. Zatěžovací šířka paždíku je 2,6 m.

Vodorovné zatížení – vítr:

Tlak větru

$$q_{d,pa,max,vod} = 2,6 \times w_{D,k} \times \gamma_F = 2,6 \times 0,42 \times 1,5 = 1,638 \text{ kN / bm} = 1,64 \text{ kN / bm}$$

$$q_{k,pa,max,vod} = 2,6 \times w_{D,k} = 2,6 \times 0,42 = 1,092 \text{ kN / bm} = 1,09 \text{ kN / bm}$$

pozn.: zatěžovací stav VR1

## Tah větru

$$q_{d,paz,min,vod} = 2,6 \times W_{B,k} \times \gamma_F = 2,6 \times 0,42 \times 1,5 = 1,638 \text{ kN / bm} = 1,64 \text{ kN / bm}$$

$$q_{k,paz,min,vod} = 2,6 \times W_{B,k} = 2,6 \times 0,42 = 1,092 \text{ kN / bm} = 1,09 \text{ kN / bm}$$

pozn.: zatěžovací stav VR2

Svislé zatížení – hmotnost trapézového plechu (TR 50/250 tl. 0,63 mm – 6,3 kg/m<sup>2</sup>), vlastní hmotnost paždíku (UPE 100 – 9,82 kg – podle DIN 1026-2). Protože vrata nezatěžují paždík svislou silou, je zatěžovací šířka 0,6 m.

$$g_{d,paz,sv} = 0,6 \times 0,063 \times \gamma_F + 0,0982 \times \gamma_F = 0,6 \times 0,063 \times 1,35 + 0,0982 \times 1,35 = 0,1836 \text{ kN/bm} = 0,18 \text{ kN/bm}$$

$$g_{k,paz,sv} = 0,6 \times 0,063 + 0,0982 = 0,136 \text{ kN/bm} = 0,14 \text{ kN/bm}$$

## Momenty

$$M_{z,ED} = 1/8 \times g_{d,paz,sv} \times L^2 = 1/8 \times 0,18 \times 4,2^2 = 0,3969 \text{ kNm} = 0,4 \text{ kNm (svislý směr)}$$

$$M_{y,ED} = 1/8 \times q_{d,paz,min,vod} \times L^2 = 1/8 \times 1,64 \times 4,2^2 = 3,6162 \text{ kNm} = 3,62 \text{ kNm (vodorovný směr)}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

$$M_{z,RD} = W_z \times f_y / \gamma_{M0} = 10,6 \times 235 / 1,00 = 2491 \text{ Nm} = 2,491 \text{ kNm}$$

$$M_{y,RD} = W_y \times f_y / \gamma_{M0} = 41,3 \times 235 / 1,00 = 9705,5 \text{ Nm} = 9,71 \text{ kNm}$$

$$\frac{3,62}{9,71} + \frac{0,4}{2,491} \leq 1$$

$$0,53 \leq 1 - \text{vyhovuje UPE100}$$

## Klopení:

Kvůli klopení bude paždík rozepřen v polovině rozpětí směrem k vaznicím umístěným ve vrcholu střechy.

## Reakce

Tlak [kN]				Tah [kN]			
1. Mezní stav		2. Mezní stav		1. Mezní stav		2. Mezní stav	
svisle	vodorov.	svisle	vodorov.	svisle	vodorov.	svisle	vodorov.
0,38	3,44	0,29	2,29	0,38	-3,44	0,29	-2,29

Tab. 4 – Reakce v podporách, dolů je směr kladný, vodorovně směr do objektu je kladný

## Smyk:

$$V_{z,D,paz} = 0,38 \text{ kN}$$

$$V_{y,D,paz} = 3,44 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Pl,Rd}} \leq 1$$

$$V_{Pl,Rd,y} = \frac{(1250 - 2 \times 55 \times 7,5 + (4,5 + 10) \times 7,5) \times \left(\frac{235}{\sqrt{3}}\right)}{1} = 72417,77 = 72,42 \text{ kN}$$

$$V_{Pl,Rd,z} = \frac{A_v \times \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M0}} = \frac{55 \times 2 \times 7,5 \times \left(\frac{235}{\sqrt{3}}\right)}{1} = 111933,78 \text{ N} = 111,9 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{z,D}}{V_{Pl,Rd,z}} = \frac{0,38}{111,9} = 0,0034 \leq 1 - \text{vyhovuje}$$

$$\frac{V_{y,D}}{V_{Pl,Rd,y}} = \frac{3,44}{72,42} = 0,048 \leq 1 - \text{vyhovuje}$$

Paždík UPE 100 podle DIN 1026-2 vyhovuje v 1. mezním stavu.

