



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

OCELOVÁ KONSTRUKCE VÝSTAVNÍHO PAVILIONU

EXHIBITION HALL STEEL STRUCTURE

ČÁST B: STATICKÝ VÝPOČET- VARIANTA #1

STRUCTURAL DESIGN REPORT – OPTION 1

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Ivan Selyvonenko

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BROSCHE

BRNO 2021



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

2

OBSAH

1. VÝPOČET ZATÍŽENÍ	5
1.1. Stálé zatížení	5
1.2. Proměnné zatížení	5
2. MATERIÁLY	11
3. ZATĚŽOVACÍ STAVY	11
4. SKUPINY ZATÍŽENÍ	11
5. KOMBINACE	12
6. KLÍČ KOMBINACE	13
7. PRŮŘEZY	15
7.1. Horní pás vazníku – RO 406.4x11	15
7.2. Dolní pás vazníku – RO 406.4x11	16
7.3. Diagonály vazníku – RO 193.7x12.5	17
7.4. Příhradový sloup – MSRR355.6x16.0	18
7.5. Diagonály sloupů – MSRR168,3x11,0	19
7.6. Vaznice střecha – IPE 270	20
7.7. Střešní vazník přístavba – IPE400	21
7.8. Průvlak přístavba – IPE 450	22
7.9. Stropnice přístavba – IPE450	23
7.10. Sloup přístavba – HEB 400	24
7.11. Trubka pro propojení vaznic – MSSR 82,5x8,0	25
7.12. Sloupek čelní – MSRR 355,6x16,0	26
7.13. Paždík – SHS 200x200x8	27
7.14. Paždík čelní – SHS220x220x10	28
7.15. Stěnové ztužidlo – RO139.7x11	29
7.16. Střešní ztužidlo (dolní pás)- RO139,7x11,0	30
7.17. Střešní ztužidlo (horní pás)- RO139,7x11,0	31
8. OZNAČENÍ PRUTŮ NA KONSTRUKCI	32
8.1. Sloupy na ose A, L	32



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

3

8.2.	Sloupy na ose A1, L1	33
8.3.	Sloupy na ose 1,2,15	33
8.4.	Pohled na stěnu v ose 1	34
8.5.	Pohled na stěnu v ose 15	34
8.6.	Vaznicí.....	35
8.7.	Dolní pás vazníku	36
8.8.	Horní pás vazníku	37
9.	REAKCE.....	38
9.1.	Popis podpor	38
9.2.	Reakce – globální extrémy	39
10.	VNITŘNÍ SÍLY.....	40
10.1.	Vnitřní síly na prutu-konce prutů, extrém dle průřezu.....	40
11.	MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI	46
11.1.	Vazník – horní pás RO 406,4x11,0	46
11.2.	Vazník – dolní pás RO 406,4x11,0	50
11.3.	Vazník – diagonála RO 193,7x12,5	54
11.4.	Vaznice – IPE 270	58
11.5.	Sloup – MSRR 355,6x16	63
11.6.	Sloupek čelní – přístavba - HEB 400	67
11.7.	Průvlak – přístavba – IPE450	71
11.8.	Stropnice – přístavba – IPE450.....	76
12.	MSP	81
12.1.	Vazník.....	81
12.2.	Vaznice.....	83
12.3.	Sloup	84
12.4.	Sloup čelní.....	85
12.5.	Průvlak - přístavba	87
12.6.	Stropnice – přístavba	88
12.7.	Paždík.....	89
12.8.	Čelní paždík	90



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

4

12.9. Sloup přístavba	91
12.10. Střešní vazník – přístavba.....	93
13. POSOUZENÍ VYBRANÝCH SPOJŮ.....	94
13.1. Připojení vazníku na sloup	94
13.2. Montážní spoj	96
13.3. Připojení diagonál na horní pás vazníku.....	100
13.4. Kotvení -kloubové uložený sloup	103
13.5. Kotvení – vetknutý sloup.....	106
14. VÝKAZ MATERIÁLU	115
15. PŘÍLOHY	116
15.1. Příloha A (Posudky MSU)	116



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

5

1. VÝPOČET ZATÍŽENÍ

1.1. Stálé zatížení

1.1.1. Vlastní tíha

Zatížení od vlastní tíhy je generováno softwarem SCIA Engineer 19.1 dle dimenzí jednotlivých prvků.

1.1.2. Ostatní stálé

- Střecha:

Hydroizolace-	0,05 kN/ m ²
Tepelná izolace (MW) 350mm -	0,45 kN/ m ²
Parotěsná fólie -	0,015 kN/ m ²
Trapézový plech TR 85/280-1,25 -	0,135 kN/ m ²
Celkem:	0,65 kN/ m²

- Obvodový plášť

Navržen ze sendvičových panelů Kingspan KS1000 AWP 100 mm –	0,11 kN/ m²
---	-------------------------------

- Technické zařízení :

Vzduchotechnika a osvětlení:	0,45 kN/ m²
------------------------------	-------------------------------

- Podlaha (přístavba) :

Laminátová podlaha-	0,08 kN/ m ²
Separční polyethylenová fólie -	0,002 kN/ m ²
Roznášecí vrstva z betonu vyztužená KARI sítí 150/150/4 tl. 40 mm-	1,0 kN/ m ²
Železobetonová nosná konstrukce, beton C30/37 průměrná tl. 80 mm –	2,0 kN/ m ²
Trapézový plech TR 50/260 tl. 0,75 mm -	0,08 kN/ m ²
Celkem:	3,198 kN/ m²

1.2. Proměnné zatížení

1.2.1. Užitné zatížení

• střecha (údržba, kategorie H)	0,75 kN/ m ²
• stropy (kategorie C1)	3,00 kN/ m ²

1.2.2. Plný sníh

Konstrukce se nachází v oblasti Brno a okolí. Podle mapy sněhových oblastí na území ČR (ČSN EN 1991-1-3)



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

6

leží v II. oblasti.

$$s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$$

$C_e = 1,0$ – součinitel expozice

$C_t = 1,0$ – tepelný součinitel

$\mu_i = 0,8$ – tvarový součinitel

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = \mathbf{0,56 \text{ kN/m}}$$

1.2.3. Zatížení větrem

Z hlediska klimatického zatížení spadá lokalita Brno podle mapy větrných oblastí České republiky do oblasti II. Základní rychlost větru v oblasti II je $v_{b0} = 25,0 \text{ m/s}$. Kategorie terénu v okolí uvažujeme č. III (oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami). Půdorysné rozměr haly jsou $30 \times 84 \text{ m}$. Výška haly je $z = 13,6 \text{ m}$.

-Větrná oblast II (Brno): $v_{b0} = 25,0 \text{ m/s}$

-Kategorie terénu III: $z_0 = 0,3 \text{ m}$ $z_{min} = 5,0 \text{ m}$

-Výška budovy: $z = 17,75 \text{ m}$

-Součinitel směru větru: $C_{dir} = 1,0$

-Součinitel roční období: $C_{season} = 1,0$

-Základní rychlost větru: $v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25,0 = 25,0 \text{ m/s}$

-Součinitel drsnosti terénu: $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,3/0,05)^{0,07} = 0,215$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,215 \cdot \ln(17,75/0,3) = 0,879$$

-Střední rychlost větru: $v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,879 \cdot 1,0 \cdot 25,0 = 21,975 \text{ m/s}$

-turbulence větru : $I_v(z) = \frac{k_I}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{17,75}{0,3}\right)} = 0,245$

$$k_I = 1,0; c_0(z) = 1,0$$

- maximální dynamický tlak:

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,245] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 21,975^2 = \mathbf{0,82 \text{ kN/m}^2}$$



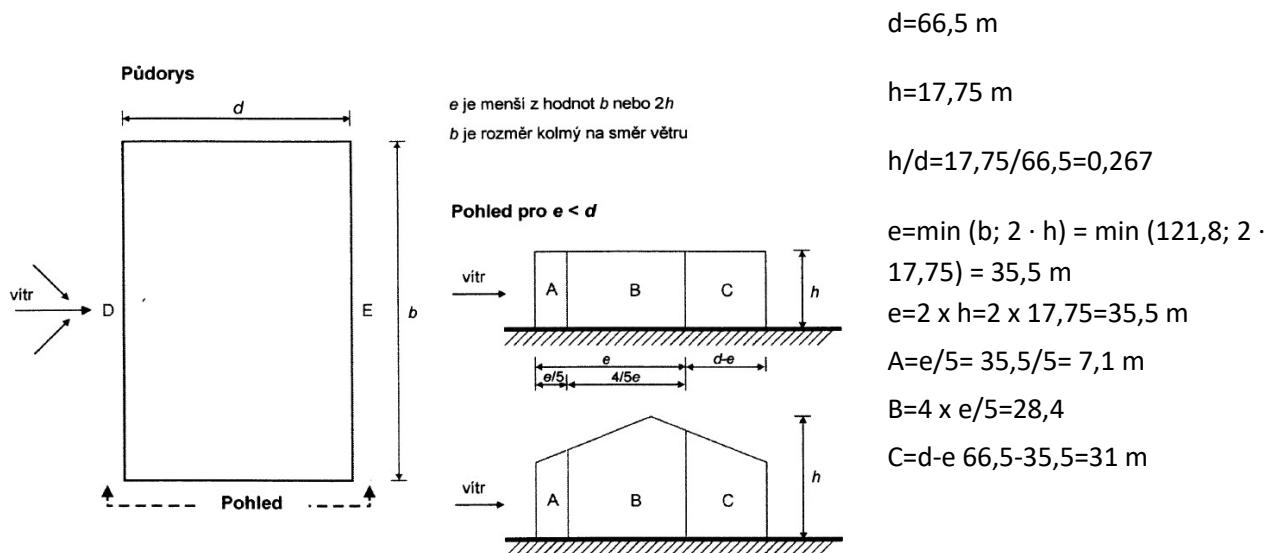
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

7

1.2.3.1. Vítr příčný

- Vítr příčný-na stěny



Obr. 1.2-1: Legenda pro svislé stěny

(dle tab. 7.1 ČSN EN 1991-1-4)

$A: c_{pe,10}(A) = -1,20;$	$w_{e,A} = q_p(z) \cdot c_{pe,10}(A) = 0,82 \cdot -1,20 = -0,984 \text{ kN/m}^2$
$B: c_{pe,10}(B) = -0,814;$	$w_{e,B} = q_p(z) \cdot c_{pe,10}(B) = 0,82 \cdot -0,814 = -0,667 \text{ kN/m}^2$
$C: c_{pe,10}(C) = -0,5;$	$w_{e,C} = q_p(z) \cdot c_{pe,10}(C) = 0,82 \cdot -0,5 = -0,41 \text{ kN/m}^2$
$D: c_{pe,10}(D) = +0,703;$	$w_{e,D} = q_p(z) \cdot c_{pe,10}(D) = 0,82 \cdot 0,703 = 0,576 \text{ kN/m}^2$
$E: c_{pe,10}(E) = -0,305;$	$w_{e,E} = q_p(z) \cdot c_{pe,10}(E) = 0,82 \cdot -0,305 = -0,263 \text{ kN/m}^2$

- Vítr příčný-na střeche

Hodnoty zatížení $c_{pe,10}$ větrem v jednotlivých oblastech jsou získané pomocí lineární interpolace z grafu 7.11 ČSN EN 1991-1-4.

$$f/d = 4,5/66,5 = 0,067$$

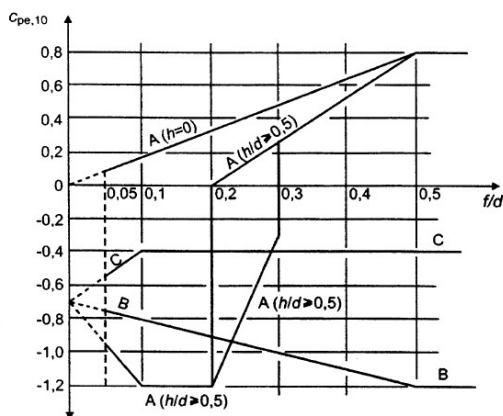
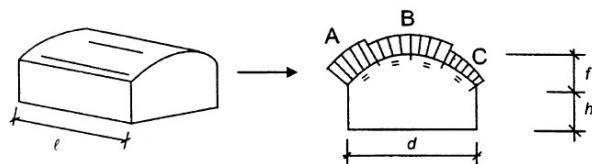
$$h/d = 13,25/66,5 = 0,199$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

8



Obr. 1.2-2: Legenda pro střechu

$$A: c_{pe,10}(A) = -0,63; \quad w_{e,A} = q_p(z) \cdot c_{pe,10}(A) = 0,82 \cdot -0,63 = -0,52 \text{ kN/m}^2$$

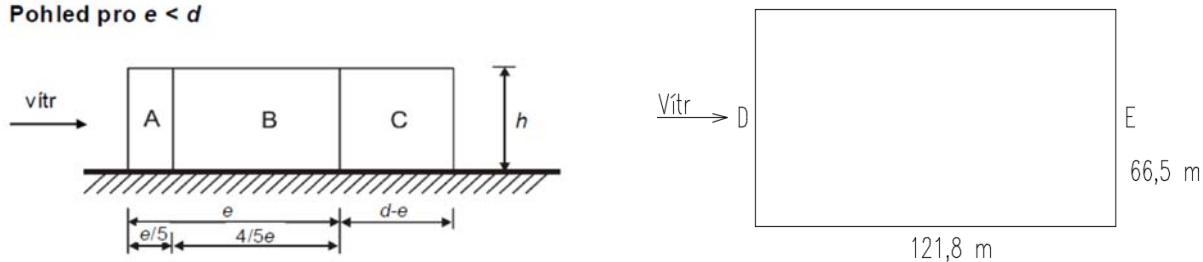
$$B: c_{pe,10}(B) = -0,78; \quad w_{e,B} = q_p(z) \cdot c_{pe,10}(B) = 0,82 \cdot -0,78 = -0,64 \text{ kN/m}^2$$

$$C: c_{pe,10}(C) = -0,54; \quad w_{e,C} = q_p(z) \cdot c_{pe,10}(C) = 0,82 \cdot -0,54 = -0,443 \text{ kN/m}^2$$

1.2.3.2. Vítr podélný

- vítr podélný- na stěny

Pohled pro $e < d$



Obr. 1.2-3: Legenda pro svislé stěny

$$h/d = 17,75/121,8 = 0,146$$

$$e = 2 \times h = 17,75 \times 2 = 35,5 \text{ m}$$

$$d - e = 121,8 - 35,5 = 86,3 \text{ m}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

9

$$4 \times e/5 = 28,4 \text{ m}$$

$$A: c_{pe,10}(A) = -1,20; \quad w_{e,A} = q_p(z) \cdot c_{pe,10}(A) = 0,82 \cdot -1,20 = -0,984 \text{ kN/m}^2$$

$$B: c_{pe,10}(B) = -0,80; \quad w_{e,B} = q_p(z) \cdot c_{pe,10}(B) = 0,82 \cdot -0,80 = -0,656 \text{ kN/m}^2$$

$$C: c_{pe,10}(C) = -0,5; \quad w_{e,C} = q_p(z) \cdot c_{pe,10}(C) = 0,82 \cdot -0,50 = -0,410 \text{ kN/m}^2$$

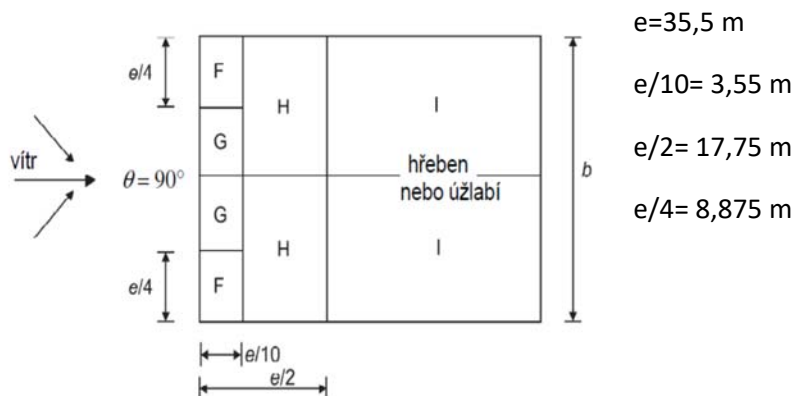
$$D: c_{pe,10}(D) = +0,7; \quad w_{e,D} = q_p(z) \cdot c_{pe,10}(D) = 0,82 \cdot 0,70 = 0,574 \text{ kN/m}^2$$

$$E: c_{pe,10}(E) = -0,30; \quad w_{e,E} = q_p(z) \cdot c_{pe,10}(E) = 0,82 \cdot -0,30 = -0,246 \text{ kN/m}^2$$

$$e = \min(b; 2 \cdot h) = \min(121,8; 2 \cdot 17,75) = 35,5 \text{ m}$$

- vítr podélný - na střechu

Účinky větru na zastřešení podle normy ČSN EN 1991-1-4, jako účinky na sedlové střechy. Hodnoty $c_{pe,10}$ závisí na úhlu sklonu střechy α . Hodnoty $c_{pe,10}$ získáme lineární interpolací podle tabulky 7.4a z ČSN EN 1991-1-4.



Obr. 1.2-4: Legenda pro střechu

$$\alpha = 7^\circ$$

$$F: c_{pe,10} = -1,56; \quad w_{e,A} = q_p(z) \cdot c_{pe,10} = 0,82 \cdot (-1,56) = -1,27 \text{ kN/m}^2$$

$$G: c_{pe,10} = -1,12; \quad w_{e,B} = q_p(z) \cdot c_{pe,10} = 0,82 \cdot (-1,12) = -0,92 \text{ kN/m}^2$$

$$H: c_{pe,10} = -0,54; \quad w_{e,C} = q_p(z) \cdot c_{pe,10} = 0,82 \cdot (-0,54) = -0,44 \text{ kN/m}^2$$

$$I: c_{pe,10} = -0,56; \quad w_{e,D} = q_p(z) \cdot c_{pe,10} = 0,82 \cdot (-0,56) = -0,46 \text{ kN/m}^2$$



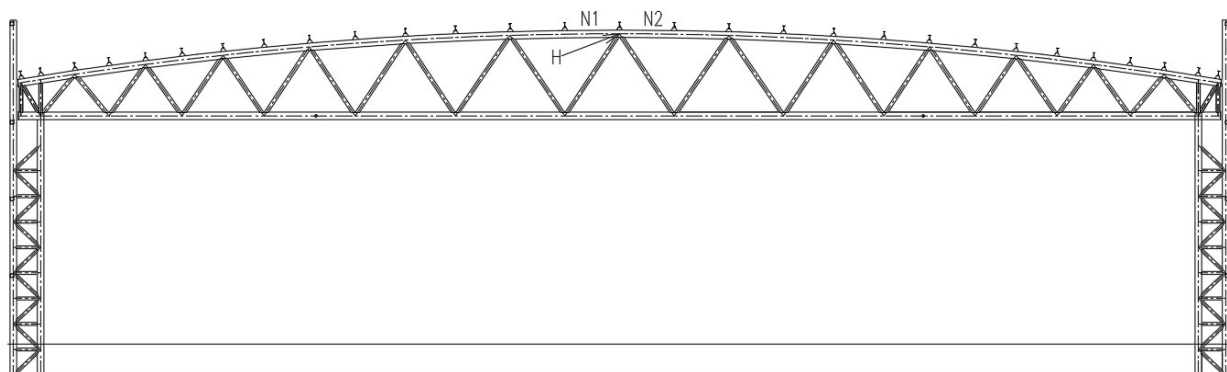
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

10

1.2.4. Stabilitní síly (ZS 10)

Stabilitní síly určené pro horní pas vazníku který je zabezpečovaný proti vybočení z roviny vazníku. Síly budou působit v jednotlivých styčnicích horního pasu. Je uvažována síla velikosti $1/100$ aritmetického součtu tlakových sil od nejnepříznivější kombinace svislého zatížení v horních pasech. $H=(N1+N2)/100$.



Obr. 1.2-5: Stabilitní síly horního pasu




DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

11

2. MATERIÁLY

Ocel EC3

Jméno	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa] G_{mod} [MPa]	μ α [m/mK]	Dolní mez [mm]	Horní mez [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Barva
S 355	7850,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0.3 0,00	0 40	40 80	355,0 335,0	490,0 470,0	

3. ZATĚŽOVACÍ STAVY

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídicí zat. stav
	Spec	Typ zatížení				
ZS1	Vlastní tíha	Stálé Vlastní tíha	SZ1	-Z		
ZS2	Ostatní stálé	Stálé Standard	SZ1			
ZS3	stropy (kategorie C1) Standard	Proměnné Statické	SZ5		Krátkodobé	Žádný
ZS4	užitně udržba Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS5	sníh Standard	Proměnné Statické	SZ3		Krátkodobé	Žádný
ZS6	vítr podelný Y+ Standard	Proměnné Statické	SZ4		Krátkodobé	Žádný
ZS7	vítr podelný Y- Standard	Proměnné Statické	SZ4		Krátkodobé	Žádný
ZS8	vítr příčný X- Standard	Proměnné Statické	SZ4		Krátkodobé	Žádný
ZS9	vítr příčný X+ Standard	Proměnné Statické	SZ4		Krátkodobé	Žádný
ZS10	Stabilitní síly Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný

4. SKUPINY ZATÍŽENÍ

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
SZ1	Stálé		
SZ2	Proměnné	Standard	Kat H : střechy
SZ3	Proměnné	Standard	Sníh
SZ4	Proměnné	Výběrová	Vítr
SZ5	Proměnné	Standard	Kat C : shromáždění



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

12

5. KOMBINACE

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MSÚ-Sada B (auto)		EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé	1,00
			ZS4 - užitně udržba	1,00
			ZS5 - sníh	1,00
			ZS6 - vítr podelný Y+	1,00
			ZS7 - vítr podelný Y-	1,00
			ZS8 - vítr příčný X-	1,00
			ZS9 - vítr příčný X+	1,00
			ZS3 - stropy (kategorie C1)	1,00
			ZS10 - Stabilitní síly	1,00
MSP-Char (auto)		EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Ostatní stálé	1,00
			ZS3 - stropy (kategorie C1)	1,00
			ZS4 - užitně udržba	1,00
			ZS5 - sníh	1,00
			ZS6 - vítr podelný Y+	1,00
			ZS7 - vítr podelný Y-	1,00
			ZS8 - vítr příčný X-	1,00
			ZS9 - vítr příčný X+	1,00
			ZS10 - Stabilitní síly	1,00



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

13

6. KLÍČ KOMBINACE

Jméno	Popis kombinací
1	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS4*1,50 + ZS10 *1,50
2	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS4*1,50 + ZS3 *1,05 + ZS10 *1,50
3	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS5*0,75 + ZS9*1,50
4	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS9*1,50 + ZS3 *1,05
5	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS4*1,50
6	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS3 *1,50
7	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS5*0,75 + ZS6*1,50
8	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS8*1,50
9	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS5*0,75 + ZS8*1,50
10	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS4*1,50 + ZS3 *1,05
11	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS8*1,50 + ZS3 *1,05
12	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS9*1,50
13	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS5*0,75 + ZS9*1,50 + ZS3 *1,05
14	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS5*1,50 + ZS9*0,90 + ZS3 *1,05
15	ZS1*1,35 + ZS2 *1,35 + ZS4*1,05 + ZS3 *1,05
16	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS3 *1,05 + ZS10 *1,50
17	ZS1*1,35 + ZS2 *1,35 + ZS4*1,05 + ZS10 *1,05
18	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00
19	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS7*1,50 + ZS3 *1,05
20	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS5*0,75 + ZS8*1,50 + ZS3 *1,05
21	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS9*1,50
22	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS4*1,50 + ZS3 *1,05 + ZS10 *1,50
23	ZS1*1,35 + ZS2 *1,35 + ZS4*1,05
24	ZS1*1,35 + ZS2 *1,35 + ZS4*1,05 + ZS3 *1,05 + ZS10 *1,05
25	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS10 *1,50
26	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS5*1,50 + ZS8*0,90 + ZS3 *1,05
27	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS3 *1,05 + ZS10 *1,50
28	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS5*0,75 + ZS9*1,50
29	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS4*1,50
30	ZS1*1,35 + ZS2 *1,35 + ZS5*0,75 + ZS8*0,90 + ZS3 *1,05
31	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS5*1,50 + ZS9*0,90
32	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS5*1,50 + ZS8*0,90
33	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS7*1,50
34	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS8*1,50 + ZS3 *1,05
35	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS5*0,75 + ZS8*1,50 + ZS3 *1,05
36	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS4*1,05 + ZS3 *1,50 + ZS10 *1,05
37	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS5*0,75 + ZS6*1,50 + ZS3 *1,05
38	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS9*1,50 + ZS3 *1,05
39	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS5*0,75 + ZS8*1,50
40	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS6*1,50 + ZS3 *1,05
41	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS6*1,50
42	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS5*0,75 + ZS8*0,90 + ZS3 *1,50



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

14

43	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS4*1,05 + ZS3 *1,50
44	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS5*0,75 + ZS9*0,90 + ZS3 *1,50
45	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS6*0,90 + ZS3 *1,50
46	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS5*0,75 + ZS3 *1,50
47	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS10 *1,50
48	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS4*1,50 + ZS10 *1,50
49	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS5*0,75 + ZS7*1,50 + ZS3 *1,05
50	ZS1*1,35 + ZS2 *1,35
51	ZS1*1,35 + ZS2 *1,35 + ZS10 *1,05
52	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS7*1,50
53	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS5*1,50 + ZS7*0,90
54	ZS1*1,35 + ZS2 *1,35 + ZS5*0,75 + ZS7*0,90
55	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS5*1,50
56	ZS1*1,35 + ZS2 *1,35 + ZS5*0,75 + ZS9*0,90 + ZS3 *1,05
57	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS5*0,75 + ZS8*0,90 + ZS3 *1,50
58	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS8*0,90 + ZS3 *1,50
59	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS9*0,90 + ZS3 *1,50
60	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS5*0,75 + ZS7*1,50
61	ZS1*1,15 + ZS2 *1,15 + ZS6*1,50 + ZS3 *1,05
62	ZS1*1,35 + ZS2 *1,35 + ZS3 *1,05
63	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS4*1,00 + ZS10 *1,00
64	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS4*1,00 + ZS3 *0,70 + ZS10 *1,00
65	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS4*1,00
66	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS5*1,00 + ZS9*0,60
67	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS5*0,50 + ZS9*1,00 + ZS3 *0,70
68	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS5*0,50 + ZS8*1,00 + ZS3 *0,70
69	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS5*0,50 + ZS6*1,00 + ZS3 *0,70
70	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS4*0,70 + ZS3 *1,00
71	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS5*1,00 + ZS9*0,60 + ZS3 *0,70
72	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS5*0,50 + ZS9*1,00
73	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS5*0,50 + ZS8*1,00
74	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS9*1,00 + ZS3 *0,70
75	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS3 *0,70 + ZS10 *1,00
76	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS10 *1,00
77	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS6*1,00 + ZS3 *0,70

Jméno	Popis kombinací
78	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS5*0,50 + ZS7*1,00 + ZS3 *0,70
79	ZS1*1,00 + ZS2 *1,00 + ZS8*0,60 + ZS3 *1,00



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

15

7. PRŮŘEZY

7.1. Horní pás vazníku – RO 406.4x11

Horní pás vazníku		
Typ	RO406.4X11	
Kód tvaru	3 - Kruhové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
A [m ²]	1,3700e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	8,6988e-03	8,6988e-03
A _L [m ² /m], A ₀ [m ² /m]	1,2736e+00	2,4842e+00
C _{y,ucs} [mm], C _{z,ucs} [mm]	203	203
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,6720e-04	2,6720e-04
i _y [mm], i _z [mm]	140	140
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,3150e-03	1,3150e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,7197e-03	1,7197e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	6,10e+05	6,10e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	6,10e+05	6,10e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	5,3440e-04	3,0217e-38
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		


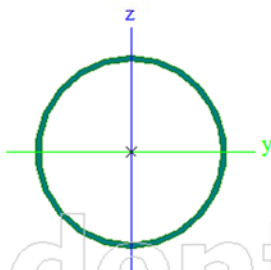


DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

16

7.2. Dolní pás vazníku – RO 406.4x11

Dolní pás vazníku		
Typ	RO406.4X11	
Kód tvaru	3 - Kruhové uzavřené průřezy	
Typ lvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
A [m ²]	1,3700e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	8,6988e-03	8,6988e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,2736e+00	2,4842e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	203	203
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,6720e-04	2,6720e-04
i _y [mm], i _z [mm]	140	140
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,3150e-03	1,3150e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,7197e-03	1,7197e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	6,10e+05	6,10e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	6,10e+05	6,10e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	5,3440e-04	3,0217e-38
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		

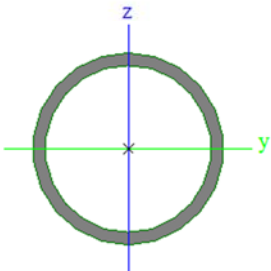


DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

17

7.3. Diagonály vazníku – RO 193.7x12.5

Diagonály vazníku		
Typ	RO193.7X12.5	
Kód tvaru	3 - Kruhové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Barva	a	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	
A [m ²]	7,1200e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,5300e-03	4,5300e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	6,0705e-01	1,1385e+00
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	97	97
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,9340e-05	2,9340e-05
i _y [mm], i _z [mm]	64	64
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,0300e-04	3,0300e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	4,1042e-04	4,1042e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,46e+05	1,46e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,46e+05	1,46e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	5,8680e-05	4,4624e-40
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		


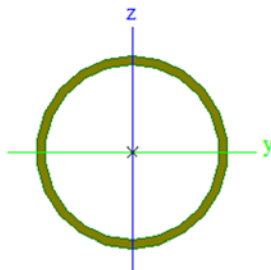


DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

18

7.4. Příhradový sloup – MSRR355.6x16.0

Příhradový sloup		
Typ	MSRR355.6x16.0	
Kód tvaru	3 - Kruhové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
A [m ²]	1,7100e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,0867e-02	1,0867e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,1200e+00	2,1337e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	178	178
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,4660e-04	2,4660e-04
i _y [mm], i _z [mm]	120	120
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,3900e-03	1,3900e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,8500e-03	1,8500e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	6,55e+05	6,55e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	6,55e+05	6,55e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	4,9330e-04	6,5073e-39
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		



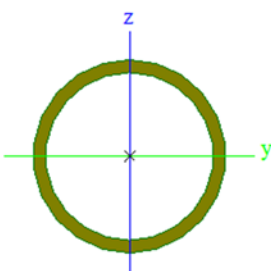
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

19

7.5. Diagonály sloupů – MSRR168,3x11,0

Diagonály sloupů		
Typ	MSRR168.3x11.0	
Kód tvaru	3 - Kruhové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
A [m ²]	5,4400e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	3,4606e-03	3,4606e-03

A _L [m ² /m], A ₀ [m ² /m]	5,2900e-01	9,8829e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	84	84
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,6900e-05	1,6900e-05
i _y [mm], i _z [mm]	56	56
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,0100e-04	2,0100e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	2,7300e-04	2,7300e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	9,68e+04	9,68e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	9,68e+04	9,68e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _e [m ⁴], I _w [m ⁶]	3,3800e-05	2,0067e-40
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		

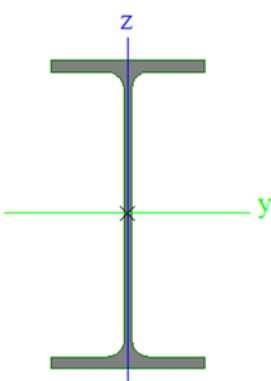


DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

20

7.6. Vaznice střecha – IPE 270

Vaznice střecha		
Typ	IPE270	
Kód tvaru	1 - I průřez	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	b
A [m ²]	4,5900e-03	
A_y [m ²], A_z [m ²]	2,7706e-03	1,8266e-03
A_L [m ² /m], A_D [m ² /m]	1,0409e+00	1,0409e+00
$C_{y,UCS}$ [mm], $C_{z,UCS}$ [mm]	68	135
α [deg]	0,00	
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	5,7900e-05	4,2000e-06
i_y [mm], i_z [mm]	112	30
$W_{el,y}$ [m ³], $W_{el,z}$ [m ³]	4,2900e-04	6,2200e-05
$W_{pl,y}$ [m ³], $W_{pl,z}$ [m ³]	4,8400e-04	9,7000e-05
$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	1,72e+05	1,72e+05
$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	3,44e+04	3,44e+04
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_k [m ⁴], I_w [m ⁶]	1,5900e-07	7,0600e-08
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Obrázek		


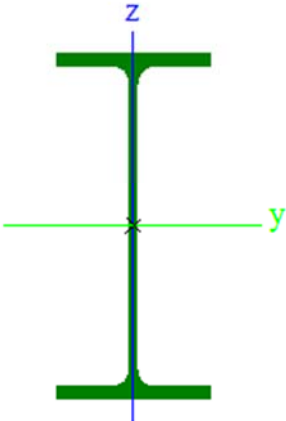


DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

21

7.7. Střešní vazník přístavba – IPE400

Střešní vazník přístavba		
Typ	IPE400	
Kód tvaru	1 - I průřez	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	b
A [m ²]	8,4500e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,9303e-03	3,5197e-03
A _w [m ² /m], A _o [m ² /m]	1,4666e+00	1,4666e+00
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	90	200
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,3130e-04	1,3180e-05
i _y [mm], i _z [mm]	165	39
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,1600e-03	1,4600e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,3070e-03	2,2900e-04
M _{pl,y+} [Nm], M _{pl,y-} [Nm]	4,64e+05	4,64e+05
M _{pl,z+} [Nm], M _{pl,z-} [Nm]	3,13e+04	3,13e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	5,1100e-07	4,9000e-07
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		



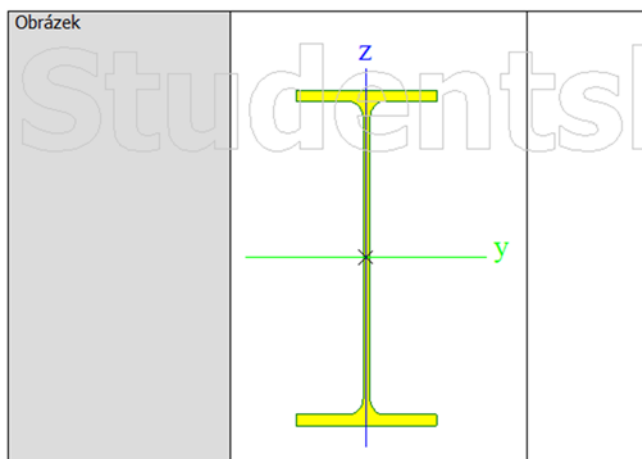
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

22

7.8. Průvlak přístavba – IPE 450

Průvlak přístavba		
Typ	IPE450	
Kód tvaru	1 - I průřez	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	b
A [m ²]	9,8800e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	5,5856e-03	4,3051e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,6050e+00	1,6050e+00
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	95	225
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,3740e-04	1,6760e-05
i _y [mm], i _z [mm]	185	41
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,5000e-03	1,7600e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,7020e-03	2,7600e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	6,05e+05	6,05e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	9,81e+04	9,81e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	6,6900e-07	7,9100e-07
β _y [mm], β _z [mm]	0	0





DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

23

7.9. Stropnice přístavba – IPE450

Stropnice přístavba	
Typ	IPE450
Kód tvaru	1 - I průřez
Typ tvaru	Tenkostěnný
Materiál	S 355

Výroba	válcovaný	
Barva	■	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	b
A [m ²]	9,8800e-03	
A_y [m ²], A_z [m ²]	5,5856e-03	4,3051e-03
A_L [m ² /m], A_o [m ² /m]	1,6050e+00	1,6050e+00
$C_{y,ucs}$ [mm], $C_{z,ucs}$ [mm]	95	225
α [deg]	0,00	
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	3,3740e-04	1,6760e-05
i_y [mm], i_z [mm]	185	41
$W_{el,y}$ [m ³], $W_{el,z}$ [m ³]	1,5000e-03	1,7600e-04
$W_{pl,y}$ [m ³], $W_{pl,z}$ [m ³]	1,7020e-03	2,7600e-04
$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	6,05e+05	6,05e+05
$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	9,81e+04	9,81e+04
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	6,6900e-07	7,9100e-07
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Obrázek		


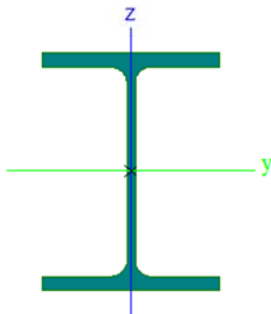


DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

24

7.10. Sloup přístavba – HEB 400

Sloup přístavba		
Typ	HEB400	
Kód tvaru	1 - I průřez	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	b
A [m ²]	1,9780e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,3871e-02	5,6483e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,9300e+00	1,9264e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	150	200
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	5,7680e-04	1,0820e-04
i _y [mm], i _z [mm]	171	74
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,8840e-03	7,2130e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	3,2320e-03	1,1040e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,15e+06	1,15e+06
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	3,92e+05	3,92e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	3,5570e-06	3,8172e-06
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		




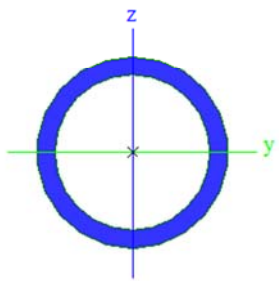
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

25

7.11. Trubka pro propojení vaznic – MSSR 82,5x8,0

Propojení vaznic střechy		
Typ	MSRR82.5x8.0	
Kód tvaru	3 - Kruhové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
A [m ²]	1,8700e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,1920e-03	1,1920e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	2,5900e-01	4,6807e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	41	41
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,3100e-06	1,3100e-06
i _y [mm], i _z [mm]	26	26
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,1900e-05	3,1900e-05

W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	4,4600e-05	4,4600e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,58e+04	1,58e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,58e+04	1,58e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,6300e-06	2,1877e-42
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		

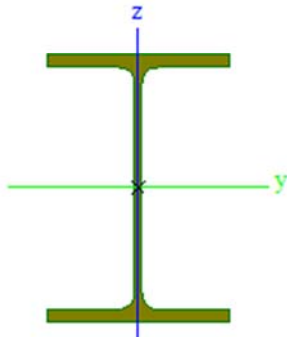


DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

26

7.12. Sloupek čelní – MSRR 355,6x16,0

Sloupek čelní HEA450		
Typ	HEA450	
Kód tvaru	1 - I průřez	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	b
A [m ²]	1,7800e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,2141e-02	5,2398e-03
A _L [m ² /m], A _O [m ² /m]	2,0100e+00	2,0104e+00
c _{y,UGS} [mm], c _{z,UGS} [mm]	150	220
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	6,3700e-04	9,4700e-05
i _y [mm], i _z [mm]	189	73
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,9000e-03	6,3100e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	3,2167e-03	9,6667e-04
M _{pl,y+} [Nm], M _{pl,y-} [Nm]	7,56e+05	7,56e+05
M _{pl,z+} [Nm], M _{pl,z-} [Nm]	2,27e+05	2,27e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,4400e-06	4,1476e-06
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		


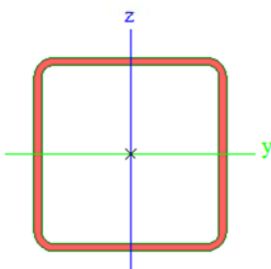


DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

27

7.13. Paždík – SHS 200x200x8

Paždík		
Typ	CFRHS200X200X8	
Kód tvaru	2 - Obdélnkové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355	
Výroba	tvářený za studena	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m ²]	5,9240e-03	
A_y [m ²], A_z [m ²]	2,9601e-03	2,9601e-03
A_{L_y} [m ² /m], A_{L_z} [m ² /m]	7,6600e-01	1,4808e+00
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	100	100
α [deg]	0,00	
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	3,5662e-05	3,5662e-05
i_y [mm], i_z [mm]	78	78
$W_{el,y}$ [m ³], $W_{el,z}$ [m ³]	3,5663e-04	3,5663e-04
$W_{pl,y}$ [m ³], $W_{pl,z}$ [m ³]	4,2086e-04	4,2086e-04
$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	1,49e+05	1,49e+05
$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	1,49e+05	1,49e+05
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	5,8152e-05	2,1333e-07
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Obrázek		


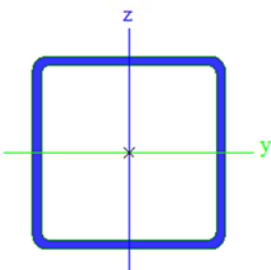


DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

28

7.14. Paždík čelní – SHS220x220x10

Paždík čelní		
Typ	SHS220/220/10.0	
Kód tvaru	2 - Obdélnkové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
A [m ²]	8,2900e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,1454e-03	4,1454e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	8,5400e-01	1,6369e+00
c _{r,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	110	110
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	6,0500e-05	6,0500e-05
i _y [mm], i _z [mm]	85	85
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	5,5000e-04	5,5000e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	6,5000e-04	6,5000e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,31e+05	2,31e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,31e+05	2,31e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	9,4730e-05	4,2947e-07
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		



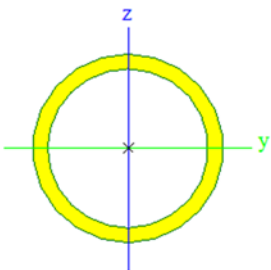
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

29

7.15. Stěnové ztužidlo – RO139.7x11

Stěnové ztužidlo		
Typ	RO139.7X11	
Kód tvaru	3 - Kruhové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
A [m ²]	1,4500e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,8314e-03	2,8314e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	4,3781e-01	8,0860e-01
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	70	70
α [deg]	0,00	

I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	9,2800e-06	9,2800e-06
i _y [mm], i _z [mm]	46	46
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,3300e-04	1,3300e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,8220e-04	1,8220e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	6,48e+04	6,48e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	6,48e+04	6,48e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,8560e-05	3,0006e-41
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		


