



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

Viceúčelová sportovní hala

MULTIPURPOSE SPORT HALL

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

P.3. STATICKÝ VÝPOČET MODELU B

P.3 STATIC CALCULATION OF MODEL B

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Peter Šandor

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Milan Pilgr, Ph.D.

BRNO 2020

Obsah

1. Úvod	5
1.1 Popis modelu	5
1.2 Materiály.....	8
2. Stále zaťaženie	8
2.1. ZS 1 - Vlastná tiaž	8
2.2. ZS 2 - Ostatné stále zaťaženie - Strešný panel KS1000 XD	9
2.2. ZS 3 - Ostatné stále zaťaženie-TZB	9
3. Úžitkové zaťaženie	10
4. Premenné zaťaženie.....	10
4.1. Zaťaženie snehom	10
ZS 5 - Sneh plný	11
ZS 6 - Sneh naviaty 1 ľavý	11
ZS 8 - Sneh naviaty 1 pravý -	12
ZS 7 - Sneh naviaty 2 ľavý -	12
ZS 9 - Sneh naviaty 2 pravý –	13
4.2. Zaťaženie vetrom	14
Tlak vetra na povrch stien	15
ZS 10 Vietor povrch stien ľavý	16
ZS 11 Vietor povrch stien pravý	16
ZS 12 Vietor povrch stien pozdĺžny predný	17
ZS 13 Vietor povrch stien pozdĺžny zadný	17
ZS 14- Vietor pozdĺžny sedlová ľavý	18
ZS 15- Vietor pozdĺžny sedlová pravý.....	19
Vietor priečny valcová.....	19
ZS 16 Vietor priečny valcová ľavý.....	20
Vietor.....	20
ZS 17 Vietor priečny valcová pravý	20
5. Súhrn zaťaženia.....	21
5.1. Zaťažovacie stavy-súhrn	21
5.2. Kombinácie	21
6. Medzný stav únosnosti.....	22
6.1 Strešný plášť KS1000 XD	22

6.2. Vážnica IPN 240.....	23
Posudok na ohyb.....	23
6.3. Pozdĺžne stužidlo SHS 40/40/2,5.....	24
Posudok na tlak.....	25
Rovinný vzper.....	25
6.4. Horný pás priečneho väzníka SHS 80/80/6.....	26
Posudok na tlak.....	27
Rovinný vzper.....	27
6.5. Dolný pás priečneho väzníka SHS 130/130/5.....	28
Posudok na tlak.....	29
Rovinný vzper.....	29
6.6. Diagonála priečneho väzníka SHS 50/50/6.....	30
Posudok na tlak.....	31
Rovinný vzper.....	31
6.7. Zvislica priečneho väzníka SHS 50/50/2,6.....	32
Posudok na tlak.....	33
Rovinný vzper.....	33
6.8. Priečne stužidlo SHS 70/70/6.....	34
Posudok na tlak.....	35
Rovinný vzper.....	35
6.9. Paždík SHS 80/80/3,6.....	36
Posúdenie na tlak.....	37
Rovinný vzper.....	37
Posudok na ohyb.....	37
Posudok ohybu a osového tlaku.....	38
6.10. Stĺp 2UPN 350.....	39
Posudok na ohyb.....	40
Priehyb.....	40
6.11. Horný pás pozdĺžneho väzníka SHS 160/160/8.....	41
Posúdenie na tlak.....	42
Rovinný vzper.....	42
6.12. Dolný pás pozdĺžneho väzníka SHS16/160/8.....	43
Posúdenie na tlak.....	44
Rovinný vzper.....	44

6.13. Zvislica pozdĺžneho väzníka SHS 55/55/4	45
Posúdenie na tlak.....	46
Rovinný vzper.....	46
6.13. Diagonála pozdĺžneho väzníka SHS 70/70/6.....	47
Posúdenie na tlak.....	48
Rovinný vzper.....	48
6.14. Vzpierka SHS 30/30/2	49
7. Medzný stav použiteľnosti	50
7.1. Stĺpy - Priehyb	50
7.2. Väzník Pozdĺžny dolný pas - Priehyb	50
7.3. Väzník Priečny dolný pas- Priehyb.....	50
7.4. Väznice - Priehyb.....	50

1. Úvod

1.1 Popis modelu

V tejto časti diplomovej práce bol zapracovaný statický posudok ocelevej športovej haly. Konečná riešená varianta bola vybraná na základe posúdení dvoch rozdielnych konštrukčných variant.

Lokalita stavby je Litoměřice.

Výpočtový model bol vytvorený ,v programu Scia Engineer 18.1 ako 3D prútová konštrukcia.

Viacúčelová športová hala splna podmienky napríklad pre tieto športy:

Bedminton dĺžka 17,4m šírka 9,1m výška 9m

Basketbal dĺžka 30m šírka 17m výška 7m

Box dĺžka 7,1m šírka 7,1m výška 4m

Wrestling dĺžka 14m šírka 14m výška 4m

Judo dĺžka 14 m šírka 14m výška 4m

Stolný tenis dĺžka 14 m šírka 7m výška 4m

Volejbal dĺžka 32 m šírka 19m výška 7m

Variant B

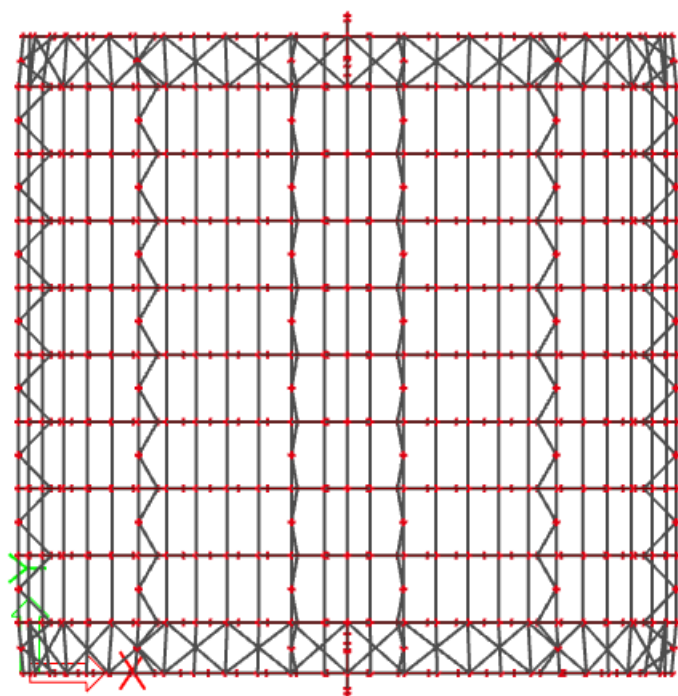
Konštrukcie je navrhnutá s obežníkovým pôdorysom o rozmeroch 38,0 x 38,0 m. Výška objektu je 16 m.

Hala je obloková strecha .

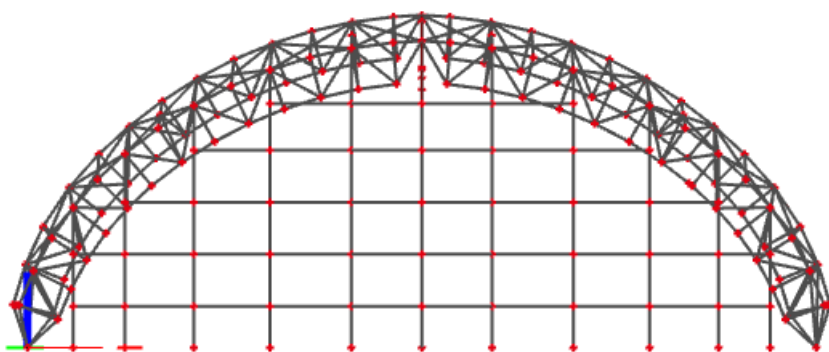
Opláštenie striech je navrhnuto z sendvičových panelov.

Priečnu konštrukciu haly tvorí skupinu priehradových poloblúkov, ktoré sú kĺbové uložené do základu

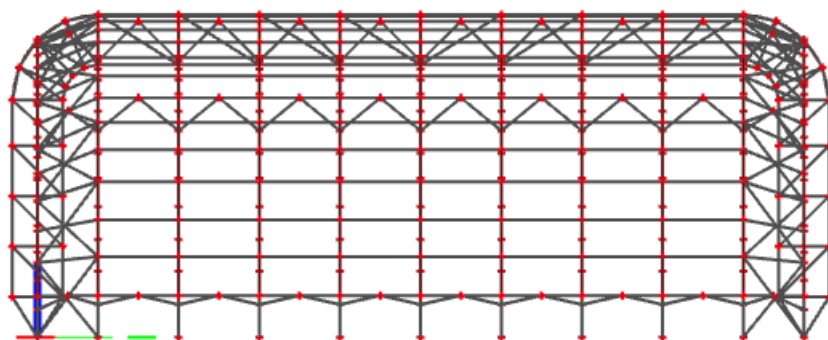
Pozdĺžnu konštrukciu haly tvorí rámová priehradová konštrukcia.



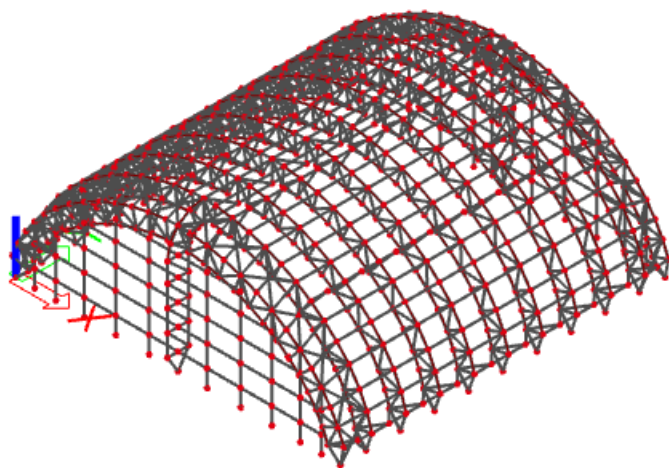
Obrázok : Pôdorys modelu A



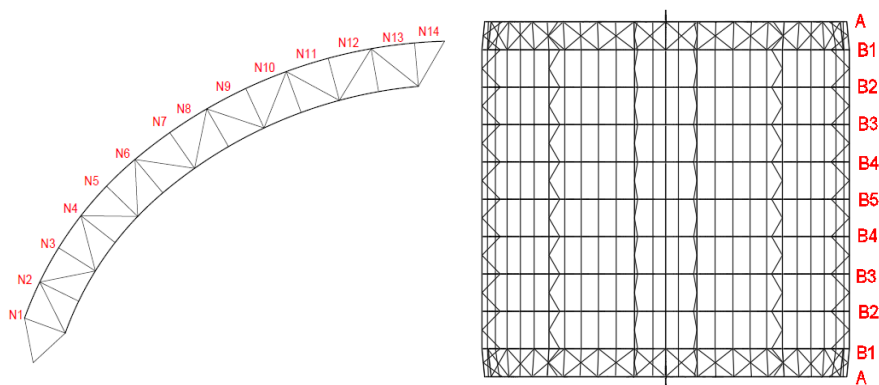
Obrázok : Pohľad 1 na model A



Obrázok: Pohľad 2 na model A



Obrázok : Pohľad axonometrický na model A



Zaťažovací šírka väznice

	Zš	Zš
	A-B	B-B
1	0,95	1,01
2	1,91	2,01
3	1,97	2,14
4	2,00	2,20
5	1,93	2,07
6	2,00	2,00
7	2,10	2,00
8	2,10	2,00
9	2,10	2,00
10	2,10	2,00
11	2,10	2,00
12	2,10	2,00
13	1,74	1,68
14	1,38	1,37

1.2 Materiály

Materiálové pevnostní charakteristiky

Značka oceli podľa EN10025-2 S235

$t \leq 40 \text{ mm}$

medze kluzu f_y 235 [N/mm²]

medze pevnosti f_u 360 [N/mm²]

Návrhové hodnoty fyzikálnych veličín oceli

Objemová hmotnosť: $\rho=7850 \text{ kg/m}^3$

Modul pružnosti v ťahu a tlaku: $E=210 \text{ GPa}$

Modul pružnosti v smyku: $G=81 \text{ GPa}$

Objemová hmotnosť: $\rho=7850 \text{ kg/m}^3$

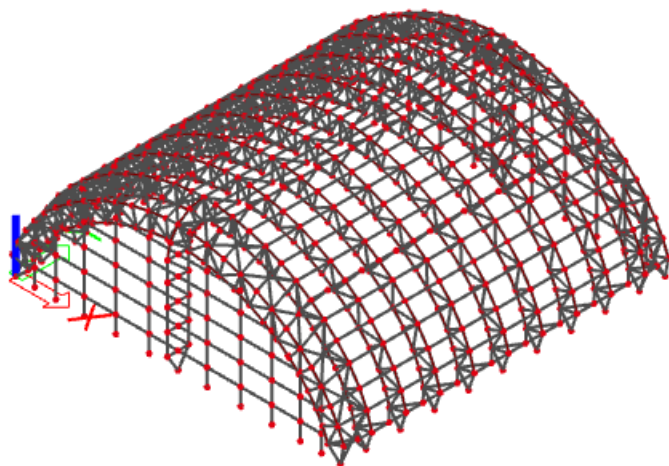
Súčiniteľ priečnej deformácie v pružnej oblasti: $\nu=0,3$

Súčiniteľ dĺžkovej tepelnej rozťažnosti: $\alpha t=0,000012 \text{ K}^{-1}$

2. Stále zaťaženie

2.1. ZS 1 - Vlastná tiaž

Automaticky generovaná výpočtovým programom SCIA Engineer.



