



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.2. STATICKÝ VÝPOČET MODELU A

P.2. STATIC CALCULATION OF MODEL A

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Peter Šandor

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Milan Pilgr, Ph.D.

BRNO 2020

Obsah

1. Úvod	8
1.1 Popis modelu	8
1.2 Materiály.....	11
2. Stále zaťaženie	11
2.1. ZS 1 - Vlastná tiaž	11
2.2. ZS 2 - Ostatné stále zaťaženie - Strešný panel KS1000 XD	12
2.2. ZS 3 - Ostatné stále zaťaženie-TZB	12
3. Úžitkové zaťaženie	13
4. Premenné zaťaženie.....	13
4.1. Zaťaženie snehom	13
ZS 5 - Sneh plný X	14
ZS 6 - Sneh plný Y	15
ZS 7 - Sneh naviaty 1 pravý smer X	16
ZS 8 - Sneh naviaty 1 ľavý smer X	17
ZS 9 - Sneh naviaty 2 ľavý smer X	18
ZS 10 - Sneh naviaty 2 pravý smer X	18
ZS 11 - Sneh naviaty 1 ľavý smer Y	20
ZS 12 - Sneh naviaty 1 pravý smer Y	20
ZS 13 - Sneh naviaty 2 ľavý smer Y	21
ZS 14 - Sneh naviaty 2 pravý smer Y	21
4.2. Zaťaženie vetrom	22
ZS 15 – Vietor prvých stien Pravý.....	24
ZS 16 – Vietor prvých stien Lávy.	25
ZS 17 Vietor pozdĺžny povrch stien predný.	25
ZS 18 Vietor pozdĺžny povrch stien zadný.	25
ZS 19 Vietor klenba priečny ľavý	25
ZS 20 Vietor klenba priečny pravý.....	26
ZS 21 Vietor klenba pozdĺžny ľavý.....	27
ZS 22 Vietor klenba pozdĺžny ľavý.....	27
5.1. Zaťažovacie stavy-súhrn	28
5.2. Kombinácie	28
6. Medzný stav únosnosti.....	29

6.1 Strešný plášť KS1000 XD	29
6.2 Vážnica IPN180.....	30
Posudok na tlak.....	31
Rovinný vzper.....	31
Posudok na ohyb.....	31
Posudok na klopenie	32
Posudok kombinácia na ohyb, osovú silu a smykovú silu.....	32
Posúdok ohybu a osového tlaku	33
6.3 Pozdĺžne stužidlo SHS 40/40/3,6.....	34
Posudok na tlak.....	35
Rovinný vzper.....	35
6.4 Priečne stužidlo SHS 70/70/4.....	36
Posudok na tlak.....	37
Rovinný vzper.....	37
6.5 Horný pás priečneho väzníku SHS 80/80/5	38
Posúdenie na tlak.....	39
Rovinný vzper.....	39
6.6 Horný pás priečneho väzníku SHS 80/80/4	40
Posúdenie na tlak.....	41
Rovinný vzper.....	41
6.7 Dolný pás priečneho väzníku SHS 140/140/7,1	42
Posúdenie na tlak.....	43
Rovinný vzper.....	43
6.8 Dolný pás priečneho väzníku SHS 140/140/6	44
Posúdenie na tlak.....	45
Rovinný vzper.....	45
6.9 Diagonála priečneho väzníku SHS 50/50/4.....	46
Posúdenie na tlak.....	47
Rovinný vzper.....	47
6.10 Zvislica priečneho väzníku SHS 40/40/4	48
Posúdenie ťahu	48
6.11 Paždík SHS 80/80/4	49
Posúdenie na tlak.....	50
Rovinný vzper.....	50

Posudok na ohyb.....	50
Posúdok ohybu a osového tlaku	51
6.12 Stĺp 2UPN 160	52
Posudok na ohyb.....	53
Prieťah	53
6.13 Horný pás pozdĺžneho väzníku SHS 90/90/5	54
Posúdenie na tlak.....	55
Rovinný vzper.....	55
6.14 Dolný pás pozdĺžneho väzníku SHS 140/140/8	56
Posúdenie na tlak.....	57
Rovinný vzper.....	57
6.15 Zvislica pozdĺžneho väzníku SHS 50/50/5	58
Posúdenie na tlak.....	59
Rovinný vzper.....	59
6.16 Diagonála pozdĺžneho väzníku SHS 65/65/5.....	60
Posúdenie na tlak.....	61
Rovinný vzper.....	61
6.17 Vzperka SHS 30/30/2	62
7. Medzný stav použiteľnosti	63
7.1 Stĺpy- Prieťah	63
7.2 Väzník Pozdĺžny dolný pás- Prieťah	63
7.3 Väzník Priečný dolný pás-	63
7.4 Väznice- Prieťah.....	63
8. POROVNANIE VARIANT	64
8.1. Kategória - Hmotnosť	64
8.2 Kategória – Vzhľad - Estetika	64
9. Návrh a posúdenie spojov	66
9.1 Prípoj diagonál a zvislice na dolný pás priečného väzníka G N9 (KT)	66
9.1.1. Návrh posúdenie zvaru prútu.....	67
9.1.2. Porušenie prelomením šmykom	68
9.1.3. Porušenie medzipásmového prútu	69
9.1.4. Prelomení šmykom.....	69
9.1.5. Porušenie povrchu pásu	70
9.2 Prípoj diagonál a zvislice na dolný pás väzníka (pozdĺžny) (KT)	71

9.2.1 Návrh posúdenie zvaru prútu.....	72
9.2.2 Porušenie prelomením šmykom	73
9.2.3 Porušenie medzipásového prútu.....	74
9.2.4 Prelomení šmykom.....	75
9.2.5 Porušenie povrchu pásu	75
9.3 Prípoj diagonál a zvislice na dolný pás priečny väzníka G, N12 (KT)	76
9.3.1. Návrh posúdenie zvaru prútu.....	77
9.3.2. Porušenie prelomením šmykom	78
9.3.3. Porušenie medzipásmového prútu	79
9.3.4. Prelomení šmykom.....	79
9.3.5. Porušenie povrchu pásu	80
9.4. Prípoj diagonál a zvislice na horný pás väzníka (pozdĺžny) (KT).....	81
9.4.1. Návrh posúdenie zvaru prútu.....	82
9.4.2. Porušenie prelomením šmykom	83
9.4.3. Porušenie medzipásmového prútu	84
9.4.4. Prelomenie šmykom.....	84
9.4.5. Porušenie povrchu pásu	85
Montážne spoje	86
9.5 Montážny spoj horného pasu pozdĺžneho väzníku.	86
9.5.1 Posúdenie zvar k prirúbe	88
9.5.2 Posúdenie na smyk:.....	88
9.5.3 Posúdenie na ťah.....	88
9.5.4 Vplyv páčenie podľa Čsn	88
9.3.5 Podľa EC (komponent 4)	89
9.6 Montážny spoj dolného pas pozdĺžneho väzníku.	91
9.6.1 Posúdenie zvar k prirúbe	92
9.6.2 Posúdenie na smyk:.....	92
9.6.3 Posúdenie na ťah.....	92
9.6.4 Vplyv páčenie podľa Čsn	93
9.6.5 Podľa EC (komponent 4)	93
9.7 Montážny spoj diagonály pozdĺžneho väzníku.	95
9.7.2 Posúdenie na smyk:.....	96
9.7.3 Posúdenie na ťah.....	96
9.7.4 Vplyv páčenie podľa Čsn	97

9.7.5 Podl'á EC (komponent 4)	97
9.8 Montážny spoj horného pasu priečného väzníku G.	99
9.8.1 Posúdenie zvar k prirúbe	100
9.8.2 Posúdenie na smyk:	100
9.8.3 Posúdenie na ťah	100
9.8.4 Vplyv páčenie podľa Čsn	101
9.8.5 Podl'á EC (komponent 4)	101
9.9 Montážny spoj dolného pas priečného väzníku G.	103
9.9.1 Posúdenie zvaru k prirúbe	104
9.9.2 Posúdenie na smyk: Posúdenie na strih	104
9.9.3 Posúdenie na ťah	104
9.9.4 Vplyv páčenie podľa Čsn	105
9.9.5 Podl'á EC (komponent 4)	105
9.10 Montážny spoj diagonály priečného väzníku G.	107
9.10.1 Posúdenie zvar k prirúbe	108
9.10.2 Posúdenie na smyk: Posúdenie na strih	108
9.10.3 Posúdenie na ťah	108
9.10.4 Vplyv páčenie podľa Čsn	109
9.10.5 Podl'á EC (komponent 4)	109
9.11 Pripoj priečného väzníku G na pozdĺžny väzník.	111
9.11.1 Únosnosť dosky na otlačení	112
9.11.2 Únosnosť čapu na strih	113
9.11.3 Únosnosť čapu v ohybu	113
9.11.4 Kombinácia ohybu a strihu	113
9.11.5 Návrh a posúdenie zvar horného pásu priečného väzníka na čelnú dosku	113
9.11.6 Návrh a posúdenie zvar čapová doska na čelnú dosku priečného väzníka.....	114
9.11.7 Návrh a posúdenie zvar čapové dosky na horný pas pozdĺžneho väzníka.....	114
10. Kotvenie.....	115
10.1 Kotvenie priečného väzníka B.....	115
10.1.1 Návrh čapového spoje	116
10.1.2 Návrh betónovej pätky	119
10.2 Kotvenie pozdĺžneho väzníka priehradoviny	122
10.2.1 Návrh čapového spoje	123
10.2.2 Návrh betónovej pätky.	125

10. 3 Kotvený stĺp	128
10.3.1 Rozmery pätky.....	129

1. Úvod

1.1 Popis modelu

V tejto časti diplomovej práce bol zapracovaný statický posudok oceľovej 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

Konštrukcie je navrhnutá s obežníkovým pôdorysom o rozmeroch

40,0 x 40,0 m. Výška objektu je 16 m.

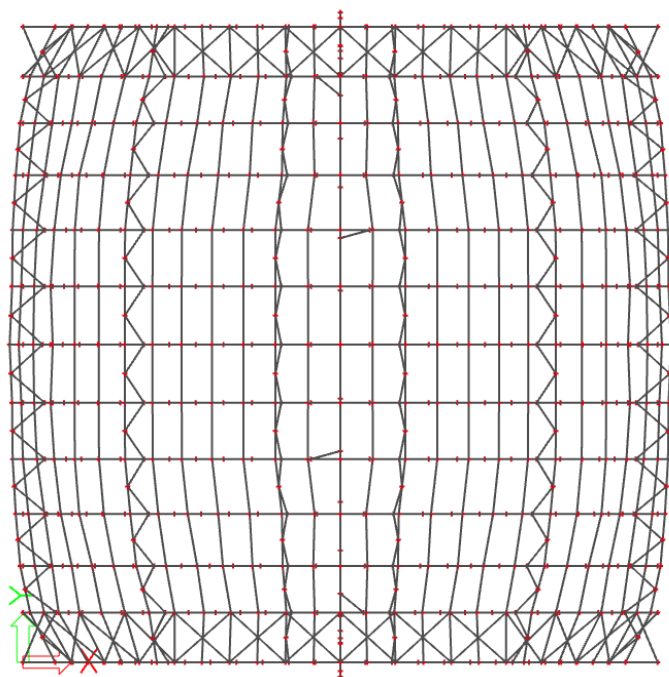
Hala je obloková strecha .

Opláštenie striech je navrhnuté zo strešný panel KS1000 XD výška jadra 100mm.

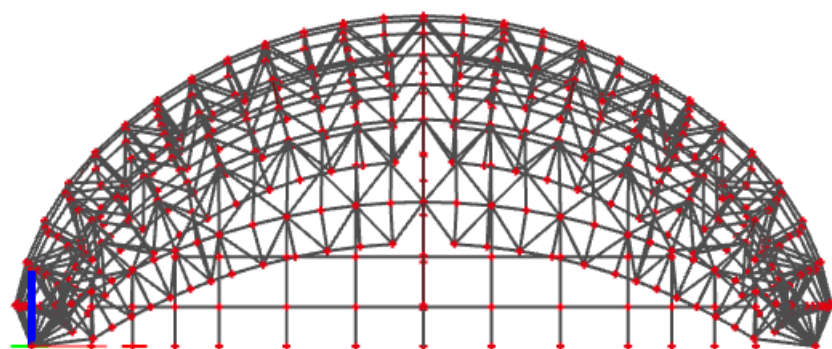
Stenové opláštenie je zhotovené zo stenových panelov Kingspan KS1000 AWP výšky 100 mm.

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

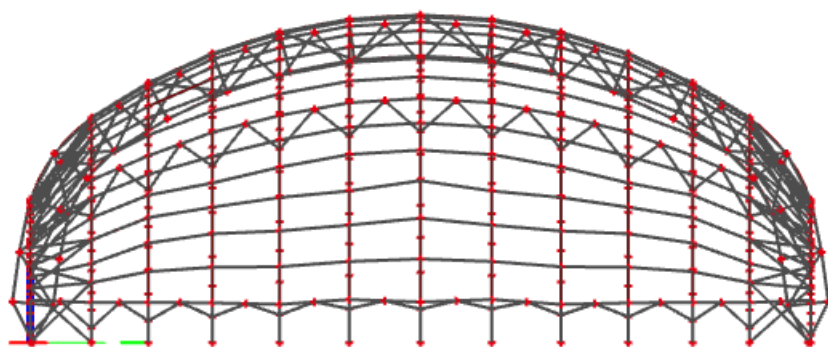
Pozdĺžnu konštrukciu haly tvorí oblúčková priehradová konštrukcia.