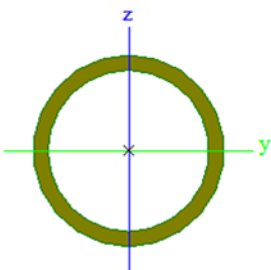


DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

30

7.16. Střešní ztužidlo (dolní pás)- RO139,7x11,0

Střešní ztužidlo DP		
Typ	RO139.7X11	
Kód tvaru	3 - Kruhové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
A [m ²]	4,4500e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,8314e-03	2,8314e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	4,3781e-01	8,0860e-01
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	70	70
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	9,2800e-06	9,2800e-06
i _y [mm], i _z [mm]	46	46
W _{sl,y} [m ³], W _{sl,z} [m ³]	1,3300e-04	1,3300e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,8220e-04	1,8220e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	6,48e+04	6,48e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	6,48e+04	6,48e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,8560e-05	3,0006e-41
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		




DIPLOMOVÁ PRÁCE

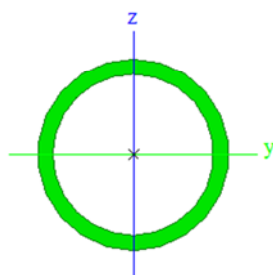
Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

31

7.17. Střešní ztužidlo (horní pás)- RO139,7x11,0

Střešní ztužidlo HP		
Typ	RO139.7X11	
Kód tvaru	3 - Kruhové uzavřené průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
A [m ²]	4,4500e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,8314e-03	2,8314e-03
A _L [m ² /in], A _D [m ² /m]	4,3781e-01	8,0860e-01
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	70	70
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	9,2800e-06	9,2800e-06
i _y [mm], i _z [mm]	46	46
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,3300e-04	1,3300e-04

W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,8220e-04	1,8220e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	6,48e+04	6,48e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	6,48e+04	6,48e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,8550e-05	3,0006e-41
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		





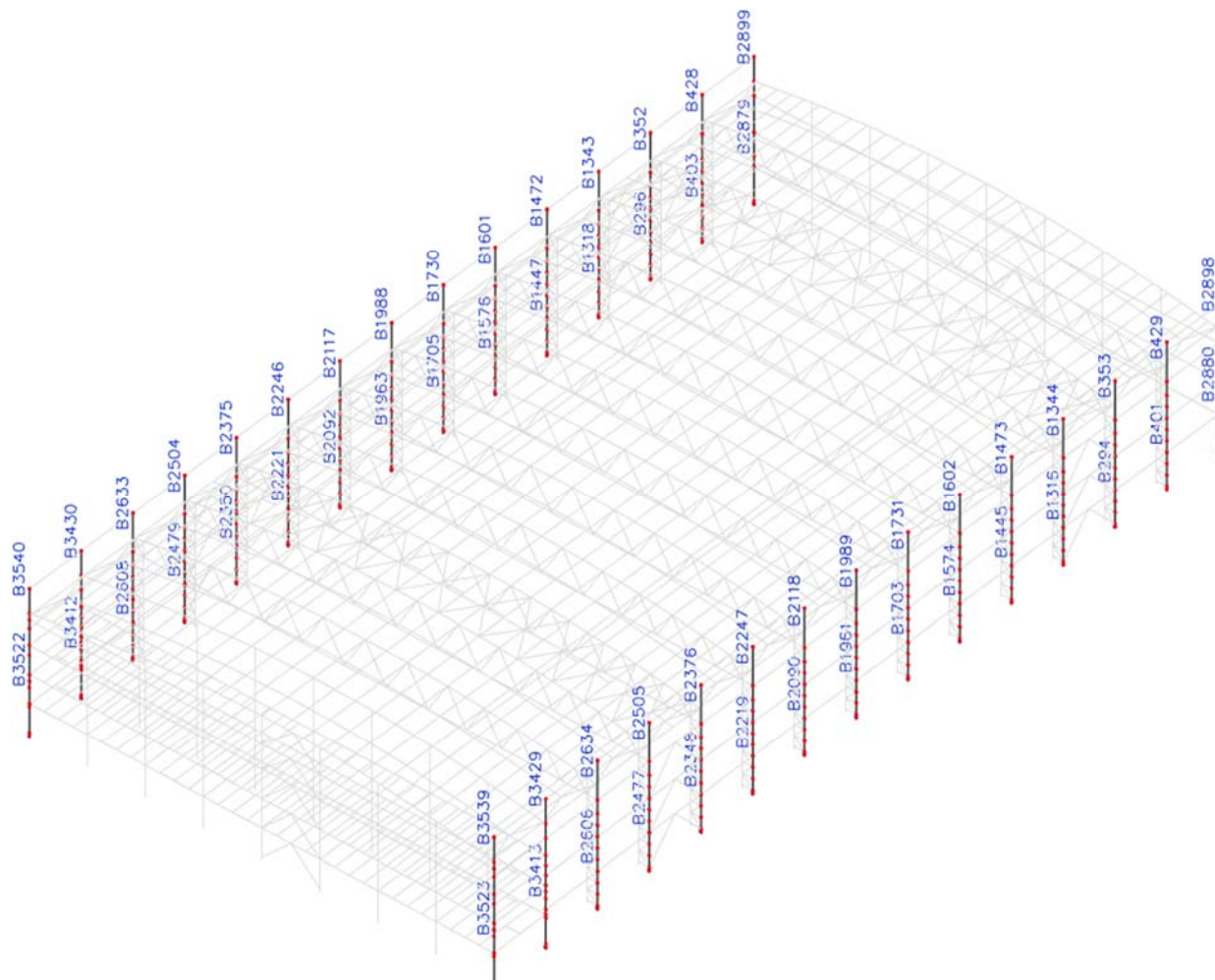
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

32

8. OZNAČENÍ PRUTŮ NA KONSTRUKCI

8.1. Sloupy na ose A, L





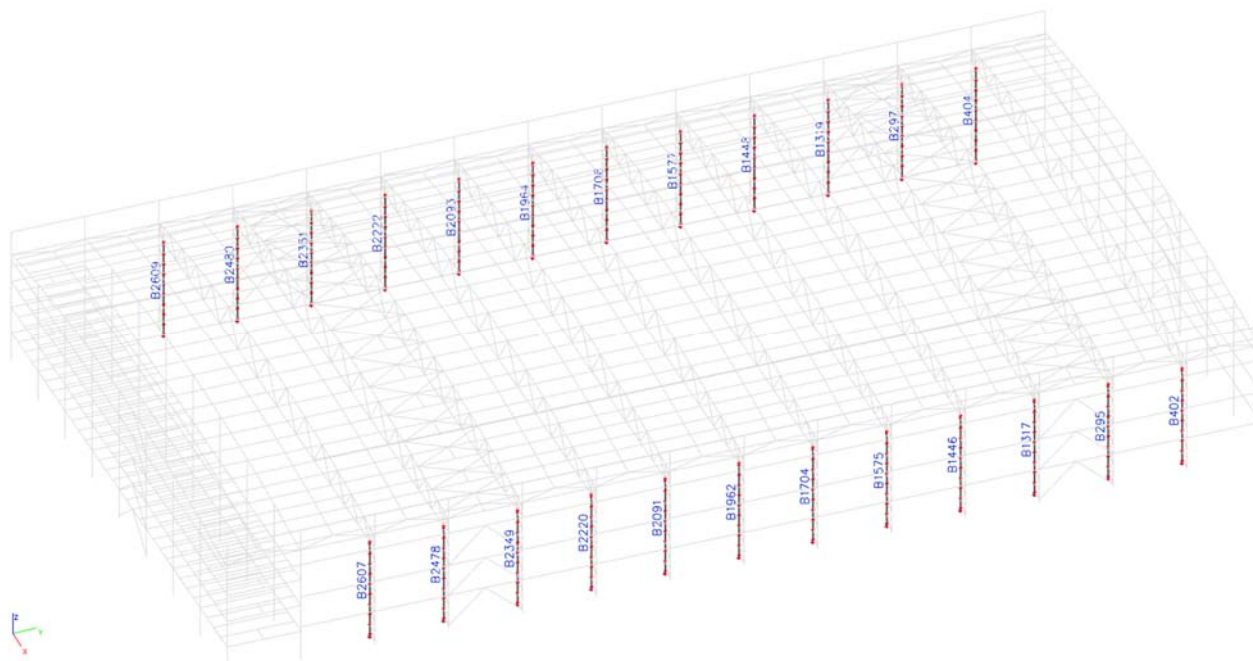
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

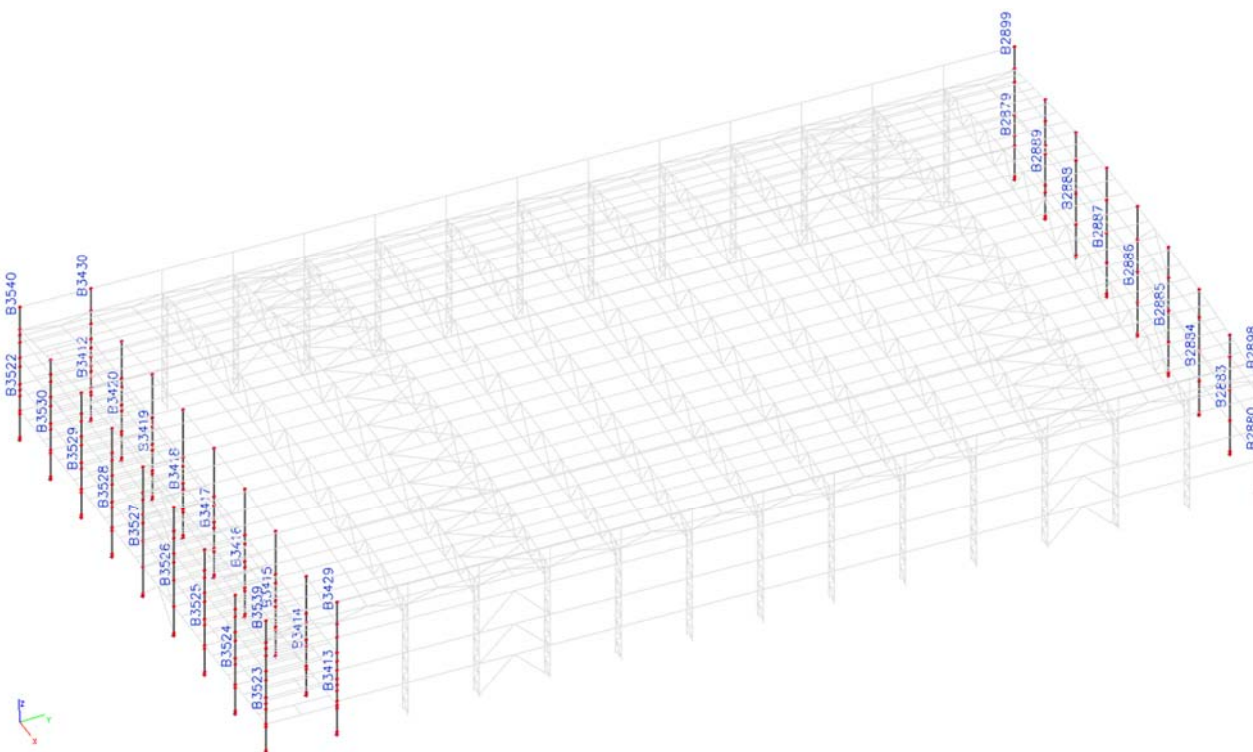
Část B: Statický výpočet

33

8.2. Sloupy na ose A1, L1



8.3. Sloupy na ose 1,2,15





DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

35

8.6. Vaznicí

B3631	B3521	B2702	B2573	B2444	B2315	B2186	B1928	B1799	B1670	B1541	B1412	B1283	B3343
B3630	B3520	B2701	B2572	B2443	B2314	B2185	B1927	B1798	B1669	B1540	B1411	B1282	B3344
B3629	B3519	B2700	B2571	B2442	B2313	B2184	B1926	B1797	B1668	B1539	B1410	B1281	B3345
B3628	B3518	B2699	B2570	B2441	B2312	B2183	B1925	B1796	B1667	B1538	B1409	B1280	B3346
B3627	B3517	B2698	B2569	B2440	B2311	B2182	B1924	B1795	B1666	B1537	B1408	B1279	B3347
B3626	B3516	B2697	B2568	B2439	B2310	B2181	B1923	B1794	B1665	B1536	B1407	B1278	B3348
B3625	B3515	B2696	B2567	B2438	B2309	B2180	B1922	B1793	B1664	B1535	B1406	B1277	B3349
B3624	B3514	B2695	B2566	B2437	B2308	B2179	B1921	B1792	B1663	B1534	B1405	B1276	B3350
B3623	B3513	B2694	B2565	B2436	B2307	B2178	B1920	B1791	B1662	B1533	B1404	B1275	B3351
B3622	B3512	B2693	B2564	B2435	B2306	B2177	B1919	B1790	B1661	B1532	B1403	B1274	B3352
B3621	B3511	B2692	B2563	B2434	B2305	B2176	B1918	B1789	B1660	B1531	B1402	B1273	B3353
B3620	B3510	B2691	B2562	B2433	B2304	B2175	B1917	B1788	B1659	B1530	B1401	B1272	B3354
B3619	B3509	B2690	B2561	B2432	B2303	B2174	B1916	B1787	B1658	B1529	B1400	B1271	B3355
B3618	B3508	B2689	B2560	B2431	B2302	B2173	B1915	B1786	B1657	B1528	B1399	B1270	B3356
B3617	B3507	B2688	B2559	B2430	B2301	B2172	B1914	B1785	B1656	B1527	B1398	B1269	B3357
B3616	B3506	B2689	B2560	B2431	B2302	B2173	B1915	B1786	B1657	B1528	B1399	B1270	B3356
B3615	B3505	B2686	B2557	B2428	B2299	B2170	B1912	B1783	B1654	B1525	B1396	B1267	B3359
B3614	B3504	B2685	B2556	B2427	B2298	B2169	B1911	B1782	B1653	B1524	B1395	B1266	B3360
B3613	B3503	B2684	B2555	B2426	B2297	B2168	B1910	B1781	B1652	B1523	B1394	B1265	B3361
B3612	B3502	B2683	B2554	B2425	B2296	B2167	B1909	B1780	B1651	B1522	B1393	B1264	B3362
B3611	B3501	B2682	B2553	B2424	B2295	B2166	B1908	B1779	B1650	B1521	B1392	B1263	B3363
B3610	B3500	B2681	B2552	B2423	B2294	B2165	B1907	B1778	B1649	B1520	B1391	B1262	B3364
B3609	B3499	B2680	B2551	B2422	B2293	B2164	B1906	B1777	B1648	B1519	B1390	B1261	B3365
B3608	B3498	B2678	B2549	B2420	B2291	B2162	B1904	B1775	B1646	B1517	B1388	B1259	B3366
B3607	B3497	B2679	B2550	B2421	B2292	B2163	B1905	B1776	B1647	B1518	B1389	B1260	B3367
B3606	B3496	B2677	B2548	B2419	B2290	B2161	B1903	B1774	B1645	B1516	B1387	B1258	B3368
B3605	B3495	B2676	B2547	B2418	B2289	B2160	B1902	B1773	B1644	B1515	B1386	B1257	B3369
B3604	B3494	B2675	B2546	B2417	B2288	B2159	B1901	B1772	B1643	B1514	B1385	B1256	B3370
B3603	B3493	B2674	B2545	B2416	B2287	B2158	B1900	B1771	B1642	B1513	B1384	B1255	B3371

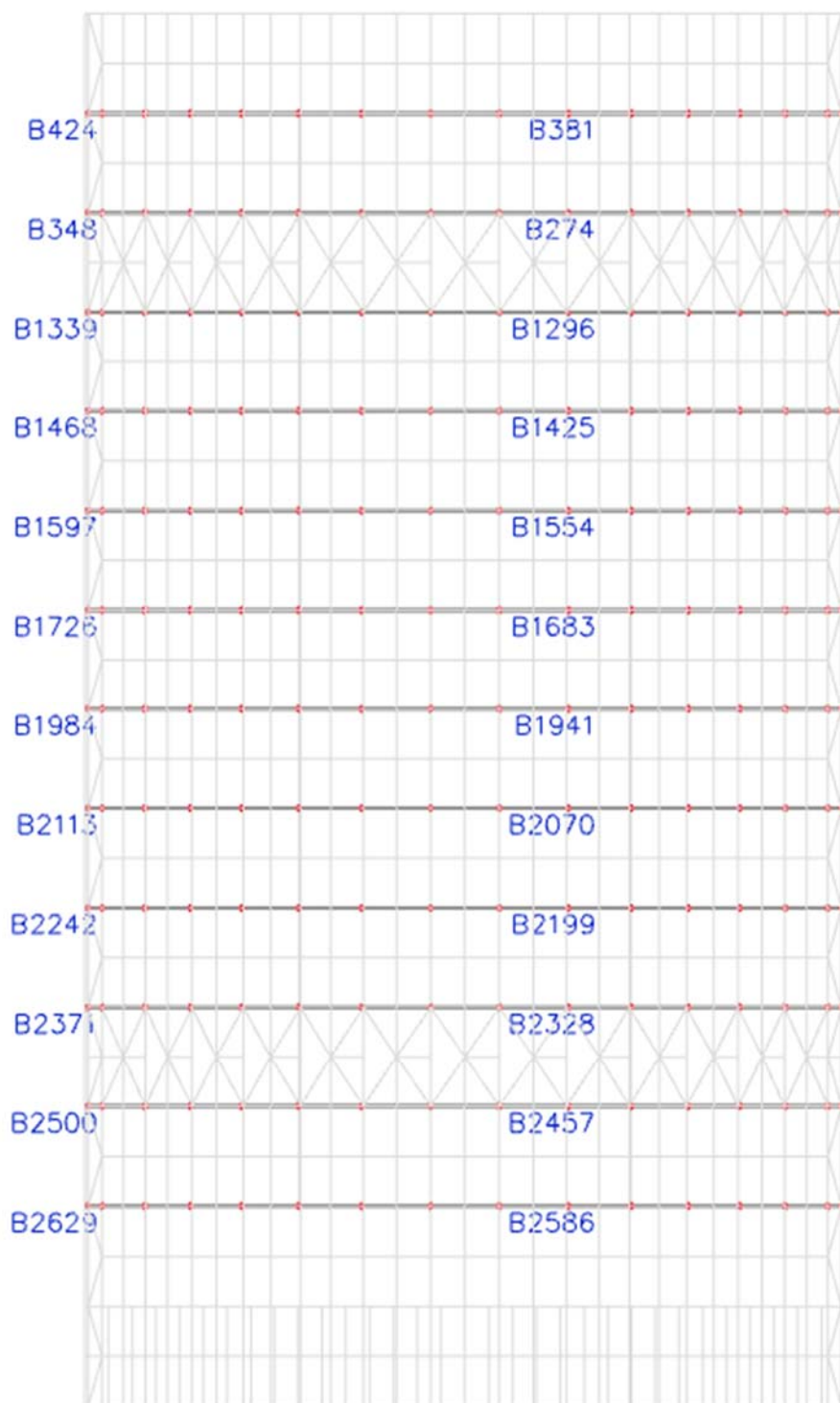


DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

36

8.7. Dolní pas vazníku



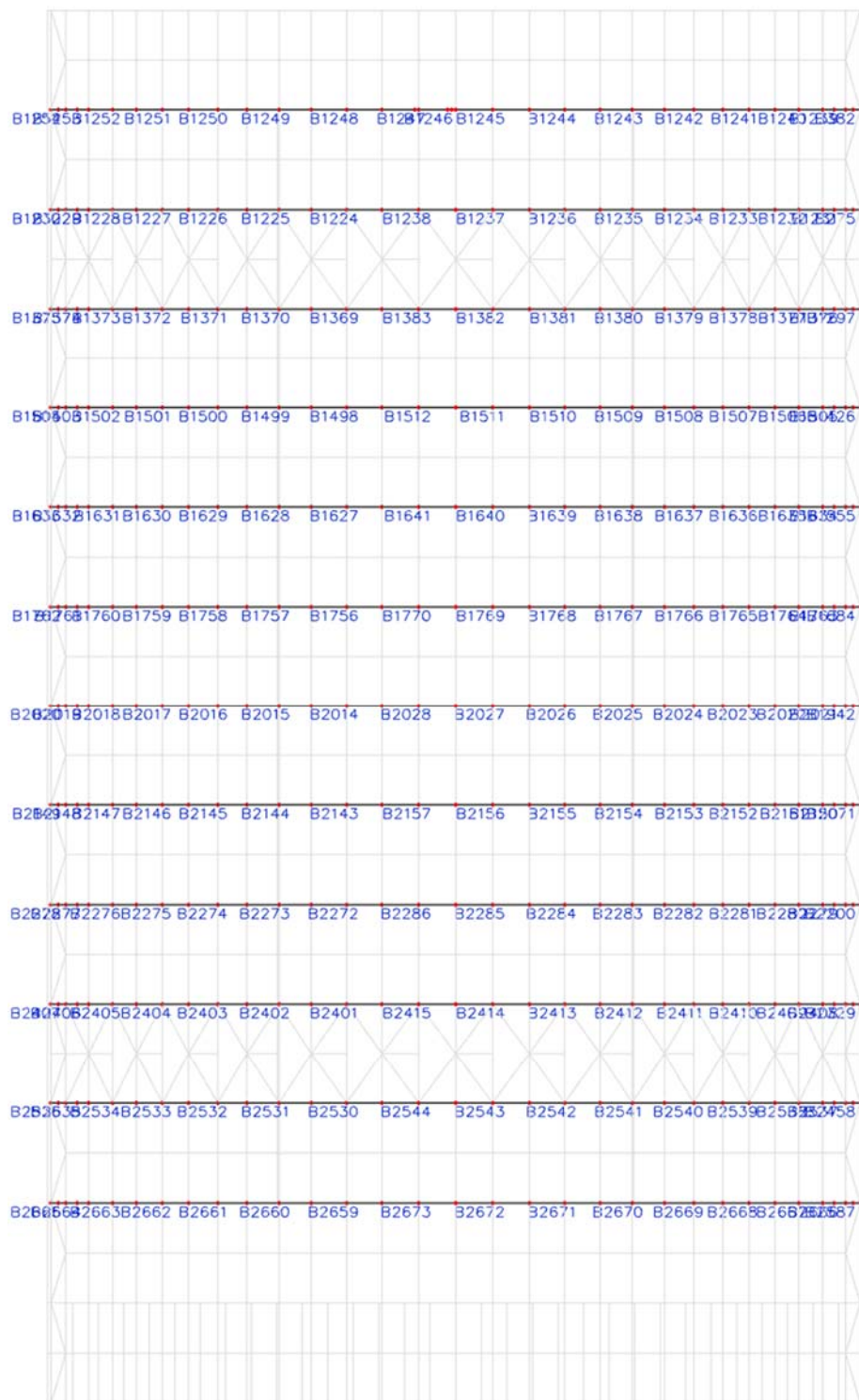


DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

37

8.8. Horní pás vazníku





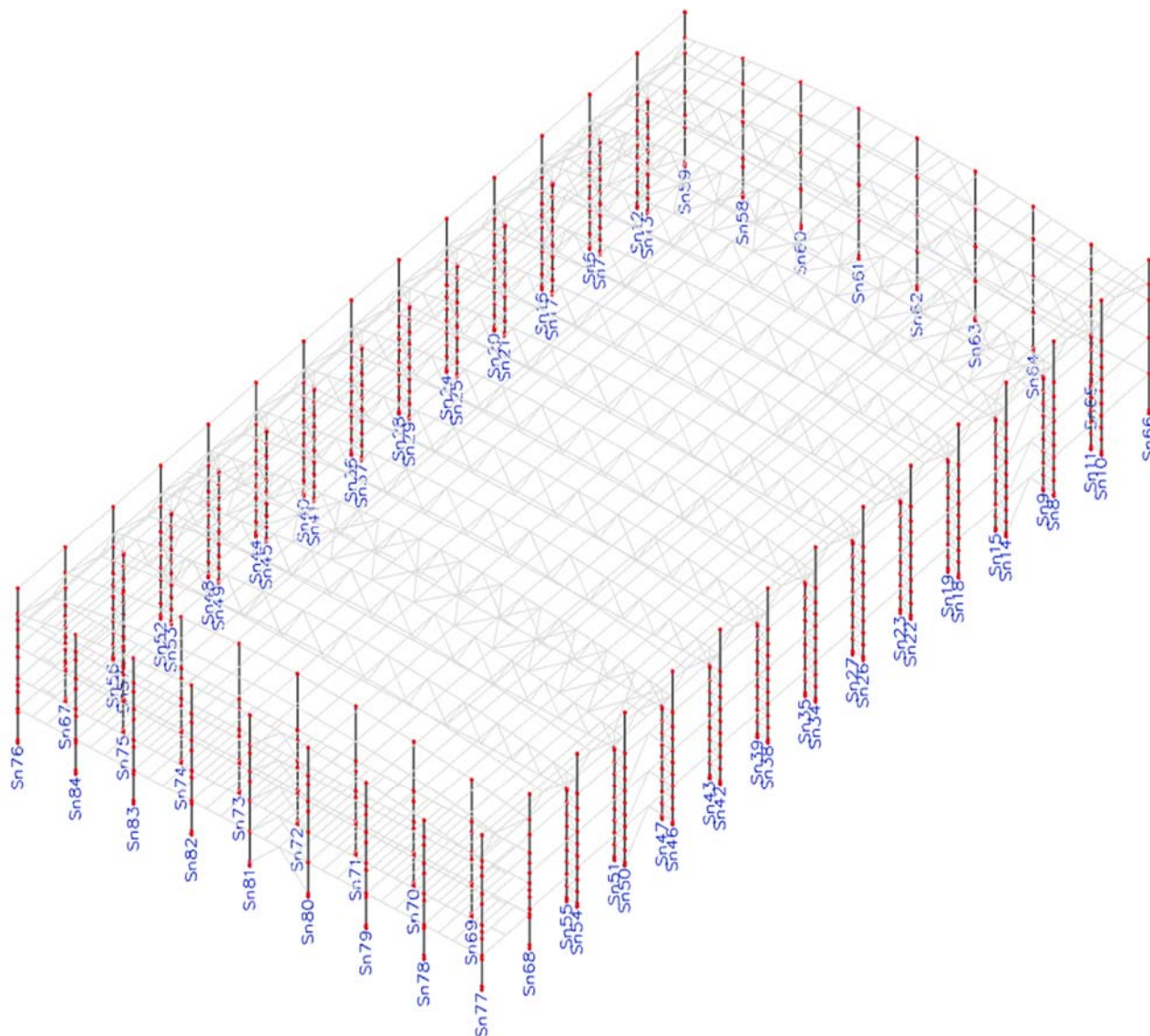
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

38

9. REAKCE

9.1. Popis podpor





DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

39

9.2. Reakce – globální extrémy

Lineární výpočet:
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
Systém: Globální
Extrém: Globální
Výběr: Vše
Uzlové reakce

Jméno	Stav	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	e_x [mm]	e_y [mm]
Sn6/N310	MSÚ-Sada B (auto)/1	123,60	-111,18	1857,57	47,25	67,55	1,69	25,4	36,4
Sn50/N1460	MSÚ-Sada B (auto)/2	-104,30	34,53	1272,51	-14,83	-60,08	0,51	-11,7	-47,2
Sn57/N1567	MSÚ-Sada B (auto)/3	42,52	0,08	-714,13	-0,84	47,36	-0,28	1,2	-66,3
Sn50/N1460	MSÚ-Sada B (auto)/4	-104,30	34,53	1272,51	-14,83	-60,08	0,51	-11,7	-47,2
Sn14/N542	MSÚ-Sada B (auto)/5	-129,97	-102,11	1190,32	43,95	-70,78	-2,08	36,9	-59,5
Sn16/N545	MSÚ-Sada B (auto)/1	129,96	-102,21	1189,61	44,03	70,87	2,10	37,0	59,6
Sn15/N544	MSÚ-Sada B (auto)/1	-49,71	-3,26	-604,58	11,99	-50,98	-2,16	-19,8	84,3
Sn16/N545	MSÚ-Sada B (auto)/2	2,41	-28,59	234,56	13,02	-1,98	3,54	55,5	-8,4

Jméno	Klíč kombinace
MSÚ-Sada B (auto)/1	1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS4 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS10
MSÚ-Sada B (auto)/2	1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.50*ZS9 + 1.05*ZS3
MSÚ-Sada B (auto)/3	1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.50*ZS8
MSÚ-Sada B (auto)/4	1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.50*ZS9
MSÚ-Sada B (auto)/5	1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS4 + 1.50*ZS10



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

40

10. VNITŘNÍ SÍLY

10.1. Vnitřní síly na prutu-konce prutů, extrém dle průřezu

Lineární výpočet
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Průřez
Výběr: Vše

Jméno	dx [m]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B2344	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	Diagonály vazníku - RO193.7X12.5	-1042,62	-0,06	-1,48	0,17	0,46	0,56
B1340	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Diagonály vazníku - RO193.7X12.5	-31,86	-7,75	1,04	-2,21	-0,77	6,51
B2605	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Diagonály vazníku - RO193.7X12.5	-129,85	3,20	10,01	-0,11	-9,20	-3,30
B2347	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	Diagonály vazníku - RO193.7X12.5	-139,90	-0,74	11,02	-0,32	-10,15	0,34
B2335	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Diagonály vazníku - RO193.7X12.5	72,44	-1,30	0,67	-3,73	1,48	8,96
B2325	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Diagonály vazníku - RO193.7X12.5	72,30	1,30	0,67	3,73	1,48	-8,95
B2330	2,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	Diagonály vazníku - RO193.7X12.5	-138,37	-0,74	-11,09	0,32	-11,94	-1,13
B2345	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	Diagonály vazníku - RO193.7X12.5	822,33	0,13	-7,32	-0,22	12,58	-0,07
B2324	5,335	MSÚ-Sada B (auto)/2	Diagonály vazníku - RO193.7X12.5	-123,21	-2,68	-1,09	-2,10	0,44	-15,78
B2336	5,335	MSÚ-Sada B (auto)/2	Diagonály vazníku - RO193.7X12.5	-123,37	2,68	-1,09	2,10	0,44	15,78
B381	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/3	Dolní pás vazníku - RO406.4X11	0,13	-2,50	-6,94	2,10	-0,09	-0,86
B2328	29,950+	MSÚ-Sada B (auto)/1	Dolní pás vazníku - RO406.4X11	3094,42	0,00	17,40	0,01	8,42	20,96
B1296	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Dolní pás vazníku - RO406.4X11	1,04	-7,75	-31,86	6,51	-0,77	-2,21
B2328	1,200-	MSÚ-Sada B (auto)/4	Dolní pás vazníku - RO406.4X11	1,10	-0,18	-42,63	-0,03	-47,08	-0,10
B2328	41,950+	MSÚ-Sada B (auto)/2	Dolní pás vazníku - RO406.4X11	2877,71	-6,82	16,15	-11,26	11,16	7,19
B2328	1,200+	MSÚ-Sada B (auto)/4	Dolní pás vazníku - RO406.4X11	532,09	0,28	36,05	0,26	-63,35	0,13
B2328	38,950+	MSÚ-Sada B (auto)/4	Dolní pás vazníku - RO406.4X11	2975,86	-2,57	0,11	-7,42	36,68	-11,47
B2328	18,450+	MSÚ-Sada B (auto)/2	Dolní pás vazníku - RO406.4X11	2877,37	6,83	15,76	11,28	12,24	-30,36
B2328	29,950-	MSÚ-Sada B (auto)/2	Dolní pás vazníku - RO406.4X11	3040,77	2,99	-17,47	8,76	8,86	22,44
B2544	1,500-	MSÚ-Sada B (auto)/2	Horní pás vazníku - RO406.4X11	-3006,97	-20,94	4,31	1,19	19,46	-1,04
B2200	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	Horní pás vazníku - RO406.4X11	200,15	-32,80	-45,26	4,23	-4,03	3,65
B2587	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Horní pás vazníku - RO406.4X11	134,32	-47,69	-43,35	1,19	-4,82	3,42
B2587	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Horní pás vazníku - RO406.4X11	134,32	-47,69	-43,35	1,19	-4,82	3,42
B2665	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Horní pás vazníku - RO406.4X11	132,87	47,61	45,36	-1,02	-58,68	-54,47
B2406	1,897	MSÚ-Sada B (auto)/1	Horní pás vazníku - RO406.4X11	87,13	5,94	-55,29	-2,83	-75,91	3,97
B1238	3,000+	MSÚ-Sada B (auto)/2	Horní pás vazníku - RO406.4X11	-2661,16	-15,04	-27,30	-39,60	48,37	25,22
B1237	3,000-	MSÚ-Sada B (auto)/2	Horní pás vazníku - RO406.4X11	-2661,18	15,39	27,30	39,62	48,37	26,09
B2408	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	Horní pás vazníku - RO406.4X11	88,41	-5,93	55,34	2,84	-76,05	3,96
B1238	3,000-	MSÚ-Sada B (auto)/2	Horní pás vazníku - RO406.4X11	-2644,10	15,53	27,36	-4,87	48,43	25,79



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

41

B2666	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Horní pás vazníku - RO406.4X11	109,24	38,35	50,67	-2,07	-69,71	-54,92
B2542	5,756	MSÚ-Sada B (auto)/1	Horní pás vazníku - RO406.4X11	-2920,80	21,80	13,24	-13,17	26,58	31,59
B2609	0,360-	MSÚ-Sada B (auto)/5	Přhradový sloup - MSRR355.6x16.0	714,68	0,08	-42,52	-0,28	32,06	-0,81
B296	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Přhradový sloup - MSRR355.6x16.0	-1857,57	-111,18	-123,60	1,69	67,55	47,25
B2477	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/6	Přhradový sloup - MSRR355.6x16.0	-1272,51	34,53	104,30	0,51	-60,08	-14,83
B1319	12,960+	MSÚ-Sada B (auto)/2	Přhradový sloup - MSRR355.6x16.0	-859,55	-8,88	-179,70	12,53	52,83	2,61
B1317	12,960+	MSÚ-Sada B (auto)/2	Přhradový sloup - MSRR355.6x16.0	-875,05	-8,98	179,67	-12,66	-52,82	2,64

Jméno	dx [m]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B296	11,560+	MSÚ-Sada B (auto)/7	Přhradový sloup - MSRR355.6x16.0	-18,69	-0,46	40,98	-18,51	-124,59	0,79
B1318	11,560+	MSÚ-Sada B (auto)/6	Přhradový sloup - MSRR355.6x16.0	-21,16	4,22	41,12	19,08	-125,32	-2,93
B2477	11,560+	MSÚ-Sada B (auto)/8	Přhradový sloup - MSRR355.6x16.0	-17,98	6,88	48,16	0,00	-140,99	7,36
B2479	11,560+	MSÚ-Sada B (auto)/8	Přhradový sloup - MSRR355.6x16.0	-17,98	6,84	-48,16	0,00	140,99	7,29
B2477	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/9	Přhradový sloup - MSRR355.6x16.0	-1272,51	34,53	104,30	0,51	-60,08	-14,83
B1354	2,052	MSÚ-Sada B (auto)/1	Diagonály sloupů - MSRR168.3x11.0	-307,16	4,54	-5,81	-1,33	-5,01	4,20
B1352	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Diagonály sloupů - MSRR168.3x11.0	206,80	0,25	1,49	-0,15	-1,90	-0,03
B1328	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Diagonály sloupů - MSRR168.3x11.0	58,56	-5,63	-6,60	0,62	4,94	5,61
B319	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/10	Diagonály sloupů - MSRR168.3x11.0	-2,99	1,06	10,15	0,09	-4,86	2,01
B1354	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Diagonály sloupů - MSRR168.3x11.0	-306,49	4,54	-5,09	-1,33	6,17	-5,11
B1345	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/11	Diagonály sloupů - MSRR168.3x11.0	-92,03	-2,26	-6,33	1,51	4,93	3,77
B2498	1,500	MSÚ-Sada B (auto)/11	Diagonály sloupů - MSRR168.3x11.0	41,45	1,46	-15,31	-0,08	-14,46	0,84
B319	1,500	MSÚ-Sada B (auto)/10	Diagonály sloupů - MSRR168.3x11.0	-2,99	1,06	9,52	0,09	9,90	3,61
B1337	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Diagonály sloupů - MSRR168.3x11.0	58,72	5,73	-6,60	-0,60	4,95	-5,70
B2525	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/12	Paždik - CFRHS200X200X8	-192,78	0,01	1,47	-0,18	0,00	0,00
B1364	4,350+	MSÚ-Sada B (auto)/2	Paždik - CFRHS200X200X8	256,73	0,00	2,91	-0,13	-2,73	-0,01
B3808	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/8	Paždik - CFRHS200X200X8	-69,19	-17,75	1,42	0,11	0,00	0,00
B3807	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/8	Paždik - CFRHS200X200X8	-69,31	17,75	1,42	-0,11	0,00	0,00
B3642	8,700	MSÚ-Sada B (auto)/13	Paždik - CFRHS200X200X8	14,14	0,00	-6,63	0,08	0,00	0,00
B3642	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/13	Paždik - CFRHS200X200X8	14,14	0,00	6,63	0,08	0,00	0,00
B4547	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/6	Paždik - CFRHS200X200X8	-3,37	-16,18	2,17	-3,65	0,00	0,00
B3635	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/14	Paždik - CFRHS200X200X8	26,54	-13,51	3,99	2,95	0,00	0,00

B3635	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/14	Paždik - CFRHS200X200X8	26,54	-13,51	3,99	2,95	0,00	0,00
B4555	8,700	MSÚ-Sada B (auto)/15	Paždik - CFRHS200X200X8	228,78	-0,02	-3,79	0,14	-8,44	-0,08
B3642	4,350	MSÚ-Sada B (auto)/13	Paždik - CFRHS200X200X8	14,14	0,00	0,00	0,08	14,41	0,00
B3808	4,350-	MSÚ-Sada B (auto)/8	Paždik - CFRHS200X200X8	-69,19	0,00	-2,56	0,11	-2,47	-38,61
B3807	4,350-	MSÚ-Sada B (auto)/8	Paždik - CFRHS200X200X8	-69,31	0,00	-2,56	-0,11	-2,47	38,61
B1384	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Vaznice střecha - IPE270	-145,66	0,07	6,80	0,00	0,00	0,00



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

42

B2675	4,350+	MSÚ-Sada B (auto)/1	Vaznice střeška - IPE270	253,77	0,25	-0,22	0,00	32,40	-1,09
B2829	4,350+	MSÚ-Sada B (auto)/16	Vaznice střeška - IPE270	217,06	-0,43	-0,27	0,00	34,83	0,95
B2829	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/17	Vaznice střeška - IPE270	217,06	0,43	26,14	0,00	-21,94	-0,92
B1398	8,700	MSÚ-Sada B (auto)/2	Vaznice střeška - IPE270	45,38	0,00	-29,80	0,00	-35,30	0,00
B2559	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/17	Vaznice střeška - IPE270	51,73	0,00	26,92	0,00	-19,36	0,00
B3496	4,785	MSÚ-Sada B (auto)/1	Vaznice střeška - IPE270	-4,62	0,12	-1,72	-0,02	38,72	-0,46
B3518	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	Vaznice střeška - IPE270	-4,57	-0,12	18,06	0,02	0,00	0,00
B2561	8,700	MSÚ-Sada B (auto)/2	Vaznice střeška - IPE270	45,03	0,01	-29,55	0,00	-35,31	-0,04
B1400	4,350+	MSÚ-Sada B (auto)/2	Vaznice střeška - IPE270	48,02	0,03	-0,89	0,00	59,77	-0,13
B2679	4,350+	MSÚ-Sada B (auto)/1	Vaznice střeška - IPE270	6,65	0,30	0,88	0,00	37,30	-1,29
B2698	4,350+	MSÚ-Sada B (auto)/1	Vaznice střeška - IPE270	6,64	-0,30	0,88	0,00	37,30	1,29

Jméno	dx [m]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
		(auto)/1	IPE270						
B4272	1,517	MSÚ-Sada B (auto)/1	Střešní ztužidlo HP - RO139.7X11	-485,77	0,00	-0,89	-0,44	0,00	0,00
B4252	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	Střešní ztužidlo HP - RO139.7X11	172,85	0,00	0,93	0,77	0,00	0,00
B2726	5,284	MSÚ-Sada B (auto)/18	Střešní ztužidlo HP - RO139.7X11	-124,57	0,00	-1,22	-0,40	0,00	0,00
B2726	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/18	Střešní ztužidlo HP - RO139.7X11	-124,58	0,00	1,22	-0,40	0,00	0,00
B4313	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Střešní ztužidlo HP - RO139.7X11	-291,74	0,00	0,89	-1,64	0,00	0,00
B4307	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Střešní ztužidlo HP - RO139.7X11	-291,86	0,00	0,89	1,64	0,00	0,00
B2790	2,642	MSÚ-Sada B (auto)/18	Střešní ztužidlo HP - RO139.7X11	-122,38	0,36	0,00	0,26	1,61	-0,01
B4262	4,746	MSÚ-Sada B (auto)/2	Střešní ztužidlo HP - RO139.7X11	-12,30	-1,19	-0,93	-0,93	0,00	-3,22
B4257	4,746	MSÚ-Sada B (auto)/2	Střešní ztužidlo HP - RO139.7X11	-12,10	1,19	-0,93	0,94	0,00	3,22
B2874	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Střešní ztužidlo DP - RO139.7X11	-10,34	0,00	4,01	-0,05	0,00	0,00
B2876	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/17	Střešní ztužidlo DP - RO139.7X11	11,70	0,00	4,01	0,00	0,00	0,00
B2855	8,700	MSÚ-Sada B (auto)/18	Střešní ztužidlo DP - RO139.7X11	-0,60	0,00	-4,71	-0,04	0,00	0,00
B2855	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/18	Střešní ztužidlo DP - RO139.7X11	-0,60	0,00	4,71	-0,04	0,00	0,00
B2855	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/19	Střešní ztužidlo DP - RO139.7X11	-1,03	0,00	4,01	-0,16	0,00	0,00
B2856	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/19	Střešní ztužidlo DP - RO139.7X11	-1,02	0,00	4,01	0,16	0,00	0,00
B2855	4,350	MSÚ-Sada B (auto)/18	Střešní ztužidlo DP - RO139.7X11	-0,60	0,00	0,00	-0,04	10,25	0,00
B2885	0,360-	MSÚ-Sada B (auto)/14	Sloupek čelní HEA450 - HEA450	71,28	-42,13	51,06	0,00	18,38	-15,17
B2886	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/20	Sloupek čelní HEA450 - HEA450	204,73	-47,37	42,04	0,00	0,00	0,00
B2885	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/9	Sloupek čelní HEA450 - HEA450	-198,39	45,77	31,98	0,00	0,00	0,00
B2899	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Sloupek čelní HEA450 - HEA450	-7,00	0,00	-68,30	0,00	204,90	1,39