Deformace:

Maximální přípustná deformace:  $L/250 = 4200/250 = 16,8 \text{ mm}$

$$w_z = \frac{5 \times g_{k,paž,sv} \times L^4}{384 \times E \times I_z} = \frac{5 \times 183,6 \times 4,2^4}{384 \times 210^9 \times 0,383 \times 10^{-6}} = 0,0093 \text{ m} = 9,3 \text{ mm}$$

$\leq 16,8 \text{ mm} - \text{vyhovuje UPE 100 podle DIN 1026 - 2}$

$$w_y = \frac{5 \times w_{k,paz,min,vod} \times L^4}{384 \times E \times I_y} = \frac{5 \times 1090 \times 4,2^4}{384 \times 210^9 \times 2,07 \times 10^{-6}} = 0,0102 \text{ m} = 10,2 \text{ mm}$$

$\leq 16,8 \text{ mm} - \text{vyhovuje UPE 100 podle DIN 1026 - 2}$

Mezní štíhlost prutu zajišťujícího klopení paždíků smí být 200.

$$\lambda = L_{CR}/i = 900/16,7 = 53,9 \leq 200 \Rightarrow \text{vyhovuje TR 51x4}$$

**Závěr:** Paždík čelní stěny nad vraty vyhovuje z profilu UPE 100 podle DIN 1026-2 z oceli S 235. V polovině rozpětí je nutno paždíky rozepřít kvůli klopení průřezu při sání větru trubkou TR 51x4 podle ČSN 42 5715.01 k vaznicím při hřebeni střechy.

## 5.6. Paždík v zadní stěně

Jedná se o spojitý nosník o dvou shodných polích délky  $2 \times 4,75 \text{ m} = 9,5 \text{ m}$ . Maximální zatěžovací šířka je 1,15 m.

Svislé zatížení – hmotnost trapézového plechu (TR 50/250 tl. 0,63 mm – 6,3 kg/m<sup>2</sup>), vlastní hmotnost paždíku (UPE 100 – 9,82 kg – podle DIN 1026-2). Protože šířka příruby je 55 mm, musí být na přírubu přivařen profil 25/5 mm, aby byla splněna šířka podpory 80 mm pro trapézový plech.

$$g_{d,paž,sv} = 1,15 \times 0,063 \times \gamma_F + (0,0982 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5) \times \gamma_F = 1,15 \times 0,063 \times 1,35 + (0,0982 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5) \times 1,35 = 0,2436 \text{ kN/bm} = 0,244 \text{ kN/bm}$$

$$g_{k,paž,sv} = 1,15 \times 0,063 + 0,0982 + 0,025 \times 0,005 \times 78,5 = 0,18046 \text{ kN/bm} = 0,18 \text{ kN/bm}$$

Vodorovné zatížení – vítr:

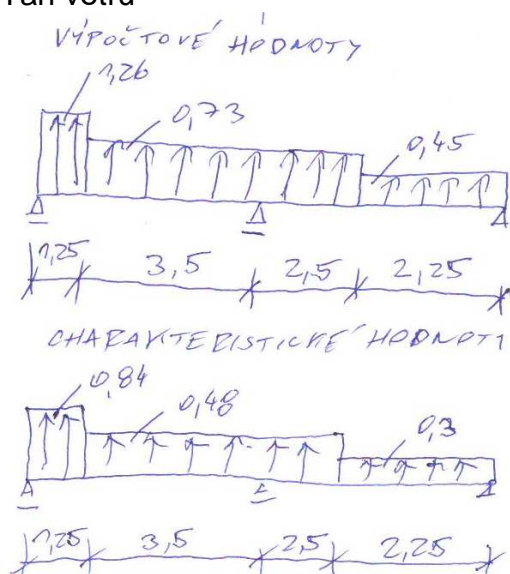
Tlak větru

$$q_{d,pa,max,vod} = 1,15 \times w_{D,k} \times \gamma_F = 1,15 \times 0,42 \times 1,5 = 0,7245 \text{ kN / bm} = 0,73 \text{ kN / bm}$$

$$q_{k,pa,max,vod} = 1,15 \times w_{D,k} = 1,15 \times 0,42 = 0,483 \text{ kN / bm}$$

pozn.: zatěžovací stav VR1

## Tah větru



Obr. 6 - Tah větru - zatěžovací stav VR2

Momenty (spojitý nosník o dvou shodných polích o rozpětí 4,75 m)

$M_{z,ED} = 1/8 \times g_{d,paž,sv} \times L^2 = 1/8 \times 0,244 \times 4,75^2 = 0,68815 \text{ kNm} = 0,69 \text{ kNm}$  (svislý směr)

$M_{y,ED} = 1/8 \times q_{d,pa,max,vod} \times L^2 = 1/8 \times 0,73 \times 4,75^2 = 2,0588 \text{ kNm} = 2,06 \text{ kNm}$  (Vodorovný směr pro tlak větru. Pokud vypočítám v programu MIDAS maximální moment pro tah větru, vychází 2,0 kNm)

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

$M_{z,Rd} = W_z \times f_y / \gamma_{M0} = 10,6 \times 235 / 1,00 = 2491 \text{ Nm} = 2,491 \text{ kNm}$

$M_{y,Rd} = W_y \times f_y / \gamma_{M0} = 41,3 \times 235 / 1,00 = 9705,5 \text{ Nm} = 9,71 \text{ kNm}$

$$\frac{2,06}{9,71} + \frac{0,69}{2,491} \leq 1$$

$0,489 \leq 1$  – vyhovuje UPE100

Klopení:

Kvůli klopení bude nutno paždík rozepřít, v polovině rozpětí.

