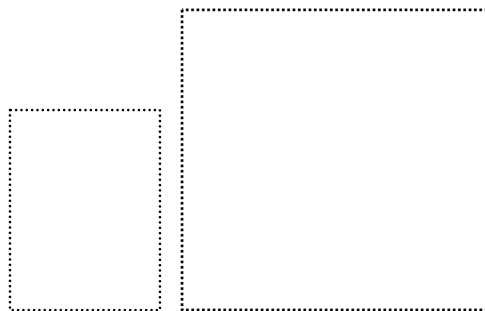


## STATICKÝ VÝPOČET – strešná markíza



<b>Stavba</b>	<b>: Zníženie energetickej náročnosti budovy GMOS v Rimavskej Sobote</b>
<b>Časť</b>	: Statika
<b>Miesto</b>	: k.ú. Rimavská Sobota, č.p. 299, 302/8, 302/9
<b>Investor</b>	: Gemersko-malohontské osvetové stredisko v Rim. Sobote
<b>Stupeň PD</b>	: Dokumentácia pre stavebné povolenie
<b>Vypracoval</b>	: Ing. Roman Židek
<b>Zodpovedný</b>	: Ing. Roman Židek
<b>Odovzdané</b>	: 01/2023

## Obsah

<b>1</b>	<b>STATICKÝ VÝPOČET.....</b>	<b>2</b>
1.1	ÚVOD.....	2
1.2	ZAŤAŽENIE .....	2
1.3	VIZUALIZÁCIA.....	3
1.3.1	<i>Priestorový model konštrukcie.....</i>	3
1.3.2	<i>Pohľady.....</i>	3
1.3.3	<i>Pohľad zhora.....</i>	4
1.4	PRIEREZY .....	4
1.5	MATERIÁLY .....	4
1.6	ZAŤAŽOVACIE SKUPINY.....	4
1.7	ZAŤAŽOVACIE STAVY.....	4
1.8	KOMBINÁCIE.....	5
1.9	ZAŤAŽENIE GRAFICKY .....	5
1.9.1	<i>Zaťaženie strešným sklom.....</i>	5
1.9.2	<i>Zaťaženie snehom.....</i>	5
1.10	KOTEVNÉ SILY GRAFICKY .....	6
1.10.1	<i>Osové sily (reakcie) .....</i>	6
1.10.2	<i>Šmykové sily (reakcie).....</i>	7
1.10.3	<i>Ohybový moment (reakcia).....</i>	7
<b>2</b>	<b>POSÚDENIE OCEĽOVÝCH NOSNÝCH PRVKOV.....</b>	<b>8</b>
2.1	POSÚDENIE ŠIKMÝCH PRVKOV PODPERNÉHO TROJUHOLNÍKA .....	8
2.2	POSÚDENIE ZVISLICE PODPERNÉHO TROJUHOLNÍKA .....	9
2.3	POSÚDENIE DOPLNKOVÝCH PROFILOV .....	10

# 1 STATICKÝ VÝPOČET

## 1.1 Úvod

Pre riešenie statického výpočtu bol vypracovaný priestorový model objektu pomocou prútových prvkov. Pri návrhu statického riešenia sa vychádzalo z noriem STN EN. Na takto vytvorený model bolo aplikované zaťaženie s viacerými zaťažovacími stavmi od jednotlivých zaťažení pre získanie max. hodnôt vnútorných síl. Zaťaženie snehom je do výpočtu uvažované charakteristickou hodnotou  $0,57 \text{ kN/m}^2$  - snehová zóna 1 a mimoriadnou hodnotou  $1,24 \text{ kN/m}^2$  – mimoriadny región 2 v zmysle STN EN 1991-1-3/NA1. Zaťaženie vetrom nie je uvažované. Kombinácie zaťažení boli obsiahnuté vo výpočtovom programe. Na základe zistených vnútorných síl boli jednotlivé nosné prvky (navrhnuté v architektonickej časti projektu) posúdené. Posúdenie prebehlo podľa platných noriem STN EN.

## 1.2 Zaťaženie

### STÁLE

strešné bezpečnostné sklo maximálnej hrúbky 10 mm

$25 \text{ kg.m}^{-2}$

### PREMENNÉ

Úžitkové zaťaženie - neprístupné strechy  $\alpha < 20^\circ$   $q_{k1} = 0,75 \text{ kN/m}^2$