B2886	0,360+	MSÚ-Sada B (auto)/5	Sloupek čelní HEA450 - HEA450	-150,27	5,05	42,04	-0,08	15,21	-17,05
B2886	13,250+	MSÚ-Sada B (auto)/14	Sloupek čelní HEA450 - HEA450	-5,88	-0,27	-40,64	0,11	182,84	0,23
B2880	13,250+	MSÚ-Sada B (auto)/1	Sloupek čelní HEA450 - HEA450	-52,04	25,30	194,28	0,00	-145,81	-6,44



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

43

B2889	8,760+	MSÚ-Sada B (auto)/7	Sloupek čelní HEA450 - HEA450	-28,40	-0,40	-27,61	0,00	309,61	0,46
B2879	15,050	MSÚ-Sada B (auto)/2	Sloupek čelní HEA450 - HEA450	-49,44	-25,92	194,27	0,00	204,58	-39,91
B2880	15,050	MSÚ-Sada B (auto)/2	Sloupek čelní HEA450 - HEA450	-49,21	25,30	194,28	0,00	203,90	39,10
B3444	0,303	MSÚ-Sada B (auto)/6	Střešní vazník přístavba - IPE400	-59,79	12,64	-28,05	-0,16	-25,83	-0,25
B3024	1,060	MSÚ-Sada B (auto)/2	Střešní vazník přístavba - IPE400	57,95	0,08	-42,92	0,01	-63,30	-0,17
B3020	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Střešní vazník přístavba - IPE400	-31,51	-262,57	-38,22	0,31	-29,69	79,49
B2897	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Střešní vazník přístavba - IPE400	-30,90	262,36	38,30	-0,31	-40,50	-0,04
B3435	0,352	MSÚ-Sada B (auto)/2	Střešní vazník přístavba - IPE400	43,80	-0,70	-93,64	0,00	-104,84	1,01
B3426	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Střešní vazník přístavba - IPE400	43,81	0,71	93,64	0,00	-104,84	1,01
B3015	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/6	Střešní vazník přístavba - IPE400	-5,09	31,19	-12,87	-0,74	-7,29	-8,34
B3428	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Střešní vazník přístavba - IPE400	-46,66	76,00	74,63	0,47	-73,79	-0,13
B3448	1,060	MSÚ-Sada B (auto)/1	Střešní vazník přístavba - IPE400	49,94	-0,37	-85,48	-0,02	-127,23	0,11
B3446	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	Střešní vazník přístavba - IPE400	39,11	-2,14	-9,09	-0,02	74,66	3,99
B3558	1,060	MSÚ-Sada B (auto)/10	Střešní vazník přístavba - IPE400	15,23	-22,40	-3,16	-0,03	-0,02	-17,45
B3019	1,212	MSÚ-Sada B	Střešní vazník	46,72	76,72	-31,05	-0,01	-28,52	79,49

Jméno	dx [m]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B3391	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/21	Paždik čelní - SHS220/220/10.0	-51,00	1,00	-17,61	1,21	0,00	0,00
B3391	4,175+	MSÚ-Sada B (auto)/22	Paždik čelní - SHS220/220/10.0	48,26	1,91	-0,01	1,15	-36,69	-1,59
B3392	8,350	MSÚ-Sada B (auto)/18	Paždik čelní - SHS220/220/10.0	-0,43	-6,19	0,00	-0,02	0,00	0,00
B3392	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/18	Paždik čelní - SHS220/220/10.0	-0,43	6,19	0,00	-0,02	0,00	0,00
B3388	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/23	Paždik čelní - SHS220/220/10.0	-15,32	5,23	-24,28	-6,72	0,00	0,00
B3388	8,300	MSÚ-Sada B (auto)/23	Paždik čelní - SHS220/220/10.0	-15,32	-5,23	24,28	-6,72	0,00	0,00
B3411	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/9	Paždik čelní - SHS220/220/10.0	0,76	5,23	-20,85	-8,82	0,00	0,00
B3404	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/5	Paždik čelní - SHS220/220/10.0	0,35	5,23	-20,85	8,53	0,00	0,00
B3388	3,932	MSÚ-Sada B (auto)/23	Paždik čelní - SHS220/220/10.0	-15,32	0,28	-1,28	-6,72	-50,24	10,82
B3399	4,175-	MSÚ-Sada B (auto)/17	Paždik čelní - SHS220/220/10.0	3,21	-1,95	0,00	0,03	0,01	-1,76
B3399	4,175-	MSÚ-Sada B (auto)/24	Paždik čelní - SHS220/220/10.0	-19,39	-2,29	0,47	-2,11	-20,08	-2,04
B3392	4,395	MSÚ-Sada B (auto)/18	Paždik čelní - SHS220/220/10.0	-0,43	-0,33	0,00	-0,02	0,00	12,89
B3414	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/25	Sloup přístavba - HEB400	-1165,09	-1,20	-0,12	0,00	0,00	0,00
B3530	16,210	MSÚ-Sada B (auto)/8	Sloup přístavba - HEB400	13,50	-6,79	-28,17	-0,02	-0,44	-7,30
B3527	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/20	Sloup přístavba - HEB400	-1011,09	-97,12	-19,48	0,00	0,00	0,00
B3526	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/6	Sloup přístavba - HEB400	-1014,50	98,85	-25,46	0,00	0,00	0,00
B3523	13,250+	MSÚ-Sada B (auto)/6	Sloup přístavba - HEB400	-35,08	17,54	-37,54	0,96	11,13	-8,38
B3413	13,250+	MSÚ-Sada B (auto)/26	Sloup přístavba - HEB400	-50,24	23,02	81,26	0,29	-88,36	-3,66



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

44

B3523	11,160+	MSÚ-Sada B (auto)/27	Sloup přístavba - HEB400	-40,90	25,09	-3,52	-0,57	-19,41	-53,97
B3523	11,160+	MSÚ-Sada B (auto)/7	Sloup přístavba - HEB400	-28,80	11,17	2,61	1,00	4,76	-28,25
B3524	7,560-	MSÚ-Sada B (auto)/20	Sloup přístavba - HEB400	-616,34	-8,07	-12,37	-0,05	-162,35	-13,28
B3527	7,560-	MSÚ-Sada B (auto)/3	Sloup přístavba - HEB400	-489,03	16,13	10,18	0,00	121,26	28,33
B3413	3,960+	MSÚ-Sada B (auto)/28	Sloup přístavba - HEB400	-451,05	53,63	-4,76	0,06	1,48	-88,00
B3412	3,960+	MSÚ-Sada B (auto)/28	Sloup přístavba - HEB400	-451,07	-53,64	-4,76	-0,06	1,48	88,01

B3869	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	Propojení vaznic střechy - MSRR82.5x8.0	-228,83	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00
B4229	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/29	Propojení vaznic střechy - MSRR82.5x8.0	12,52	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00
B4436	2,075	MSÚ-Sada B (auto)/18	Propojení vaznic střechy - MSRR82.5x8.0	0,00	0,00	-9,52	0,00	0,00	0,00
B4436	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/18	Propojení vaznic střechy - MSRR82.5x8.0	0,00	0,00	9,52	0,00	0,00	0,00
B3930	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	Propojení vaznic střechy - MSRR82.5x8.0	-112,98	0,00	0,16	-0,34	0,00	0,00
B3937	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	Propojení vaznic střechy - MSRR82.5x8.0	-113,02	0,00	0,16	0,34	0,00	0,00
B4436	1,037	MSÚ-Sada B (auto)/18	Propojení vaznic střechy - MSRR82.5x8.0	0,00	0,00	0,00	0,00	4,94	0,00
B4328	6,252	MSÚ-Sada B (auto)/1	Stěnové ztužidlo - RO139.7X11	-238,98	0,00	-0,86	0,01	0,00	0,00
B4327	6,252	MSÚ-Sada B (auto)/1	Stěnové ztužidlo - RO139.7X11	227,45	0,00	-0,86	0,03	0,00	0,00
B4347	5,513	MSÚ-Sada B (auto)/30	Stěnové ztužidlo - RO139.7X11	33,72	0,16	-1,06	-0,66	-1,11	0,35

B4558	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/9	Stěnové ztužidlo - RO139.7X11	27,88	0,00	0,86	-0,77	0,00	0,00
B4557	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/6	Stěnové ztužidlo - RO139.7X11	-37,54	0,00	0,86	0,79	0,00	0,00
B4349	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/31	Stěnové ztužidlo - RO139.7X11	-53,78	0,01	1,49	-0,27	-2,67	0,07
B4554	3,150	MSÚ-Sada B (auto)/18	Stěnové ztužidlo - RO139.7X11	-9,81	0,00	0,00	0,02	1,64	0,00
B4343	5,922	MSÚ-Sada B (auto)/14	Stěnové ztužidlo - RO139.7X11	-50,50	-0,79	-0,79	-0,08	-0,86	-4,55
B4344	5,922	MSÚ-Sada B (auto)/5	Stěnové ztužidlo - RO139.7X11	43,91	0,77	-0,77	0,31	-0,69	4,82
B4500	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/14	Průvlak přístavba - IPE450	-38,25	-8,55	54,23	0,05	-91,36	9,29
B4398	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/6	Průvlak přístavba - IPE450	129,02	-8,58	54,88	0,03	-91,54	9,78
B4497	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/7	Průvlak přístavba - IPE450	-5,53	-9,83	51,59	-0,02	-66,03	0,89
B4394	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/32	Průvlak přístavba - IPE450	21,58	-2,01	139,53	-0,01	-256,18	3,09
B4449	5,212-	MSÚ-Sada B (auto)/9	Průvlak přístavba - IPE450	-11,44	1,45	8,84	-0,05	5,25	-5,52
B4387	8,300	MSÚ-Sada B (auto)/33	Průvlak přístavba - IPE450	21,59	5,11	-139,57	0,02	-256,33	6,91
B4387	4,150+	MSÚ-Sada B (auto)/33	Průvlak přístavba - IPE450	21,59	2,25	-57,85	0,02	153,32	-8,37
B4438	4,150-	MSÚ-Sada B (auto)/9	Průvlak přístavba - IPE450	9,05	-0,88	15,60	0,01	69,37	-14,36
B4395	8,300	MSÚ-Sada B (auto)/14	Průvlak přístavba - IPE450	14,33	13,00	-107,96	0,03	-191,78	12,89
B4518	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/8	Stropnice přístavba - IPE450	-9,94	0,00	61,01	0,00	0,00	0,00



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

45

B4517	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/9	Stropnice přístavba - IPE450	13,93	0,00	36,99	0,00	0,00	0,00
B4505	8,700	MSÚ-Sada B (auto)/34	Stropnice přístavba - IPE450	-7,57	-12,12	-58,43	0,00	0,00	0,00
B4505	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/34	Stropnice přístavba - IPE450	-7,57	12,12	58,43	0,00	0,00	0,00
B4427	8,700	MSÚ-Sada B (auto)/35	Stropnice přístavba - IPE450	1,22	0,98	-82,14	0,00	0,00	0,00
B4404	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/33	Stropnice přístavba - IPE450	3,16	-2,25	82,14	0,00	0,00	0,00
B4431	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/35	Stropnice přístavba - IPE450	2,06	0,00	78,10	-0,01	0,00	0,00
B4433	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/36	Stropnice přístavba - IPE450	1,99	0,00	78,10	0,01	0,00	0,00
B4404	4,350+	MSÚ-Sada B (auto)/36	Stropnice přístavba - IPE450	3,16	-0,98	-4,04	0,00	187,46	4,26
B4427	4,350-	MSÚ-Sada B (auto)/27	Stropnice přístavba - IPE450	-3,25	-5,50	4,04	0,00	160,64	-23,94
B4404	4,350-	MSÚ-Sada B (auto)/27	Stropnice přístavba - IPE450	-3,25	5,50	4,04	0,00	160,64	23,94



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

46

11. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

Porovnání výsledků ze softwaru SCIA Engineer a ručního výpočtu bude provedeno pro vybrané prvky.

Ostatní posudky a posudky pro další kombinace bude uvedeno v Příloze.

11.1. Vazník – horní pás RO 406,4x11,0

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B2544 1,500 / 6,001 m RO406.4X11 S 355 MSÚ-Sada B (auto) 0,79 -

Klíč kombinace
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS4 +
1.05*ZS3 + 1.50*ZS10

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 1,500 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N _{Ed}	-3006,97	kN
Smyková síla	V _{y,Ed}	-20,94	kN
Smyková síla	V _{z,Ed}	4,31	kN
Kroucení	T _{Ed}	1,19	kNm
Ohybový moment	M _{y,Ed}	19,46	kNm
Ohybový moment	M _{z,Ed}	-1,04	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
406	11	36,95	33,10	46,34	59,58	2

Průřez je klasifikován třídou 2

$$\frac{d}{t} \leq 50\varepsilon^2$$

$$\frac{406,4}{11} \leq 50 \cdot 0,813^2 = 36,95 \leq 33,1$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,813$$

Třída průřezu- 2



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

47

POSOUZENÍ TLAK

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{N_{Ed}}{\frac{A \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{3006,97}{\frac{13,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,62 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ OHYB M_y

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} = \frac{M_{y,Ed}}{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{19,46}{\frac{1,719 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,031 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ OHYB M_z

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{M_{z,Ed}}{\frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{1,04}{\frac{1,719 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,002 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ SMYK V_y

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{V_{y,Ed}}{\frac{A_{v,y} \cdot f_y / \sqrt{3}}{Y_{M0}}} = \frac{20,94}{\frac{8,722 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 / \sqrt{3}}{1,0}} = 0,01 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ KOMBINACE N+M+V

Návrhová hodnota smykové síly V_{Ed} je menší než 50% návrhové plastické smykové únosnosti $V_{pl,y,Rd} \rightarrow$ lze v kombinaci zanedbat.

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot \frac{(1-n)}{1-0,5a_v} = 610,51 \cdot \frac{(1-0,616)}{1-0,5 \cdot 0,00872} = 342,428 \text{ kNm}$$

$$M_{N,y,Rd} = 342,428 \text{ kNm} < M_{pl,y,Rd} = 610,51 \text{ kNm}$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{3006,97}{4863,5} = 0,62$$

$$a_v = \frac{2A}{\pi} = \frac{2 \cdot 0,0137}{3,1415} = 0,00872 \text{ m}^2$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{3006,97}{4863,5} + \frac{19,46}{342,428} + \frac{1,17}{342,428} = 0,69 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSUDEK STABILITY

Vzpěr:

$$\text{Vzpěrné délky: } L_{cr,y} = L \cdot k_y = 6000 \cdot 1,0 = 6000 \text{ mm}$$

$$L_{cr,z} = L \cdot k_z = 6000 \cdot 1,0 = 6000 \text{ mm}$$



Kritická (Eulerova) síla:

$$N_{cr,y} = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \pi^2 \cdot \frac{210 \cdot 10^6 \cdot 267,2 \cdot 10^{-6}}{6^2} = 15382,51 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \pi^2 \cdot \frac{210 \cdot 10^6 \cdot 267,2 \cdot 10^{-6}}{6^2} = 15382,51 \text{ kN}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{13,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{15382,51}} = 0,562 \rightarrow \text{křivka vzpěrné pevnosti a}$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{13,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{15382,51}} = 0,562 \rightarrow \text{křivka vzpěrné pevnosti a}$$

Součinitel vzpěrnosti podle ČSN EN 1993-1-1 tab. 6.2

$$\chi_y = 0,902$$

$$\chi_z = 0,902$$

$$\chi = \min \{\chi_y, \chi_z\} = \min \{0,902; 0,902\} = 0,902$$

Návrhová vzpěrná únosnost tlačného prutu

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_z \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,902 \cdot 13,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0} = 4386,87 \text{ kN}$$

Posouzení na vzpěr

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{2997,09}{4386,87} = 0,683 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení klopení:

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 – průřez kruhová trubka není náchylná ke klopení

Ohyb a osový tlak:

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\gamma_{M1}} \leq 1$$

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\gamma_{M1}} \leq 1$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 13,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 4863,5 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = 1,719 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 610,245 \text{ kNm}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

49

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = 1,719 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 610,245 \text{ kNm}$$

$\Delta M_{y,Ed}$, $\Delta M_{z,Ed}$, momenty v důsledku posunu těžiškové osy, pouze pro průřezy tř. 4,
(symetrický průřez $\rightarrow 0$), jinak 0

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,90 \cdot \left(1 + (0,562 - 0,2) \cdot \frac{3006,97}{\frac{0,9 \cdot 4863,2}{1,0}} \right) =$$
$$1,123 < C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,90 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{3006,97}{\frac{0,9 \cdot 4863,2}{1,0}} \right) = 1,393$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 1,585 = 0,951$$

$$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,1\lambda_z}{C_{mLT}-0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = \left(1 - \frac{0,1 \cdot 0,562}{0,972-0,25} \cdot \frac{3006,97}{\frac{0,9 \cdot 4863,2}{1,0}} \right) = 0,946 > \left(1 - \frac{0,1}{C_{mLT}-0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = \left(1 - \frac{0,1}{0,972-0,25} \cdot \frac{3006,97}{\frac{0,9 \cdot 4863,2}{1,0}} \right) = 0,905$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2\lambda_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,81 \cdot \left(1 + (2 \cdot 0,562 - 0,6) \cdot \frac{3006,97}{\frac{0,9 \cdot 4863,2}{1,0}} \right) =$$
$$1,1 < C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,81 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{3006,97}{\frac{0,9 \cdot 4863,2}{1,0}} \right) = 1,585$$

(podle ČSN EN 1993-1-1 tab. B.3)

$$C_{mLT} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0,93 = 0,972$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0,75 = 0,90$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0,52 = 0,81$$

($k_{yy} = 1,123$, $k_{yz} = 0,951$, $k_{zy} = 0,946$, $k_{zz} = 1,585$ podle ČSN EN 1993-1-1 tab. B.1, B.2)

$$\frac{3006,97}{\frac{0,9 \cdot 4863,2}{1,0}} + 1,123 \frac{19,46 + 0}{\frac{1,0 \cdot 610,51}{1,0}} + 0,951 \frac{1,04}{\frac{610,51}{1,0}} = 0,809$$

$$\frac{3006,97}{\frac{0,9 \cdot 4863,2}{1,0}} + 0,946 \frac{19,46 + 0}{\frac{1,0 \cdot 610,51}{1,0}} + 1,585 \frac{1,04}{\frac{610,51}{1,0}} = 0,83$$

$$0,80 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$0,83 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

50

11.2. Vazník – dolní pás RO 406,4x11,0

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B2328	29,950 / 64,700 m	RO406.4X11	S 355	MSÚ-Sada B (auto)	0,64 -
-------------	-------------------	------------	-------	-------------------	--------

Klíč kombinace	
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS4 + 1.50*ZS10	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 29,950 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	3094,42	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	17,40	kN
Kroucení	T_{Ed}	0,01	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	8,42	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	20,96	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
406	11	36,95	33,10	46,34	59,58	2

Průřez je klasifikován třídou 2

$$\frac{d}{t} \leq 50\varepsilon^2$$

$$\frac{406,4}{11} \leq 50 \cdot 0,813^2 = 36,95 \leq 33,1$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,813$$

Třída průřezu- 2

POSOUZENÍ TAH

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{N_{Ed}}{\frac{A \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{3094,42}{\frac{13,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,64 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

51

POSOUZENÍ OHYB M_y

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} = \frac{M_{y,Ed}}{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{8,42}{\frac{1,719 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,013 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ OHYB M_z

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{M_{z,Ed}}{\frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{20,96}{\frac{1,719 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,0035 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ SMYK V_z

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{V_{z,Ed}}{\frac{A_{v,z} \cdot f_y / \sqrt{3}}{Y_{M0}}} = \frac{17,4}{\frac{8,722 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 / \sqrt{3}}{1,0}} = 0,005 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ KOMBINACE N+M+V

Návrhová hodnota smykové síly V_{Ed} je menší než 50% návrhové plastické smykové únosnosti $V_{pl,y,Rd} \rightarrow$ lze v kombinaci zanedbat.

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot \frac{(1-n)}{1-0,5a_v} = 610,51 \cdot \frac{(1-0,635)}{1-0,5 \cdot 0,00872} = 327,98 \text{ kNm}$$

$$M_{N,y,Rd} = 327,98 \text{ kNm} < M_{pl,y,Rd} = 610,51 \text{ kNm}$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{3094,42}{4863,5} = 0,64$$

$$a_v = \frac{2A}{\pi} = \frac{2 \cdot 0,0137}{3,1415} = 0,00872 \text{ m}^2$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{3091,05}{4863,5} + \frac{8,42}{327,98} + \frac{20,96}{327,98} = 0,708 < 1,0 - \text{vyhovuje}$$

POSUDEK STABILITY

Vzpěr:

$$\text{Vzpěrné délky: } L_{cr,y} = L \cdot k_y = 6000 \cdot 1,0 = 6000 \text{ mm}$$

$$L_{cr,z} = L \cdot k_z = 6000 \cdot 1,0 = 6000 \text{ mm}$$

Kritická (Eulerova) síla:

$$N_{cr,y} = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \pi^2 \cdot \frac{210 \cdot 10^6 \cdot 267,2 \cdot 10^{-6}}{6^2} = 15382,51 \text{ kN}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

52

$$N_{cr,z} = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \pi^2 \cdot \frac{210 \cdot 10^6 \cdot 267,2 \cdot 10^{-6}}{6^2} = 15382,51 \text{ kN}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{13,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{15382,51}} = 0,562 \rightarrow \text{křivka vzpěrné pevnosti a}$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{13,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{15382,51}} = 0,562 \rightarrow \text{křivka vzpěrné pevnosti a}$$

Součinitel vzpěrnosti podle ČSN EN 1993-1-1 tab. 6.2

$$\chi_y = 0,902$$

$$\chi_z = 0,902$$

$$\chi = \min \{\chi_y, \chi_z\} = \min \{0,902; 0,902\} = 0,902$$

Návrhová vzpěrná únosnost taženého prutu

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_z \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,902 \cdot 13,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0} = 4386,87 \text{ kN}$$

Posouzení na vzpěr

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{3094,42}{4386,87} = 0,683 < 1,0 \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

Posouzení klopení:

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 – průřez kruhová trubka není náchylná ke klopení

Ohyb a osový tlak:

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\gamma_{M1}} \leq 1$$

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\gamma_{M1}} \leq 1$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 13,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 4863,5 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = 1,719 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 610,245 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = 1,719 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 610,245 \text{ kNm}$$

$\Delta M_{y,Ed}$, $\Delta M_{z,Ed}$, momenty v důsledku posunu těžišťové osy, pouze pro průřezy tř. 4,
(symetrický průřez $\rightarrow 0$), jinak 0



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

53

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,90 \cdot \left(1 + (0,562 - 0,2) \cdot \frac{3094,42}{\frac{0,9 \cdot 4863,2}{1,0}} \right) = 1,13 <$$

$$C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,90 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{3094,42}{\frac{0,9 \cdot 4863,2}{1,0}} \right) = 1,408$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 1,61 = 0,966$$

$$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,1\lambda_z}{C_{mLT}-0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = \left(1 - \frac{0,1 \cdot 0,562}{0,972-0,25} \cdot \frac{3094,42}{\frac{0,9 \cdot 4863,2}{1,0}} \right) = 0,945 > \left(1 - \frac{0,1}{C_{mLT}-0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = \left(1 - \frac{0,1}{0,972-0,25} \cdot \frac{3094,42}{\frac{0,9 \cdot 4863,2}{1,0}} \right) = 0,911$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2\lambda_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,81 \cdot \left(1 + (2 \cdot 0,562 - 0,6) \cdot \frac{3094,42}{\frac{0,9 \cdot 4863,2}{1,0}} \right) = 1,17 <$$

$$C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,81 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{3094,42}{\frac{0,9 \cdot 4863,2}{1,0}} \right) = 1,61$$

(podle ČSN EN 1993-1-1 tab. B.3)

$$C_{mLT} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0,93 = 0,972$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0,75 = 0,90$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0,52 = 0,81$$

($k_{yy} = 1,13$, $k_{yz} = 0,966$, $k_{zy} = 0,945$, $k_{zz} = 1,61$ podle ČSN EN 1993-1-1 tab. B.1, B.2)

$$\frac{3094,42}{\frac{0,9 \cdot 4863,2}{1,0}} + 1,13 \frac{8,42 + 0}{\frac{1,0 \cdot 610,51}{1,0}} + 0,966 \frac{20,96}{\frac{610,51}{1,0}} = 0,755$$

$$\frac{3094,42}{\frac{0,9 \cdot 4863,2}{1,0}} + 0,945 \frac{8,42 + 0}{\frac{1,0 \cdot 610,51}{1,0}} + 1,61 \frac{20,96}{\frac{610,51}{1,0}} = 0,775$$

$$0,75 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$0,77 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

54

11.3. Vazník – diagonála RO 193,7x12,5

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B2331 0,000 / 2,958 m RO193.7X12.5 S 355 MSÚ-Sada B (auto) 0,51 -

Klíč kombinace

MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS4 + 1.50*ZS10

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-1042,59	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,06	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	-1,51	kN
Kroucení	T_{Ed}	-0,17	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	0,51	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	-0,56	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
194	13	15,50	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

$$\frac{d}{t} \leq 50\varepsilon^2$$

$$\frac{193,7}{12,5} \leq 50 \cdot 0,813^2 = 12,49 \leq 33,1$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,813$$

Třída průřezu- 1

POSOUZENÍ TLAK

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{N_{Ed}}{\frac{A \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{1042,59}{\frac{7,12 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,41 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

55

POSOUZENÍ OHYB M_y

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} = \frac{M_{y,Ed}}{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{0,51}{\frac{0,41 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,0035 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ OHYB M_z

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{M_{z,Ed}}{\frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{0,56}{\frac{0,41 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,004 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ SMYK V_z

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{V_{z,Ed}}{\frac{A_{v,y} \cdot f_y / \sqrt{3}}{Y_{M0}}} = \frac{1,51}{\frac{4,532 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 / \sqrt{3}}{1,0}} = 0,001 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ KOMBINACE N+M+V

Návrhová hodnota smykové síly V_{Ed} je menší než 50% návrhové plastické smykové únosnosti $V_{pl,y,Rd} \rightarrow$ lze v kombinaci zanedbat.

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot \frac{(1-n)}{1-0,5a_v} = 145,7 \cdot \frac{(1-0,635)}{1-0,5 \cdot 0,00872} = 342,428 \text{ kNm}$$

$$M_{N,y,Rd} = 113,41 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,y,Rd} = 145,7 \text{ kNm}$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{1041,71}{2527,6} = 0,412$$

$$a_v = \frac{2A}{\pi} = \frac{2 \cdot 0,00712}{3,1415} = 0,00453 \text{ m}^2$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{1042,59}{2527,6} + \frac{0,51}{113,41} + \frac{0,56}{113,41} = 0,419 < 1,0 - \text{vyhovuje}$$

POSUDEK STABILITY

Vzpěr:

$$\text{Vzpěrné délky: } L_{cr,y} = L \cdot k_y = 2958 \cdot 1,0 = 2958 \text{ mm}$$

$$L_{cr,z} = L \cdot k_z = 2958 \cdot 1,0 = 2958 \text{ mm}$$

Kritická (Eulerova) síla:

$$N_{cr,y} = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \pi^2 \cdot \frac{210 \cdot 10^6 \cdot 29,4 \cdot 10^{-6}}{2,958^2} = 6948,95 \text{ kN}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

56

$$N_{cr,z} = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \pi^2 \cdot \frac{210 \cdot 10^6 \cdot 29,4 \cdot 10^{-6}}{2,958^2} = 6948,95 kN$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{7,12 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{6948,95}} = 0,603 \rightarrow \text{křivka vzpěrné pevnosti a}$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{7,12 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{6948,95}} = 0,603 \rightarrow \text{křivka vzpěrné pevnosti a}$$

Součinitel vzpěrnosti podle ČSN EN 1993-1-1 tab. 6.2

$$\chi_y = 0,893$$

$$\chi_z = 0,893$$

$$\chi = \min \{\chi_y, \chi_z\} = \min \{0,893; 0,893; \} = 0,893$$

Návrhová vzpěrná únosnost tlačeního prutu

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_z \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,893 \cdot 7,12 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0} = 2257,14 kN$$

Posouzení na vzpěr

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{1041,71}{2257,14} = 0,461 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení klopení:

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 – průřez kruhová trubka není náchylná ke klopení

Ohyb a osový tlak:

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\gamma_{M1}} \leq 1$$

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\gamma_{M1}} \leq 1$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 7,12 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 2257,14 kN$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = 0,41 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 145,55 kNm$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = 0,41 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 145,55 kNm$$

$\Delta M_{y,Ed}$, $\Delta M_{z,Ed}$, momenty v důsledku posunu těžištové osy, pouze pro průřezy tř. 4,

(symetrický průřez $\rightarrow 0$), jinak 0



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

57

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,90 \cdot \left(1 + (0,6 - 0,2) \cdot \frac{1042,59}{\frac{0,89 \cdot 2257,14}{1,0}} \right) = 1,08 <$$

$$C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,90 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{1042,59}{\frac{0,89 \cdot 2257,14}{1,0}} \right) = 1,27$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 1,53 = 0,921$$

$$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,1\lambda_z}{C_{mLT}-0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = \left(1 - \frac{0,1 \cdot 0,6}{0,5-0,25} \cdot \frac{1042,59}{\frac{0,89 \cdot 2257,14}{1,0}} \right) = 0,875 > \left(1 - \frac{0,1}{C_{mLT}-0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = \left(1 - \frac{0,1}{0,5-0,25} \cdot \frac{1042,59}{\frac{0,89 \cdot 2257,14}{1,0}} \right) = 0,793$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2\lambda_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,89 \cdot \left(1 + (2 \cdot 0,6 - 0,6) \cdot \frac{1042,59}{\frac{0,89 \cdot 2257,14}{1,0}} \right) = 1,16 <$$

$$C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,89 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{1042,59}{\frac{0,89 \cdot 2257,14}{1,0}} \right) = 1,53$$

(podle ČSN EN 1993-1-1 tab. B.3)

$$C_{mLT} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot (-0,09) = 0,5$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0,75 = 0,90$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0,72 = 0,89$$

($k_{yy} = 1,08$, $k_{yz} = 0,921$, $k_{zy} = 0,875$, $k_{zz} = 1,53$ podle ČSN EN 1993-1-1 tab. B.1, B.2)

$$\frac{1042,59}{\frac{0,89 \cdot 2257,14}{1,0}} + 1,08 \frac{0,51 + 0}{\frac{1,0 \cdot 145,55}{1,0}} + 0,921 \frac{0,56}{\frac{145,55}{1,0}} = 0,53$$

$$\frac{1042,59}{\frac{0,89 \cdot 2257,14}{1,0}} + 0,875 \frac{0,51 + 0}{\frac{1,0 \cdot 145,55}{1,0}} + 1,53 \frac{0,56}{\frac{145,55}{1,0}} = 0,51$$

$0,53 < 1,0$ **VYHOVUJE**

$0,51 < 1,0$ **VYHOVUJE**



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

58

11.4. Vaznice – IPE 270

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B2828 3,915 / 8,700 m IPE270 S 355 MSÚ-Sada B (auto) 0,58

....POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 3,915 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-32,79	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	-0,04	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	1,17	kN
Kroucení	T_{Ed}	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	50,72	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	-0,15	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	49	10	-1,060e+05	-1,042e+05								
3	SO	49	10	-1,073e+05	-1,091e+05								
4	I	220	7	-8,903e+04	1,033e+05	-0,86		0,53	33,27	53,25	61,85	87,35	1
5	SO	49	10	1,202e+05	1,185e+05	0,99	0,44	1,00	4,82	7,32	8,14	11,28	1
7	SO	49	10	1,216e+05	1,233e+05	0,99	0,43	1,00	4,82	7,32	8,14	11,22	1

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

Podle EN 1993-1-3 tab. 5.2 list 1 (stojna) → průřez klasifikován jako třída 1

Největší poměr šířky a tloušťky: $c/t = 229,6/6,6 = 34,78$

POSOUZENÍ TLAK

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{N_{Ed}}{\frac{A \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{32,79}{\frac{4,59 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,02 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ OHYB M_y

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} = \frac{M_{y,Ed}}{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{50,72}{\frac{0,48 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,3 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ OHYB M_z

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{M_{z,Ed}}{\frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{0,15}{\frac{0,48 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,001 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

59

POSOUZENÍ KOMBINACE N+M+V

Návrhová hodnota smykové síly V_{Ed} je menší než 50% návrhové plastické smykové únosnosti $V_{pl,y,Rd}$ → lze v kombinaci zanedbat.

Pro dvojose symetrické průřezy I tř. 1, není nutné uvažovat účinek osově síly na momentovou únosnost kolem osy y-y při splnění následujících podmínek:

$$N_{Ed} < 0,25 N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 4,59 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 407,36 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 32,2 \text{ kNm} < 0,25 N_{pl,Rd} = 407,36 \text{ kNm} - \text{plati}$$

$$N_{pl,Ed} < \frac{0,5 h_w \cdot t_w \cdot f_y}{Y_{M0}} = \frac{0,5 \cdot 0,2196 \cdot 0,0066 \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0} = 257,26 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 32,2 \text{ kNm} < N_{pl,Rd} = 257,26 \text{ kNm} - \text{plati}$$

Pro dvojose symetrické průřezy I tř. 1, není nutné uvažovat účinek osově síly na momentovou únosnost kolem osy z-z při splnění následujících podmínek:

$$N_{pl,Ed} < \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{Y_{M0}} = \frac{0,2196 \cdot 0,0066 \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0} = 514,52 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 32,79 \text{ kNm} < N_{pl,Rd} = 514,52 \text{ kNm} - \text{plati}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{50,72}{171,82} + \frac{0,15}{34,44} = 0,3 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSUDEK STABILITY

$V_{zpěr}$:

$$\text{Vzpěrné délky: } L_{cr,y} = L \cdot k_y = 8700 \cdot 1,0 = 8700 \text{ mm}$$

$$L_{cr,z} = L \cdot k_z = 4350 \cdot 1,0 = 4350 \text{ mm}$$

$$L_{cr,T} = L \cdot k_w = 4350 \cdot 1,0 = 4350 \text{ mm}$$

Kritická (Eulerova) síla:

$$N_{cr,y} = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \pi^2 \cdot \frac{210 \cdot 10^6 \cdot 57,9 \cdot 10^{-6}}{8,7^2} = 1585,38 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \pi^2 \cdot \frac{210 \cdot 10^6 \cdot 4,2 \cdot 10^{-6}}{4,35^2} = 460,0 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \left(G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{cr,T}^2} \right) = \frac{1}{13,44 \cdot 10^{-3}} \left(81 \cdot 10^6 \cdot 1,59 \cdot 10^{-7} + \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^6 \cdot 0,706 \cdot 10^{-7}}{4,35^2} \right) = 1533,4 \text{ kN}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

60

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{4,59 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1585,38}} = 1,013 \rightarrow \text{křivka vzpěrné pevnosti a}$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{4,59 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{460,0}} = 1,88 \rightarrow \text{křivka vzpěrné pevnosti b}$$

$$\lambda_T = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,T}}} = \sqrt{\frac{4,59 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1533,4}} = 1,066 \rightarrow \text{křivka vzpěrné pevnosti b}$$

Součinitel vzpěrnosti podle ČSN EN 1993-1-1 tab. 6.2

$$\chi_y = 0,68$$

$$\chi_z = 0,28$$

$$\chi_\omega = 0,64$$

$$\chi = \min \{\chi_y, \chi_z, \chi_\omega\} = \min \{0,68; 0,26; 0,64\} = 0,28$$

Návrhová vzpěrná únosnost tlačného prutu

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_z \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,280 \cdot 4,59 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0} = 465,25 \text{ kN}$$

Posouzení na vzpěr

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{32,79}{465,25} = 0,07 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Klopení:

Návrhový moment únosnosti na klopení

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,582 \cdot 4,84 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{355 \cdot 10^3}{1,0} = 123,9 \text{ kN}$$

Součinitel vzpěrnosti podle ČSN EN 1993-1-1 tab. 6.4

Válcovaný průřez, $h/b = 270/135 = 2,0 \rightarrow$ křivka klopení b \rightarrow součinitel imperfekce $\alpha_{LT} = 0,34$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{1,24 + \sqrt{1,24^2 - 1,16^2}} = 0,595 < 1,0$$

$$\phi_{LT} = 0,5[1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2] = 0,5[1 + 0,34(1,16 - 0,2) + 1,16] = 1,24$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{4,84 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^3}{126,11}} = 1,16$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

61

$$W_y = W_{pl,y} = 4,84 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ (pro průřezy třídy 1)}$$

Pružný kritický moment $M_{cr} = 256,6 \text{ kNm}$

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(k \cdot L)^2} \cdot \sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k \cdot L)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}} = 1,31 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^6 \cdot 4,2 \cdot 10^{-6}}{(1,8)^2} \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{1}\right)^2 \cdot \frac{0,706 \cdot 10^{-7}}{4,2 \cdot 10^{-6}} + \frac{(1,8)^2 \cdot 81 \cdot 10^6 \cdot 1,59 \cdot 10^{-7}}{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^6 \cdot 4,2 \cdot 10^{-6}}} = 126,11$$

Parametry M_{cr} : délka klopení 4,35 m

$$k = 1,0$$

$$k_w = 1,0$$

$$C_1 = 1,31$$

(Podle ČSN EN 1993-1-1 tab. NB.3.2)

Posouzení klopení

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{50,72}{123,9} = 0,402 < 1,0 \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

Ohyb a osový tlak:

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\gamma_{M1}} \leq 1$$

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\gamma_{M1}} \leq 1$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 4,59 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 1629,45 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = 4,84 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^3 = 171,82 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = 0,97 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^3 = 34,43 \text{ kNm}$$

$\Delta M_{y,Ed}$, $\Delta M_{z,Ed}$, momenty v důsledku posunu těžišťové osy, pouze pro průřezy tř. 4, jinak 0

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y - 0,2) \cdot \frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} \right) = 0,92 \cdot \left(1 + (1,013 - 0,2) \cdot \frac{32,79}{\frac{0,68 \cdot 1629,45}{1,0}} \right) = 0,945 > C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} \right) = 0,92 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{32,79}{\frac{0,68 \cdot 1629,45}{1,0}} \right) = 0,941$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

62

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,66 = 0,39 < 0,6, k_{yz} = 0,6$$

$$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,1\lambda_z}{C_{mLT}-0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = \left(1 - \frac{0,1 \cdot 1,88}{0,84-0,25} \cdot \frac{32,79}{\frac{0,28 \cdot 1629,45}{1,0}} \right) = 0,996 > \left(1 - \frac{0,1}{C_{mLT}-0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = \left(1 - \frac{0,1}{0,84-0,25} \cdot \frac{32,79}{\frac{0,28 \cdot 1629,45}{1,0}} \right) = 0,994$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2\lambda_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + (2 \cdot 1,88 - 0,6) \cdot \frac{32,79}{\frac{0,28 \cdot 1629,45}{1,0}} \right) = 0,73 > C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,6 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{32,79}{\frac{0,28 \cdot 1629,45}{1,0}} \right) = 0,66$$

(podle ČSN EN 1993-1-1 tab. B.3)

$$C_{mLT} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0,59 = 0,84$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0,79 = 0,92$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,05 \cdot 0 = 0,6$$

($k_{yy} = 0,941$, $k_{yz} = 0,6$, $k_{zy} = 0,99$, $k_{zz} = 0,66$ podle ČSN EN 1993-1-1 tab. B.1, B.2)

$$\frac{32,79}{\frac{0,68 \cdot 1629,45}{1,0}} + 0,941 \frac{50,72}{\frac{0,595 \cdot 171,28}{1,0}} + 0,6 \frac{0,15}{\frac{34,13}{1,0}} = 0,49$$

$$\frac{32,79}{\frac{0,280 \cdot 1629,45}{1,0}} + 0,99 \frac{50,72}{\frac{0,595 \cdot 171,28}{1,0}} + 0,66 \frac{0,15}{\frac{34,13}{1,0}} = 0,56$$

$$0,49 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$0,56 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

63

11.5. Sloup – MSRR 355,6x16

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká ČSN-EN NA

Dílec B296 0,000 / 13,250 m MSRR355.6x16.0 S 355 MSÚ-Sada B (auto) 0,43 -

Klíč kombinace

MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS4 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS10

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-1857,57	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	-111,18	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	-123,60	kN
Kroucení	T_{Ed}	1,69	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	67,55	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	47,25	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
356	16	22,23	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

$$\frac{d}{t} \leq 50\varepsilon^2$$

$$\frac{355,6}{16} \leq 50 \cdot 0,813^2 = 22,22 \leq 33,1$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,813$$

POSOUZENÍ TLAK

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{N_{Ed}}{\frac{A \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{1857,57}{\frac{17,1 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,3 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ OHYB M_y

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} = \frac{M_{y,Ed}}{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{67,55}{\frac{1,85 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,1 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

64

POSOUZENÍ OHYB M_z

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{M_{z,Ed}}{\frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{47,25}{\frac{1,85 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,07 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ SMYK V_y

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{V_{y,Ed}}{\frac{A_{v,y} \cdot f_y / \sqrt{3}}{Y_{M0}}} = \frac{111,18}{\frac{10,8 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 / \sqrt{3}}{1,0}} = 0,05 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ SMYK V_z

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{V_{z,Ed}}{\frac{A_{v,y} \cdot f_y / \sqrt{3}}{Y_{M0}}} = \frac{123,6}{\frac{10,8 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 / \sqrt{3}}{1,0}} = 0,06 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ KOMBINACE N+M+V

Návrhová hodnota smykové síly V_{Ed} je menší než 50% návrhové plastické smykové únosnosti $V_{pl,y,Rd} \rightarrow$ lze v kombinaci zanedbat.