## Reakce

Pozice	Tlak [kN]				Tah [kN]			
	1. Mezní stav		2. Mezní stav		1. Mezní stav		2. Mezní stav	
	svisle	vodorov.	svisle	vodorov.	svisle	vodorov.	svisle	vodorov.
A	0,44	1,30	0,32	0,86	0,44	-1,9	0,32	-1,3
B	1,45	4,33	1,01	2,87	1,45	-4,2	1,07	-2,8
C	0,44	1,30	0,32	0,86	0,44	-0,8	0,32	-0,6

Tab. 5 – Reakce v podporách, dolů je směr kladný, vodorovně směr do objektu je kladný

Smyk:

$$V_{z,D,paž} = 1,45/2 = 0,725 \text{ kN}$$

$$V_{y,D,paž} = 4,33/2 = 2,165 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Pl,Rd}} \leq 1$$

$$V_{Pl,Rd,y} = \frac{A_{v,z} \times \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M0}} = \frac{(1250 - 2 \times 55 \times 7,5 + (4,5 + 10) \times 7,5) \left(\frac{235}{\sqrt{3}}\right)}{1}$$

$$V_{Pl,Rd,y} = 72417,77 \text{ N} = 72,42 \text{ kN}$$

$$V_{Pl,Rd,z} = \frac{A_v \times \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M0}} = \frac{55 \times 2 \times 7,5 \times \left(\frac{235}{\sqrt{3}}\right)}{1} = 111933,78 \text{ N} = 111,9 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{z,D}}{V_{Pl,Rd,z}} = \frac{0,725}{111,9} = 0,0065 \leq 1 - \text{vyhovuje}$$

$$\frac{V_{y,D}}{V_{Pl,Rd,y}} = \frac{2,165}{72,42} = 0,03 \leq 1 - \text{vyhovuje}$$

Paždík UPE 100 podle DIN 1026-2 vyhovuje v 1. mezním stavu.

Deformace:

Maximální přípustná deformace:  $L/250 = 4750/250 = 19 \text{ mm}$

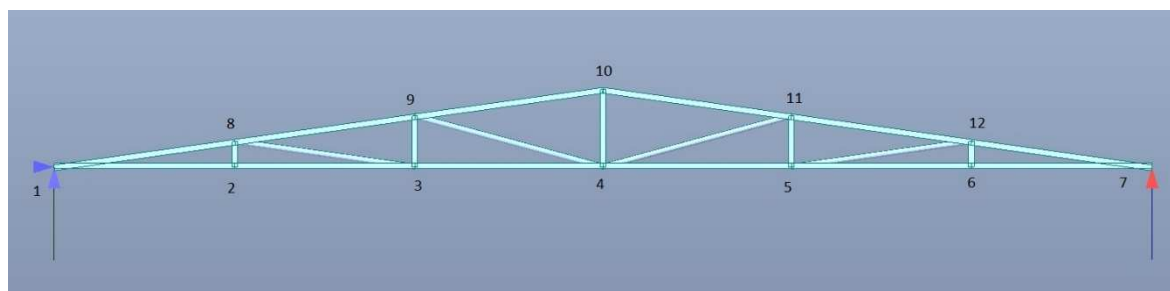
$$w_z = 8 \text{ mm} \leq 19 \text{ mm} - \text{vyhovuje UPE 100 podle DIN 1026 - 2}$$

$$w_y = 4 \text{ mm (z programu midas pro zatížení větrem VR2)}$$

$$\leq 19 \text{ mm} - \text{vyhovuje UPE 100 podle DIN 1026 - 2}$$

**Závěr:** Paždíky na rozpětí 4,75 m vyhovují z profilu UPE 100 podle DIN 1026-2 z oceli S235 za předpokladu, že se jedná o spojitý nosník o dvou stejných polích. Protože šířka příruby je 55 mm, musí být na přírubu přivařen profil 25/5 mm, aby byla splněna šíře podpory 80 mm pro trapézový plech. Paždíky při montáži podepřít po výšce. V polovině rozpětí je nutno paždíky rozeprít kvůli klopení průřezu při sání větru trubkou TR 51x4 podle ČSN 42 5715.01.

## 5.7. Příhradový vazník střechy



Obr. 7 – Schéma konstrukce a označení styčníků

Posuzován je vazník v ose II (ve středu rozpětí vaznic).

body	x	z	tlak-1MS	tlak-2MS	tah-1MS	tah-2MS	VR2b-1MS	VR2b-2MS
	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
1	0	0	9,96	6,69	-1,55	-0,85	0,80	0,55
2	1,606	0	-	-	-	-	-	-
3	3,206	0	-	-	-	-	-	-
4	4,881	0	-	-	-	-	-	-
5	6,556	0	-	-	-	-	-	-
6	8,156	0	-	-	-	-	-	-
7	9,762	0	9,96	6,69	-1,55	-0,85	-0,52	-0,36
8	1,606	0,226	19,92	13,38	-3,1	-1,7	1,60	1,1
9	3,206	0,451	19,92	13,38	-3,1	-1,7	1,60	1,1
10	4,881	0,686	19,92	13,38	-3,1	-1,7	0,28	0,19
11	6,556	0,451	19,92	13,38	-3,1	-1,7	-1,05	-0,72
12	8,156	0,226	19,92	13,38	-3,1	-1,7	-1,05	-0,72

