

**Prvky přenášející reakci závěsu (táhlo "3"):**

Podpůrné prvky jsou dimenzovány na únosnost lan.

Sklon táhla vůči hlavnímu nosníku - v rovině táhla :  $\alpha = 60,8133^\circ$

$$R_z = F_{R,d} \cdot \sin \alpha = 1170 \cdot \sin 60,81^\circ = 1021,4 \text{ kN}$$

$$R_x = F_{R,d} \cdot \cos \alpha = 1170 \cdot \cos 60,81^\circ = 570,6 \text{ kN} - \text{převezme vzpěra + příčník}$$

vzpěra - úhel  $\gamma = 30,04^\circ$  - ve vodorovné rovině  $\rightarrow$

$$N_{Sd,př} = R_y = R_x \cdot \tan \gamma = -570,6 \cdot \tan 30,04^\circ = -330,0 \text{ kN} - \text{převezme příčník}$$

$$N_{Sd,vz} = R_x / \cos \gamma = 570,6 / \cos 30,04^\circ = 659,1 \text{ kN} - \text{tah - převezme vzpěra}$$

**Příčník přenášející svislou reakci :**

**Profil : IS 2xP15 . 300 + P20 . 900 :**  $A = 27,0 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $J_y = 3,099 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$ ;

$$W_{y,el} = 6,66 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$
;  $W_{y,pl} = 8,17 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$   $J_z = 68,1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ ;  $W_{z,el} = 454 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ;

$$W_{z,pl} = 765 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$
;  $i_z = 50,2 \text{ mm}$ ;  $g = 216,0 \text{ kg/m}$ ; S235

$$M_{y,Sd} = R_z \cdot L = 1021,4 \cdot 1,35 = 1378,9 \text{ kNm}; \quad N_{Sd} = -330,0 \text{ kN}; \quad M_{z,Sd} = 20,7 \text{ kNm}$$

$$\text{Stabilita horní příruby nosníku : } L_{cr,z} = 1350 - 150 = 1200 \text{ mm}$$

$$\lambda = 1200/50,2 = 24 < 40 \rightarrow \chi = 1,0$$

$$N_{b,Rd} = 27,0 \cdot 10^3 \cdot 235 = 6345,0 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{\underline{6345,0 \text{ kN}}}$$

$$M_{y,Ed} = \chi \cdot W_y \cdot f_y = 1,0 \cdot 8170 \cdot 10^3 \cdot 235 = 1920,0 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = \underline{\underline{1920,0 \text{ kNm}}}$$

$$M_{z,Ed} = W_z \cdot f_z = 765 \cdot 10^3 \cdot 235 = 179,0 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = \underline{\underline{179,0 \text{ kNm}}}$$

$$N_{Sd}/N_{b,Rd} + M_{y,Sd}/M_{y,Ed} + M_{z,Sd}/M_{z,Ed} =$$

$$= (330,0/6345) + (1378,9/1920) + (20,7/179) = \underline{\underline{0,05 + 0,72 + 0,11 = 0,88 < 1,0}}$$

$$\max \tau = R_z/A_w = 1021,4 \cdot 10^3 / (20 \cdot 390) = 130,9 \text{ MPa} < f_y/\sqrt{3}$$

**Vzpěra přenášející vodorovnou reakci :**

**Profil TRØ139,7x8 :**  $A = 3,31 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $J_y = 7,20 \cdot 10^6$ ;  $W_y = 103 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ;

$$i = 46,6 \text{ mm}; g = 26,0 \text{ kg/m}; S235$$

$$N_{Sd} = +659,1 \text{ kN} - \text{tah}$$

$$N_{b,Rd} = 3,31 \cdot 10^3 \cdot 235 = 777,8 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{\underline{777,8 \text{ kN} > N_{Sd}}}$$

**Vzpěra mezi hlavními nosníky přenášející reakci ve směru "Y" :**

$$N_{Sd} = R_y = 330,0 \text{ kN} - \text{tah}$$

**Profil TRØ139,7x8 :**  $A = 3,31 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $J_y = 7,20 \cdot 10^6$ ;  $W_y = 103 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ;

$$i = 46,6 \text{ mm}; g = 26,0 \text{ kg/m}; S235$$

$$L_{cr,z} = 1420 \text{ mm} \rightarrow \lambda = 1420/46,6 = 30,5 < 40 \rightarrow \chi = 1,0$$

$$N_{b,Rd} = 1,0 \cdot 3,31 \cdot 10^3 \cdot 235 = 777,8 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{\underline{777,8 \text{ kN} > N_{Sd}}}$$

**Šroubový spoj na čelní desku :**

**Šrouby M24 kv. 8.8 - styčná deska P30**

$$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot A_s \cdot f_{ub} / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 353 \cdot 800 / 1,45 = 175,3 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\text{Počet šroubů : } n = N_{Sd} / F_{t,Rd} = 330,0 \cdot 10^3 / 175,3 \cdot 10^3 = 1,9 \rightarrow \underline{4 - \text{spoj je tažený}}$$

$$\text{Minimální tloušťka desky : } t_{\min} = 4,3 \cdot (b \cdot d^2 / a)^{0,333} = 4,3 \cdot (43 \cdot 24^2 / 60)^{0,333} = 32 \rightarrow \underline{30 \text{ mm}}$$

$$\gamma_p = 1 + 0,005(32^3 - 30^3) / 24^2 = 1,05$$

$$4 \cdot F_{t,Rd} / \gamma_p = 4 \cdot 175,3 / 1,05 = \underline{667,8 \text{ kN} > N_{Sd}}$$

**Prvky přenášející reakci závěsu (táhlo "5"):**

Podpůrné prvky jsou dimenzovány na únosnost lan.

Sklon táhla - v rovině táhla :  $\alpha = 48,3976^\circ$

$$R_z = F_{R,d} \cdot \sin \alpha = 1170 \cdot \sin 48,40^\circ = 874,9 \text{ kN}$$

$$R_x = F_{R,d} \cdot \cos \alpha = 1170 \cdot \cos 48,40^\circ = 776,7 \text{ kN} - \text{převezme vzpěra + příčník}$$

vzpěra - úhel  $\gamma = 28,09^\circ$  - ve vodorovné rovině  $\rightarrow$

$$N_{Sd,př} = R_y = R_x \cdot \tan \gamma = -874,9 \cdot \tan 28,09^\circ = -467,0 \text{ kN} - \text{převezme příčník}$$

$$N_{Sd,vz} = R_x / \cos \gamma = 874,9 / \cos 28,09^\circ = 991,7 \text{ kN} - \text{tah - převezme vzpěra}$$

**Příčník přenášející svislou reakci - v krajích:**

**Profil : IS 2xP15 . 300 + P20 . 900 :**  $A = 27,0 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $J_y = 3,099 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$ ;

$$W_{y,el} = 6,66 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$
;  $W_{y,pl} = 8,17 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$   $J_z = 68,1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ ;  $W_{z,el} = 454 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ;

$$W_{z,pl} = 765 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$
;  $i_z = 50,2 \text{ mm}$ ;  $g = 216,0 \text{ kg/m}$ ; S235

$$M_{y,Sd} = R_z \cdot L = 874,9 \cdot 1,35 = 1181,1 \text{ kNm} ; \quad N_{Sd} = -467,0 \text{ kN}; \quad M_{z,Sd} = 41,8 \text{ kNm};$$

$$\text{Stabilita horní příruby nosníku : } L_{cr,z} = 1350 - 150 = 1200 \text{ mm}$$

$$\lambda = 1200 / 50,2 = 24 < 40 \rightarrow \chi = 1,0$$

$$N_{b,Rd} = 27,0 \cdot 10^3 \cdot 235 = 6345,0 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{6345,0 \text{ kN}}$$

$$M_{y,Ed} = \chi \cdot W_y \cdot f_y = 1,0 \cdot 8170 \cdot 10^3 \cdot 235 = 1920,0 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = \underline{1920,0 \text{ kNm}}$$

$$M_{z,Ed} = W_z \cdot f_y = 765 \cdot 10^3 \cdot 235 = 179,0 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = \underline{179,0 \text{ kNm}}$$

$$N_{Sd} / N_{b,Rd} + M_{y,Sd} / M_{Ed} + M_{z,Sd} / M_{z,Ed} =$$

$$= (467,0 / 6345) + (1181,1 / 1920,0) + (41,8 / 179,0) = \underline{0,07 + 0,62 + 0,23 = 0,92 < 1,0}$$

**Příčník přenášející svislou reakci - střední část:**

**Profil : IS 2xP20 . 300 + P15 . 900 :**  $A = 25,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $J_y = 3,45 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$ ;

$$W_{y,el} = 7,342 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$
;  $W_{y,pl} = 8,557 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $J_z = 90,2 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ ;  $W_{z,el} = 601,7 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ;

$$W_{z,pl} = 950,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$
;  $i_{z1} = 69,3 \text{ mm}$ ;  $g = 204,0 \text{ kg/m}$ ; S235

$$M_{y,Sd} = R_z \cdot L = 874,9 \cdot 1,35 = 1181,1 \text{ kNm} ; \quad N_{Sd} = -467,0 \text{ kN}$$

Síly z výpočtu na PC - v poli mezi hlavními nosníky:

$$M_{y,Sd} = 747,8 \text{ kNm}; \quad M_{z,Sd} = 57,1 \text{ kNm}; \quad N_{Sd} = -217,5 \text{ kN} \quad (\text{NC27})$$

Stabilita horní příruby nosníku :  $L_{cr,z} = 1400 \text{ mm}$

$$\lambda = 1400/69,3 = 20 < 40 \rightarrow \chi = 1,0$$

$$N_{b,Rd} = 25,5 \cdot 10^3 \cdot 235 = 5992,5 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{5992,5 \text{ kN}}$$

$$M_{y,b,Rd} = \chi \cdot W_{y,pl} \cdot f_y = 1,0 \cdot 8557 \cdot 10^3 \cdot 235 = 2010,9 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = \underline{2010,9 \text{ kNm}}$$

$$M_{z,b,Rd} = W_{z,pl} \cdot f_y = 950,6 \cdot 10^3 \cdot 235 = 223,4 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = \underline{223,4 \text{ kNm}}$$

Posouzení při uvažování zatížením únosnosti lana:

$$N_{Sd}/N_{b,Rd} + M_{y,Sd}/M_{y,b,Rd} + M_{z,Sd}/M_{z,b,Rd} = \\ = (467,0/5992,5) + (1181,1/2010,9) + (57,1/223,4) = \underline{0,08 + 0,59 + 0,25 = 0,92 < 1,0}$$

Posouzení při uvažování sil dle výpočtu na PC:

$$N_{Sd}/N_{b,Rd} + M_{y,Sd}/M_{y,b,Rd} + M_{z,Sd}/M_{z,b,Rd} = \\ = (217,5/5992,5) + (747,8/2010,9) + (57,1/223,4) = \underline{0,04 + 0,37 + 0,25 = 0,66 < 1,0}$$