Obrázok : Model konštrukcie

2.2. ZS 2 - Ostatné stále zaťaženie - Strešný panel KS1000 XD

Strešný panel KS1000 XD výška jadra 100mm



Strešný panel KS1000 XD
vnější plech 0,7 mm (plošná prořezání minibox) / vnitřní plech 1,1 mm



Systém	Tloušťka jádra [mm]	Případ zatížení	Všechna zatížení v kN/m ² pro dané rozpory v metrech													
			2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	
Prostý nosník	80	Tlak	9,03	7,18	5,95	5,07	3,93	3,08	2,50	2,08	1,76	1,44	1,11	0,85	0,65	
		Sání	16,31	11,15	8,26	6,45	5,23	4,26	3,37	2,73	2,26	1,90	1,62	1,40	1,21	
		a _{min} [mm]	150	150	148	131	113	100	90	82	77	65	52	42	40	
	100	Tlak	9,02	7,18	5,94	5,06	4,23	3,32	2,70	2,24	1,91	1,64	1,35	1,06	0,83	
		Sání	15,38	10,65	7,99	6,32	5,17	4,34	3,71	3,04	2,53	2,14	1,84	1,59	1,40	
		a _{min} [mm]	150	150	150	150	143	126	113	103	96	89	79	66	54	
Spojitý nosník o 2 polích	80	Tlak	9,03	7,18	5,95	5,07	3,93	3,08	2,50	2,07	1,76	1,52	1,25	1,04		
		Sání	16,30	11,15	8,26	6,45	5,23	4,34	3,68	3,16	2,76	2,43	2,15	1,93		
		a _{min} [mm]	150	150	150	150	132	115	103	94	87	81	72	64		
	100	b _{min} [mm]	300	300	300	300	263	230	206	187	174	163	144	128		
		Tlak	9,02	7,18	5,94	5,06	4,23	3,32	2,69	2,24	1,90	1,64	1,44	1,27		
		Sání	15,38	10,65	7,99	6,32	5,17	4,34	3,71	3,22	2,83	2,50	2,24	2,01		
a _{min} [mm]	150	150	150	150	143	126	113	103	95	89	85	81				
b _{min} [mm]	300	300	300	299	287	251	225	206	191	179	170	161				

tabulka revize 09/2014

↑
- max. zatížení v tlaku (charakteristická hodnota)
- max. zatížení na šíři větrém (charakteristická hodnota)
- a_{min} - min. šířka krajní podpory
- b_{min} - min. šířka střední podpory

Tabulky únosnosti

KS1000 X-DEK

Tabulka platí pro běžná proměnná klimatická zatížení. Při jiných požadavcích (dlouhodobá zatížení, teplotní zatížení v chladárnách apod.) je třeba provést zvláštní výpočet. Výpočty jsou provedeny v souladu s ČSN EN 14509. Hodnoty mezích zatížení uvedené v tabulce porovnávají s charakteristickými hodnotami zatížení. Výpočty berou v úvahu vlastní hmotnost panelů. Možné chyby a opomenutí vyhrazeny. Mějte prosím na paměti, že tato tabulka nenahrazuje statický výpočet.

Obrázok : Strešný panel KS1000 XD - od výrobcu

Rozměry a hmotnost

Hrúbka jadra d [mm]	Hrúbka spodného plechu [mm]	Celková hrúbka D [mm]	Hmotnosť panelu [kg/m ²]			
			typ XD	typ XM	typ XB	typ XG
80	0,9	188	21,4	17,7	15,9	15,8
	1,1	208	23,7	20,0	18,2	18,1
100	0,9	188	22,2	18,6	16,8	16,7
	1,1	208	24,6	20,9	19,1	19,0

Obrázok : Strešný panel KS1000 XD hmotnosť - od výrobcu

Hmotnosť panelu: 24,60 kg/m² = 0,246 kN/m²

2.2. ZS 3 - Ostatné stále zaťaženie-TZB

Určená odhadom na 1 m² → q_k=0,5 kN/m²

Od A-A' v časti 7, 8

Vzdialenosti A-B, B-B atď. cca 4m.

Výpočet 0,5 .4=2kN

3. Úžitkové zat'azenie

Strechy neprístupné s výnimkou údržby a opráv, úžine zaťaženie striech kategórie H

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

$$q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2, \text{ na ploche } A = 10 \text{ m}^2$$

Pôsobí priesečníku B5 a 8

Vzhľadom na zaťaženie snehom nie je rozhodujúce.

4. Premenné zat'azenie

4.1. Zaťaženie snehom

Lokalita: Litoměřice

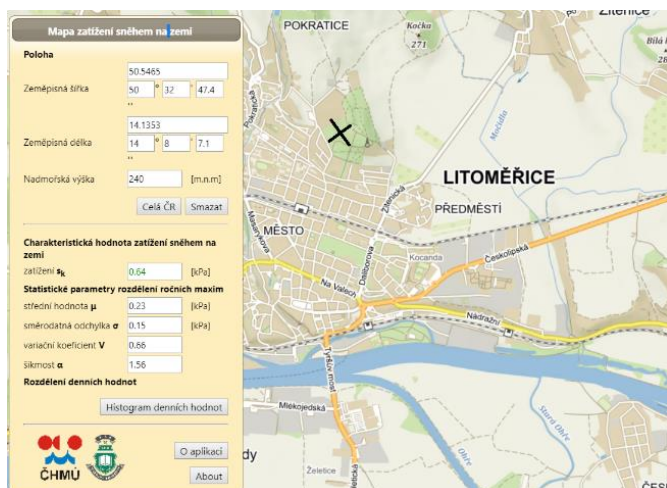
Nadmorská výška: 240 m.n.m.

Charakteristická hodnota zaťaženia snehom: $s_k = 0,64 \text{ kN/m}^2$

Súčiniteľ zohľadňujúci lokalitu (typ krajiny normal): $c_e = 1,0$

Nedochádza k vyzeranému premiestneniu snehu vetrom kvôli okoliu.

Tepelný súčiniteľ: $c_t = 1,0$

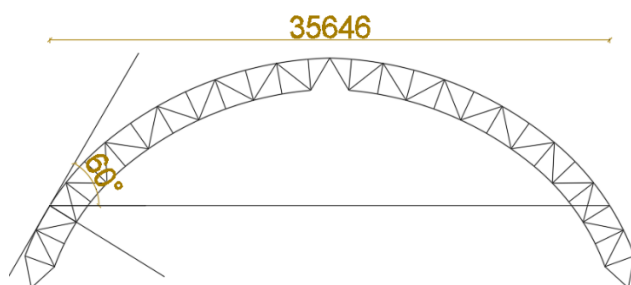


Obrázok : Lokalita stavby - snehová oblasť

<https://clima-maps.info/snehovamapa/>

Variant B podmienka uhlu medzi vodorovnou rovinou a tečenou strechy $\leq 60^\circ$

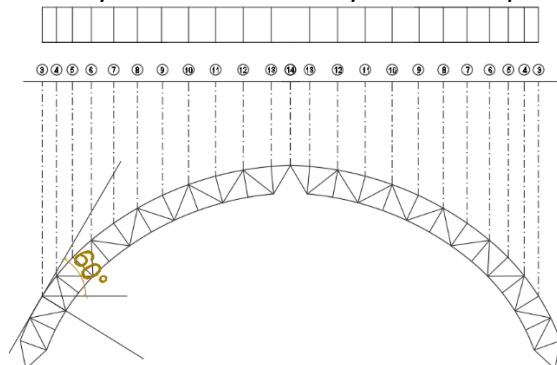
Dĺžka strednej časti 35,6m



Obrázok : Smer X-priečny smer

ZS 5 - Sneh plný

Tvarový súčiniteľ nenaviatym snehom $\mu_1=0,80$



Obrázok : Sneh plný -schéma

$$S_{k,a} = S_k \cdot C_e \cdot \mu_1$$

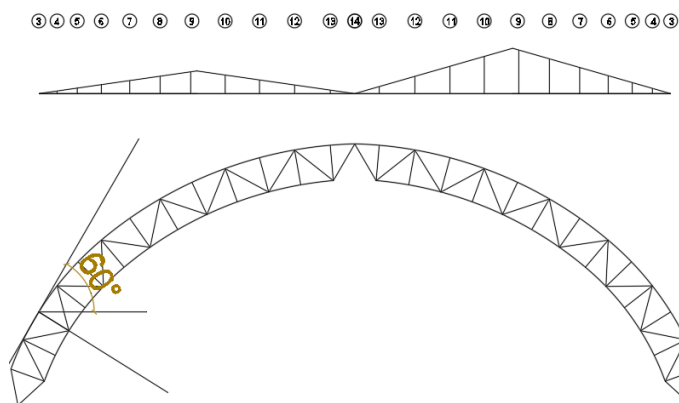
$$S_{k,a} = 0,64 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,80 = 0,512 \text{ kN/m}^2$$

ZS 6 - Sneh naviaty 1 ľavý

Tvarový súčiniteľ naviatym snehom μ_3 -valcové strechy

$h = 16,0\text{m}$ $b = 40,0\text{m}$

$$\mu_3 = 0,2 + 10 \cdot (h/b) = 0,2 + 10 \cdot (16/40) = 4,2 > 2,0 \Rightarrow \mu_3 = 2,0$$



Obrázok: Sneh naviaty- Schéma pravý usporiadanie 1

$$S_{k,b,1} = S_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu_3$$

$$S_{k,b,1} = 0,64 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,0 = 1,28 \text{ kN/m}^2$$

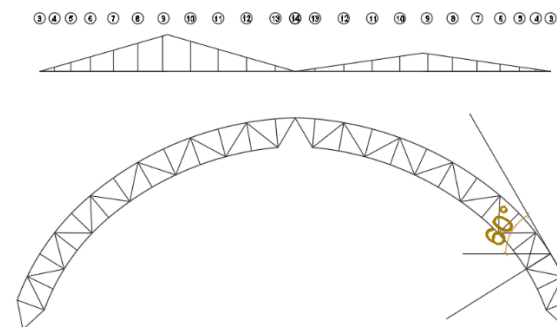
$$S_{k,b,2} = S_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu_3 \cdot 0,5$$

$$S_{k,b,2} = 0,64 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,0 \cdot 0,5 = 0,64 \text{ kN/m}^2$$

ZS 8 - Sneh naviaty 1 pravý -

Tvarový súčiniteľ naviatym snehom μ_3 -valcové strechy
 $h=16,0\text{m}$ $b=40,0\text{m}$

$$\mu_3 = 0,2 + 10 \cdot (h/b) = 0,2 + 10 \cdot (16/40) = 4,2 > 2,0 \Rightarrow \mu_3 = 2,0$$



Obrázok : Sneh naviaty- Schéma ľavý usporiadanie 1

$$S_{kb,1} = S_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu_3$$

$$S_{kb,1} = 0,64 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,0 = 1,28 \text{ kN/m}^2$$

$$S_{kb,2} = S_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu_3 \cdot 0,5$$

$$S_{kb,2} = 0,64 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,0 \cdot 0,5 = 0,64 \text{ kN/m}^2$$

ZS 7 - Sneh naviaty 2 ľavý -

Tvarový súčiniteľ naviatym snehom μ_3

$h = 16,0\text{m}$ $b = 40,0\text{m}$

h/b	1/8	1/6	$\geq 1/5$
μ_3	1,45	1,8	2,0

Pro mezilehlé hodnoty h/b se stanoví μ_3 interpolací podle přímky.

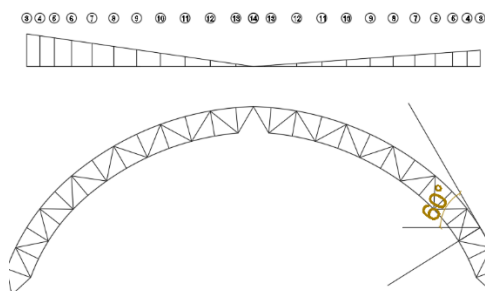
$$h/b = 16/40 = 0,4 > 0,2 \Rightarrow 2,0$$

$$S_{kb,1} = S_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu_3$$

$$S_{kb,1} = 0,64 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,0 = 1,28 \text{ kN/m}^2$$

$$S_{kb,2} = S_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu_3 \cdot 0,5$$

$$S_{kb,2} = 0,64 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,0 \cdot 0,5 = 0,64 \text{ kN/m}^2$$



Obrázok : Sneh naviaty- Schéma pravý usporiadanie 2

ZS 9 - Sneh naviaty 2 pravý –

Tvarový súčiniteľ naviatym snehom μ_3

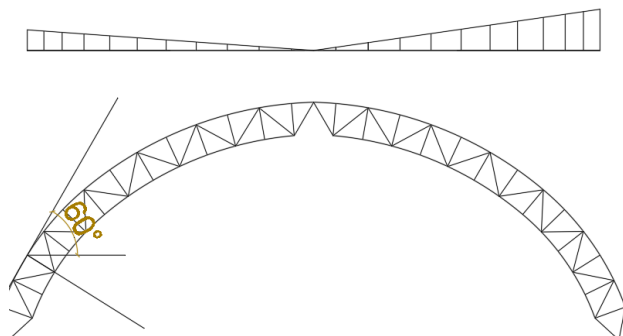
$h=16,0\text{m}$ $b=40,0\text{m}$

h/b	1/8	1/6	$\geq 1/5$
μ_3	1,45	1,8	2,0

Pro mezilehlé hodnoty h/b se stanoví μ_3 interpolací podle přímky.

Podľa tabuľky $h/b=16/40=0,4 > 0,2 \Rightarrow 2,0$

③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿



Obrázok : Sneh naviaty- Schéma ľavý usporiadanie 2

$$S_{kb,1} = S_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu_3$$

$$S_{kb,1} = 0,64 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,0 = 1,28 \text{ kN/m}^2$$

$$S_{kb,2} = S_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu_3 \cdot 0,5$$

$$S_{kb,2} = 0,64 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,0 \cdot 0,5 = 0,64 \text{ kN/m}^2$$

sk	A-B	A-B	A-B	A-B	A-B	B-B	B-B	B-B	B-B	B-B
	Sneh plný	Usp.1	Usp.1	Usp.2	Usp.2	Sneh plný	Usp.1	Usp.1	Usp.2	Usp.2
	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m
		Polo	Plný	Polo	Plný		Polo	Plný	Polo	Plný
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,52	0,00	0,00	0,65	1,30	0,58	0,00	0,00	0,72	1,45
4	1,02	0,18	0,35	1,20	2,40	1,13	0,19	0,39	1,31	2,63
5	0,99	0,36	0,73	1,07	2,14	1,06	0,39	0,78	1,13	2,26
6	1,02	0,58	1,17	1,03	2,05	1,02	0,58	1,16	0,99	1,98
7	1,08	0,85	1,69	0,94	1,88	1,02	0,80	1,61	0,88	1,75
8	1,08	1,10	2,19	0,81	1,63	1,02	1,04	2,08	0,76	1,52
9	1,08	1,34	2,67	0,68	1,36	1,02	1,27	2,54	0,63	1,27
10	1,08	1,06	2,13	0,54	1,08	1,02	1,01	2,02	0,50	1,01
11	1,08	0,78	1,56	0,40	0,80	1,02	0,74	1,48	0,37	0,74
12	1,08	0,49	0,99	0,25	0,50	1,02	0,47	0,94	0,23	0,47
13	0,89	0,17	0,33	0,09	0,17	0,86	0,16	0,32	0,08	0,16
14	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00

4.2. Zataženie vetrom

Lokalita: Litoměřice

Klimatická veterná oblasť: II.