Tab. 6 – Souřadnice bodů a velikost působících sil v jednotlivých bodech

body	tlak-1MS	tlak-2MS	tah-1MS	tah-2MS	VR2b-1MS	VR2b-2MS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
1	62,64	42,2	-7,2	-3	5,64	4
7	62,64	42,2	-7,2	-3	1,64	1,3

Tab. 7 – Reakce v podporách, dolů je směr kladný

Horní pás

- maximální síla tlaková: 345,7 kN – vyhovuje UPE 180 – viz Příloha 1
- maximální síla tahová: 38,9 kN

Dolní pás

- maximální síla tlaková: 38,5 kN – vyhovuje UPE 140 – viz Příloha 2
- maximální síla tahová:  $341,9 \text{ kN} \leq 1840 \times 235/1 = 432400 \text{ N} = 432,4 \text{ kN}$   
(pokud by byl posuzován oslabený průřez na tah  $1840 \times 235/1,25 = 345920 \text{ N} = 345,92 \text{ kN}$  – vyhovuje)

Diagonála

- maximální síla tlaková: 77,9 kN – vyhovuje TR Ø89 x 5 – viz Příloha 3
- maximální síla tahová: 8,7 kN

Svislice

- maximální síla tlaková: 4,1 kN – vyhovuje IPE 120
- maximální síla tahová: 41,0 kN

Maximální průhyb vazníku (podle programu MIDAS).

- Dolním směrem –  $32 \text{ mm} \leq 38 \text{ mm}$  - vyhovuje,
- Horním směrem –  $4 \text{ mm} \leq 38 \text{ mm}$  - vyhovuje.

Maximální přípustná deformace:  $L/250 = 9500/250 = 38 \text{ mm}$

**Závěr:** Příhradový střešní vazník vyhovuje v 1. i 2. mezním stavu, pokud bude mít horní pas z profilu UPE 180 podle DIN 1026-2, dolní pas z profilu UPE 120 podle DIN 1026-2, diagonály z TR Ø89 x 5, svislice z IPE 120. Všechny prvky budou provedeny z materiálu S 235. Rozepření mezi vazníky (mezi dolním pasem a středem rozpětí vrcholové vaznice) bude provedeno z TR Ø51 x 4.

## 5.8. Sloupky a ztužidla

### Sloupky v osách A a C

Posouzení sloupku All, který je nejvíce namáhán tlakovou silou, který je nejméně zajištěn paždíky proti ztrátě stability vzpěrem, který je zatížen vodorovnou silou od paždíku je v příloze č. 4 – vyhovuje HEB 120.

Sloupky HEB budou použity v osách A a B.

**Závěr:** Sloupky v osách A a B budou provedeny z profilu HEB 120 z oceli S 235.

### Sloupky vedle vrat

Sloupek je zatížen vodorovným zatížením od působícího větru a svislým zatížením od tíhy vlastní a tíhy fasády. Střešní příhradový vazník nezatěžuje sloupek. Spoj s vazníkem musí být vyřešen jako kloubový, posuvný ve svislém směru. Sloupek se opírá vodorovnou reakcí do horního pasu vazníku. Sloupek je v rovině s paždíky, které jej zajišťují proti vybočení vzpěrem v rovině stěny.

Protože není známa pozice závěsů vrat, je sloupek zjednodušeně posuzován jako prostý nosník o délce 4,8 m, který je zatížen pouze vodorovným zatížením (od větru  $w_{B,k} = 0,42 \text{ kN/m}^2$ ) o zatěžovací šířce 2,4 m.

Uvažuji sloupek z IPE 120

Momenty (nad střední podporou)

$$M_{y,ED} = 1/8 \times 0,42 \times 1,5 \times 2,4 \times 4,8^2 = 4,36 \text{ kNm}$$

$$M_{y,RD} = W_y \times f_y / \gamma_{M0} = 60,73 \times 235 / 1,00 = 14271,55 \text{ Nm} = 14,3 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} = \frac{4,36}{14,3} = 0,304 \leq 1 - \text{vyhovuje IPE120}$$

Deformace:

Maximální přípustná deformace:  $L/250 = 4800/250 = 19,2 \text{ mm}$

$$w_z = \frac{5 \times g_{k,sl} \times L^4}{384 \times E \times I_z} = \frac{5 \times (420 \times 2,4) \times 4,8^4}{384 \times 210^9 \times 3,178 \cdot 10^{-6}} = 0,0104 \text{ m} = 10,4 \text{ mm} \\ \leq 19,2 \text{ mm} - \text{vyhovuje IPE 120}$$

**Závěr:** Sloupky vedle vrat budou provedeny z profilu IPE 120 z oceli S 235.

### Sloupek v zadní stěně

Sloupek je zatížen vodorovným zatížením od působícího větru a svislým zatížením od tíhy vlastní a tíhy fasády. Střešní příhradový vazník sloupek nezatěžuje. Spoj s vazníkem musí být vyřešen jako kloubový, posuvný ve svislém směru.