#### Montážní spoj:

##### Šroubový spoj na čelní desku :

##### Šrouby M27 kv. 8.8 - styčná deska P30

$$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot A_s \cdot f_{ub}/\gamma_{M2} = 0,9 \cdot 459 \cdot 800/1,45 = 227,9 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$N_{Sd} = (300 \cdot 20 + 100 \cdot 15) \cdot \sigma = 7500 \cdot (0,59 - 0,08) \cdot 235 = 898,9 \cdot 10^3 \text{ N} - \text{síla v pásnici}$$

V místě spoje je  $M_{z,Sd} = 0,0 \text{ kNm}$

$$\text{Počet šroubů : } n = N_{Sd} / F_{t,Rd} = 898,9 \cdot 10^3 / 227,9 \cdot 10^3 = 3,9 \rightarrow \underline{4}$$

$$\text{Minimální tloušťka desky : } t_{\min} = 4,3 \cdot (b \cdot d^2/a)^{0,333} = 4,3 \cdot (45 \cdot 27^2/60)^{0,333} = 35,16 \rightarrow \underline{35 \text{ mm}}$$

$$\gamma_p = 1 + 0,005(35,16^3 - 35^3)/27^2 = 1,004$$

##### Vzpěra přenášející vodorovnou reakci :

$$\text{Profil TR}\underline{\underline{\text{Ø139,7x12,5}}} : A = 5,00 \cdot 10^3 \text{ mm}^2; J_y = 10,20 \cdot 10^6; W_y = 146 \cdot 10^3 \text{ mm}^3;$$

$$i = 45,2 \text{ mm}; g = 39,2 \text{ kg/m}; S235$$

$$N_{Sd} = +991,7 \text{ kN} - \text{tah}$$

$$L_{cr,z} = 2850 \text{ mm} \rightarrow \lambda = 2850/45,2 = 63,0 \rightarrow \bar{\lambda} = 0,67 \rightarrow \chi = 0,861 - \text{v případě tlaku}$$

$$N_{b,Rd} = 1,0 \cdot 5,00 \cdot 10^3 \cdot 235 = 1175,0 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{1175,0 \text{ kN} > N_{Sd}}$$

##### Vzpěra mezi hlavními nosníky přenášející reakci ve směru "Y" :

$$N_{Sd} = R_y = 467,0 \text{ kN} - \text{tah}$$

$$\text{Profil TR}\underline{\underline{\text{Ø139,7x8}}} : A = 3,31 \cdot 10^3 \text{ mm}^2; J_y = 7,20 \cdot 10^6; W_y = 103 \cdot 10^3 \text{ mm}^3;$$

$$i = 46,6 \text{ mm}; g = 26,0 \text{ kg/m}; S235$$

$$L_{cr,z} = 1420 \text{ mm} \rightarrow \lambda = 1420/46,6 = 30,5 < 40 \rightarrow \chi = 1,0$$

$$N_{b,Rd} = 1,0 \cdot 3,31 \cdot 10^3 \cdot 235 = 777,8 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{777,8 \text{ kN} > N_{Sd}}$$

##### Šroubový spoj na čelní desku :



### Šrouby M24 kv. 8.8 - styčná deska P30

$$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot A_s \cdot f_{ub} / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 353 \cdot 800 / 1,45 = 175,3 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\text{Počet šroubů : } n = N_{Sd} / F_{t,Rd} = 467,0 \cdot 10^3 / 175,3 \cdot 10^3 = 2,7 \rightarrow 4 - \text{spoj je tažený}$$

$$\text{Minimální tloušťka desky : } t_{\min} = 4,3 \cdot (b \cdot d^2 / a)^{0,333} = 4,3 \cdot (43 \cdot 24^2 / 60)^{0,333} = 32 \rightarrow \underline{30 \text{ mm}}$$

$$\gamma_p = 1 + 0,005(32^3 - 30^3) / 24^2 = 1,05$$

$$4 \cdot F_{t,Rd} / \gamma_p = 4 \cdot 175,3 / 1,05 = \underline{667,8 \text{ kN} > N_{Sd}}$$

### Prvky přenášející reakci závěsu (táhlo "6"):

Podpůrné prvky jsou dimenzovány na únosnost lan.

Sklon táhla - v rovině táhla :  $\alpha = 31,6760^\circ$

$$R_z = F_{R,d} \cdot \sin \alpha = 1170 \cdot \sin 31,68^\circ = 614,5 \text{ kN}$$

$$R_x = F_{R,d} \cdot \cos \alpha = 1170 \cdot \cos 31,68^\circ = 995,7 \text{ kN} - \text{převezme vzpěra + příčník}$$

vzpěra - úhel  $\gamma = 28,53^\circ$  - ve vodorovné rovině  $\rightarrow$

$$N_{Sd,PŘ} = R_y = R_x \cdot \tan \gamma = -995,7 \cdot \tan 28,53^\circ = -479,4 \text{ kN} - \text{převezme příčník}$$

$$N_{Sd,VZ} = R_x / \cos \gamma = 995,7 / \cos 28,78^\circ = 1136,0 \text{ kN} - \text{tah - převezme vzpěra}$$

### Příčník přenášející svislou reakci:

$$\text{Profil : IS 2xP15 . 300 + P20 . 900 : } A = 27,0 \cdot 10^3 \text{ mm}^2; J_y = 3,099 \cdot 10^9 \text{ mm}^4;$$

$$W_{y,el} = 6,66 \cdot 10^6 \text{ mm}^3; W_{y,pl} = 8,17 \cdot 10^6 \text{ mm}^3; J_z = 68,1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4; W_{z,el} = 454 \cdot 10^3 \text{ mm}^3;$$

$$W_{z,pl} = 765 \cdot 10^3 \text{ mm}^3; i_z = 50,2 \text{ mm}; g = 216,0 \text{ kg/m}; S235$$

$$M_{y,Sd} = R_z \cdot L = 614,5 \cdot 1,35 = 829,6 \text{ kNm}; \quad N_{Sd} = -479,4 \text{ kN}; \quad M_{z,Sd} = 54,8 \text{ kNm}$$

$$\text{Stabilita horní příruby nosníku : } L_{cr,z} = 1350 - 150 = 1200 \text{ mm}$$

$$\lambda = 1200 / 50,2 = 24 < 40 \rightarrow \chi = 1,0$$

$$N_{b,Rd} = 27,0 \cdot 10^3 \cdot 235 = 6345,0 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{6345,0 \text{ kN}}$$

$$M_{y,Ed} = \chi \cdot W_y \cdot f_y = 1,0 \cdot 8170 \cdot 10^3 \cdot 235 = 1920,0 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = \underline{1920,0 \text{ kNm}}$$

$$M_{z,Ed} = \chi \cdot W_z \cdot f_y = 765 \cdot 10^3 \cdot 235 = 179,0 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = \underline{179,0 \text{ kNm}}$$

$$N_{Sd} / N_{b,Rd} + M_{y,Sd} / M_{y,Ed} + M_{z,Sd} / M_{z,Ed} =$$

$$= (479,4 / 6345) + (829,6 / 1920) + (54,8 / 179) = \underline{0,07 + 0,43 + 0,31 = 0,81 < 1,0}$$

### Vzpěra přenášející vodorovnou reakci :

$$\text{Profil TR}\underline{\underline{\text{Ø139,7x12,5}}} : A = 5,00 \cdot 10^3 \text{ mm}^2; J_y = 10,20 \cdot 10^6; W_y = 146 \cdot 10^3 \text{ mm}^3;$$

$$i = 45,2 \text{ mm}; g = 39,2 \text{ kg/m}; S235$$

$$N_{Sd} = +1136,0 \text{ kN} - \text{tah}$$

$$L_{cr,z} = 2850 \text{ mm} \rightarrow \lambda = 2850 / 45,2 = 63,0 \rightarrow \bar{\lambda} = 0,67 \rightarrow \chi = 0,861 - \text{v případě tlaku}$$

$$N_{b,Rd} = 1,0 \cdot 5,00 \cdot 10^3 \cdot 235 = 1175,0 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{1175,0 \text{ kN} > N_{Sd}}$$

### Vzpěra mezi hlavními nosníky přenášející reakci ve směru "Y" :

$$N_{Sd} = R_Y = 479,0 \text{ kN} - \text{tah}$$

**Profil TRØ139,7x8 :**  $A = 3,31 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $J_y = 7,20 \cdot 10^6$ ;  $W_y = 103 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ;  
 $i = 46,6 \text{ mm}$ ;  $g = 26,0 \text{ kg/m}$ ; S235

$$L_{cr,z} = 1420 \text{ mm} \rightarrow \lambda = 1420/46,6 = 30,5 < 40 \rightarrow \chi = 1,0$$

$$N_{b,Rd} = 1,0 \cdot 3,31 \cdot 10^3 \cdot 235 = 777,8 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{777,8 \text{ kN} > N_{Sd}}$$

**Šroubový spoj na čelní desku :**

**Šrouby M24 kv. 8.8 - styčná deska P30**

$$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot A_s \cdot f_{ub} / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 353 \cdot 800 / 1,45 = 175,3 \cdot 10^3 \text{ N}$$

Počet šroubů :  $n = N_{Sd} / F_{t,Rd} = 479 \cdot 10^3 / 175,3 \cdot 10^3 = 2,7 \rightarrow 4 - \text{spoj je tažený}$

Minimální tloušťka desky :  $t_{min} = 4,3 \cdot (b \cdot d^2 / a)^{0,333} = 4,3 \cdot (43 \cdot 24^2 / 60)^{0,333} = 32 \rightarrow \underline{30 \text{ mm}}$

$\gamma_p = 1 + 0,005(32^3 - 30^3) / 24^2 = 1,05$

$4 \cdot F_{t,Rd} / \gamma_p = 4 \cdot 175,3 / 1,05 = \underline{667,8 \text{ kN} > N_{Sd}}$

**Prvky přenášející reakci závěsu (táhlo "7"):**

Podpůrné prvky jsou dimenzovány na únosnost lan.