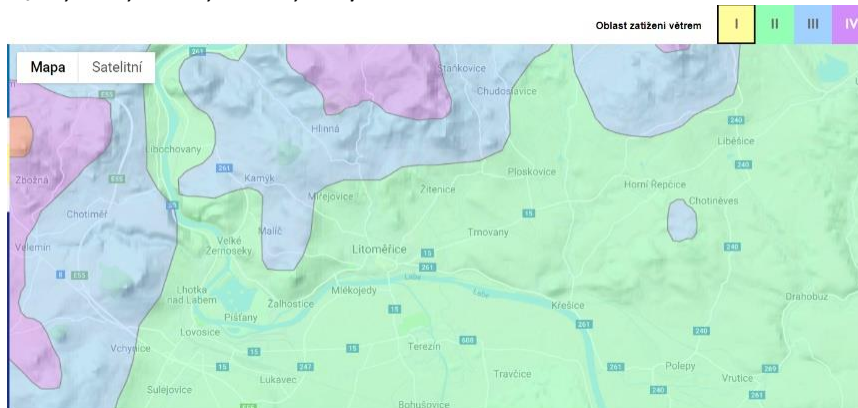
Východzia základná rýchlosť vetru: $v_{b,0}=25,0$ m/s

Súčiniteľ smeru vetra: $c_{dir}=1,0$ doporučená hodnota

Súčiniteľ ročného obdobia: $c_{season}=1,0$ doporučená hodnota

Základná rýchlosť vetru: $v_b=c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$

$v_b=1,0 \cdot 1,0 \cdot 25,0 = 25,0$ m/s



Obrázok : Lokalita stavby - veterná oblasť

<https://www.dlupal.com/cs/oblasti-zatizeni-snehem-vetrem-a-zemetresenim/vitr-csn-en-1991-1-4.html14.html>

Súčiniteľ orografie: $c_0(z)=1,0$

Parameter drsnosti terénu: $z_{0,II}=0,05$ m

Kategória terénu II:

Drsnosti terénu: $z_0=0,3$ m

Minimálna výška: $z_{min}=5,0$ m

Maximálna výška: $z_{max}=200$ m

Súčiniteľ terénu:

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

Súčiniteľ drsnosti terénu:

$C_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = z_{min} < z \leq z_{max}$

Charakteristická stredná rýchlosť vetru:

$V_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b =$

Maximálny dynamický tlak:

Súčiniteľ turbulencie: $k_t=1,0$ doporučená hodnota

Intenzita turbulencie:

$I_v(z) = k_t / (c_0 \cdot \ln(z/z_0)) =$

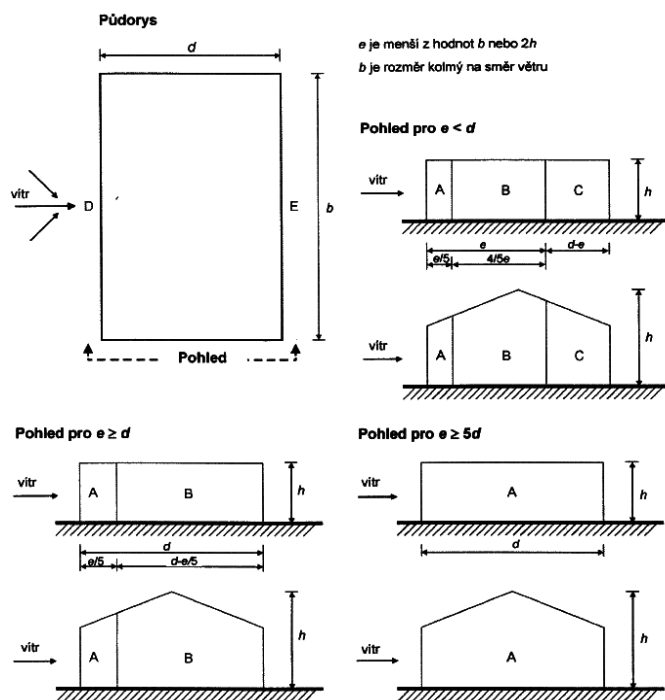
Merná hmotnosť vzduchu: $\rho=1,25$ kg/m³ doporučená hodnota

Maximálny dynamický tlak:

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

z [m]	$cr(z)$ [-]	$vm(z)$ [m/s]	$lv(z)$ [-]	$qp(z)$ [kN/m ²]
5	0,60	15,12	0,36	0,50
6	0,64	16,10	0,33	0,54
7	0,68	16,93	0,32	0,58
8	0,71	17,65	0,30	0,61
9	0,73	18,28	0,29	0,64
10	0,75	18,85	0,29	0,67
11	0,77	19,36	0,28	0,69
12	0,79	19,83	0,27	0,71
13	0,81	20,26	0,27	0,73
14	0,83	20,66	0,26	0,75
15	0,84	21,03	0,26	0,77
16	0,85	21,37	0,25	0,79

Tlak vetra na povrch stien



Obrázok : Tlak vetra na povrch stien

– Doporučené hodnoty součinitelů vnějšího tlaku pro svislé stěny pozemních staveb s pravoúhlým půdorysem

Oblast	A		B		C		D		E	
h/d	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-1,4	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

Čelné steny

Súčiniteľ vonkajšieho tlaku

$$e = \min(b; 2 \cdot h) = \min(40; 32) = 32 \text{ m}$$

$$h/d = 16,0/40,0 = 0,4$$

Hodnoty súčiniteľa tlaku sú brané z prípadu pre sedlové strechy.

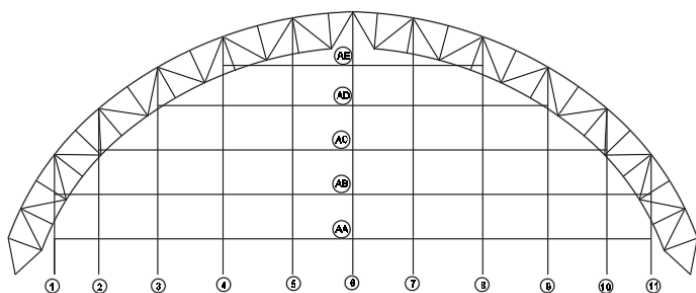
Oblasť	$C_{pe,10}$	
A	-1,2	$1/5e=6,4\text{m}$
B	-0,95	$4/5e=25,6\text{m}$
C	-0,5	$d-e=8\text{m}$

ZS 10 Vietor povrch stien ľavý

A	-1,2	$1/5e=6,4\text{m}$
B	-0,95	$4/5e=25,6\text{m}$
C	-0,5	$d-e=8\text{m}$

ZS 11 Vietor povrch stien pravý

Zrkadlovo obrátený.



				AA 2m		AB 4,5m		AC=7m		AD=9,5m		AE=11,75
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	Zš	výška 2m	Zš	výška 4,5m	Zš	výška 7m	Zš	výška 9,5m	Zš	výška 11,75m
1, 2	A	-1,20	2,25	-1,35	2,50	-1,50						
2, 3	A	-1,20	2,25	-1,35	2,50	-1,50	2,50	-1,73				
3, 4	B	-0,95	2,25	-1,07	2,50	-1,18	2,50	-1,37	2,38	-1,47		
4, 5	B	-0,95	2,25	-1,07	2,50	-1,18	2,50	-1,37	2,38	-1,47	2,63	-1,78
5, 6	B	-0,95	2,25	-1,07	2,50	-1,18	2,50	-1,37	2,38	-1,47	2,63	-1,78
6, 7	B	-0,95	2,25	-1,07	2,50	-1,18	2,50	-1,37	2,38	-1,47	2,63	-1,78
7, 8	B	-0,95	2,25	-1,07	2,50	-1,18	2,50	-1,37	2,38	-1,47	2,63	-1,78
8, 9	C	-0,50	2,25	-0,56	2,50	-0,62	2,50	-0,72	2,38	-0,77		
9, 10	C	-0,50	2,25	-0,56	2,50	-0,62	2,50	-0,72				
10, 11	C	-0,50	2,25	-0,56	2,50	-0,62						

ZS 12 Vietor povrch stien pozdĺžny predný

– Doporučené hodnoty součinitelů vnějšího tlaku pro svislé stěny pozemních staveb s pravouhlým půdorysem

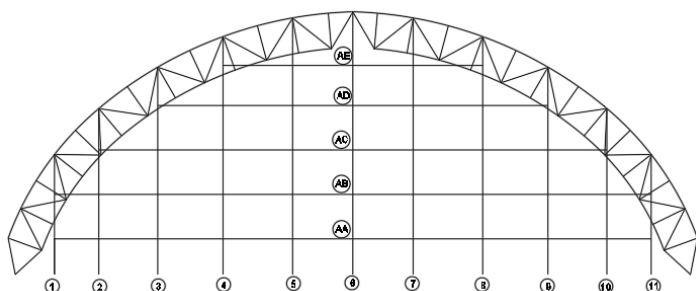
Oblast	A		B		C		D		E	
h/d	C _{pe,10}	C _{pe,1}	C _{pe,10}	C _{pe,1}	C _{pe,10}	C _{pe,1}	C _{pe,10}	C _{pe,1}	C _{pe,10}	C _{pe,1}
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-1,4	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
≤ 0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

D 0,725

E -0,35

ZS 13 Vietor povrch stien pozdĺžny zadný

Zrkadlovo obrátený.

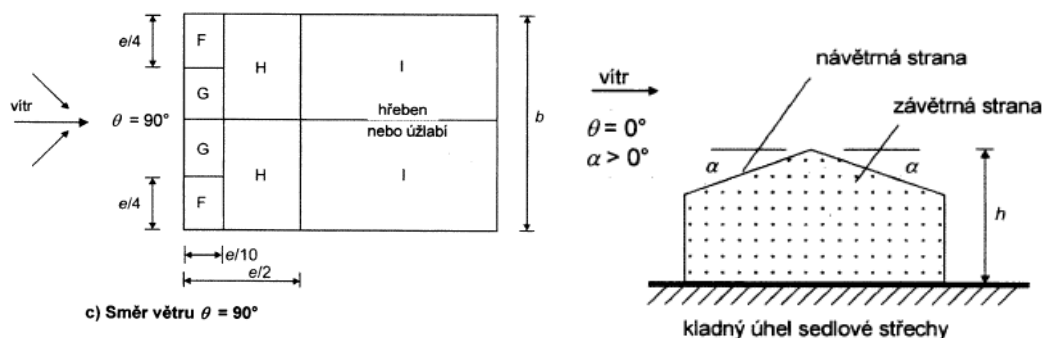


				AA 2m		AB 4,5m		AC=7m		AD=9,5m		AE=11,75	
	C _{pe,10}	C _{pe,10}	Zš	výška 2m	Zš	výška 4,5m	Zš	výška 7m	Zš	výška 9,5m	Zš	výška 11,75m	
1, 2	E	-0,35	2,25	-0,39	2,50	-0,44							
2, 3	E	-0,35	2,25	-0,39	2,50	-0,44	2,50	-0,51					
3, 4	E	-0,35	2,25	-0,39	2,50	-0,44	2,50	-0,51	2,38	-0,54			
4, 5	E	-0,35	2,25	-0,39	2,50	-0,44	2,50	-0,51	2,38	-0,54	2,63	-0,65	
5, 6	E	-0,35	2,25	-0,39	2,50	-0,44	2,50	-0,51	2,38	-0,54	2,63	-0,65	
6, 7	E	-0,35	2,25	-0,39	2,50	-0,44	2,50	-0,51	2,38	-0,54	2,63	-0,65	
7, 8	E	-0,35	2,25	-0,39	2,50	-0,44	2,50	-0,51	2,38	-0,54	2,63	-0,65	
8, 9	E	-0,35	2,25	-0,39	2,50	-0,44	2,50	-0,51	2,38	-0,54			
9, 10	E	-0,35	2,25	-0,39	2,50	-0,44	2,50	-0,51					
10, 11	E	-0,35	2,25	-0,39	2,50	-0,44							
				AA 2m		AB 4,5m		AC=7m		AD=9,5m		AE=11,75	
	C _{pe,10}	C _{pe,10}	Zš	výška 2m	Zš	výška 4,5m	Zš	výška 7m	Zš	výška 9,5m	Zš	výška 11,75m	
1, 2	D	0,73	2,25	0,81	2,50	0,90							
2, 3	D	0,73	2,25	0,81	2,50	0,90	2,50	1,05					
3, 4	D	0,73	2,25	0,81	2,50	0,90	2,50	1,05	2,38	1,12			
4, 5	D	0,73	2,25	0,81	2,50	0,90	2,50	1,05	2,38	1,12	2,63	1,35	
5, 6	D	0,73	2,25	0,81	2,50	0,90	2,50	1,05	2,38	1,12	2,63	1,35	
6, 7	D	0,73	2,25	0,81	2,50	0,90	2,50	1,05	2,38	1,12	2,63	1,35	
7, 8	D	0,73	2,25	0,81	2,50	0,90	2,50	1,05	2,38	1,12	2,63	1,35	
8, 9	D	0,73	2,25	0,81	2,50	0,90	2,50	1,05	2,38	1,12			
9, 10	D	0,73	2,25	0,81	2,50	0,90	2,50	1,05					
10, 11	D	0,73	2,25	0,81	2,50	0,90							

ZS 14- Vietor pozdĺžny sedlová ľavý

$$e = \min(b; 2 \cdot h) = \min(40; 2 \cdot 16 = 32) = 32 \text{ m} \quad d = 40 \text{ m}$$

Pri pozdĺžnom vetre bola konštrukcie zjednodušená na sedlovou strechu pod 4 rôznymi uhlami (40° , 25° , 10° , 2°)



Tabuľka 7.4b – Součinitele vnějšího tlaku pro sedlové střechy

Úhel sklonu α	Oblast pro směr větru $\theta = 90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-5°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	

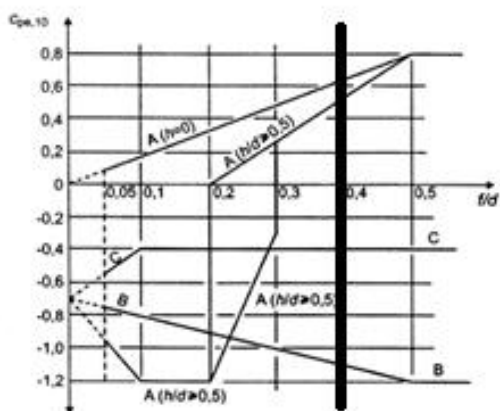
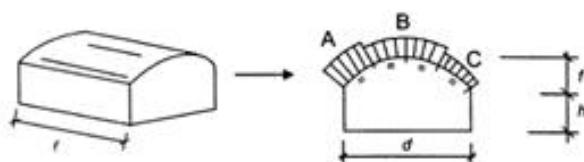
	40°	25°	10°	2°	Rozmery
Oblast	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	
F	-1,1	-1,17	-1,45	-1,6	$e/4 = 8 \text{ m} \times e/10 = 3,2 \text{ m}$
G	-1,4	-1,4	-1,3	-1,3	$12 \text{ m} \times e/10 = 3,2 \text{ m}$
H	-0,86	-0,73	-0,65	-0,7	$20 \text{ m} \times e/2 - e/10 = 12,8 \text{ m}$
I	-0,5	-0,5	-0,5	-0,6	$20 \text{ m} \times d - e/2 = 24 \text{ m}$

ZS 15- Vietor pozdĺžny sedlová pravý

Len zrkadlovo obrátený.