### Zatížení

Pozice	Tlak [kN]				Tah [kN]			
	1. Mezní stav		2. Mezní stav		1. Mezní stav		2. Mezní stav	
	svisle	vodorov.	svisle	vodorov.	svisle	vodorov.	svisle	vodorov.
F <sub>1</sub>	1,45	4,33	1,07	2,87	1,45	-4,2	1,07	-2,8
F <sub>2</sub>	1,27	3,01	0,94	2	1,27	-2,92	0,94	-1,95
F <sub>3</sub>	1,4	3,95	1,03	2,62	1,4	-3,84	1,03	-2,56
F <sub>4</sub>	1,22	2,64	0,90	1,75	1,22	-2,56	0,90	-1,70

Tab. 8 – Zatížení jednotlivých bodů, dolů je směr kladný, vodorovně směr do objektu je kladný, pozn.: Reakce B v tabulce 5 (zadní pažďík) odpovídá síle F<sub>1</sub>

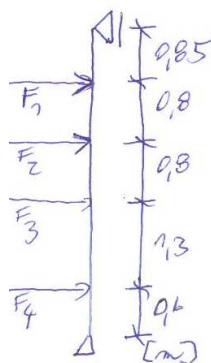
Zatěžovací šířky pro jednotlivé síly:

F<sub>1</sub> ... 1,15 m,

F<sub>2</sub> ... 0,8 m,

F<sub>3</sub> ... 1,05 m,

F<sub>4</sub> ... 0,7 m.



Obr. 8 – Statické schéma konstrukce

Uvažuji sloupek z IPE 120

Momenty

$M_{y,ED} = 8,9 \text{ kNm}$  (pro 1.MS tlak z programu MIDAS)

$M_{y,RD} = W_y \times f_y / \gamma_{M0} = 60,73 \times 235 / 1,00 = 14271,55 \text{ Nm} = 14,3 \text{ kNm}$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} = \frac{8,9}{14,3} = 0,62 \leq 1 - \text{vyhovuje IPE120}$$

Posouzení na kombinaci ohybu a tlaku – viz příloha č.5.

IPE 120 vyhovuje v 1. mezním stavu.

Kombinace	Pata sloupku		Nahoře
	z [kN]	x [kN]	x [kN]
1MS-tlak	5,84	6,5 (tlak)	7,4 (tlak)
2MS-tlak	4,3	4,3 (tlak)	4,9 (tlak)
1MS-tah	5,84	6,3 (tah)	7,2 (tah)
2MS-tah	4,3	4,2 (tah)	4,8 (tah)

Tab. 9 - reakce



Deformace:

Maximální přípustná deformace:  $L/250 = 4350/250 = 17,4 \text{ mm}$

Maximální deformace z výpočtu v programu MIDAS: 17 mm (kombinace tah-2MS)  
 $17 \leq 17,4 \text{ mm}$  – vyhovuje IPE 120

**Závěr:** Sloupek ve středu zadní stěny bude proveden z profilu IPE 120 z oceli S 235.

#### *Rozepření mezi vazníky*

Rozepření mezi vazníky je zatíženo silou:

- Tah:  $7,4 / \cos 22 = 7,981 \text{ kN}$
- Tlak:  $7,2 / \cos 22 = 7,765 \text{ kN}$

Délka rozpěří – cca 1,9 m

Posouzení na zatížení tlakem při zohlednění vzpěru je v příloze 6 – vyhovuje TR Ø51 x4.

Mezní štíhlost prutu zajišťujícího ztužení konstrukce smí být 200.

$\lambda = L_{CR}/i = 1900/16,7 = 113,772 \leq 200 \Rightarrow$  vyhovuje ØTR 51x4

**Závěr:** Rozepření mezi vazníky (mezi dolním pasem a středem rozpětí vrcholové vaznice) bude provedeno z TR Ø51 x 4.

#### *Ztužení ve střešní rovině*

Mezní štíhlost prutu zajišťujícího ztužení konstrukce smí být 200.

$\lambda = L_{CR}/i = 2400/16,7 = 143,71 \leq 250 \Rightarrow$  vyhovuje ØTR 51x4

**Závěr:** Ztužení ve střešní rovině bude provedeno z TR Ø51 x 4. Ztužení bude provedeno v rovině dolních pásnic vaznic, protože ztužení zajišťuje vaznice proti klopení při tahu větru i horní pásnice příhradových vazníků při zatížení tlakem (zejména při působícím zatížení sněhem).

#### *Ztužení ve stěnách*

Předpokládá se, že ztužidlo přenáší jen tahovou sílu.

Max. tahová síla ve ztužidle v přední a zadní stěně:

$(0,39+0,2) \times 2,25 \times 3,75 \times 1,5 / \sin 30^\circ = 14,94 \text{ kN} \leq A \times f_y / \gamma_M = 1319 \times 235/1 = 309965 \text{ N} = 309,97 \text{ kN} \Rightarrow$  vyhovuje ØTR 89x5

Max. tahová síla ve ztužidle v bočních stěnách:

$(0,42+0,26) \times 4,9 \times 5 \times 1,5 / \sin 39^\circ = 39,71 \text{ kN} \leq A \times f_y / \gamma_M = 1319 \times 235/1 = 309965 \text{ N} = 309,97 \text{ kN} \Rightarrow$  vyhovuje ØTR 89x5

Mezní štíhlost prutu zajišťujícího ztužení konstrukce smí být 250.