Sklon táhla - v rovině táhla :  $\alpha = 22,2636^\circ$

$$R_z = F_{R,d} \cdot \sin \alpha = 1170 \cdot \sin 22,26^\circ = 443,2 \text{ kN}$$

$$R_x = F_{R,d} \cdot \cos \alpha = 1170 \cdot \cos 22,26^\circ = 1082,8 \text{ kN} - \text{převezme vzpěra + příčník}$$

vzpěra - úhel  $\gamma = 28,78^\circ$  - ve vodorovné rovině  $\rightarrow$

$$N_{Sd,př} = R_y = R_x \cdot \tan \gamma = -1082,8 \cdot \tan 28,78^\circ = -594,8 \text{ kN} - \text{převezme příčník}$$

$$N_{Sd,vz} = R_x / \cos \gamma = 1082,8 / \cos 28,78^\circ = 1235,4 \text{ kN} - \text{tah} - \text{převezme vzpěra}$$

**Příčník přenášející svislou reakci :**

**Profil : IS 2xP15 . 300 + P20 . 900** -  $A = 27,0 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $J_y = 3,099 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$ ;  
 $W_{y,el} = 6,66 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $W_{y,pl} = 8,17 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $J_z = 68,1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ ;  $W_{z,el} = 454 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ;  
 $W_{z,pl} = 765 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ;  $i_z = 50,2 \text{ mm}$ ;  $g = 216,0 \text{ kg/m}$ ; S235

$$M_{y,Sd} = R_z \cdot L = 443,2 \cdot 1,35 = 598,3 \text{ kNm} ; N_{Sd} = -594,8 \text{ kN}; M_{z,Sd} = 25,4 \text{ kNm}$$

Stabilita horní příruby nosníku :  $L_{cr,z} = 1350 - 150 = 1200 \text{ mm}$

$$\lambda = 1200/50,2 = 24 < 40 \rightarrow \chi = 1,0$$

$$N_{b,Rd} = 27,0 \cdot 10^3 \cdot 235 = 6345,0 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{6345,0 \text{ kN}}$$

$$M_{y,Ed} = \chi \cdot W_y \cdot f_y = 1,0 \cdot 8170 \cdot 10^3 \cdot 235 = 1920,0 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = \underline{1920,0 \text{ kNm}}$$

$$M_{z,Ed} = \chi \cdot W_z \cdot f_y = 765 \cdot 10^3 \cdot 235 = 179,0 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = \underline{179,0 \text{ kNm}}$$

$$N_{Sd} / N_{b,Rd} + M_{y,Sd} / M_{y,Ed} + M_{z,Sd} / M_{z,Ed} =$$

$$= (594,8/6345) + (598,3/1920) + (25,4/179) = \underline{0,09 + 0,31 + 0,14 = 0,54 < 1,0}$$

**Vzpěra přenášející vodorovnou reakci :**

**Profil TRØ159,0x12,5 :**  $A = 5,75 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $J_y = 155,0 \cdot 10^6$ ;  $W_y = 196 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ;  
 $i = 52,0 \text{ mm}$ ;  $g = 45,2 \text{ kg/m}$ ; S235

$$N_{Sd} = +1235,4 \text{ kN} - \text{tah}$$

$$N_{b,Rd} = 5,75 \cdot 10^3 \cdot 235 = 1351,2 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{\underline{1351,2 \text{ kN} > N_{Sd}}}$$

**Vzpěra mezi hlavními nosníky přenášející reakci ve směru "Y" :**

$$N_{Sd} = R_y = 594,8 \text{ kN} - \text{tah}$$

**Profil TRØ139,7x8 :**  $A = 3,31 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $J_y = 7,20 \cdot 10^6$ ;  $W_y = 103 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ;  
 $i = 46,6 \text{ mm}$ ;  $g = 26,0 \text{ kg/m}$ ; S235

$$L_{cr,z} = 1420 \text{ mm} \rightarrow \lambda = 1420/46,6 = 30,5 < 40 \rightarrow \chi = 1,0$$

$$N_{b,Rd} = 1,0 \cdot 3,31 \cdot 10^3 \cdot 235 = 777,8 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{\underline{777,8 \text{ kN} > N_{Sd}}}$$

**Šroubový spoj na čelní desku :**

**Šrouby M24 kv. 8.8 - styčná deska P30**

$$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot A_s \cdot f_{ub} / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 353 \cdot 800 / 1,45 = 175,3 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\text{Počet šroubů : } n = N_{Sd} / F_{t,Rd} = 594,8 \cdot 10^3 / 175,3 \cdot 10^3 = 3,4 \rightarrow \underline{\underline{4 - spoj je tažený}}$$

$$\text{Minimální tloušťka desky : } t_{\min} = 4,3 \cdot (b \cdot d^2 / a)^{0,333} = 4,3 \cdot (43 \cdot 24^2 / 60)^{0,333} = 32 \rightarrow \underline{\underline{30 \text{ mm}}}$$

$$\gamma_p = 1 + 0,005(32^3 - 30^3) / 24^2 = 1,05$$

$$4 \cdot F_{t,Rd} / \gamma_p = 4 \cdot 175,3 / 1,05 = \underline{\underline{667,8 \text{ kN} > N_{Sd}}}$$

### Podpory :

#### Levobřežní opěra "A"(Sn4, Sn7):

$R_z = -355,6 \text{ kN}$  - NC7 - tah;  $R_z = +174,0 \text{ kN}$ (Sn4) - NC9,  $R_z = +177,0 \text{ kN}$ (Sn7) - NC9 - tlak  
 $R_y = \pm 38,3 \text{ kN}$  - NC3, NC5 ; je nutno uvažovat v kombinaci s NC7 i NC9

Svislá reakce na úrovni patní desky :

$$\max N_{sd} = R_z \pm R_y \cdot h/\bar{s} = 355,6 + 38,3 \cdot 1,55/1,1 = \underline{409,6 \text{ kN}} - \text{tah}$$
$$\min N_{sd} = R_z \pm R_y \cdot h/\bar{s} = -174,0 - 38,3 \cdot 1,55/1,1 = \underline{-228,0 \text{ kN}} - \text{tlak}$$

Čepový přípoj :

Ložiskový čep :  $d = 55 \text{ mm} \rightarrow d_0 = 57 \text{ mm}$

Styčnickové plechy : tl. 12 + 20 + 12 - S355  $c = 2 \text{ mm}$

$$a = 415,6 \cdot 10^3 \cdot 1,45/2 \cdot 20 \cdot 355 + 2 \cdot 57/3 = 42 + 38 = 80 \text{ mm}; c = 42 + 19 = 61 \text{ mm}$$

Únosnost styčnickového plechu P20 x 180 :  $A_{úč} = 3600 - 57 \cdot 20 = 2460 \text{ mm}^2 \rightarrow$

$$N_{Rd} = 2460 \cdot 355 = 873,3 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{873,3 \text{ kN} > N_{sd}}$$

Čep :  $d = 55 \text{ mm}$  -  $A = 2,376 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ,  $J = 0,4492 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ ,  $W_{el} = 16,334 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$  - S355

$$\text{Dvě stříhové plochy : } F_{v,Rd} = 2 \cdot 0,6 \cdot A \cdot f_{ub}/\gamma_{M2} = 2 \cdot 0,6 \cdot 2,376 \cdot 10^3 \cdot 490/1,45 =$$
$$= 963,5 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{963,5 \text{ kN} > N_{sd}}$$

$$\text{Ohyb čepu : } M_{sd} = N_{sd} (t_2 + 4c + 2 \cdot t_1)/8 = 409,6 \cdot 10^3 (20 + 4 \cdot 2 + 2 \cdot 12)/8 =$$
$$= 2,662 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{Rd} = 0,8 \cdot 16,334 \cdot 10^3 \cdot 335 = 4,377 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$(M_{sd}/M_{Rd})^2 + (N_{sd}/F_{v,Rd})^2 = (2,662 \cdot 10^6/4,377 \cdot 10^6)^2 + (409,6/963,5)^2 =$$
$$= 0,37 + 0,18 = \underline{0,55 < 1,0}$$

$$\text{Otláčení : } F_{b,Rd} = 1,5 \cdot t \cdot d \cdot f_{ub}/\gamma_{M2} = 1,5 \cdot 20 \cdot 55 \cdot 490/1,45 = 557,6 \cdot 10^3 \text{ N} =$$
$$= \underline{557,6 \text{ kN} > N_{sd}}$$

### Přenosová stěna :

Zarážky :  $R_y = \pm 38,3 \text{ kN} \rightarrow M_{sdy} = 0,1 \cdot 38,3 = 3,8 \text{ kNm}$

Profil : HEB 140 -  $A = 4,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $A_w = 644 \text{ mm}^2$ ;  $J_y = 15,10 \cdot 10^6$ ;

$$W_y = 216 \cdot 10^3 \text{ mm}^3; i_y = 59,3 \text{ mm}; g = 33,7 \text{ kg/m}; S235$$

$$M_{Rd} = 216 \cdot 10^3 \cdot 235 = 50,76 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 50,76 \text{ kNm} > M_{sdy}$$

$$F_{b,Rd} = A_w \cdot f_y/\sqrt{3}\gamma_{M0} = 644 \cdot 235/1,73 \cdot 1,15 = 75,98 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{75,98 \text{ kN} > R_y}$$



### Kotevní šrouby :

**M42x3** -  $A_s = 1206 \text{ mm}^2$ ; S355  $\rightarrow F_{t,Rd,ev} = 0,9 \cdot 490 \cdot 1206/1,45 = 366,8 \cdot 10^3 \text{ N} = 366,8 \text{ kN}$

2 šrouby M42x3 :  $F_{Rd,ev} = 2 \cdot 366,8 = 733,6 \text{ kN} > \max N_{Sd} = 415,6 \text{ kN}$  - bez redukce

Páčení :  $t_e = 4,3 \cdot (140 \cdot 42^2/75)^{1/3} = 64 \text{ mm} \rightarrow$

Součinitel páčení :  $\gamma_p = 1 + 0,005 \cdot (64^3 - 60^3)/42^2 = 1,13$

$\text{red} F_{Rd,ev} = 733,6/1,13 = 649,2 \text{ kN} > \max N_{Sd} = 409,6 \text{ kN}$

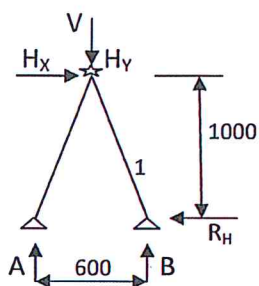
**Patní deska : P60x400-450** -  $W_{pl} = 0,25 \cdot 60^2 \cdot 1 = 900 \text{ mm}^3/\text{mm}$  ; S355

Namáhání od tahu kotevních šroubů :

$M_{Sd} = 366,8 \cdot 0,140 = 51,35 \text{ kNm}$

$M_{b,Rd} = 900 \cdot 280 \cdot 335 = 84,42 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 84,42 \text{ kNm} > M_{Sd}$

### Pilíř "B" - podpora trámu (Sn2, Sn13, Sn14, Sn15):



Sn2 :

$\max V = R_z = 162,0 \text{ kN}$  - NC5

$H_x = +267,9 \text{ kN}$  ;  $H_y = -60,3 \text{ kN}$  - NC5

$\max H_x = +428,9 \text{ kN}$  ;  $\max H_y = -194,7 \text{ kN}$  - NC3

$V = +95,8 \text{ kN}$  - NC3

$\min V = R_z = -46,5 \text{ kN}$  - tah - NC11

Sn15 :

$\max V = R_z = 158,6 \text{ kN}$  - NC3

$H_x = +158,3 \text{ kN}$  ;  $H_y = +53,0 \text{ kN}$  - NC3

$\max H_x = +508,1 \text{ kN}$  ;  $\max H_y = +201,5 \text{ kN}$  - NC5

$V = +81,3 \text{ kN}$  - NC5 ;

$\min V = R_z = -51,3 \text{ kN}$  - tah - NC11

$\max A = \max B = 0,5 \cdot 81,3 + 508,1 \cdot 1,0/0,6 + 0,5 \cdot 201,5 \cdot 1,9/1,47 = 1017,7 \text{ kN}$  - tlak