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot \frac{(1-n)}{1-0,5a_v} = 656,75 \cdot \frac{(1-0,302)}{1-0,5 \cdot 0,0108} = 570,56 \text{ kNm}$$

$$M_{N,y,Rd} = 570,56 \text{ kNm} < M_{pl,y,Rd} = 656,75 \text{ kNm}$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{1857,57}{6070,5} = 0,302$$

$$a_v = \frac{2A}{\pi} = \frac{2 \cdot 0,0171}{3,1415} = 0,01088 \text{ m}^2$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{1857,57}{6070,5} + \frac{67,55}{570,56} + \frac{47,25}{570,56} = 0,5 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSUDEK STABILITY

Vzpěr:

Vzpěrné délky: $L_{cr,y} = L \cdot k_y = 4200 \cdot 2 = 8400 \text{ mm}$

$$L_{cr,z} = L \cdot k_z = 4200 \cdot 1 = 4200 \text{ mm}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

65

Kritická (Eulerova) síla:

$$N_{cr,y} = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \pi^2 \cdot \frac{210 \cdot 10^6 \cdot 246,6 \cdot 10^{-6}}{8,4^2} = 7243,15 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \pi^2 \cdot \frac{210 \cdot 10^6 \cdot 246,6 \cdot 10^{-6}}{4,2^2} = 28972,6 \text{ kN}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{17,1 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{7243,15}} = 0,91 \rightarrow \text{křivka vzpěrné pevnosti a}$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{17,1 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{28972,6}} = 0,4393 \rightarrow \text{křivka vzpěrné pevnosti a}$$

Součinitel vzpěrnosti podle ČSN EN 1993-1-1 tab. 6.2

$$\chi_y = 0,68$$

$$\chi_z = 0,92$$

$$\chi = \min \{\chi_y, \chi_z\} = \min \{0,68; 0,92\} = 0,68$$

Návrhová vzpěrná únosnost tlačeního prutu

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_z \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,68 \cdot 17,1 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0} = 3942,32 \text{ kN}$$

Posouzení na vzpěr

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{1857,57}{3942,32} = 0,47 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení klopení:

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 – průřez kruhová trubka není náchylná ke klopení

Ohyb a osový tlak:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 17,1 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 6070,5 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = 1,85 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 656,75 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = 1,85 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 656,75 \text{ kNm}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

66

$\Delta M_{y,Ed}$, $\Delta M_{z,Ed}$, momenty v důsledku posunu těžištové osy, pouze pro průřezy tř. 4,
(symetrický průřez $\rightarrow 0$), jinak 0

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,92 \cdot \left(1 + (1,316 - 0,2) \cdot \frac{1857,57}{\frac{0,68 \cdot 6070,5}{1,0}} \right) =$$

$$1,59 < C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,92 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{1857,57}{\frac{0,68 \cdot 6070,5}{1,0}} \right) = 1,4$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 1,268 = 0,76$$

$$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,1\lambda_z}{C_{mLT}-0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = \left(1 - \frac{0,1 \cdot 0,6}{0,74-0,25} \cdot \frac{1857,57}{\frac{0,92 \cdot 6070,5}{1,0}} \right) = 0,722 > \left(1 - \frac{0,1}{C_{mLT}-0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = \left(1 - \frac{0,1}{0,74-0,25} \cdot \frac{1857,57}{\frac{0,92 \cdot 6070,5}{1,0}} \right) = 0,748$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2\lambda_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,66 \cdot \left(1 + (2 \cdot 1,316 - 0,6) \cdot \frac{1857,57}{\frac{0,92 \cdot 6070,5}{1,0}} \right) =$$

$$1,22 < C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,66 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{1857,57}{\frac{0,92 \cdot 6070,5}{1,0}} \right) = 1,268$$

(podle ČSN EN 1993-1-1 tab. B.3)

$$C_{mLT} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0,34 = 0,74$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0,8 = 0,92$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0,15 = 0,66$$

($k_{yy} = 1,4$, $k_{yz} = 0,76$, $k_{zy} = 0,748$, $k_{zz} = 1,268$ podle ČSN EN 1993-1-1 tab. B.1, B.2)

$$\frac{1857,57}{\frac{0,68 \cdot 6070,5}{1,0}} + 1,4 \frac{67,55 + 0}{\frac{1,0 \cdot 656,75}{1,0}} + 0,76 \frac{47,25}{\frac{656,75}{1,0}} = 0,85$$

$$\frac{1857,57}{\frac{0,92 \cdot 6070,5}{1,0}} + 0,748 \frac{67,55 + 0}{\frac{1,0 \cdot 656,75}{1,0}} + 1,268 \frac{47,25}{\frac{656,75}{1,0}} = 0,69$$

$$0,85 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$0,69 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

67

11.6. Sloupek čelní – přístavba - HEB 400

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B3526 0,000 / 17,580 m HEB400 S 355 MSÚ-Sada B (auto) 0,92 -

Klíč kombinace

MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 0.75*ZS5 + 0.90*ZS9 + 1.50*ZS3

....POSUDEK ÚNOSNOSTI....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-1117,01	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	86,09	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	-15,27	kN
Kroucení	T_{Ed}	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ	k_σ	α	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	116	24	5,647e+04	5,647e+04	1,00	0,43	1,00	4,84	7,32	8,14	11,39	1
3	SO	116	24	5,647e+04	5,647e+04	1,00	0,43	1,00	4,84	7,32	8,14	11,39	1
4	I	298	14	5,647e+04	5,647e+04	1,00		1,00	22,07	22,78	27,66	30,92	1
5	SO	116	24	5,647e+04	5,647e+04	1,00	0,43	1,00	4,84	7,32	8,14	11,39	1
7	SO	116	24	5,647e+04	5,647e+04	1,00	0,43	1,00	4,84	7,32	8,14	11,39	1

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

Podle EN 1993-1-3 tab. 5.2 list 1 (stojna) → průřez klasifikován jako třída 1

Největší poměr šířky a tloušťky: $c/t = 298/13,5 = 22,07$

POSOUZENÍ TLAK

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{N_{Ed}}{\frac{A \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{1117,01}{\frac{19,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,16 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ SMYK V_y

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{V_{y,Ed}}{\frac{A_{v,y} \cdot f_y / \sqrt{3}}{Y_{M0}}} = \frac{111,18}{\frac{7,0 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 / \sqrt{3}}{1,0}} = 0,08 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

68

POSOUZENÍ KOMBINACE N+M+V

Návrhová hodnota smykové síly V_{Ed} je menší než 50% návrhové plastické smykové únosnosti $V_{pl,y,Rd}$ → lze v kombinaci zanedbat.

Pro dvojose symetrické průřezy H tř. 1, není nutné uvažovat účinek osově síly na momentovou únosnost kolem osy y-y při splnění následujících podmínek:

$$N_{Ed} < 0,25 N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 19,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 1748,375 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 1117,01 \text{ kNm} < 0,25 N_{pl,Rd} = 1748,375 \text{ kN} - \text{plati}$$

Pro dvojose symetrické průřezy H tř. 1, není nutné uvažovat účinek osově síly na momentovou únosnost kolem osy z-z při splnění následujících podmínek:

$$N_{pl,Ed} < \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{Y_{M0}} = \frac{0,298 \cdot 0,0135 \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0} = 1428,1 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 1117,01 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 1428,1 \text{ kN} - \text{plati}$$

POSUDEK STABILITY

Vzpěr:

$$\text{Vzpěrné délky: } L_{cr,y} = L \cdot k_y = 6590 \cdot 2 = 13180 \text{ mm}$$

$$L_{cr,z} = L \cdot k_z = 6590 \cdot 0,7 = 4613 \text{ mm}$$

$$L_{cr,T} = L \cdot k_w = 6590 \cdot 1 = 6590 \text{ mm}$$

Kritická (Eulerova) síla:

$$N_{cr,y} = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \pi^2 \cdot \frac{210 \cdot 10^6 \cdot 577 \cdot 10^{-6}}{13,18^2} = 6877,3 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \pi^2 \cdot \frac{210 \cdot 10^6 \cdot 108 \cdot 10^{-6}}{4,61^2} = 10532,0 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \left(G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{cr,T}^2} \right) = \frac{1}{34,72 \cdot 10^{-3}} \left(81 \cdot 10^6 \cdot 3,55 \cdot 10^{-6} + \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^6 \cdot 3,82 \cdot 10^{-6}}{6,59^2} \right) = 13532,5 \text{ kN}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{19,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{6877,3}} = 1,0 \rightarrow \text{křivka vzpěrné pevnosti a}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

69

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{19,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{10532}} = 0,81 \rightarrow \text{křivka vzpěrné pevnosti b}$$

$$\lambda_T = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,T}}} = \sqrt{\frac{19,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{13532,5}} = 0,65 \rightarrow \text{křivka vzpěrné pevnosti b}$$

Součinitel vzpěrnosti podle ČSN EN 1993-1-1 tab. 6.2

$$\chi_y = 0,64$$

$$\chi_z = 0,72$$

$$\chi_\omega = 0,65$$

$$\chi = \min \{\chi_y, \chi_z, \chi_\omega\} = \min \{0,64; 0,82; 0,65\} = 0,03$$

Návrhová vzpěrná únosnost tlačeního prutu

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_z \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,64 \cdot 19,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0} = 4475,84 \text{ kN}$$

Posouzení na vzpěr

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{1117,01}{4475,84} = 0,25 < 1,0 \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

Klopení:

Návrhový moment únosnosti na klopení

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,998 \cdot 3,23 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{355 \cdot 10^3}{1,0} = 123,9 \text{ kN}$$

Součinitel vzpěrnosti podle ČSN EN 1993-1-1 tab. 6.4

Válcovaný průřez, $h/b = 400/300 = 1,33 \rightarrow$ křivka klopení b \rightarrow součinitel imperfekce $\alpha_{LT} = 0,43$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{0,799 + \sqrt{0,799^2 - 0,64^2}} = 0,998 < 1,0$$

$$\phi_{LT} = 0,5[1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2] = 0,5[1 + 0,43(0,64 - 0,2) + 0,64^2] = 0,799$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{3,23 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{2753,75}} = 0,64$$

$$W_y = W_{pl,y} = 3,23 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ (pro průřezy třídy 1)}$$

Pružný kritický moment $M_{cr} = 2753,75 \text{ kNm}$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

70

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(k \cdot L)^2} \cdot \sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k \cdot L)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}} = 1,77 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^6 \cdot 108 \cdot 10^{-6}}{(1 \cdot 6,59)^2} \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{1}\right)^2 \cdot \frac{3,82 \cdot 10^{-6}}{108 \cdot 10^{-6}} + \frac{(1 \cdot 6,59)^2 \cdot 81 \cdot 10^6 \cdot 3,55 \cdot 10^{-6}}{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^6 \cdot 4,2 \cdot 10^{-6}}} = 2753,75 \text{ kNm}$$

Parametry M_{cr} : délka klopení 6,59 m

$$k = 1,0$$

$$k_w = 1,0$$

$$C_1 = 1,77$$

(Podle ČSN EN 1993-1-1 tab. NB.3.2)

Posouzení klopení

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0 < 1,0 \quad \text{vyhovuje}$$

Ohyb a osový tlak:

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\gamma_{M1}} \leq 1$$

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\gamma_{M1}} \leq 1$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 19,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 6993,5 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = 3,23 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 1146,65 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 390,5 \text{ kNm}$$

$\Delta M_{y,Ed}$, $\Delta M_{z,Ed}$, momenty v důsledku posunu těžišťové osy, pouze pro průřezy tř. 4, jinak 0.

$$M_{y,Ed} = 0, M_{z,Ed} = 0,$$

$$\frac{\frac{1117,01}{0,64 \cdot 6993,5}}{1,0} = 0,26$$

$$\frac{\frac{161,44}{0,72 \cdot 6993,5}}{1,0} = 0,04$$

$$0,26 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$0,04 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

71

11.7. Průvlak – přístavba – IPE450

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B4387 8,300 / 8,300 m IPE450 S 355 MSÚ-Sada B (auto) 0,42

Klíč kombinace
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 0.90*ZS8 + 1.50*ZS3

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 8,300 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	21,59 kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	5,11 kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	-139,57 kN
Kroucení	T_{Ed}	0,02 kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-256,33 kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	6,91 kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_{σ} [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	69	15	1,526e+05	1,240e+05	0,81	0,50	1,00	4,75	7,32	8,14	12,10	1
3	SO	69	15	1,738e+05	2,023e+05	0,86	0,44	1,00	4,75	7,32	8,14	11,35	1
4	I	379	9	1,417e+05	-1,460e+05	-1,03		0,49	40,30	59,60	68,70	104,01	1
5	SO	69	15	-1,569e+05	-1,283e+05								
7	SO	69	15	-1,731e+05	-2,067e+05								

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

Podle EN 1993-1-3 tab. 5.2 list 1 (stojna) → průřez klasifikován jako třída 1

Největší poměr šířky a tloušťky: $c/t = 378,8/9,4 = 40,29$

POSOUZENÍ TLAK

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{N_{Ed}}{\frac{A \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{21,59}{\frac{9,88 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,01 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ OHYB M_y

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} = \frac{M_{y,Ed}}{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{256,33}{\frac{1,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,42 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

72

POSOUZENÍ OHYB M_z

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{M_{z,Ed}}{\frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{6,91}{\frac{0,27 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,07 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ SMYK V_z

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{V_{z,Ed}}{\frac{A_{v,y} \cdot f_y / \sqrt{3}}{Y_{M0}}} = \frac{139,57}{\frac{5,08 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 / \sqrt{3}}{1,0}} = 0,13 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ KOMBINACE N+M+V

Návrhová hodnota smykové síly V_{Ed} je menší než 50% návrhové plastické smykové únosnosti $V_{pl,y,Rd} \rightarrow$ lze v kombinaci zanedbat.

Pro dvojose symetrické průřezy I tř. 1, není nutné uvažovat účinek osově síly na momentovou únosnost kolem osy y-y při splnění následujících podmínek:

$$N_{Ed} < 0,25 N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 9,88 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 876,85 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 21,59 \text{ kNm} < 0,25 N_{pl,Rd} = 876,85 \text{ kN} - \text{plati}$$

Pro dvojose symetrické průřezy I tř. 1, není nutné uvažovat účinek osově síly na momentovou únosnost kolem osy z-z při splnění následujících podmínek:

$$N_{pl,Ed} < \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{Y_{M0}} = \frac{0,378 \cdot 0,0094 \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0} = 1321,38 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 21,57 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 1321,38 \text{ kN} - \text{plati}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{256,33}{604,21} + \frac{6,91}{97,98} = 0,49 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSUDEK STABILITY

Vzpěr:

Vzpěrné délky:

$$L_{cr,y} = L \cdot k_y = 8300 \cdot 2 = 16600 \text{ mm}$$

$$L_{cr,z} = L \cdot k_z = 8300 \cdot 0,25 = 2075 \text{ mm}$$

$$L_{cr,T} = L \cdot k_w = 8300 \cdot 0,25 = 2075 \text{ mm}$$



Kritická (Eulerova) síla:

$$N_{cr,y} = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \pi^2 \cdot \frac{210 \cdot 10^6 \cdot 337 \cdot 10^{-6}}{16,6^2} = 2534,6 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \pi^2 \cdot \frac{210 \cdot 10^6 \cdot 16,7 \cdot 10^{-6}}{2,075^2} = 8454,27 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \left(G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{cr,T}^2} \right) = \frac{1}{35,9 \cdot 10^{-3}} \left(81 \cdot 10^6 \cdot 0,66 \cdot 10^{-6} + \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^6 \cdot 0,79 \cdot 10^{-6}}{2,075^2} \right) = 10607,2 \text{ kN}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{9,88 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{2534,6}} = 1,17 \rightarrow \text{křivka vzpěrné pevnosti b}$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{9,88 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{15453,7}} = 0,64 \rightarrow \text{křivka vzpěrné pevnosti b}$$

$$\lambda_T = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,T}}} = \sqrt{\frac{9,88 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{13532,5}} = 0,63 \rightarrow \text{křivka vzpěrné pevnosti b}$$

Součinitel vzpěrnosti podle ČSN EN 1993-1-1 tab. 6.2

$$\chi_y = 0,74$$

$$\chi_z = 0,48$$

$$\chi_w = 0,79$$

$$\chi = \min \{\chi_y, \chi_z, \chi_w\} = \min \{0,74; 0,48; 0,79\} = 0,48$$

Návrhová vzpěrná únosnost tlačeního prutu

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,48 \cdot 9,88 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0} = 1683,5 \text{ kN}$$

Posouzení na vzpěr

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{21,59}{1683,5} = 0,001 < 1,0 \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

Klopení:

Návrhový moment únosnosti na klopení

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,88 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{355 \cdot 10^3}{1,0} = 531,08 \text{ kNm}$$

Součinitel vzpěrnosti podle ČSN EN 1993-1-1 tab. 6.4



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

74

Válcovaný průřez, $h/b = 450/190 = 2,36 \rightarrow$ křivka klopení b \rightarrow součinitel imperfekce $\alpha_{LT} = 0,34$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{0,69 + \sqrt{0,69^2 - 0,53^2}} = 0,88 < 1,0$$

$$\phi_{LT} = 0,5[1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2] = 0,5[1 + 0,34(0,53 - 0,2) + 0,53^2] = 0,69$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{2184,5}} = 0,53$$

$$W_y = W_{pl,y} = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ (pro průřezy třídy 1)}$$

Průřezný kritický moment $M_{cr} = 2184,5 \text{ kNm}$

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(k \cdot L)^2} \cdot \sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k \cdot L)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}} = 1,15 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^6 \cdot 16,7 \cdot 10^{-6}}{(1,8,3)^2} \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{1}\right)^2 \cdot \frac{0,79 \cdot 10^{-6}}{16,7 \cdot 10^{-6}} + \frac{(1,8,3)^2 \cdot 81 \cdot 10^6 \cdot 0,66 \cdot 10^{-6}}{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^6 \cdot 16,7 \cdot 10^{-6}}} = 2184,5 \text{ kNm}$$

Parametry M_{cr} : délka klopení 8,3 m

$$k = 1,0$$

$$k_w = 1,0$$

$$C_1 = 1,15$$

(Podle ČSN EN 1993-1-1 tab. NB.3.2)

Posouzení klopení

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{256,33}{531,08} = 0,48 < 1,0 \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

Ohyb a osový tlak:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 9,88 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 3507,4 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = 1,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 603,5 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = 0,276 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 97,98 \text{ kNm}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

75

$\Delta M_{y,Ed}$, $\Delta M_{z,Ed}$, momenty v důsledku posunu těžiškové osy, pouze pro průřezy tř. 4, jinak 0

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,9 \cdot \left(1 + (0,77 - 0,2) \cdot \frac{21,59}{\frac{0,74 \cdot 3507,4}{1,0}} \right) =$$

$$0,91 > C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,9 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{21,59}{\frac{0,74 \cdot 3507,4}{1,0}} \right) = 0,9$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,96 = 0,58$$

$$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,1\lambda_z}{C_{mLT}-0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = \left(1 - \frac{0,1 \cdot 0,64}{0,89-0,25} \cdot \frac{21,59}{\frac{0,48 \cdot 3507,4}{1,0}} \right) = 0,97 > \left(1 - \frac{0,1}{C_{mLT}-0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) =$$
$$\left(1 - \frac{0,1}{0,89-0,25} \cdot \frac{21,59}{\frac{0,48 \cdot 3507,4}{1,0}} \right) = 0,95$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2\lambda_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,95 \cdot \left(1 + (2 \cdot 0,64 - 0,6) \cdot \frac{21,59}{\frac{0,48 \cdot 3507,4}{1,0}} \right) =$$

$$0,96 < C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,95 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{21,59}{\frac{0,48 \cdot 3507,4}{1,0}} \right) = 0,98$$

(podle ČSN EN 1993-1-1 tab. B.3)

$$C_{mLT} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0,73 = 0,89$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0,78 = 0,9$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,05 \cdot 0,9 = 0,95$$

($k_{yy} = 0,9$, $k_{yz} = 0,95$, $k_{zy} = 0,58$, $k_{zz} = 0,96$ podle ČSN EN 1993-1-1 tab. B.1, B.2)

$$\frac{21,59}{\frac{0,74 \cdot 3507,4}{1,0}} + 0,9 \frac{256,33}{\frac{0,88 \cdot 603,5}{1,0}} + 0,95 \frac{6,91}{\frac{97,98}{1,0}} = 0,63$$

$$\frac{21,59}{\frac{0,48 \cdot 3507,4}{1,0}} + 0,58 \frac{256,33}{\frac{0,88 \cdot 603,5}{1,0}} + 0,96 \frac{6,91}{\frac{97,98}{1,0}} = 0,51$$

$$0,63 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$0,51 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

76

11.8. Stropnice – přístavba – IPE450

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B4518 4,350 / 8,700 m IPE450 S 355 MSÚ-Sada B (auto) 0,90 -

Klíč kombinace
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 0.90*ZS6 + 1.50*ZS3

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 4,350 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-5,96	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	0,00	kN
Kroucení	T_{Ed}	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	169,87	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	69	15	-1,090e+05	-1,090e+05								
3	SO	69	15	-1,090e+05	-1,090e+05								
4	I	379	9	-9,472e+04	9,593e+04	-0,99		0,50	40,30	58,15	67,08	99,62	1
5	SO	69	15	1,102e+05	1,102e+05	1,00	0,43	1,00	4,75	7,32	8,14	11,39	1
7	SO	69	15	1,102e+05	1,102e+05	1,00	0,43	1,00	4,75	7,32	8,14	11,39	1

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

Podle EN 1993-1-3 tab. 5.2 list 1 (stojna) → průřez klasifikován jako třída 1

Největší poměr šířky a tloušťky: $c/t = 378,8/9,4 = 40,29$

POSOUZENÍ TLAK

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{N_{Ed}}{\frac{A \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{6,0}{\frac{9,88 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,001 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ OHYB M_y

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} = \frac{M_{y,Ed}}{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{Y_{M0}}} = \frac{169,87}{\frac{1,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0}} = 0,284 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ KOMBINACE N+M+V

Návrhová hodnota smykové síly V_{Ed} je menší než 50% návrhové plastické smykové únosnosti $V_{pl,y,Rd}$ → lze v kombinaci zanedbat.

Pro dvojsose symetrické průřezy I tř. 1, není nutné uvažovat účinek osově síly na



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

77

momentovou únosnost kolem osy y-y při splnění následujících podmínek:

$$N_{Ed} < 0,25 N_{pl,Rd} = 0,25 \cdot 9,88 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 876,85 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 6,0 \text{ kNm} < 0,25 N_{pl,Rd} = 876,85 \text{ kN} - \text{plati}$$

$$N_{pl,Ed} < \frac{0,5 h_w \cdot t_w \cdot f_y}{Y_{M0}} = \frac{0,5 \cdot 0,378 \cdot 0,0094 \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0} = 630,69 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 6,0 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 630,69 \text{ kN} - \text{plati}$$

Pro dvojose symetrické průřezy I tř. 1, není nutné uvažovat účinek osově síly na momentovou únosnost kolem osy z-z při splnění následujících podmínek:

$$N_{pl,Ed} < \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{Y_{M0}} = \frac{0,378 \cdot 0,0094 \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0} = 1321,38 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 6,0 \text{ kN} < N_{pl,Rd} = 1321,38 \text{ kN} - \text{plati}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{169,87}{604,21} + \frac{0}{97,98} = 0,28 < 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

POSUDEK STABILITY

Vzpěr:

$$\text{Vzpěrné délky: } L_{cr,y} = L \cdot k_y = 8700 \cdot 1,0 = 8700 \text{ mm}$$

$$L_{cr,z} = L \cdot k_z = 8700 \cdot 1,0 = 8700 \text{ mm}$$

$$L_{cr,T} = L \cdot k_w = 8700 \cdot 1,0 = 8700 \text{ mm}$$

Kritická (Eulerova) síla:

$$N_{cr,y} = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = \pi^2 \cdot \frac{210 \cdot 10^6 \cdot 337 \cdot 10^{-6}}{8,7^2} = 9239,73 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = \pi^2 \cdot \frac{210 \cdot 10^6 \cdot 16,7 \cdot 10^{-6}}{8,7^2} = 458,19 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \left(G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{cr,T}^2} \right) = \frac{1}{35,9 \cdot 10^{-3}} \left(81 \cdot 10^6 \cdot 0,66 \cdot 10^{-6} + \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^6 \cdot 0,79 \cdot 10^{-6}}{8,7^2} \right) = 2091,6 \text{ kN}$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{9,88 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{9239,73}} = 0,61 \rightarrow \text{křivka vzpěrné pevnosti b}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

78

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{9,88 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{458,19}} = 2,68 \rightarrow \text{křivka vzpěrné pevnosti b}$$

$$\lambda_T = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,T}}} = \sqrt{\frac{9,88 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{2091,6}} = 1,29 \rightarrow \text{křivka vzpěrné pevnosti b}$$

Součinitel vzpěrnosti podle ČSN EN 1993-1-1 tab. 6.2

$$\chi_y = 0,88$$

$$\chi_z = 0,15$$

$$\chi_\omega = 0,43$$

$$\chi = \min \{\chi_y, \chi_z, \chi_\omega\} = \min \{0,88; 0,15; 0,43\} = 0,15$$

Návrhová vzpěrná únosnost tlačeního prutu

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_z \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,15 \cdot 9,88 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0} = 526,1 \text{ kN}$$

Posouzení na vzpěr

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{6,0}{526,1} = 0,011 < 1,0 \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

Klopení:

Návrhový moment únosnosti na klopení

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,39 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{355 \cdot 10^3}{1,0} = 235,36 \text{ kNm}$$

Součinitel vzpěrnosti podle ČSN EN 1993-1-1 tab. 6.4

Válcovaný průřez, $h/b = 450/190 = 2,36 \rightarrow$ křivka klopení b \rightarrow součinitel imperfekce $\alpha_{LT} = 0,34$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{2,18 + \sqrt{2,18^2 - 1,69^2}} = 0,39 < 1,0$$

$$\phi_{LT} = 0,5[1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2] = 0,5[1 + 0,34(1,69 - 0,2) + 1,69^2] = 2,18$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{210,06}} = 1,69$$

$$W_y = W_{pl,y} = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ (pro průřezy třídy 1)}$$

Pružný kritický moment $M_{cr} = 2184,5 \text{ kNm}$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

79

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(k \cdot L)^2} \cdot \sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k \cdot L)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}} = 1,13 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^6 \cdot 16,7 \cdot 10^{-6}}{(1 \cdot 8,7)^2} \cdot$$
$$\sqrt{\left(\frac{1}{1}\right)^2 \cdot \frac{0,79 \cdot 10^{-6}}{16,7 \cdot 10^{-6}} + \frac{(1 \cdot 8,7)^2 \cdot 81 \cdot 10^6 \cdot 0,66 \cdot 10^{-6}}{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^6 \cdot 16,7 \cdot 10^{-6}}} = 210,06 \text{ kNm}$$

Parametry M_{cr} : délka klopení 8,7 m

$$k = 1,0$$

$$k_w = 1,0$$

$$C_1 = 1,13$$

(Podle ČSN EN 1993-1-1 tab. NB.3.2)

Posouzení klopení

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{169,87}{235,36} = 0,72 < 1,0 \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

Ohyb a osový tlak:

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\gamma_{M1}} \leq 1 \quad (6.61)$$

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\gamma_{M1}} \leq 1 \quad (6.62)$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 9,88 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 3507,4 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_y = 1,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 603,5 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = W_{pl,z} \cdot f_y = 0,276 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 = 97,98 \text{ kNm}$$

$\Delta M_{y,Ed}$, $\Delta M_{z,Ed}$, momenty v důsledku posunu těžišťové osy, pouze pro průřezy tř. 4, jinak 0

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y - 0,2) \cdot \frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} \right) = 0,9 \cdot \left(1 + (0,61 - 0,2) \cdot \frac{\frac{6,0}{0,88 \cdot 3507,4}}{1,0} \right) =$$
$$0,97 > C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} \right) = 0,9 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{\frac{6,0}{0,88 \cdot 3507,4}}{1,0} \right) = 0,92$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,97 = 0,58$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

80

$$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,1\lambda_z}{C_{mLT}-0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = \left(1 - \frac{0,1 \cdot 2,68}{0,95-0,25} \cdot \frac{6,0}{\frac{0,15 \cdot 3507,4}{1,0}} \right) = 1,05 > \left(1 - \frac{0,1}{C_{mLT}-0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) =$$
$$\left(1 - \frac{0,1}{0,95-0,25} \cdot \frac{6,0}{\frac{0,15 \cdot 3507,4}{1,0}} \right) = 1,00$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + (2\lambda_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,96 \cdot \left(1 + (2 \cdot 2,68 - 0,6) \cdot \frac{6,0}{\frac{0,15 \cdot 3507,4}{1,0}} \right) =$$
$$1,05 < C_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,96 \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{6,0}{\frac{0,15 \cdot 3507,4}{1,0}} \right) = 0,97$$

(podle ČSN EN 1993-1-1 tab. B.3)

$$C_{mLT} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0,88 = 0,95$$

$$C_{my} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0,78 = 0,9$$

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi = 0,6 + 0,4 \cdot 0,9 = 0,96$$

($k_{yy} = 0,92$, $k_{yz} = 0,58$, $k_{zy} = 1,0$, $k_{zz} = 0,97$ podle ČSN EN 1993-1-1 tab. B.1, B.2)

$$\frac{6,0}{\frac{0,88 \cdot 3507,4}{1,0}} + 0,92 \frac{169,87+0}{\frac{0,39 \cdot 603,5}{1,0}} + 1,0 \frac{0,0}{\frac{97,98}{1,0}} = 0,83$$

$$\frac{6,0}{\frac{0,15 \cdot 3507,4}{1,0}} + 0,58 \frac{169,87+0}{\frac{0,39 \cdot 603,5}{1,0}} + 0,96 \frac{0,0}{\frac{97,98}{1,0}} = 0,92$$

$$0,83 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$0,92 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

81

12. MSP

12.1. Vazník

Maximální průhyb od charakteristické kombinace:

Lineární výpočet:

Kombinace: MSP-Char (auto)

Souřadný systém: Dřle:

Extrém ID: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = Dolní pás vazníku - RO406.4X11

Deformace

Jméno	dx [m]	Stav	Průřez	u _x [mm]	u _y [mm]	u _z [mm]	φ _x [mrad]	φ _y [mrad]	φ _z [mrad]	U _{total} [mm]
B2328	0,000	MSP-Char (auto)/1	Dolní pás vazníku - RO406.4X11	-20,2	-3,7	10,9	4,4	9,5	0,0	23,3
B2328	64,700	MSP-Char (auto)/2	Dolní pás vazníku - RO406.4X11	20,3	-3,8	-0,6	4,3	-9,9	0,0	20,7
B2457	32,950-	MSP-Char (auto)/3	Dolní pás vazníku - RO406.4X11	0,0	13,5	-183,8	1,3	0,0	0,0	184,3
B2328	32,950-	MSP-Char (auto)/1	Dolní pás vazníku - RO406.4X11	0,0	-25,0	-186,0	1,8	0,0	0,0	187,7
B2457	0,000	MSP-Char (auto)/2	Dolní pás vazníku - RO406.4X11	-17,6	-4,3	11,0	4,3	9,3	0,2	21,2
B2328	29,950-	MSP-Char (auto)/4	Dolní pás vazníku - RO406.4X11	-2,3	-12,5	-181,7	-1,2	1,1	-0,6	182,1
B1296	0,000	MSP-Char (auto)/1	Dolní pás vazníku - RO406.4X11	-18,0	-5,9	10,9	5,7	9,3	0,6	21,9
B274	62,825-	MSP-Char (auto)/1	Dolní pás vazníku - RO406.4X11	19,6	-5,1	-20,2	5,1	-10,7	-0,2	28,6
B274	3,075+	MSP-Char (auto)/1	Dolní pás vazníku - RO406.4X11	-19,5	-5,1	-20,2	5,2	10,7	0,2	28,6
B2328	23,033	MSP-Char (auto)/1	Dolní pás vazníku - RO406.4X11	-8,2	-13,0	-167,6	2,9	3,6	-1,9	168,3
B2328	42,867	MSP-Char (auto)/1	Dolní pás vazníku - RO406.4X11	8,3	-13,0	-167,6	2,9	-3,6	1,9	168,3



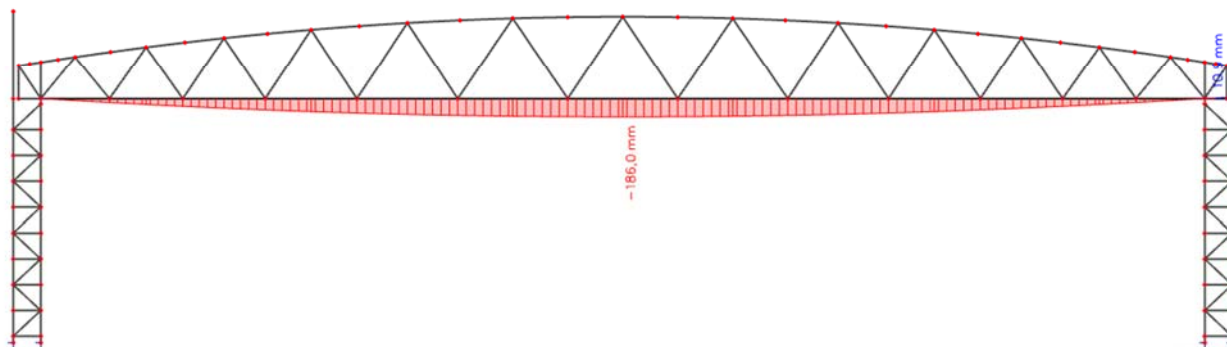
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

82

1D deformace

Hodnoty: u_z
Lineární výpočet
Kombinace: MSP-Char (auto)
Souřadný systém: Dilec
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Průřez = Dolní pás vazníku -
RO406.4X11



Mezní hodnota průhybu

$$u_{z,max} = 186,0 \text{ mm}$$

$$u_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{65900}{250} = 263,6 \text{ mm}, \quad u_{z,max} = 186,0 \text{ mm} < u_{lim} = 263,6 \text{ mm} - \text{vyhovuje}$$

Dolní pás vazníku nadvýšit na 90mm . Bod nadvýšení viz výkres č.05.

Deformace : vlastní tíha - 43mm

Střecha- 35mm

0.25 Sníh- $42 \cdot 0,25 = 11\text{mm}$

Celkem: $43 + 35 + 11 = 89\text{mm}$.



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

83

12.2. Vaznice

Maximální průhyb od charakteristické kombinace :

$$u_{z,max} = 29,6 \text{ mm}$$

Lineární výpočet
Kombinace: MSP-Char (auto)
Souřadný systém: Dilec
Extrém ID: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Průřez = Vaznice střeška - IPE270
Deformace u_z

Jméno	dx [m]	Stav	Průřez	$u_{z,max}$ [mm]	$u_{z,var}$ [mm]	Lim. $u_{z,max}$ [mm]	Lim. $u_{z,var}$ [mm]	Posudek $u_{z,max}$ [-]	Posudek $u_{z,var}$ [-]	Nadvýšení dx u_z [mm]	Nadvýšení [mm]	Posudek u_z [-]
B1396	4,350-	MSP-Char (auto)/1	Vaznice střeška - IPE270	-29,6	-12,8	43,5	24,2	0,68	0,53	-	-	0,68
B3357	4,350-	MSP-Char (auto)/2	Vaznice střeška - IPE270	2,4	15,2	43,5	24,2	0,05	0,63	-	-	0,63

Jméno	Klíč kombinace
MSP-Char (auto)/1	ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.70*ZS3
MSP-Char (auto)/2	ZS1 + ZS2 + ZS7

Mezní hodnota průhybu

$$u_{z,max} = 29,6 \text{ mm}$$

$$u_{lim} = \frac{L}{200} = \frac{8700}{200} = 43,6 \text{ mm}, \quad u_{z,max} = 29,6 \text{ mm} < u_{lim} = 43,5 \text{ mm} - \text{vyhovuje}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

84

12.3. Sloup

Maximální průhyb od charakteristické kombinace :

$$u_{z,max} = 30,9 \text{ mm}$$

Lineární výpočet

Kombinace: MSP-Char (auto)

Souřadný systém: Dílec

Extrém: 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = Přehradový sloup - MSRR355.6x16.0

Deformace u_z

Jméno	dx [m]	Stav	Průřez	$u_{z,max}$ [mm]	$u_{z,var}$ [mm]	Lim. $u_{z,max}$ [mm]	Lim. $u_{z,var}$ [mm]	Posudek $u_{z,max}$ [-]	Posudek $u_{z,var}$ [-]	Nadvýšení dx u_z [mm]	Nadvýšení [mm]	Posudek u_z [-]
B2505	4,800	MSP-Char (auto)/1	Přehradový sloup - MSRR355.6x16.0	-30,8	-23,2	64,9	36,1	0,48	0,64	-	-	0,64
B2504	4,800	MSP-Char (auto)/1	Přehradový sloup - MSRR355.6x16.0	30,9	23,2	64,9	36,1	0,48	0,64	-	-	0,64
B1343	4,800	MSP-Char (auto)/2	Přehradový sloup - MSRR355.6x16.0	-21,4	-29,3	64,9	36,1	0,33	0,81	-	-	0,81

Jméno	Klíč kombinace
MSP-Char (auto)/1	ZS1 + ZS2 + 0.50*ZS5 + ZS7 + 0.70*ZS3
MSP-Char (auto)/2	ZS1 + ZS2 + ZS9

Mezní hodnota průhybu

$$u_{z,max} = 30,9 \text{ mm}$$

$$u_{lim} = \frac{L}{400} = \frac{17750}{400} = 44,3 \text{ mm}, \quad u_{z,max} = 30,9 \text{ mm} < u_{lim} = 44,3 \text{ mm} - \text{vyhovuje}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

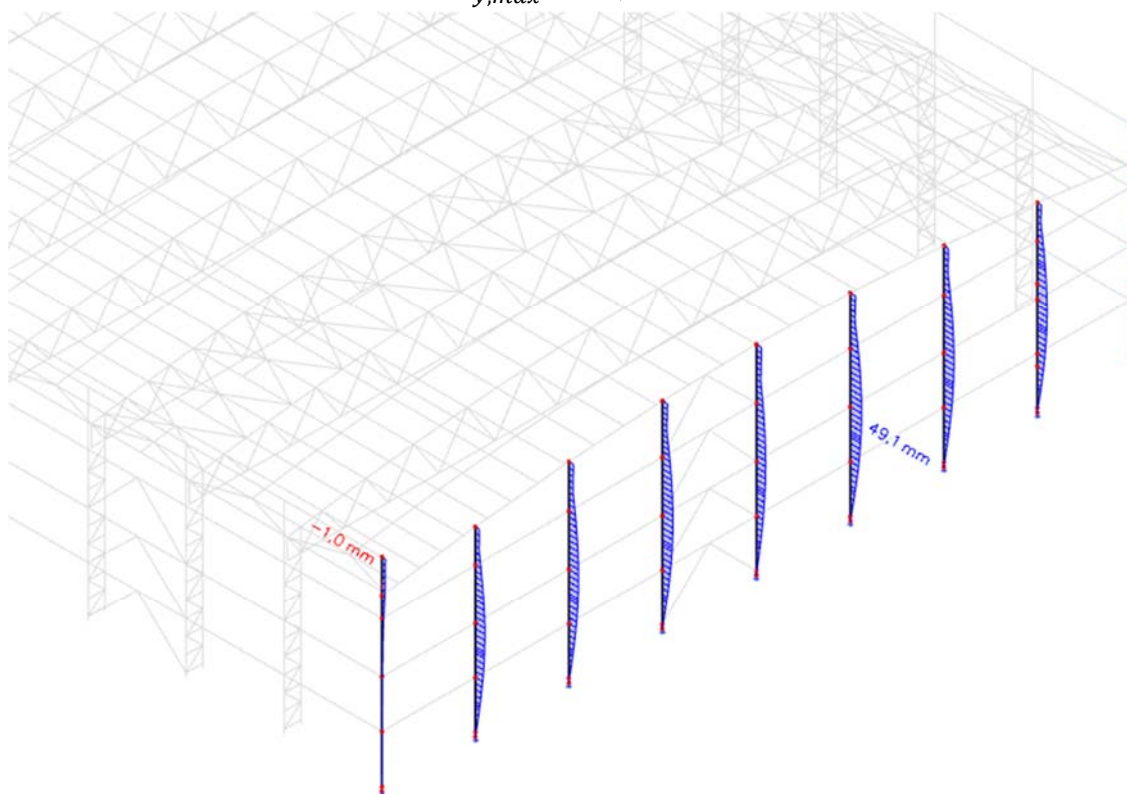
Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

85

12.4. Sloup čelní

Maximální průhyb od charakteristické kombinace :

$$u_{y,max} = 49,1 \text{ mm}$$





DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

86

Lineární výpočet:

Kombinace: MSP-Char (auto)