	výška	A-B	B-B		$C_{pe,10}$	Wk	Wk	Wk	Wk
		Zš	Zš			A-B	B-B	B-B	A-B
		Zš	Zš			F a G	H1-H3	I1-I5	I6
1	2,07	0,95	1,01	40°	F	-0,52	-0,43	-0,25	-0,24
2	4,00	1,91	2,01	40°	F	-1,04	-0,86	-0,50	-0,47
3	5,81	1,97	2,14	40°	F	-1,17	-0,99	-0,58	-0,53
4	7,71	2,00	2,20	40°	F	-1,34	-1,16	-0,67	-0,61
5	9,30	1,93	2,07	40°	F	-1,06	-0,89	-0,52	-0,48
6	10,65	2,00	2,00	40°	F	-1,41	-1,10	-0,64	-0,64
7	11,86	2,10	2,00	25°	F	-1,75	-1,04	-0,71	-0,75
8	12,94	2,10	2,00	25°	F	-1,69	-1,26	-0,73	-0,77
9	13,86	2,10	2,00	25°	G	-2,21	-1,10	-0,75	-0,79
10	14,63	2,10	2,00	10°	G	-2,11	-1,00	-0,77	-0,81
11	15,23	2,10	2,00	10°	G	-2,27	-1,32	-0,77	-0,81
12	15,66	2,10	2,00	10°	G	-2,15	-1,02	-0,79	-0,83
13	15,92	1,74	1,68	2°	G	-1,78	-0,93	-0,80	-0,82
14	16,00	1,38	1,37	2°	G	-1,41	-0,75	-0,65	-0,65

Vietor priečny valcová



obrázok : valcovú časť strechy

$f=16\text{m}$ $h=0\text{m}$ $d=40\text{m}$ $f/d=0,40$ $h/d=0$

ZS 16 Vietor priečny valcová ľavý

Vietor

Oblasť	$C_{pe,10}$
A	0,62
B	-1,1
C	-0,4

Hodnoty súčiniteľa sú získané z grafu

ZS 17 Vietor priečny valcová pravý

Len zrkadlovo obrátený.

		wk	wk
	$C_{pe,10}$	A-B	B
1	A	0,47	0,49
2	A	0,93	0,98
3	A	0,96	1,05
4	A	0,98	1,08
5	A	0,94	1,01
6	A	0,98	0,98
7	A	1,03	0,98
8	B	-1,82	-1,73
9	B	-1,82	-1,73
10	B	-1,82	-1,73
11	B	-1,82	-1,73
12	B	-1,82	-1,73
13	B	-1,51	-1,46
14	B	-1,19	-1,19
1	C	-0,30	-0,32
2	C	-0,60	-0,63
3	C	-0,62	-0,67
4	C	-0,63	-0,69
5	C	-0,61	-0,65
6	C	-0,61	-0,65
7	C	-0,63	-0,63

5. Súhrn zat'azenia

5.1. Zatažovacie stavy-súhrn

ZS 1 - Vlastná tiaž

ZS 2 - Ostatné stále zataženie - Strešný panel KS1000 XD

ZS 3 - Ostatné stále zataženie-TZB

ZS 4 - Úžitkové zataženie

ZS 5 - Sneh plný

ZS 6 - Sneh Naviaty 1 ľavý –

ZS 7 - Sneh Naviaty 1 pravý

ZS 8 - Sneh Naviaty 2 ľavý -

ZS 9 - Sneh Naviaty 2 pravý-

ZS 10- Vietor povrch stien ľavý

ZS 11- Vietor povrch stien pravý

ZS 12 Vietor povrch stien predný

ZS 13 Vietor povrch stien zadný

ZS 14- Vietor pozdĺžny sedlová ľavý

ZS 15- Vietor pozdĺžny sedlová pravý

ZS 16- Vietor priečny valcová ľavý

ZS 17- Vietor priečny valcová pravý

5.2. Kombinácie

(EN 1990 – vzorec 6.10a)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

(EN 1990 – vzorec 6.10b)

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Kombinačný predpis pre medzný stav únosnosti:

Kombinační súčiniteľ pre vietor: $\psi_0=0,6$

Kombinační súčiniteľ pre sneh: $\psi_0=0,5$

Súčiniteľ: $\xi=0,85$ Stále zataženie:

$\gamma_{G,sup}=1,35$ (nepriaznivé pôsobenie) $\gamma_{G,inf}=1,00$ (priaznivé pôsobenie)

$\gamma_{Q,sup}=1,50$ (nepriaznivé pôsobenie) $\gamma_{Q,inf}=0$ (priaznivé pôsobenie)

6. Medzný stav únosnosti

6.1 Strešný plášť KS1000 XD



Strešný panel KS1000 XD

vnější plech 0,7 mm (plošná prořezávací minibox) / vnitřní plech 1,1 mm



Systém	Tloušťka jádra [mm]	Případ zatížení	Všechna zatížení v kN/m² pro dané rozpory v metrech													
			2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	
Prostý nosník	80	Tlak	9,03	7,18	5,95	5,07	3,93	3,08	2,50	2,08	1,76	1,44	1,11	0,85	0,65	
		Sání	16,31	11,15	8,26	6,45	5,23	4,26	3,37	2,73	2,26	1,90	1,62	1,40	1,21	
		a _{min} [mm]	150	150	148	131	113	100	90	82	77	65	52	42	40	
	100	Tlak	9,02	7,18	5,94	5,06	4,23	3,32	2,70	2,24	1,91	1,64	1,35	1,06	0,83	
		Sání	15,38	10,65	7,99	6,32	5,17	4,34	3,71	3,04	2,53	2,14	1,84	1,59	1,40	
		a _{min} [mm]	150	150	150	150	143	126	113	103	96	89	79	66	54	
Spojitý nosník o 2 polích	80	Tlak	9,03	7,18	5,95	5,07	3,93	3,08	2,50	2,07	1,76	1,52	1,25	1,04		
		Sání	16,30	11,15	8,26	6,45	5,23	4,34	3,68	3,16	2,76	2,43	2,15	1,93		
		a _{min} [mm]	150	150	150	150	132	115	103	94	87	81	72	64		
	100	b _{min} [mm]	300	300	300	300	263	230	206	187	174	163	144	128		
		Tlak	9,02	7,18	5,94	5,06	4,23	3,32	2,69	2,24	1,90	1,64	1,44	1,27		
		Sání	15,38	10,65	7,99	6,32	5,17	4,34	3,71	3,22	2,83	2,50	2,24	2,01		
	a _{min} [mm]	150	150	150	150	143	126	113	103	95	89	85	81			
	b _{min} [mm]	300	300	300	299	287	251	225	206	191	179	170	161			

tabulka revize 09/2014

- max. zatížení v tlaku (charakteristická hodnota)
 - max. zatížení na sání větrem (charakteristická hodnota)
 - a_{min} - min. šířka krajní podpory
 - b_{min} - min. šířka střední podpory

Tabulka platí pro běžná proměnná klimatická zatížení. Při jiných požadavcích (dlouhodobá zatížení, teplotní zatížení v chladících apod.) je třeba provést zvláštní výpočet. Výpočty jsou provedeny v souladu s ČSN EN 14509. Hodnoty mezních zatížení uvedené v tabulce porovnávejte s charakteristickými hodnotami zatížení. Výpočty berou v úvahu vlastní hmotnost panelů. Možné chyby a opomenutí vyhrazeny. Mějte prosím na paměti, že tato tabulka nenahrazuje statický výpočet.

Obrázok : Strešný panel KS1000 XD - od výrobcu

<https://www.kingspan.com/sk/sk-sk/produkty/izolacne-sendvicove-panely/stresne-izolacne-panely/stresny-panel-ks1000-ff>

Tlak charakteristicky (v tabuľkách od výrobcu sa používa charakteristická hodnota)

Tlak = ZS8(sneh) + ZS17(vietor) = 2,63+1,08 = 3,43 kN/m prepočítane na m'

Satie charakteristické (v tabuľkách od výrobcu sa používa charakteristická hodnota)

Satie = ZS17(vietor) = 1,82 kN/m

podľa statických tabuliek od výrobcu je tlak na rozpätie 4m $g_{Rk}=4,23 \text{ kN/m}^2$

satie na rozpätie 4m $g_{Rk}=5,17 \text{ kN/m}^2$

Posúdenie


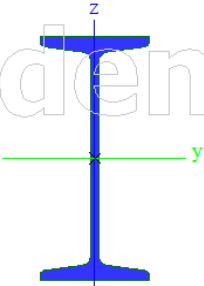
Tlak

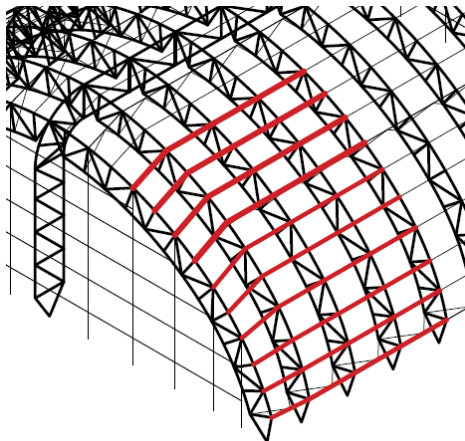
$g_k=3,43 \text{ kN/m}^2 \leq g_{Rk}=4,23 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{vyhovuje}$

Satie

$g_k=1,82 \text{ kN/m}^2 \leq g_{Rk}=5,17 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{vyhovuje}$

6.2. Vážnica IPN 240

Vážnica		
Typ	IPN240	
Kód tvaru	1 - I prierez	
Typ tvaru	Tenkostenný	
Materiálová položka	S 235	
Výroba	valcovaný	
Farba		
Rovinný vzper y-y,	a	b
Rovinný vzper z-z		
A [m ²]	4,6100e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,9612e-03	2,1010e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	8,4403e-01	8,4403e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	53	120
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	4,2500e-05	2,2100e-06
i _y [mm], i _z [mm]	96	22
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,5400e-04	4,1700e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	4,1200e-04	7,0000e-05
M _{pl,y+} [Nm], M _{pl,y-} [Nm]	9,65e+04	9,65e+04
M _{pl,z+} [Nm], M _{pl,z-} [Nm]	1,64e+04	1,64e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,5000e-07	3,3469e-08
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste medzi B3 N3 priečného väzníka a B4 N3 priečného väzníka.
 Číslovanie zo strany 7.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezo	1
Posudok na ťah	0,00 -
Posudok na ohyb pre M _y	0,01 -
Posudok na ohyb pre M _z	0,29 -
Posudok na krútenie	0,00 -
Kombinovaný posudok na ohyb, osovú a šmykovú silu	0,29 -
Záver - posudok prierezu	0,29 -

Vnútorne sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	0,68	kN
V _{y,Ed}	0,00	kN
V _{z,Ed}	0,00	kN
T _{Ed}	0,00	kNm
M _{y,Ed}	0,61	kNm
M _{z,Ed}	4,77	kNm

Kombinácia

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 1.5 \cdot ZS5 + 0,9 \cdot ZS14$$

Zatriedenie prierezu

Stojna $c/t=240/9=26,6 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow$ trieda 1


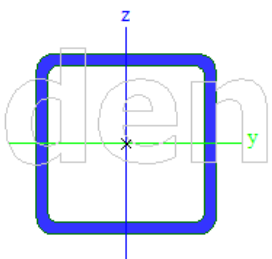
Pasnica $c/t=46/13=3,55 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow$ trieda 1

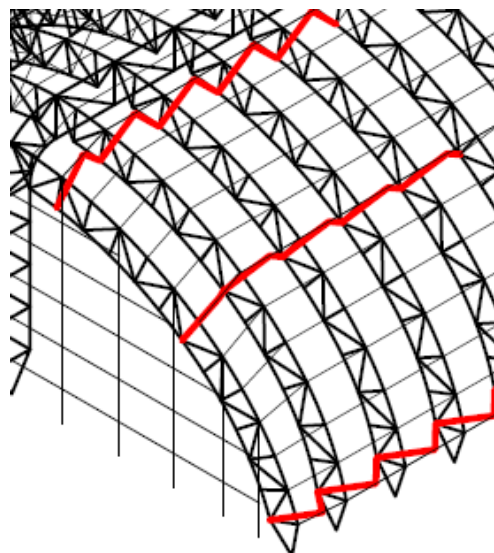
Posudok na ohyb

$$M_{rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} / \gamma_{M1} = (0,07 \cdot 10^{-3} \cdot 235000) / 1,00 = 16,45 \text{ kNm}$$

$$M_{rd,z} / M_{ed,z} = 4,77 / 16,45 = 0,29 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.3. Pozdĺžne stužidlo SHS 40/40/2,5

Pozdĺžne stužidlo		
Typ	SHS40/40/2.5	
Kód tvaru	2 - Obdĺžnikový dutý prierez	
Typ tvaru	Tenkostenný	
Materiálová položka	S 235	
Výroba	valcovaný	
Farba		
Rovinný vzper y-y,	a	a
Rovinný vzper z-z		
A [m ²]	3,6800e-04	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,8408e-04	1,8408e-04
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,5400e-01	2,8922e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	20	20
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	8,5400e-08	8,5400e-08
i _y [mm], i _z [mm]	15	15
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	4,2700e-06	4,2700e-06
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	5,1400e-06	5,1400e-06
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,21e+03	1,21e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,21e+03	1,21e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,3600e-07	2,1333e-11
\beta _y [mm], \beta _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste medzi B1 N7 priečného väzníka a B2 N7 priečného väzníka.

Číslovanie zo strany 7.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	1
Posudok na tlak	0,12 -
Posudok na šmyk pre V _z	0,00 -
Posudok na krútenie	0,00 -
Záver - posudok prierezu	0,12 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,55 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,58 -
Záver - posudok stability	0,58 -

Vnútorne sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-10,77	kN
V _{y,Ed}	0,00	kN
V _{z,Ed}	-0,04	kN
T _{Ed}	0,00	kNm
M _{y,Ed}	0,00	kNm
M _{z,Ed}	0,00	kNm

Kombinacia

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 0.75 \cdot ZS9 + 1.5 \cdot ZS16$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t=35/2,5=14 \leq 72 \varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=35/2,5=14 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posudok na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{Rd} = A \cdot f_{yd} / \gamma_{M0} = 0,368 \cdot 10^{-3} \cdot 235000 / 1,0 = 86,5 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{Ed} / N_{Rd} = 10,77 / 86,5 = 0,12 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperné dĺžka –

Prút je klubové uložený na oboch koncov.