$\min A = \min B = 40,6 - 846,8 - 130,2 = -936,4 \text{ kN}$  - tah

Maximální síly působící na čep :  $\max R_z = -(162,0 + 60,3 \cdot 0,8/1,47) = -194,8 \text{ kN}$

$\max R_x = 508,1 \text{ kN}$

$\rightarrow F_{Sd} = (194,8^2 + 508,1^2)^{0,5} = 544,2 \text{ kN}$

Čepový přípoj :

Ložiskový čep :  $d = 60 \text{ mm} \rightarrow d_n = 62 \text{ mm}$

Styčnickové plechy : tl. 15 + 25 + 15 - S355  $c = 2 \text{ mm}$

$a = 544,2 \cdot 10^3 \cdot 1,45/2 \cdot 25 \cdot 355 + 2 \cdot 62/3 = 45 + 41 = 86 \text{ mm}$  ;  $c = 45 + 21 = 66 \text{ mm}$



Únosnost styčnickového plechu P25 x 220 :  $A_{úč} = 5500 - 62 \cdot 25 = 3950 \text{ mm}^2 \rightarrow$

$$N_{Rd} = 3950 \cdot 355 = 873,3 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{1402,3 \text{ kN} > N_{Sd}}$$

$$M_{b,Rd} = 0,167 \cdot 220^2 \cdot 25 \cdot 355 = 71,73 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

Čep : d = 60 mm -  $A = 2,827 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ,  $J = 0,636 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ ,  $W_{el} = 21,200 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$  - S355  
(s ohledem na rozhodující uložení zvětšen  $\varnothing$  čepu na 70 mm)

$$\text{Dvě stříhové plochy : } F_{v,Rd} = 2 \cdot 0,6 \cdot A \cdot f_{ub}/\gamma_{M2} = 2 \cdot 0,6 \cdot 2,827 \cdot 10^3 \cdot 490/1,45 = \\ = 1146,4 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{1146,4 \text{ kN} > N_{Sd}}$$

$$\text{Ohyb čepu : } M_{Sd} = N_{Sd} (t_2 + 4c + 2 \cdot t_1)/8 = 544,2 \cdot 10^3 (25 + 4 \cdot 2 + 2 \cdot 15)/8 = \\ = 4,285 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{Rd} = 0,8 \cdot 21,20 \cdot 10^3 \cdot 335 = 5,682 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$(M_{Sd}/M_{Rd})^2 + (N_{Sd}/F_{v,Rd})^2 = (4,285 \cdot 10^6/5,682 \cdot 10^6)^2 + (544,2/1146,4)^2 = \\ = 0,57 + 0,22 = \underline{0,79 < 1,0}$$

$$\text{Otláčení : } F_{b,Rd} = 1,5 t \cdot d \cdot f_{ub}/\gamma_{M2} = 1,5 \cdot 25 \cdot 60 \cdot 490/1,45 = 760,3 \cdot 10^3 \text{ N} = \\ = \underline{760,3 \text{ kN} > N_{Sd}}$$

Pрут 1 :

$$\max N_1 = -1017,7/\sin 73^\circ = -1064,2 \text{ kN} = N_{Sd}$$

Profil : 2U140 + P15x 250 -  $A = 7,83 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $J = 11,409 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ ;  $i = 38,2 \text{ mm}$

$$\lambda = 1031/38,2 = 27 < 40$$

$$N_{Rd} = 7,83 \cdot 10^3 \cdot 355 = 2779,6 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{2779,6 \text{ kN} > N_{Sd}}$$

Kotevní šrouby :

$$\underline{\text{M48x3}} - A_s = 1604 \text{ mm}^2; \text{ S355} \rightarrow F_{t,Rd,ev} = 0,9 \cdot 490 \cdot 1604/1,45 = 487,8 \cdot 10^3 \text{ N} = \\ = 487,8 \text{ kN}$$

$$2 \text{ šrouby M48x3 : } F_{Rd,ev} = 2 \cdot 487,8 = \underline{975,6 \text{ kN} > \max A = 936,4 \text{ kN}}$$

Patní deska : t = 60 mm -  $W_{pl} = 0,25 \cdot 60^2 \cdot 250 = 225 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$  ; S355

$$\text{Páčení : } t_e = 4,3 \cdot (125 \cdot 48^2/100)^{1/3} = 61 \text{ mm} \rightarrow$$

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \cdot (61^3 - 60^3)/48^2 = 1,024$$

$$\text{red } F_{Rd,ev} = 975,6/1,024 = \underline{952,7 \text{ kN} > \max N_{Sd} = 936,4 \text{ kN}}$$

Namáhání patní desky od tahu kotevních šroubů :

$$M_{Sd} = 487,6 \cdot 0,125 = 60,95 \text{ kNm}$$

$$M_{b,Rd} = 225 \cdot 10^3 \cdot 335 = 75,37 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = \underline{75,37 \text{ kNm} > M_{Sd}}$$

Namáhání patní desky od betonu základu :

$$c = t \cdot (f_y/3 \cdot f_j \cdot \gamma_{MO})^{0,5} = 60 \cdot (335/3 \cdot 20 \cdot 1,15)^{0,5} = 132 \text{ mm}$$

$$\min b = 1017,7 \cdot 10^3 / (2 \cdot 132 + 15) \cdot 20 = 182 \text{ mm}$$

$$88144 \text{ mm}^2$$

$$M_{S,d} = (1017,7 \cdot 10^3 / 135000) \cdot 0,5 \cdot 132^2 = 7,5 \cdot 0,5 \cdot 132^2 = \\ = \underline{65,7 \cdot 10^3 \text{ Nmm/mm} < M_{b,Rd}}$$

#### Ložisko pylonu :

Sn11:

$\max V = R_z = 2217,1 \text{ kN}$  - tlak - NC3

$\max H_x = -387,9 \text{ kN}$  ;  $H_y = 0,0 \text{ kN}$  - NC3

Sn12 :

$\max V = R_z = 2253,8 \text{ kN}$  - tlak - NC5

$\max H_x = -377,2 \text{ kN}$ ;  $\max H_y = +32,8 \text{ kN}$  - NC5

$V = R_z = 1790,4 \text{ kN}$  - NC3

#### Ložiskový trn :

**Hranol 150x100 - 1000** - S355 - poloměr horní plochy  $r = 400 \text{ mm}$

Zatížení trnu kolmo k rovině patní desky:

$q = (V_{11} + V_{12}) \cdot 1,015/1000 = (2217 + 1790) \cdot 1,015/1000 = 4,066 \text{ kN/mm} \rightarrow$

soustředěný tlak  $\sigma = 0,42 (q \cdot E/r)^{0,5} = 0,42 \cdot (4,1 \cdot 10^3 \cdot 0,21 \cdot 10^6/400)^{0,5} = 616 \text{ MPa} < R_H$

Tlak na patní desku :

$\sigma = 4066/150 = 27 \text{ MPa} < f_y$

#### Patní deska :

**P80 x 500 - 1000** -  $W_{pl} = 1600 \text{ mm}^3/\text{mm}$

$M_{b,Rd} = 1600 \cdot 335 = 536,0 \cdot 10^3 \text{ Nmm/mm}$

$c = t \cdot (f_y/3 \cdot f_j \cdot \gamma_{MO})^{0,5} = 80 \cdot (335/3 \cdot 20 \cdot 1,15)^{0,5} = 176 \text{ mm} - 2 \cdot c + 150 > 500 \rightarrow$

$\rightarrow$  Napětí betonu :  $\sigma_b = 4066 \cdot 10^3 / (500 \cdot 1000) = 8,1 \text{ MPa} < f_j$

Namáhání patní desky :  $M_{s,d} = 8,1 \cdot 0,5 \cdot 175^2 = 124,0 \cdot 10^3 \text{ Nmm/mm} < M_{b,Rd}$

**Zarážky :**  $R_y = \pm 387,9 \text{ kN} \rightarrow M_{sdy} = 0,15 \cdot 387,6 = 58,1 \text{ kNm}$

**Profil : IS 2xP20x160 + P20x160** -  $A = 9,60 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $A_w = 3,20 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;

$J_y = 58,88 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ ;  $W_y = 588,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ;  $g = 76,8 \text{ kg/m}$ ; S355

$M_{Rd} = 588,8 \cdot 10^3 \cdot 355 = 209,0 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 209,0 \text{ kNm} > M_{sdy}$

$F_{b,Rd} = A_w \cdot f_y / \sqrt{3} \gamma_{MO} = 3200 \cdot 355 / 1,73 \cdot 1,15 = 571,0 \cdot 10^3 \text{ N} = 571,0 \text{ kN} > R_y$

**Podpora "C" (pravobřežní pilíř) - (Sn5, Sn6):**

$$R_z = +691,8 \text{ kN} - \text{NC3 přední} - \text{Sn5}; \quad R_z = +891,0 \text{ kN} - \text{NC3 zadní} - \text{Sn6}$$

$$R_y = -115,6 \text{ kN} - \text{NC3}$$

$$\max R_y = +141,3 \text{ kN} - \text{NC5}; \quad R_z = +889,1 \text{ kN} - \text{NC5 zadní} - \text{Sn6}$$

**Stojka :**

$$\max N_{sd} = R_z \pm R_y \cdot h/\bar{s} = -889,1 - 141,3 \cdot 1,95/4,2 = -955,0 \text{ kN} - \text{tlak} - \text{NC17}$$

**T P15x300+P15x50 :**  $A = 5,25 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $J_y = 0,9194 \cdot 10^6$ ;  $i_y = 13,2 \text{ mm}$ ;

$$g = 42,0 \text{ kg/m}; S_{235}$$

$$e = 15 \cdot 50 \cdot 32,5/5250 = 4,6 \text{ mm} \rightarrow J_y = (15^3 \cdot 300 + 50^3 \cdot 15)/12 + 750 \cdot 27,9^2 + 4500 \cdot 4,6^2 = 0,9194 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$L_{cr} = 810 \text{ mm} \rightarrow \lambda = 810/13,2 = 61,4 \rightarrow \lambda = 0,65 \rightarrow \chi = 0,755$$

$$N_{b,Rd} = 0,755 \cdot 5,25 \cdot 10^3 \cdot 235 = 931,5 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{\underline{931,5 \text{ kN} > N_{sd}/2}}$$