Souřadný systém: Dilec

Extrém: 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = Sloupek čelní HEA450 - HEA450

Deformace

Jméno	dx [m]	Stav	Průřez	u _x [mm]	u _y [mm]	u _z [mm]	φ _x [mrad]	φ _y [mrad]	φ _z [mrad]	U _{total} [mm]
B2887	17,580	MSP-Char (auto)/1	Sloupek čelní HEA450 - HEA450	-0,4	22,7	0,3	0,1	0,0	1,3	22,7
B2885	0,360	MSP-Char (auto)/2	Sloupek čelní HEA450 - HEA450	0,0	3,0	0,3	-2,3	-0,7	8,2	3,0
B2898	3,000	MSP-Char (auto)/3	Sloupek čelní HEA450 - HEA450	-0,2	-1,0	-3,9	-0,9	1,0	-0,5	4,0
B2899	3,000	MSP-Char (auto)/4	Sloupek čelní HEA450 - HEA450	-0,2	1,8	-5,8	2,7	1,7	-0,3	6,1
B2880	1,293	MSP-Char (auto)/5	Sloupek čelní HEA450 - HEA450	0,0	0,3	0,0	-11,1	0,0	0,3	0,3
B2879	0,827	MSP-Char (auto)/5	Sloupek čelní HEA450 - HEA450	0,0	0,2	0,0	11,1	0,0	0,2	0,2
B2898	3,000	MSP-Char (auto)/6	Sloupek čelní HEA450 - HEA450	-0,2	-0,1	6,0	-1,8	-1,8	-0,4	6,0
B2887	17,580	MSP-Char (auto)/7	Sloupek čelní HEA450 - HEA450	-0,2	3,2	-1,7	1,9	0,0	-8,2	3,7
B2887	0,000	MSP-Char (auto)/8	Sloupek čelní HEA450 - HEA450	0,0	0,0	0,0	1,9	0,2	8,6	0,0
B2887	8,760	MSP-Char (auto)/8	Sloupek čelní HEA450 - HEA450	-0,1	49,1	-1,2	1,9	0,1	0,2	49,1

Jméno	Klíč kombinace
MSP-Char (auto)/1	ZS1 + ZS2 + ZS4 + ZS10
MSP-Char (auto)/2	ZS1 + ZS2 + ZS8
MSP-Char (auto)/3	ZS1 + ZS2 + ZS9 + 0.70*ZS3
MSP-Char (auto)/4	ZS1 + ZS2 + 0.50*ZS5 + ZS9
MSP-Char (auto)/5	ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.70*ZS3 + ZS10
MSP-Char (auto)/6	ZS1 + ZS2 + 0.50*ZS5 + ZS8
MSP-Char (auto)/7	ZS1 + ZS2 + ZS9
MSP-Char (auto)/8	ZS1 + ZS2 + 0.50*ZS5 + ZS9 + 0.70*ZS3

Mezní hodnota průhybu

$$u_{y,max} = 49,1 \text{ mm}$$

$$u_{lim} = \frac{L}{300} = \frac{17750}{300} = 59,16 \text{ mm}, \quad u_{y,max} = 49,1 \text{ mm} < u_{lim} = 59,16 \text{ mm} - \text{vyhovuje}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

87

12.5. Průvlak - přístavba

Maximální průhyb od charakteristické kombinace :

$$u_{z,max} = 8,3 \text{ mm}$$

Lineární výpočet

Kombinace: MSP-Char (auto)

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = Vazník přístavba - IPE450

Deformace u_z

Jméno	dx [m]	Stav	Průřez	$u_{z,max}$ [mm]	$u_{z,var}$ [mm]	Lim. $u_{z,max}$ [mm]	Lim. $u_{z,var}$ [mm]	Posudek $u_{z,max}$ [-]	Posudek $u_{z,var}$ [-]	Nadvýšení dx u_z [mm]	Nadvýšení [mm]	Posudek u_z [-]
B4387	3,631	MSP-Char (auto)/1	Vazník přístavba - IPE450	-8,3	-3,8	41,5	23,1	0,20	0,16	-	-	0,20
B4500	7,825	MSP-Char (auto)/2	Vazník přístavba - IPE450	0,2	0,1	20,9	11,6	0,01	0,01	-	-	0,01

Jméno	Klíč kombinace
MSP-Char (auto)/1	ZS1 + ZS2 + 0.60*ZS8 + ZS3
MSP-Char (auto)/2	ZS1 + ZS2 + 0.50*ZS5 + 0.60*ZS8 + ZS3

Mezní hodnota průhybu

$$u_{z,max} = 8,3 \text{ mm}$$

$$u_{lim} = \frac{L}{400} = \frac{8300}{400} = 20,75 \text{ mm}, \quad u_{z,max} = 8,3 \text{ mm} < u_{lim} = 20,75 \text{ mm} - \text{vyhovuje}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

88

12.6. Stropnice – přístavba

Maximální průhyb od charakteristické kombinace :

$$u_{z,max} = 17,9 \text{ mm}$$

Lineární výpočet:

Kombinace: MSP-Char (auto)

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = Stropnice přístavba - IPE450

Deformace u_z

Jméno	dx [m]	Stav	Průřez	$u_{z,max}$ [mm]	$u_{z,var}$ [mm]	Lim. $u_{z,max}$ [mm]	Lim. $u_{z,var}$ [mm]	Posudek $u_{z,max}$ [-]	Posudek $u_{z,var}$ [-]	Nadvýšení dx u_z [mm]	Nadvýšení [mm]	Posudek u_z [-]
B4434	4,785	MSP-Char (auto)/1	Stropnice přístavba - IPE450	-17,9	-8,2	87,0	48,3	0,21	0,17	-	-	0,21
B4433	8,700	MSP-Char (auto)/2	Stropnice přístavba - IPE450	0,0	0,0	43,5	24,2	0,00	0,00	-	-	0,00
B4455	4,350-	MSP-Char (auto)/3	Stropnice přístavba - IPE450	-16,2	-6,8	43,5	24,2	0,37	0,28	-	-	0,37

Jméno	Klíč kombinace
MSP-Char (auto)/1	ZS1 + ZS2 + 0.70*ZS4 + ZS3 + 0.70*ZS10
MSP-Char (auto)/2	ZS1 + ZS2 + 0.50*ZS5 + 0.60*ZS8 + ZS3
MSP-Char (auto)/3	ZS1 + ZS2 + 0.60*ZS8 + ZS3

Mezní hodnota průhybu

$$u_{z,max} = 17,9 \text{ mm}$$

$$u_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{8700}{250} = 34,8 \text{ mm}, \quad u_{z,max} = 17,9 \text{ mm} < u_{lim} = 34,8 \text{ mm} - \text{vyhovuje}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

89

12.7. Paždík

Maximální průhyb od charakteristické kombinace :

$$u_{y,max} = 30,1 \text{ mm}$$

Lineární výpočet:

Kombinace: MSP-Char (auto)

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = Paždík - CFRHS200X200X8

Deformace u_y

Jméno	dx [m]	Stav	Průřez	$u_{y,max}$ [mm]	$u_{y,var}$ [mm]	Lim. $u_{y,max}$ [mm]	Lim. $u_{y,var}$ [mm]	Posudek $u_{y,max}$ [-]	Posudek $u_{y,var}$ [-]	Posudek u_y [-]
B3804	3,915	MSP-Char (auto)/1	Paždík - CFRHS200X200X8	-30,1	-26,0	87,0	48,3	0,35	0,54	0,54
B3803	3,915	MSP-Char (auto)/2	Paždík - CFRHS200X200X8	30,1	26,0	87,0	48,3	0,35	0,54	0,54
B3635	4,350	MSP-Char (auto)/3	Paždík - CFRHS200X200X8	-27,2	-27,2	43,5	24,2	0,63	1,13	1,13

Mezní hodnota průhybu

$$u_{y,max} = 30,1 \text{ mm}$$

$$u_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{8700}{250} = 34,8 \text{ mm}, \quad u_{y,max} = 30,1 \text{ mm} < u_{lim} = 34,8 \text{ mm} - \text{vyhovuje}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

90

12.8. Čelní paždík

Maximální průhyb od charakteristické kombinace :

$$u_{y,max} = 19,0 \text{ mm}$$

Lineární výpočet

Kombinace: MSP-Char (auto)

Souřadný systém: Dřelec

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = Paždík čelní - SHS220/220/10.0

Deformace u_y

Jméno	dx [m]	Stav	Průřez	$u_{y,max}$ [mm]	$u_{y,var}$ [mm]	Lim. $u_{y,max}$ [mm]	Lim. $u_{y,var}$ [mm]	Posudek $u_{y,max}$ [-]	Posudek $u_{y,var}$ [-]	Posudek u_y [-]
B3388	3,932	MSP-Char (auto)/1	Paždík čelní - SHS220/220/10.0	-19,0	-19,0	41,5	23,1	0,46	0,82	0,82
B3399	2,319	MSP-Char (auto)/2	Paždík čelní - SHS220/220/10.0	0,0	0,0	20,9	11,6	0,00	0,00	0,00

Jméno	Klíč kombinace
MSP-Char (auto)/1	ZS1 + ZS2 + ZS8 + 0.70*ZS3
MSP-Char (auto)/2	ZS1 + ZS2 + ZS4

Mezní hodnota průhybu

$$u_{y,max} = 19,0 \text{ mm}$$

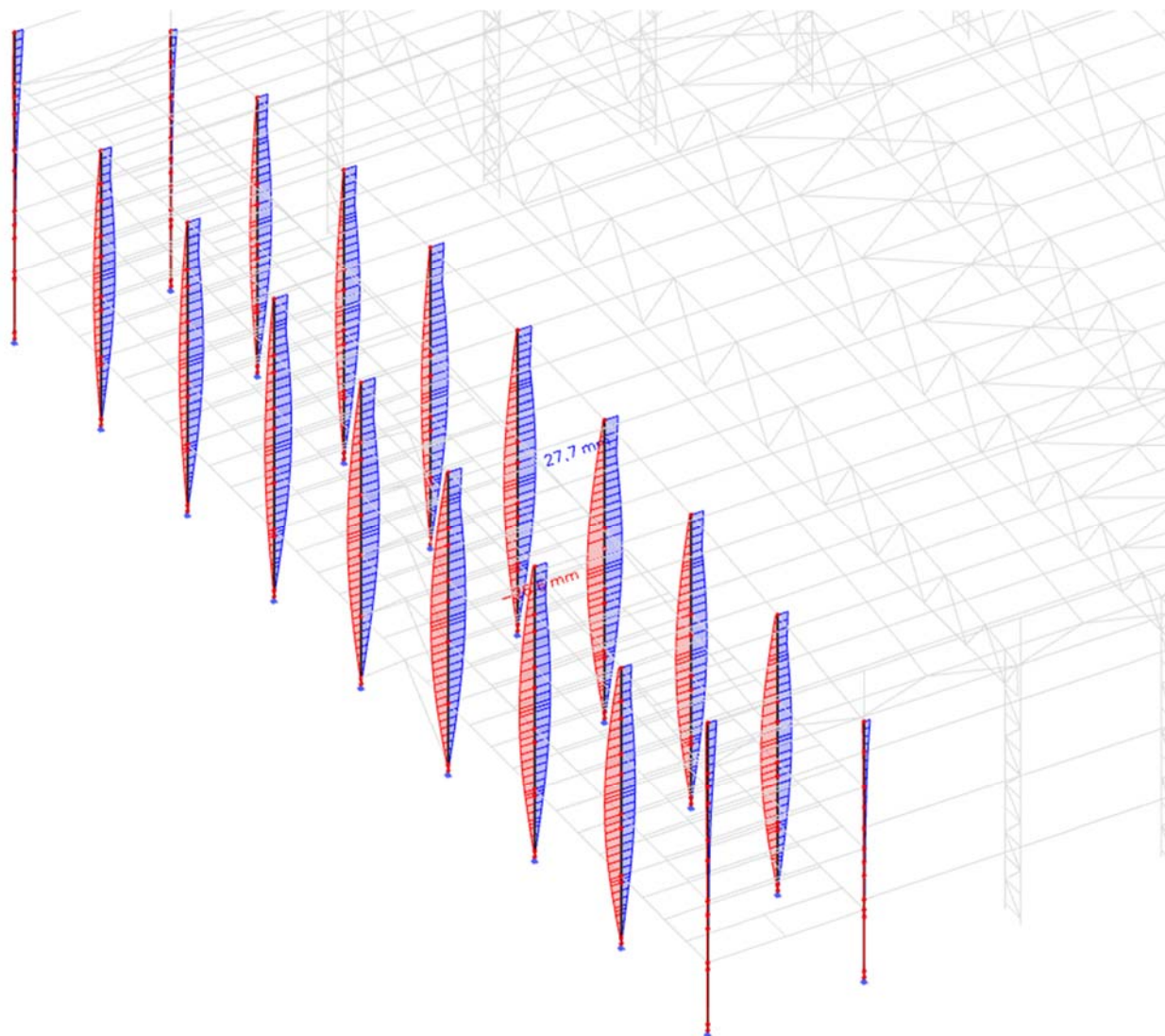
$$u_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{8300}{250} = 33,2 \text{ mm}, \quad u_{y,max} = 19,0 \text{ mm} < u_{lim} = 33,2 \text{ mm} - \text{vyhovuje}$$



12.9. Sloup přístavba

Maximální průhyb od charakteristické kombinace :

$$u_{y,max} = 27,7 \text{ mm}$$





DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

92

Lineární výpočet:

Kombinace: MSP-Char (auto)

Souřadný systém: Dílec

Extrém - ID: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = Sloup přístavba - HEB400

Deformace

Jméno	dx [m]	Stav	Průřez	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	φx [mrad]	φy [mrad]	φz [mrad]	Utotal [mm]
B3414	16,210	MSP-Char (auto)/1	Sloup přístavba - HEB400	-1,9	10,8	-0,3	-0,2	0,2	0,7	11,0
B3417	9,960-	MSP-Char (auto)/2	Sloup přístavba - HEB400	-1,2	27,7	0,0	0,0	0,0	-0,1	27,7
B3412	12,205+	MSP-Char (auto)/3	Sloup přístavba - HEB400	-0,8	0,1	-11,2	-2,8	0,1	0,1	11,2
B3413	12,205+	MSP-Char (auto)/4	Sloup přístavba - HEB400	-0,8	-0,9	11,3	7,1	-0,1	-0,1	11,3
B3523	7,560-	MSP-Char (auto)/2	Sloup přístavba - HEB400	-0,6	1,2	-0,2	-6,5	-1,3	0,2	1,4
B3523	7,560-	MSP-Char (auto)/5	Sloup přístavba - HEB400	-0,5	-0,9	-1,2	10,1	-0,8	-0,1	1,6
B3412	0,000	MSP-Char (auto)/4	Sloup přístavba - HEB400	0,0	0,0	0,0	-3,4	-3,7	0,0	0,0
B3413	0,000	MSP-Char (auto)/3	Sloup přístavba - HEB400	0,0	0,0	0,0	8,9	3,6	-0,1	0,0
B3524	0,000	MSP-Char (auto)/5	Sloup přístavba - HEB400	0,0	0,0	0,0	-1,7	0,3	-4,8	0,0
E3524	16,210	MSP-Char (auto)/4	Sloup přístavba - HEB400	-1,3	-3,1	2,1	0,6	0,0	4,5	4,0
B3416	9,000	MSP-Char (auto)/6	Sloup přístavba - HEB400	1,2	-26,6	-9,7	0,2	0,2	0,0	28,3

Jméno	Klíč kombinace
MSP-Char (auto)/1	ZS1 + ZS2 + 0.70*ZS4 + ZS3 + 0.70*ZS10
MSP-Char (auto)/2	ZS1 + ZS2 + ZS6 + 0.70*ZS3
MSP-Char (auto)/3	ZS1 + ZS2 + ZS9 + 0.70*ZS3
MSP-Char (auto)/4	ZS1 + ZS2 + ZS8 + 0.70*ZS3
MSP-Char (auto)/5	ZS1 + ZS2 + 0.50*ZS5 + ZS9
MSP-Char (auto)/6	ZS1 + ZS2 + 0.50*ZS5 + ZS9 + 0.70*ZS3

Mezní hodnota průhybu

$$u_{y,max} = 27,7 \text{ mm}$$

$$u_{lim} = \frac{L}{400} = \frac{17600}{400} = 44 \text{ mm}, \quad u_{y,max} = 27,7 \text{ mm} < u_{lim} = 44 \text{ mm} - \text{vyhovuje}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

93

12.10. Střešní vazník – přístavba

Maximální průhyb od charakteristické kombinace :

$$u_{z,max} = 10,5 \text{ mm}$$

Lineární výpočet
Kombinace: MSP-Char (auto)
Souřadný systém: Dílec
Extrém: 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Průřez = Střešní vazník přístavba - IPE330
Deformace u_z

Jméno	dx [m]	Stav	Průřez	$u_{z,max}$ [mm]	$u_{z,var}$ [mm]	Lim. $u_{z,max}$ [mm]	Lim. $u_{z,var}$ [mm]	Posudek $u_{z,max}$ [-]	Posudek $u_{z,var}$ [-]	Nadvýšení dx u_z [mm]	Nadvýšení [mm]	Posudek u_z [-]
B3446	0,489	MSP-Char (auto)/1	Střešní vazník přístavba - IPE330	-10,5	-5,0	41,9	23,3	0,25	0,21	-	-	0,25
B3552	1,420	MSP-Char (auto)/2	Střešní vazník přístavba - IPE330	0,5	2,2	41,9	23,3	0,01	0,09	-	-	0,09

Jméno	Klíč kombinace
MSP-Char (auto)/1	ZS1 + ZS2 + ZS4 + ZS10
MSP-Char (auto)/2	ZS1 + ZS2 + ZS6 + 0.70*ZS3

Mezní hodnota průhybu

$$u_{z,max} = 10,5 \text{ mm}$$

$$u_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{8300}{250} = 33,2 \text{ mm}, \quad u_{z,max} = 10,5 \text{ mm} < u_{lim} = 33,2 \text{ mm} - \text{vyhovuje}$$



13. POSOUZENÍ VYBRANÝCH SPOJŮ

13.1. Připojení vazníku na sloup

$$F_{v,Ed} = 965,3 \text{ kN}$$

$$f_{up} = 490 \text{ MPa}$$

$$f_{yp} = 355 \text{ MPa}$$

$$t = 30 \text{ mm}$$

$$t_1 = 20 \text{ mm}$$

Návrh čepu:

M60 6.8

$$d = 60 \text{ mm}$$

$$d_0 = 62 \text{ mm}$$

$$f_{up} = 600 \text{ MPa}$$

$$f_{yp} = 480 \text{ MPa}$$

$$a \geq \frac{F_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{2 \cdot t \cdot f_{yp}} + \frac{2 \cdot d_0}{3} = \frac{965,3 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{2 \cdot 2 \cdot 30 \cdot 355} + \frac{2 \cdot 62}{3} = 43,3 \text{ mm}$$

Návrh:

$$a = 50 \text{ mm}$$

$$c \geq \frac{F_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{2 \cdot t \cdot f_{yp}} + \frac{d_0}{3} = \frac{965,3 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{2 \cdot 2 \cdot 30 \cdot 355} + \frac{62}{3} = 32,9 \text{ mm}$$

Návrh:

$$c = 50 \text{ mm}$$

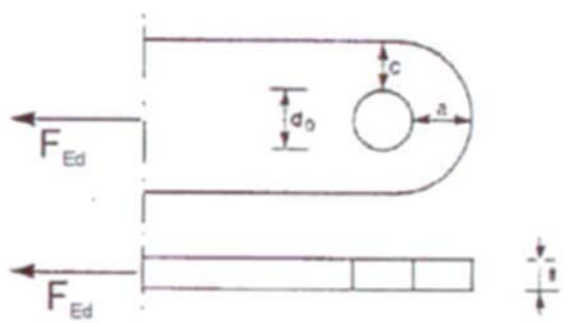
Návrhová únosnost čepu ve střihu

 $n = 4$ dle střihové roviny

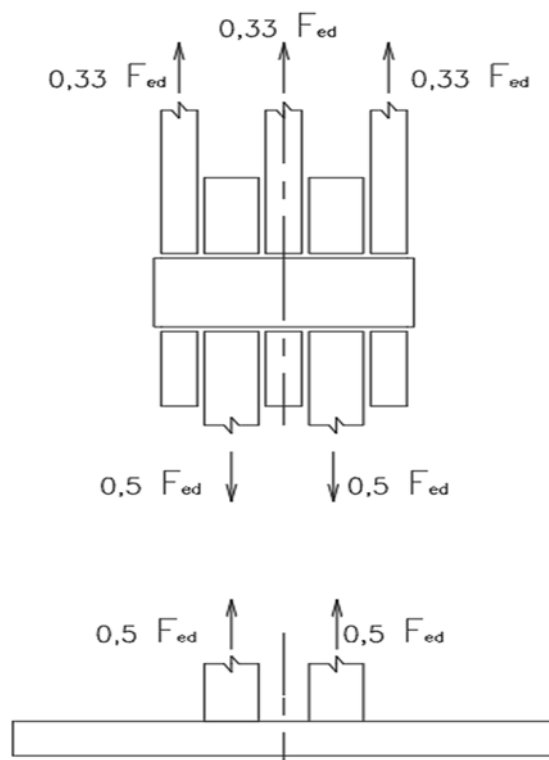
$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 60^2}{4} = 2827,3 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot n \cdot A \cdot f_{up}}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 4 \cdot 2827 \cdot 600}{1,25} = 3308 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{965,3}{3308} = 0,29 \leq 1,0 \text{ VYHOVUJE}$$



Obr. 13.1-1: Geometrické požadavky na čepový spoj



Obr. 13.1-2: Statická schéma spoje 1



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

95

Únosnost plechu a čepu v otláčení

$$F_{b,Rd} = \frac{1,5 \cdot t \cdot d \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,5 \cdot 30 \cdot 60 \cdot 480}{1,0} = 1296 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{965,3}{1296} = 0,74 \leq 1,0 \text{ VYHOVUJE}$$

Únosnost čepu v ohybu

$$M_{Ed} = 9,5 \text{ kNm}$$

$$W_{el} = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{\pi \cdot 60^3}{32} = 21205 \text{ mm}^3$$

$$M_{Rd} = \frac{0,8 \cdot W_{el} \cdot f_{up}}{\gamma_{M2}} = \frac{0,8 \cdot 21205 \cdot 600}{1,25} = 10,1 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{9,5}{10,1} = 0,94 \leq 1,0 \text{ VYHOVUJE}$$

Únosnost čepu při kombinaci stihu a ohybu

$$\left(\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}\right)^2 = \left(\frac{9,5}{10,1}\right)^2 + \left(\frac{965,3}{3308}\right)^2 = 0,97 \leq 1,0 \text{ VYHOVUJE}$$

Návrh a posouzení svaru

$$\text{Návrh: } a_w = 7 \text{ mm}$$

Délka svaru:

$$l_w = 600 \text{ mm}$$

$$A_w = a_w \cdot l_w = 7 \cdot 600 = 4200 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{N_{Ed}}{A_w} = \frac{965,3 \cdot 10^3}{4200} = 229,8 \text{ MPa}$$

$$\tau_{||} = 0 \text{ MPa}$$

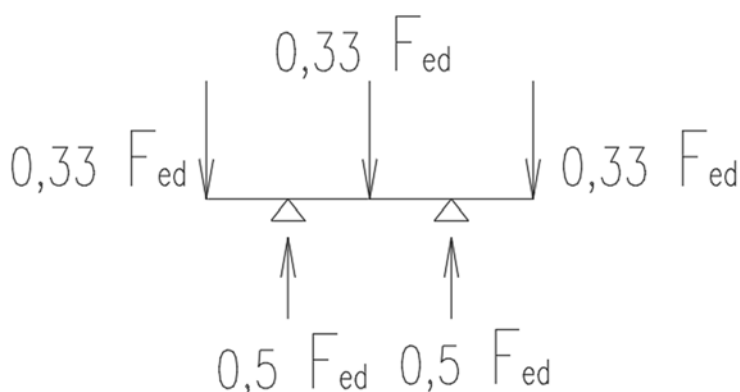
$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{229,8}{\sqrt{2}} = 161,8 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} \leq \frac{f_u}{0,8 \cdot \gamma_{M2}}$$

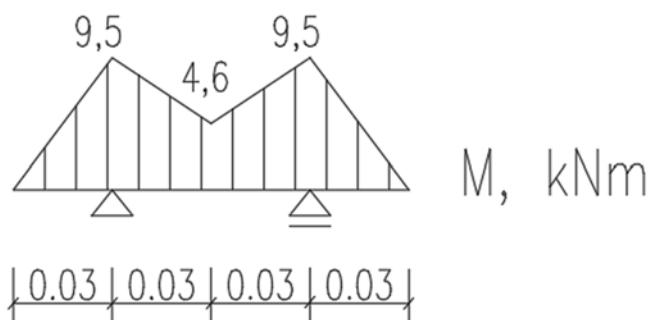
$$\sqrt{161,8^2 + 3(161,8^2 + 0^2)} \leq \frac{360}{0,8 \cdot 1,25}$$

$$323,6 \text{ MPa} \leq 360 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE}$$

$$\sigma_{\perp} = 161,8 \text{ MPa} \leq \frac{0,9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 360}{1,25} = 259,2 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE}$$



Obr. 13.1-3: Statická schéma spoje 2



Obr. 13.1-4: Průběh momentu



13.2. Montážní spoj

Montážní spoj

Příčná vazba konstrukce bude rozdělena na 5 montážních částí.

13.2.1. Montážní spoj Horního pásu

Vnitřní síly a únosnost průřezu:

$$N_{Ed,t} = 105,1 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,c} = -2912 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{13,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355}{1,0} = 4863,5 \text{ kN}$$

Šroubový přípoj – návrh a posouzení: 6 x M16 8.8

$$F_{ub} = 800 \text{ Mpa}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$t_{min} = 20 \text{ mm}$$

$$d = 16 \text{ mm}$$

$$d_0 = 18 \text{ mm}$$

$$d_m = 25,85 \text{ mm}$$

$$A_s = 157 \text{ mm}^2$$

Posouzení únosnost 1 šroubu:

$$F_{Rd,t} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 800 \cdot 10^6 \cdot 157 \cdot 10^{-6}}{1,25} = 90,5 \text{ kN}$$

$$B_{Rd,p} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 0,6 \cdot \pi \cdot 25,85 \cdot 20 \cdot \frac{360}{1,25} = 280,49 \text{ kN}$$

$$F_{Rd,1} = \min\{F_{Rd,t}; B_{Rd,p}\} = 90,5 \text{ kN}$$

$$F_{Rd,pásnice} = F_{Rd,1} \cdot n_s = 90,5 \cdot 6 = 543 \text{ kN}$$

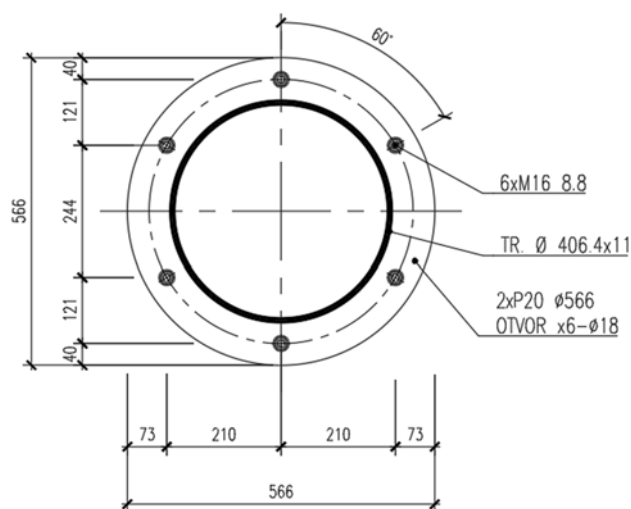
$$\frac{N_{Ed,t}}{F_{Rd,pásnice}} = \frac{105,1}{543} = 0,2 \text{ VYHOVUJE}$$

Návrh a posouzení přívaru čelní desky k trubce:

$$N_{Rd} = 4863,5 \text{ kN}$$

$$a = 6 \text{ mm}$$

$$l = \pi \cdot d = 406,4 \cdot \pi = 1276,7 \text{ mm}$$



Obr. 13.2-1: Montážní spoj horního pásu



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

97

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{N_{rd}}{a \cdot l} = \frac{\frac{4863,5}{\sqrt{2}}}{6 \cdot 1276,7} = 197,4 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2} = \sqrt{197,4^2 + 3 \cdot 197,4^2} = 421,55 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{490}{0,9 \cdot 1,25} = 435,5 \text{ MPa} \geq 421,55 \text{ MPa} \quad 96\% \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{490}{1,25} = 392 \text{ MPa} \geq 197,4 \text{ MPa} \quad 53\% \quad \text{VYHOVUJE}$$

13.2.2. Montážní spoj Dolního pásu

Vnitřní síly a únosnost průřezu:

$$N_{Ed,t} = 2820 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,c} = -121 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{13,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355}{1,0} = 4863,5 \text{ kN}$$

Šroubový přípoj – návrh a posouzení: 10 x M30 8.8

$$F_{ub} = 800 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

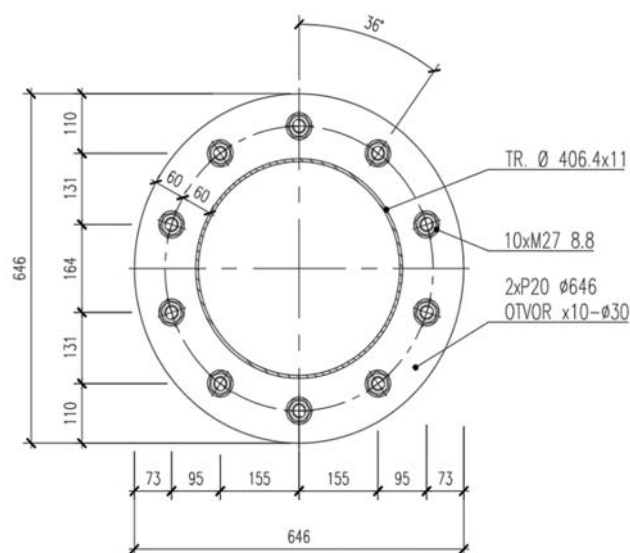
$$t_{\min} = 20 \text{ mm}$$

$$d = 30 \text{ mm}$$

$$d_0 = 33 \text{ mm}$$

$$d_m = 49,55 \text{ mm}$$

$$A_s = 561 \text{ mm}^2$$



Obr. 13.2-2: Montážní spoj dolního pásu

Posouzení únosnost 1 šroubu:

$$F_{Rd,t} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 800 \cdot 10^6 \cdot 561 \cdot 10^{-6}}{1,25} = 323,1 \text{ kN}$$

$$B_{Rd,p} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 0,6 \cdot \pi \cdot 49,55 \cdot 20 \cdot \frac{490}{1,25} = 732,1 \text{ kN}$$

$$F_{Rd,1} = \min\{F_{Rd,t}; B_{Rd,p}\} = 323,1 \text{ kN}$$

$$F_{Rd,pásnice} = F_{Rd,1} \cdot n_s = 323,1 \cdot 10 = 3231 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed,t}}{F_{Rd,pásnice}} = \frac{2820}{3231} = 0,87 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Návrh a posouzení přívaru čelní desky k trubce:



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

98

$$N_{Rd} = 4863,5 \text{ kN}$$

$$a = 6 \text{ mm}$$

$$l = \pi \cdot d = 406,4 \cdot \pi = 1276,7 \text{ mm}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{N_{Rd}}{a \cdot l} = \frac{4863,5}{6 \cdot 1276,7} = 197,4 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2} = \sqrt{197,4^2 + 3 \cdot 197,4^2} = 421,55 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{490}{0,9 \cdot 1,25} = 435,5 \text{ MPa} \geq 421,55 \text{ MPa} \quad 96\% \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{490}{1,25} = 392 \text{ MPa} \geq 197,4 \text{ MPa} \quad 53\% \quad \text{VYHOVUJE}$$

13.2.3. Montážní spoj diagonály vazníku

Vnitřní síly a únosnost průřezu:

$$N_{Ed,t} = 533,9 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,c} = -488,9 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{7,12 \cdot 10^{-3} \cdot 355}{1,0} = 2527,6 \text{ kN}$$

Šroubový přípoj – návrh a posouzení: 10 x M30 8.8

$$F_{ub} = 800 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

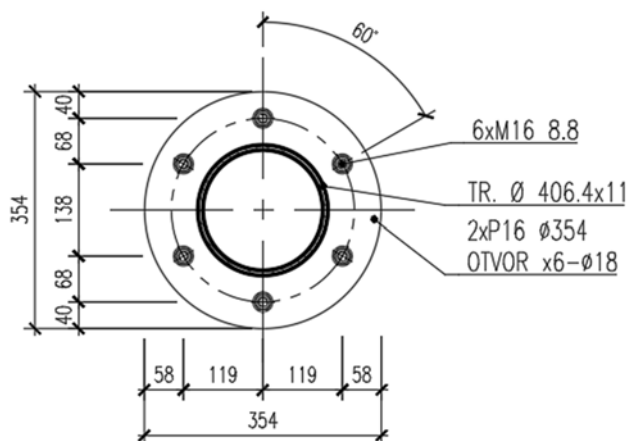
$$t_{\min} = 16 \text{ mm}$$

$$d = 16 \text{ mm}$$

$$d_0 = 18 \text{ mm}$$

$$d_m = 25,85 \text{ mm}$$

$$A_s = 157 \text{ mm}^2$$



Obr. 13.2-3: Montážní spoj diagonály vazníku

Posouzení únosnost 1 šroubu:

$$F_{Rd,t} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 800 \cdot 10^6 \cdot 157 \cdot 10^{-6}}{1,25} = 90,4 \text{ kN}$$

$$B_{Rd,p} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 0,6 \cdot \pi \cdot 25,85 \cdot 16 \cdot \frac{490}{1,25} = 305,6 \text{ kN}$$

$$F_{Rd,1} = \min\{F_{Rd,t}; B_{Rd,p}\} = 90,4 \text{ kN}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

99

$$F_{Rd,pásnice} = F_{Rd,1} \cdot n_s = 90,4 \cdot 6 = 542,4 kN$$

$$\frac{N_{Ed,t}}{F_{Rd,pásnice}} = \frac{533,9}{542,4} = 0,98 \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

Návrh a posouzení přívaru čelní desky k trubce:

$$N_{Rd} = 2527,6 kN$$

$$a = 6 \text{ mm}$$

$$l = \pi \cdot d = 193,7 \cdot \pi = 608,5 \text{ mm}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{\frac{N_{Rd}}{\sqrt{2}}}{a \cdot l} = \frac{\frac{2527,6}{\sqrt{2}}}{6 \cdot 608,5} = 213,4 MPa$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2} = \sqrt{207,1^2 + 3 \cdot 207,1^2} = 426,8 MPa$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{490}{0,9 \cdot 1,25} = 435,5 MPa \geq 426,8 MPa \quad 98\% \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

$$\frac{f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{490}{1,25} = 392 MPa \geq 213,4 MPa \quad 55\% \quad \textbf{VYHOVUJE}$$



13.3. Připojení diagonál na horní pás vazníku

Vstupní hodnoty:

$$d_0 = 406,4 \text{ mm}$$

$$t_0 = 11 \text{ mm}$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

$$A_0 = 13,7 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2$$

$$f_u = 490 \text{ MPa}$$

$$d_1 = d_2 = 114,3 \text{ mm}$$

Vnitřní síly:

$$t_1 = t_2 = 5 \text{ mm}$$

$$N_{Ed,0} = -1897,8 \text{ kN}$$

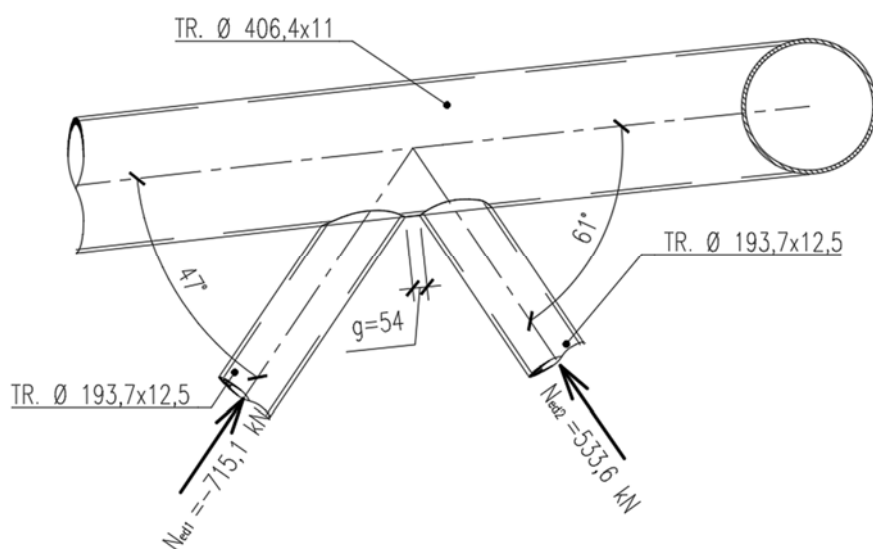
$$\theta_1 = 47^\circ$$

$$N_{Ed,1} = -715,1 \text{ kN}$$

$$\theta_2 = 61^\circ$$

$$N_{Ed,2} = 533,6 \text{ kN}$$

$$g = 54 \text{ mm}$$



Obr. 13.3-1: Připojení diagonál na horní pás

Odolnost proti porušení povrchu pásu:

$$\gamma = \frac{d_0}{2t_0} = \frac{406,4}{2 \cdot 11} = 18,47$$

$$\beta = \frac{d_1 + d_2}{2 \cdot d_0} = \frac{193,7 + 193,7}{2 \cdot 406,4} = 0,48$$

$$\sigma_{0,Ed} = \frac{N_{0,Ed}}{A_0} = \frac{-1897,8 \cdot 10^3}{13,7 \cdot 10^{-3}} = -138,52 \text{ MPa (tlak)}$$

$$n = \frac{\sigma_{0,Ed}}{f_y} = \frac{-138,52}{355} = -0,39$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

101

$$b_n = \frac{10 \cdot d_1}{d_0/t_0} = \frac{10 \cdot 193,7}{406,4/11} = 53$$

$$k_n = 1,3 - \frac{0,4 \cdot n}{b_n} = 1,3 - \frac{0,4 \cdot (-0,39)}{53} = 1,31 \geq 1,0$$

$$k_n = 1,0$$

$$N_{Rd,1} = \frac{\frac{8,9 \cdot k_n \cdot f_{y0} \cdot t_0^2 \cdot \sqrt{\gamma}}{\sin \theta_1} \cdot \left(\frac{d_1 + d_2}{4 \cdot d_0} \right) \cdot \frac{\pi}{4}}{\gamma_{M5}} = \frac{\frac{8,9 \cdot 1,0 \cdot 355 \cdot 11^2 \cdot \sqrt{18,5}}{\sin 47^\circ} \cdot \left(\frac{193,7 + 193,7}{4 \cdot 406,4} \right) \cdot \frac{\pi}{4}}{1,0} = 841,6 kN$$

$$N_{Rd,2} = \frac{\frac{8,9 \cdot k_n \cdot f_{y0} \cdot t_0^2 \cdot \sqrt{\gamma}}{\sin \theta_2} \cdot \left(\frac{d_1 + d_2}{4 \cdot d_0} \right) \cdot \frac{\pi}{4}}{\gamma_{M5}} = \frac{\frac{8,9 \cdot 1,0 \cdot 355 \cdot 11^2 \cdot \sqrt{18,5}}{\sin 61^\circ} \cdot \left(\frac{193,7 + 193,7}{4 \cdot 406,4} \right) \cdot \frac{\pi}{4}}{1,0} = 711,18 kN$$

$$\frac{N_{Ed,1}}{N_{Rd,1}} = \frac{715,3}{841,6} = 0,85 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed,2}}{N_{Rd,1}} = \frac{533,6}{711,18} = 0,75 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Odolnost proti porušení pásu smykem:

$$A_v = \frac{2A}{\pi} = 2 \cdot 13,7 \cdot 10^{-3} / \pi = 0,009 m^2$$

$$N_{Rd,1} = \frac{\frac{f_{y0} \cdot A_v \cdot \pi}{\sqrt{3} \cdot \sin \theta_1} \cdot \frac{\pi}{4}}{\gamma_{M,5}} = \frac{\frac{355 \cdot 0,009 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sin 47^\circ} \cdot \frac{\pi}{4}}{1,0} = 1983,23 kN$$

$$N_{Rd,2} = \frac{\frac{f_{y0} \cdot A_v \cdot \pi}{\sqrt{3} \cdot \sin \theta_1} \cdot \frac{\pi}{4}}{\gamma_{M,5}} = \frac{\frac{355 \cdot 0,009 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sin 61^\circ} \cdot \frac{\pi}{4}}{1,0} = 1667,18 kN$$

$$\frac{N_{Ed,1}}{N_{Rd,1}} = \frac{715,1}{1983,23} = 0,36 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed,2}}{N_{Rd,1}} = \frac{533,6}{1667,18} = 0,32 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$N_{Rd,0} = \frac{[(A_0 - A_v) \cdot f_{y0} + A_v \cdot f_{y0}] \cdot \frac{\pi}{4}}{\gamma_{M,5}} = \frac{[(13,7 \cdot 10^{-3} - 0,009) \cdot 355 + 0,009 \cdot 355] \cdot \frac{\pi}{4}}{1,0} = 3819,7 kN$$

$$\frac{N_{Ed,0}}{N_{Rd,0}} = \frac{1897,8}{3819,7} = 0,49 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Odolnost proti porušení mezipásového prutu:

$$d_{eff} = \frac{10}{t_0} \cdot \frac{f_{y,0} \cdot t_0}{f_{y,1} \cdot t_1} \cdot d_1 = \frac{10}{406,4} \cdot \frac{355 \cdot 11}{355 \cdot 12,5} \cdot 193,7 = 46,13 mm$$

$$N_{Rd,1} = \frac{f_{y,1} \cdot t_1 \cdot (2 \cdot d_1 - 4 \cdot t_1 + d_1 + d_{eff}) \cdot \frac{\pi}{4}}{\gamma_{M5}} = \frac{355 \cdot 12,5 \cdot (2 \cdot 193,7 - 4 \cdot 12,5 + 193,7 + 46,1) \cdot \frac{\pi}{4}}{1,0} = 2011,6 kN$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