Pri vybočení v rovine i z roviny prvku je systémová dĺžka sa rovná vzpernej.

$$L_{cr,y,z} = \beta \cdot L_{y,z} = 1,0 \cdot 2,83 = 2,83 \text{ m}$$

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_z = \lambda_y = L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I} = L_{cr,y} / i_{y,z} = 2,83 / 0,015 = 188,6$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_z = \lambda'_y = \lambda_y / \lambda_1 = \lambda_y / (93,9 \cdot \varepsilon) = 188,6 / 93,9 = 2$$

Súčiniteľ imperfekcie

$$\text{vzperná krivka } a \rightarrow \alpha = 0,21$$

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_z = \Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (2 - 0,2) + 2^2] = 2,69$$

$$\chi_z = \chi_y = 1 / (\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda'^2_y}) = 1 / (2,69 + \sqrt{2,69^2 - 2^2}) = 0,22$$


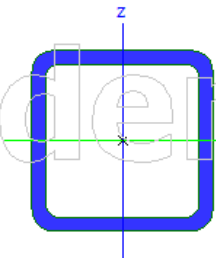
$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,22; 0,22) = 0,22$$

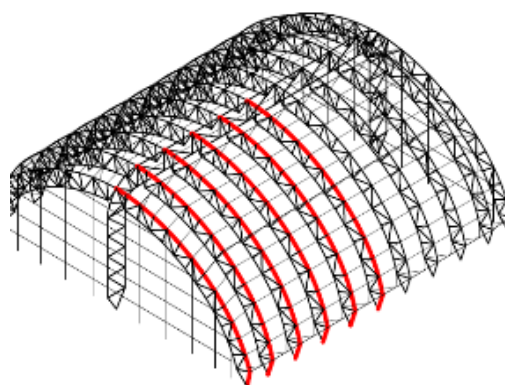
Návrhová vzperná únosnosť tlačeneého prútu

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} / \gamma_{M1} = (0,22 \cdot 0,368 \cdot 10^{-3} \cdot 235000) / 1,00 = 19 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{b,Rd} = 10,77 / 19 = 0,57 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.4. Horný pás priečneho väzníka SHS 80/80/6

Priečný horný pás		
Typ	SHS80/80/6.0	
Kód tvaru	2 - Obdĺžnikový dutý prierez	
Typ tvaru	Tenkostenný	
Materiálová položka	S 235	
Výroba	valcovaný	
Farba		
Rovinný vzper y-y,	a	a
Rovinný vzper z-z		
A [m ²]	1,7400e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	8,6833e-04	8,6833e-04
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	3,0500e-01	5,6613e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	40	40
\alfa [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,5600e-06	1,5600e-06
i _y [mm], i _z [mm]	30	30
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,9100e-05	3,9100e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	4,7800e-05	4,7800e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,12e+04	1,12e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,12e+04	1,12e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,5200e-06	1,6384e-09
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste medzi B5 N5 priečneho väzníka a B5 N6 priečneho väzníka.

Číslovanie zo strany 7.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	1
Posudok na tlak	0,30 -
Posudok na ohyb pre M _y	0,01 -
Posudok na ohyb pre M _z	0,00 -
Posudok na šmyk pre V _y	0,00 -
Posudok na šmyk pre V _z	0,00 -
Posudok na krútenie	0,00 -
Kombinovaný posudok na ohyb, osovú a šmykovú silu	0,00 -
Záver - posudok prierezu	0,30 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,73 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,74 -
Záver - posudok stability	0,74 -

Vnútorne sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-121,63	kN
V _{y,Ed}	0,00	kN
V _{z,Ed}	-0,07	kN
T _{Ed}	0,00	kNm
M _{y,Ed}	0,11	kNm
M _{z,Ed}	0,00	kNm

Kombinácia

$$ZS1 + ZS2 + ZS3 + 1.5 \cdot ZS16$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t=35/2,5=14 \leq 72\varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=35/2,5=14 \leq 33\varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posudok na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{Rd} = A \cdot f_{yd} / \gamma_{M0} = 1,74 \cdot 10^{-3} \cdot 235000 / 1,0 = 409 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{Ed} / N_{Rd} = 122 / 409 = 0,30 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperná dĺžka

Diagonály a zvislice zabezpečujú vybočenie v rovine prvků.

Priečne stužidlá zabezpečujú vybočenie v z roviny

$$L_{cr,y} = 1,9m$$

$$L_{cr,z} = 3,8m$$

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_y = L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I} = L_{cr,y} / i_{y,z} = 2 / 0,03 = 66,66$$

$$\lambda_z = L_{cr,z} \cdot \sqrt{A/I} = L_{cr,z} / i_{y,z} = 4 / 0,03 = 133,33$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_y = \lambda_y / \lambda_1 = \lambda_y / (93,9 \cdot \varepsilon) = 66,66 / 93,9 = 0,71$$

$$\lambda'_z = \lambda_z / \lambda_1 = \lambda_z / (93,9 \cdot \varepsilon) = 133,33 / 93,9 = 1,41$$

Súčiniteľ imperfekcie

$$\text{vzperná krivka } a \rightarrow \alpha = 0,21$$

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,71 - 0,2) + 0,71^2] = 0,8056$$

$$\chi_y = 1 / (\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda'^2_y}) = 1 / (0,81 + \sqrt{0,81^2 - 0,71^2}) = 0,842$$

$$\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,41 - 0,2) + 1,41^2] = 1,621$$

$$\chi_z = 1 / (\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda'^2_z}) = 1 / (1,621 + \sqrt{1,621^2 - 1,41^2}) = 0,413$$


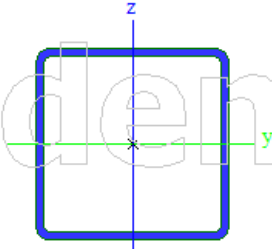
$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,84; 0,41) = 0,413$$

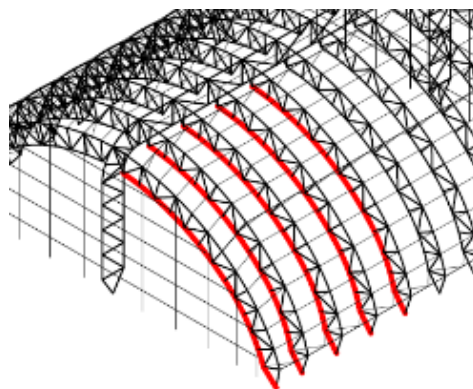
Návrhová vzperná únosnosť tlačeneého prútu

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} / \gamma_{M1} = (0,413 \cdot 1,74 \cdot 10^{-3} \cdot 235000) / 1,00 = 168,8 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{b,Rd} = 121,6 / 168,8 = 0,72 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.5. Dolný pás priečného väzníka SHS 130/130/5

Priečny dolný pás		
Typ	SHS130/130/5.0	
Kód tvaru	2 - Obdĺžnikový dutý prierez	
Typ tvaru	Tenkostenný	
Materiálová položka	S 235	
Výroba	valcovaný	
Farba		
Rovinný vzper y-y,	a	a
Rovinný vzper z-z		
A [m ²]	2,4700e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,2363e-03	1,2363e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	5,0706e-01	9,7844e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	65	65
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	6,4000e-06	6,4000e-06
i _y [mm], i _z [mm]	51	51
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	9,8500e-05	9,8500e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,1542e-04	1,1542e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,71e+04	2,71e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,71e+04	2,71e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	9,9600e-06	1,5471e-08
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste medzi B4 N7 priečného väzníka a B4 N8 priečného väzníka.
 Číslovanie zo strany 7.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezo	1
Posudok na tlak	0,13 -
Posudok na ohyb pre M _y	0,01 -
Posudok na ohyb pre M _z	0,00 -
Posudok na šmyk pre V _y	0,00 -
Posudok na šmyk pre V _z	0,00 -
Posudok na krútenie	0,00 -
Kombinovaný posudok na ohyb, osovú a šmykovú silu	0,00 -
Záver - posudok prierezu	0,13 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,53 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,54 -
Záver - posudok stability	0,54 -

Vnútorne sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-74,28	kN
V _{y,Ed}	0,00	kN
V _{z,Ed}	0,29	kN
T _{Ed}	0,00	kNm
M _{y,Ed}	0,29	kNm
M _{z,Ed}	0,00	kNm

Kombinácia

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 1.50 \cdot ZS5 + 0.75 \cdot ZS16$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t=120/5=24 \leq 72 \varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=120/5=24 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posudok na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{Rd} = A \cdot f_{yd} / \gamma_{M0} = 2,47 \cdot 10^{-3} \cdot 235000 / 1,0 = 580 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{Ed} / N_{Rd} = 74 / 580 = 0,13 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperná dĺžka

Diagonály a zvislice zabezpečujú vybočenie v rovine prvku.

Pozdĺžne stužidla zabezpečujú vybočenie v z roviny

$$L_{cr,y} = 1,8 \text{ m}$$

$$L_{cr,z} = 9,11 \text{ m}$$

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_y = L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I} = L_{cr,y} / i_{y,z} = 1,8 / 0,051 = 35$$

$$\lambda_z = L_{cr,z} \cdot \sqrt{A/I} = L_{cr,z} / i_{y,z} = 9,11 / 0,051 = 178,6$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_y = \lambda_y / \lambda_1 = \lambda_y / (93,9 \cdot \varepsilon) = 35 / 93,9 = 0,372$$

$$\lambda'_z = \lambda_z / \lambda_1 = \lambda_z / (93,9 \cdot \varepsilon) = 178,6 / 93,9 = 1,9$$

Súčiniteľ imperfekcie

$$\text{vzperná krivka } a \rightarrow \alpha = 0,21$$

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,71 - 0,2) + 0,71^2] = 0,58$$

$$\chi_y = 1 / (\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda'^2_y}) = 1 / (0,58 + \sqrt{0,58^2 - 0,71^2}) = 0,96$$

$$\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,9 - 0,2) + 1,9^2] = 2,48$$

$$\chi_z = 1 / (\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda'^2_z}) = 1 / (2,48 + \sqrt{2,48^2 - 1,9^2}) = 0,25$$


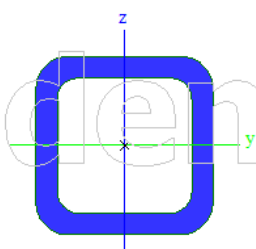
$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,84; 0,25) = 0,25$$

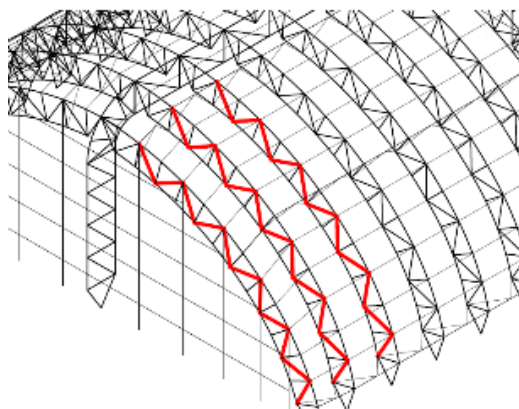
Návrhová vzperná únosnosť tlačeneého prútu

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} / \gamma_{M1} = (0,25 \cdot 2,47 \cdot 10^{-3} \cdot 235000) / 1,00 = 145 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{b,Rd} = 74,8 / 145 = 0,51 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.6. Diagonála priečného väzníka SHS 50/50/6

Priečna diagonála		
Typ	SHS50/50/6.0	
Kód tvaru	2 - Obdĺžnikový dutý prierez	
Typ tvaru	Tenkostenný	
Materiálová položka	S 235	
Výroba	valcovaný	
Farba		
Rovinný vzper y-y,	a	a
Rovinný vzper z-z		
A [m ²]	1,0200e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	5,0833e-04	5,0833e-04
A _L [m ² /m], A ₀ [m ² /m]	1,8500e-01	3,2613e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	25	25
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,2000e-07	3,2000e-07
i _y [mm], i _z [mm]	18	18
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,2800e-05	1,2800e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,6500e-05	1,6500e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	3,87e+03	3,87e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	3,87e+03	3,87e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	5,3600e-07	1,5625e-10
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste medzi B1 N5 priečného väzníka a B1 N6 priečného väzníka.
 Číslovanie zo strany 7.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	1
Posudok na tlak	0,24 -
Posudok na šmyk pre V _z	0,00 -
Posudok na krútenie	0,00 -
Záver - posudok prierezu	0,24 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,76 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,76 -
Záver - posudok stability	0,76 -

Vnútorne sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-57,01	kN
V _{y,Ed}	0,00	kN
V _{z,Ed}	0,00	kN
T _{Ed}	0,00	kNm
M _{y,Ed}	0,00	kNm
M _{z,Ed}	0,00	kNm

Kombinácia

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 0.75 \cdot ZS6 + 1.5 \cdot ZS11$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t = 38/6 = 6.3 \leq 72 \varepsilon = 72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t = 38/6 = 6.3 \leq 33 \varepsilon = 33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posudok na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{Rd} = A \cdot f_{yd} / \gamma_{M0} = 1.02 \cdot 10^{-3} \cdot 235000 / 1.0 = 235 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{Ed} / N_{Rd} = 57 / 235 = 0.24 \leq 1.0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperné dĺžka –

Prút je klubové uložený na oboch koncov.

Pri vybočení v rovine i z roviny prvku je systémová dĺžka sa rovná vzpernej.

$$L_{cr,y,z} = \beta \cdot L_{y,z} = 1.0 \cdot 2.76 = 2.76 \text{ m}$$

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_z = \lambda_y = L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I} = L_{cr,y} / i_{y,z} = 2.76 / 0.018 = 153$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_z = \lambda'_y = \lambda_y / \lambda_1 = \lambda_y / (93.9 \cdot \varepsilon) = 153 / 93.9 = 1.63$$

Súčiniteľ imperfekcie

$$\text{vzperná krivka } a \rightarrow \alpha = 0.21$$

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_z = \Phi_y = 0.5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0.2) + \lambda'^2_y] = 0.5 \cdot [1 + 0.21 \cdot (1.63 - 0.2) + 1.63^2] = 1.97$$

$$\chi_z = \chi_y = 1 / (\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda'^2_y}) = 1 / (1.97 + \sqrt{1.97^2 - 1.12^2}) = 0.32$$


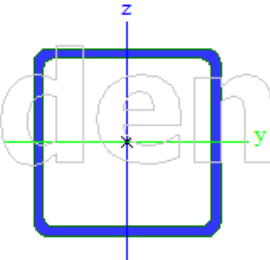
$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0.32; 0.32) = 0.32$$

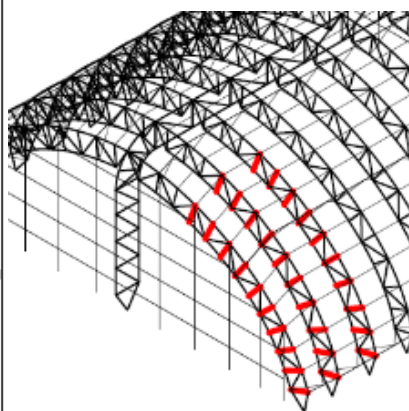
Návrhová vzperná únosnosť tlačeneého prútu

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} / \gamma_{M1} = (0.32 \cdot 1.02 \cdot 10^{-3} \cdot 235000) / 1.00 = 76.7 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{b,Rd} = 57 / 76.7 = 0.74 \leq 1.00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.7. Zvislica priečného väzníka SHS 50/50/2,6

Priečna zvislica		
Typ	SHS50/50/2.6	
Kód tvaru	2 - Obdĺžnikový dutý prierez	
Typ tvaru	Tenkostenný	
Materiálová položka	S 235	
Výroba	valcovaný	
Farba		
Rovinný vzper y-y,	a	a
Rovinný vzper z-z		
A [m ²]	4,8600e-04	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,4279e-04	2,4279e-04
A _t [m ² /m], A ₀ [m ² /m]	1,9300e-01	3,6799e-01
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	25	25
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,8000e-07	1,8000e-07
i _y [mm], i _z [mm]	19	19
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	7,2100e-06	7,2100e-06
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	8,5800e-06	8,5800e-06
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,02e+03	2,02e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,02e+03	2,02e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,8400e-07	6,7708e-11
\beta _y [mm], \beta _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste medzi A1 N1 priečného väzníka.
Číslovanie zo strany 7.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezu	1
Posudok na tlak	0,36 -
Posudok na šmyk pre V _z	0,00 -
Posudok na krútenie	0,01 -
Záver - posudok prierezu	0,36 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,60 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,62 -
Záver - posudok stability	0,62 -

Vnútorne sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-40,87	kN
V _{y,Ed}	0,00	kN
V _{z,Ed}	-0,04	kN
T _{Ed}	0,01	kNm
M _{y,Ed}	0,00	kNm
M _{z,Ed}	0,00	kNm

Kombinácia

$$1 \cdot ZS1 + 1 \cdot ZS2 + 1 \cdot ZS3 + 1.50 \cdot ZS11$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t=45/2,6=17,3 \leq 72 \varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=45/2,6=17,3 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posudok na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{Rd} = A \cdot f_{yd} / \gamma_{M0} = 0,48 \cdot 10^{-3} \cdot 235000 / 1,0 = 113 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{Ed} / N_{Rd} = 41 / 113 = 0,36 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperné dĺžka –

Prút je klubové uložený na oboch koncov.