Čepový přípoj :

$$\text{Ložiskový čep : } d = 80 \text{ mm} \rightarrow d_0 = 82 \text{ mm}$$

$$\text{Styčnickové plechy : } \underline{\text{tl. } 15 + 30 + 15 - S355} \quad c = 2 \text{ mm}$$

$$a = 955,0 \cdot 10^3 \cdot 1,45/(2 \cdot 30 \cdot 355) + 2 \cdot 82/3 = 65 + 55 = 120 \text{ mm}; c = 65 + 28 = 93 \text{ mm}$$

$$\text{Únosnost styčnickového plechu } \underline{P30 \times 300} : A_{u\check{c}} = 9000 - 82 \cdot 30 = 6540 \text{ mm}^2 \rightarrow$$

$$N_{Rd} = 6540 \cdot 355 = 2321,7 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{\underline{2321,7 \text{ kN} > N_{b,Rd} \text{ stojky}}}$$

$$\underline{\text{Čep : } d = 80 \text{ mm}} - A = 5,026 \cdot 10^3 \text{ mm}^2, J = 2,011 \cdot 10^6 \text{ mm}^4, W_{el} = 50,265 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 - S355$$

$$\text{Dvě stříhové plochy : } F_{v,Rd} = 2 \cdot 0,6 \cdot A \cdot f_{ub}/\gamma_{M2} = 2 \cdot 0,6 \cdot 5,026 \cdot 10^3 \cdot 490/1,45 = 2038,1 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{\underline{2038,1 \text{ kN} > N_{sd}}}$$

$$\text{Ohyb čepu : } M_{sd} = N_{sd} (t_2 + 4c + 2 \cdot t_1)/8 = 955,0 \cdot 10^3 (30 + 4 \cdot 2 + 2 \cdot 15)/8 = 8,117 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{Rd} = 0,8 \cdot 50,265 \cdot 10^3 \cdot 335 = 14,275 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$(M_{sd}/M_{Rd})^2 + (N_{sd}/F_{v,Rd})^2 = (8,117 \cdot 10^6/14,275 \cdot 10^6)^2 + (955,0/2038,1)^2 = 0,32 + 0,22 = \underline{\underline{0,54 < 1,0}}$$

$$\text{Otláčení : } F_{b,Rd} = 1,5 \cdot t \cdot d \cdot f_{ub}/\gamma_{M2} = 1,5 \cdot 30 \cdot 80 \cdot 490/1,45 = 1216,5 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{\underline{1216,5 \text{ kN} > N_{sd}}}$$

**Patní deska :**

$$A = N_{sd}/f_{c,k} = 955,0 \cdot 10^3/20 = 4775 \text{ mm}^2 \rightarrow 220 \times 220$$

$$c = t \cdot (f_y/3 \cdot f_j \cdot \gamma_{MO})^{0,5} = 30 \cdot (355/3 \cdot 20 \cdot 1,15)^{0,5} = 68 \text{ mm}$$

$\rightarrow$  patní deska min. **P30x350 - 450**

$$M_{S,d} = \{955,0 \cdot 10^3 / 420 \cdot (2 \cdot 68 + 30)\} \cdot 0,5 \cdot 68^2 = 13,70 \cdot 0,5 \cdot 68^2 =$$

$$= \underline{31,7 \cdot 10^3 \text{ Nmm/mm}}$$

$$M_{b,Rd} = 0,25 \cdot 30^2 \cdot 355 = \underline{79,875 \cdot 10^3 \text{ Nmm/mm}} > M_{S,d}$$

**Diagonály vodorovného ztužení :**

$$R_y = 141,3 \text{ kN} \rightarrow \text{síla v diagonále } N_{Sd} = \pm 0,5 \cdot 141,3 \cdot 2,240 / 1,881 = \pm 84,1 \text{ kN}$$

**Profil TRØ114,3x5 :**  $A = 1,72 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $J_y = 2,57 \cdot 10^6$ ;  $W_y = 45,0 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ;  
 $i = 38,7 \text{ mm}$ ;  $g = 13,5 \text{ kg/m}$ ; S235

$$L_{cr} = 2300 \text{ mm} \rightarrow \lambda = 2300 / 38,7 = 59,4 \rightarrow \bar{\lambda} = 0,63 \rightarrow \chi = 0,878$$

$$N_{b,Rd} = 0,878 \cdot 1,72 \cdot 10^3 \cdot 235 = 354,9 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{354,9 \text{ kN}} > N_{Sd}$$

**Čepový přípoj :**

$$\text{Ložiskový čep : } d = 50 \text{ mm} \rightarrow d_0 = 52 \text{ mm}$$

$$\text{Styčnickové plechy : tl. } 12 + 20 + 12 - \text{S355} \quad c = 2 \text{ mm}$$

$$a = 354,9 \cdot 10^3 \cdot 1,45 / 2 \cdot 20 \cdot 355 + 2 \cdot 52 / 3 = 36 + 35 = 71 \text{ mm}; c = 36 + 14 = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Únosnost styčnickového plechu P20 x 190 : } A_{úč} = 3800 - 52 \cdot 20 = 2760 \text{ mm}^2 \rightarrow$$

$$N_{Rd} = 2760 \cdot 355 = 979,8 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{979,8 \text{ kN}} > N_{Sd}$$

$$\text{Čep : } d = 50 \text{ mm} - A = 1,963 \cdot 10^3 \text{ mm}^2, J = 0,3068 \cdot 10^6 \text{ mm}^4, W_{el} = 12,272 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 - \text{S355}$$

$$\text{Dvě stříhové plochy : } F_{v,Rd} = 2 \cdot 0,6 \cdot A \cdot f_{ub} / \gamma_{M2} = 2 \cdot 0,6 \cdot 1,963 \cdot 10^3 \cdot 490 / 1,45 =$$

$$= 796,0 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{796,0 \text{ kN}} > N_{Sd}$$

$$\text{Ohyb čepu : } M_{Sd} = N_{Sd} (t_2 + 4c + 2 \cdot t_1) / 8 = 354,9 \cdot 10^3 (20 + 4 \cdot 2 + 2 \cdot 12) / 8 =$$

$$= 2,307 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{Rd} = 0,8 \cdot 12,272 \cdot 10^3 \cdot 335 = 3,289 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$(M_{Sd} / M_{Rd})^2 + (N_{Sd} / F_{v,Rd})^2 = (2,307 \cdot 10^6 / 3,289 \cdot 10^6)^2 + (354,9 / 796,0)^2 =$$

$$= 0,49 + 0,20 = \underline{0,69} < 1,0$$

$$\text{Otláčení : } F_{b,Rd} = 1,5 \cdot t \cdot d \cdot f_{ub} / \gamma_{M2} = 1,5 \cdot 20 \cdot 50 \cdot 490 / 1,45 = 506,9 \cdot 10^3 \text{ N} =$$

$$= \underline{506,9 \text{ kN}} > N_{Sd}$$



**Podpora "D" (pravobřežní opěra) - (Sn8, Sn9):**

$R_z = +191,7 \text{ kN}$  - NC5 zadní (Sn8);  $R_z = -106,1 \text{ kN}$  - NC7 přední (Sn9) - tah

$\max R_y = +18,9 \text{ kN}$  - NC15

$R_z = +61,0 \text{ kN}$  - NC3 zadní (Sn8)

Stojka :

$\max N_{sd} = R_z \pm R_y \cdot h/\bar{s} = -191,7 - 18,9 \cdot 0,5/3,2 = -194,7 \text{ kN}$  - tlak - NC5

Čepový přípoj :

Ložiskový čep :  $d = 70 \text{ mm} \rightarrow d_0 = 72 \text{ mm}$

Styčnickové plechy : tl. 12 + 20 + 12 - S355  $c = 2 \text{ mm}$

$a = 194,7 \cdot 10^3 \cdot 1,45/2 \cdot 20 \cdot 355 + 2 \cdot 72/3 = 20 + 47 = 67 \text{ mm}$ ;  $c = 20 + 24 = 44 \text{ mm}$

Únosnost styčnickového plechu P20 x 160 :  $A_{u\check{z}} = 3200 - 72 \cdot 20 = 1760 \text{ mm}^2 \rightarrow$

$N_{Rd} = 1760 \cdot 355 = 624,8 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{624,8 \text{ kN} > N_{sd}}$

Čep :  $d = 70 \text{ mm}$  -  $A = 3,848 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ,  $J = 1,1786 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ ,  $W_{el} = 33,674 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$  - S355

Dvě stříhové plochy :  $F_{v,Rd} = 2 \cdot 0,6 \cdot A \cdot f_{ub}/\gamma_{M2} = 2 \cdot 0,6 \cdot 3,848 \cdot 10^3 \cdot 490/1,45 =$   
 $= 1560,4 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{1560,40 \text{ kN} > N_{sd}}$

Ohyb čepu :  $M_{sd} = N_{sd} \cdot e = 194,7 \cdot 10^3 \cdot 40 = 7,788 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$

$M_{Rd} = 0,8 \cdot 33,674 \cdot 10^3 \cdot 335 = 9,025 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$

$(M_{sd}/M_{Rd})^2 + (N_{sd}/F_{v,Rd})^2 = (7,788 \cdot 10^6/9,025 \cdot 10^6)^2 + (194,7/1560,4)^2 =$   
 $= 0,74 + 0,02 = \underline{0,76 < 1,0}$

Otlačení :  $F_{b,Rd} = 1,5 \cdot t \cdot d \cdot f_{ub}/\gamma_{M2} = 1,5 \cdot 20 \cdot 70 \cdot 490/1,45 = 709,6 \cdot 10^3 \text{ N} =$   
 $= \underline{709,6 \text{ kN} > N_{sd}}$

Kotevní šrouby :

M36 -  $A_s = 817 \text{ mm}^2$ ; S355  $\rightarrow F_{t,Rd,ev} = 0,9 \cdot 490 \cdot 817/1,45 = 248,5 \cdot 10^3 \text{ N} =$   
 $= 248,5 \text{ kN}$

2 šrouby M36 :  $F_{Rd,ev} = 2 \cdot 248,5 = \underline{497,0 \text{ kN} > \max N_{sd} = 109,1 \text{ kN}}$

Páčení :  $t_e = 4,3 \cdot (140 \cdot 36^2/75)^{1/3} = 58 \text{ mm} \rightarrow$

$\gamma_p = 1 + 0,005 \cdot (58^3 - 40^3)/36^2 = 1,50$

$\text{red} F_{Rd,ev} = 733,6/1,50 = \underline{489,1 \text{ kN} > \max N_{sd} = 415,6 \text{ kN}}$

**Patní deska : P40x450-300** -  $W_{ypl} = 0,25 \cdot 40^2 = 400 \text{ Nmm/mm}$ ; S 355

$$c = t \cdot (f_y/3 \cdot f_j \cdot \gamma_{MO})^{0,5} = 40 \cdot (355/3 \cdot 20 \cdot 1,15)^{0,5} = 91 \text{ mm}$$

$$\min b = 194700/(2 \cdot 91 + 20) \cdot 20 = 48 \text{ mm}$$

$$M_{s,d} = \{194,7 \cdot 10^3 / 250 \cdot (2 \cdot 91 + 20)\} \cdot 0,5 \cdot 91^2 = 3,86 \cdot 0,5 \cdot 91^2 = \\ = \underline{16,0 \cdot 10^3 \text{ Nmm/mm} - \text{od tlaku betonu}}$$

$$M_{s,d} = 0,5 \cdot 497,0 \cdot 10^3 \cdot 115/230 = \underline{124 \cdot 10^3 \text{ Nmm/mm} - \text{od tahu kotevních šroubů}}$$

$$M_{b,Rd} = 400 \cdot 355 = \underline{142,0 \cdot 10^3 \text{ Nmm/mm} > M_{s,d}}$$