$\lambda = L_{CR}/i = 5100/29,8 = 171,14 \leq 250 \Rightarrow$  vyhovuje ØTR 89x5

Síly, které musí přenést kotvení ztužidla v čelní či zadní stěně:  
 svislá – 12,94 kN (tah),  
 vodorovná – 7,74 kN.

Síly, které musí přenést kotvení ve středu boční stěny:  
 svislá –  $30,86 + 7,2 = 38,06$  kN (tah),  
 vodorovná – 24,99 kN (v ose základu),  
 vodorovná – 5,7 kN (kolmo na osu základu).

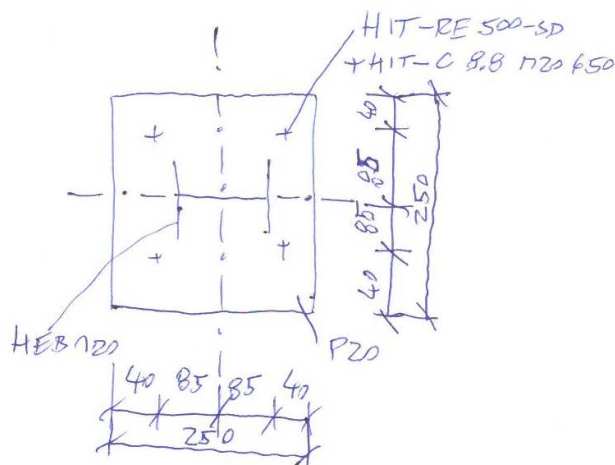
**Závěr:** Ztužidlo v boční stěně bude provedeno z TR Ø89 x 5.

## 5.9. Kotvení

### Sloupky v ose A a C

Nejvíce jsou zatíženy silami paty sloupků ve středu bočních stěn, protože k jejich patě jsou kotvena i ztužidla.

Síly, které musí přenést kotvení ve středu boční stěny:  
 svislá –  $30,86 + 7,2 = 38,06$  kN (tah),  
 vodorovná – 24,99 kN (v ose základu),  
 vodorovná – 5,7 kN (kolmo na osu základu).



Obr. 9 – Schéma kotvení sloupku HEB120

**Závěr pro sloupky HEB 120:** Kotvení pat sloupů v osách A, C bude provedeno pomocí lepicí hmoty HIT-RE 500-SD a pozinkovaných kotevních šroubů HIT-C (HIT-C 8.8 M20 650). Alternativně lze použít závitové tyče M20 (typové označení AM20x1000x8.8) pro kotvení s podložkami a maticí bude zkrácena na délku 650 mm, hloubka vlepení do betonového základu 550 mm. Protože omezující pro únosnost kotvy je betonová konstrukce, je nutno železobetonovou konstrukci v místě zakotvení ocelové konstrukce vyztužit na přenos tahových sil a proti rozštěpení betonu (podélná výztuž a třmínky).

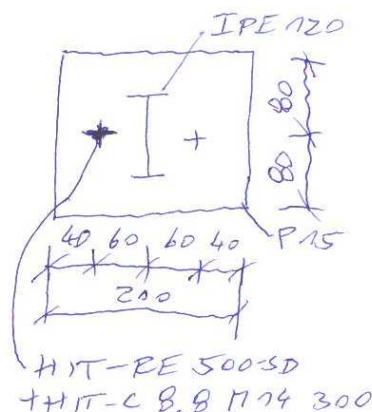
Kotevní deska pro sloupky HEB 120 bude 200/160 mm, tloušťka 20 mm.

### Sloupek ve středu zadní stěny

Síly, které musí přenést kotvení ve středu zadní stěny:

svislá – 5,84 kN (tah),

vodorovná – 6,3 kN (kolmo na osu základu).



Obr. 10 – Schéma kotvení sloupku IPE 120 ve středu zadní stěny

**Závěr pro sloupky IPE 120:** Kotvení pat sloupů v ose B (střed zadní stěny) bude provedeno pomocí lepicí hmoty HIT-RE 500-SD a pozinkovaných kotevních šroubů HIT-C (HIT-C 8.8 M14 300). Alternativně lze použít závitové tyče M14 (typové označení AM14x1000x8.8) pro kotvení s podložkami a maticí bude zkrácena na délku 300 mm, hloubka vlepění do betonového základu 230 mm. Protože omezující pro únosnost kotvy je betonová konstrukce, je nutno železobetonovou konstrukci v místě zakotvení ocelové konstrukce vyztužit na přenos tahových sil a proti rozštěpení betonu (podélná výztuž a třmínky).

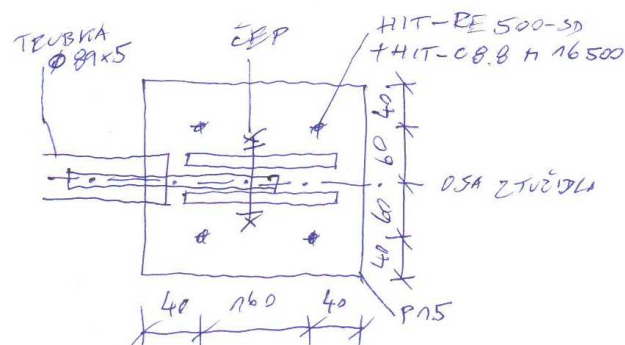
Kotevní deska pro sloupky IPE 120 bude 250/250 mm, tloušťka 15 mm.