Pri vybočení v rovine i z roviny prvku je systémová dĺžka sa rovná vzpernej.

$$L_{cr,y,z} = \beta \cdot L_y, z = 1,0 \cdot 2 = 2 \text{ m}$$

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_z = \lambda_y = L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I} = L_{cr,y} / i_{y,z} = 2 / 0,019 = 105$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_z = \lambda'_y = \lambda_y / \lambda_1 = \lambda_y / (93,9 \cdot \varepsilon) = 105 / 93,9 = 1,12$$

Súčiniteľ imperfekcie

$$\text{vzperná krivka } a \rightarrow \alpha = 0,21$$

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_z = \Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,12 - 0,2) + 1,12^2] = 1,22$$

$$\chi_z = \chi_y = 1 / (\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda'^2_y}) = 1 / (1,22 + \sqrt{1,22^2 - 1,12^2}) = 0,58$$


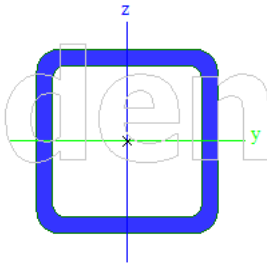
$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,58; 0,58) = 0,58$$

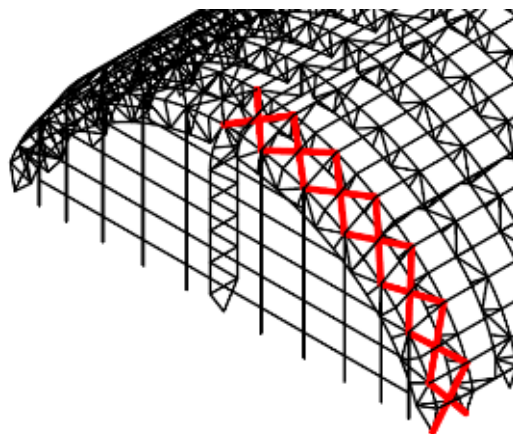
Návrhová vzperná únosnosť tlačeneého prútu

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} / \gamma_{M1} = (0,58 \cdot 0,486 \cdot 10^{-3} \cdot 235000) / 1,00 = 66 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{b,Rd} = 41 / 66 = 0,62 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.8. Priechne stužidlo SHS 70/70/6

Priechne stužidlo		
Typ	SHS70/70/6.0	
Kód tvaru	2 - Obdĺžnikový dutý prierez	
Typ tvaru	Tenkostenný	
Materiálová položka	S 235	
Výroba	valcovaný	
Farba		
Rovinný vzper y-y,	a	a
Rovinný vzper z-z		
A [m ²]	1,5000e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	7,4833e-04	7,4833e-04
A _L [m ² /m], A ₀ [m ² /m]	2,6500e-01	4,8613e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	35	35
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,0100e-06	1,0100e-06
i _y [mm], i _z [mm]	26	26
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,8700e-05	2,8700e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	3,5500e-05	3,5500e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	8,34e+03	8,34e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	8,34e+03	8,34e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,6300e-06	8,4035e-10
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste medzi A1 N4 priečného väzníka a B1 N6 priečného väzníka.
Číslovanie zo strany 7.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	1
Posudok na tlak	0,13 -
Záver - posudok prierezu	0,13 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,76 -
Záver - posudok stability	0,76 -

Vnútorne sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-46,02	kN
V _{y,Ed}	0,00	kN
V _{z,Ed}	0,00	kN
T _{Ed}	0,00	kNm
M _{y,Ed}	0,00	kNm
M _{z,Ed}	0,00	kNm

Kombinácia

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 0,75 \cdot ZS5 + 1,5 \cdot ZS11$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t=58/6=9,7 \leq 72 \varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=58/6=9,7 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posudok na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{Rd} = A \cdot f_{yd} / \gamma_{M0} = 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 235000 / 1,0 = 352 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{Ed} / N_{Rd} = 46 / 352 = 0,13 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperné dĺžka –

Prút je klubové uložený na oboch koncov.

Pri vybočení v rovine i z roviny prvku je systémová dĺžka sa rovná vzpernej.

$$L_{cr,y,z} = \beta \cdot L_{y,z} = 1,0 \cdot 5,63 = 5,63 \text{ m}$$

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_z = \lambda_y = L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I} = L_{cr,y} / i_{y,z} = 5,63 / 0,026 = 216$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_z = \lambda'_y = \lambda_y / \lambda_1 = \lambda_y / (93,9 \cdot \varepsilon) = 216 / 93,9 = 2,3$$

Súčiniteľ imperfekcie

$$\text{vzperná krivka } a \rightarrow \alpha = 0,21$$

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_z = \Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (2,3 - 0,2) + 2,3^2] = 3,36$$

$$\chi_z = \chi_y = 1 / (\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda'^2_y}) = 1 / (3,36 + \sqrt{3,36^2 - 2,3^2}) = 0,17$$


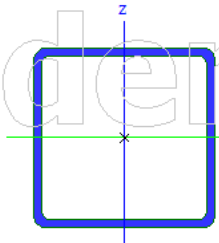
$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,17; 0,17) = 0,17$$

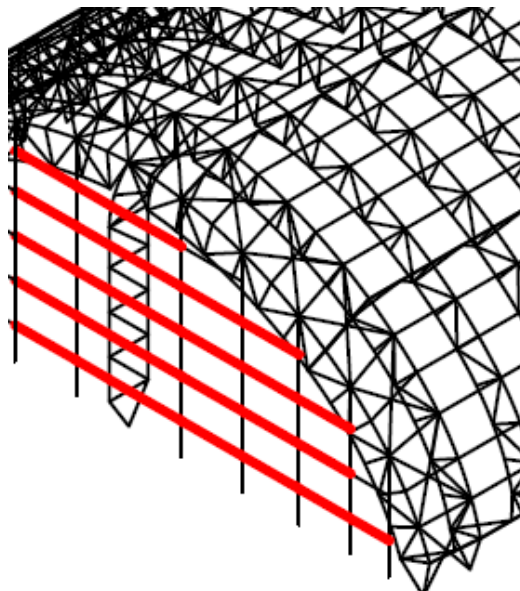
Návrhová vzperná únosnosť tlačeneého prútu

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} / \gamma_{M1} = (0,17 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 235000) / 1,00 = 60 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{b,Rd} = 46 / 66 = 0,76 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.9. Paždík SHS 80/80/3,6

Paždík		
Typ	SHS80/80/3.6	
Kód tvaru	2 - Obdĺžnikový dutý prierez	
Typ tvaru	Tenkostenný	
Materiálová položka	S 235	
Výroba	valcovaný	
Farba		
Rovinný vzper y-y,	a	a
Rovinný vzper z-z		
A [m ²]	1,0900e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	5,4300e-04	5,4300e-04
A _L [m ² /m], A _O [m ² /m]	3,1100e-01	5,9568e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	40	40
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,0500e-06	1,0500e-06
i _y [mm], i _z [mm]	31	31
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,6200e-05	2,6200e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	3,1000e-05	3,1000e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	7,27e+03	7,27e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	7,27e+03	7,27e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,6400e-06	9,8304e-10
\beta _y [mm], \beta _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste medzi AE N4 stĺpu a AE N5 stĺpu.
 Číslovanie zo strany 16.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	1
Posudok na tlak	0,07 -
Posudok na ohyb pre M _y	0,03 -
Posudok na ohyb pre M _z	0,59 -
Posudok na krútenie	0,01 -
Kombinovaný posudok na ohyb, osovú a šmykovú silu	0,41 -
Záver - posudok prierezu	0,59 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,16 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,81 -
Záver - posudok stability	0,81 -

Vnútročné sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-18,46	kN
V _{y,Ed}	0,00	kN
V _{z,Ed}	0,00	kN
T _{Ed}	0,05	kNm
M _{y,Ed}	0,18	kNm
M _{z,Ed}	-4,29	kNm

Kombinácia

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 0.75 \cdot ZS9 + 1.5 \cdot ZS10$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t=72,8/3,6=20,2 \leq 72 \varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=72,8/3,6=20,2 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posúdenie na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{rd}=A \cdot f_y/\gamma_{M0}=1,1 \cdot 10^{-3} \cdot 235000/1,0=258 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{ed}/N_{rd}=18,5/258=0,07 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperná dĺžka

Sltp zabezpečuje ze nevybočenie v rovine prvku.

Pri vybočení z roviny prvku je systémová dĺžka sa rovná vzpernej.

$$L_{cr,y,z}=\beta \cdot L_{y,z}=1,0 \cdot 3,92=3,92 \text{ m}$$

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_y=L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,y}/i_{y,z}=3,92/0,031=126$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_y=\lambda_y/\lambda_1=\lambda_y/(93,9 \cdot \varepsilon)=126/93,9=1,34$$

Súčiniteľ imperfekcie

$$\text{vzperná krivka } a \rightarrow \alpha=0,21$$

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_y=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_y-0,2)+\lambda'^2_y]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (1,34-0,2)+1,34^2]=1,52$$

$$\chi_y=1/(\Phi_y+\sqrt{\Phi_y^2-\lambda'^2_y})=1/(1,52+\sqrt{1,52^2-1,34^2})=0,45$$

$$\chi=\min(\chi_y;\chi_z)=0,45$$

Návrhová vzperná únosnosť tlačeneho prútu

$$N_{b,Rd}=\chi \cdot A \cdot f_{yd}/\gamma_{M1}=(0,45 \cdot 1,09 \cdot 10^{-3} \cdot 235000)/1,00=115 \text{ kN}$$

$$N_{Ed}/N_{b,Rd}=19/115=0,15 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Posudok na ohyb

$$M_{rd,z}=W_{ply} \cdot f_{yd}/\gamma_{M1}=(0,031 \cdot 10^{-3} \cdot 235000)/1,00=7,28 \text{ kNm}$$

$$M_{rdz}/M_{ed,z}=4,29/7,28=0,58 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Posudok ohybu a osového tlaku

$$M_{rd,y} = M_{rd,y} = 7,29 \text{ kNm}$$

$$N_{Rk} = 256 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = 18,46 \text{ kN}$$

- k_{yy}

$$C_{my} = 0,9$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot [1 + (\lambda'_y - 0,2) \cdot (N_{ed} / (\chi_y \cdot (N_{Rk} / \gamma_{M1})))] \leq$$

$$\leq C_{my} \cdot [1 + 0,8 \cdot (N_{ed} / (\chi_y \cdot (N_{Rk} / \gamma_{M1})))]$$

$$k_{yy} = 0,9 \cdot [1 + (1 - 0,2) \cdot (18,46 / (1 \cdot (256 / 1,0)))] = 0,9$$

$$k_{yy} \leq 0,9 \cdot [1 + 0,8 \cdot (18,46 / (1 \cdot (256 / 1,0)))] = 0,9$$

$$\rightarrow k_{yy} = 0,9$$

- k_{zy}

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,9 = 0,54$$

- k_{zz}

$$C_{mz} = 0,95$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot [1 + (\lambda'_z - 0,2) \cdot (N_{ed} / (\chi_z \cdot (N_{Rk} / \gamma_{M1})))] \leq$$

$$\leq C_{mz} \cdot [1 + 0,8 \cdot (N_{ed} / (\chi_z \cdot (N_{Rk} / \gamma_{M1})))]$$

$$k_{zz} = 0,9 \cdot [1 + (1,34 - 0,2) \cdot (18,46 / (0,45 \cdot (256 / 1,0)))] = 1,13$$

$$k_{zz} \leq 0,9 \cdot [1 + 0,8 \cdot (18,46 / (0,45 \cdot (256 / 1,0)))] = 1,07$$

$$\rightarrow k_{zz} = 1,07$$

- k_{yz}

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 1,07 = 0,624$$

Posúdenie

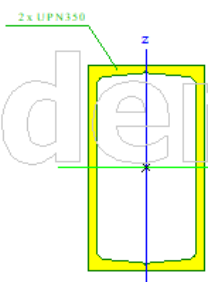
$$N_{ed} / (\chi_y \cdot N_{Rk}) / \gamma_{M1} + k_{yy} \cdot M_{y,ed} / (\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}) / \gamma_{M1} + k_{yz} \cdot M_{z,ed} / (M_{z,Rk}) / \gamma_{M1} \leq 1,0$$

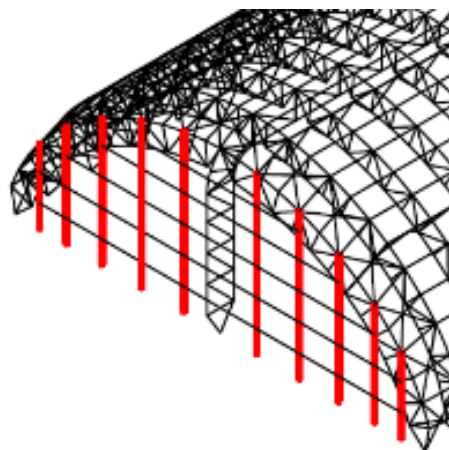
$$18,46 / (1 \cdot 256,15) / 1,0 + (0,9 \cdot 0,18) / (1,0 \cdot 7,29) / 1,0 + 0,64 \cdot 4,29 / (7,29) / 1,0 \leq 1,0$$
$$= 0,47 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$N_{ed} / (\chi_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{M1} + k_{zy} \cdot M_{y,ed} / (\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}) / \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot M_{z,ed} / (M_{z,Rk}) / \gamma_{M1} \leq 1,0$$

$$18,46 / (0,45 \cdot 256,15) / 1,0 + (0,54 \cdot 0,18) / (1,0 \cdot 7,29) / 1,0 + 1,07 \cdot 4,29 / (7,29) / 1,0 \leq 1,0$$
$$= 0,81 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.10. Stĺp 2UPN 350

Stĺp		
Typ	2U box	
Detailný	UPN350	
Typ tvaru	Tenkostenný	
Materiálová položka	S 235	
Výroba	zvarovaný	
Farba		
Rovinný vzper y-y,	b	b
Rovinný vzper z-z		
A [m ²]	1,5251e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	5,8343e-03	9,4870e-03
A _L [m ² /m], A _O [m ² /m]	1,1000e+00	2,0648e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	100	175
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,5166e-04	1,0075e-04
i _y [mm], i _z [mm]	128	81
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,4381e-03	1,0075e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,7662e-03	1,1721e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	4,15e+05	4,15e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,75e+05	2,75e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,1866e-04	1,4624e-07
\beta _y [mm], \beta _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste 6 stĺpu. Číslovanie zo strany 16.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	1
Posudok na tlak	0,00 -
Posudok na ohyb pre M _y	0,00 -
Posudok na ohyb pre M _z	0,27 -
Posudok na šmyk pre V _y	0,01 -
Posudok na šmyk pre V _z	0,00 -
Kombinovaný posudok na ohyb, osovú a šmykovú silu	0,28 -
Záver - posudok prierezu	0,28 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok ohybu a osového tlaku	0,27 -
Záver - posudok stability	0,27 -

Vnútorne sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-11,16	kN
V _{y,Ed}	5,17	kN
V _{z,Ed}	-0,15	kN
T _{Ed}	0,00	kNm
M _{y,Ed}	-0,69	kNm
M _{z,Ed}	75,74	kNm

Kombinácia

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 0,75 \cdot ZS5 + 1,5 \cdot ZS10$$

Nechaná rezerva pre posúdenie priehybu.