**Podpora "E" (nástupní rampa) - (Sn10):**

$$R_z = +224,6 \text{ kN} - \text{NC3 tlak}; \quad R_z = 224,6 \text{ kN} - \text{NC5 - tlak}$$

$$\max R_x = -29,7 \text{ kN} - \text{NC3} \quad R_x = +29,7 \text{ kN} - \text{NC5}$$

**Ložiskový trn :**

**Hranol 100x75 - 150** - S355 - poloměr horní plochy  $r = 400 \text{ mm}$

Zatížení trnu kolmo k rovině patní desky:

$$q = 0,5 \cdot R_z = 0,5 \cdot 224,6/150 = 0,75 \text{ kN/mm} \rightarrow$$

$$\text{soustředěný tlak } \sigma = 0,42 (q \cdot E/r)^{0,5} = 0,42 \cdot (0,75 \cdot 10^3 \cdot 0,21 \cdot 10^6/400)^{0,5} = \underline{263 \text{ MPa} < R_H}$$

Tlak na patní desku :

$$\sigma = 124600/(100 \cdot 150) = 8,3 \text{ MPa} < f_y$$

**Patní deska : P40x250-350** -  $W_{ypl} = 0,25 \cdot 40^2 = 400 \text{ Nmm/mm}$ ; S 355

$$c = t \cdot (f_y/3 \cdot f_j \cdot \gamma_{MO})^{0,5} = 40 \cdot (355/3 \cdot 20 \cdot 1,15)^{0,5} = 91 \text{ mm}$$

$$\min b = 112600/(2 \cdot 91 + 100) \cdot 20 = 20 \text{ mm}$$

$$M_{s,d} = \{112,3 \cdot 10^3 / (282 \cdot 332)\} \cdot 0,5 \cdot 91^2 = 1,20 \cdot 0,5 \cdot 91^2 = \\ = \underline{5,0 \cdot 10^3 \text{ Nmm/mm} - \text{od tlaku betonu}}$$

$$M_{b,Rd} = 400 \cdot 355 = \underline{142,0 \cdot 10^3 \text{ Nmm/mm} > M_{s,d}}$$

### Pylon :

Pylon navržen jako členěný prut s rámovými příčkami

Síly v prutech Vierendeelova nosníku:

$\max N_{s,d} = -2224,0 \text{ kN}$  - NC5 přední;  $R_z = -1955,0 \text{ kN}$  - NC5 zadní

$\max M_y = +133,5 \text{ kNm}$  - NC5

$M_y = +132,4 \text{ kNm}$  - NC5 zadní

$\max M_z = 41,8 \text{ kNm}$  - NC5

Vzpěrné délky :  $L_y = 23700 \text{ mm} = L_z$

**Uzavřený profil 2x250x15 + 2x720x15 :**  $A = 29,10 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $J_y = 1946,2 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ ;

**CS6**  $W_y = 5189,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ;  $W_{y,pl} = 6644,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ;  $J_z = 337,7 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ ;

$W_z = 2701,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ;  $W_{z,pl} = 3006,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ;  $i_y = 258,6 \text{ mm}$ ;  $i_z = 107,7 \text{ mm}$ ;

$g = 232,8 \text{ kg/m}$ ; S235

**Stabilita stěn profilu dřívku pylonu:**

Pásnice :  $d/t_w = 250/15 = 17 < 33$

tab. 6.2

Stěna - podélná výztuha uprostřed:  $d/t_w = 360/15 = 24 < 33$

**Třída profilu 1**

**Podélná výztuha :**

$a = h_0 = 2414 \text{ mm}$ ;  $d = 720 \text{ mm}$ ;  $d_1 = 360 \text{ mm}$

**Profil : IS P10x230 + 2xP15x450 -  $J_y = J_z = 139,8 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$**

$J_s > 0,1 \cdot d \cdot t_w^3 \cdot K_s \cdot \gamma_s = 0,1 \cdot 720 \cdot 15^3 \cdot 1,25 \cdot 143,7 = 43,65 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$  6.54

$a/d = 2194/720 = 3,05$ ;  $d/t_w = 720/15 = 48 \rightarrow K_s = 1,25$  tab. 6.6

$\gamma_s = \{ [\gamma_N(\sigma_{N,i} \cdot \gamma_{M1}) / (\rho_{N,i} \cdot f_{yw}) + \gamma_M(\sigma_{M,i} \cdot \gamma_{M1}) / (\rho_{M,i} \cdot f_{yw})]^2 + [\gamma_M(\tau_{V,i} \cdot \gamma_{M1} \cdot \sqrt{3}) / (\rho_{V,i} \cdot f_{yw})]^2 \}^{0,5} =$

$= \{ [317,5(76 \cdot 1,3) / (0,93 \cdot 235) + 1,3(20 \cdot 1,3) / (0,93 \cdot 235)]^2 \}^{0,5} = 143,7$

$\sigma_{N,i} = -2224,0 \cdot 10^3 / 29,10 \cdot 10^3 = -76 \text{ MPa}$

$\sigma_{Mz,i} = 41,8 \cdot 10^6 / 3006,8 \cdot 10^3 = \pm 14 \text{ MPa}$

$\sigma_{My,i} = 133,5 \cdot 10^6 / 6644,3 \cdot 10^3 = \pm 20 \text{ MPa}$

$\left. \begin{array}{l} \sigma_{N,i} = -2224,0 \cdot 10^3 / 29,10 \cdot 10^3 = -76 \text{ MPa} \\ \sigma_{Mz,i} = 41,8 \cdot 10^6 / 3006,8 \cdot 10^3 = \pm 14 \text{ MPa} \\ \sigma_{My,i} = 133,5 \cdot 10^6 / 6644,3 \cdot 10^3 = \pm 20 \text{ MPa} \end{array} \right\} \sigma_1 = 110 \text{ MPa}; \sigma_2 = 70 \text{ MPa} \rightarrow \psi = 0,64$

$K_\sigma = 8,2 / (1,05 + 0,64) = 4,85$

$\tau_{V,i} = 0,5 \cdot 24 \cdot 10^3 / 720 \cdot 15 = 1,1 \text{ MPa}$  - smykové napětí je zanedbatelné

$\delta_1 = 720/360 = 2$ ;  $\delta = 100 \cdot 15/720 \cdot 15 = 0,14$

$K_1 = [(1,25 - 1,17 \cdot 2 + 0,935 \cdot 4)^2 + 2 \cdot 8 \cdot 0,14]^{0,5} = 3,04 \rightarrow$

$\rightarrow \gamma_N = 0,5[4 \cdot 4 \cdot (1 + 4) - 2] \cdot 3,04^2 - 0,5 \cdot 3,04^4 + (1 + 0,28)0,14 + 2(3,04 - 1,1)^2 \cdot [1 - 16/2^4] -$

$- 0,5 + 8/2^4 = 360 - 42,7 + 0,18 + 0 - 0,5 + 0,5 = 317,5$

$\gamma_M = 1,3$

tab. 6.7

$\bar{\lambda}_p = b / (28,4 \cdot t \cdot \sqrt{k_\sigma}) = 720 / (28,4 \cdot 15 \cdot \sqrt{4,85}) = 0,767$

$\rho = (\bar{\lambda}_p - 0,22) / \lambda_p^2 = (0,767 - 0,22) / 0,767^2 = 0,93$

**Posouzení dřívku pylonu ve směru osy mostu:**

$\lambda_y = 23700/258,6 = 91,6 \rightarrow \bar{\lambda} = 0,976 \rightarrow \chi = 0,61$

$N_{b,Rd} = 0,610 \cdot 29,1 \cdot 10^3 \cdot 235 = 4171,5 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{4171,5 \text{ kN}}$

$M_{y,d} = W_{y,pl} \cdot f_y = 6644,3 \cdot 10^3 \cdot 235 = 1561,4 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = \underline{1561,4 \text{ kNm} > M_{max}}$

$M_{z,d} = W_{z,pl} \cdot f_y = 3006,8 \cdot 10^3 \cdot 235 = 706,60 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = \underline{706,6 \text{ kNm}}$

$2224,0/4171,5 + 133,5/1561,4 = \underline{0,62 < 1,0}$

**Posouzení dřívku pylonu jako členěného prutu :**

$$a = 2850 \text{ mm}; h_0 = 2864 \text{ mm}; J_f = J_z = 337,7 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

**Příčky :**

**Uzavřený profil 2x250x15 + 2x470x15 :**  $A = 21,60 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $J_z = 234,0 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ ;

**CS5**  $W_z = 1872,0 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ;  $W_{z,pl} = 2125,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ;  $J_y = 700,7 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ ;

$W_y = 2802,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ;  $W_{y,pl} = 3475,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ ;  $i_z = 258,6 \text{ mm}$ ;  $i_y = 107,7 \text{ mm}$ ;

$g = 232,8 \text{ kg/m}$ ; S235

**Stabilita stěn profilu příčky pylonu:**

Pásnice :  $d/t_w = 250/15 = 17 < 33$

tab. 6.2

Stěna:  $38 > d/t_w = 520/15 = 35 > 33$  - profil třídy 2

$$N_{f,Sd} = 0,5 \{ 2 \cdot N_{S,d} + (M_s \cdot h_0 A_f) / J_{eff} \} = \quad (6.84)$$

$$= 0,5 \cdot \{ -2 \cdot 2224,0 \cdot 10^3 + (220,289 \cdot 10^6 \cdot 2864 \cdot 29,10 \cdot 10^3) / (120,022 \cdot 10^9) \} =$$

$$= 0,5 \cdot \{ 4448,0 \cdot 10^3 + 152,97 \cdot 10^3 \} = 2300,5 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{2300,5 \text{ kN} < N_{b,Rd} = 4171,5 \text{ kN}}$$

$$V_s = \pi \cdot M_s / L_{cr} = \pi \cdot 220,289 \cdot 10^6 / 23700 = 29,2 \cdot 10^3 \text{ N} \rightarrow \quad (6.82)$$

$$\rightarrow M_1 = 29,2 \cdot 10^3 \cdot 2850/4 = 20,8 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 20,8 \text{ kNm}$$

$$M_s = (2 \cdot N_{S,d} \cdot e_0) / (1 - 2 \cdot N_{S,d} / N_{cr} - 2 \cdot N_{S,d} / S_v) = \quad (6.85)$$

$$= 4448 \cdot 10^3 \cdot 47,4 / (1 - 4448 \cdot 10^3 / 259,988 \cdot 10^6 - 4448 \cdot 10^3 / 172,34 \cdot 10^6) = 220,289 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$S_v : n \cdot J_b / h_0 = 1 \cdot 234,0 \cdot 10^6 / 2414 = 97 \cdot 10^3 > 10 \rightarrow \quad (6.86)$$

$$\rightarrow S_v = 2 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot J_f / a^2 = 2 \cdot \pi^2 \cdot 0,21 \cdot 10^6 \cdot 337,7 \cdot 10^6 / 2850^2 = 172,34 \cdot 10^6$$

$$J_0 = 2 \cdot A_f \cdot (0,5 \cdot h_0)^2 = 2 \cdot 29,1 \cdot 10^3 \cdot (0,5 \cdot 2864)^2 = 119,346 \cdot 10^9 \text{ mm}^4 \rightarrow i_z = 1432 \text{ mm}$$

$$\lambda_{cr} = 29700/1432 = 21$$

$$e_0 = L_{cr}/500 = 23700/500 = 47,4 \text{ mm}$$

$$N_{cr} = \pi^2 \cdot E \cdot J_{eff} / L_{cr}^2 = \pi^2 \cdot 0,21 \cdot 10^6 \cdot 70,458 \cdot 10^9 / 23700^2 = 259,988 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$J_{eff} = 0,5 \cdot 2864^2 \cdot 29,1 \cdot 10^3 + 2 \mu \cdot J_f = 119,346 \cdot 10^9 + 2 \cdot 337,7 \cdot 10^6 = 120,022 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$\mu = 1$$

$$\lambda = \lambda_{cr} / i_0 = 21/1436 = 0,015$$

$$i_0 = \sqrt{(0,5 \cdot J_1 / A_f)} = \sqrt{(0,5 \cdot 120,022 \cdot 10^9 / 29,10 \cdot 10^3)} = 1436$$

$$J_1 = J_{eff} \text{ pro } \mu = 1 \rightarrow J_1 = 120,022 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