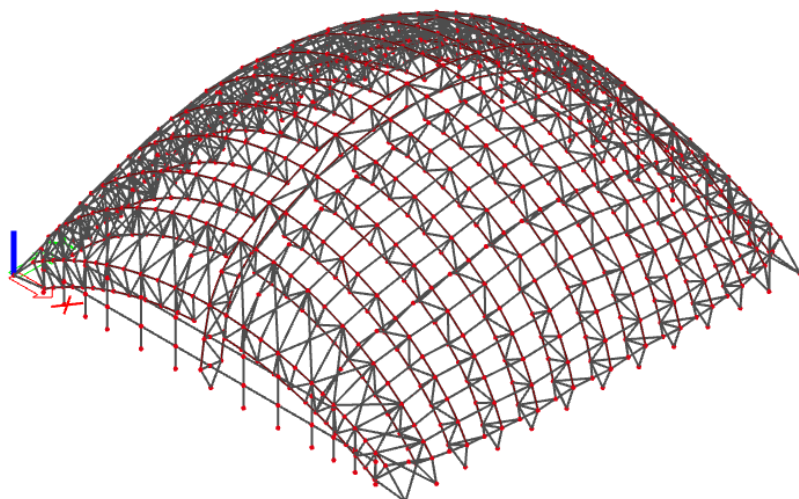
Obrázok: Pôdorys modelu A



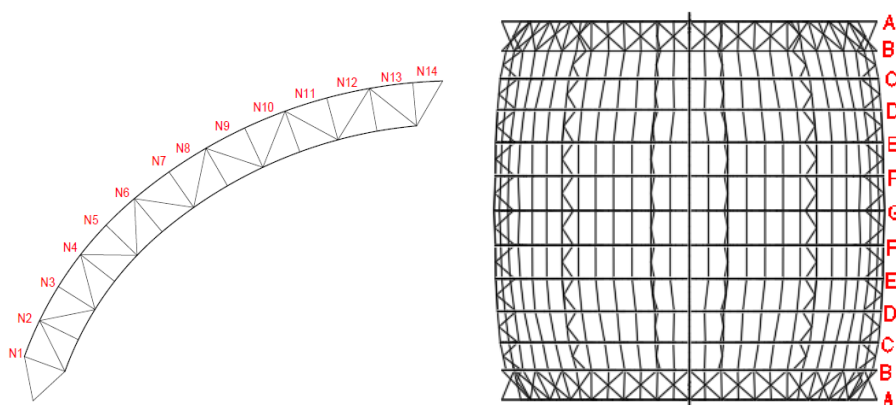
Obrázok: Pohľad 1 na model A



Obrázok: Pohľad 2 na model A



Obrázok : Pohľad axonometrický na model A



Zaťažovacia šírka väznice

	A-B	B-C	C-D	D-E	E+F	F-G
	Zš	Zš	Zš	Zš	Zš	Zš
1	0,60	0,75	0,91	0,96	0,97	1,03
2	1,20	1,51	1,82	1,92	1,94	2,06
3	1,31	1,61	1,74	1,85	1,94	2,06
4	1,42	1,69	1,65	1,78	2,02	2,10
5	1,42	1,67	1,72	1,87	2,04	2,06
6	1,42	1,67	1,80	1,97	1,98	1,98
7	1,42	1,77	1,90	1,97	1,98	1,98
8	1,56	1,87	2,01	1,97	1,98	1,98
9	1,70	1,77	1,90	1,97	1,98	1,98
10	1,70	1,72	1,85	1,97	1,98	1,98
11	1,70	1,77	1,91	1,97	1,98	1,98
12	1,70	1,77	1,91	1,97	1,98	1,98
13	1,64	1,68	1,74	1,85	1,96	1,96
14	1,57	1,58	1,58	1,74	1,94	1,94

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

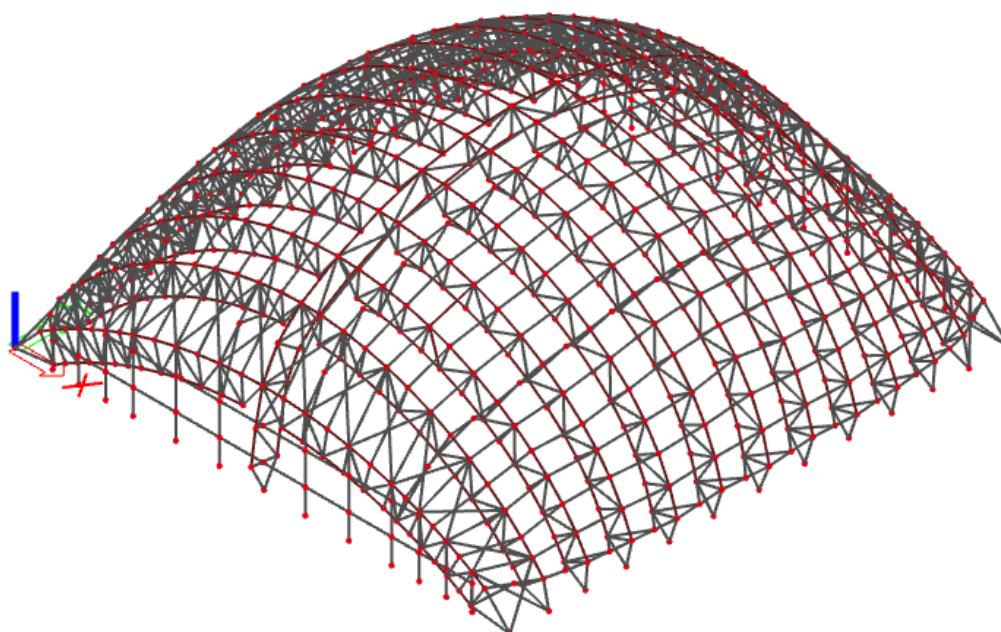
Súčiniteľ priečnej deformácie v pružné oblasti: $\nu=0,3$

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 profilace minibox) / vnitřní plech 1,1 mm



Tabulky únosnosti

KS1000 X-DEK

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	rozpon		
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	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				

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

Rozměry a hmotnost

Hrúbka jadra d [mm]	Hrúbka spodného plechu [mm]	Celková hrúbka D [mm]	Hmotnosť panelu [kg/m²]			
			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 m → $qk=0,5 \text{ kN/m}$

Od A-A' v časti 7, 8 Pôsobí v uzloch dolného pasu.

Vzdialenosti A-B, B-C atď. cca 4m.

Výpočet 0,5 .4=2kN

3. Úžitkové zat'azenie

Strechy neprístupné s výnimkou údržby a opráv, účine zaťaženie striech kategórie H
 $Q_k = 1 \text{ kN}$

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

Vzhľadom na zaťaženie snehom nie je rozhodujúce.

Pôsobí v priesečníku H a 8.

4. Premenné zat'azenie

4.1. Zat'azenie snehom

Lokalita: Litoměřice

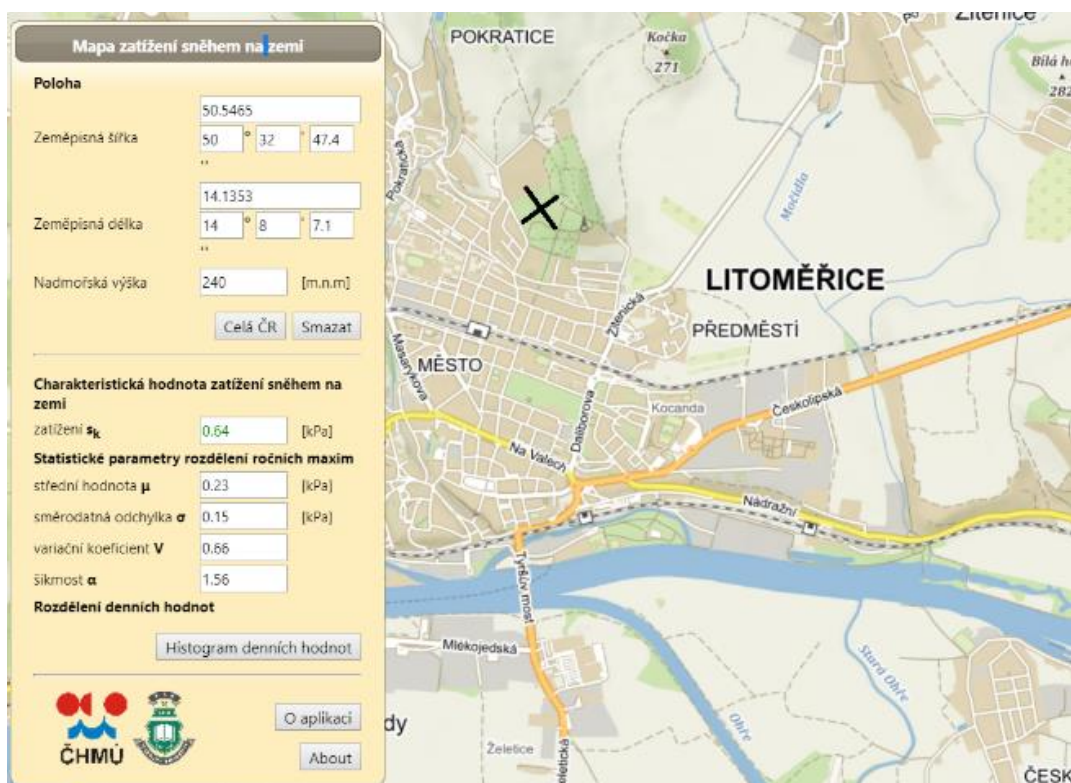
Nadmorská výška: 240 m.n.m.

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: $c_t = 1,0$

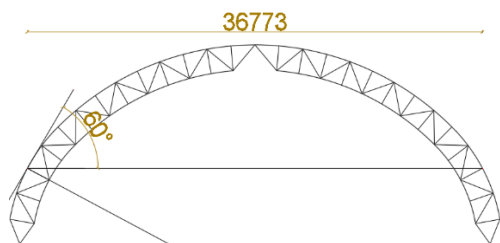


Obrázok : Lokalita stavby - snehová oblasť

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

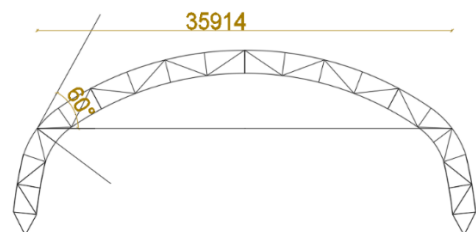
Variant A podmienka uhlu medzi vodorovnou rovinou a tečenou strechy $\leq 60^\circ$

V smere X-priečny smer dĺžka strednej časti 36,8m



Obrázok: Smer X

V smere Y pozdĺžny smer- dĺžka strednej časti 35,9m

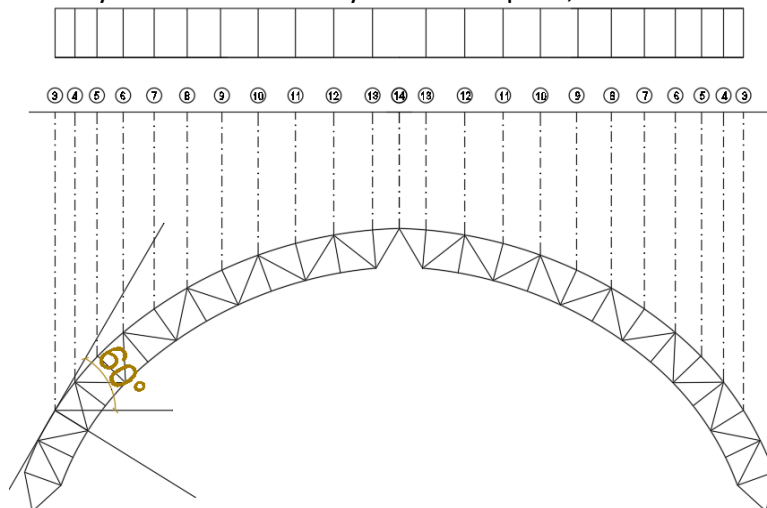


Obrázok: Smer Y

ZS 5 - Sneh plný X

smere X dĺžka strednej časti 36,8m

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



Obrázok: Sneh plný -schéma

$$s_{k,a} = s_k \cdot c_e \cdot \mu_1$$

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

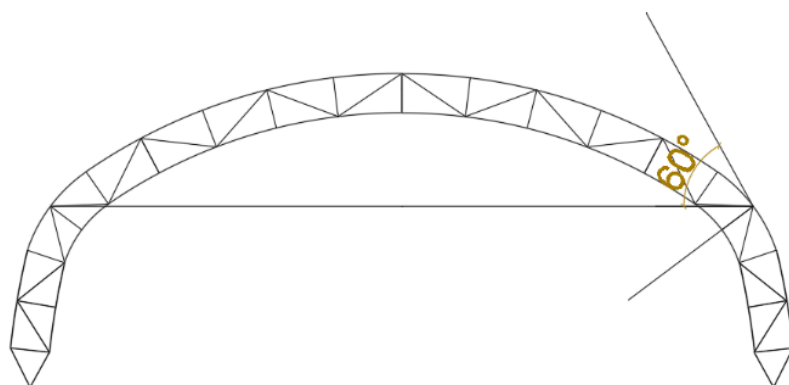
	sk					
	Plny	Plny	Plny	Plny	Plny	Plny
	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m
	A-B	B-C	C-D	D-E	E+F	F-G
1	0,31	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,62	0,77	0,47	0,00	0,00	0,00
3	0,67	0,82	0,89	0,95	0,99	1,05
4	0,73	0,86	0,84	0,91	1,04	1,07
5	0,73	0,86	0,88	0,96	1,05	1,05
6	0,73	0,86	0,92	1,01	1,01	1,01
7	0,73	0,91	0,98	1,01	1,01	1,01
8	0,80	0,96	1,03	1,01	1,01	1,01
9	0,87	0,91	0,98	1,01	1,01	1,01
10	0,87	0,88	0,95	1,01	1,01	1,01
11	0,87	0,91	0,98	1,01	1,01	1,01
12	0,87	0,91	0,98	1,01	1,01	1,01
13	0,84	0,86	0,89	0,95	1,00	1,00
14	0,81	0,81	0,81	0,89	0,99	0,99

Tabuľka Sk vynásobená už zaťažovacou šírkou väznice

ZS 6 - Sneh plný Y

V smere Y dĺžka strednej časti 35,9m

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



O

brázok: Sneh plný -schéma

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

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

	Sneh plný Y		sk			
	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m
	A-B	B-C	C-D	D-E	E-F	F-G
1	0,31	0,39	0,47	0,49	0,50	0,53
2	0,62	0,77	0,93	0,98	0,99	1,05
3	0,67	0,82	0,89	0,95	0,99	1,05
4	0,73	0,86	0,84	0,91	1,04	1,07
5	0,73	0,86	0,88	0,96	1,05	1,05
6	0,73	0,86	0,92	1,01	1,01	1,01
7	0,73	0,91	0,98	1,01	1,01	1,01
8	0,80	0,96	1,03	1,01	1,01	1,01
9	0,87	0,91	0,98	1,01	1,01	1,01
10	0,87	0,88	0,95	1,01	1,01	1,01
11	0,87	0,91	0,98	1,01	1,01	1,01
12	0,87	0,91	0,98	1,01	1,01	1,01
13	0,84	0,86	0,89	0,95	1,00	1,00
14	0,81	0,81	0,81	0,89	0,99	0,99

Tabuľka Sk vynásobená už zaťažovacou šírkou väznice.