102

$$\frac{N_{Ed,1}}{N_{Rd,1}} = \frac{715,1}{2011,6} = 0,47 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed,2}}{N_{Rd,1}} = \frac{533,6}{2011,6} = 0,27 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Odolnost proti prolomení smykem:

$$b_{e,p} = \frac{10}{t_0} \cdot d_1 = \frac{10}{406,4} \cdot 193,7 = 53mm$$

$$N_{Rd,1} = \frac{\frac{f_{y0} \cdot t_0}{\sqrt{3} \cdot \sin \theta_1} \left(\frac{2 \cdot d_1}{\sin \theta_1} + d_1 + b_{e,p} \right) \cdot \frac{\pi}{4}}{\gamma_{M,5}} = \frac{\frac{355 \cdot 11}{\sqrt{3} \cdot \sin 47^\circ} \left(\frac{2 \cdot 193,7}{\sin 47^\circ} + 193,7 + 53 \right) \cdot \frac{\pi}{4}}{1,0} = 1887,8kN$$

$$N_{Rd,1} = \frac{\frac{f_{y0} \cdot t_0}{\sqrt{3} \cdot \sin \theta_1} \left(\frac{2 \cdot d_1}{\sin \theta_1} + d_1 + b_{e,p} \right) \cdot \frac{\pi}{4}}{\gamma_{M,5}} = \frac{\frac{355 \cdot 11}{\sqrt{3} \cdot \sin 61^\circ} \left(\frac{2 \cdot 193,7}{\sin 61^\circ} + 193,7 + 53 \right) \cdot \frac{\pi}{4}}{1,0} = 1584kN$$

$$\frac{N_{Ed,1}}{N_{Rd,1}} = \frac{715,1}{1887,8} = 0,37 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{N_{Ed,2}}{N_{Rd,1}} = \frac{533,6}{1584} = 0,33 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Návrh a posouzení svaru

$$\text{Návrh: } a_w = 6mm$$

Délka svaru:

$$l_w = \pi \cdot \sqrt{2 \cdot a^2 + b^2} = \pi \cdot \sqrt{2 \cdot 265,3^2 + 193,7^2} = 1112mm$$

$$a = \frac{d_1}{\sin \theta_1} = \frac{193,7}{\sin 47^\circ} = 265,3mm$$

$$b = d_1 = 193,7mm$$

$$A_w = a_w \cdot l_w = 6 \cdot 1112 = 6672mm^2$$

$$\sigma = \frac{N_{Ed}}{A_w} = \frac{715,1 \cdot 10^3}{6672} = 107,17MPa$$

$$\tau_{||} = \frac{\sigma}{\cos \theta_1} = \frac{107,73}{\cos 47^\circ} = 157,9MPa$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sin \theta_1} = \frac{107,17}{\sin 47^\circ} = 146,8MPa$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} \leq \frac{f_u}{0,8 \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{146,8^2 + 3(146,8^2 + 157,9^2)} \leq \frac{490}{0,8 \cdot 1,25}$$

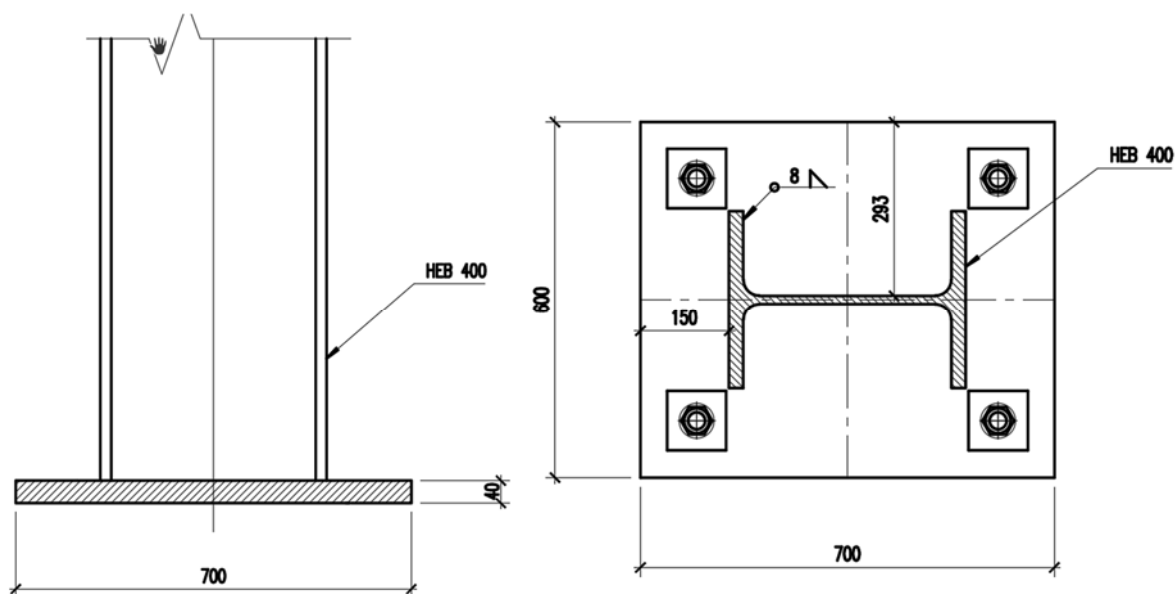
$$401,2MPa \leq 490MPa \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{0,9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$146,8MPa \leq \frac{0,9 \cdot 490}{1,25} = 352,8MPa \quad \text{VYHOVUJE}$$



13.4. Kotvení -kloubové uložený sloup



Obr. 13.4-1: Kloubové uložený sloup

Vnitřní síly

$$N_{Ed} = 1165,09 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 1,2 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 0,00 \text{ kN}$$

Geometrie

Betonová patka:

$$h_f = 800 \text{ mm}$$

$$b_f = 900 \text{ mm}$$

$$t_f = 600 \text{ mm}$$

Patní plech:

$$h_p = 600 \text{ mm}$$

$$b_p = 700 \text{ mm}$$

$$t_p = 40 \text{ mm}$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

Beton patky a efektivní plocha

$$f_{ck} = 200 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{20}{1,5} = 13,33 \text{ MPa}$$

Výška podlití: 50 mm



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

104

$$A_{c0} = h_f \cdot b_f = 800 \cdot 900 = 0,72 \cdot 10^6 \text{ mm}^2$$

$$a_1 = \min(3 \cdot h_p; h_p + t_f; h_f) = \min(3 \cdot 600; 600 + 600; 800)$$

$$a_1 = \min(1800; 1200; 800) = 800 \text{ mm}$$

$$b = \min(3 \cdot b_p; b_p + t_f; b_f) = \min(3 \cdot 700; 700 + 600; 900)$$

$$b_1 = \min(2100; 1300; 900) = 900 \text{ mm}$$

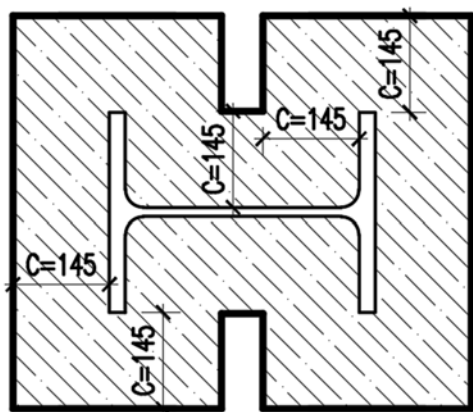
$$A_{c1} = a_1 \cdot b_1 = 800 \cdot 900 = 0,72 \cdot 10^6 \text{ mm}^2$$

$$f_{Rd,u} = f_{cd} \cdot \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} = 13,33 \cdot \sqrt{\frac{0,72 \cdot 10^6}{0,72 \cdot 10^6}} = 13,33 \text{ MPa}$$

$$f_{j,d} = \beta_j \cdot f_{Rd,u} = \frac{2}{3} \cdot 13,33 = 8,89 \text{ MPa}$$

$$c = t_p \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{j,d}}} = 40 \cdot \sqrt{\frac{355}{3 \cdot 8,89}} = 145 \text{ mm}$$

$$A_{eff} = 380657 \text{ mm}^2$$



Obr. 13.4-2: Efektivní plocha

Posouzení betonu v tlaku

$$\sigma_{j,d} = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} = \frac{1165,09 \cdot 10^3}{380657} = 3,06 \text{ MPa} \leq f_{j,d} = 8,89 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení patní desky

$$I_1 = 150 \text{ mm}$$

$$I_2 = 293 \text{ mm}$$

$$I = \max\{I_1; I_2\} = \max\{150; 293\} = 293 \text{ mm}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

105

$$\sigma_{j,d} = 3,06 \text{ MPa} = 3060000 \text{ Pa} = 3060000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_{j,d}^I = \sigma_{j,d} \cdot 0,001 = 3060000 \cdot 0,001 = 3060 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$M = \sigma_{j,d}^I \cdot \frac{l^2}{2} = 3060 \cdot \frac{0,293^2}{2} = 91,69 \text{ Nm}$$

$$W = \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot t^2 = \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 40^2 = 266,67 \text{ mm}^3 = 266,67 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{91,69}{266,67 \cdot 10^{-9}} = 343,8 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 343,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 343,8 \text{ MPa} \leq f_{yd} = 355 \text{ MPa} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

Posouzení svaru k patní desce

Sloup je k patní desce připojen obvodovým koutovým svarem, do výpočtu uvažuji pouze svar na stojin sloupu, který vzdoruje smykové síle.

$$a_w = 8 \text{ mm}$$

$$l = 298 \text{ mm} \dots \text{délka stojiny}$$

$$A_w = 2 \cdot a_w \cdot l = 2 \cdot 8 \cdot 298 = 4768 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{II} = \frac{V_{Ed}}{A_w} = \frac{1,2 \cdot 10^3}{4768} = 0,25 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{3 \cdot \tau_{II}^2} = \sqrt{3 \cdot 0,25^2} = 0,43 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 \cdot 1,25} = 360 \text{ MPa} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

Návrh kotevních šroubů

Osová síla působící na patku ze sloupu je tlaková, návrh kotevních šroubů je z tohoto důvodu proveden pouze konstrukčně.

Návrh: závit M30 (závitová tyč s kotevní hlavou)

Posouzení přenosu vodorovné síly

$$\text{Součinitel tření} \quad \mu = 0,2$$

$$\text{Normálová síla} \quad N_{Ed} = 1165,09 \text{ kN}$$

$$\text{Vodorovná síla} \quad V_{Ed} = 1,2 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} \cdot \mu = 1165,09 \cdot 0,2 = 233 \text{ kN} \geq V_{Ed} = 1,2 \text{ kN}$$

**13.5. Kotvení – vetknutý sloup**

Sn6

$$M_{Ed} = 67,9 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = -1838,4 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,y} = -124,6 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,x} = -104,3 \text{ kN}$$

Sn7

$$M_{Ed} = -47,9 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = -407,6 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,y} = -45,1 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,x} = -3,7 \text{ kN}$$

Kotvení – vetknutý sloup*Vnitřní síly*

Podpora N174

Kombinace K9: Max N

$$N_{Ed} = 356,16 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 24,30 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 267,14 \text{ kN}$$

Geometrie

Betonová patka:

$$h_f = 2800 \text{ mm}$$

$$b_f = 1300 \text{ mm}$$

$$t_f = 2500 \text{ mm}$$

Podpora N540

Kombinace K8: Max M

$$N_{Ed} = 269,32 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 57,55 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 352,16 \text{ kN}$$

Patní plech:

$$h_p = 2600 \text{ mm}$$

$$b_p = 600 \text{ mm}$$

$$t_p = 30 \text{ mm}$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

Beton patky: C20/25

$$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{20}{1,5} = 13,33 \text{ MPa}$$

Výška podlití: 60 mm

Započítané rozměry betonové patky

$$A_{c0} = h_f \cdot b_f = 2800 \cdot 1300 = 3,64 \cdot 10^6 \text{ mm}^2$$

$$a_1 = \min(3 \cdot h_p; h_p + t_f; h_f) = \min(3 \cdot 2600; 2600 + 2500; 2800)$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

107

$$a_1 = \min(7800; 5100; 2800) = 2800mm$$

$$b = \min(3 \cdot b_p; b_p + t_f; b_f) = \min(3 \cdot 600; 600 + 2500; 1300)$$

$$b_1 = \min(1800; 3100; 1300) = 1300mm$$

$$A_{c1} = a_1 \cdot b_1 = 2800 \cdot 130 = 3,64 \cdot 10^6 mm^2$$

$$f_{Rd,u} = f_{cd} \cdot \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} = 13,33 \cdot \sqrt{\frac{3,64 \cdot 10^6}{3,64 \cdot 10^6}} = 13,33 MPa$$

$$f_{j,d} = \beta_j \cdot f_{Rd,u} = \frac{2}{3} \cdot 13,33 = 8,89 MPa$$

$$M_{Ed} = 67,55 + 46,78 = 114,33 kNm$$

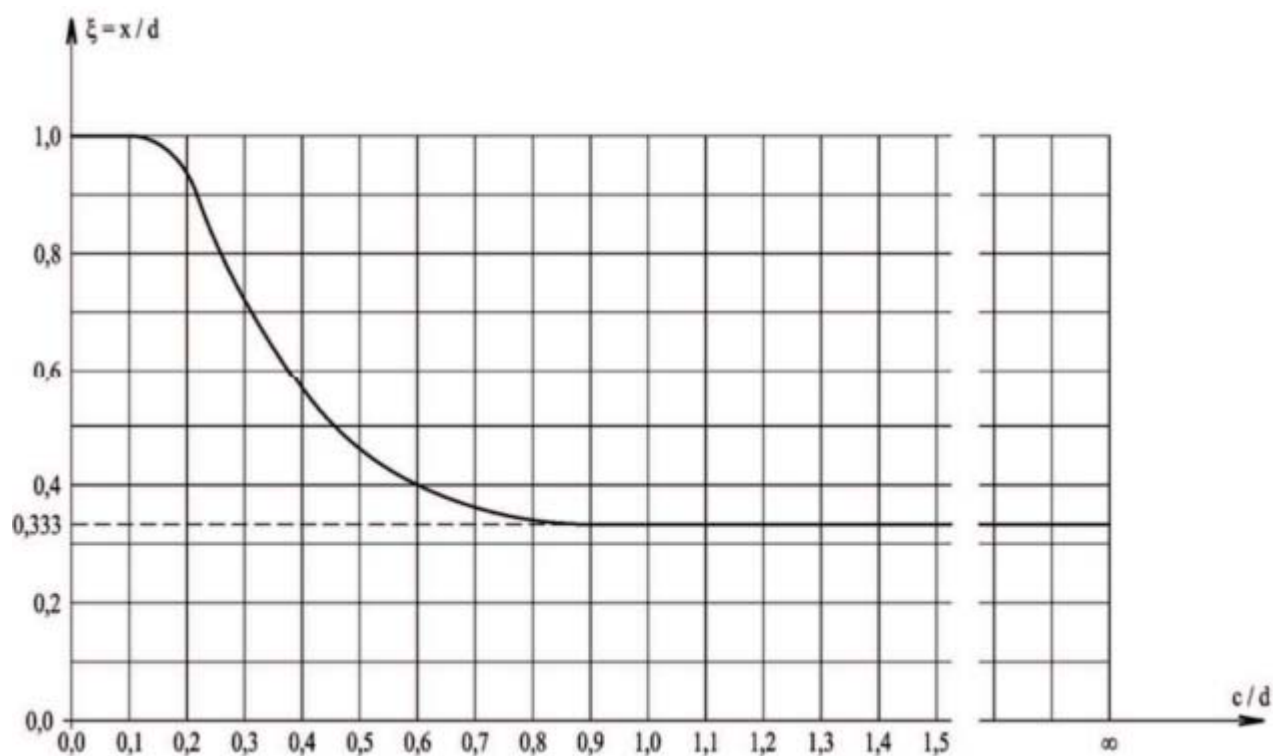
$$N_{Ed} = 1857,57 + 422,67 = 2280,24 kNm$$

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{114,33}{2280,24} = 0,05m$$

$$\frac{e}{h_p} = \frac{0,05}{2600} = 0$$

$$\xi = 1,0$$

$$x = \xi \cdot h_p = 1,0 \cdot 2800 = 2800mm$$



Obr. 13.5-1: Graf pro určení tlačené části betonu



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

108

$$a = 100\text{mm}$$

$$c_0 = e + \frac{h_f}{2} - a = 0 + \frac{2800}{2} - 100 = 1300\text{mm}$$

$$r = h_f - a - \frac{x}{3} = 2800 - 100 - \frac{2800}{3} = 1766,67\text{mm}$$

$$T_b = \frac{N_{Ed} \cdot c_0}{r} = \frac{2280,24 \cdot 1300}{1766,67} = 1677,9\text{kN}$$

$$Z = T_b - N_{Ed} = 1677,9 - 2280,24 = -602,33\text{kN}$$

Posouzení maximálního napětí v betonu

$$\sigma_{b,max} = \frac{2 \cdot T_b}{x \cdot b_p} = \frac{2 \cdot 1677,9 \cdot 10^3}{1 \cdot 0,6} = 5,59\text{MPa}$$

$$\frac{\sigma_{b,max}}{f_{cd}} = \frac{5,59}{13,33} = 0,41 \leq 1,0 \text{ **VYHOVUJE**}$$

Návrh kotevních šroubů

$n = 2$... počet kotevních šroubů na každé straně

$$F_{t,Ed} = \frac{1,2 \cdot Z}{n} = \frac{1,2 \cdot 602,33}{2} = 361,4\text{kN}$$

Návrh:

Navrhuji zabetonované šrouby s kotevní hlavou, závit M 72x4.

Závit M 72x4 - $A_s = 3658 \text{ mm}^2$

$$\text{Únosnost } N_{Rd} = 540,91\text{kN} \geq F_{t,Ed} = 378,54\text{kN}$$

Patní deska

$$a = 100\text{mm}$$

$$b = 510\text{mm}$$

$$c = 94\text{mm}$$

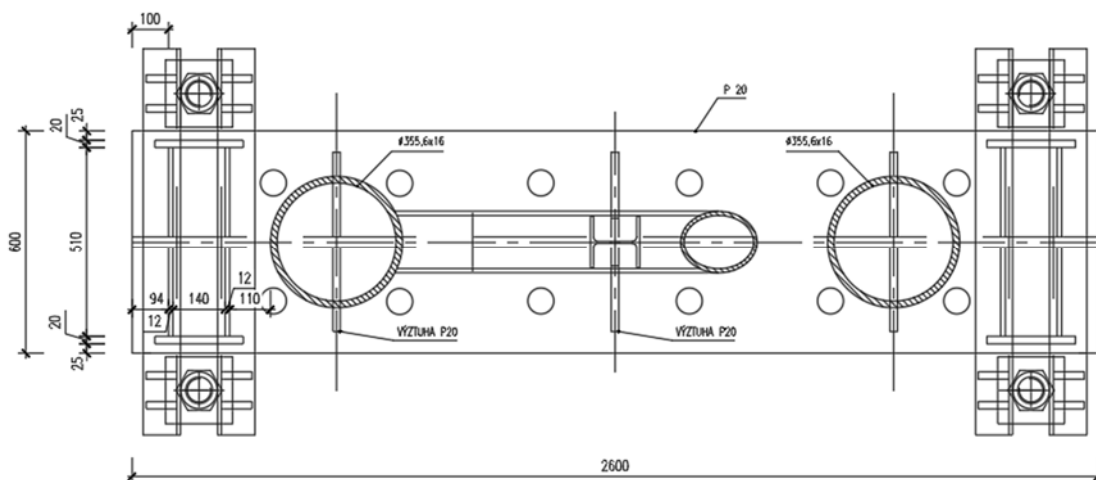
$$d = 2600\text{mm}$$

$$e = 25\text{mm}$$

$$f = 12\text{mm}$$

$$g = 110\text{mm}$$

$$h = 920\text{mm}$$



Obr. 13.5-2: Patní deska



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

109

Oblast 1

$$e = 25mm$$

$$d_{p,1} = 1,73 \cdot e \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{b,max}}{f_y}} = 1,73 \cdot 25 \cdot \sqrt{\frac{5,59}{355}} = 5,5mm$$

Oblast 2

$$\frac{c}{b} = \frac{94}{510} = 0,2 < 0,5 - \text{posoudí se jako konzola}$$

$$d_{p,2} = 1,73 \cdot c \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{b,max}}{f_y}} = 1,73 \cdot 98 \cdot \sqrt{\frac{5,59}{355}} = 21,7mm$$

Oblast 3

$$\frac{b}{g} = \frac{510}{110} = 4,6mm$$

$$\alpha_3 = 0,97$$

$$d_{p,3} = \alpha_3 \cdot g \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{b,max}}{f_y}} = 0,97 \cdot 110 \cdot \sqrt{\frac{5,59}{355}} = 13,45mm$$

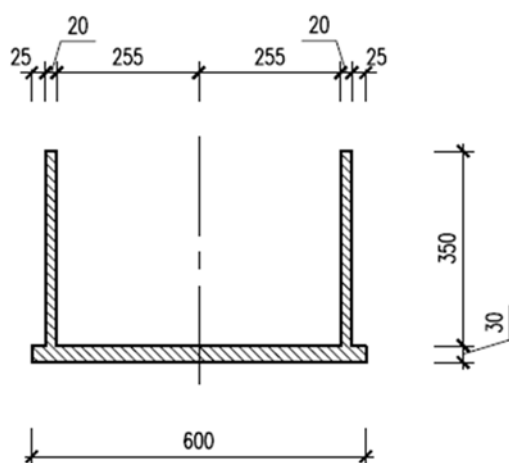
Nutná tloušťka patního plechu:

$$t_p = \max(d_{p1}; d_{p2}; d_{p3}) = \max(5,5; 21,7; 13,45) = 21,7mm$$

Návrh:

$$t_p = 30mm$$

Posouzení průřezu patky



Obr. 13.5-3: Průřez patky



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

110

Vnitřní síly od tlaku betonu

$$\sigma_0 = \sigma_{b,max} = 5,59 MPa$$

$$d_1 = 372 mm$$

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_{b,max} \cdot (x - d_1)}{x} = \frac{5,59 \cdot (2800 + 372)}{2800} = 6,33 MPa$$

Síly v betonu:

$$M_b = \frac{\sigma_0 + \sigma_1}{2} \cdot d_1 \cdot \frac{d_1}{2} \cdot b_p = \frac{5,59 + 6,33}{2} \cdot 372 \cdot \frac{372}{2} \cdot 510 = 210,3 kNm$$

$$V_b = \frac{\sigma_0 + \sigma_1}{2} \cdot d_1 \cdot b_p = \frac{5,59 + 6,33}{2} \cdot 372 \cdot 510 = 1130,7 kNm$$

Síly v kotevních šroubech:

$$r_1 = 151 mm$$

$$M_Z = Z \cdot r_1 = 602,33 \cdot 0,151 = 90,95 kNm$$

$$V_Z = Z = 602,33 kN$$

$$M_{Ed} = \max(M_b; M_Z) = \max(210,3; 90,95) = 210,3 kNm$$

$$V_{Ed} = \max(V_b; V_Z) = \max(1130,7; 602,33) = 1130,7 kNm$$

$$I_y = 4,28 \cdot 10^8 mm^4$$

$$A_v = 3200 mm^2$$

$$z_h = 281,9 mm$$

$$z_d = 98,1 mm$$

$$W_{y,h} = \frac{I_y}{z_h} = \frac{4,28 \cdot 10^8}{281,9} = 15,8 \cdot 10^5 mm^3$$

$$W_{y,d} = \frac{I_y}{z_d} = \frac{4,28 \cdot 10^8}{98,1} = 43,62 \cdot 10^5 mm^3$$

$$\sigma_{h,Ed} = \frac{M_{Ed}}{W_{y,h}} = \frac{63,83 \cdot 10^6}{15,8 \cdot 10^5} = 40,4 MPa$$

$$\frac{\sigma_{h,Ed}}{f_{yd}} = \frac{40,4}{355} = 0,11 \leq 1,0 \text{ VYHOVUJE}$$

$$\sigma_{d,Ed} = \frac{M_{Ed}}{W_{y,d}} = \frac{210,3 \cdot 10^6}{43,62 \cdot 10^5} = 28,21 MPa$$

$$\frac{\sigma_{d,Ed}}{f_{yd}} = \frac{28,21}{355} = 0,14 \leq 1,0 \text{ VYHOVUJE}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{3200 \cdot 355}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 668,2 kN$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

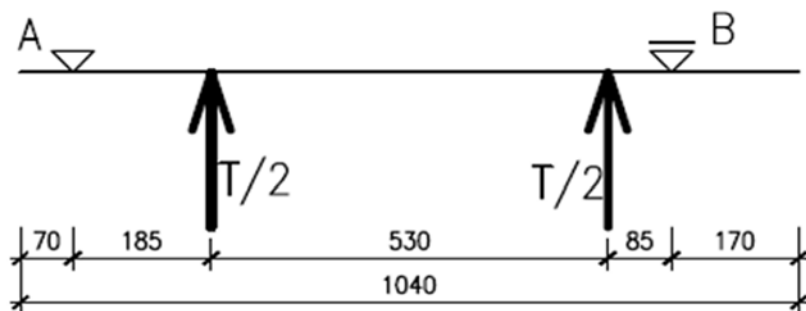
Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

111

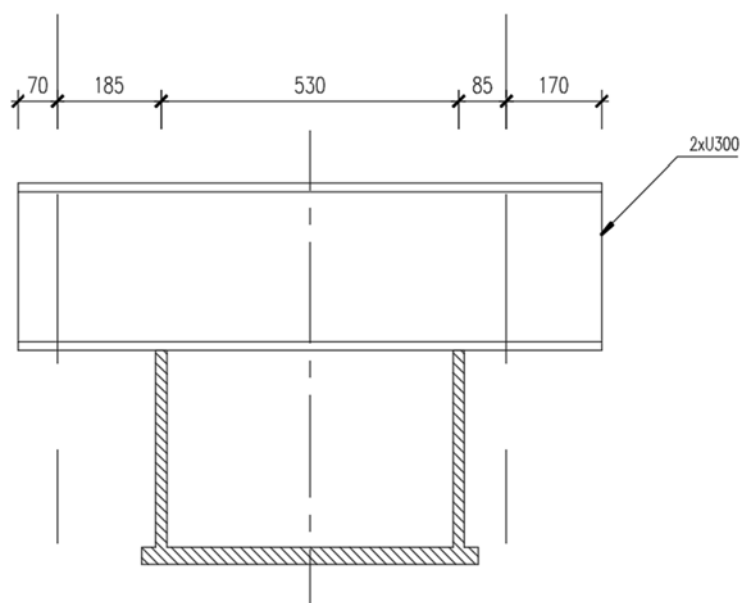
$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{668,2}{1130,7} = 0,59 \leq 1,0 \text{ VYHOVUJE}$$

Kotevní příčník

Rozměry a statické schéma - vzdálenost kotevních šroubů od patní desky je dána požadavkem na možný posun 50mm



Obr. 13.5-4: Statické schéma kotevního příčníku



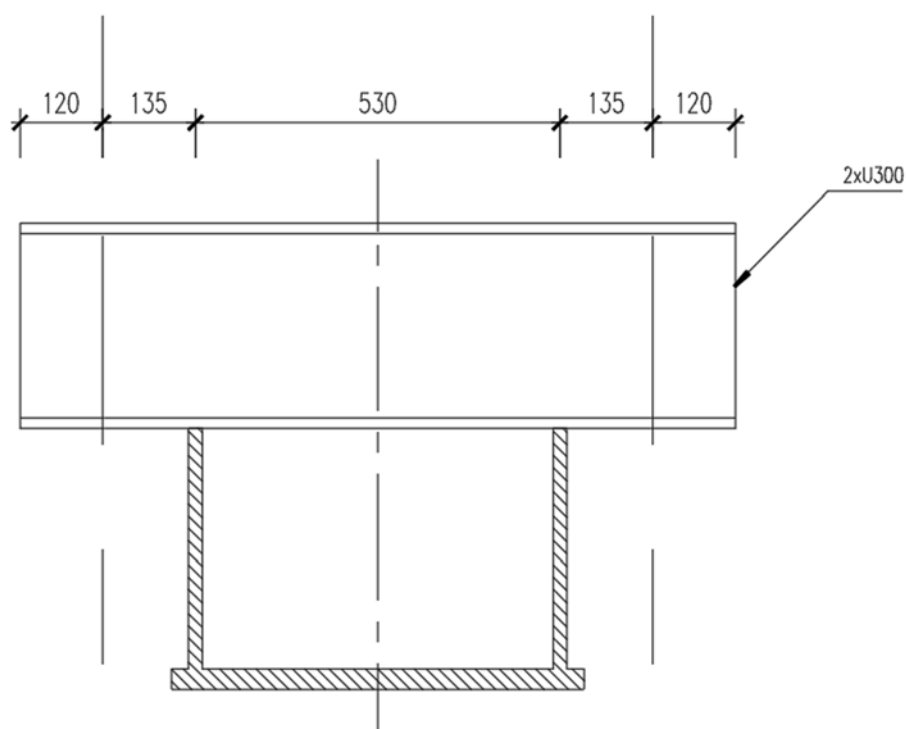
Obr. 13.5-5: Schéma polohy kotevních šroubu s posunem 50mm



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

112



Obr. 13.5-6: Schéma polohy kotevních šroubu

- vzdálenost kotevních šroubů od patní desky bez posunu je uvažována 120mm

Statické schéma

$$T = Z = 602,33kN$$

Vnitřní síly:

$$R_a = 263,52kN$$

$$R_b = 338,8kN$$

$$V_{MAX} = R_b = 338,8kN$$

$$M_{MAX} = 38,77kN$$

Návrh průřezu a posouzení

Navrženo: 2 x U 300

Smyková plocha průřezu: $A_v = 5880mm^2$

Průřezový modul: $W = 5,35 \cdot 10^5 mm^3$

Posouzení:

$$\sigma = \frac{M_{MAX}}{W_y} = \frac{38,77 \cdot 10^6}{5,35 \cdot 10^5} = 72,25MPa$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

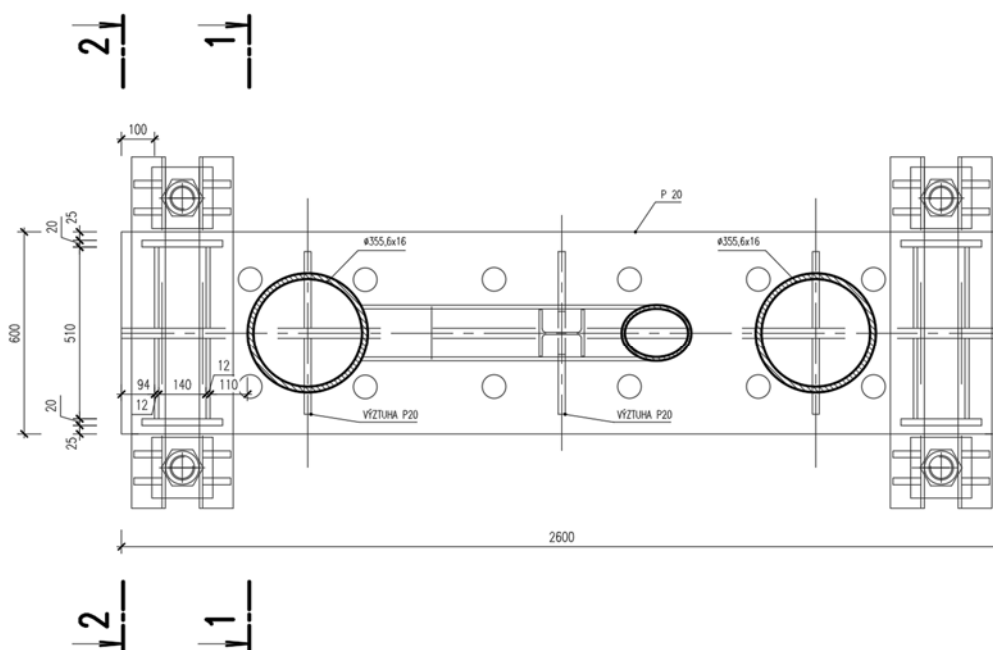
113

$$\tau = \frac{V_{MAX}}{A_v} = \frac{338,8 \cdot 10^3}{5880} = 57,6 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{72,25^2 + 3 \cdot 57,6^2} = 123,18 \text{ MPa}$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

$$123,18 \text{ MPa} \leq 355 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$



Obr. 13.5-7: Vyznačení řezu pro posouzení svaru

Posouzení svarů podélných výztuh k patnímu plechu

$$a_w = 5 \text{ mm}$$

$$l_{w,in} = 400 \text{ mm}$$

$$l_{w,out} = 500 \text{ mm}$$

$$A_w = 2 \cdot a_w \cdot (l_{w,in} + l_{w,out}) = 2 \cdot 5 \cdot (400 + 500) = 9000 \text{ mm}^2$$

$$S_{fy} = b_p \cdot t_p \cdot \left(z_d - \frac{t_p}{2} \right) = 600 \cdot 30 \cdot \left(98,1 - \frac{30}{2} \right) = 1,49 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$I_{yw} = 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot a_w \cdot l_{w,in}^3 + 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot a_w \cdot l_{w,out}^3 = 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot 7 \cdot 400^3 + 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot 7 \cdot 500^3$$

$$I_{yw} = 5,67 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

ŘEZ 1-1



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

114

$$\tau_{||} = \frac{V_{Ed}}{A_w} + \frac{T_b \cdot S_{fy}}{I_{yw} \cdot 4 \cdot a_w} = \frac{(123,6 + 42,62) \cdot 10^3}{9000} + \frac{522,89 \cdot 10^3 \cdot 1,49 \cdot 10^6}{5,67 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 5} = 24,87 MPa$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{N_{Ed}}{A_w} + \frac{M_{Ed}}{I_{yw}} \cdot x_1 = \frac{2280,24 \cdot 10^3}{9000} + \frac{114,33 \cdot 10^6}{5,67 \cdot 10^9} \cdot 750 = 112,45 MPa$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} = \sqrt{112,45^2 + 3 \cdot (112,45^2 + 24,87^2)} = 228,98 MPa$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{490}{0,8 \cdot 1,25} = 360 MPa$$

$$228,98 MPa \leq 360 MPa \quad \text{VYHOVUJE}$$

ŘEZ 2-2

$$\tau_{||} = \frac{V_{Ed}}{A_w} = \frac{166,22 \cdot 10^3}{9000} = 18,46 MPa$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{N_{Ed}}{A_w} + \frac{M_{Ed}}{I_{yw}} \cdot x_2 = \frac{2280,24 \cdot 10^3}{9000} + \frac{114,33 \cdot 10^6}{5,67 \cdot 10^9} \cdot 1300 = 218,03 MPa$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} = \sqrt{218,03^2 + 3 \cdot (218,03^2 + 18,46^2)} = 437,17 MPa$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{490}{0,8 \cdot 1,25} = 360 MPa$$

$$437,17 MPa \leq 360 MPa \quad \text{VYHOVUJE}$$

Návrh kotevní zarážky:

Kotevní zarážka HEB140 (S235)

Délka L = 150 mm

$$A_v = 1,31 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$W_{el,y} = 216 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$W_{el,x} = 78,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{1,31 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 177,74 kN \geq V_{Ed} = 169,7 kN \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$M_x = L \cdot V_{Ed,x} = 0,15 \cdot 108 = 16,2 kN$$

$$M_y = L \cdot V_{Ed,y} = 0,15 \cdot 166,22 = 24,93 kN$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_{pl,x}} = \frac{16,2}{78,5 \cdot 10^{-6}} = 206,3 MPa < f_y = 235 MPa \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_{pl,y}} = \frac{24,93}{216 \cdot 10^{-6}} = 118 MPa < f_y = 235 MPa \quad \text{VYHOVUJE}$$



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

115

14. VÝKAZ MATERIÁLU

Výběr: Vše
Způsob třídění: Průřez

Shrnutí

Materiál	Hmotnost [kg]	Plocha [m ²]	Objem [m ³]
Ocel	810231,3	12768,375	1,0321e+02
Celkem	810231,3	12768,375	1,0321e+02

Poznámka: Hodnota 'Plocha' představuje pro 1D délce celkový vnější povrch, zatímco pro 2D délce odpovídá ploše střednicové roviny.

Ocel (1D)

Průřez	Materiál	Délka [m]	Jednotková hmotnost [kg/m]	Hmotnost [kg]	Plocha [m ²]	Objem [m ³]
Střešní vazník přístavba - IPE400	S 355	200,393	66,3	13292,6	293,892	1,6933e+00
Horní pás vazníku - RO406.4X11	S 355	808,719	107,5	86973,7	1030,017	1,1079e+01
Diagonály vazníku - RO193.7X12.5	S 355	1487,537	55,9	83141,4	903,010	1,0591e+01
Přhradový sloup - MSRR355.6x16.0	S 355	751,296	134,2	100850,2	841,451	1,2847e+01
Střešní ztužidlo HP - RO139.7X11	S 355	773,499	34,9	27020,3	338,646	3,4421e+00
Stropnice přístavba - IPE450	S 355	861,300	77,6	66800,7	1382,369	8,5096e+00
Průvlak přístavba - IPE450	S 355	399,000	77,6	30945,6	640,387	3,9421e+00
Sloup přístavba - HEB400	S 355	311,100	155,3	48305,4	600,423	6,1536e+00
Propojení vaznic střechy - MSRR82.5x8.0	S 355	849,990	14,7	12477,4	220,148	1,5895e+00
Vaznice střechy - IPE270	S 355	3532,203	36,0	127270,6	3676,770	1,6213e+01
Paždik - CFRHS200X200X8	S 355	1006,100	46,5	46787,1	770,673	5,9601e+00
Diagonály sloupů - MSRR168.3x11.0	S 355	767,195	42,7	32762,3	405,846	4,1735e+00
Paždik čelní - SHS220/220/10.0	S 355	199,500	65,1	12982,8	170,373	1,6539e+00
Dolní pás vazníku - RO406.4X11	S 355	776,400	107,5	83497,9	988,854	1,0637e+01
Stěnové ztužidlo - RO139.7X11	S 355	249,115	34,9	8702,2	109,065	1,1086e+00
Střešní ztužidlo DP - RO139.7X11	S 355	191,400	34,9	6686,1	83,797	8,5173e-01
Sloupek čelní HEA450 - HEA450	S 235	155,550	139,7	21735,0	312,655	2,7688e+00
Celkem		13320,297		810231,3	12768,375	1,0321e+02



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

116

15. PŘÍLOHY

15.1. Příloha A (Posudky MSU)

Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993

Likézní výpočet
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Průřez
Výběr: -Vše

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B2331	0,000 / 2,958 m	RO193.7X12.5	S 355	MSÚ-Sada B (auto)	0,51 -
-------------	-----------------	--------------	-------	-------------------	--------

Klíč kombinace	
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS4 + 1.50*ZS10	

Díleč souč. spolehlivosti	
γ_{M0} pro únosnost průřezu	1,00
γ_{M1} pro stabilitu	1,00
γ_{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál	
Mez kluzu	f_y 355,0 MPa
Pevnost v tahu	f_u 490,0 MPa
Výroba	Válcovaný

....POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-1042,59	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,06	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	-1,51	kN
Kroucení	T_{Ed}	-0,17	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	0,51	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	-0,56	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
194	13	15,50	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Průřezová plocha	A	7,1200e-03	m ²
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	2527,60	kN
Jedn. posudek		0,41	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	4,1042e-04	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	145,70	kNm
Jedn. posudek		0,00	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	4,1042e-04	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,z,Rd}$	145,70	kNm
Jedn. posudek		0,00	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	4,5327e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_y	$V_{pl,y,Rd}$	929,03	kN
Jedn. posudek		0,00	-



DIPLOMOVÁ PRÁCE

117

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	4,5327e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_z	$V_{pl,z,Rd}$	929,03	kN
Jedn. posudek		0,00	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Index vlákna	Vlákno	1	
Celkový kroucí moment	T_{Ed}	0,3	MPa
Pružná smyková únosnost	T_{Rd}	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.31)

Výslednice ohybového momentu	$M_{v,výslednice}$	0,76	kNm
Výslednice smykové síly	$V_{výslednice}$	1,51	kN
Návrhová plastická momentová únosnost redukovaná kvůli N_{Ed}	$M_{N,Rd}$	113,37	kNm
Jedn. posudek		0,01	-

Poznámka: Výsledné vnitřní síly se použijí pro trubkové průřezy

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
194	13	15,50	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	2,958	2,958 m
Součinitel vzpěru	k	1,00	
Vzpěrná délka	l_{cr}	2,958	2,958 m
Kritické Eulerovo zatížení	N_{cr}	6948,83	6948,83 kN
Štíhlost	λ	46,08	46,08
Poměrná štíhlost	λ_{rel}	0,60	0,60
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce	α	0,21	0,21
Redukční součinitel	χ	0,89	0,89
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	2246,56	2246,56 kN

Posudek rovinného vzpěru

Průřezová plocha	A	7,1200e-03	m ²
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	2246,56	kN
Jedn. posudek		0,46	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1

Poznámka: Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná ke klopení.