**Posouzení profilu dřívku pylonu jako členěného prutu:**

$$2300,5/4171,5 + 133,5/1561,4 + (20,8 + 41,8)/706,6 =$$

$$= 0,55 + 0,09 + 0,09 = \underline{0,73 < 1,0}$$



### Hlavní trám :

V poli v místě připojení boční rampy :

$$\begin{aligned} \max M_{y,Sd} &= -1323,6 \text{ kNm} - \text{NC7}; & \max M_{z,Sd} &= +9,5 \text{ kNm} - \text{NC17} \\ N_{Sd} &= +17,6 \text{ kN} - \text{NC7}; & \max N_{Sd} &= +86,6 \text{ kN} - \text{NC17}; & V_z &= 400,0 \text{ kN} - \text{NC27} \end{aligned}$$

Profil :  $\square$  S P35x300+2xP12x600+P40x240 -  $A = 34,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $J_y = 2,149 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$ ;

**CS33**  $W_y = 6,655 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $W_{y,pl} = 8,029 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $J_z = 0,3536 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$ ;  
 $W_z = 2,357 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $W_{z,pl} = 3,178 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $i_y = 249,6 \text{ mm}$ ;  
 $i_z = 101,2 \text{ mm}$ ;  $g = 276,0 \text{ kg/m}$ ; S235

Stabilita stěny :

Stěna :  $t_w = 12 \text{ mm}$ ;  $d = \bar{b} = 600 - 15 - 40 - 2 \cdot 10 = 525 \text{ mm}$  - ( $\epsilon = 1$  - mat. S235)

$$\beta_w = d/t_w = 525/12 = 44 < 72 \rightarrow \text{průřez třídy 1} \quad \text{Tab. 6.2}$$

$$\beta_w < 70 - \text{příčné výtuhky po } 5000 \text{ mm} \quad \alpha = 5000/740 = 6,76$$

$$\text{Vzpěrné délky } l_z = 5000 \text{ mm}; l_y = 0,61 \cdot 15000 = 9150 \text{ mm}; \quad \text{C.10)}$$

$$\lambda_z = 5000/107,1 = 46 \rightarrow > 40; \quad \lambda_y = 9150/249,6 = 36,6 < 40$$

$$\beta_{1,v} = 90(0,7 + 0,3 / 6,76^2) = 63,6 > \beta_w \rightarrow \quad (6.30)$$

$$\rightarrow V_{pl,Rd} = 2 \cdot 12 \cdot 600 \cdot 235/\sqrt{3} = 1,95 \cdot 10^6 \text{ N} = \underline{1,95 \cdot 10^3 \text{ kN}} \quad (6.31)$$

$$V_z / V_{pl,Rd} = 400,0 / 1,95 \cdot 10^3 = 0,20 < 0,5$$

$$M_{b,Rd,y} = 8,029 \cdot 10^6 \cdot 235 = 1886,8 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = \underline{1886,8 \text{ kNm}} > \max M_{y,Sd}$$

$$M_{b,Rd,z} = 3,178 \cdot 10^6 \cdot 235 = 746,8 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = \underline{746,8 \text{ kNm}} > \max M_{z,Sd}$$

$$N_{b,Rd} = 34,5 \cdot 10^3 \cdot 235 = 8107,5 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{8107,5 \text{ kN}}$$

$$17,6/8107,5 + 1323,6/1886,8 + 9,5/746,8 = 0,01 + 0,70 + 0,01 = \underline{0,72 < 1,0}$$

**Nad podporou "C":**

$$\max M_{y,Sd} = -3051,2 \text{ kNm} - \text{NC27 - zadní trám}; \quad V_z = 441,3 \text{ kN} - \text{NC27}$$

$$M_{z,Sd} = 20,6 \text{ kNm} - \text{NC27} \quad \max M_{z,Sd} = -26,1 \text{ kNm} - \text{NC17 - zadní trám}$$

$$\max N_{Sd} = -91,0 \text{ kN} - \text{NC1 - zadní trám} \quad N_{Sd} = -80,0 \text{ kN} - \text{NC27 - zadní trám}$$

Profil :  $\square$  S P30x350+2xP15x940+P45x240 -  $A = 49,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $J_y = 6,5909 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$ ;

**CS44**  $W_y = 13,289 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $W_{y,pl} = 16,409 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $J_z = 0,5895 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$ ;  
 $W_z = 3,930 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $W_{z,pl} = 5,031 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $i_y = 368,5 \text{ mm}$ ;  $i_z = 107,0 \text{ mm}$ ;  
 $g = 329,6 \text{ kg/m}$ ; S235

Stabilita stěny :

Stěna :  $t_w = 15 \text{ mm}$ ;  $d = \bar{b} = 940 - 15 - 45 - 2 \cdot 10 = 860 \text{ mm}$  - ( $\epsilon = 1$  - mat. S235)

$$\beta_w = d/t_w = 860/15 = 57 < 72 \rightarrow \text{průřez třídy 1} \quad \text{Tab. 6.2}$$

$$\beta_w > 70 - \text{příčné výtuhky po } 5000 \text{ mm} \rightarrow \alpha = 5000/860 = 5,81 \quad (6.29)$$

$$\text{Vzpěrné délky } l_z = 5000 \text{ mm}; l_y = 0,61 \cdot 15000 = 9150 \text{ mm};$$

$$\lambda_z = 5000/107,0 = 46 \rightarrow \bar{\lambda}_z = 0,49 \rightarrow \chi_y = 0,889$$

$$\lambda_y = 9150/368,5 = 25 < 40$$

$$\beta_{1,v} = 90(0,7 + 0,3 / 5,81^2) = 63,7 > \beta_w \rightarrow$$

$$\rightarrow V_{pl,Rd} = 2 \cdot 15 \cdot 940 \cdot 235/\sqrt{3} = 3,82 \cdot 10^6 \text{ N} = \underline{3,82 \cdot 10^3 \text{ kN}} \quad (6.31)$$

$$V_z / V_{pl,Rd} = 441,3 / 3,82 \cdot 10^3 = 0,11 < 0,5$$

$$M_{b,Rd,y} = 16,409 \cdot 10^6 \cdot 235 = 3856,1 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 3856,1 \text{ kNm} > \max M_{y,Sd}$$

$$M_{b,Rd,z} = 5,031 \cdot 10^6 \cdot 235 = 1182,3 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 1182,3 \text{ kNm} > \max M_{z,Sd}$$

$$N_{b,Rd} = 49,5 \cdot 10^3 \cdot 235 = 11632 \cdot 10^3 \text{ N} = 11632,0 \text{ kN}$$

$$80,0/11632 + 3051,2/3856,1 + 20,6/1182,3 = 0,01 + 0,79 + 0,02 = 0,82 < 1,0$$

**V poli B - C v místě maximálního ohybového momentu :**

$$\max M_{y,Sd} = +1957,0 \text{ kNm} - \text{NC7}; \quad M_{z,Sd} = +54,2 \text{ kNm} - \text{NC7}$$

$$N_{Sd} = -731,3 \text{ kN} - \text{NC7}; \quad (-185,8 \text{ kN}) \quad \max N_{Sd} = -937,6 \text{ kN} - \text{NC3} - \text{přední}$$

$$V_z = 85,3 \text{ kN} - \text{NC7} \quad M_{y,Sd} = +1616,3 \text{ kNm} - \text{NC3};$$

**Profil :**  $\square$  S P30x300+2xP12x940+P40x240 -  $A = 41,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $J_y = 5,958 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$ ;  
**CS32**  $W_y = 11,295 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $W_{y,pl} = 13,837 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $J_z = 0,472 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$ ;  
 $W_z = 3,147 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $W_{z,pl} = 4,094 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $i_y = 368,5 \text{ mm}$ ;  $i_z = 107,0 \text{ mm}$ ;  
 $g = 329,6 \text{ kg/m}$ ; S235

**Stabilita stěny :**

$$\text{Stěna : } t_w = 12 \text{ mm}; \quad d = \bar{b} = 940 - 15 - 40 - 2 \cdot 10 = 865 \text{ mm} - (\epsilon = 1 - \text{mat. S235})$$

$$d/t_w = 865/12 = 72 < 83 \rightarrow \text{průřez třídy 2} \quad \text{Tab. 6.2}$$

$$\beta_w > 70 - \text{příčné výztuhy po 2500 mm} \rightarrow \alpha = 2500/865 = 2,89 \quad (6.29)$$

$$\text{Vzpěrné délky } l_z = 2500 \text{ mm}; \quad l_y = 0,80 \cdot 45000 = 36000 \text{ mm};$$

$$\lambda_z = 2500/107,0 = 23 < 40; \quad \lambda_y = 36000/368,5 = 97,7 \rightarrow \bar{\lambda} = 1,04 \rightarrow \chi = 0,572$$

$$\beta_{1,y} = 90(0,7 + 0,3 \cdot 2,89^2) = 288,5 \rightarrow V_{pl,Rd} = 2 \cdot 12 \cdot 940 \cdot 235/\sqrt{3} = 3,06 \cdot 10^6 \text{ N} = 3,06 \cdot 10^3 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd,y} = 13,837 \cdot 10^6 \cdot 235 = 3251,7 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 3251,7 \text{ kNm} > \max M_{y,Sd}$$

$$M_{b,Rd,z} = 4,094 \cdot 10^6 \cdot 235 = 962,1 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 962,1 \text{ kNm} > \max M_{z,Sd}$$

$$N_{b,Rd} = 0,572 \cdot 41,2 \cdot 10^3 \cdot 235 = 5538,1 \cdot 10^3 \text{ N} = 5538,1 \text{ kN}$$

$$V_z / V_{pl,Rd} = 85,3/3,06 \cdot 10^3 = 0,03 < 0,5$$

$$731,3/5538,1 + 1957,0/3251,7 + 54,2/962,1 = 0,13 + 0,60 + 0,06 = 0,79 < 1,0$$

**V místě kotvení závěsu č. 6 :**

$$\max M_{y,Sd} = +1007,2 \text{ kNm} - \text{NC27}; \quad M_{y,Sd} = -981,3 \text{ kNm} - \text{NC7};$$

$$M_{z,Sd} = -54,7 \text{ kNm} - \text{NC27}; \quad \max M_{z,Sd} = +54,1 \text{ kNm} - \text{NC7}$$

$$N_{Sd} = -818,1 \text{ kN} - \text{NC27}; \quad \max N_{Sd} = -963,1 \text{ kN} - \text{NC5};$$

$$V_z = 94,8 \text{ kN} - \text{NC27} \quad M_{y,Sd} = 818,0 \text{ kNm} - \text{NC5} \quad M_{z,Sd} = +44,9 \text{ kNm} - \text{NC5}$$