Zaťaženie snehom

sklon strechy :  $\alpha_1 = 10^\circ \rightarrow \mu_1 = 0,80$

tvarové súčinitele ( lapače snehu na streche)  $\rightarrow \min \mu = 0,8$   $\mu_1 = 0,80$

snehová zóna:  nadmorská výška: 245 m.n.m

súčiniteľ a:  $a = 0,454$

súčiniteľ b:  $b = 970$

$s_0 = a + A/b = 0,71 \text{ kN/m}^2$

súč.expozície :  $C_e = 1$  typ krajiny :

teplotný súčiniteľ :  $C_t = 1$

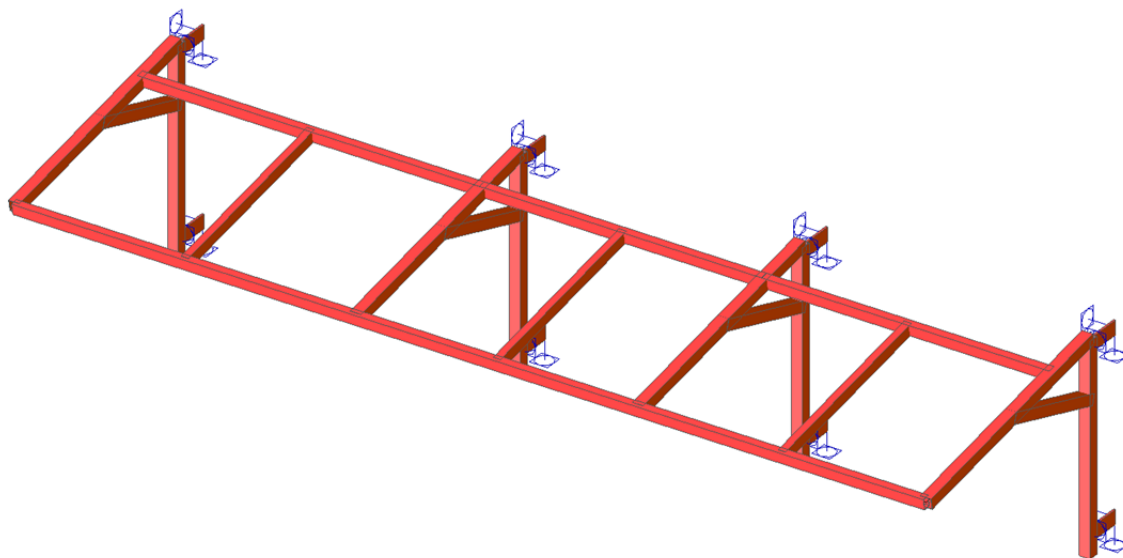
súčiniteľ mimoriadneho zaťaženia  $C_{es1} = 2,2$  región mimoriadneho zaťaženia snehom :

zaťaženie na streche :  $\rightarrow S_k = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_0 = 0,57 \text{ kN/m}^2$  (charakteristická hodnota)

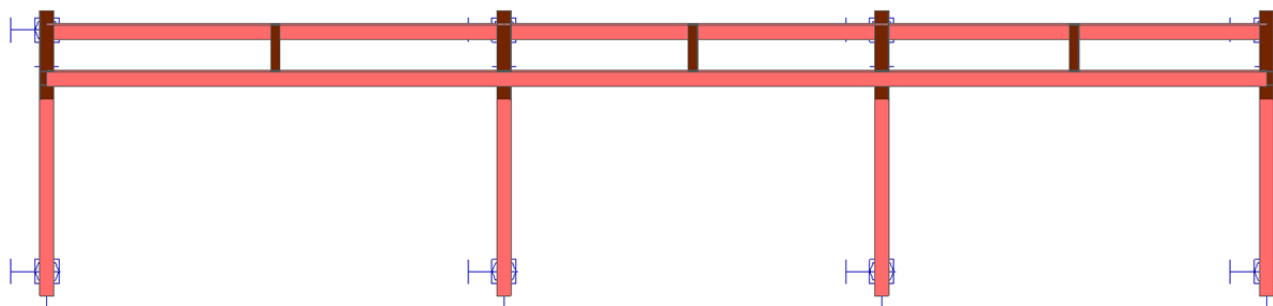
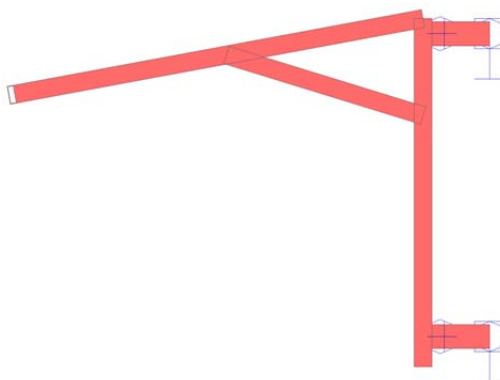
zaťaženie na streche :  $\rightarrow S_A = C_{es1} \cdot S_k = 1,24 \text{ kN/m}^2$  (mimoriadna hodnota)