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

118

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční metoda		alternativní metoda 2	
Průřezová plocha	A	7,1200e-03	m ²
Plastický modul průřezu	W _{pl,y}	4,1042e-04	m ³
Plastický modul průřezu	W _{pl,z}	4,1042e-04	m ³
Návrhová tlaková síla	N _{Ed}	1042,59	kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	M _{y,Ed}	-5,69	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum)	M _{z,Ed}	-0,56	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	N _{Rk}	2527,60	kN
Charakteristická momentová únosnost	M _{y,Rk}	145,70	kNm
Charakteristická momentová únosnost	M _{z,Rk}	145,70	kNm
Redukční součinitel	X _y	0,89	

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Redukční součinitel	X _y	0,89	
Redukční součinitel	X _z	1,00	
Interakční součinitel	k _{yy}	1,07	
Interakční součinitel	k _{yz}	0,67	
Interakční součinitel	k _{zy}	0,64	
Interakční součinitel	k _{zz}	1,11	

Maximální moment M_{y,Ed} je odvozen z nosníku B2331 pozice 2,958 m.

Maximální moment M_{z,Ed} je odvozen z nosníku B2331 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 2			
Metoda pro součinitel interakce		Tabulka B.1	
Posuvnost styčnicků y		posuvné	
Součinitel ekvivalentního momentu	C _{my}	0,90	
Výsledný typ zatížení z		liniový moment M	
Poměr koncových momentů	ψ _z	0,67	
Součinitel ekvivalentního momentu	C _{mz}	0,87	
Výsledný typ zatížení LT		liniové zatížení q	
Koncový moment	M _{h,LT}	-5,69	kNm
Moment v poli	M _{s,LT}	-2,15	kNm
Součinitel	α _{s,LT}	0,38	
Poměr koncových momentů	ψ _{LT}	-0,09	
Součinitel ekvivalentního momentu	C _{m,LT}	0,50	

Posudek (6.61) = 0,46 + 0,04 + 0,00 = 0,51 -

Posudek (6.62) = 0,46 + 0,03 + 0,00 = 0,49 -

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B2328	29,950 / 64,700 m	R0406.4X11	S 355	MSU-Sada B (auto)	0,64 -
-------------	-------------------	------------	-------	-------------------	--------

Klíč kombinace	
MSU-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS4 + 1.50*ZS10	

Díleč souč. spolehlivosti	
γ _{M0} pro únosnost průřezu	1,00
γ _{M1} pro stabilitu	1,00
γ _{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál	
Mez kluzu	f _y 355,0 MPa
Pevnost v tahu	f _t 490,0 MPa
Výroba	Válcovaný



DIPLOMOVÁ PRÁCE

119

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

....POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 29,950 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	3094,42	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	17,40	kN
Kroucení	T_{Ed}	0,01	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	8,42	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	20,96	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
406	11	36,95	33,10	46,34	59,58	2

Průřez je klasifikován třídou 2

Posudek na tah

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6.5)

Průřezová plocha	A	1,3700e-02	m ²
Plastická tahová únosnost	$N_{pl,Rd}$	4863,50	kN
Mezní tahová únosnost	$N_{u,Rd}$	4833,36	kN
Tahová únosnost	$N_{t,Rd}$	4833,36	kN
Jedn. posudek		0,64	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	1,7197e-03	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	610,51	kNm
Jedn. posudek		0,01	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	1,7197e-03	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,z,Rd}$	610,51	kNm
Jedn. posudek		0,03	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	8,7217e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_z	$V_{pl,z,Rd}$	1787,59	kN
Jedn. posudek		0,01	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Index vláknů	Vláknů	1	
Celkový kroučící moment	T_{Ed}	0,0	MPa
Pružná smyková únosnost	T_{Rd}	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.31)

Výslednice ohybového momentu	$M_{v,výslednice}$	22,59	kNm
Výslednice smykové síly	$V_{výslednice}$	17,40	kN
Návrhová plastická momentová únosnost redukovaná kvůli N_{Ed}	$M_{N,Rd}$	327,46	kNm
Jedn. posudek		0,07	-

Poznámka: Výsledné vnitřní síly se použijí pro trubkové průřezy

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.



DIPLOMOVÁ PRÁCE

120

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

....POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 9,090 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
406	11	36,95	33,10	46,34	59,58	2

Průřez je klasifikován třídou 2

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1

Poznámka: Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná ke klopení.

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B2544	1,500 / 6,001 m	RO406.4X11	S 355	MSÚ-Sada B (auto)	0,79 -
-------------	-----------------	------------	-------	-------------------	--------

Klíč kombinace

MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS4 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS10

Dílčí souč. spolehlivosti

γ_{M0} pro únosnost průřezu	1,00
γ_{M1} pro stabilitu	1,00
γ_{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál

Mez kluzu	f_y	355,0	MPa
Pevnost v tahu	f_u	490,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

....POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 1,500 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-3006,97	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	-20,94	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	4,31	kN
Kroucení	T_{Ed}	1,19	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	19,46	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	-1,04	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
406	11	36,95	33,10	46,34	59,58	2

Průřez je klasifikován třídou 2

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Průřezová plocha	A	1,3700e-02	m ²
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	4863,50	kN
Jedn. posudek		0,62	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	1,7197e-03	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	610,51	kNm
Jedn. posudek		0,03	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	1,7197e-03	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,z,Rd}$	610,51	kNm
Jedn. posudek		0,00	-



DIPLOMOVÁ PRÁCE

121

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	8,7217e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_y	$V_{pl,y,Rd}$	1787,59	kN
Jedn. posudek		0,01	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	8,7217e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_z	$V_{pl,z,Rd}$	1787,59	kN
Jedn. posudek		0,00	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Index vlákna	Vlákno	1	
Celkový krouticí moment	T_{Ed}	0,4	MPa
Pružná smyková únosnost	T_{Rd}	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.31)

Výslednice ohybového momentu	$M_{v,y,z,Rd}$	19,49	kNm
Výslednice smykové síly	$V_{v,y,z,Rd}$	21,38	kN
Návrhová plastická momentová únosnost redukovaná kvůli N_{Ed}	$M_{N,Rd}$	340,92	kNm
Jedn. posudek		0,06	-

Poznámka: Výsledné vnitřní síly se použijí pro trubkové průřezy

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
406	11	36,95	33,10	46,34	59,58	2

Průřez je klasifikován třídou 2

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčniců		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	6,001	6,001	m
Součinitel vzpěru	k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka	l_{cr}	6,001	6,001	m
Kritické Eulerovo zatížení	N_{cr}	15378,94	15378,94	kN
Štíhlost	λ	42,97	42,97	
Poměrná štíhlost	λ_{rel}	0,56	0,56	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	a	
Imperfekce	α	0,21	0,21	
Redukční součinitel	χ	0,90	0,90	
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	4395,21	4395,21	kN

Posudek rovinného vzpěru

Průřezová plocha	A	1,3700e-02	m ²
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	4395,21	kN
Jedn. posudek		0,68	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1

Poznámka: Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná ke klopení.

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)



DIPLOMOVÁ PRÁCE

122

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční metoda		alternativní metoda 2	
Průřezová plocha	A	1,3700e-02	m ²
Plastický modul průřezu	W _{pl,y}	1,7197e-03	m ³
Plastický modul průřezu	W _{pl,z}	1,7197e-03	m ³
Návrhová tlaková síla	N _{Ed}	3006,97	kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	M _{y,Ed}	41,17	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum)	M _{z,Ed}	-32,10	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	N _{Rk}	4863,50	kN
Charakteristická momentová únosnost	M _{y,Rk}	610,51	kNm
Charakteristická momentová únosnost	M _{z,Rk}	610,51	kNm
Redukční součinitel	X _y	0,90	
Redukční součinitel	X _z	0,90	
Redukční součinitel	X _{LT}	1,00	
Interakční součinitel	k _{yy}	1,12	
Interakční součinitel	k _{yz}	0,66	
Interakční součinitel	k _{zy}	0,67	
Interakční součinitel	k _{zz}	1,09	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B2544 pozice 3,000 m.
Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B2544 pozice 3,000 m.

Parametry interakční metody 2			
Metoda pro součinitel interakce		Tabulka B.1	
Posuvnost styčnicků y		posuvné	
Součinitel ekvivalentního momentu	C _{my}	0,90	
Výsledný typ zatížení z		bodové zatížení F	
Koncový moment	M _{h,z}	30,39	kNm
Moment v poli	M _{s,z}	-32,10	kNm
Součinitel	α _{h,z}	-0,95	
Poměr koncových momentů	ψ _z	0,97	
Součinitel ekvivalentního momentu	C _{mz}	0,81	
Výsledný typ zatížení LT		bodové zatížení F	
Koncový moment	M _{h,LT}	28,31	kNm
Moment v poli	M _{s,LT}	41,17	kNm
Součinitel	α _{h,LT}	0,69	
Poměr koncových momentů	ψ _{LT}	0,93	
Součinitel ekvivalentního momentu	C _{mLT}	0,97	

Posudek (6.61) = 0,68 + 0,08 + 0,03 = 0,79 -
Posudek (6.62) = 0,68 + 0,05 + 0,06 = 0,79 -

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká ČSN-EN NA

Dílec B296	0,000 / 13,250 m	MSRR355.6x16.0	S 355	MSU-Sada B (auto)	0,43 -
------------	------------------	----------------	-------	-------------------	--------

Klíč kombinace	
MSU-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS4 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS10	

Dílní souč. spolehlivosti	
γ _{M0} pro únosnost průřezu	1,00
γ _{M1} pro stabilitu	1,00
γ _{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál			
Mez kluzu	f _y	355,0	MPa
Pevnost v tahu	f _u	490,0	MPa
Výroba		Válkovaný	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N _{Ed}	-1857,57	kN
Smyková síla	V _{y,Ed}	-111,18	kN
Smyková síla	V _{z,Ed}	-123,60	kN
Kroucení	T _{Ed}	1,69	kNm
Ohybový moment	M _{y,Ed}	67,55	kNm
Ohybový moment	M _{z,Ed}	47,25	kNm



DIPLOMOVÁ PRÁCE

123

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
356	16	22,23	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Průřezová plocha	A	1,7100e-02	m ²
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	6070,50	kN
Jedn. posudek		0,31	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	1,8500e-03	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	656,75	kNm
Jedn. posudek		0,10	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	1,8500e-03	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,z,Rd}$	656,75	kNm
Jedn. posudek		0,07	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	1,0886e-02	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_y	$V_{pl,y,Rd}$	2231,23	kN
Jedn. posudek		0,05	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	1,0886e-02	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_z	$V_{pl,z,Rd}$	2231,23	kN
Jedn. posudek		0,06	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Index vlákn	Vlákn	1	
Celkový kroučící moment	T_{Ed}	0,6	MPa
Pružná smyková únosnost	T_{Rd}	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.31)

Výslednice ohybového momentu	$M_{výslednice}$	82,43	kNm
Výslednice smykové síly	$V_{výslednice}$	166,25	kN
Návrhová plastická momentová únosnost redukovaná kvůli N_{Ed}	$M_{N,Rd}$	569,02	kNm
Jedn. posudek		0,14	-

Poznámka: Výsledné vnitřní síly se použijí pro trubkové průřezy

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.



DIPLOMOVÁ PRÁCE

124

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

....POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
356	16	22,23	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčníků		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	0,360	0,360	m
Součinitel vzpěru	k	1,68	0,70	
Vzpěrná délka	l_{cr}	0,604	0,252	m
Kritické Eulerovo zatížení	N_{cr}	1403212,55	8048427,67	kN
Štíhlost	λ	5,03	2,10	
Poměrná štíhlost	λ_{rel}	0,07	0,03	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1

Poznámka: Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná ke klopení.

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční metoda		alternativní metoda 2	
Průřezová plocha	A	1,7100e-02	m ²
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	1,8500e-03	m ³
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	1,8500e-03	m ³
Návrhová tlaková síla	N_{Ed}	1857,57	kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	67,55	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	47,25	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	N_{Rk}	6070,50	kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$	656,75	kNm
Charakteristická momentová únosnost	$M_{z,Rk}$	656,75	kNm
Redukční součinitel	χ_y	1,00	
Redukční součinitel	χ_z	1,00	
Redukční součinitel	χ_{LT}	1,00	
Interakční součinitel	$k_{\phi y}$	0,90	
Interakční součinitel	$k_{\phi z}$	0,40	
Interakční součinitel	$k_{\phi y}$	0,54	
Interakční součinitel	$k_{\phi z}$	0,66	



DIPLOMOVÁ PRÁCE

125

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B296 pozice 0,000 m.
Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B296 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 2	
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.1
Posuvnost styčnicků y	posuvné
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{my} 0,90
Výsledný typ zatížení z	liniový moment M
Poměr koncových momentů	ψ_z 0,15
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{mz} 0,66
Výsledný typ zatížení LT	liniový moment M
Poměr koncových momentů	ψ_{LT} 0,34
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{mLT} 0,74

Posudek (6.61) = 0,31 + 0,09 + 0,03 = 0,43 -

Posudek (6.62) = 0,31 + 0,06 + 0,05 = 0,41 -

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B2388	2,052 / 2,052 m	MSRR168.3x11.0	S 355	MSÚ-Sada B (auto)	0,98 -
-------------	-----------------	----------------	-------	-------------------	--------

Klíč kombinace	
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS4	

Dílicí souč. spolehlivosti	
γ_{M0} pro únosnost průřezu	1,00
γ_{M1} pro stabilitu	1,00
γ_{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál	
Mez kluzu	f_y 355,0 MPa
Pevnost v tahu	f_u 490,0 MPa
Výroba	Válcovaný

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 2,052 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed} -253,85	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$ -0,02	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$ -2,88	kN
Kroucení	T_{Ed} 0,13	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$ -2,72	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$ 0,05	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
168	11	15,30	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B296 pozice 0,000 m.

Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B296 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 2	
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.1
Posuvnost styčnicků y	posuvné
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{my} 0,90
Výsledný typ zatížení z	liniový moment M
Poměr koncových momentů	ψ_z 0,15
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{mz} 0,66
Výsledný typ zatížení LT	liniový moment M
Poměr koncových momentů	ψ_{LT} 0,34
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{mLT} 0,74

Posudek (6.61) = 0,31 + 0,09 + 0,03 = 0,43 -

Posudek (6.62) = 0,31 + 0,06 + 0,05 = 0,41 -

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.



DIPLOMOVÁ PRÁCE

126

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B2388 2,052 / 2,052 m MSRR168.3x11.0 S 355 MSU-Sada B (auto) 0,98 -

Klíč kombinace
MSU-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS4

Díleč souč. spolehlivosti	
γ_{M0} pro únosnost průřezu	1,00
γ_{M1} pro stabilitu	1,00
γ_{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál	
Mez kluzu f_y	355,0 MPa
Pevnost v tahu f_{ty}	490,0 MPa
Výroba	Válcovaný

.....POSUDEK ÚNOSNOSTI:.....

Kritický posudek je na pozici 2,052 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-253,85	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	-0,02	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	-2,68	kN
Kroucení	T_{Ed}	0,13	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-2,72	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,05	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
168	11	15,30	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Průřezová plocha A	5,4400e-03	m ²
Tlaková únosnost $N_{c,Rd}$	1931,20	kN
Jedn. posudek	0,13	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	2,7300e-04	m ³
Plastický ohybový moment $M_{pl,y,Rd}$	96,92	kNm
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu $W_{pl,z}$	2,7300e-04	m ³
Plastický ohybový moment $M_{pl,z,Rd}$	96,92	kNm
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce η	1,20	
Smyk. plocha A_v	3,4632e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_y $V_{pl,y,Rd}$	709,82	kN
Jedn. posudek	0,00	-



DIPLOMOVÁ PRÁCE

127

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk, plocha	A_v	3,4532e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_z	$V_{pl,z,Rd}$	709,82	kN
Jedn. posudek		0,03	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Index vlákna	Vlákno	1	
Celkový krouticí moment	T_{Ed}	0,3	MPa
Pružná smyková únosnost	T_{Rd}	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.31)

Výslednice ohybového momentu	$M_{v,výslednice}$	2,72	kNm
Výslednice smykové síly	$V_{v,výslednice}$	2,88	kN
Návrhová plastická momentová únosnost redukovaná kvůli N_{Ed}	$M_{N,Rd}$	93,84	kNm
Jedn. posudek		0,03	-

Poznámka: Výsledné vnitřní síly se použijí pro trubkové průřezy

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
168	11	15,30	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčků		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	2,052	2,052	m
Součinitel vzpěru	k	5,31	0,94	
Vzpěrná délka	l_{cr}	10,886	1,938	m
Kritické Eulerovo zatížení	N_{cr}	295,59	9327,92	kN
Štíhlost	λ	195,31	34,77	
Poměrná štíhlost	λ_{rel}	2,56	0,46	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	a	
Imperfekce	α	0,21	0,21	
Redukční součinitel	χ	0,14	0,94	
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	271,65	1810,86	kN

Posudek rovinného vzpěru

Průřezová plocha	A	5,4400e-03	m ²
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	271,65	kN
Jedn. posudek		0,93	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1

Poznámka: Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná ke klopení.

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		alternativní metoda 2	
Interakční metoda			
Průřezová plocha	A	5,4400e-03	m ²
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	2,7300e-04	m ³
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	2,7300e-04	m ³
Návrhová tlaková síla	N_{Ed}	253,85	kN
Návrhový ohybový moment	$M_{v,Ed}$	-2,72	kNm



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

128

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
(maximum)			
Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,08	kNm
(maximum)			
Charakteristická tlaková únosnost	N_{Rk}	1931,20	kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$	96,92	kNm
Charakteristická momentová únosnost	$M_{z,Rk}$	96,92	kNm
Redukční součinitel	χ_y	0,14	
Redukční součinitel	χ_z	0,94	
Redukční součinitel	χ_{LT}	1,00	
Interakční součinitel	k_{yy}	1,57	
Interakční součinitel	k_{yz}	0,52	
Interakční součinitel	k_{zy}	0,94	
Interakční součinitel	k_{zz}	0,87	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B2388 pozice 2,052 m.
Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B2388 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 2			
Metoda pro součinitel interakce		Tabulka B.1	
Posuvnost styčniců y		posuvné	
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{my}	0,90	
Výsledný typ zatížení z		liniový moment M	
Poměr koncových momentů	ψ_z	0,58	
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{mz}	0,83	
Výsledný typ zatížení LT		liniové zatížení q	
Koncový moment	$M_{y,LT}$	-2,72	kNm
Moment v poli	$M_{y,LT}$	0,05	kNm
Součinitel	$\phi_{y,LT}$	-0,02	
Poměr koncových momentů	ψ_{LT}	-0,90	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{m,LT}$	0,40	

Posudek (6.61) = $0,93 + 0,04 + 0,00 = 0,98$ -
Posudek (6.62) = $0,14 + 0,03 + 0,00 = 0,17$ -

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká ČSN-EN NA

Dílec B45-44 | 4,175 / 8,350 m | CFRHS200X200X8 | S 355 | MSU-Sada B (auto) | 0,55 -

Poznámka: EN 1993-1-3 čl. 1.1(3) stanoví, že tato část se nevztahuje na za studena tvarované kruhové a obdélníkové trubky.
Je proveden výchozí posudek podle EN 1993-1-1 namísto posudku podle EN 1993-1-3.

Klíč kombinace	
MSU-Sada B (auto) / ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS9 + 1.05*ZS3	

Díleč. souč. spolehlivosti	
γ_{M0} pro únosnost průřezu	1,00
γ_{M1} pro stabilitu	1,00
γ_{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál			
Mez kluzu	f_y	355,0	MPa
Pevnost v tahu	f_u	490,0	MPa
Výroba		Tvářený za studena	

....POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 4,175 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-28,01	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	-0,01	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	1,19	kN
Kroucení	T_{Ed}	0,41	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-0,98	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	-24,42	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	176	8	6,764e+04	-5,290e+04	-0,78		0,56	22,00	49,13	57,41	81,01	1
3	I	176	8	-5,860e+04	-6,345e+04								
5	I	176	8	-5,819e+04	-6,235e+04	-0,93		0,52	22,00	55,56	64,33	193,92	1
7	I	176	8	6,805e+04	7,290e+04	0,93		1,00	22,00	22,78	27,66	31,65	1



DIPLOMOVÁ PRÁCE

129

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.
Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Průřezová plocha	A	5,9240e-03	m ²
Tlaková únosnost	N _{c,Rd}	2103,02	kN
Jedn. posudek		0,01	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	W _{pl,y}	4,2086e-04	m ³
Plastický ohybový moment	M _{pl,y,Rd}	149,41	kNm
Jedn. posudek		0,01	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	W _{pl,z}	4,2086e-04	m ³
Plastický ohybový moment	M _{pl,z,Rd}	149,41	kNm
Jedn. posudek		0,16	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A _v	2,9620e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V _y	V _{pl,y,Rd}	607,09	kN
Jedn. posudek		0,00	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A _v	2,9620e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V _z	V _{pl,z,Rd}	607,09	kN
Jedn. posudek		0,00	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Index vlákn	Vlákn	1	
Čelkový kroučicí moment	T _{Ed}	0,7	MPa
Pružná smyková únosnost	T _{Rd}	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)

Návrhová plastická momentová únosnost redukovaná kvůli N _{Ed}	M _{N,y,Rd}	149,41	kNm
Exponent ohybového poměru y	α	1,66	
Návrhová plastická momentová únosnost redukovaná kvůli N _{Ed}	M _{N,z,Rd}	149,41	kNm
Exponent ohybového poměru z	β	1,66	

Posudek (6.41) = 0,00 + 0,05 = 0,05 -

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 4,175 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ ₁ [kN/m ²]	σ ₂ [kN/m ²]	ψ [-]	k _σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	176	8	6,764e+04	-5,290e+04	-0,78		0,56	22,00	49,13	57,41	81,01	1
3	I	176	8	-5,860e+04	-6,345e+04								
5	I	176	8	-5,819e+04	6,235e+04	-0,93		0,52	22,00	55,56	64,33	93,92	1
7	I	176	8	6,805e+04	7,290e+04	0,93		1,00	22,00	22,78	27,66	31,65	1

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.
Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

130

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčků		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	4,175	8,350	m
Součinitel vzpěru	k	7,89	1,00	
Vzpěrná délka	l_{cr}	32,927	8,350	m
Kritické Eulerovo zatížení	N_{cr}	68,18	1060,18	kN
Střihlost	λ	424,38	107,62	
Poměrná střihlost	λ_{rel}	5,55	1,41	
Mezní střihlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	c	c		
Imperfekce	α	0,49	0,49	
Redukční součinitel	χ	0,03	0,35	
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	62,68	727,89	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha	A	5,9240e-03 m ²
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	62,68 kN
Jedn. posudek		0,45

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Průřez se týká obdélníkové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1

Poznámka: Průřez se týká obdélníkové trubky 'h / b < 10 / $\lambda_{rel,z}$ '.

Tento průřez není náchylný ke klopení.

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční metoda		alternativní metoda 2	
Průřezová plocha	A	5,9240e-03	m ²
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	4,2086e-04	m ³
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	4,2086e-04	m ³
Návrhová tlaková síla	N_{Ed}	28,01	kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	-0,98	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	-24,45	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	N_{Rk}	2103,02	kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$	149,41	kNm
Charakteristická momentová únosnost	$M_{z,Rk}$	149,41	kNm
Redukční součinitel	χ_y	0,03	
Redukční součinitel	χ_z	0,35	
Redukční součinitel	χ_{LT}	1,00	
Interakční součinitel	k_{yy}	1,22	
Interakční součinitel	k_{yz}	0,59	
Interakční součinitel	k_{zy}	0,73	
Interakční součinitel	k_{zz}	0,98	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B4544 pozice 4,175 m.

Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B4544 pozice 4,175 m.

Parametry interakční metody 2			
Metoda pro součinitel interakce		Tabulka B.1	
Posuvnost styčků y		posuvné	
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{my}	0,90	
Výsledný typ zatížení z		liniové zatížení q	
Koncový moment	$M_{h,z}$	0,00	kNm
Moment v poli	$M_{s,z}$	-24,45	kNm
Součinitel	$\alpha_{h,z}$	0,00	
Poměr koncových momentů	ψ_z	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{mz}	0,95	
Výsledný typ zatížení LT		bodové zatížení F	
Koncový moment	$M_{h,LT}$	0,00	kNm
Moment v poli	$M_{s,LT}$	-0,98	kNm
Součinitel	$\alpha_{h,LT}$	0,00	
Poměr koncových momentů	ψ_{LT}	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{mLT}	0,90	

Posudek (6.61) = 0,45 + 0,01 + 0,10 = 0,55 -

Posudek (6.62) = 0,04 + 0,00 + 0,16 = 0,20 -

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká ČSN-EN NA

Dílec B2828	3,915 / 8,700 in	IPE270	S 355	MSU-Sada B (auto)	0,58
-------------	------------------	--------	-------	-------------------	------



DIPLOMOVÁ PRÁCE

131

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Klíč kombinace	
MS(I-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS4 + 1.50*ZS10	

Dílčí souč. spolehlivosti	
γ_{M0} pro únosnost průřezu	1,00
γ_{M1} pro stabilitu	1,00
γ_{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál			
Mez kluzu	f_y	355,0	MPa
Pevnost v tahu	f_u	490,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 3,915 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-32,79	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	-0,04	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	1,17	kN
Kroucení	T_{Ed}	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	50,72	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	-0,15	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a výčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	49	10	-1,060e+05	-1,042e+05								
3	SO	49	10	-1,073e+05	-1,091e+05								
4	I	220	7	-8,903e+04	1,033e+05	-0,86		0,53	33,27	53,25	61,85	87,35	1
5	SO	49	10	1,202e+05	1,185e+05	0,99	0,44	1,00	4,82	7,32	8,14	11,28	1
7	SO	49	10	1,216e+05	1,233e+05	0,99	0,43	1,00	4,82	7,32	8,14	11,22	1

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Průřezová plocha	A	4,5900e-03	m ²
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	1629,45	kN
Jedn. posudek		0,02	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	4,8400e-04	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	171,82	kNm
Jedn. posudek		0,30	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	9,7000e-05	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,z,Rd}$	34,44	kNm
Jedn. posudek		0,00	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	2,8966e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_y	$V_{pl,y,Rd}$	593,68	kN
Jedn. posudek		0,00	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	2,2093e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_z	$V_{pl,z,Rd}$	452,82	kN
Jedn. posudek		0,00	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Index vlákn	Vlákn	2	
Celkový kroučící moment	T_{Ed}	0,0	MPa
Pružná smyková únosnost	T_{Rd}	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,00	-



DIPLOMOVÁ PRÁCE

132

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)

Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	171,82	kNm
Exponent ohybového poměru γ	α	2,00	
Plastický ohybový moment	$M_{pl,z,Rd}$	34,44	kNm
Exponent ohybového poměru z	β	1,00	

$$\text{Posudek (6.41)} = 0,09 + 0,00 = 0,09$$

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.33) i (6.34) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy y-y se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.35) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy z-z se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída 4 limit [-]
1	SO	49	10	7,134e+03	7,134e+03	1,00	0,43	1,00	4,82	7,32	8,14	11,39	1
3	SO	49	10	7,134e+03	7,134e+03	1,00	0,43	1,00	4,82	7,32	8,14	11,39	1
4	I	220	7	7,134e+03	7,134e+03	1,00		1,00	33,27	22,78	27,66	30,92	4
5	SO	49	10	7,134e+03	7,134e+03	1,00	0,43	1,00	4,82	7,32	8,14	11,39	1
7	SO	49	10	7,134e+03	7,134e+03	1,00	0,43	1,00	4,82	7,32	8,14	11,39	1

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 4

Efektivní průřez N-

Výpočet efektivní šířky

Podle EN 1993-1-5 čl. 4.4

Id	Typ	b_p [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_σ [-]	λ_p [-]	ρ [-]	b_e [mm]	b_{e1} [mm]	b_{e2} [mm]
1	SO	49	3,550e+05	3,550e+05	1,00	0,43	0,32	1,00	49		
3	SO	49	3,550e+05	3,550e+05	1,00	0,43	0,32	1,00	49		
4	I	220	3,550e+05	3,550e+05	1,00	4,00	0,72	0,96	212	106	106
5	SO	49	3,550e+05	3,550e+05	1,00	0,43	0,32	1,00	49		
7	SO	49	3,550e+05	3,550e+05	1,00	0,43	0,32	1,00	49		

Efektivní průřez My+

Výpočet efektivní šířky

Podle EN 1993-1-5 čl. 4.4

Id	Typ	b_p [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_σ [-]	λ_p [-]	ρ [-]	b_e [mm]	b_{e1} [mm]	b_{e2} [mm]
1	SO	49	-3,550e+05	-3,550e+05							
3	SO	49	-3,550e+05	-3,550e+05							
4	I	220	3,001e+05	-3,001e+05	-1,00	23,90	0,29	1,00	110	44	66
5	SO	49	3,550e+05	3,550e+05	1,00	0,43	0,32	1,00	49		
7	SO	49	3,550e+05	3,550e+05	1,00	0,43	0,32	1,00	49		

Efektivní průřez Mz-

Výpočet efektivní šířky

Podle EN 1993-1-5 čl. 4.4

Id	Typ	b_p [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_σ [-]	λ_p [-]	ρ [-]	b_e [mm]	b_{e1} [mm]	b_{e2} [mm]
1	SO	49	3,550e+05	9,624e+04	0,27	0,52	0,29	1,00	49		
3	SO	49	-9,624e+04	-3,550e+05							
4	I	220	0,000e+00	0,000e+00							
5	SO	49	-9,624e+04	-3,550e+05							
7	SO	49	3,550e+05	9,624e+04	0,27	0,52	0,29	1,00	49		

Efektivní vlastnosti

Efektivní plocha	A_{eff}	4,5440e-03	m ²				
Efektivní moment setrvačnosti	$I_{eff,y}$	5,7911e-05	m ⁴	$I_{eff,z}$	4,1988e-06	m ⁴	
Efektivní modul pružnosti	$W_{eff,y}$	4,2897e-04	m ³	$W_{eff,z}$	6,2204e-05	m ³	
Posun těžiště	$e_{N,y}$	0	mm	$e_{N,z}$	0	mm	



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

133

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčků		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	8,700	4,350	m
Součinitel vzpěru	k	1,00	0,92	
Vzpěrná délka	l_{cr}	8,700	3,996	m
Kritické Eulerovo zatížení	N_{cr}	1585,47	545,24	kN
Štíhlost	λ	77,46	132,09	
Poměrná štíhlost	λ_{rel}	1,01	1,72	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzpěr, křivka	a	b		
Imperfekce	α	0,21	0,34	
Redukční součinitel	χ	0,66	0,27	
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	1063,90	439,66	kN

Posudek rovinného vzpěru	
Efektivní průřezová plocha	A_{eff} 4,5440e-03 m ²
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$ 439,66 kN
Jedn. posudek	0,07 -

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Pro tento I průřez je únosnost na prostorový vzpěr vyšší než únosnost na rovinný vzpěr. Prostorový vzpěr proto není ve výstupu uveden.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		Alternativní případ
Metoda pro křivku klopení		
Efektivní modul průřezu	$W_{eff,y}$	4,2897e-04 m ³
Průžný kritický moment	M_{cr}	124,42 kNm
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,LT}$	1,11
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,LT,0}$	0,40
Křivka klopení	b	
Imperfekce	α_{LT}	0,34
Součinitel klopení	β	0,75
Redukční součinitel	χ_{LT}	0,63
Opravný součinitel	k_c	0,88
Opravný součinitel	f	0,95
Modifikovaný redukční součinitel	$\chi_{LT,mod}$	0,67
Návrhová únosnost na vzpěr	$M_{b,Rd}$	101,43 kNm
Jedn. posudek	0,50	-

Parametry M_{cr}	
Délka klopení	l_{LT} 4,350 m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu
Opravný součinitel	k 1,00
Opravný součinitel	k_w 1,00
Součinitel momentu na klopení	C_1 1,28
Součinitel momentu na klopení	C_2 0,14
Součinitel momentu na klopení	C_3 1,00
Vzdálenost středu smyku	d_z 0 mm
Vzdálenost polohy zatížení	z_g 0 mm
Konstanta monosymetrie	β_y 0 mm
Konstanta monosymetrie	z_i 0 mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Poznámka: Opravný součinitel k_c se určí podle C1.

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku	
Interakční metoda	alternativní metoda 2
Efektivní průřezová plocha	A_{eff} 4,5440e-03 m ²
Efektivní modul průřezu	$W_{eff,y}$ 4,2897e-04 m ³
Efektivní modul průřezu	$W_{eff,z}$ 6,2204e-05 m ³
Návrhová tlaková síla	N_{Ed} 32,79 kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$ 50,72 kNm
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{z,Ed}$ -0,17 kNm
Přídavný moment	$\Delta M_{y,Ed}$ 0,00 kNm
Přídavný moment	$\Delta M_{z,Ed}$ 0,00 kNm
Charakteristická tlaková únosnost	N_{Rk} 1613,11 kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$ 152,28 kNm
Charakteristická momentová únosnost	$M_{z,Rk}$ 22,08 kNm



DIPLOMOVÁ PRÁCE

134

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Redukční součinitel	χ_y	0,66
Redukční součinitel	χ_z	0,27
Modifikovaný redukční součinitel	$\chi_{LT, mod}$	0,67
Interakční součinitel	k_{yy}	0,92
Interakční součinitel	k_{yz}	0,63
Interakční součinitel	k_{zy}	0,99
Interakční součinitel	k_{zz}	0,63

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B2828 pozice 4,785 m.
Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B2828 pozice 4,350 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce		Tabulka B.2
Posuvnost styčnic y		posuvné
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{my}	0,90
Výsledný typ zatížení z		liniový moment M
Poměr koncových momentů	ψ_z	0,00
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{mz}	0,60
Výsledný typ zatížení LT		liniové zatížení q
Koncový moment	$M_{h,LT}$	50,66 kNm
Moment v poli	$M_{s,LT}$	39,56 kNm
Součinitel	$\phi_{s,LT}$	0,78
Poměr koncových momentů	ψ_{LT}	0,00
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{m,LT}$	0,82

Posudek (6.61) = $0,03 + 0,46 + 0,00 = 0,49$ -

Posudek (6.62) = $0,07 + 0,50 + 0,00 = 0,58$ -

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru	a	8,700 m
Stojina		nevyztužený
Výška stojiny	h_w	250 mm
Tloušťka stojiny	t	7 mm
Materiálový součinitel	ϵ	0,81
Součinitel smykové korekce	η	1,20

Ověření ztráty stability od smyku		
Štíhlost stojiny	h_w/t	37,82
Limit štíhlosti stojiny		48,82

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky smykové ztráty stability podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B4272 | 4,517 / 4,517 m | R0139.7X11 | S 355 | MSU-Sada B (auto) | 0,67 -

Klíč kombinace	
MSU-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS4 + 1.50*ZS10	

Dílčí souč. spolehlivosti	
γ_{M0} pro únosnost průřezu	1,00
γ_{M1} pro stabilitu	1,00
γ_{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál	
Mez kluzu	f_y 355,0 MPa
Pevnost v tahu	f_u 490,0 MPa
Výroba	Válcovaný

....POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 4,517 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-485,77 kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,00 kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	-0,89 kN
Kroucení	T_{Ed}	-0,44 kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	0,00 kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00 kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
140	11	12,70	33,10	46,34	59,58	1



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

135

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Průřezová plocha	A	4,4500e-03	m ²
Tlaková únosnost	N _{c,Rd}	1579,75	kN
Jedn. posudek		0,31	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A _v	2,8330e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V _z	V _{pl,z,Rd}	580,64	kN
Jedn. posudek		0,00	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Index vláknů	Vláknů	1	
Celkový kroučicí moment	T _{Ed}	1,6	MPa
Pružná smyková únosnost	T _{Rd}	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,01	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
140	11	12,70	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčnic	posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	4,517	4,517 m
Součinitel vzpěru	k	1,00	1,00
Vzpěrná délka	l _{cr}	4,517	4,517 m
Kritické Eulerovo zatížení	N _{cr}	942,83	942,88 kN
Štíhlost	λ	98,91	98,90
Poměrná štíhlost	λ _{rel}	1,29	1,29
Mezní štíhlost	λ _{rel,0}	0,20	0,20
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce	o	0,21	0,21
Redukční součinitel	χ	0,47	0,47
Únosnost na vzpěr	N _{b,Rd}	747,97	748,00 kN

Posudek rovinného vzpěru

Průřezová plocha	A	4,4500e-03	m ²
Únosnost na vzpěr	N _{b,Rd}	747,97	kN
Jedn. posudek		0,65	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha	A	4,4500e-03 m ²
Plastický modul průřezu	W _{pl,y}	1,8220e-04 m ³
Návrhová tlaková síla	N _{Ed}	485,77 kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	M _{y,Ed}	1,00 kNm
Návrhový ohybový moment (maximum)	M _{z,Ed}	0,00 kNm
Charakteristická tlaková únosnost	N _{Rk}	1579,75 kN
Charakteristická momentová únosnost	M _{y,Rk}	64,68 kNm
Redukční součinitel	χ _y	0,47
Redukční součinitel	χ _z	0,47



DIPLOMOVÁ PRÁCE

136

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Redukční součinitel	χ_{LT}	1,00
Interakční součinitel	$k_{\phi y}$	1,37
Interakční součinitel	$k_{\phi z}$	0,82

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B4272 pozice 2,258 m.
Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B4272 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.1	
Posuvnost styčníků y	posuvné	
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{my}	0,90
Výsledný typ zatížení LT	liniové zatížení q	
Koncový moment	$M_{h,LT}$	0,00 kNm
Moment v poli	$M_{s,LT}$	1,00 kNm
Součinitel	$\phi_{h,LT}$	0,00
Poměr koncových momentů	ψ_{LT}	1,00
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{m,LT}$	0,95

Posudek (6.61) = $0,65 + 0,02 + 0,00 = 0,67$ -
Posudek (6.62) = $0,65 + 0,01 + 0,00 = 0,66$ -

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B2874	4,350 / 8,700 m	R0139.7X11	S 355	MSU-Sada B (auto)	0,17 -
-------------	-----------------	------------	-------	-------------------	--------

Klíč kombinace	
MSU-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS4 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS10	

Díleč souč. spolehlivosti	
γ_{M0} pro únosnost průřezu	1,00
γ_{M1} pro stabilitu	1,00
γ_{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál			
Mez kluzu	f_y	355,0	MPa
Pevnost v tahu	f_u	490,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

....POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 4,350 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-10,34 kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,00 kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	0,00 kN
Kroucení	T_{Ed}	-0,05 kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	8,71 kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00 kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
140	11	12,70	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Průřezová plocha	A	4,4500e-03	m ²
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	1579,75	kN
Jedn. posudek		0,01	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	1,8220e-04	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	64,68	kNm
Jedn. posudek		0,13	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Index vláknů	Vláknů	1	
Celkový kroučící moment	T_{Ed}	0,2	MPa
Průřezná smyková únosnost	T_{Rd}	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,00	-



DIPLOMOVÁ PRÁCE

137

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osových a smykových sil
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.31)

Výslednice ohybového momentu	$M_{\text{výslednice}}$	8,71	kNm
Výslednice smykové síly	$V_{\text{výslednice}}$	0,00	kN
Návrhová plastická momentová únosnost redukovaná kvůli N_{Ed}	$M_{\text{N,Rd}}$	64,67	kNm
Jedn. posudek		0,13	-

Poznámka: Výsledné vnitřní síly se použijí pro trubkové průřezy

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
140	11	12,70	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	8,700	m
Součinitel vzpěru	k	1,00	
Vzpěrná délka	l_{cr}	8,700	m
Kritické Eulerovo zatížení	N_{cr}	254,11	kN
Štíhlost	λ	190,51	
Poměrná štíhlost	λ_{rel}	2,49	
Mezní štíhlost	$\lambda_{\text{rel,0}}$	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce	α	0,21	
Redukční součinitel	χ	0,15	
Únosnost na vzpěr	$N_{\text{b,Rd}}$	232,95	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha	A	4,4500e-03 m ²
Únosnost na vzpěr	$N_{\text{b,Rd}}$	232,95 kN
Jedn. posudek		0,04 -

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1

Poznámka: Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná ke klopení.

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční metoda		alternativní metoda 2	
Průřezová plocha	A	4,4500e-03	m ²
Plastický modul průřezu	$W_{\text{pl,y}}$	1,8220e-04	m ³
Návrhová tlaková síla	N_{Ed}	10,34	kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{\text{y,Ed}}$	8,71	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{\text{z,Ed}}$	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	N_{Rk}	1579,75	kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{\text{y,Rk}}$	64,68	kNm
Redukční součinitel	χ_{y}	0,15	
Redukční součinitel	χ_{z}	0,15	
Redukční součinitel	χ_{LT}	1,00	
Interakční součinitel	k_{yy}	0,93	
Interakční součinitel	k_{zy}	0,56	

Maximální moment $M_{\text{y,Ed}}$ je odvozen z nosníku B2874 pozice 4,350 m.

Maximální moment $M_{\text{z,Ed}}$ je odvozen z nosníku B2874 pozice 0,000 m.