Hodnoty A B C D E F G sú sprmerovane na AB BC CD DE EF FG

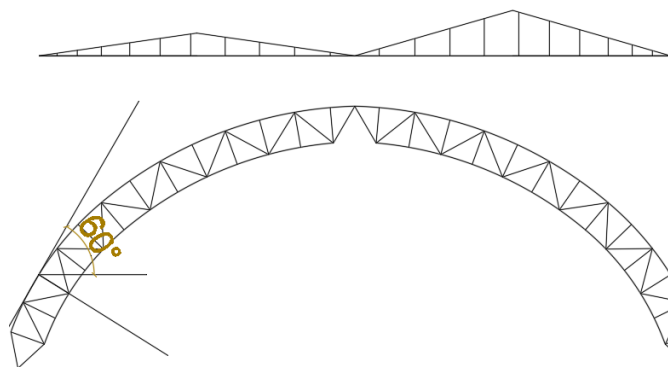
ZS 7 - Sneh naviaty 1 pravý smer X

Tvarový súčiniteľ naviatym snehom μ_3 -valcové strechy

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

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

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 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



Obrázok : Sneh naviaty- Schéma pravý usporiadanie 1

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

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

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

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

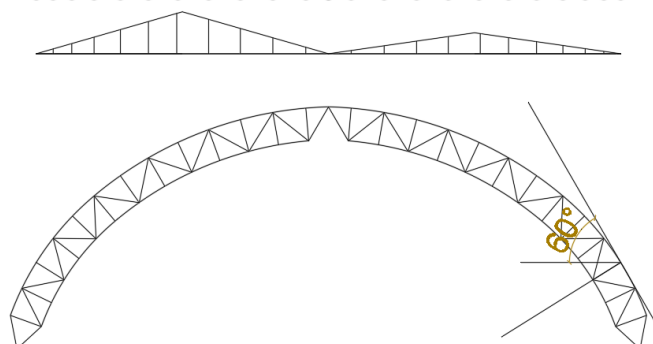
ZS 8 - Sneh naviaty 1 ľavý smer X

Tvarový súčiniteľ naviatym snehom μ_3 -valcové strechy

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

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

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



Obrázok 14: Sneh naviaty- Schéma ľavý usporiadanie 1

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

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

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

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

Sneh usp.1												
	sk	sk	sk	sk	sk	sk	sk	sk	sk	sk	sk	sk
	kN/m	kN/m	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	Polo	Plný	Polo	Plný
	A-B	A-B	B-C	B-C	C-D	C-D	D-E	D-E	E+F	E+F	F-G	F-G
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,08	0,16	0,04	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,17	0,35	0,15	0,31	0,06	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,30	0,60	0,30	0,60	0,19	0,37	0,13	0,26	0,14	0,29	0,14	0,29
5	0,42	0,84	0,45	0,89	0,33	0,67	0,29	0,58	0,34	0,67	0,35	0,69
6	0,54	1,09	0,60	1,20	0,53	1,06	0,51	1,03	0,53	1,06	0,54	1,07
7	0,67	1,34	0,81	1,62	0,76	1,52	0,73	1,46	0,74	1,49	0,75	1,50
8	0,88	1,76	1,07	2,15	1,05	2,09	0,96	1,93	0,97	1,95	0,98	1,96
9	1,01	2,01	1,03	2,06	1,16	2,32	1,21	2,42	1,22	2,43	1,22	2,44
10	0,81	1,61	0,81	1,62	0,95	1,89	1,05	2,10	1,07	2,13	1,06	2,13
11	0,60	1,21	0,63	1,25	0,72	1,45	0,79	1,57	0,81	1,62	0,81	1,61
12	0,40	0,80	0,41	0,82	0,47	0,94	0,52	1,04	0,54	1,08	0,54	1,08
13	0,18	0,37	0,18	0,37	0,20	0,39	0,21	0,43	0,23	0,46	0,23	0,46
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabuľka S_k vynásobená už zaťažovacou šírkou väznice.

ZS 9 - Sneh naviaty 2 ľavý smer X

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.

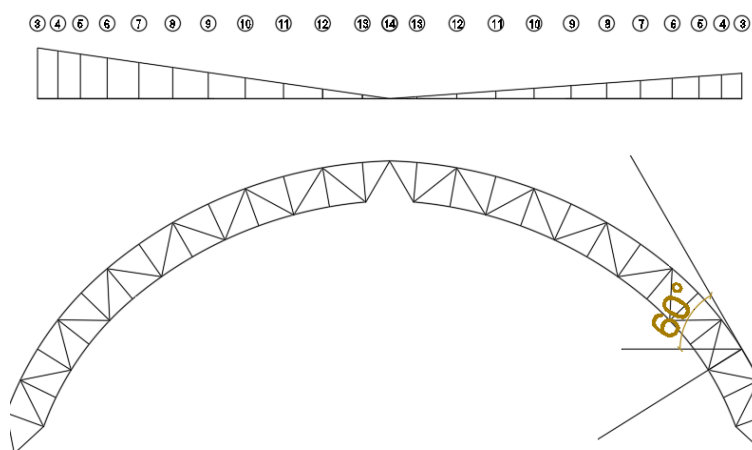
$$h/b = 16/40 = 0,4 > 0,2 \Rightarrow 2,0$$

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

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

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

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



Obrázok : Sneh naviaty- Schéma pravý usporiadanie 2

ZS 10 - Sneh naviaty 2 pravý smer X

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

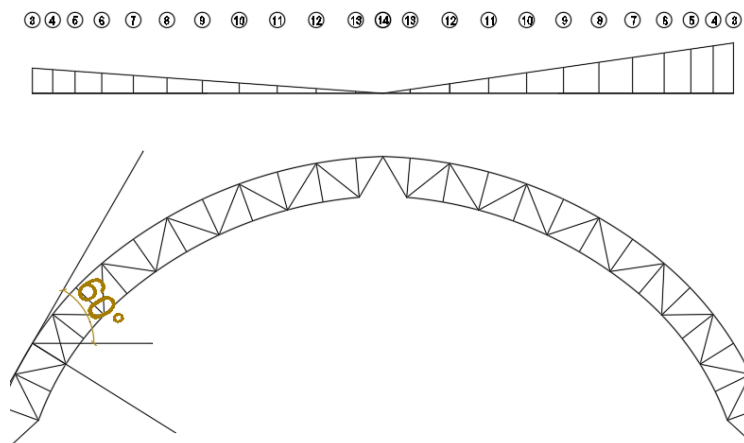
Sneh naviaty- Schéma ľavý usporiadanie 2

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

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

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

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

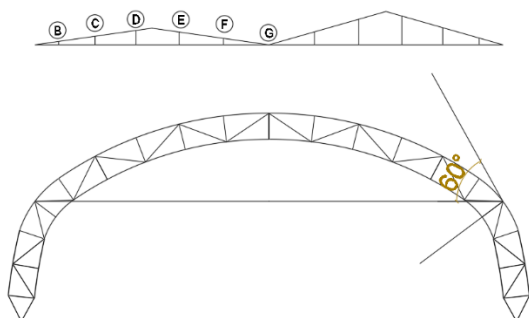


Sneh usp.2												
	sk	sk	sk	sk	sk	sk	sk	sk	sk	sk	sk	sk
	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m
	Polo	Plný	Polo	Plný	Polo	Plný	Polo	Plný	Polo	Plný	Polo	Plný
	A-B	A-B	B-C	B-C	C-D	C-D	D-E	D-E	E+F	E+F	F-G	F-G
1	0,39	0,77	0,24	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,73	1,46	0,94	1,89	0,58	1,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,75	1,50	0,95	1,90	1,08	2,17	1,18	2,37	1,24	2,48	1,32	2,63
4	0,76	1,51	0,93	1,86	0,96	1,92	1,07	2,15	1,22	2,45	1,27	2,54
5	0,70	1,39	0,85	1,69	0,93	1,85	1,05	2,09	1,14	2,28	1,14	2,29
6	0,64	1,28	0,77	1,54	0,89	1,78	1,00	2,01	1,00	2,01	1,00	2,00
7	0,57	1,14	0,73	1,46	0,84	1,68	0,89	1,79	0,90	1,79	0,89	1,79
8	0,56	1,11	0,66	1,33	0,76	1,52	0,78	1,55	0,78	1,56	0,78	1,56
9	0,50	1,01	0,50	1,00	0,58	1,16	0,65	1,31	0,66	1,32	0,66	1,32
10	0,40	0,81	0,41	0,81	0,47	0,95	0,53	1,05	0,53	1,07	0,53	1,06
11	0,30	0,60	0,31	0,63	0,36	0,72	0,39	0,79	0,40	0,81	0,40	0,80
12	0,20	0,40	0,21	0,41	0,24	0,47	0,26	0,52	0,27	0,54	0,27	0,54
13	0,09	0,18	0,09	0,18	0,10	0,20	0,12	0,23	0,13	0,27	0,13	0,27
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabuľka Sk vynásobená už zaťažovacou šírkou väznice.

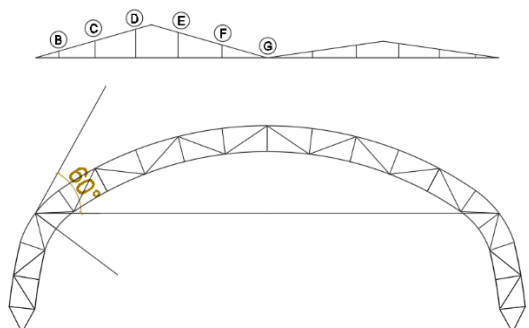
ZS 11 - Sneh naviaty 1 ľavý smer Y

To iste zaťaženie ako v smere X len dĺžka zaťaženia je 37,1m



ZS 12 - Sneh naviaty 1 pravý smer Y

To iste zaťaženie ako v smere X len dĺžka zaťaženia je 37,1m



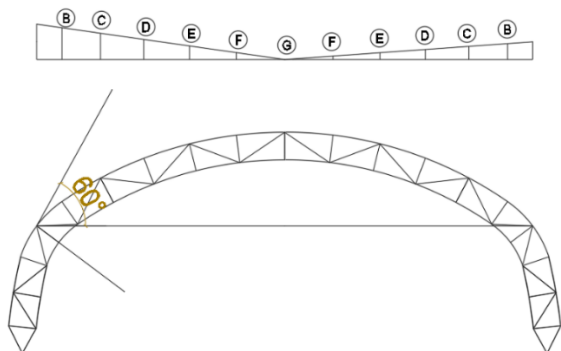
	Sneh usp.1 Y			sk								
	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m
	polo	plný	polo	plný	polo	plný	polo	plný	polo	plný	polo	plný
	A-B	A-B	B-C	B-C	C-D	C-D	D-E	D-E	E-F	E-F	F-G	F-G
1	0,04	0,08	0,17	0,35	0,40	0,80	0,50	1,00	0,36	0,72	0,13	0,26
2	0,08	0,16	0,35	0,69	0,80	1,60	1,00	2,00	0,72	1,44	0,26	0,51
3	0,09	0,17	0,37	0,74	0,77	1,54	0,97	1,93	0,72	1,44	0,26	0,51
4	0,09	0,18	0,39	0,78	0,73	1,46	0,93	1,86	0,75	1,50	0,26	0,52
5	0,09	0,18	0,38	0,77	0,76	1,51	0,98	1,95	0,76	1,51	0,26	0,51
6	0,09	0,18	0,38	0,77	0,80	1,59	1,03	2,05	0,73	1,47	0,25	0,49
7	0,09	0,18	0,41	0,81	0,84	1,68	1,03	2,05	0,73	1,47	0,25	0,49
8	0,10	0,20	0,43	0,86	0,89	1,77	1,03	2,05	0,73	1,47	0,25	0,49
9	0,11	0,22	0,41	0,81	0,84	1,68	1,03	2,05	0,73	1,47	0,25	0,49
10	0,11	0,22	0,40	0,79	0,82	1,64	1,03	2,05	0,73	1,47	0,25	0,49
11	0,11	0,22	0,41	0,81	0,84	1,68	1,03	2,05	0,73	1,47	0,25	0,49
12	0,11	0,22	0,41	0,81	0,84	1,68	1,03	2,05	0,73	1,47	0,25	0,49
13	0,11	0,21	0,38	0,77	0,77	1,54	0,97	1,94	0,73	1,45	0,24	0,49
14	0,10	0,20	0,36	0,73	0,70	1,40	0,91	1,82	0,72	1,44	0,24	0,48

Tabuľka Sk vynásobená už zaťažovacou šírkou väznice,

Hodnoty A B C D E F G sú sprimerované na AB BC CD DE EF FG

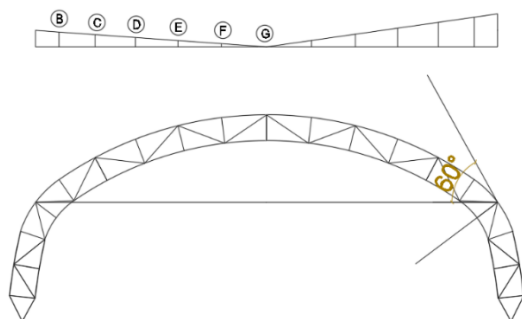
ZS 13 - Sneh naviaty 2 lávy smer Y

To iste zaťaženie ako v smere X len dĺžka zaťaženia je 37,1m



ZS 14 - Sneh naviaty 2 pravý smer Y

To iste zaťaženie ako v smere X len dĺžka zaťaženia je 37,1m



	Sneh usp.2 Y			sk								
	kN/m	kN/m	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	polo	plný	polo	plný
	A-B	A-B	B-C	B-C	C-D	C-D	D-E	D-E	E-F	E-F	F-G	F-G
1	0,37	0,73	0,40	0,79	0,38	0,76	0,29	0,58	0,18	0,36	0,06	0,13
2	0,73	1,46	0,79	1,58	0,76	1,52	0,58	1,17	0,36	0,72	0,13	0,26
3	0,80	1,59	0,84	1,69	0,73	1,46	0,56	1,13	0,36	0,72	0,13	0,26
4	0,86	1,72	0,89	1,77	0,69	1,38	0,54	1,08	0,37	0,75	0,13	0,26
5	0,86	1,72	0,88	1,75	0,72	1,44	0,57	1,14	0,38	0,76	0,13	0,26
6	0,86	1,72	0,88	1,75	0,76	1,51	0,60	1,20	0,37	0,73	0,12	0,25
7	0,86	1,72	0,93	1,86	0,80	1,60	0,60	1,20	0,37	0,73	0,12	0,25
8	0,95	1,89	0,98	1,97	0,84	1,68	0,60	1,20	0,37	0,73	0,12	0,25
9	1,03	2,06	0,93	1,86	0,80	1,60	0,60	1,20	0,37	0,73	0,12	0,25
10	1,03	2,06	0,90	1,81	0,78	1,56	0,60	1,20	0,37	0,73	0,12	0,25
11	1,03	2,06	0,93	1,86	0,80	1,60	0,60	1,20	0,37	0,73	0,12	0,25
12	1,03	2,06	0,93	1,86	0,80	1,60	0,60	1,20	0,37	0,73	0,12	0,25
13	0,99	1,99	0,88	1,76	0,73	1,46	0,57	1,13	0,36	0,73	0,12	0,24
14	0,96	1,91	0,83	1,66	0,66	1,33	0,53	1,06	0,36	0,72	0,12	0,24

Hodnoty A B C D E F G sú sprimerovane na AB BC CD DE EF FG

Tabuľka Sk vynásobená už zaťažovacou šírkou väznice.