## 1.3 Vizualizácia

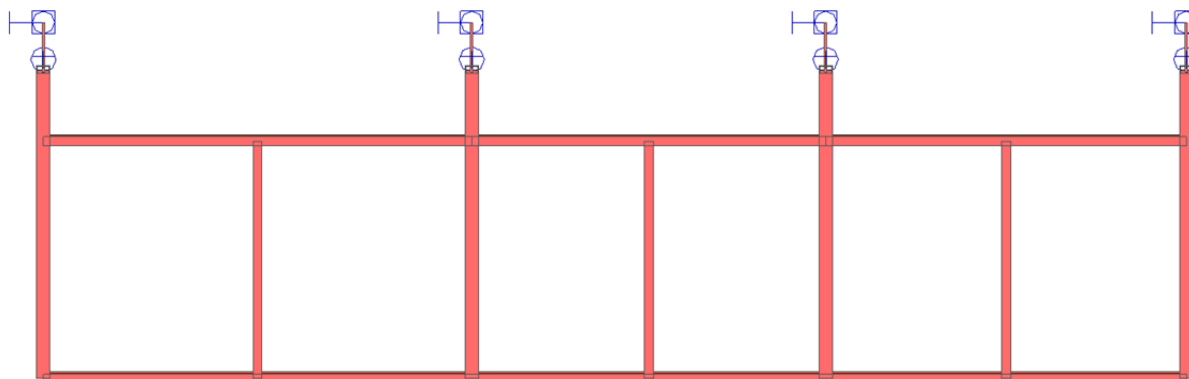
### 1.3.1 Priestorový model konštrukcie



### 1.3.2 Pohľady



### 1.3.3 Pohľad zhora



## 1.4 Prierezy

Oceľové prvky, materiál oceľ S235JR

- zvislica podperného trojuholníka
- šikmé profily podperného trojuholníka
- doplnkové profily strešnej roviny

RHS60/60/4

RHS60/60/2

RHS60/40/2

## 1.5 Materiály

Názov	Typ	Merná hmotnosť [kg/m <sup>3</sup> ]	E modul [MPa]	G modul [MPa]	Tepel. rozťažnosť [m/mK]
S 235	Oceľ	7850,00	2,1000e+05	8,0769e+04	0,01e-003

## 1.6 Zaťažovacie skupiny

Názov	Zaťaženie	Špecifikácia	koef. 2
VLASTNA	Stále		
STALE	Stále		
SNEH	Premenné	Výberová	Zaťaženie snehom H < 1000 m n.m.

## 1.7 Zaťažovacie stavy

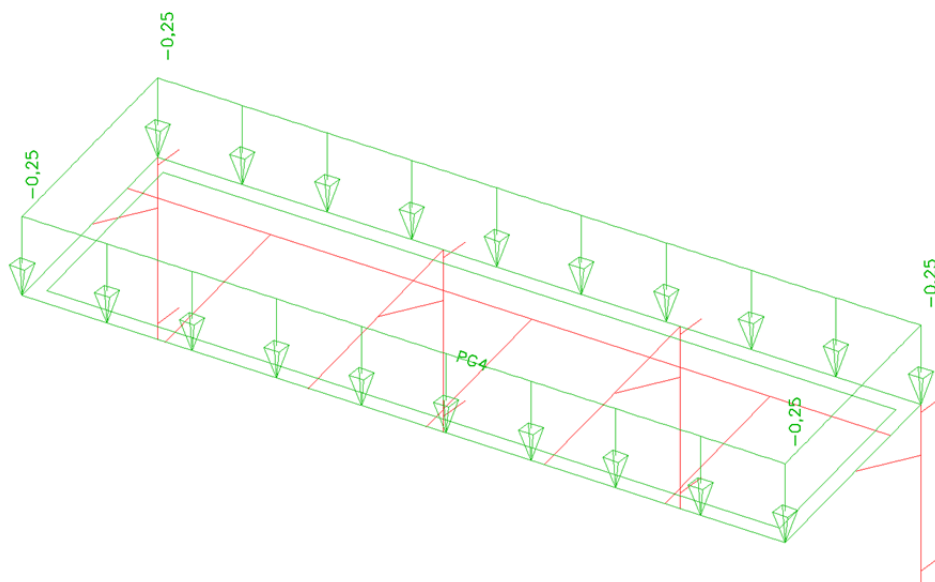
Názov	Typ pôsobenia	Zaťažovacia skupina	Typ zaťaženia	Dĺžka trvania
vlastna	Stále	VLASTNA	Vlastná tiaž	
strecha	Stále	STALE	Štandard	
sneh1	Premenné	SNEH	Statické	Strednodobé
sneh2	Premenné	SNEH	Statické	Strednodobé