Zatriedenie prierezu

$$c/t=283/14=20\leq 33\varepsilon=33\rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=86/16=5,4\leq 33\varepsilon=33\rightarrow \text{trieda 1}$$

Posudok na ohyb

$$M_{rd,z}=W_{plz}\cdot f_{yd}/\gamma_{M1}=(1,172\cdot 10^{-3}\cdot 235000)/1,00=275,4\text{ kNm}$$

$$M_{rd,z}/M_{ed,z}=76/275,4=0,28\leq 1,00\rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperná dĺžka

Paždiky zabezpečujú vybočenie v rovine prvku.

Vybočenie z roviny je celá dĺžka stĺpu

$$L_{cr,y}=1,96\text{ m}$$

$$L_{cr,z}=8,96\text{ m} \quad L_{cr,z}=10,80\text{ m}$$

Priehyb

	Prvok	dx [m]	Stav - kombi	uy [mm]	Rel uy [1/...]	uz [mm]	Rel uz [1/...]	Posudok uy ...	Posudok uz ...
1	B1907	0,357	MSP/1	-50,6	1/285	0,0	1/10000	0,70	0,00
2	B1907	0,714	MSP/2	0,0	1/10000	0,1	1/10000	0,00	0,00
3	B1870	1,429	MSP/3	-7,2	1/1610	-0,1	1/10000	0,12	0,01
4	B1846	1,429	MSP/4	-7,2	1/1610	0,1	1/10000	0,12	0,01
5	B1866	1,125	MSP/3	-17,9	1/745	-0,1	1/10000	0,27	0,01
6	B1851	1,125	MSP/4	-17,9	1/745	0,1	1/10000	0,27	0,01

$$\delta_{\max}=50,6\text{ mm}$$

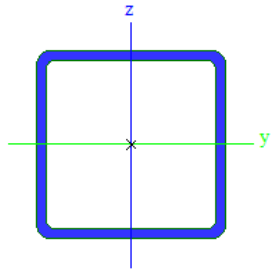
$$L=14411\text{ mm}$$

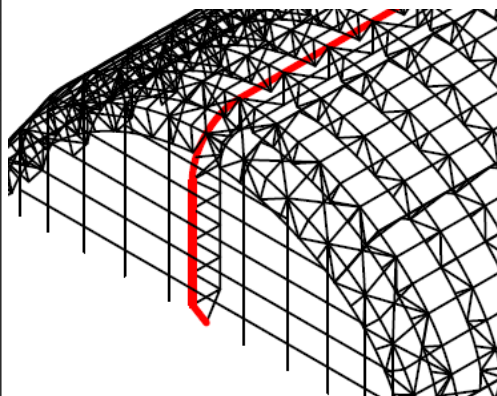
$$\delta_{\lim}=L/250=14411/250=57,6\text{ mm}$$

$$\delta_{\max}\leq \delta_{\lim}$$

$$50,6\leq 57,6\text{ mm}\rightarrow \text{VYHOVIE}$$

6.11. Horný pás pozdĺžneho väzníka SHS 160/160/8

Pozdĺžny Horný pás		
Typ	SHS160/160/8.0	
Kód tvaru	2 - Obdĺžnikový dutý prierez	
Typ tvaru	Tenkostenný	
Materiálová položka	S 235	
Výroba	valcovaný	
Farba		
Rovinný vzper y-y,	a	a
Rovinný vzper z-z		
A [m ²]	4,8000e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,3970e-03	2,3970e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	6,1900e-01	1,1815e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	80	80
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,8310e-05	1,8310e-05
i _y [mm], i _z [mm]	62	62
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,2900e-04	2,2900e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	2,7200e-04	2,7200e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	6,38e+04	6,38e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	6,38e+04	6,38e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,8800e-05	6,9905e-08
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste medzi A1 priečného väzníka a B1 priečného väzníka. Číslovanie zo strany 7.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	1
Posudok na tlak	0,10 -
Posudok na ohyb pre M _y	0,00 -
Posudok na ohyb pre M _z	0,00 -
Posudok na šmyk pre V _y	0,00 -
Posudok na šmyk pre V _z	0,00 -
Posudok na krútenie	0,00 -
Kombinovaný posudok na ohyb, osovú a šmykovú silu	0,00 -
Záver - posudok prierezu	0,10 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,78 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,78 -
Záver - posudok stability	0,78 -

Vnútročné sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-114,81	kN
V _{y,Ed}	0,08	kN
V _{z,Ed}	0,11	kN
T _{Ed}	-0,03	kNm
M _{y,Ed}	0,20	kNm
M _{z,Ed}	0,15	kNm

Kombinácia

$$ZS1 + ZS2 + ZS3 + 1.5 \cdot ZS11$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t=144/8=18 \leq 72 \varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=144/8=18 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posúdenie na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{rd}=A \cdot f_y / \gamma_{M0}=4,8 \cdot 10^{-3} \cdot 235000 / 1,0=1128 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{ed}/N_{rd}=115/1128=0,10 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperná dĺžka

Diagonály a zvislice zabezpečujú vybočenie v rovine prútku.

Väzník priečnej priehradoviny zabezpečujú vybočenie z roviny

$$L_{cr,y}=1,66m$$

$$L_{cr,z}=15,4m$$

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prútku

$$\lambda_y=L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,y}/i_{y,z}=1,66/0,062=26,77$$

$$\lambda_z=L_{cr,z} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,z}/i_{y,z}=15,4/0,062=248$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_y=\lambda_y/\lambda_1=\lambda_y/(93,9 \cdot \varepsilon)=26,77/93,9=0,285$$

$$\lambda'_z=\lambda_z/\lambda_1=\lambda_z/(93,9 \cdot \varepsilon)=248/93,9=2,64$$

Súčiniteľ imperfekcie

$$\text{vzperná krivka } a \rightarrow \alpha=0,21$$

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_y=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_y-0,2)+\lambda'^2_y]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (0,285-0,2)+0,285^2]=0,55$$

$$\chi_y=1/(\Phi_y+\sqrt{\Phi_y^2-\lambda'^2_y})=1/(0,55+\sqrt{0,55^2-0,285^2})=0,98$$

$$\Phi_z=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_z-0,2)+\lambda'^2_z]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (2,64-0,2)+2,64^2]=4,241$$

$$\chi_z=1/(\Phi_z+\sqrt{\Phi_z^2-\lambda'^2_z})=1/(4,241+\sqrt{4,241^2-2,64^2})=0,132$$


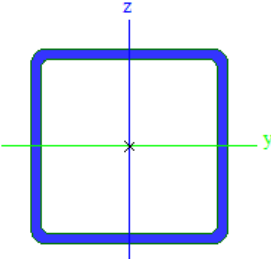
$$\chi=\min(\chi_y;\chi_z)=\min(0,98;0,132)=0,132$$

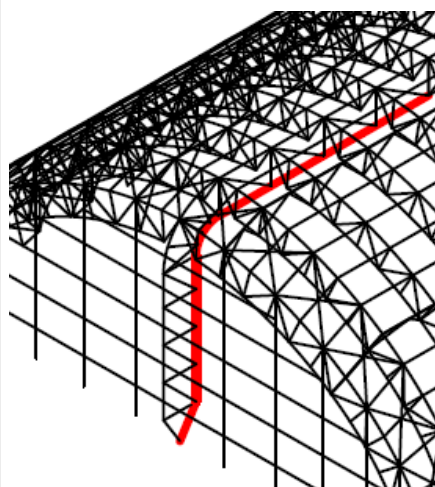
Návrhová vzperná únosnosť tlačeneho prútku

$$N_{b,Rd}=\chi \cdot A \cdot f_{yd}/\gamma_{M1}=(0,132 \cdot 4,8 \cdot 10^{-3} \cdot 235000)/1,00=148,8 \text{ kN}$$

$$N_{Ed}/N_{b,Rd}=115/148,8=0,77 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.12. Dolný pás pozdĺžneho väzníka SHS16/160/8

Pozdĺžny Dolný pás		
Typ	SHS160/160/8.0	
Kód tvaru	2 - Obdĺžnikový dutý prierez	
Typ tvaru	Tenkostenný	
Materiálová položka	S 235	
Výroba	valcovaný	
Farba		
Rovinný vzper y-y,	a	a
Rovinný vzper z-z		
A [m ²]	4,8000e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,3970e-03	2,3970e-03
A _L [m ² /m], A ₀ [m ² /m]	6,1900e-01	1,1815e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	80	80
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,8310e-05	1,8310e-05
i _y [mm], i _z [mm]	62	62
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,2900e-04	2,2900e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	2,7200e-04	2,7200e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	6,38e+04	6,38e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	6,38e+04	6,38e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,8800e-05	6,9905e-08
\beta _y [mm], \beta _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste medzi A1 priečného väzníka a B1 priečného väzníka. Číslovanie zo strany 7.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezu	1
Posudok na tlak	0,15 -
Posudok na ohyb pre M _y	0,00 -
Posudok na ohyb pre M _z	0,01 -
Posudok na šmyk pre V _y	0,00 -
Posudok na šmyk pre V _z	0,00 -
Posudok na krútenie	0,00 -
Kombinovaný posudok na ohyb, osovú a šmykovú silu	0,00 -
Záver - posudok prierezu	0,15 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,74 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,76 -
Záver - posudok stability	0,76 -

Vnúterné sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-172,95	kN
V _{y,Ed}	0,51	kN
V _{z,Ed}	0,04	kN
T _{Ed}	-0,04	kNm
M _{y,Ed}	0,07	kNm
M _{z,Ed}	0,49	kNm

Kombinácia

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 0.75 \cdot ZS5 + 1.5 \cdot ZS11$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t=144/8=18 \leq 72 \varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=144/8=18 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posúdenie na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{rd}=A \cdot f_y/\gamma_{M0}=4,8 \cdot 10^{-3} \cdot 235000/1,0=1128 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{ed}/N_{rd}=173/1128=0,15 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperná dĺžka

Diagonály a zvislice zabezpečujú vybočenie v rovine prvku.

Pomocne pruty zabezpečujú vybočenie z roviny

$$L_{cr,y}=2,25 \text{ m}$$

$$L_{cr,z}=12,1 \text{ m}$$

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_y=L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,y}/i_{y,z}=2,25/0,062=36,29$$

$$\lambda_z=L_{cr,z} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,z}/i_{y,z}=12,1/0,062=195$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_y=\lambda_y/\lambda_1=\lambda_y/(93,9 \cdot \varepsilon)=36,29/93,9=0,386$$

$$\lambda'_z=\lambda_z/\lambda_1=\lambda_z/(93,9 \cdot \varepsilon)=195/93,9=2,07$$

Súčiniteľ imperfekcie

$$\text{vzperná krivka } a \rightarrow \alpha=0,21$$

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_y=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_y-0,2)+\lambda'^2_y]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (0,386-0,2)+0,386^2]=0,59$$

$$\chi_y=1/(\Phi_y+\sqrt{\Phi_y^2-\lambda'^2_y})=1/(0,59+\sqrt{0,59^2-0,386^2})=0,96$$

$$\Phi_z=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_z-0,2)+\lambda'^2_z]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (2,07-0,2)+2,07^2]=2,83$$

$$\chi_z=1/(\Phi_z+\sqrt{\Phi_z^2-\lambda'^2_z})=1/(2,83+\sqrt{2,83^2-2,07^2})=0,21$$


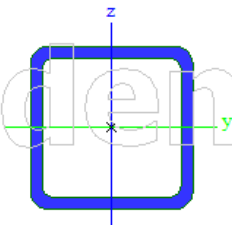
$$\chi=\min(\chi_y;\chi_z)=\min(0,96;0,21)=0,21$$

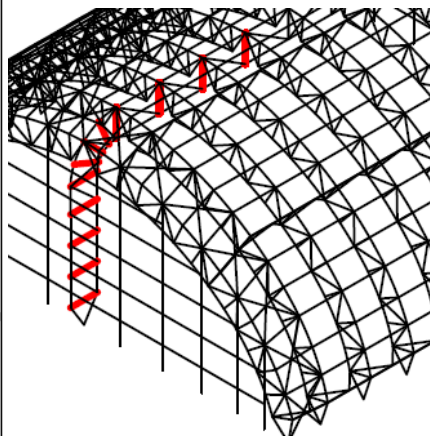
Návrhová vzperná únosnosť tlačeneho prútu

$$N_{b,Rd}=\chi \cdot A \cdot f_{yd}/\gamma_{M1}=(0,21 \cdot 4,8 \cdot 10^{-3} \cdot 235000)/1,00=236,88 \text{ kN}$$

$$N_{Ed}/N_{b,Rd}=173/236,88=0,73 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.13. Zvislica pozdĺžneho väzníka SHS 55/55/4

Pozdĺžna zvislica		
Typ	SHS55/55/4.0	
Kód tvaru	2 - Obdĺžnikový dutý prierez	
Typ tvaru	Tenkostenný	
Materiálová položka	S 235	
Výroba	valcovaný	
Farba		
Rovinný vzper y-y,	a	a
Rovinný vzper z-z		
A [m ²]	8,1600e-04	
A _y [m ²], A _z [m ²]	3,9926e-04	3,9926e-04
A _u [m ² /m], A _o [m ² /m]	2,0965e-01	3,9075e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	28	28
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,5300e-07	3,5300e-07
i _y [mm], i _z [mm]	21	21
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,2800e-05	1,2800e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,5131e-05	1,5131e-05
M _{pl,y+} [Nm], M _{pl,y-} [Nm]	3,56e+03	3,56e+03
M _{pl,z+} [Nm], M _{pl,z-} [Nm]	3,56e+03	3,56e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	5,4800e-07	1,6776e-10
\beta _y [mm], \beta _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste medzi A1 priečného väzníka a B1 priečného väzníka. Číslovanie zo strany 7.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezu	1
Posudok na tlak	0,21 -
Posudok na ohyb pre M _y	0,05 -
Posudok na ohyb pre M _z	0,03 -
Posudok na šmyk pre V _y	0,00 -
Posudok na šmyk pre V _z	0,00 -
Posudok na krútenie	0,00 -
Kombinovaný posudok na ohyb, osovú a šmykovú silu	0,01 -
Záver - posudok prierezu	0,21 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,44 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,69 -
Záver - posudok stability	0,69 -

Vnútročné sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-40,38	kN
V _{y,Ed}	-0,08	kN
V _{z,Ed}	0,19	kN
T _{Ed}	0,00	kNm
M _{y,Ed}	-0,17	kNm
M _{z,Ed}	0,09	kNm

Kombinácia

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 0.75 \cdot ZS5 + 1.5 \cdot ZS11$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t=47/4=12 \leq 72 \varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=47/4=12 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posúdenie na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{rd}=A \cdot f_y/\gamma_{M0}=0,81 \cdot 10^{-3} \cdot 235000/1,0=190 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{ed}/N_{rd}=40,4/190=0,21 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperné dĺžka –

Prút je klubové uložený na oboch koncov.