4.2. Zat'azenie vetrom

Lokalita: Litoměřice

Klimatická veterná oblasť: II.

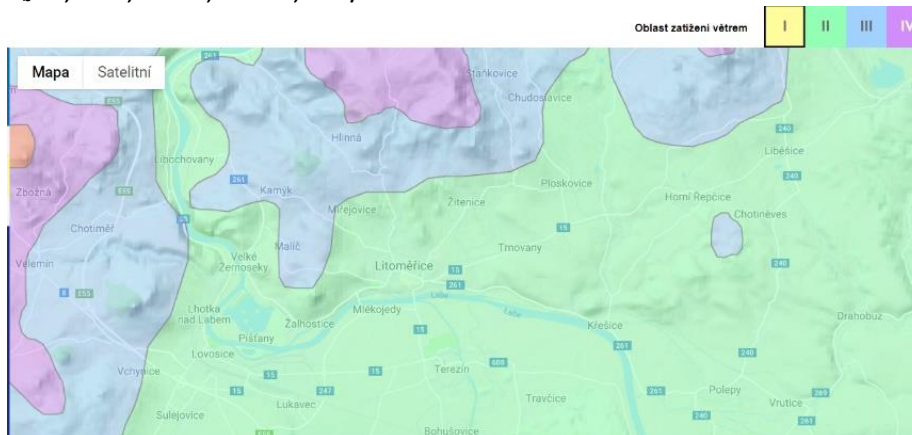
Východzia základná rýchlosť vetru: $v_{b,0}=25,0$ m/s

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.html#14.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:

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

Súčiniteľ drsnosti terénu:

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

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:

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

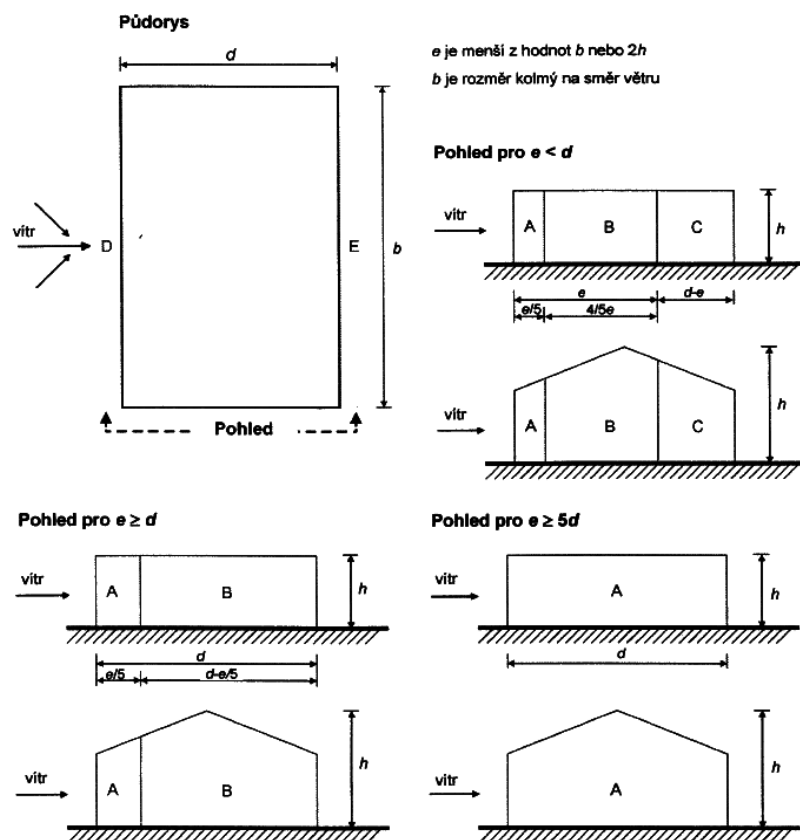
Merná hmotnosť vzduchu: $\rho=1,25$ kg/m³ doporučená hodnota

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 stěny

Súčiniteľ vonkajšieho tlaku

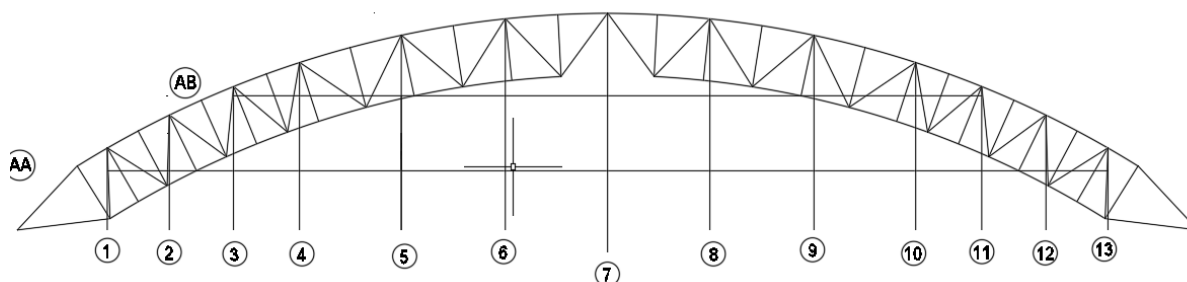
$$e = \min(b; 2 \cdot h) = \min(40; 32) = 32 \text{ m}$$

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

Hodnoty súčiniteľa tlaku sú brané z prípadu pre sedlové strechy.

ZS 15 – Vietor prvých stien Pravý.

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



		Paždik	Výška do 5m AA	paždik	Výška 6m AB
číslovanie	$C_{pe,10}$	Zš	Wk	Zš	Wk
1-2	-1,20	3,11	-1,86		
2-3	-1,20	3,11	-1,86		
3-4	-0,95	3,11	-1,47	2,54	-1,30
4-5	-0,95	3,11	-1,47	2,54	-1,30
5-6	-0,95	3,11	-1,47	2,54	-1,30
6-7	-0,95	3,11	-1,47	2,54	-1,30
7-8	-0,95	3,11	-1,47	2,54	-1,30
8-9	-0,95	3,11	-1,47	2,54	-1,30
9-10	-0,95	3,11	-1,47	2,54	-1,30
10-11	-0,50	3,11	-0,78	2,54	-0,69
11-12	-0,50	3,11	-0,78		
12-13	-0,50	3,11	-0,78		

ZS 16 – Vietor prvých stien Lávy.

Zrkadlovo obrátený.

ZS 17 Vietor pozdĺžny povrch stien predný.

Oblasť $C_{pe,10}$
 D 0,725
 E -0,35

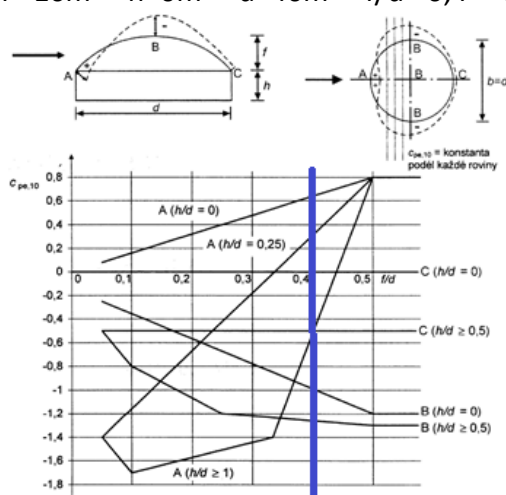
	E				D			
	Paždiky	Wk	Paždiky	Wk	Paždiky	Wk	Paždiky	Wk
	Zš	AA	Zš	AB	Zš	AA	Zš	AB
1, 2	3,11	-0,54			3,11	1,13		
2, 3	3,11	-0,54			3,11	1,13		
3, 4	3,11	-0,54	2,54	-0,48	3,11	1,13	2,54	1,00
4, 5	3,11	-0,54	2,54	-0,48	3,11	1,13	2,54	1,00
5, 6	3,11	-0,54	2,54	-0,48	3,11	1,13	2,54	1,00
6, 7	3,11	-0,54	2,54	-0,48	3,11	1,13	2,54	1,00
7, 8	3,11	-0,54	2,54	-0,48	3,11	1,13	2,54	1,00
8, 9	3,11	-0,54	2,54	-0,48	3,11	1,13	2,54	1,00
9, 10	3,11	-0,54	2,54	-0,48	3,11	1,13	2,54	1,00
10, 11	3,11	-0,54	2,54	-0,48	3,11	1,13	2,54	1,00
11, 12	3,11	-0,54			3,11	1,13		
12, 13	3,11	-0,54			3,11	1,13		

ZS 18 Vietor pozdĺžny povrch stien zadný.

Zrkadlovo obrátený.

ZS 19 Vietor klenba priečny ľavý

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



Oblasť $C_{pe,10}$
 A 0,62
 B -1
 C 0

		Wk	Wk	Wk	Wk	Wk	Wk
	$C_{pe,10}$	A-B	B-C	C-D	D-E	E-F	F-G
1	0,62	0,29	0,37	0,44	0,47	0,47	0,50
2	0,50	0,47	0,59	0,71	0,75	0,76	0,80
3	0,37	0,38	0,47	0,51	0,54	0,57	0,60
4	0,25	0,27	0,33	0,32	0,34	0,39	0,41
5	0,12	0,14	0,16	0,16	0,18	0,20	0,20
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	-0,13	-0,14	-0,18	-0,19	-0,20	-0,20	-0,20
8	-0,25	-0,31	-0,37	-0,40	-0,39	-0,39	-0,39
9	-0,38	-0,50	-0,53	-0,57	-0,58	-0,59	-0,59
10	-0,50	-0,67	-0,68	-0,73	-0,78	-0,78	-0,78
11	-0,63	-0,84	-0,87	-0,94	-0,97	-0,98	-0,98
12	-0,75	-1,01	-1,05	-1,13	-1,16	-1,17	-1,17
13	-0,88	-1,13	-1,16	-1,20	-1,28	-1,35	-1,35
14	-1,00	-1,24	-1,25	-1,25	-1,37	-1,53	-1,53

Tabuľka Wk vynásobená už zaťažovacou šírkou väznice.

	$C_{pe,10}$	A-B	B-C	C-D	D-E	E-F	F-G
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,08	-0,07	-0,09	-0,11	-0,12	-0,12	-0,12
3	-0,15	-0,16	-0,19	-0,21	-0,22	-0,23	-0,25
4	-0,23	-0,26	-0,31	-0,30	-0,32	-0,37	-0,38
5	-0,31	-0,34	-0,40	-0,42	-0,45	-0,50	-0,50
6	-0,38	-0,43	-0,51	-0,55	-0,60	-0,60	-0,60
7	-0,46	-0,52	-0,64	-0,69	-0,71	-0,72	-0,72
8	-0,54	-0,66	-0,80	-0,85	-0,83	-0,84	-0,84
9	-0,62	-0,82	-0,86	-0,92	-0,95	-0,96	-0,96
10	-0,69	-0,93	-0,94	-1,01	-1,07	-1,08	-1,08
11	-0,77	-1,03	-1,07	-1,16	-1,19	-1,20	-1,20
12	-0,85	-1,13	-1,18	-1,27	-1,31	-1,32	-1,32
13	-0,92	-1,19	-1,22	-1,27	-1,35	-1,43	-1,43
14	-1,00	-1,24	-1,25	-1,25	-1,37	-1,53	-1,53

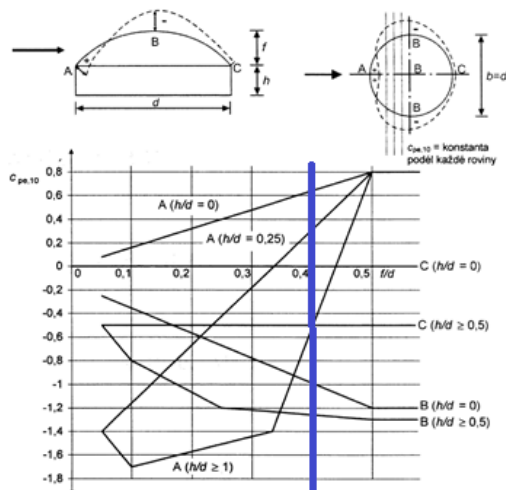
Tabuľka Wk vynásobená už zaťažovacou šírkou väznice.

ZS 20 Vietor klenba priečny pravý

Len zrkadlovo obrátený.