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

138

Parametry interakční metody 2			
Metoda pro součinitel interakce		Tabulka B.1	
Posuvnost styčnicků γ		posuvné	
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{my}	0,90	
Výsledný typ zatížení LT		liniové zatížení q	
Koncový moment	$M_{k,LT}$	0,00	kNm
Moment v poli	$M_{s,LT}$	8,71	kNm
Součinitel	$\alpha_{k,LT}$	0,00	
Poměr koncových momentů	ψ_{LT}	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu	$C_{m,LT}$	0,95	

Posudek (6.61) = $0,04 + 0,13 + 0,00 = 0,17$ -

Posudek (6.62) = $0,04 + 0,08 + 0,00 = 0,12$ -

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B2889 | 8,760 / 16,210 m | HEA450 | S 235 | MSÚ-Sada B (auto) | 0,41 -

Klíč kombinace	
MSÚ-Sada B (auto) /	ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS9

Díleci souč. spolehlivosti	
γ_{M0} pro únosnost průřezu	1,00
γ_{M1} pro stabilitu	1,00
γ_{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál			
Mez kluzu	f_y	235,0	MPa
Pevnost v tahu	f_u	360,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

....POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 8,760 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-28,40	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	-0,40	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	-27,61	kN
Kroucení	T_{Ed}	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	309,61	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,46	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	117	21	-1,003e+05	-1,009e+05								
3	SO	117	21	-1,000e+05	-9,945e+04								
4	I	344	12	-8,196e+04	8,515e+04	-0,96		0,52	29,91	68,70	79,50	119,12	1
5	SO	117	21	1,035e+05	1,041e+05	0,99	0,43	1,00	5,58	9,00	10,00	13,78	1
7	SO	117	21	1,032e+05	1,026e+05	0,99	0,43	1,00	5,58	9,00	10,00	13,82	1

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Průřezová plocha	A	1,7800e-02	m ²
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	4183,00	kN
Jedn. posudek		0,01	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	3,2167e-03	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	755,92	kNm
Jedn. posudek		0,41	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	9,6667e-04	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,z,Rd}$	227,17	kNm
Jedn. posudek		0,00	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

139

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	1,3043e-02	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_v	$V_{pl,y,Rd}$	1769,61	kN
Jedn. posudek		0,00	-

Posudek smyku pro V_v

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	6,5755e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_z	$V_{pl,z,Rd}$	892,15	kN
Jedn. posudek		0,03	-

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)

Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	755,92	kNm
Exponent ohybového poměru y	α	2,00	
Plastický ohybový moment	$M_{pl,z,Rd}$	227,17	kNm
Exponent ohybového poměru z	β	1,00	

Posudek (6.41) = 0,17 + 0,00 = 0,17 -

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.33) i (6.34) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy y-y se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.35) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy z-z se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 16,210 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_{σ} [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	117	21	-9,723e+02	-6,585e+03								
3	SO	117	21	2,163e+03	7,775e+03	0,28	0,52	1,00	5,58	9,00	10,00	15,10	1
4	I	344	12	5,800e+02	4,389e+02	0,76		1,00	29,91	28,00	34,00	41,50	2
5	SO	117	21	1,991e+03	7,603e+03	0,26	0,52	1,00	5,58	9,00	10,00	15,14	1
7	SO	117	21	-1,144e+03	-6,756e+03								

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 2

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčnic	posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	4,490	m
Součinitel vzpěru	k	3,24	0,80
Vzpěrná délka	l_{cr}	14,535	3,574
Kritické Eulerovo zatížení	N_{cr}	6248,91	15369,46
Štíhlost	λ	76,84	48,99
Poměrná štíhlost	λ_{rel}	0,82	0,52
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20

Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Pro tento I průřez je únosnost na prostorový vzpěr vyšší než únosnost na rovinný vzpěr. Prostorový vzpěr proto není ve výstupu uveden.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení		Alternativní případ
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	3,2167e-03
Průřezný kritický moment	M_{cr}	3063,66
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,LT}$	0,50
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,LT,0}$	0,40

Poznámka: Štíhlost nebo chybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)



DIPLOMOVÁ PRÁCE

140

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Parametry M_{cr}			
Délka klopení	l_{LT}	4,490	m
Vliv pozice zatížení		bez vlivu	
Opravný součinitel	k	1,00	
Opravný součinitel	k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení	C_1	1,24	
Součinitel momentu na klopení	C_2	0,00	
Součinitel momentu na klopení	C_3	1,00	
Vzdálenost středu smyku	d_z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení	z_g	0	mm
Konstanta monosymetrie	β_y	0	mm
Konstanta monosymetrie	z_1	0	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční metoda		alternativní metoda 2	
Průřezová plocha	A	1,7800e-02	m ²
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	3,2167e-03	m ³
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	9,6667e-04	m ³
Návrhová tlaková síla	N_{Ed}	28,40	kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	309,61	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	-1,35	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	N_{Rk}	4183,00	kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$	755,92	kNm
Charakteristická momentová únosnost	$M_{z,Rk}$	227,17	kNm
Redukční součinitel	X_y	1,00	
Redukční součinitel	X_z	1,00	
Modifikovaný redukční součinitel	$X_{LT,mod}$	1,00	
Interakční součinitel	k_{yy}	0,90	
Interakční součinitel	k_{yz}	0,28	
Interakční součinitel	k_{zy}	0,54	
Interakční součinitel	k_{zz}	0,46	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B2839 pozice 8,760 m.Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B2839 pozice 13,250 m.

Parametry interakční metody 2			
Metoda pro součinitel interakce		Tabulka B.1	
Posuvnost styčnicků y		posuvné	
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{my}	0,90	
Výsledný typ zatížení z		liniový moment M	
Poměr koncových momentů	ψ_z	-0,34	
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{mz}	0,46	
Výsledný typ zatížení LT		liniový moment M	
Poměr koncových momentů	ψ_{LT}	0,60	
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{mLT}	0,84	

Posudek (6.61) = 0,01 + 0,37 + 0,00 = 0,38 -

Posudek (6.62) = 0,01 + 0,22 + 0,00 = 0,23 -

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku			
Délka pole vzpěru	a	16,210	m
Stojina		nevyztužený	
Výška stojiny	h_w	398	mm
Tloušťka stojiny	t	12	mm
Materiálový součinitel	ϵ	1,00	
Součinitel smykové korekce	η	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku			
Štíhlost stojiny	h_w/t	34,61	
Limit štíhlosti stojiny		60,00	

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky smykové ztráty stability podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B3020	0,000 / 0,303 m	IPE400	S 355	MSU-Sada B (auto)	0,98 -
-------------	-----------------	--------	-------	-------------------	--------



DIPLOMOVÁ PRÁCE

141

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Klíč kombinace	
MSII-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS4 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS10	

Dílčí souč. spolehlivosti	
γ_{M0} pro únosnost průřezu	1,00
γ_{M1} pro stabilitu	1,00
γ_{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál			
Mez kluzu	f_y	355,0	MPa
Pevnost v tahu	f_u	490,0	MPa
Výroba	Válcovaný		

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-31,51	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	-262,57	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	-38,22	kN
Kroucení	T_{Ed}	0,31	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-29,69	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	79,49	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	65	14	-1,241e+05	-5,143e+05								
3	SO	65	14	1,811e+05	5,714e+05	0,32	0,51	1,00	4,79	7,32	8,14	12,21	1
4	I	331	9	2,497e+04	-1,751e+04	-0,70		0,52	38,49	55,84	64,63	75,47	1
5	SO	65	14	1,315e+05	5,218e+05	0,25	0,52	1,00	4,79	7,32	8,14	12,34	1
7	SO	65	14	-1,737e+05	-5,639e+05								

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Průřezová plocha	A	8,4500e-03	m ²
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	2999,75	kN
Jedn. posudek		0,01	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	1,3070e-03	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	463,99	kNm
Jedn. posudek		0,06	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	2,2900e-04	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,z,Rd}$	81,30	kNm
Jedn. posudek		0,98	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	5,1146e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_y	$V_{pl,y,Rd}$	1048,28	kN
Jedn. posudek		0,25	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	4,2731e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_z	$V_{pl,z,Rd}$	875,81	kN
Jedn. posudek		0,04	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Index vlákna	Vlákno	2	
Celkový krouticí moment	T_{Ed}	8,3	MPa
Průřezná smyková únosnost	T_{Rd}	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,04	-



DIPLOMOVÁ PRÁCE

142

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáváno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)

Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	463,99	kNm
Exponent ohybového poměru γ	α	2,00	
Plastický ohybový moment	$M_{pl,z,Rd}$	81,30	kNm
Exponent ohybového poměru z	β	1,00	

Posudek (6.41) = 0,00 + 0,98 = 0,98 -

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.33) i (6.34) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy $y-y$ se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.35) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy $z-z$ se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_{σ} [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	65	14	-1,241e+05	-5,143e+05								
3	SO	65	14	1,811e+05	5,714e+05	0,32	0,51	1,00	4,79	7,32	8,14	12,21	1
4	I	331	9	2,497e+04	-1,751e+04	-0,70		0,52	38,49	55,84	64,63	75,47	1
5	SO	65	14	1,315e+05	5,218e+05	0,25	0,52	1,00	4,79	7,32	8,14	12,34	1
7	SO	65	14	-1,737e+05	-5,639e+05								

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	$\gamma\gamma$	zz
Typ posuvných styčnic	posuvné	neposuvné
Systémová délka	L	8,381
Součinitel vzpěru	k	1,29
Vzpěrná délka	l_{cr}	10,852
Kritické Eulerovo zatížení	N_{cr}	4071,10
Štíhlost	λ	65,59
Poměrná štíhlost	λ_{rel}	0,86
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20

Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Pro tento I průřez je únosnost na prostorový vzpěr vyšší než únosnost na rovinný vzpěr. Prostorový vzpěr proto není ve výstupu uveden.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení		Alternativní případ
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	1,3070e-03
Průřezný kritický moment	M_{cr}	66820,71
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,LT}$	0,08
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,LT,0}$	0,40

Poznámka: Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry M_{cr}		
Délka klopení	l_{LT}	0,303
Vliv polohy zatížení		bez vlivu
Opravný součinitel	k	1,00
Opravný součinitel	k_{w}	1,00
Součinitel momentu na klopení	C_1	1,16
Součinitel momentu na klopení	C_2	0,00
Součinitel momentu na klopení	C_3	1,00
Vzdálenost středu smyku	d_z	0
Vzdálenost polohy zatížení	z_g	0



DIPLOMOVÁ PRÁCE

143

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Parametry M _{cr}			
Konstanta monosymetrie	β_y	0	mm
Konstanta monosymetrie	z	0	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS-119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční metoda		alternativní metoda 2	
Průřezová plocha	A	8,4500e-03	m ²
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	1,3070e-03	m ³
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	2,2900e-04	m ³
Návrhová tlaková síla	N_{Ed}	31,51	kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	-63,31	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	79,49	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	N_{Rk}	2999,75	kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$	463,99	kNm
Charakteristická momentová únosnost	$M_{z,Rk}$	81,30	kNm
Redukční součinitel	χ_y	1,00	
Redukční součinitel	χ_z	1,00	
Modifikovaný redukční součinitel	$\chi_{LT,mod}$	1,00	
Interakční součinitel	k_{yy}	0,91	
Interakční součinitel	k_{yz}	0,36	
Interakční součinitel	k_{zy}	0,54	
Interakční součinitel	k_{zz}	0,60	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B2896 pozice 0,000 m.Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B3020 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 2			
Metoda pro součinitel interakce		Tabulka B.1	
Posuvnost styčnicků y		posuvné	
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{my}	0,90	
Výsledný typ zatížení z		liniový moment M	
Poměr koncových momentů	ψ_z	0,00	
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{mz}	0,60	
Výsledný typ zatížení LT		liniový moment M	
Poměr koncových momentů	ψ_{LT}	0,72	
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{mLT}	0,89	

Posudek (6.61) = 0,01 + 0,12 + 0,35 = 0,49 -

Posudek (6.62) = 0,01 + 0,07 + 0,59 = 0,67 -

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku			
Délka pole vzpěru	a	0,303	m
Stojina		nevztužený	
Výška stojiny	h_w	373	mm
Tloušťka stojiny	t	9	mm
Materiálový součinitel	ε	0,81	
Součinitel smykové korekce	η	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku			
Štíhlost stojiny	h_w/t	43,37	
Limit štíhlosti stojiny		48,82	

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky smykové ztráty stability podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B3403	3,932 / 8,300 m	SHS220/220/10.0	S 355	MSÚ-Sada B (auto)	0,23 -
-------------	-----------------	-----------------	-------	-------------------	--------

Klíč kombinace	
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.50*ZS9 + 1.05*ZS3	

Dílčí souč. spolehlivosti	
γ_{Mo} pro únosnost průřezu	1,00
γ_{M1} pro stabilitu	1,00
γ_{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25



DIPLOMOVÁ PRÁCE

144

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Materiál			
Mez kluzu	f_y	355,0	MPa
Pevnost v tahu	f_u	490,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

.....POSUDEK ÚNOSNOSTI:.....

Kritický posudek je na pozici 3,932 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-16,18	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,28	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	-1,28	kN
Kroucení	T_{Ed}	-1,02	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-50,24	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	10,82	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	190	10	7,215e+04	1,061e+05	0,68		1,00	19,00	22,78	27,66	34,78	1
3	I	190	10	9,963e+04	-5,815e+04	-0,58		0,63	19,00	41,46	48,97	68,64	1
5	I	190	10	-6,824e+04	-1,022e+05								
7	I	190	10	-9,572e+04	6,205e+04	-1,54		0,39	19,00	74,47	85,85	159,30	1

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Průřezová plocha	A	8,2900e-03	m ²
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	2942,95	kN
Jedn. posudek		0,01	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	6,5000e-04	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	230,75	kNm
Jedn. posudek		0,22	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	6,5000e-04	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,z,Rd}$	230,75	kNm
Jedn. posudek		0,05	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	4,1450e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_y	$V_{pl,y,Rd}$	849,56	kN
Jedn. posudek		0,00	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	4,1450e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_z	$V_{pl,z,Rd}$	849,56	kN
Jedn. posudek		0,00	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Index vlákna	Vlákno	1	
Celkový krouticí moment	T_{Ed}	1,2	MPa
Pružná smyková únosnost	T_{Rd}	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,01	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

145

Návrhová plastická momentová únosnost redukovaná kvůli N_{Ed}	$M_{N,y,Rd}$	230,75	kNm
Exponent ohybového poměru γ	α	1,66	
Návrhová plastická momentová únosnost redukovaná kvůli N_{Ed}	$M_{N,z,Rd}$	230,75	kNm
Exponent ohybového poměru γ	α	1,66	

Posudek (6.41) = 0,08 + 0,01 = 0,09 -

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

.....POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 3,932 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyznívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_{σ} [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	I	190	10	7,215e+04	1,061e+05	0,68		1,00	19,00	22,78	27,66	34,78	1
3	I	190	10	9,963e+04	-5,815e+04	-0,58		0,63	19,00	41,46	48,97	68,64	1
5	I	190	10	-6,824e+04	-1,022e+05								
7	I	190	10	-9,572e+04	6,205e+04	-1,54		0,39	19,00	74,47	85,85	159,30	1

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz
Typ posuvných styčků	posuvné	neposuvné
Systémová délka	L	8,300
Součinitel vzpěru	k	1,00
Vzpěrná délka	l_{cr}	8,300
Kritické Eulerovo zatížení	N_{cr}	1820,20
Štíhlost	λ	97,16
Poměrná štíhlost	λ_{rel}	1,27
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,y}$	0,20

Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Průřez se týká obdélníkové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1

Poznámka: Průřez se týká obdélníkové trubky 'h / b < 10 / $\lambda_{rel,z}$ '.

Tento průřez není náchylný ke klopení.

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda		alternativní metoda 2
Průřezová plocha	A	8,2900e-03
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	6,5000e-04
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	6,5000e-04
Návrhová tlaková síla	N_{Ed}	16,18
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	-50,24
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	10,82
Charakteristická tlaková únosnost	N_{Rk}	2942,95
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$	230,75
Charakteristická momentová únosnost	$M_{z,Rk}$	230,75
Redukční součinitel	χ_y	1,00
Redukční součinitel	χ_z	1,00
Redukční součinitel	χ_{LT}	1,00
Interakční součinitel	k_{yy}	0,90
Interakční součinitel	k_{yz}	0,57
Interakční součinitel	k_{zy}	0,54
Interakční součinitel	k_{zz}	0,95



DIPLOMOVÁ PRÁCE

146

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B3403 pozice 3,932 m.
Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B3403 pozice 3,932 m.

Parametry interakční metody 2			
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.1		
Posuvnost styčnicků ψ	posuvné		
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	0,90		
Výsledný typ zatížení z	liniové zatížení q		
Koncový moment $M_{h,z}$	0,00	kNm	
Moment v poli $M_{h,z}$	10,82	kNm	
Součinitel $\alpha_{h,z}$	0,00		
Poměr koncových momentů ψ_z	1,00		
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	0,95		
Výsledný typ zatížení LT	liniové zatížení q		
Koncový moment $M_{h,LT}$	0,00	kNm	
Moment v poli $M_{h,LT}$	-50,24	kNm	
Součinitel $\alpha_{h,LT}$	0,00		
Poměr koncových momentů ψ_{LT}	1,00		
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{m,LT}$	0,95		

Posudek (6.61) = $0,01 + 0,20 + 0,03 = 0,23$ -

Posudek (6.62) = $0,01 + 0,12 + 0,04 = 0,17$ -

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B3526 | 0,000 / 17,580 m | HEB400 | S 355 | MSU-Sada B (auto) | 0,92 -

Klíč kombinace
MSU-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 0.75*ZS5 +
0.90*ZS9 + 1.50*ZS3

Díleč souč. spolehlivosti	
γ_{M0} pro únosnost průřezu	1,00
γ_{M1} pro stabilitu	1,00
γ_{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál			
Mez kluzu f_y	355,0	MPa	
Pevnost v tahu f_u	490,0	MPa	
Výroba	Válcovaný		

....POSUDEK ÚNOSNOSTI:...

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-1117,01	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	86,09	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	-15,27	kN
Kroucení	T_{Ed}	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_{σ} [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	116	24	5,647e+04	5,647e+04	1,00	0,43	1,00	4,84	7,32	8,14	11,39	1
3	SO	116	24	5,647e+04	5,647e+04	1,00	0,43	1,00	4,84	7,32	8,14	11,39	1
4	I	298	14	5,647e+04	5,647e+04	1,00		1,00	22,07	22,78	27,66	30,92	1
5	SO	116	24	5,647e+04	5,647e+04	1,00	0,43	1,00	4,84	7,32	8,14	11,39	1
7	SO	116	24	5,647e+04	5,647e+04	1,00	0,43	1,00	4,84	7,32	8,14	11,39	1

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Průřezová plocha A	1,9780e-02	m ²
Tlaková únosnost $N_{c,Rd}$	7021,90	kN
Jedn. posudek	0,16	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce η	1,20	
Smyk. plocha A_v	1,4947e-02	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_y $V_{pl,V,Rd}$	3063,48	kN
Jedn. posudek	0,03	-



DIPLOMOVÁ PRÁCE

147

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Posudek smyku pro V_z

Podle FN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	7,0000e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_z	$V_{pl,z,Rd}$	1434,72	kN
Jedn. posudek		0,01	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

.....POSUDEK STABILITY:.....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 3,960 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_{σ} [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	116	24	8,100e+04	1,148e+05	0,71	0,46	1,00	4,84	7,32	8,14	11,55	1
3	SO	116	24	6,139e+04	2,762e+04	0,45	0,73	1,00	4,84	7,32	8,14	14,62	1
4	I	298	14	6,712e+04	3,599e+04	0,54		1,00	22,07	22,78	27,66	36,85	1
5	SO	116	24	2,211e+04	-1,166e+04	-0,53	9,10	0,65	4,84	13,82	15,36	51,53	1
7	SO	116	24	4,172e+04	7,549e+04	0,55	0,48	1,00	4,84	7,32	8,14	11,78	1

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčnic		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	3,960	0,360	m
Součinitel vzpěru	k	7,07	0,97	
Vzpěrná délka	l_{cr}	28,008	0,349	m
Kritické Eulerovo zatížení	N_{cr}	1524,01	1846122,00	kN
Štíhlost	λ	164,01	4,71	
Poměrná štíhlost	λ_{rel}	2,15	0,06	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka		a	b	
Imperfekce	α	0,21	0,34	
Redukční součinitele	χ	0,20	1,00	
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	1372,64	7021,90	kN

Posudek rovinného vzpěru			
Průřezová plocha	A	1,9780e-02	m ²
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	1372,64	kN
Jedn. posudek		0,81	-

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda		alternativní metoda 2
Průřezová plocha	A	1,9780e-02 m ²
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	3,2320e-03 m ³
Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	1,1040e-03 m ³
Návrhová tlaková síla	N_{Ed}	1117,01 kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	-60,27 kNm
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	30,99 kNm
Charakteristická tlaková únosnost	N_{Rk}	7021,90 kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$	1147,36 kNm
Charakteristická momentová únosnost	$M_{z,Rk}$	391,92 kNm
Redukční součinitel	χ_y	0,20
Redukční součinitel	χ_z	1,00
Modifikovaný redukční součinitel	$\chi_{LT,mod}$	1,00
Interakční součinitel	k_{yy}	1,49
Interakční součinitel	k_{yz}	0,36
Interakční součinitel	k_{zy}	0,89
Interakční součinitel	k_{zz}	0,60

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B3526 pozice 3,960 m.Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B3526 pozice 0,360 m.



DIPLOMOVÁ PRÁCE

148

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce		Tabulka B.1
Posuvnost styčnicků v		posuvné
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{my}	0,90
Výsledný typ zatížení z		liniový moment M
Poměr koncových momentů	ψ_z	0,00
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{mz}	0,60
Výsledný typ zatížení LT		liniový moment M
Poměr koncových momentů	ψ_{LT}	0,00
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{mLT}	0,60

Posudek (6.61) = $0,81 + 0,08 + 0,03 = 0,92$ -Posudek (6.62) = $0,16 + 0,05 + 0,05 = 0,25$ -

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru	a	17,580 m
Stojina		nevyztužený
Výška stojiny	h_w	352 mm
Tloušťka stojiny	t	14 mm
Materiálový součinitel	ϵ	0,81
Součinitel smykové korekce	η	1,20

Ověření ztráty stability od smyku

Štíhlost stojiny	h_w/t	26,07
Limit štíhlosti stojiny		48,82

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky smykové ztráty stability podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B3869	0,000 / 3,000 m	MSRR82.5x8.0	S 355	MSU-Sada B (auto)	0,93 -
-------------	-----------------	--------------	-------	-------------------	--------

Klíč kombinace

MSU-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS4 + 1.05*ZS3 + 1.50*ZS10

Díleč souč. spolehlivosti	
γ_{M0} pro únosnost průřezu	1,00
γ_{M1} pro stabilitu	1,00
γ_{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál			
Mez kluzu	f_y	355,0	MPa
Pevnost v tahu	f_u	490,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-228,83 kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,00 kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	0,25 kN
Kroucení	T_{Ed}	0,00 kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	0,00 kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00 kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
83	8	10,31	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Průřezová plocha	A	1,8700e-03	m ²
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	663,85	kN
Jedn. posudek		0,34	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)



DIPLOMOVÁ PRÁCE

149

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	1,1905e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_z	$V_{pl,z,Rd}$	244,00	kN
Jedn. posudek		0,00	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Index vlákna	Vlákno	1	
Celkový kroučicí moment	T_{Ed}	0,0	MPa
Pružná smyková únosnost	T_{Rd}	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
83	8	10,31	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčnic		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	3,000	3,000	m
Součinitel vzpěru	k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka	l_{cr}	3,000	3,000	m
Kritické Eulerovo zatížení	N_{cr}	301,60	301,61	kN
Štíhlost	λ	113,36	113,36	
Poměrná štíhlost	λ_{rel}	1,48	1,48	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	a	
Imperfekce	α	0,21	0,21	
Redukční součinitel	χ	0,38	0,38	
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	251,89	251,90	kN

Posudek rovinného vzpěru			
Průřezová plocha	A	1,8700e-03	m ²
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	251,89	kN
Jedn. posudek		0,91	-

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční metoda		alternativní metoda 2	
Průřezová plocha	A	1,8700e-03	m ²
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	4,4600e-05	m ³
Návrhová tlaková síla	N_{Ed}	228,83	kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	0,19	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	N_{Rk}	663,85	kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$	15,83	kNm
Redukční součinitel	χ_y	0,38	
Redukční součinitel	χ_z	0,38	
Redukční součinitel	χ_{LT}	1,00	
Interakční součinitel	k_{yy}	1,55	
Interakční součinitel	k_{zy}	0,93	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B3869 pozice 1,500 m.Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B3869 pozice 0,000 m.



DIPLOMOVÁ PRÁCE

150

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Parametry interakční metody 2			
Metoda pro součinitel interakce		Tabulka B.1	
Posuvnost styčnicků v		posuvné	
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{my}	0,90	
Výsledný typ zatížení LT		liniové zatížení q	
Koncový moment	$M_{h,LT}$	0,00	kNm
Moment v poli	$M_{e,LT}$	0,19	kNm
Součinitel	$\alpha_{h,LT}$	0,00	
Poměr koncových momentů	$\psi_{h,LT}$	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{mLT}	0,95	

Posudek (6.61) = $0,91 + 0,02 + 0,00 = 0,93$ -Posudek (6.62) = $0,91 + 0,01 + 0,00 = 0,92$ -

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B4352	0,000 / 5,513 m	R0139.7X11	S 355	MSÚ-Sada B (auto)	0,91 -
-------------	-----------------	------------	-------	-------------------	--------

Klíč kombinace	
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.50*ZS9 + 1.05*ZS3	

Díli souč. spolehlivosti	
γ_{M0} pro únosnost průřezu	1,00
γ_{M1} pro stabilitu	1,00
γ_{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál	
Mez kluzu	f_y 355,0 MPa
Pevnost v tahu	f_u 490,0 MPa
Výroba	Válcovaný

...:POSUDEK ÚNOSNOSTI:...

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-112,06 kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,03 kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	1,19 kN
Kroucení	T_{Ed}	0,11 kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	-2,06 kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	-0,42 kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
140	11	12,70	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Průřezová plocha	A	4,4500e-03	m ²
Tlaková únosnost	$N_{e,Rd}$	1579,75	kN
Jedn. posudek		0,07	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	1,8220e-04	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	64,68	kNm
Jedn. posudek		0,03	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	1,8220e-04	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,z,Rd}$	64,68	kNm
Jedn. posudek		0,01	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	2,8330e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_y	$V_{pl,y,Rd}$	580,64	kN
Jedn. posudek		0,00	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)



DIPLOMOVÁ PRÁCE

151

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	2,8330e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_s	$V_{pl,z,Rd}$	580,64	kN
Jedn. posudek		0,03	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Index vláknů	Vláknů	1	
Celkový krouticí moment	T_{Ed}	0,4	MPa
Pružná smyková únosnost	T_{Rd}	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.31)

Výslednice ohybového momentu	$M_{v,výslednice}$	2,10	kNm
Výslednice smykové síly	$V_{v,výslednice}$	1,19	kN
Návrhová plastická momentová únosnost redukována kvůli N_{Ed}	$M_{N,Rd}$	63,96	kNm
Jedn. posudek		0,03	-

Poznámka: Výsledné vnitřní síly se použijí pro trubkové průřezy

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace trubek podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 3

d [mm]	t [mm]	d/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
140	11	12,70	33,10	46,34	59,58	1

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.16)

Parametry vzpěru	χ_{yy}	χ_{zz}	
Typ posuvných styčnic	posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	5,513	5,513 m
Součinitel vzpěru	k	2,14	0,93
Vzpěrná délka	l_{cr}	11,778	5,108 m
Kritické Eulerovo zatížení	N_{cr}	138,66	737,28 kN
Štíhlost	λ	257,91	111,85
Poměrná štíhlost	λ_{rel}	3,38	1,46
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce	α	0,21	0,21
Redukční součinitel	χ	0,08	0,39
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	130,34	613,15 kN

Posudek rovinného vzpěru

Průřezová plocha	A	4,4500e-03	m ²
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	130,34	kN
Jedn. posudek		0,86	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1

Poznámka: Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná ke klopení.



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část B: Statický výpočet

152

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční metoda		alternativní metoda 2	
Průřezová plocha	A	4,4500e-03	m ²
Plastický modul průřezu	W _{pl,y}	1,8220e-04	m ³
Plastický modul průřezu	W _{pl,z}	1,8220e-04	m ³
Návrhová tlaková síla	N _{Ed}	112,05	kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	M _{y,Ed}	-2,06	kNm
Návrhový ohybový moment	M _{z,Ed}	-0,42	kNm

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku (maximum)			
Charakteristická tlaková únosnost	N _{Rk}	1579,75	kN
Charakteristická momentová únosnost	M _{y,Rk}	64,68	kNm
Charakteristická momentová únosnost	M _{z,Rk}	64,68	kNm
Redukční součinitel	X _y	0,08	
Redukční součinitel	X _z	0,39	
Redukční součinitel	X _{LT}	1,00	
Interakční součinitel	k _{yy}	1,52	
Interakční součinitel	k _{yz}	0,63	
Interakční součinitel	k _{zy}	0,91	
Interakční součinitel	k _{zz}	1,06	

Maximální moment M_{y,Ed} je odvozen z nosníku B4352 pozice 0,000 m.
Maximální moment M_{z,Ed} je odvozen z nosníku B4352 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 2			
Metoda pro součinitel interakce		Tabulka B.1	
Posuvnost styčnicků y		posuvně	
Součinitel ekvivalentního momentu	C _{my}	0,90	
Výsledný typ zatížení z		liniový moment M	
Poměr koncových momentů	ψ _z	0,60	
Součinitel ekvivalentního momentu	C _{mz}	0,84	
Výsledný typ zatížení LT		liniové zatížení q	
Koncový moment	M _{h,LT}	-2,06	kNm
Moment v poli	M _{s,LT}	0,09	kNm
Součinitel	α _{s,LT}	-0,04	
Poměr koncových momentů	ψ _{LT}	0,01	
Součinitel ekvivalentního momentu	C _{mLT}	0,40	

Posudek (6.61) = 0,86 + 0,05 + 0,00 = 0,91 -

Posudek (6.62) = 0,18 + 0,03 + 0,01 = 0,22 -

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B4367	8,300 / 8,300 m	IPE450	S 355	MSU-Sada B (auto)	0,42 -
-------------	-----------------	--------	-------	-------------------	--------

Klíč kombinace	
MSU-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 0.90*ZS8 + 1.50*ZS3	

Dílič souč. spolehlivosti	
Y _{M0} pro únosnost průřezu	1,00
Y _{M1} pro stabilitu	1,00
Y _{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu	f _y	355,0 MPa
Pevnost v tahu	f _u	490,0 MPa
Výroba		Válcovaný

....POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 8,300 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N _{Ed}	21,59	kN
Smyková síla	V _{y,Ed}	5,11	kN
Smyková síla	V _{z,Ed}	-139,57	kN
Kroucení	T _{Ed}	0,02	kNm
Ohybový moment	M _{y,Ed}	-256,33	kNm
Ohybový moment	M _{z,Ed}	6,91	kNm



DIPLOMOVÁ PRÁCE

153

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	69	15	1,526e+05	1,240e+05	0,81	0,50	1,00	4,75	7,32	8,14	12,10	1
3	SO	69	15	1,738e+05	2,023e+05	0,86	0,44	1,00	4,75	7,32	8,14	11,35	1
4	I	379	9	1,417e+05	-1,460e+05	-1,03		0,49	40,30	59,60	68,70	104,01	1
5	SO	69	15	-1,569e+05	-1,283e+05								
7	SO	69	15	-1,781e+05	-2,067e+05								

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek na tah

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6.5)

Průřezová plocha	A	9,8800e-03	m ²
Plastická tahová únosnost	$N_{pl,Rd}$	3507,40	kN
Mezní tahová únosnost	$N_{u,Rd}$	3485,66	kN
Tahová únosnost	$N_{t,Rd}$	3485,66	kN
Jedn. posudek		0,01	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	1,7020e-03	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	604,21	kNm
Jedn. posudek		0,42	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,z}$	2,7600e-04	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,z,Rd}$	97,98	kNm
Jedn. posudek		0,07	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	5,8338e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_y	$V_{pl,y,Rd}$	1195,68	kN
Jedn. posudek		0,00	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	5,0824e-03	m ²
Plastická smyková únosnost pro V_z	$V_{pl,z,Rd}$	1041,69	kN
Jedn. posudek		0,13	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Index vlákn	Vlákn	2	
Celkový krouticí moment	T_{Ed}	0,4	MPa
Přízná smyková únosnost	T_{Rd}	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.



DIPLOMOVÁ PRÁCE

154

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)

Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	604,21	kNm
Exponent ohybového poměru η	α	2,00	
Plastický ohybový moment	$M_{pl,z,Rd}$	97,98	kNm
Exponent ohybového poměru η	β	1,00	

$$\text{Posudek (6.41)} = 0,18 + 0,07 = 0,25$$

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické smykové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.33) i (6.34) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4) její vliv na momentovou únosnost kolem osy y-y se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.35) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4) její vliv na momentovou únosnost kolem osy z-z se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 8,300 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_{σ} [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	69	15	1,526e+05	1,240e+05	0,81	0,50	1,00	4,75	7,32	8,14	12,10	1
3	SO	69	15	1,738e+05	2,023e+05	0,86	0,44	1,00	4,75	7,32	8,14	11,35	1
4	I	379	9	1,417e+05	-1,460e+05	-1,03		0,49	40,30	59,60	68,70	104,01	1
5	SO	69	15	-1,569e+05	-1,283e+05								
7	SO	69	15	-1,781e+05	-2,067e+05								

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení			
Metoda pro křivku klopení		Alternativní případ	
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	1,7020e-03	m ³
Průřezný kritický moment	M_{cr}	3561,30	kNm
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,LT}$	0,41	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	

Poznámka: Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry M_{cr}			
Délka klopení	l_{LT}	2,075	m
Vliv pozice zatížení		bez vlivu	
Opravný součinitel	k	1,00	
Opravný součinitel	k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení	C_1	1,90	
Součinitel momentu na klopení	C_2	0,00	
Součinitel momentu na klopení	C_3	1,00	
Vzdálenost středu smyku	d_z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení	z_g	0	mm
Konstanta monosymetrie	β_y	0	mm
Konstanta monosymetrie	z_i	0	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002



DIPLOMOVÁ PRÁCE

155

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku			
Délka pole vzpěru	a	8,300	m
Stojina		nevyztužený	
Výška stojiny	h_w	421	mm
Tloušťka stojiny	t	9	mm
Materiálový součinitel	ε	0,81	
Součinitel smykové korekce	η	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku

Střihlost stojiny	h_w/t	44,77
Limit střihlosti stojiny		48,82

Poznámka: Střihlost stojiny umožňuje ignorovat účinky smykové ztráty stability podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B4518	4,350 / 8,700 m	IPE450	S 355	MSÚ-Sada B (auto)	0,90 -
-------------	-----------------	--------	-------	-------------------	--------

Klíč kombinace

MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 0.90*ZS6 + 1.50*ZS3

Díleč souč. spolehlivosti

γ_{M0} pro únosnost průřezu	1,00
γ_{M1} pro stabilitu	1,00
γ_{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál

Mez kluzu	f_y	355,0	MPa
Pevnost v tahu	f_u	490,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

....POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 4,350 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-5,96	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	0,00	kN
Kroucení	T_{Ed}	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	169,87	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

Klasifikace pro návrh průřezu

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	69	15	-1,090e+05	-1,090e+05								
3	SO	69	15	-1,090e+05	-1,090e+05								
4	I	379	9	-9,472e+04	9,593e+04	-0,99		0,50	40,30	58,15	67,08	99,62	1
5	SO	69	15	1,102e+05	1,102e+05	1,00	0,43	1,00	4,75	7,32	8,14	11,39	1
7	SO	69	15	1,102e+05	1,102e+05	1,00	0,43	1,00	4,75	7,32	8,14	11,39	1

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Průřezová plocha	A	9,8800e-03	m ²
Tlaková únosnost	$N_{c,Rd}$	3507,40	kN
Jedn. posudek		0,00	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	1,7020e-03	m ³
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	604,21	kNm
Jedn. posudek		0,28	-



DIPLOMOVÁ PRÁCE

156

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Index vlákna	Vlákno	2	
Celkový kroucí moment	T_{Ed}	0,0	MPa
Pružná smyková únosnost	T_{Rd}	205,0	MPa
Jedn. posudek		0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.31)

Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	604,21	kNm
Jedn. posudek		0,28	-

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.33) i (6.34) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4) její vliv na momentovou únosnost kolem osy y-y se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	69	15	6,031e+02	6,031e+02	1,00	0,43	1,00	4,75	7,32	8,14	11,39	1
3	SO	69	15	6,031e+02	6,031e+02	1,00	0,43	1,00	4,75	7,32	8,14	11,39	1
4	I	379	9	6,031e+02	6,031e+02	1,00		1,00	40,30	22,78	27,66	30,92	4
5	SO	69	15	6,031e+02	6,031e+02	1,00	0,43	1,00	4,75	7,32	8,14	11,39	1
7	SO	69	15	6,031e+02	6,031e+02	1,00	0,43	1,00	4,75	7,32	8,14	11,39	1

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 4

Efektivní průřez N-

Výpočet efektivní šířky

Podle EN 1993-1-5 čl. 4.4

Id	Typ	b_p [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_σ [-]	λ_p [-]	ρ [-]	b_e [mm]	b_{e1} [mm]	b_{e2} [mm]
1	SO	69	3,550e+05	3,550e+05	1,00	0,43	0,31	1,00	69		
3	SO	69	3,550e+05	3,550e+05	1,00	0,43	0,31	1,00	69		
4	I	379	3,550e+05	3,550e+05	1,00	4,00	0,87	0,86	325	162	162
5	SO	69	3,550e+05	3,550e+05	1,00	0,43	0,31	1,00	69		
7	SO	69	3,550e+05	3,550e+05	1,00	0,43	0,31	1,00	69		

Efektivní průřez My+

Výpočet efektivní šířky

Podle EN 1993-1-5 čl. 4.4

Id	Typ	b_p [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	ψ [-]	k_σ [-]	λ_p [-]	ρ [-]	b_e [mm]	b_{e1} [mm]	b_{e2} [mm]
1	SO	69	-3,550e+05	-3,550e+05							
3	SO	69	-3,550e+05	-3,550e+05							
4	I	379	3,089e+05	-3,089e+05	-1,00	23,90	0,36	1,00	189	76	114
5	SO	69	3,550e+05	3,550e+05	1,00	0,43	0,31	1,00	69		
7	SO	69	3,550e+05	3,550e+05	1,00	0,43	0,31	1,00	69		

Efektivní vlastnosti					
Efektivní plocha	A_{eff}	9,3763e-03	m ²		
Efektivní moment setrvačnosti	$I_{eff,y}$	3,3750e-04	m ⁴	$I_{eff,z}$	1,6759e-05 m ⁴
Efektivní modul průřezu	$W_{eff,y}$	1,5000e-03	m ³	$W_{eff,z}$	1,7641e-04 m ³
Posun těžiště	$e_{N,y}$	0	mm	$e_{N,z}$	0 mm



DIPLOMOVÁ PRÁCE

157

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčníků		posuvné	neposuvné	
Systémová délka	L	8,700	8,700	m
Součinitel vzpěru	k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka	l_{cr}	8,700	8,700	m
Kritické Eulerovo zatížení	N_{cr}	9239,01	458,96	kN
Štíhlost	λ	47,08	211,23	
Poměrná štíhlost	λ_{rel}	0,60	2,69	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Pro tento I průřez je únosnost na prostorový vzpěr vyšší než únosnost na rovinný vzpěr. Prostorový vzpěr proto není ve výstupu uveden.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení			
Metoda pro křivku klopení		Alternativní případ	
Efektivní modul průřezu	$W_{eff,y}$	1,5000e-03	m ³
Pružný krouticí moment	M_{cr}	210,06	kNm
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,LT}$	1,59	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	
Křivka klopení		c	
Imperfekce	ϕ_{LT}	0,49	
Součinitel klopení	β	0,75	
Redukční součinitel	χ_{LT}	0,36	
Opravný součinitel	k_c	0,94	
Opravný součinitel	f	1,00	
Modifikovaný redukční součinitel	$\chi_{LT,mod}$	0,36	
Návrhová únosnost na vzpěr	$M_{b,Rd}$	189,61	kNm
Jedn. posudek		0,90	-

Parametry M_{cr}			
Délka klopení	l_{LT}	8,700	m
Vliv pozice zatížení		bez vlivu	
Opravný součinitel	k	1,00	
Opravný součinitel	k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení	C_1	1,13	
Součinitel momentu na klopení	C_2	0,45	
Součinitel momentu na klopení	C_3	0,53	
Vzdálenost středu smyku	d_z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení	z_g	0	mm
Konstanta monosymetrie	β_y	0	mm
Konstanta monosymetrie	z_1	0	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Poznámka: Opravný součinitel k_c se určí podle C1.

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční metoda		alternativní metoda 2	
Efektivní průřezová plocha	A_{eff}	9,3763e-03	m ²
Efektivní modul průřezu	$W_{eff,y}$	1,5000e-03	m ³
Návrhová tlaková síla	N_{Ed}	5,96	kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	169,87	kNm
Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm



DIPLOMOVÁ PRÁCE

158

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu

Část B: Statický výpočet

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
(maximum)			
Přídavný moment	$\Delta M_{y,Ed}$	0,00	kNm
Přídavný moment	$\Delta M_{z,Ed}$	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	N_{Rk}	3328,59	kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{y,Rk}$	532,50	kNm
Redukční součinitel	X_y	1,00	
Redukční součinitel	X_z	1,00	
Modifikovaný redukční součinitel	$X_{LT,mod}$	0,36	
Interakční součinitel	k_{yy}	0,90	
Interakční součinitel	k_{zy}	1,00	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B4518 pozice 4,350 m.Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B4518 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 2			
Metoda pro součinitel interakce		Tabulka B.2	
Posuvnost styčnic y		posuvně	
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{my}	0,90	
Výsledný typ zatížení LT		liniové zatížení q	
Koncový moment	$M_{h,LT}$	0,00	kNm
Moment v poli	$M_{s,LT}$	169,87	kNm
Součinitel	$\sigma_{h,LT}$	0,00	
Poměr koncových momentů	ψ_{LT}	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{mLT}	0,95	

Posudek (6.61) = $0,00 + 0,81 + 0,00 = 0,81$ -Posudek (6.62) = $0,00 + 0,90 + 0,00 = 0,90$ -

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.