Pri vybočení v rovine i z roviny prvku je systémová dĺžka sa rovná vzpernej.

$$L_{cr,y,z}=\beta \cdot L_{y,z}=1,0 \cdot 2,5=2,5 \text{ m}$$

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_y=L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,y}/i_{y,z}=2,5/0,021=119$$

$$\lambda_z=L_{cr,z} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,z}/i_{y,z}=2,5/0,021=119$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_y=\lambda_y/\lambda_1=\lambda_y/(93,9 \cdot \varepsilon)=119/93,9=1,26$$

$$\lambda'_z=\lambda_z/\lambda_1=\lambda_z/(93,9 \cdot \varepsilon)=119/93,9=1,26$$

Súčiniteľ imperfekcie

$$\text{vzperná krivka } a \rightarrow \alpha=0,21$$

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_y=\Phi_z=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_y-0,2)+\lambda'^2_y]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (1,26-0,2)+1,26^2]=1,40$$

$$\chi_y=\chi_z=1/(\Phi_y+\sqrt{\Phi_y^2-\lambda'^2_y})=1/(1,4+\sqrt{1,4^2-1,26^2})=0,49$$


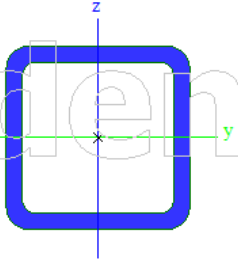
$$\chi=\min(\chi_y;\chi_z)=\min(0,49; 0,49)=0,49$$

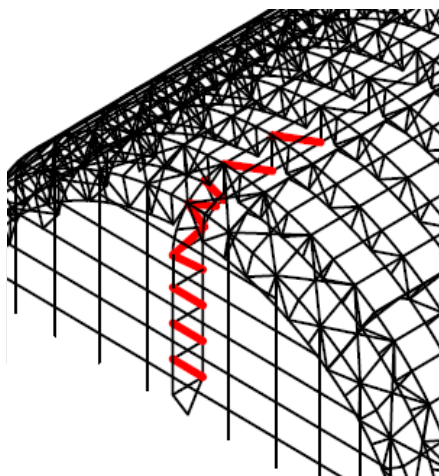
Návrhová vzperná únosnosť tlačeneého prútu

$$N_{b,Rd}=\chi \cdot A \cdot f_{yd}/\gamma_{M1}=(0,49 \cdot 0,816 \cdot 10^{-3} \cdot 235000)/1,00=93,96 \text{ kN}$$

$$N_{Ed}/N_{b,Rd}=40,4/93,96=0,43 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.13. Diagonála pozdĺžneho väzníka SHS 70/70/6

Pozdĺžna diagonála		
Typ	SHS70/70/6.0	
Kód tvaru	2 - Obdĺžnikový dutý prierez	
Typ tvaru	Tenkostenný	
Materiálová položka	S 235	
Výroba	valcovaný	
Farba		
Rovinný vzper y-y,	a	a
Rovinný vzper z-z		
A [m ²]	1,5000e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	7,4833e-04	7,4833e-04
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	2,6500e-01	4,8613e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	35	35
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,0100e-06	1,0100e-06
i _y [mm], i _z [mm]	26	26
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,8700e-05	2,8700e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	3,5500e-05	3,5500e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	8,34e+03	8,34e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	8,34e+03	8,34e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,6300e-06	8,4035e-10
\beta _y [mm], \beta _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste medzi B1 priečného väzníka a B2 priečného väzníka. Číslovanie zo strany 7.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	1
Posudok na tlak	0,15 -
Posudok na šmyk pre V _z	0,00 -
Posudok na krútenie	0,00 -
Záver - posudok prierezu	0,15 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,65 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,70 -
Záver - posudok stability	0,70 -

Vnútorne sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-54,57	kN
V _{y,Ed}	0,00	kN
V _{z,Ed}	-0,23	kN
T _{Ed}	0,00	kNm
M _{y,Ed}	0,00	kNm
M _{z,Ed}	0,00	kNm

Kombinácia

$$1.0 \cdot ZS1 + 1.0 \cdot ZS2 + 1.0 \cdot ZS3 + 1.5 \cdot ZS11$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t=58/6=9,7 \leq 72 \varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=58/6=9,7 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posúdenie na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{rd}=A \cdot f_y/\gamma_{M0}=1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 235000/1,0=352 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{ed}/N_{rd}=55/352=0,16 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperné dĺžka –

Prút je klubové uložený na oboch koncov.

Pri vybočení v rovine i z roviny prvku je systémová dĺžka sa rovná vzpernej.

$$L_{cr,y,z}=\beta \cdot L_{y,z}=1,0 \cdot 4,717=4,717 \text{ m}$$

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_y=L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,y}/i_{y,z}=4,717/0,026=181$$

$$\lambda_z=L_{cr,z} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,z}/i_{y,z}=4,717/0,026=181$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_y=\lambda_y/\lambda_1=\lambda_y/(93,9 \cdot \varepsilon)=181/93,9=1,92$$

$$\lambda'_z=\lambda_z/\lambda_1=\lambda_z/(93,9 \cdot \varepsilon)=181/93,9=1,92$$

Súčiniteľ imperfekcie

$$\text{vzperná krivka } a \rightarrow \alpha=0,21$$

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_y=\Phi_z=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_y-0,2)+\lambda'^2_y]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (1,92-0,2)+1,92^2]=2,52$$

$$\chi_y=\chi_z=1/(\Phi_y+\sqrt{\Phi_y^2-\lambda'^2_y})=1/(2,52+\sqrt{2,52^2-1,92^2})=0,24$$


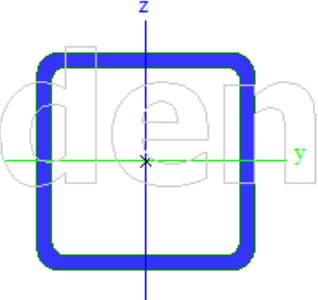
$$\chi=\min(\chi_y;\chi_z)=\min(0,24; 0,24)=0,24$$

Návrhová vzperná únosnosť tlačeneho prútu

$$N_{b,Rd}=\chi \cdot A \cdot f_{yd}/\gamma_{M1}=(0,24 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 235000)/1,00=84,6 \text{ kN}$$

$$N_{Ed}/N_{b,Rd}=54,6/84,6=0,65 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.14. Vzpierka SHS 30/30/2

Typ	SHS30/30/2.0	
Kód tvaru	2 - Obdĺžnikový dutý prierez	
Typ tvaru	Tenkostenný	
Materiálová položka	S 235	
Výroba	valcovaný	
Farba		
Rovinný vzper y-y, Rovinný vzper z-z	a	a
A [m ²]	2,2400e-04	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,0981e-04	1,0981e-04
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,1483e-01	2,1538e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	15	15
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,9230e-08	2,9230e-08
i _y [mm], i _z [mm]	11	11
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,9490e-06	1,9490e-06
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	2,2872e-06	2,2872e-06
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	5,37e+02	5,37e+02
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	5,37e+02	5,37e+02
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	4,5190e-08	4,0500e-12
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázok		

Slúži na zmenšenie vzperu u dolného pasu pozdĺžneho Väzníka.

7. Medzný stav použiteľnosti

7.1. Stĺpy - Priehyb

	Prvok	dx [m]	Stav - kombi	uy [mm]	Rel uy [1/...]	uz [mm]	Rel uz [1/...]	Posudok uy ...	Posudok uz ...
1	B1907	0,357	MSP/1	-50,6	1/285	0,0	1/10000	0,70	0,00
2	B1907	0,714	MSP/2	0,0	1/10000	0,1	1/10000	0,00	0,00
3	B1870	1,429	MSP/3	-7,2	1/1610	-0,1	1/10000	0,12	0,01
4	B1846	1,429	MSP/4	-7,2	1/1610	0,1	1/10000	0,12	0,01
5	B1866	1,125	MSP/3	-17,9	1/745	-0,1	1/10000	0,27	0,01
6	B1851	1,125	MSP/4	-17,9	1/745	0,1	1/10000	0,27	0,01

$$\delta_{\max} = 50,6 \text{ mm} \quad L = 14411 \text{ mm} \quad \delta_{\lim} = L/250 = 14411/250 = 57,6 \text{ mm}$$

$$\delta_{\max} \leq \delta_{\lim} \quad 50,6 \leq 57,6 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

7.2. Vážnik Pozdĺžny dolný pás - Priehyb

Názov	dx [m]	Stav	Prierez	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	φx [mra...]	φy [mra...]	φz [mra...]	Uttotal [m...]
B39	4,000	MSP/1	Pozdĺžny Dolný pás - SHS160/160/8,0	-10,4	0,0	2,2	0,0	-0,1	0,0	10,6
B41	3,667	MSP/2	Pozdĺžny Dolný pás - SHS160/160/8,0	9,7	0,1	2,0	0,1	0,1	0,0	9,9
B40	4,000	MSP/3	Pozdĺžny Dolný pás - SHS160/160/8,0	0,0	-21,3	-2,8	-0,3	0,1	0,2	21,5
B33	0,341+	MSP/4	Pozdĺžny Dolný pás - SHS160/160/8,0	0,8	2,6	-0,3	0,0	0,0	-0,2	2,8
B39	2,333	MSP/5	Pozdĺžny Dolný pás - SHS160/160/8,0	0,3	1,4	-6,2	0,0	0,0	0,1	6,4
B39	4,000	MSP/6	Pozdĺžny Dolný pás - SHS160/160/8,0	8,4	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	9,1
B44	0,341-	MSP/7	Pozdĺžny Dolný pás - SHS160/160/8,0	0,0	-0,5	-1,4	-1,0	0,0	-0,1	1,4
B51	2,500	MSP/8	Pozdĺžny Dolný pás - SHS160/160/8,0	0,2	-3,1	1,8	1,9	0,0	-0,1	3,6
B52	2,358	MSP/9	Pozdĺžny Dolný pás - SHS160/160/8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	0,1	0,0
B27	2,358	MSP/6	Pozdĺžny Dolný pás - SHS160/160/8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,2	0,0
B43	3,333	MSP/2	Pozdĺžny Dolný pás - SHS160/160/8,0	6,6	0,1	0,5	0,2	0,2	-0,6	6,6
B36	0,667	MSP/10	Pozdĺžny Dolný pás - SHS160/160/8,0	6,6	-0,1	0,5	-0,2	0,2	0,6	6,6
B39	2,333	MSP/8	Pozdĺžny Dolný pás - SHS160/160/8,0	-0,5	-21,2	-4,6	-0,2	0,0	0,0	21,7

$$\delta_{\max} = 21,7 \text{ mm} \quad L = 38000 \text{ mm} \quad \delta_{\lim} = L/250 = 38000/250 = 152 \text{ mm}$$

$$\delta_{\max} \leq \delta_{\lim} \quad 21,7 \text{ mm} \leq 152 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

7.3. Vážnik Priečny dolný pás- Priehyb

Názov	dx [m]	Stav	Prierez	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	φx [mra...]	φy [mra...]	φz [mra...]	Uttotal [m...]
B537	0,000	MSP/1	Priečny dolný pás - SHS130/130/5,0	-11,4	-0,2	-5,5	0,0	0,6	0,0	12,6
B548	1,823	MSP/2	Priečny dolný pás - SHS130/130/5,0	11,4	0,0	-6,2	0,0	-0,2	0,0	13,0
B652	1,823	MSP/3	Priečny dolný pás - SHS130/130/5,0	-1,1	-22,1	-1,4	-0,4	0,4	0,3	22,2
B460	1,094	MSP/4	Priečny dolný pás - SHS130/130/5,0	0,7	3,4	-0,5	0,3	-0,1	-0,1	3,5
B548	1,823	MSP/5	Priečny dolný pás - SHS130/130/5,0	11,3	0,0	-6,7	0,0	-0,1	0,0	13,2
B602	1,458	MSP/6	Priečny dolný pás - SHS130/130/5,0	-9,0	-0,1	5,7	0,0	0,0	0,0	10,6
B682	0,341	MSP/7	Priečny dolný pás - SHS130/130/5,0	-0,1	-1,4	-1,9	-0,6	0,2	0,0	2,3
B436	1,854	MSP/8	Priečny dolný pás - SHS130/130/5,0	0,9	-12,9	-0,5	1,5	0,1	-0,4	12,9
B568	1,823	MSP/5	Priečny dolný pás - SHS130/130/5,0	9,5	0,0	1,4	0,0	-1,1	0,0	9,6
B571	0,000	MSP/9	Priečny dolný pás - SHS130/130/5,0	-9,9	0,0	1,1	0,0	1,1	0,0	10,0
B659	0,365	MSP/3	Priečny dolný pás - SHS130/130/5,0	1,3	-14,2	-2,7	0,5	0,1	-1,3	14,5
B649	0,000	MSP/10	Priečny dolný pás - SHS130/130/5,0	-1,5	-14,7	-2,9	0,5	-0,1	1,3	15,0

$$\delta_{\max} = 22,2 \text{ mm} \quad L = 38000 \text{ mm} \quad \delta_{\lim} = L/250 = 38000/250 = 152 \text{ mm}$$

$$\delta_{\max} \leq \delta_{\lim} \quad 22,2 \text{ mm} \leq 152 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

7.4. Vážnice - Priehyb

	Prvok	dx [m]	Stav - kombi	uy [mm]	Rel uy [1/...]	uz [mm]	Rel uz [1/...]	Posudok uy ...	Posudok uz ...
1	B1625	2,000	MSP/1	-12,8	1/314	-0,1	1/10000	0,64	0,01
2	B1777	2,000	MSP/2	12,4	1/324	-0,1	1/10000	0,62	0,01
3	B1647	2,000	MSP/3	-6,7	1/598	-0,7	1/5390	0,33	0,04
4	B1747	2,000	MSP/4	3,5	1/1150	0,3	1/10000	0,17	0,02
5	B1664	2,000	MSP/4	-3,5	1/1150	0,3	1/10000	0,17	0,02

$$\delta_{\max} = 12,8 \text{ mm} \quad L = 4000 \text{ mm} \quad \delta_{\lim} = L/250 = 4000/250 = 16 \text{ mm}$$

$$\delta_{\max} \leq \delta_{\lim} \quad 12,8 \text{ mm} \leq 16 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$