ZS 21 Vietor klenba pozdĺžny ľavý

$f = 16\text{m}$ $h = 0\text{m}$ $d = 40\text{m}$ $f/d = 0,4$ $h/d = 0$



Oblasť $C_{pe,10}$
A 0,62

B -1

C 0

	$C_{pe,10}$		$C_{pe,10}$		$C_{pe,10}$		$C_{pe,10}$		$C_{pe,10}$		$C_{pe,10}$	
	0,62do-1	0do-1	0,62do-1	0do-1	0,62do-1	0do-1	0,62do-1	0do-1	0,62do-1	0do-1	0,62do-1	0do-1
	A-B	A-B	B-C	B-C	C-D	C-D	D-E	D-E	E-F	E-F	F-G	F-G
1	0,18	-0,20	0,02	-0,21	-0,14	-0,36	-0,32	-0,49	-0,50	-0,60	-0,72	-0,75
2	0,37	-0,40	0,05	-0,42	-0,27	-0,72	-0,64	-0,97	-1,00	-1,20	-1,43	-1,50
3	0,40	-0,44	0,05	-0,45	-0,26	-0,69	-0,61	-0,94	-1,00	-1,20	-1,43	-1,50
4	0,43	-0,47	0,06	-0,48	-0,25	-0,65	-0,59	-0,90	-1,04	-1,25	-1,46	-1,53
5	0,43	-0,47	0,05	-0,47	-0,26	-0,68	-0,62	-0,95	-1,05	-1,27	-1,44	-1,51
6	0,43	-0,47	0,05	-0,47	-0,27	-0,71	-0,65	-1,00	-1,02	-1,23	-1,38	-1,45
7	0,43	-0,47	0,06	-0,50	-0,29	-0,75	-0,65	-1,00	-1,02	-1,23	-1,38	-1,45
8	0,48	-0,52	0,06	-0,53	-0,30	-0,79	-0,65	-1,00	-1,02	-1,23	-1,38	-1,45
9	0,52	-0,57	0,06	-0,50	-0,29	-0,75	-0,65	-1,00	-1,02	-1,23	-1,38	-1,45
10	0,52	-0,57	0,06	-0,48	-0,28	-0,73	-0,65	-1,00	-1,02	-1,23	-1,38	-1,45
11	0,52	-0,57	0,06	-0,50	-0,29	-0,75	-0,65	-1,00	-1,02	-1,23	-1,38	-1,45
12	0,52	-0,57	0,06	-0,50	-0,29	-0,75	-0,65	-1,00	-1,02	-1,23	-1,38	-1,45
13	0,50	-0,55	0,05	-0,47	-0,26	-0,69	-0,62	-0,94	-1,01	-1,21	-1,37	-1,43
14	0,48	-0,53	0,05	-0,45	-0,24	-0,62	-0,58	-0,88	-1,00	-1,20	-1,35	-1,42

Hodnoty A B C D E F G sú priemerované na AB BC CD DE EF FG.

Tabuľka W_k vynásobená už zaťažovacou šírkou väznice.

ZS 22 Vietor klenba pozdĺžny ľavý.

Len zrkadlovo obrátený.

5.1. Zat'azovacie stavy-súhrn

ZS 1 - Vlastná tiaž
ZS 2 - Ostatné stále zaťaženie-Strešný panel KS1000 XD
ZS 3 - Ostatné stále zaťaženie-TZB
ZS 4 - Úžitkové zaťaženie
ZS 5 - Sneh plný X
ZS 6 - Sneh plný Y
ZS 7 - Sneh naviaty 1 ľavý smer X
ZS 8 - Sneh naviaty 1 pravý smer X
ZS 9 - Sneh naviaty 2 ľavý smer X
ZS 10 - Sneh naviaty 2 pravý smer X
ZS 11 - Sneh naviaty 1 ľavý smer Y
ZS 12 - Sneh naviaty 1 pravý smer Y
ZS 13 - Sneh naviaty 2 ľavý smer Y
ZS 14 - Sneh naviaty 2 pravý smer Y
ZS 15 - Vietor povrch stien ľavý
ZS 16 - Vietor povrch stien pravý
ZS 17 - Vietor pozdĺžny povrch stien predný
ZS 18 - Vietor pozdĺžny povrch stien zadný
ZS 19- Vietor klenba priečny ľavý
ZS 20- Vietor klenba priečny pravý
ZS 21 Vietor klenba pozdĺžny ľavý
ZS 22 – Vietor klenba pozdĺžny 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 zaťaženie:

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

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

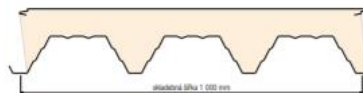
6. Medzný stav únosnosti

6.1 Strešný plášť KS1000 XD



Strešný panel KS1000 XD

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



Tabulky únosnosti

KS1000 X-DEK

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 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 chladárnách apod.) je třeba provést zvláštní výpočet. Výpočty jsou provedeny v souladu s ČSN EN 14509. Hodnoty mezích zatížení uvedené v tabulce porovnávají se 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 charakteristický (v tabulkách od výrobcu sa používa charakteristická hodnota)

Tlak = ZS8(sneh) + ZS19(vietor) = 2,44+0,8=3,24 kN/m

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

Satie = ZS21(vietor) = 1,5 = 1,5 kN/m

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

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

Posúdenie

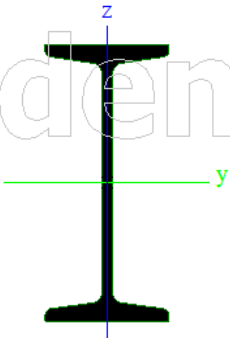
Tlak

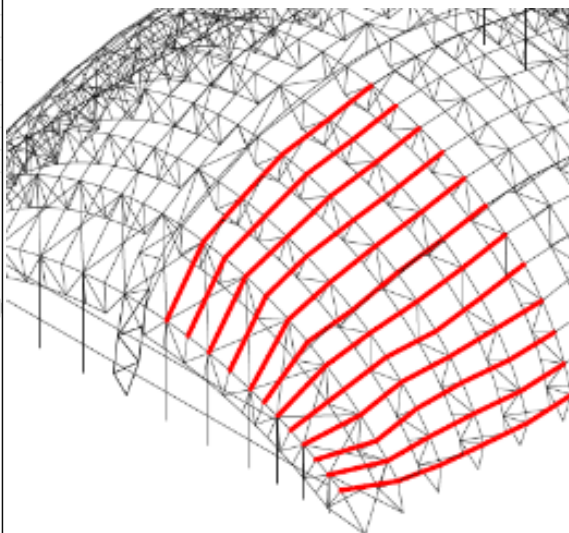
$g_k=3,24 \text{ kN/m} \leq g_{Rk}=4,23 \text{ kN/m} \rightarrow \text{vyhovuje}$

Satie

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

6.2 Vážnica IPN180

Vážnica		
Typ	IPN180	
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]	2,7900e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,8176e-03	1,2511e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	6,4101e-01	6,4101e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	41	90
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,4500e-05	8,1300e-07
I _y [mm], I _z [mm]	72	17
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,6100e-04	1,9800e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,8700e-04	3,3200e-05
M _{pl,y+} [Nm], M _{pl,y-} [Nm]	4,39e+04	4,39e+04
M _{pl,z+} [Nm], M _{pl,z-} [Nm]	7,83e+03	7,83e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	9,5800e-08	6,8725e-08
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste F-G priečného vážníka a výšky N1. Číslovanie zo strany 10.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	1
Posudok na tlak	0,01 -
Posudok na ohyb pre M _y	0,20 -
Posudok na ohyb pre M _z	0,11 -
Posudok na šmyk pre V _y	0,00 -
Posudok na šmyk pre V _z	0,02 -
Posudok na krútenie	0,00 -
Kombinovaný posudok na ohyb, osovú a šmykovú silu	0,15 -
Záver - posudok prierezu	0,20 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,05 -
Posudok na klopenie	0,28 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,48 -
Záver - posudok stability	0,48 -

Vnútorne sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-5,57	kN
V _{y,Ed}	-1,09	kN
V _{z,Ed}	-3,81	kN
T _{Ed}	0,00	kNm
M _{y,Ed}	8,82	kNm
M _{z,Ed}	-0,83	kNm

kombinacia

$$1,15 \cdot ZS1 + 1,15 \cdot ZS2 + 1,15 \cdot ZS3 + 0,9 \cdot ZS19 + 1,5 \cdot ZS12$$

Zatriedenie prierezu

stojna

$$c/t=169/6,9=24,5\leq 33\varepsilon=33\rightarrow \text{trieda 1}$$

pasnica

$$c/t=37/10,4=3,55\leq 33\varepsilon=33\rightarrow \text{trieda 1}$$

Posudok na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{Rd}=A\cdot f_{yd}/\gamma_{M0}=2,79\cdot 10^{-3}\cdot 235000/1,0=655,65 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{Ed}/N_{Rd}=5,57/655,65=0,01\leq 1,0\rightarrow \text{vyhovuje}$$

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_z=L_{cr,z}\cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,z}/i_{y,y}=3,5/0,017=206$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_z=\lambda_y/\lambda_1=\lambda_z/(93,9\cdot \varepsilon)=206/93,9=2,19$$

Súčiniteľ imperfekcie

$$\text{vzperná krivka } b=0,34$$

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_z=0,5\cdot [1+\alpha\cdot (\lambda'_z-0,2)+\lambda'^2_z]=0,5\cdot [1+0,34\cdot (2,19-0,2)+2,19^2]=3,23$$

$$\chi_z=1/(\Phi_z+\sqrt{\Phi_z^2-\lambda'^2_z})=1/(3,23+\sqrt{3,23^2-2,19^2})=0,18$$

$$\chi=0,18$$

Návrhová vzperná únosnosť tlačeneho prútu

$$N_{b,Rd}=\chi\cdot A\cdot f_{yd}/\gamma_{M1}=(0,18\cdot 2,79\cdot 10^{-3}\cdot 235000)/1,00=118\text{kN}$$

$$N_{Ed}/N_{b,Rd}=5,57/118=0,05\leq 1,00\rightarrow \text{vyhovuje}$$

Posudok na ohyb

$$M_{rd,y}=W_{ply}\cdot f_{yd}/\gamma_{M1}=(0,187\cdot 10^{-3}\cdot 235000)/1,00=43,9\text{kNm}$$

$$M_{rd,y}/M_{ed,y}=8,82/43,9=0,20\leq 1,00\rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$M_{rd,z}=W_{plz}\cdot f_{yd}/\gamma_{M1}=(0,0332\cdot 10^{-3}\cdot 235000)/1,00=7,8\text{kNm}$$

$$M_{rd,z}/M_{ed,z}=0,83/7,8=0,10\leq 1,00\rightarrow \text{vyhovuje}$$

Posudok na klopenie

$$k_y = k_z = k_w = 1,0$$

$$c_1 = 1,13 \quad c_2 = 0,46 \quad c_3 = 0,53$$

$$z_j = 0 \text{ m}$$

$$z_g = 0 \text{ m (vzdialenosť pôsobiska zaťaženia)}$$

$$\kappa_{wt} = \pi / (k_w \cdot L) \cdot \sqrt{(E \cdot I_w) / (G \cdot I_t)} =$$

$$\pi / (1,0 \cdot 3,5) \cdot \sqrt{(210 \cdot 10^6 \cdot 6,87 \cdot 10^{-9}) / (81 \cdot 10^6 \cdot 9,58 \cdot 10^{-8})} = 0,388$$

$$\zeta_g = (\pi \cdot z_g) / (k_z \cdot L) \cdot \sqrt{(E \cdot I_z) / (G \cdot I_t)} = 0$$

$$\zeta_j = (\pi \cdot z_j) / (k_z \cdot L) \cdot \sqrt{(E \cdot I_z) / (G \cdot I_t)} = 0$$

Bezrozmerný kritický moment

$$\mu_{cr} = C_1 / k_z \cdot [(\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2} + (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)^2) - (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)] = C_1 / k_z \cdot \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2} \quad \mu_{cr} = 1,13 / 1,0 \cdot \sqrt{1 + 0,388^2} = 1,21$$

$$\text{Kritický moment } M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t) / L^2} = 1,21 \cdot \pi \cdot \sqrt{(210 \cdot 10^6 \cdot 2,003 \cdot 10^{-4} \cdot 81 \cdot 10^6 \cdot 5,928 \cdot 10^{-7}) / 3,5^2} = 47 \text{ kNm}$$

$$\lambda'_{LT} = \sqrt{(W_{ply} \cdot f_y / M_{cr})} = \sqrt{(1,87 \cdot 10^{-4} \cdot 235 / 47)} = 0,97$$

$$\lambda'_{LTO} = 0,4 \quad \beta = 0,75 \quad k_c = 0,86$$

$$\alpha_{LT} = 0,49 \text{ krivka C}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda'_{LT} - \lambda'_{LTO}) + \beta \lambda'^2_{LT}] = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,97 - 0,4) + 0,75 \cdot 0,97^2] = 1$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \lambda'^2_{LT}}) = 1 / (1 + \sqrt{1^2 - 0,75 \cdot 0,97^2}) = 0,66$$

$$f = 1 - 0,5 \cdot (1 - k_c) \cdot [1 - 2 \cdot (\lambda'_{LT} - 0,8)^2] \leq 1,00$$

$$f = 1 - 0,5 \cdot (1 - 0,86) \cdot [1 - 2 \cdot (0,97 - 0,8)^2] = 0,93 \leq 1,00$$

$$\chi_{LT,mod} = \chi_{LT} / f = 0,66 / 0,93 = 0,71$$

$$M_{bRD} = \chi_{LT,mod} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,71 \cdot 1,87 \cdot 10^{-4} \cdot 235 / 1,0 = 31 \text{ kNm}$$

$$M_{yED} / M_{bRD} = 8,82 / 31 = 0,28 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Kombinovaný posudok na ohyb, osovú silu a smykovú silu

$$V_{plRD} = A_v \cdot z \cdot f_y / \sqrt{3} / \gamma_{M0} = 1,25 \cdot 10^{-3} \cdot 235 / \sqrt{3} / 1,0 = 169 \text{ kN}$$

$$V_{ED} / V_{plRD} = 3,81 / 169 = 0,02 < 0,5 \text{ Vplyv smyku sa zanedbá}$$

$$\alpha = 2 \quad \beta = 1$$

$$(M_{yED} / M_{plyRD})^\alpha + (M_{zED} / M_{plzRD})^\beta = (8,82 / 43,9)^2 + (0,83 / 7,8)^1 = 0,15 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Posúdok ohybu a osového tlaku

$$M_{rd,y}=43,9kNm \quad M_{rd,z}=7,8kNm \quad M_{yEd}=8,82kN \quad M_{zEd}=0,83kN$$

$$N_{Rk}=655kN \quad N_{Ed}=5,57kN$$

- k_{yy}

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

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

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

$$k_{yy}=0,9 \cdot [1 + (1 - 0,2) \cdot (5,57 / (1 \cdot (655 / 1,0)))] = 0,9$$

$$k_{yy} \leq 0,9 \cdot [1 + 0,8 \cdot (5,57 / (1 \cdot (655 / 1,0)))] = 0,9$$

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

- k_{zy}

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

- k_{zz}

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

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

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

$$k_{zz}=0,9 \cdot [1 + (1,12 - 0,2) \cdot (5,57 / (0,18 \cdot (655 / 1,0)))] = 1,12$$

$$k_{zz} \leq 0,9 \cdot [1 + 0,8 \cdot (5,57 / (0,18 \cdot (655 / 1,0)))] = 1,01$$

$$\rightarrow k_{zz}=1,0$$

- k_{yz}

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

Posúdenie

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

$$5,57 / (1 \cdot 655) / 1,0 + (0,9 \cdot 8,82) / (0,71 \cdot 43,9) / 1,0 + 0,6 \cdot 0,83 / (7,8) / 1,0 \leq 1,0$$