## 1.8 Kombinácie

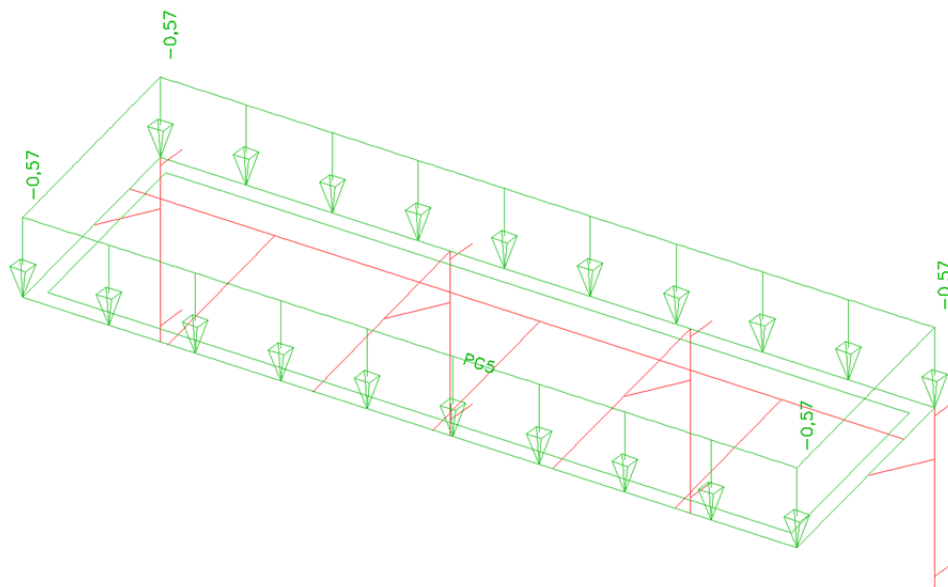
Názov	Typ	Zaťažovacie stavy	Súč. [-]
CO-unosn	EN - MSÚ (STR)	vlastna strecha sneh1	1,00 1,00 1,00
CO-pouz	EN-MSP char.	vlastna strecha sneh1	1,00 1,00 1,00
CO-mimor	EN-Mimoriadne 1	vlastna strecha sneh2	1,00 1,00 5,00