**Profil :**  $\square$  S P20x300+2xP10x940+P25x240 -  $A = 30,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $J_y = 3,913 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$ ;  
**CS2**  $W_y = 8,124 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $W_{y,pl} = 9,921 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $J_z = 0,368 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$ ;  
 $W_z = 2,451 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $W_{z,pl} = 3,160 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $i_y = 356,4 \text{ mm}$ ;  $i_z = 109,3 \text{ mm}$ ;  
 $g = 246,4 \text{ kg/m}$ ; S235

**Stabilita stěny :**

$$\text{Stěna : } t_w = 10 \text{ mm}; \quad d = \bar{b} = 940 - 20 - 25 - 2 \cdot 10 = 875 \text{ mm} - (\epsilon = 1 - \text{mat. S235})$$

$$124 > \beta_w = d/t_w = 875/10 = 87,5 > 83 \rightarrow \text{průřez třídy 3} \quad \text{Tab. 6.2}$$

Vůči ose y posuzujeme průřez pouze na plnou pružnou únosnost.

$$\beta_w > 70 - \text{příčné výztuhy po 5000 mm} \rightarrow \alpha = 5000/875 = 5,72 \quad (6.29)$$

$$\beta_{1,V} = 90 \cdot (0,7 + 0,3 / 5,72^2) = 63,8 < \beta_w \rightarrow \quad (6.30)$$

$$\rightarrow V_{b,Rd} = (2 \cdot 10 \cdot 940 \cdot 235 / \sqrt{3}) \cdot \rho_V = 1,862 \cdot 10^6 \text{ N} = 1,86 \cdot 10^3 \text{ kN} >> V_Z \quad (6.31)$$

$$\rho_V = \beta_{1,V} / \beta_w = 63,8 / 87,5 = 0,73$$

$$V_Z / V_{b,Rd} = 94,8 \cdot 10^3 / 1862 \cdot 10^3 = 0,05 < 0,5$$

Vzpěrné délky  $L_z = 5000 \text{ mm}$ ;  $L_y = 0,80 \cdot 45000 = 36000 \text{ mm}$ ;

$$\lambda_z = 5000 / 109,3 = 46 \rightarrow \bar{\lambda}_z = 0,49 \rightarrow \chi_z = 0,889$$

$$\lambda_y = 36000 / 356,4 = 101 \rightarrow \lambda_y = 1,08 \rightarrow \chi_y = 0,547$$

$$M_{cN,Rd,y} = M_{b,Rd,y} = 8,124 \cdot 10^6 \cdot 235 = 1909,1 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 1909,1 \text{ kNm} > \max M_{y,Sd}$$

$$M_{b,Rd,z} = 3,316 \cdot 10^6 \cdot 235 = 779,3 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 779,3 \text{ kNm} > \max M_{z,Sd}$$

$$N_{b,Rd} = 0,547 \cdot 30,8 \cdot 10^3 \cdot 235 = 3959,2 \cdot 10^3 \text{ N} = 3959,2 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} / (\chi_{\min} \cdot A \cdot f_y) + k_y \cdot M_{y,Sd} / M_{b,Rd,y} + k_z \cdot M_{z,Sd} / M_{b,Rd,z} \quad (6.73)$$

$$\chi_{\min} = \chi_y = 0,547;$$

$$k_y = 1 - (\mu_y \cdot N_{Sd}) / \chi_y \cdot A \cdot f_y = 1 + 0,212 \cdot 818,1 \cdot 10^3 / 3959,2 \cdot 10^3 = 1,044$$

$$\mu_y = \bar{\lambda}_y \cdot (2\beta_{My} - 4) + (W_{y,pl} - W_{y,el}) / W_{y,el} = 1,08 (2 \cdot 1,8 - 4) + 0,22 = -0,212$$

$$\beta_{My} = 1,8; \quad \psi = 0$$

Tab. 6.11

$$\mu_z = \bar{\lambda}_z \cdot (2\beta_{Mz} - 4) + (W_{z,pl} - W_{z,el}) / W_{z,el} = 0,245 \cdot (2 \cdot 1,8 - 4) + 0,28 = 0,182$$

$$k_z = 1 - (\mu_z \cdot N_{Sd}) / \chi_z \cdot A \cdot f_y = 1 + (0,182 \cdot 818,1 \cdot 10^3 / 0,889 \cdot 30,8 \cdot 10^3 \cdot 235) = 1,02$$

$$W_z = 2,451 \cdot 10^6 \text{ mm}^3; W_{z,pl} = 3,160 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$818,1 / 3959,2 + 1,044 \cdot 1007,2 / 1909,1 + 1,02 \cdot 54,7 / 779,2 =$$

$$= 0,21 + 0,55 + 0,07 = 0,83 < 1,0$$

**V poli A - B :**

$$\max M_{y,Sd} = +955,2 \text{ kNm} - \text{NC9}; \quad N_{Sd} = -161,4 \text{ kN} - \text{NC9 (závěs 2)}$$

$$\min M_{y,Sd} = -952,9 \text{ kNm} - \text{NC5 (podpora B)}; \quad M_y, W_y = 8,124 \cdot 10^6 \text{ mm}^3; W_{y,pl} = 9,921 \cdot 10^6 \text{ mm}^3; S_d = +312,1 \text{ kNm} - \text{NC5}$$

$$\max M_{z,Sd} = -45,4 \text{ kNm} - \text{NC5 (podpora B)} \quad V_Z = 159,8 \text{ kN} - \text{NC5 (podpora B)}$$

$$M_{y,Sd} = -814,5 \text{ kNm}; \quad N_{Sd} = -834,6 \text{ kN}; \quad M_{z,Sd} = -20,4 \text{ kNm} - \text{NC7 (závěs 2)}$$

$$\max N_{Sd} = -1106,4 \text{ kN} - \text{NC5 - podpora B} \quad N_{Sd} = -803,6 \text{ kN} - \text{NC5 (závěs 2)}$$

$$\max N_{Sd} = -994,1 \text{ kN} - \text{NC3 mezi závěsem 3 a pylonem}$$

Profil :  $\square$  S P20x300+2xP10x940+P25x240 -  $A = 30,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ ;  $J_y = 3,913 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$ ;

**CS2**  $W_y = 8,124 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $W_{y,pl} = 9,921 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$ ;  $J_z = 0,368 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$ ;

$$W_z = 2,451 \cdot 10^6 \text{ mm}^3; W_{z,pl} = 3,160 \cdot 10^6 \text{ mm}^3; i_y = 356,4 \text{ mm}; i_z = 109,3 \text{ mm};$$

$$g = 246,4 \text{ kg/m}; S235$$

**Stabilita stěny :**

$$\text{Stěna : } t_w = 10 \text{ mm}; \quad d = \bar{b} = 940 \cdot 20 \cdot 25 \cdot 2 \cdot 10 = 875 \text{ mm} \quad (\epsilon = 1 \text{ mat. S235})$$

$$124 > d/t_w = 875/10 = 87,5 > 83 \rightarrow \text{průřez třídy 3} \rightarrow \alpha = 1250/875 = 1,48 \quad \text{Tab. 6.2}$$

Vůči ose y posuzujeme průřez pouze na plnou pružnou únosnost.



Vzpěrné délky  $L_z = 2500 \text{ mm}$ ;  $L_y = 0,98 \cdot 45000 = 44100 \text{ mm}$ ;  
 $\lambda_z = 2500/109,3 = 23 < 40$ ;  $\lambda_y = 44100/356,4 = 123,7 \rightarrow \bar{\lambda} = 1,32 \rightarrow \chi = 0,417$

$V_Z / V_{pl,Rd} = 159,8 \cdot 10^3 / 2550 \cdot 10^3 = 0,06 < 0,5$   
 $M_{b,Rd,y} = 8,124 \cdot 10^6 \cdot 235 = 1909,1 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = \underline{1909,1 \text{ kNm} > \max M_{y,Sd}}$   
 $M_{b,Rd,z} = 3,316 \cdot 10^6 \cdot 235 = 779,3 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = \underline{779,3 \text{ kNm} > \max M_{z,Sd}}$   
 $N_{b,Rd} = 0,417 \cdot 30,8 \cdot 10^3 \cdot 235 = 3018,2 \cdot 10^3 \text{ N} = \underline{3018,2 \text{ kN}}$   
 $\beta_{1,v} = 90(0,7 + 0,3 \cdot 1,48^2) = 122,1 \rightarrow V_{pl,Rd} = 2 \cdot 10 \cdot 940 \cdot 235 / \sqrt{3} = 2,55 \cdot 10^6 \text{ N} = \underline{2,55 \cdot 10^3 \text{ kN}}$

$1106,4/3018,2 + 952,9/1909,1 + 45,4/779,2 = 0,37 + 0,50 + 0,06 = \underline{0,93 < 1,0}$   
 $803,6/3018,2 + 312,1/1909,1 + 20,4/779,2 = 0,27 + 0,16 + 0,03 = \underline{0,46 < 1,0 - \text{v poli}}$   
 $161,4/3018,2 + 955,2/1909,1 + 19,8/779,2 = 0,05 + 0,50 + 0,03 = \underline{0,58 < 1,0 - \text{v poli}}$

#### Dilatace lávky:

Pole A - B :  $L = 45 \text{ m} \rightarrow \Delta = 45000 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot (\pm 45^\circ) = \underline{\pm 24,3 \text{ mm}}$   
Pole B - D :  $L = 75 \text{ m} \rightarrow \Delta = 75000 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot (\pm 45^\circ) = \underline{\pm 40,5 \text{ mm}}$   
Rampa :  $L = 24,7 \text{ m} \rightarrow \Delta = 24700 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot (\pm 45^\circ) = \underline{\pm 13,3 \text{ mm}}$

Natočení rampy vlivem dilatace pole B - D lávky :

$\text{tg} \alpha = \Delta_R = 65,680 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot (\pm 45^\circ) / 24,7 = 0,0355 / 24,7 = 0,00128 \rightarrow \alpha = 0,073^\circ$

V šířce ložiska se jedná o posuny  $\pm 305 \cdot 0,00128 = \pm 0,4 \text{ mm}$  - nutná vůle v ložisku