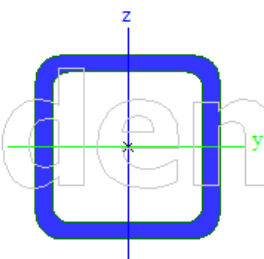
$$= 0,32 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

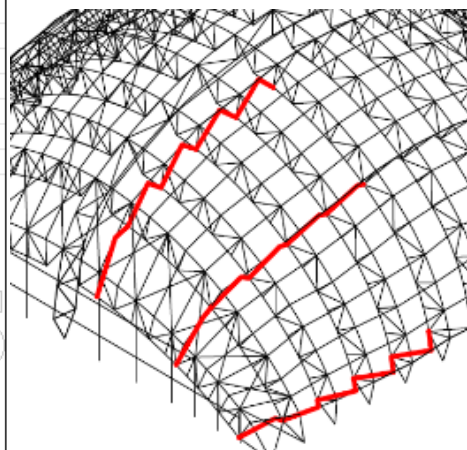
$$N_{Ed} / (\chi_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{M1} + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}) / \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / (M_{z,Rk}) / \gamma_{M1} \leq 1,0$$

$$5,57 / (0,18 \cdot 655) / 1,0 + (0,54 \cdot 43,9) / (0,71 \cdot 43,9) / 1,0 + 1,0 \cdot 0,83 / (7,8) / 1,0 \leq 1,0$$

$$= 0,54 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.3 Pozdĺžne stužidlo SHS 40/40/3,6

Pozdĺžne stužidlo		
Typ	SHS40/40/3.6	
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]	5,1000e-04	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,5500e-04	2,5500e-04
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,5100e-01	2,7568e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	20	20
\alfa [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,1100e-07	1,1100e-07
i _y [mm], i _z [mm]	15	15
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	5,5400e-06	5,5400e-06
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	6,8800e-06	6,8800e-06
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,62e+03	1,62e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,62e+03	1,62e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,8100e-07	3,0720e-11
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste B-C priečného väzníka a výšky N12. Číslovanie zo strany 10.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	1
Posudok na tlak	0,06 -
Posudok na šmyk pre V _z	0,00 -
Posudok na krútenie	0,00 -
Záver - posudok prierezu	0,06 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,33 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,35 -
Záver - posudok stability	0,35 -

Vnútorne sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-6,82	kN
V _{y,Ed}	0,00	kN
V _{z,Ed}	-0,03	kN
T _{Ed}	0,00	kNm
M _{y,Ed}	0,00	kNm
M _{z,Ed}	0,00	kNm

Kombinácia

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 1.5 \cdot ZS7 + 0.9 \cdot ZS18$$

Posudok na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{Rd} = A \cdot f_{yd} / \gamma_{M0} = 0,51 \cdot 10^{-3} \cdot 235000 / 1,0 = 119 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{Ed} / N_{Rd} = 6,82 / 119 = 0,06 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t = 32,8 / 3,6 = 9,1 \leq 72 \varepsilon = 72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t = 32,8 / 3,6 = 9,1 \leq 33 \varepsilon = 33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Vzperná dĺžka

$$L_{cr,y} = L_{cr,z} = 3,17 \cdot 1 = 3,17 \text{ m}$$

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_z = \lambda_y = L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I} = L_{cr,y} / i_{y,z} = 3,17 / 0,015 = 211$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_y = \lambda'_z = \lambda_y / \lambda_1 = \lambda_y / (93,9 \cdot \varepsilon) = 211 / 93,9 = 2,24$$

Súčiniteľ imperfekcie

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

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_z = \Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (2,24 - 0,2) + 2,24^2] = 3,22$$

$$\chi_z = \chi_y = 1 / (\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda'^2_y}) = 1 / (3,22 + \sqrt{3,22^2 - 2,24^2}) = 0,18$$


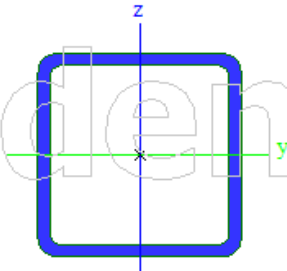
$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,18; 0,18) = 0,18$$

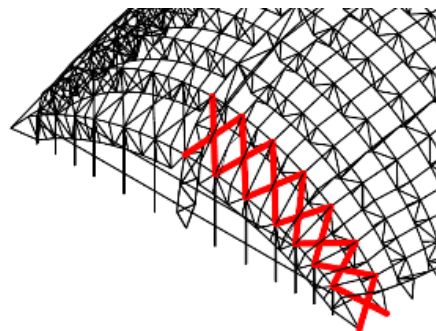
Návrhová vzperná únosnosť tlačeneho prútu

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} / \gamma_{M1} = (0,18 \cdot 0,51 \cdot 10^{-3} \cdot 235000) / 1,00 = 21,5 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{b,Rd} = 6,82 / 21,5 = 0,32 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.4 Priečné stužidlo SHS 70/70/4

Priečné stužidlo		
Typ	SHS70/70/4.0	
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]	1,0400e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	5,1926e-04	5,1926e-04
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	2,7000e-01	5,1075e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	35	35
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	7,4700e-07	7,4700e-07
i _y [mm], i _z [mm]	27	27
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,1300e-05	2,1300e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	2,5500e-05	2,5500e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	6,00e+03	6,00e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	6,00e+03	6,00e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,1800e-06	5,6023e-10
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste A N14 priečného väzníka a B N12 priečného väzníka.

Číslovanie zo strany 10.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	1
Posudok na tlak	0,14 -
Záver - posudok prierezu	0,14 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,81 -
Záver - posudok stability	0,81 -

Vnútorne sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-33,99	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

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 0.9 \cdot ZS16 + 1.5 \cdot ZS9$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t=62/4=16 \leq 72 \varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=62/4=16 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posudok na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{Rd} = A \cdot f_{yd} / \gamma_{M0} = 1,04 \cdot 10^{-3} \cdot 235000 / 1,0 = 244,4 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{Ed} / N_{Rd} = 34 / 244,4 = 0,14 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperná dĺžka

$$L_{cr,y} = L_{cr,z} = 5,78 \cdot 1 = 5,78 \text{ m}$$

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_z = \lambda_y = L_{cr,y} \cdot \sqrt{(A/I)} = L_{cr,y} / i_{y,z} = 5,78 / 0,027 = 214$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_y = \lambda'_z = \lambda_y / \lambda_1 = \lambda_y / (93,9 \cdot \varepsilon) = 214 / 93,9 = 2,27$$

Súčiniteľ imperfekcie

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

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_z = \Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (2,27 - 0,2) + 2,27^2] = 3,29$$

$$\chi_z = \chi_y = 1 / (\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda'^2_y}) = 1 / (3,29 + \sqrt{3,29^2 - 2,27^2}) = 0,17$$


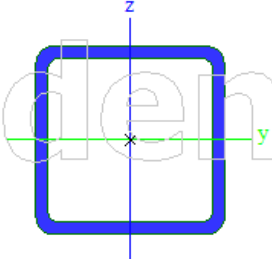
$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,17; 0,17) = 0,17$$

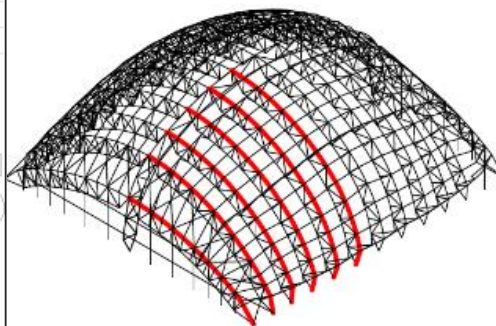
Návrhová vzperná únosnosť tlačeneho prútu

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} / \gamma_{M1} = (0,17 \cdot 1,04 \cdot 10^{-3} \cdot 235000) / 1,00 = 41,5 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{b,Rd} = 34 / 41,5 = 0,82 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.5 Horný pás priečneho väzníku SHS 80/80/5

Priecny Horný pás1		
Typ	SHS80/80/5.0	
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]	1,4700e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	7,3634e-04	7,3634e-04
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	3,0700e-01	5,7844e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	40	40
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,3700e-06	1,3700e-06
I _y [mm], I _z [mm]	31	31
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,4200e-05	3,4200e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	4,1100e-05	4,1100e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	9,66e+03	9,66e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	9,66e+03	9,66e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,1700e-06	1,3653e-09
\beta _y [mm], \beta _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste B ,N1 priečneho väzníka. Číslovanie zo strany 10.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	1
Posudok na tlak	0,36 -
Posudok na ohyb pre M _y	0,03 -
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, osové a šmykovú silu	0,00 -
Záver - posudok prierezu	0,36 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,86 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,88 -
Záver - posudok stability	0,88 -

Vnútročné sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-124,63	kN
V _{y,Ed}	0,04	kN
V _{z,Ed}	-0,13	kN
T _{Ed}	-0,01	kNm
M _{y,Ed}	0,32	kNm
M _{z,Ed}	-0,05	kNm

Kombinácia

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 1.5 \cdot ZS5 + 0.9 \cdot ZS22$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t=70/5=14 \leq 72 \varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=70/5=14 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posúdenie na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{rd}=A \cdot f_y/\gamma_{M0}=1,47 \cdot 10^{-3} \cdot 235000/1,0=345 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{ed}/N_{rd}=125/345=0,36 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperná dĺžka

Diagonály a zvislice zabezpečujú vybočenie v rovine prvku.

Priečne stužidlá zabezpečujú vybočenie v z roviny

$$L_{cr,y}=2m$$

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

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_y=L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,y}/i_{y,z}=2/0,031=64,5$$

$$\lambda_z=L_{cr,z} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,z}/i_{y,z}=4/0,031=129$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_y=\lambda_y/\lambda_1=\lambda_y/(93,9 \cdot \varepsilon)=64,5/93,9=0,69$$

$$\lambda'_z=\lambda_z/\lambda_1=\lambda_z/(93,9 \cdot \varepsilon)=129/93,9=1,37$$

Súčiniteľ imperfekcie

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

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_y=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_y-0,2)+\lambda'^2_y]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (0,69-0,2)+0,69^2]=0,78$$

$$\chi_y=1/(\Phi_y+\sqrt{\Phi_y^2-\lambda'^2_y})=1/(0,78+\sqrt{0,78^2-0,69^2})=0,85$$

$$\Phi_z=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_z-0,2)+\lambda'^2_z]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (1,37-0,2)+1,37^2]=1,56$$

$$\chi_z=1/(\Phi_z+\sqrt{\Phi_z^2-\lambda'^2_z})=1/(1,56+\sqrt{1,56^2-1,37^2})=0,43$$

$$\chi=\min(\chi_y;\chi_z)=\min(0,85;0,43)=0,43$$


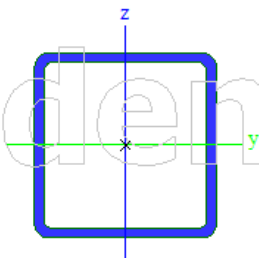
Návrhová vzperná únosnosť tlačeneho prútu

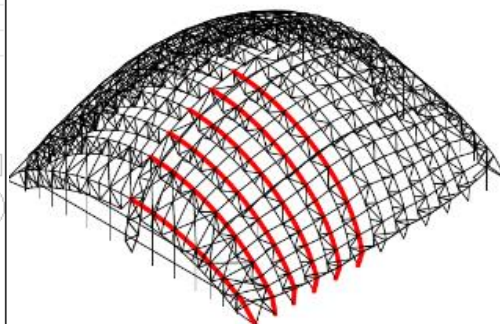
$$N_{b,Rd}=\chi \cdot A \cdot f_{yd}/\gamma_{M1}=(0,43 \cdot 1,47 \cdot 10^{-3} \cdot 235000)/1,00=149 \text{ kN}$$

$$N_{Ed}/N_{b,Rd}=124,6/149=0,83 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Priečny horný pás je odstupňovaný od SHS 80/80/5 do SHS 80/80/4

6.6 Horný pás priečneho väzníku SHS 80/80/4

Priecny Horný pás		
Typ	SHS80/80/4.0	
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]	1,2000e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	5,9926e-04	5,9926e-04
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	3,1000e-01	5,9075e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	40	40
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,1400e-06	1,1400e-06
I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴]	31	31
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,8600e-05	2,8600e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	3,4000e-05	3,4000e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	7,98e+03	7,98e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	7,98e+03	7,98e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,8000e-06	1,0923e-09
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste B N8 priečneho väzníka a B N7 priečneho väzníka. Číslovanie zo strany 10.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	1
Posudok na tlak	0,28 -
Posudok na ohyb pre M _y	0,01 -
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	0,28 -

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}	-77,70	kN
V _{y,Ed}	-0,10	kN
V _{z,Ed}	-0,21	kN
T _{Ed}	0,00	kNm
M _{y,Ed}	-0,10	kNm
M _{z,Ed}	-0,10	kNm

Kombinácia

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 0.9 \cdot ZS15$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t=72/4=18 \leq 72 \varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=72/4=18 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posúdenie na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{rd}=A \cdot f_y/\gamma_{M0}=1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 235000/1,0=282 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{ed}/N_{rd}=77,7/282=0,28 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperná dĺžka

Diagonály a zvislice zabezpečujú vybočenie v rovine prvku.