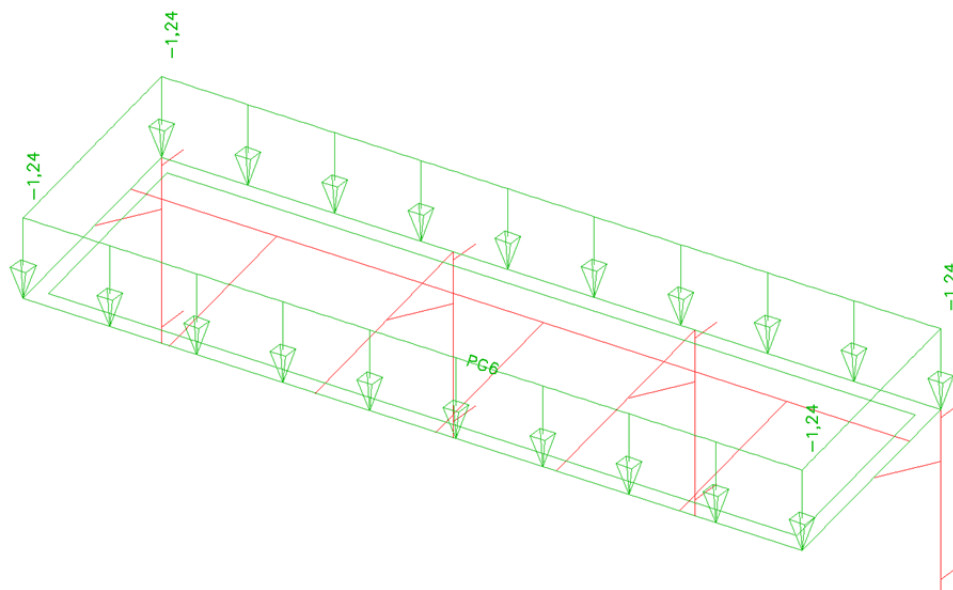
## 1.9 Zaťaženie graficky

### 1.9.1 Zaťaženie strešným sklom



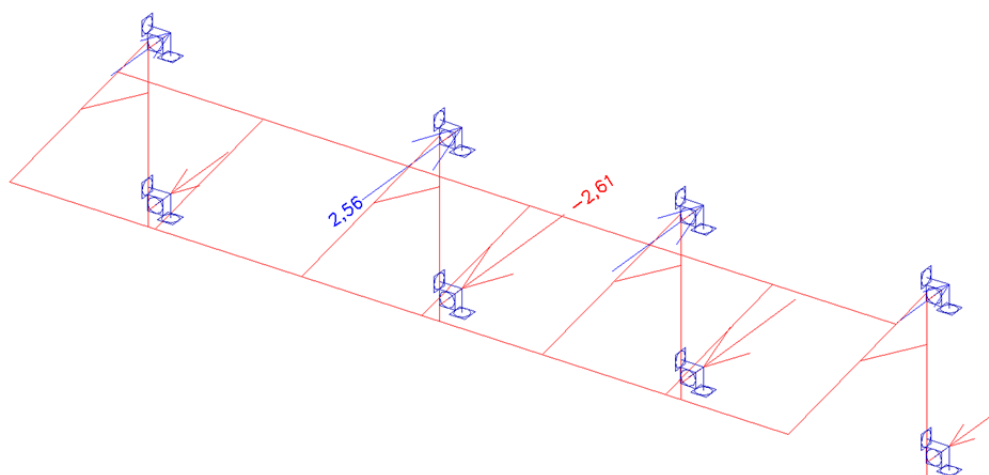
### 1.9.2 Zaťaženie snehom



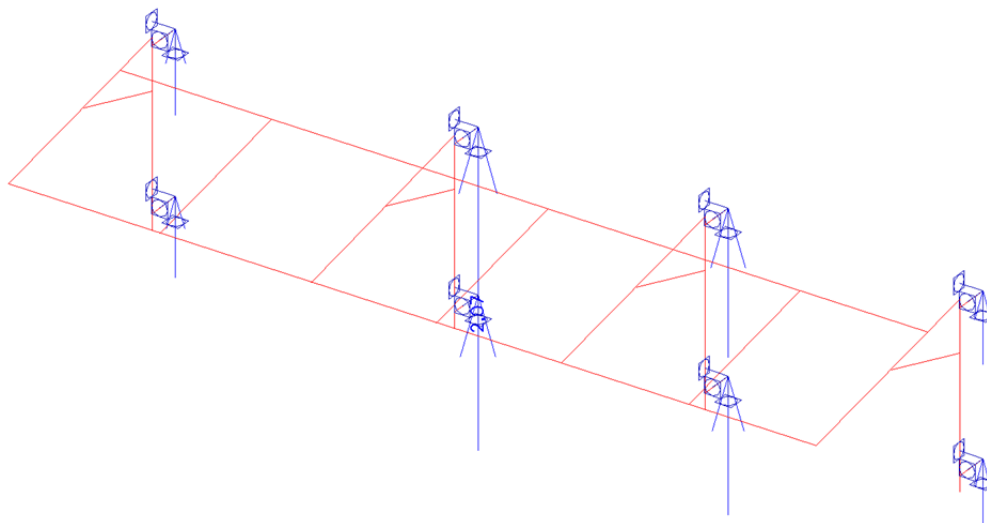


## 1.10 Kotevné sily graficky

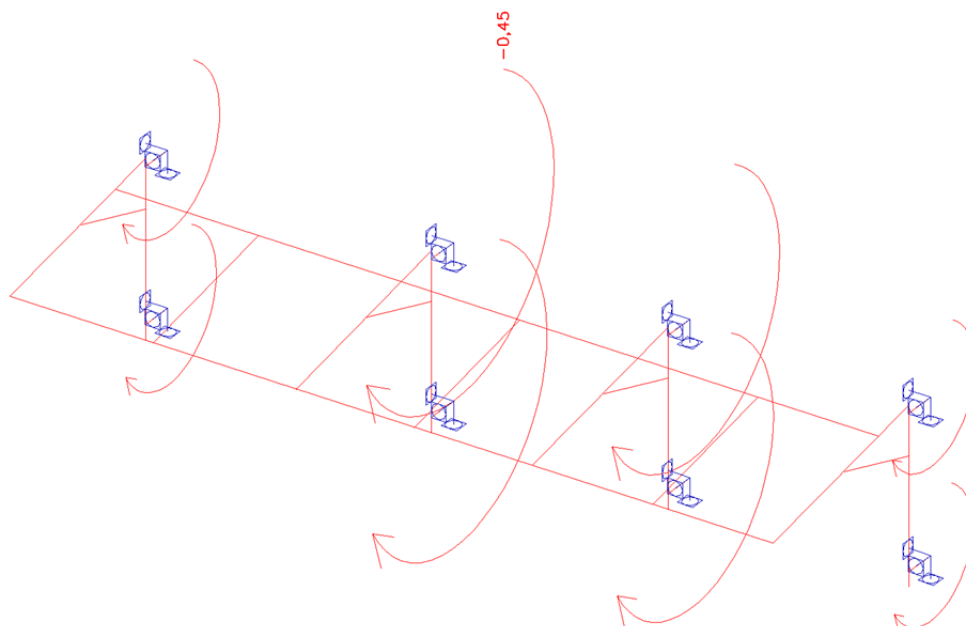
### 1.10.1 Osové sily (reakcie)