### Pata ztužidla v zadní stěně

Síly, které musí přenést kotvení ztužidla v čelní či zadní stěně:

svislá – 12,94 kN (tah),

vodorovná – 7,74 kN.



Obr. 11 – Schéma kotvení sloupku ztužidla v zadní stěně

**Závěr pro patu ztužidla v zadní stěně:** Kotvení paty ztužidla v zadní stěně bude provedeno pomocí lepicí hmoty HIT-RE 500-SD a pozinkovaných kotevních šroubů HIT-C (HIT-C 8.8 M16 500). Alternativně lze použít závitové tyče M16 (typové označení AM16x1000x8.8) pro kotvení s podložkami a maticí bude zkrácena na délku 500 mm, hloubka vlepění do betonového základu 420 mm. Protože omezující pro únosnost kotvy je betonová konstrukce, je nutno železobetonovou konstrukci v místě zakotvení ocelové konstrukce vyztužit na přenos tahových sil a proti rozštěpení betonu (podélná výztuž a třmínky).

Kotevní deska pro ztužidla bude o rozměrech 200/240 mm, tloušťka 15 mm.

Obdobně bude řešeno společné kotvení ztužidla a sloupku vedle vrat.

## **6. Závě** □

Navržené konstrukce vyhovují z hlediska mezních stavů únosnosti a použitelnosti. Uspořádání konstrukce je zobrazeno ve výkresové části.

Plzeň, červen 2016

Vypracoval: Ing. Jiří Kott, Ph.D.  
Valbek, spol. s r.o., středisko Plzeň

# Příloha 1

Prvek : **Horní pás příhradového** vazníku

Osová síla  $N_{Sd} =$  **332,8** kN

Délka prutu = **4,965** m

Vzpěrná dl. prutu = **1,65** m **(obě strany** kloubově uloženy)

Průřez **UPE180**

$$N_{b,Rd} = \chi \times \beta_A \times A \times f_y / \gamma_{M1} = 414533,14 \text{ N} = 414,5331 \text{ kN}$$

$\chi =$  **0,703**

$\beta_A =$  **1** průřez třídy 1

$A =$  **2510,0** mm<sup>2</sup>

$f_y =$  **235** MPa

$\gamma_{M1} =$  **1**

$\lambda_1 =$  **93,9**

$\bar{\lambda} =$  **0,735**

$i =$  **23,9** mm

$\alpha =$  **0,49** křivka vzpěrné pevnosti c

$\Phi =$  **0,901**

$$\begin{array}{ccc} N_{Sd} & \leq & N_{b,Rd} \\ 332,8 & < & 414,53 \end{array} \quad \text{vyhovuje}$$

## Příloha 2

Prvek : Dolní pás příhradového vazníku

Osová síla  $N_{Sd} = 51,2$  kN

Délka prutu = 9,5 m

Vzpěrná dl. prutu = 4,75 m (obě strany kloubově uloženy)

Průřez UPE140

$$N_{b,Rd} = \chi \times \beta_A \times A \times f_y / \gamma_{M1} = 263120,01 \text{ N} = 263,12 \text{ kN}$$

$\chi = 0,609$

$\beta_A = 1$  průřez třídy 1

$A = 1840,0 \text{ mm}^2$

$f_y = 235 \text{ MPa}$

$\gamma_{M1} = 1$

$\lambda_1 = 93,9$

$\bar{\lambda} = 0,886$

$i = 57,1 \text{ mm}$

$\alpha = 0,49$  křivka vzpěrné pevnosti c

$\Phi = 1,060$

$$N_{Sd} \leq N_{b,Rd}$$

$$51,2 < 263,12 \quad \text{vyhovuje}$$

Prvek : Dolní pás příhradového vazníku

Osová síla  $N_{Sd} = 51,2$  kN

Délka prutu = 9,5 m

Vzpěrná dl. prutu = 1,65 m (obě strany kloubově uloženy)

Průřez UPE140

$$N_{b,Rd} = \chi \times \beta_A \times A \times f_y / \gamma_{M1} = 273069,38 \text{ N} = 273,0694 \text{ kN}$$

$$\chi = 0,632$$

$$\beta_A = 1 \text{ průřez třídy 1}$$

$$A = 1840,0 \text{ mm}^2$$

$$f_y = 235 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1} = 1$$

$$\lambda_1 = 93,9$$

$$\bar{\lambda} = 0,849$$

$$i = 20,7 \text{ mm}$$

$$\alpha = 0,49 \text{ křivka vzpěrné pevnosti c}$$

$$\Phi = 1,019$$

$$\begin{array}{ccc} N_{Sd} & \leq & N_{b,Rd} \\ 51,2 & < & 273,07 \end{array} \quad \text{vyhovuje}$$

### Příloha 3

Prvek : diagonála příhradového vazníku

Osová síla  $N_{Sd} = 77,9$  kN

Délka prutu = 1,745 m

Vzpěrná dl. prutu = 1,745 m (obě strany kloubově uloženy)