Priečne stužidlá zabezpečujú vybočenie v z roviny

$$L_{cr,y}=2m$$

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

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_y=L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,y}/i_{y,z}=2/0,031=64,5$$

$$\lambda_z=L_{cr,z} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,z}/i_{y,z}=4/0,031=129$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_y=\lambda_y/\lambda_1=\lambda_y/(93,9 \cdot \varepsilon)=64,5/93,9=0,69$$

$$\lambda'_z=\lambda_z/\lambda_1=\lambda_z/(93,9 \cdot \varepsilon)=129/93,9=1,37$$

Súčiniteľ imperfekcie

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

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_y=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_y-0,2)+\lambda'^2_y]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (0,69-0,2)+0,69^2]=0,78$$

$$\chi_y=1/(\Phi_y+\sqrt{\Phi_y^2-\lambda'^2_y})=1/(0,78+\sqrt{0,78^2-0,69^2})=0,85$$

$$\Phi_z=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_z-0,2)+\lambda'^2_z]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (1,37-0,2)+1,37^2]=1,56$$

$$\chi_z=1/(\Phi_z+\sqrt{\Phi_z^2-\lambda'^2_z})=1/(1,56+\sqrt{1,56^2-1,37^2})=0,43$$

$$\chi=\min(\chi_y;\chi_z)=\min(0,85;0,43)=0,43$$


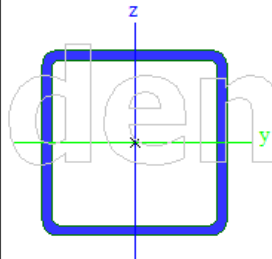
Návrhová vzperná únosnosť tlačeneho prútu

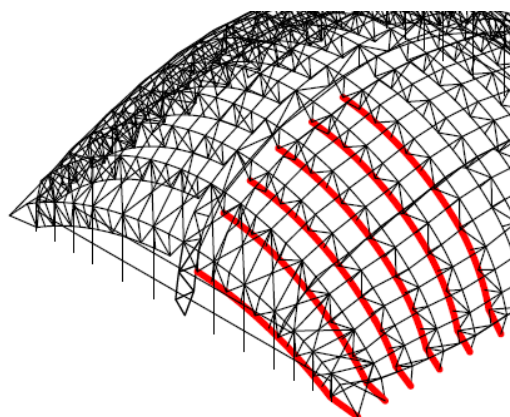
$$N_{b,Rd}=\chi \cdot A \cdot f_{yd}/\gamma_{M1}=(0,43 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 235000)/1,00=121 \text{ kN}$$

$$N_{Ed}/N_{b,Rd}=77,7/121=0,636 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Priečny horný pás je odstupňovaný od SHS 80/80/5 do SHS 80/80/4

6.7 Dolný pás priečneho väzníku SHS 140/140/7,1

Priečny Dolný pás1		
Typ	SHS140/140/7.1	
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]	3,7200e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,8596e-03	1,8596e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	5,4163e-01	1,0326e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	70	70
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,0900e-05	1,0900e-05
I _y [mm], I _z [mm]	54	54
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,5500e-04	1,5500e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,8428e-04	1,8428e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	4,33e+04	4,33e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	4,33e+04	4,33e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,7100e-05	3,1821e-08
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste F, N5 priečneho väzníka a F, N6 priečneho väzníka. Číslovanie zo strany 10.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	1
Posudok na tlak	0,15 -
Posudok na ohyb pre M _y	0,04 -
Posudok na ohyb pre M _z	0,00 -
Posudok na šmyk pre V _y	0,00 -
Posudok na šmyk pre V _z	0,01 -
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	0,81 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,84 -
Záver - posudok stability	0,84 -

Vnútročné sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-127,60	kN
V _{y,Ed}	0,00	kN
V _{z,Ed}	-1,36	kN
T _{Ed}	0,00	kNm
M _{y,Ed}	-1,79	kNm
M _{z,Ed}	0,05	kNm

Kombinácia

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 1.5 \cdot ZS5 + 0.9 \cdot ZS16$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t=114/7,1=15 \leq 72 \varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=114/7,1=15 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posúdenie na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{rd}=A \cdot f_y/\gamma_{M0}=3,72 \cdot 10^{-3} \cdot 235000/1,0=874 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{ed}/N_{rd}=127/874=0,15 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperná dĺžka

Diagonály a zvislice zabezpečujú vybočenie v rovine prvkú.

Pozdĺžne stužidla zabezpečujú vybočenie v z roviny

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

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

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_y=L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,y}/i_{y,z}=2/0,054=37$$

$$\lambda_z=L_{cr,z} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,z}/i_{y,z}=10,8/0,054=200$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_y=\lambda_y/\lambda_1=\lambda_y/(93,9 \cdot \varepsilon)=37/93,9=0,39$$

$$\lambda'_z=\lambda_z/\lambda_1=\lambda_z/(93,9 \cdot \varepsilon)=200/93,9=2,12$$

Súčiniteľ imperfekcie

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

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_y=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_y-0,2)+\lambda'^2_y]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (0,39-0,2)+0,39^2]=0,56$$

$$\chi_y=1/(\Phi_y+\sqrt{\Phi_y^2-\lambda'^2_y})=1/(0,613+\sqrt{0,613^2-0,39^2})=0,955$$

$$\Phi_z=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_z-0,2)+\lambda'^2_z]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (2,12-0,2)+2,12^2]=2,9$$

$$\chi_z=1/(\Phi_z+\sqrt{\Phi_z^2-\lambda'^2_z})=1/(2,9+\sqrt{2,9^2-2,12^2})=0,19$$

$$\chi=\min(\chi_y, \chi_z)=\min(0,955, 0,19)=0,19$$


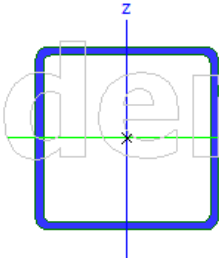
Návrhová vzperná únosnosť tlačeneho prútu

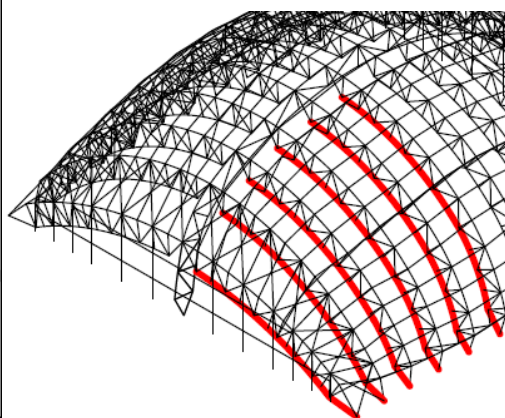
$$N_{b,Rd}=\chi \cdot A \cdot f_{yd}/\gamma_{M1}=(0,19 \cdot 3,72 \cdot 10^{-3} \cdot 235000)/1,00=166,0 \text{ kN}$$

$$N_{Ed}/N_{b,Rd}=127/166=0,76 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Priečny dolný pás je odstupňovaný od SHS 140/140/7,1 do SHS 140/140/6

6.8 Dolný pás priečneho väzníku SHS 140/140/6

Priečný Dolný pás		
Typ	SHS140/140/6.0	
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]	3,1800e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,5883e-03	1,5883e-03
A _t [m ² /m], A _D [m ² /m]	5,4500e-01	1,0461e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	70	70
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	9,4400e-06	9,4400e-06
i _y [mm], i _z [mm]	54	54
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,3500e-04	1,3500e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,5900e-04	1,5900e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	3,73e+04	3,73e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	3,73e+04	3,73e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,4750e-05	2,6891e-08
\beta _y [mm], \beta _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste F, N6 priečneho väzníka a F, N7 priečneho väzníka. Číslovanie zo strany 10.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	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	0,63 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,65 -
Záver - posudok stability	0,65 -

Vnútorne sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-95,41	kN
V _{y,Ed}	-0,01	kN
V _{z,Ed}	0,54	kN
T _{Ed}	-0,01	kNm
M _{y,Ed}	0,39	kNm
M _{z,Ed}	0,02	kNm

Kombinácia

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 1.5 \cdot ZS5 + 0.9 \cdot ZS16$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t=114/7,1=15 \leq 72 \varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=114/7,1=15 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posúdenie na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{rd}=A \cdot f_y/\gamma_{M0}=3,18 \cdot 10^{-3} \cdot 235000/1,0=747 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{ed}/N_{rd}=96,4/746=0,13 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperná dĺžka

Diagonály a zvislice zabezpečujú vybočenie v rovine prvku.

Pozdĺžne stužidla zabezpečujú vybočenie v z roviny

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

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

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_y=L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,y}/i_{y,z}=2/0,054=37$$

$$\lambda_z=L_{cr,z} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,z}/i_{y,z}=10,8/0,054=200$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_y=\lambda_y/\lambda_1=\lambda_y/(93,9 \cdot \varepsilon)=37/93,9=0,39$$

$$\lambda'_z=\lambda_z/\lambda_1=\lambda_z/(93,9 \cdot \varepsilon)=200/93,9=2,12$$

Súčiniteľ imperfekcie

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

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_y=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_y-0,2)+\lambda'^2_y]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (0,39-0,2)+0,39^2]=0,56$$

$$\chi_y=1/(\Phi_y+\sqrt{\Phi_y^2-\lambda'^2_y})=1/(0,613+\sqrt{0,613^2-0,39^2})=0,955$$

$$\Phi_z=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_z-0,2)+\lambda'^2_z]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (2,12-0,2)+2,12^2]=2,9$$

$$\chi_z=1/(\Phi_z+\sqrt{\Phi_z^2-\lambda'^2_z})=1/(2,9+\sqrt{2,9^2-2,12^2})=0,19$$

$$\chi=\min(\chi_y, \chi_z)=\min(0,955, 0,19)=0,19$$


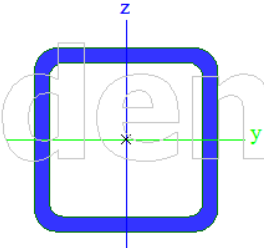
Návrhová vzperná únosnosť tlačeneho prútu

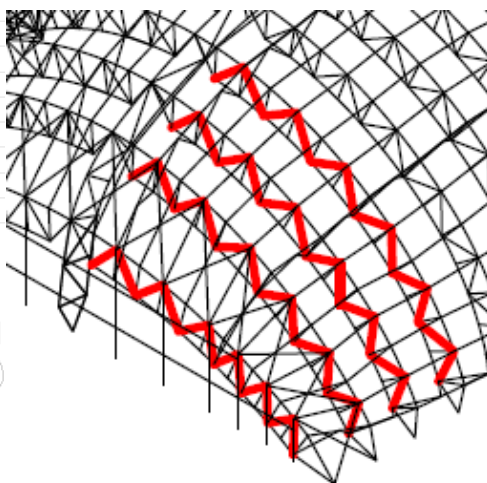
$$N_{b,Rd}=\chi \cdot A \cdot f_{yd}/\gamma_{M1}=(0,19 \cdot 3,18 \cdot 10^{-3} \cdot 235000)/1,00=141,0 \text{ kN}$$

$$N_{Ed}/N_{b,Rd}=96,4/141=0,68 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Priečny dolný pás je odstupňovaný od SHS 140/140/7,1 do SHS 140/140/6

6.9 Diagonála priečneho väzníku SHS 50/50/4

Priečna diagonála		
Typ	SHS50/50/4.0	
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]	7,1900e-04	
A _y [m ²], A _z [m ²]	3,5926e-04	3,5926e-04
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,9000e-01	3,5075e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	25	25
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,5000e-07	2,5000e-07
I _y [mm], I _z [mm]	19	19
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	9,9900e-06	9,9900e-06
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,2300e-05	1,2300e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,88e+03	2,88e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,88e+03	2,88e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	4,0400e-07	1,0417e-10
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste G, N5 priečneho väzníka a F, N6 priečneho väzníka. Číslovanie zo strany 10.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	1
Posudok na tlak	0,18 -
Posudok na šmyk pre V _z	0,00 -
Posudok na krútenie	0,00 -
Záver - posudok prierezu	0,18 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,51 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,51 -
Záver - posudok stability	0,51 -

Vnútorne sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-29,94	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.ZS1 + 1,15.ZS2 + 1,15.ZS3 +1,5· ZS13 + 0,9. ZS16

Zatriedenie prierezu

$$c/t=42/4=10 \leq 72\varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=42/4=10 \leq 33\varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posúdenie na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{rd}=A \cdot f_y/\gamma_{M0}=0,7 \cdot 10^{-3} \cdot 235000/1,0=164 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{ed}/N_{rd}=30,6/164=0,18 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperné dĺžka –

Prút je klubové uložený na oboch koncov.

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

$$L_{cr,y,z}=\beta \cdot L_y, z=1,0 \cdot 2,74=2,74 \text{ m}$$

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_y=L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,y}/i_{y,z}=2,74/0,019=144$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_y=\lambda_y/\lambda_1=\lambda_y/(93,9 \cdot \varepsilon)=144/93,9=1,53$$

Súčiniteľ imperfekcie

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

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_y=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_y-0,2)+\lambda'^2_y]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (2,43-0,2)+2,43^2]=1,81$$

$$\chi_y=1/(\Phi_y+\sqrt{\Phi_y^2-\lambda'^2_y})=1/(3,68+\sqrt{3,68^2-2,43^2})=0,36$$


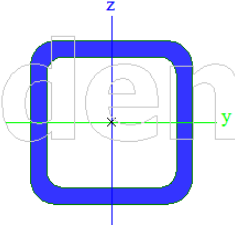
$$\chi=\min(\chi_y; \chi_z)=0,36$$

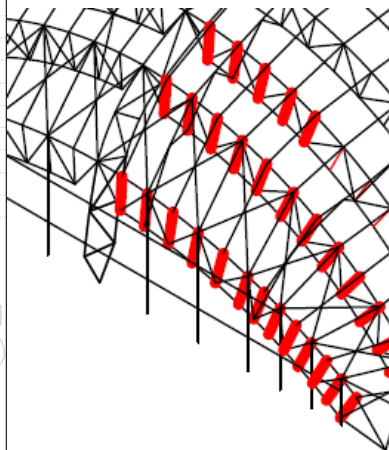
Návrhová vzperná únosnosť tlačeneho prútu

$$N_{b,Rd}=\chi \cdot A \cdot f_{yd}/\gamma_{M1}=(0,36 \cdot 0,7 \cdot 10^{-3} \cdot 235000)/1,00=59,22 \text{ kN}$$

$$N_{ed}/N_{b,Rd}=30,6/59,22=0,51 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.10 Zvislica priečného väzníku SHS 40/40/4

Priečna zvislica		
Typ	SHS40/40/4.0	
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]	5,5900e-04	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,7926e-04	2,7926e-04
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,5000e-01	2,7075e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	20	20
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,1800e-07	1,1800e-07
i _y [mm], i _z [mm]	15	15
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	5,9100e-06	5,9100e-06
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	7,4400e-06	7,4400e-06
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,75e+03	1,75e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,75e+03	1,75e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,9500e-07	3,4133e-11
\beta _y [mm], \beta _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste B, N1 priečného väzníku. Číslovanie zo strany 10.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	1
Posudok na ťah	0,44 -
Posudok na šmyk pre V _z	0,00 -
Posudok na krútenie	0,00 -
Záver - posudok prierezu	0,44 -

Vnútorne sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	58,34	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

Kombinácia

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 1.5 \cdot ZS5 + 0.9 \cdot ZS22$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t=33,6/3,2=10,5 \leq 72 \varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=33,6/3,2=10,5 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Vzperné dĺžka –

Prút je klubové uložený na oboch koncov.