### 1.10.2 Šmykové sily (reakcie)



### 1.10.3 Ohybový moment (reakcia)





## 2 POSÚDENIE OCEĽOVÝCH NOSNÝCH PRVKOV

### 2.1 Posúdenie šikmých prvkov podperného trojuholníka

$$M_{y,Ed} = 0,8 \text{ kNm} \quad V_{z,Ed} = 2,4 \text{ kN} \quad N_{Ed} = 7,5 \text{ kN} \rightarrow \text{ťahová sila}$$

$$M_{z,Ed} = 0 \text{ kNm} \quad V_{y,Ed} = 0 \text{ kN}$$

Prierezové charakteristiky: **RHS 60/60/2 (jäcklový prierez)**

$$I_y = 2,51E-07 \text{ m}^4 \quad W_{y,el} = 8,38E-06 \text{ m}^3 \quad A_{w,z} = 2,27E-04 \text{ m}^2$$

$$I_z = 2,51E-07 \text{ m}^4 \quad W_{z,el} = 8,38E-06 \text{ m}^3 \quad A_{w,y} = 2,27E-04 \text{ m}^2$$

$$t_f = 2 \text{ mm} \quad t_w = 2 \text{ mm} \quad A = 4,54E-04 \text{ m}^2$$

$$c_f = 50 \text{ mm} \quad c_w = 50 \text{ mm} \quad i_y = 0,024 \text{ m}$$

$$i_z = 0,024 \text{ m}$$

Druh ocele: **S235**

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa} \quad f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{m0} = 235 \text{ MPa} \quad \varepsilon = (235/f_{yk})^{1/2} = 1,00 \quad \gamma_{m0} = 1,0$$

Zatriedenie prierezu:

Stena - ohyb:  $c_w/t_w = 25,0 < 83 \cdot \varepsilon = 83,0 \rightarrow$  Trieda prierezu 1;2  
 - tlak:  $c_w/t_w = 25,0 < 38 \cdot \varepsilon = 38,0 \rightarrow$  Trieda prierezu 1;2  
 Pásnica - tlak:  $c_f/t_f = 25,0 < 38 \cdot \varepsilon = 38,0 \rightarrow$  Trieda prierezu 1;2

Posúdenie:

šmyk

$$V_{z,pl,Rd} = A_{w,z} \times (f_{yd}/3^{1/2}) = 30,8 \text{ kN} \quad V_{y,pl,Rd} = A_{w,y} \times (f_{yd}/3^{1/2}) = 30,8 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,pl,Rd} = 0,08 < 1,0 \quad V_{y,Ed}/V_{y,pl,Rd} = 0,00 < 1,0$$

šmyk netreba zohľadniť

$$\varphi_{Vz} = 1 - \left( \frac{2V_{z,Ed}}{V_{z,pl,Rd}} - 1 \right)^2 = 1,000 \quad \varphi_{Vy} = 1 - \left( \frac{2V_{y,Ed}}{V_{y,pl,Rd}} - 1 \right)^2 = 1,000$$

tlak/ťah

$$N_{pl,Rd} = A \times f_{yd} = 106,69 \text{ kN}$$

štíhlosti

$$L_{cr,y} = 1,35 \text{ m} \quad L_{cr,z} = 1,35 \text{ m}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \times \varepsilon = 93,9 \quad \lambda_1 = 93,9 \times \varepsilon = 93,9$$

$$\lambda_y = L_{cr,y}/i_y = 57,41 \quad \lambda_z = L_{cr,z}/i_z = 57,41$$

$$\lambda_y' = \lambda_y/\lambda_1 = 0,61 \quad \lambda_z' = \lambda_z/\lambda_1 = 0,61$$

súčinitele vzperu  $\chi$

kolmo na os y - vzperná krivka b  $\rightarrow \alpha = 0,21$   
 kolmo na os z - vzperná krivka b  $\rightarrow \alpha = 0,21$

$$\phi_y = 0,5 \times [1 + \alpha \times (\lambda_y' - 0,2) + \lambda_y'^2] = 0,73 \quad \phi_z = 0,5 \times [1 + \alpha \times (\lambda_z' - 0,2) + \lambda_z'^2] = 0,73$$

$$\chi_y = 1/(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_y'^2)^{1/2}) = 0,886 \quad \chi_z = 1/(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_z'^2)^{1/2}) = 0,886$$

$$\chi_y; \chi_z \leq 1,0$$

ohyb

$$M_{y,Rd} = W_{y,pl} \times \varphi_{Vz} \times f_{yd} = 1,97 \text{ kNm} \quad M_{z,Rd} = W_{z,pl} \times \varphi_{Vy} \times f_{yd} = 1,97 \text{ kNm}$$

interakcia ohyb + šmyk +ťah/tlak

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} + \frac{N_{Ed}}{\min(\chi_y, \chi_z) \times N_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$0,41 + 0,00 + 0,07 < 1,0$$

$$0,48 < 1,0$$

vyhovuje

**Jäcklový profil 60/60/2 mm, materiál S235JR vyhovuje !**

## 2.2 Posúdenie zvislice podperného trojuholníka

$$M_{y,Ed} = 2,2 \text{ kNm} \quad V_{z,Ed} = 7,8 \text{ kN} \quad N_{Ed} = 2,1 \text{ kN} \rightarrow \text{tlaková sila}$$