Průřez TR Ø 89 x 5

$$N_{b,Rd} = \chi \times \beta_A \times A \times f_y / \gamma_{M1} = 239076,94 \text{ N} = 239,0769 \text{ kN}$$

$$\chi = 0,771$$

$$\beta_A = 1 \text{ průřez třídy 1}$$

$$A = 1319,0 \text{ mm}^2$$

$$f_y = 235 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1} = 1$$

$$\lambda_1 = 93,9$$

$$\bar{\lambda} = 0,624$$

$$i = 29,8 \text{ mm}$$

$$\alpha = 0,49 \text{ křivka vzpěrné pevnosti c}$$

$$\Phi = 0,798$$

$$N_{Sd} \leq N_{b,Rd}$$

$$77,9 < 239,08 \text{ vyhovuje}$$



# Příloha 4

Prvek : Sloupek AII

Osová síla  $N_{Sd} = 62,64$  kN

Délka prutu = 4,33 m

Vzpěrná dl. prutu = 4,33 m

(obě strany kloubově uloženy)

moment  $M_{z,Ed} = 6,2$  kNm

Průřez HEB 120

$$N_{b,Rd} = \chi \times \beta_A \times A \times f_y / \gamma_{M1} = 520757,87 \text{ N} = 520,7579 \text{ kN}$$

$$\chi = 0,652$$

$$\beta_A = 1 \text{ průřez třídy 1}$$

$$A = 3401,0 \text{ mm}^2$$

$$f_y = 235 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1} = 1$$

$$\lambda_1 = 93,9$$

$$\bar{\lambda} = 0,915$$

$$i = 50,4 \text{ mm}$$

$$\alpha = 0,34 \text{ křivka vzpěrné pevnosti c}$$

$$\Phi = 1,040$$

$$\begin{array}{ccc} N_{Sd} & \leq & N_{b,Rd} \\ 62,64 & < & 520,76 \end{array} \quad \text{vyhovuje}$$

$$M_{y,pl,Rd} = W_{pl,y} \times f_y / \gamma_{M1} = 38822 \text{ Nm} = 38,822 \text{ kNm}$$

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

$$\begin{array}{ccc} M_{y,Ed} & \leq & M_{y,pl,Rd} \\ 6,2 & < & 38,822 \end{array} \quad \text{vyhovuje}$$

$$N_{Sd} / N_{b,Rd} + k_{yy} \times M_{y,Ed} / M_{y,pl,Rd} \leq 1$$

$$k_{yy} = 0,4344$$

$$0,189661 < 1 \quad \text{vyhovuje}$$

# Příloha 5

Prvek : Sloupek zadní

Osová síla  $N_{Sd} = 4,1$  kN

Délka prutu = 4,35 m

Vzpěrná dl. prutu = 4,35 m

(obě strany kloubově uloženy)

moment  $M_{z,Ed} = 8,9$  kNm

Průřez IPE120

$$N_{b,Rd} = \chi \times \beta_A \times A \times f_y / \gamma_{M1} = 218364,55 \text{ N} = 218,3645 \text{ kN}$$

$$\chi = 0,703$$

$$\beta_A = 1 \text{ průřez třídy 1}$$

$$A = 1321,0 \text{ mm}^2$$

$$f_y = 235 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1} = 1$$

$$\lambda_1 = 93,9$$

$$\bar{\lambda} = 0,945$$

$$i = 49 \text{ mm}$$

$$\alpha = 0,21 \text{ křivka vzpěrné pevnosti a}$$

$$\Phi = 1,025$$

$$\begin{array}{ccc} N_{Sd} & \leq & N_{b,Rd} \\ 4,1 & < & 218,36 \end{array} \quad \text{vyhovuje}$$

$$M_{y,pl,Rd} = W_{pl,y} \times f_y / \gamma_{M1} = 14271,55 \text{ Nm} = 14,27155 \text{ kNm}$$

$$W_{pl,y} = 60,73 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\begin{array}{ccc} M_{y,Ed} & \leq & M_{y,pl,Rd} \\ 8,9 & < & 14,27155 \end{array} \quad \text{vyhovuje}$$

$$N_{Sd} / N_{b,Rd} + M_{y,Ed} / M_{y,pl,Rd} \leq 1$$

$$0,642394 < 1 \quad \text{vyhovuje}$$

# Příloha 6

Prvek : rozepření příhradového vazníku

Osová síla  $N_{Sd} = 7,981$  kN

Délka prutu = 1,9 m

Vzpěrná dl. prutu = 1,9 m (obě strany kloubově uloženy)

Průřez TR Ø 51x 4

$$N_{b,Rd} = \chi \times \beta_A \times A \times f_y / \gamma_{M1} = 59478,27 \text{ N} = 59,47827 \text{ kN}$$

$$\chi = 0,428$$

$$\beta_A = 1 \text{ průřez třídy 1}$$

$$A = 591,0 \text{ mm}^2$$

$$f_y = 235 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1} = 1$$

$$\lambda_1 = 93,9$$

$$\bar{\lambda} = 1,212$$

$$i = 16,7 \text{ mm}$$

$$\alpha = 0,49 \text{ křivka vzpěrné pevnosti c}$$

$$\Phi = 1,482$$

$$\begin{array}{ccc} N_{Sd} & \leq & N_{b,Rd} \\ 7,981 & < & 59,48 \end{array} \quad \text{vyhovuje}$$