$$M_{z,Ed} = 0 \text{ kNm} \quad V_{y,Ed} = 0 \text{ kN}$$

Prierezové charakteristiky: **RHS 60/60/4 (jäcklový prierez)**

$$I_y = 4,35E-07 \text{ m}^4 \quad W_{y,el} = 1,45E-05 \text{ m}^3 \quad A_{w,z} = 4,27E-04 \text{ m}^2$$

$$I_z = 4,35E-07 \text{ m}^4 \quad W_{z,el} = 1,45E-05 \text{ m}^3 \quad A_{w,y} = 4,27E-04 \text{ m}^2$$

$$t_f = 4 \text{ mm} \quad t_w = 4 \text{ mm} \quad A = 8,55E-04 \text{ m}^2$$

$$c_f = 50 \text{ mm} \quad c_w = 50 \text{ mm} \quad i_y = 0,023 \text{ m}$$

$$i_z = 0,023 \text{ m}$$

Druh ocele: **S235**

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa} \quad f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{m0} = 235 \text{ MPa} \quad \varepsilon = (235/f_{yk})^{1/2} = 1,00 \quad \gamma_{m0} = 1,0$$

Zatriedenie prierezu:

Stena - ohyb:	$c_w/t_w = 12,5$	$<$	$83 \cdot \varepsilon = 83,0$	$\rightarrow$	Trieda prierezu 1;2
- tlak:	$c_w/t_w = 12,5$	$<$	$38 \cdot \varepsilon = 38,0$	$\rightarrow$	Trieda prierezu 1;2
Pásnica - tlak:	$c_f/t_f = 12,5$	$<$	$38 \cdot \varepsilon = 38,0$	$\rightarrow$	Trieda prierezu 1;2

Posúdenie:

šmyk

$$V_{z,pl,Rd} = A_{w,z} \times (f_{yd}/3^{1/2}) = 57,9 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,pl,Rd} = 0,13 < 1,0$$

šmyk netreba zohľadniť

$$V_{y,pl,Rd} = A_{w,y} \times (f_{yd}/3^{1/2}) = 57,9 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,pl,Rd} = 0,00 < 1,0$$

šmyk netreba zohľadniť

$$\varphi_{Vz} = 1 - \left( \frac{2V_{z,Ed}}{V_{z,pl,Rd}} - 1 \right)^2 = 1,000$$

$$\varphi_{Vy} = 1 - \left( \frac{2V_{y,Ed}}{V_{y,pl,Rd}} - 1 \right)^2 = 1,000$$

tlak/táh

$$N_{pl,Rd} = A \times f_{yd} = 200,93 \text{ kN}$$

štíhlosti

$$L_{cr,y} = 1,00 \text{ m} \quad L_{cr,z} = 1,00 \text{ m}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \times \varepsilon = 93,9 \quad \lambda_1 = 93,9 \times \varepsilon = 93,9$$

$$\lambda_y = L_{cr,y}/i_y = 44,33 \quad \lambda_z = L_{cr,z}/i_z = 44,33$$

$$\lambda_{y'} = \lambda_y/\lambda_1 = 0,47 \quad \lambda_{z'} = \lambda_z/\lambda_1 = 0,47$$

súčinitele vzperu  $\chi$

kolmo na os y - vzperná krivka b	$\rightarrow$	$\alpha = 0,21$
kolmo na os z - vzperná krivka b	$\rightarrow$	$\alpha = 0,21$

$$\phi_y = 0,5 \times [1 + \alpha \times (\lambda_{y'} - 0,2) + \lambda_{y'}^2] = 0,64 \quad \phi_z = 0,5 \times [1 + \alpha \times (\lambda_{z'} - 0,2) + \lambda_{z'}^2] = 0,64$$

$$\chi_y = 1/(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_{y'}^2)^{1/2}) = 0,933 \quad \chi_z = 1/(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_{z'}^2)^{1/2}) = 0,933$$

$$\chi_y; \chi_z \leq 1,0$$

ohyb

$$M_{y,Rd} = W_{y,pl} \times \varphi_{Vz} \times f_{yd} = 3,41 \text{ kNm} \quad M_{z,Rd} = W_{z,pl} \times \varphi_{Vy} \times f_{yd} = 3,41 \text{ kNm}$$

interakcia ohyb + šmyk +ťah/tlak

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} + \frac{N_{Ed}}{\min(\chi_y, \chi_z) \times N_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$0,65 + 0,00 + 0,01 < 1,0$$

$$0,66 < 1,0$$

vyhovuje

**Jäcklový profil 60/60/4 mm, materiál S235JR vyhovuje !**

### 2.3 Posúdenie doplnkových profilov

$$M_{y,Ed} = 0,4 \text{ kNm} \quad V_{z,Ed} = 1,1 \text{ kN} \quad N_{Ed} = 0,6 \text{ kN} \rightarrow \text{ťahová sila}$$

$$M_{z,Ed} = 0 \text{ kNm} \quad V_{y,Ed} = 0 \text{ kN}$$

Prierezové charakteristiky: **RHS 60/40/2 (jäcklový prierez)**

$$I_y = 1,84E-07 \text{ m}^4 \quad W_{y,el} = 6,14E-06 \text{ m}^3 \quad A_{w,z} = 2,24E-04 \text{ m}^2$$

$$I_z = 9,83E-08 \text{ m}^4 \quad W_{z,el} = 4,92E-06 \text{ m}^3 \quad A_{w,y} = 1,49E-04 \text{ m}^2$$

$$t_f = 2 \text{ mm} \quad t_w = 2 \text{ mm} \quad A = 3,74E-04 \text{ m}^2$$

$$c_f = 30 \text{ mm} \quad c_w = 50 \text{ mm} \quad i_y = 0,022 \text{ m}$$

$$i_z = 0,016 \text{ m}$$

Druh ocele: **S235**

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa} \quad f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{m0} = 235 \text{ MPa} \quad \varepsilon = (235/f_{yk})^{1/2} = 1,00 \quad \gamma_{m0} = 1,0$$

Zatriedenie prierezu:

Stena - ohyb:	$c_w/t_w = 25,0$	$<$	$83 \cdot \varepsilon = 83,0$	$\rightarrow$	Trieda prierezu 1;2
- tlak:	$c_w/t_w = 25,0$	$<$	$38 \cdot \varepsilon = 38,0$	$\rightarrow$	Trieda prierezu 1;2
Pásnica - tlak:	$c_f/t_f = 15,0$	$<$	$38 \cdot \varepsilon = 38,0$	$\rightarrow$	Trieda prierezu 1;2

Posúdenie:

šmyk

$$V_{z,pl,Rd} = A_{w,z} \times (f_{yd}/3^{1/2}) = 30,4 \text{ kN} \quad V_{y,pl,Rd} = A_{w,y} \times (f_{yd}/3^{1/2}) = 20,2 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,pl,Rd} = 0,04 < 1,0 \quad V_{y,Ed}/V_{y,pl,Rd} = 0,00 < 1,0$$

šmyk netreba zohľadniť

$$\varphi_{Vz} = 1 - \left( \frac{2V_{z,Ed}}{V_{z,pl,Rd}} - 1 \right)^2 = 1,000 \quad \varphi_{Vy} = 1 - \left( \frac{2V_{y,Ed}}{V_{y,pl,Rd}} - 1 \right)^2 = 1,000$$

tlak/ťah

$$N_{pl,Rd} = A \times f_{yd} = 87,89 \text{ kN}$$

štíhlosti

$$L_{cr,y} = 1,90 \text{ m} \quad L_{cr,z} = 1,90 \text{ m}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \times \varepsilon = 93,9 \quad \lambda_1 = 93,9 \times \varepsilon = 93,9$$

$$\lambda_y = L_{cr,y}/i_y = 85,66 \quad \lambda_z = L_{cr,z}/i_z = 117,20$$

$$\lambda_{y'} = \lambda_y/\lambda_1 = 0,91 \quad \lambda_{z'} = \lambda_z/\lambda_1 = 1,25$$

súčinitele vzperu  $\chi$

kolmo na os y - vzperná krivka b	$\rightarrow$	$\alpha = 0,21$
kolmo na os z - vzperná krivka b	$\rightarrow$	$\alpha = 0,21$

$$\phi_y = 0,5 \times [1 + \alpha \times (\lambda_{y'} - 0,2) + \lambda_{y'}^2] = 0,99 \quad \phi_z = 0,5 \times [1 + \alpha \times (\lambda_{z'} - 0,2) + \lambda_{z'}^2] = 1,39$$

$$\chi_y = 1/(\phi_y + (\phi_y^2 - \lambda_{y'}^2)^{1/2}) = 0,726 \quad \chi_z = 1/(\phi_z + (\phi_z^2 - \lambda_{z'}^2)^{1/2}) = 0,500$$

$$\chi_y; \chi_z \leq 1,0$$

ohyb

$$M_{y,Rd} = W_{y,pl} \times \varphi_{Vz} \times f_{yd} = 1,44 \text{ kNm} \quad M_{z,Rd} = W_{z,pl} \times \varphi_{Vy} \times f_{yd} = 1,16 \text{ kNm}$$

interakcia ohyb + šmyk +ťah/tlak

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} + \frac{N_{Ed}}{\min(\chi_y, \chi_z) \times N_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$0,28 + 0,00 + 0,01 < 1,0$$

$$0,28 < 1,0$$

vyhovuje

**Jäcklový profil 60/40/2 mm, materiál S235JR vyhovuje !**