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

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

Posúdenie ťahu


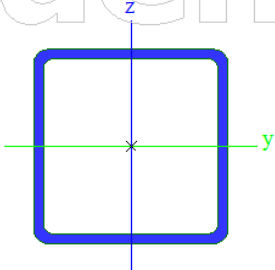
Návrhová únosnosť

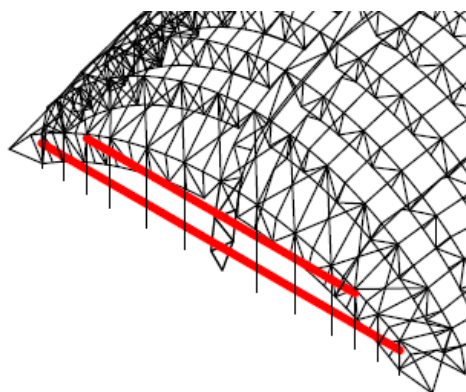
$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} / \gamma_{M0} = 5,6 \cdot 10^{-4} \cdot 235000 / 1,0 = 131 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{Ed} / N_{t,Rd} = 58,3 / 131 = 0,44 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.11 Paždík SHS 80/80/4

Paždík		
Typ	SHS80/80/4.0	
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]	1,2000e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	5,9926e-04	5,9926e-04
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	3,1000e-01	5,9075e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	40	40
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,1400e-06	1,1400e-06
i _y [mm], i _z [mm]	31	31
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,8600e-05	2,8600e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	3,4000e-05	3,4000e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	7,98e+03	7,98e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	7,98e+03	7,98e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,8000e-06	1,0923e-09
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste AB 5 stĺpa a AB 6 stĺpa. Číslovanie zo strany 24.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	1
Posudok na tlak	0,10 -
Posudok na ohyb pre M _y	0,02 -
Posudok na ohyb pre M _z	0,34 -
Posudok na krútenie	0,00 -
Kombinovaný posudok na ohyb, osovú a šmykovú silu	0,17 -
Záver - posudok prierezu	0,34 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,18 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,56 -
Záver - posudok stability	0,56 -

Vnútorne sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-28,92	kN
V _{y,Ed}	0,00	kN
V _{z,Ed}	0,00	kN
T _{Ed}	0,01	kNm
M _{y,Ed}	0,15	kNm
M _{z,Ed}	-2,72	kNm

Kombinácia

1.15 · ZS1 + 1.15 · ZS2 + 1.15 · ZS3 + 0.75 · ZS8 + 1.5 · ZS15

Zatriedenie prierezu

$$c/t=70/5=14 \leq 72 \varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=70/5=14 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posúdenie na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{rd}=A \cdot f_y/\gamma_{M0}=1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 235000/1,0=282 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{ed}/N_{rd}=29/282=0,10 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperná dĺžka

Sltp zabezpečuje ze nevybočenie v rovine prvku.

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

$$L_{cr,y,z}=\beta \cdot L_{y,z}=1,0 \cdot 3,35=3,35 \text{ m}$$

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_y=L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,y}/i_{y,z}=3,35/0,031=108$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_y=\lambda_y/\lambda_1=\lambda_y/(93,9 \cdot \varepsilon)=108/93,9=1,15$$

Súčiniteľ imperfekcie

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

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_y=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_y-0,2)+\lambda'^2_y]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (1,15-0,2)+1,15^2]=1,261$$

$$\chi_y=1/(\Phi_y+\sqrt{\Phi_y^2-\lambda'^2_y})=1/(1,261+\sqrt{1,261^2-1,15^2})=0,56$$

$$\chi=\min(\chi_y;\chi_z)=0,56$$

Návrhová vzperná únosnosť tlačeneho prútu

$$N_{b,Rd}=\chi \cdot A \cdot f_{yd}/\gamma_{M1}=(0,56 \cdot 1,47 \cdot 10^{-3} \cdot 235000)/1,00=193 \text{ kN}$$

$$N_{ed}/N_{b,Rd}=28,9/193=0,15 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Posudok na ohyb

$$M_{rd,z}=W_{ply} \cdot f_{yd}/\gamma_{M1}=(0,034 \cdot 10^{-3} \cdot 235000)/1,00=7,99 \text{ kNm}$$

$$M_{rd,z}/M_{ed,z}=2,72/7,99=0,34 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Posúdok ohybu a osového tlaku

$$M_{rd,y}=M_{rd,y}=7,99kNm$$

$$N_{Rk}=282kN$$

$$N_{ed}=28,29kN$$

- k_{yy}

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

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

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

$$k_{yy}=0,9 \cdot [1 + (1 - 0,2) \cdot (28,29 / (1 \cdot (282 / 1,0)))] = 0,9$$

$$k_{yy} \leq 0,9 \cdot [1 + 0,8 \cdot (28,29 / (1 \cdot (282 / 1,0)))] = 0,9$$

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

- k_{zy}

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

- k_{zz}

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

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

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

$$k_{zz}=0,9 \cdot [1 + (1,12 - 0,2) \cdot (28,29 / (0,56 \cdot (282 / 1,0)))] = 1,12$$

$$k_{zz} \leq 0,9 \cdot [1 + 0,8 \cdot (28,29 / (0,56 \cdot (282 / 1,0)))] = 1,09$$

$$\rightarrow k_{zz}=1,09$$

- k_{yz}

$$k_{yz}=0,6 \cdot k_{zz}=0,6 \cdot 1,09=0,654$$

Posúdenie

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

$$28,29 / (1 \cdot 282) / 1,0 + (0,9 \cdot 0,15) / (1,0 \cdot 7,99) / 1,0 + 0,65 \cdot 2,72 / (7,99) / 1,0 \leq 1,0$$

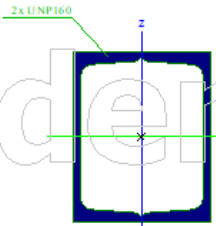
$$= 0,34 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

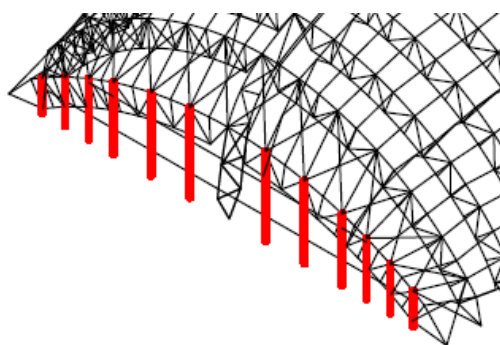
$$N_{ed} / (\chi_z \cdot N_{Rk}) / \gamma_{M1} + k_{zy} \cdot M_{y,ed} / (\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}) / \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot M_{z,ed} / (M_{z,Rk}) / \gamma_{M1} \leq 1,0$$

$$28,29 / (0,56 \cdot 282) / 1,0 + (0,54 \cdot 0,15) / (1,0 \cdot 7,99) / 1,0 + 1,09 \cdot 2,72 / (7,29) / 1,0 \leq 1,0$$

$$= 0,56 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.12 Stĺp 2UPN 160

Stĺp		
Typ	2U box	
Detailný	UNP160	
Typ tvaru	Tenkostenný	
Materiálová položka	S 235	
Výroba	zvarovaný	
Farba	■	
Rovinný vzper y-y,	b	b
Rovinný vzper z-z		
A [m ²]	4,8042e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,4312e-03	2,3997e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	5,8000e-01	1,0782e+00
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	65	80
\alfa [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,8500e-05	1,2138e-05
i _y [mm], i _z [mm]	62	50
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	2,3125e-04	1,8674e-04
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	2,7516e-04	2,2393e-04
M _{pl.y,+} [Nm], M _{pl.y,-} [Nm]	6,47e+04	6,47e+04
M _{pl.z,+} [Nm], M _{pl.z,-} [Nm]	5,26e+04	5,26e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,1364e-05	2,3025e-09
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste 7 stĺpa. Číslovanie zo strany 24.

Posudok v reze	
Klasifikácia priereзов	1
Posudok na tlak	0,00 -
Posudok na ohyb pre M _y	0,00 -
Posudok na ohyb pre M _z	0,29 -
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	0,29 -
Záver - posudok prierezu	0,29 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok ohybu a osového tlaku	0,28 -
Záver - posudok stability	0,28 -

Vnútročné sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-1,41	kN
V _{y,Ed}	0,38	kN
V _{z,Ed}	0,11	kN
T _{Ed}	0,00	kNm
M _{y,Ed}	0,18	kNm
M _{z,Ed}	15,10	kNm

Kombinácia

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 0.75 \cdot ZS10 + 1.5 \cdot ZS15$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t = 115/7.5 = 15.33 \leq 33 \varepsilon = 33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t = 65/10.5 = 6.2 \leq 33 \varepsilon = 33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posudok na ohyb

$$M_{rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} / \gamma_{M1} = (0.223 \cdot 10^{-3} \cdot 235000) / 1.00 = 52.4 \text{ kNm}$$

$$M_{rd,z} / M_{ed,z} = 15.1 / 52.4 = 0.29 \leq 1.00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperná dĺžka

Paždiky zabezpečujú vybočenie v rovine prvků.

Vybočenie z roviny je celá dĺžka stĺpu

$$L_{cr,y} = 1.96 \text{ m}$$

$$L_{cr,z} = 6 \text{ m}$$

Prieťah

1	B2064	1.381	MSP/1	-19.2	1/355	0.0	1/10000	0.56	0.00
2	B2064	1.381	MSP/2	14.6	1/466	0.0	1/10000	0.43	0.00
3	B2066	1.381	MSP/3	-19.2	1/355	0.0	1/10000	0.56	0.00
4	B2108	1.381	MSP/4	-1.5	1/3102	-0.5	1/4998	0.06	0.04
5	B2094	1.381	MSP/4	-0.7	1/7021	0.5	1/5056	0.03	0.04

$$\delta_{\max} = 19.2 \text{ mm}$$

$$L = 6806 \text{ mm}$$

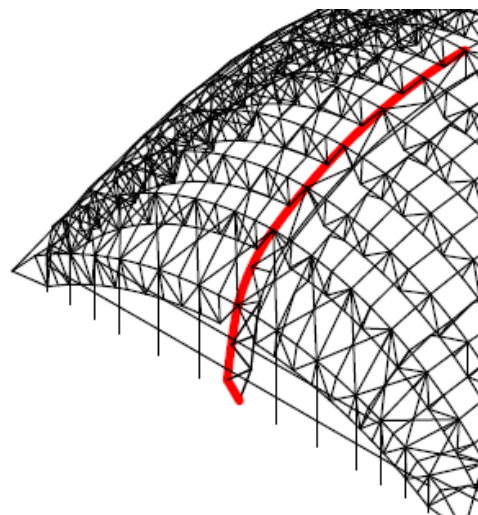
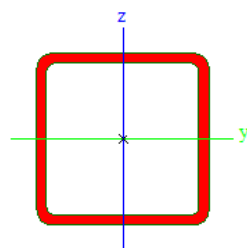
$$\delta_{\lim} = L/250 = 6806/250 = 27.2 \text{ mm}$$

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

$$19.2 \text{ mm} \leq 27.2 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.13 Horný pás pozdĺžneho väzníku SHS 90/90/5

Pozdĺžny	Horný pás		
Typ	SHS90/90/5.0		
Kód tvaru	2 - Obdĺžnikový dutý prierez		
Typ tvaru	Tenkostenný		
Materiálová príloha	S 235		
Výroba	valcovaný		
Farba			
Rovinný vzper y-y,	a	a	
Rovinný vzper z-z			
A [m ²]	1,6700e-03		
A _y [m ²], A _z [m ²]	8,3634e-04	8,3634e-04	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	3,4700e-01	6,5844e-01	
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	45	45	
\alfa [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,0000e-06	2,0000e-06	
i _y [mm], i _z [mm]	35	35	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	4,4400e-05	4,4400e-05	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	5,3000e-05	5,3000e-05	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,24e+04	1,24e+04	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,24e+04	1,24e+04	
d _y [mm], d _z [mm]	0	0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	3,1600e-06	2,4604e-09	
β _y [mm], β _z [mm]	0	0	
Obrázok			



Posudok v mieste A priečného väzníku. Číslovanie zo strany 10.

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

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,72 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,74 -
Záver - posudok stability	0,74 -

Vnútročné sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-50,80	kN
V _{y,Ed}	-0,02	kN
V _{z,Ed}	0,19	kN
T _{Ed}	0,01	kNm
M _{y,Ed}	-0,05	kNm
M _{z,Ed}	0,03	kNm

Kombinácia

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 0.75 \cdot ZS9 + 1.5 \cdot ZS15$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t=80/5=16 \leq 72 \varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=80/5=16 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posúdenie na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{rd}=A \cdot f_y/\gamma_{M0}=1,67 \cdot 10^{-3} \cdot 235000/1,0= 392 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{ed}/N_{rd}=50,8/392=0,13 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperné dĺžka –

Diagonály a zvislice zabezpečujú vybočenie v rovine prvku.

Väzník prečnej prehriadoviny zabezpečujú vybočenie z roviny.

$$L_{cr,y,z}=2,63\text{m}$$

$$L_{y,z}=7,3\text{m}$$

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_y=L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,y}/i_{y,z}=2,63/0,035=75$$

$$\lambda_z=L_{cr,z} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,z}/i_{y,z}=7,3/0,035=208$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_y=\lambda_y/\lambda_1=\lambda_y/(93,9 \cdot \varepsilon)=75/93,9=0,798$$

$$\lambda'_z=\lambda_z/\lambda_1=\lambda_z/(93,9 \cdot \varepsilon)=208/93,9=2,22$$

Súčiniteľ imperfekcie

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

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_y=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_y-0,2)+\lambda'^2_y]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (0,798-0,2)+0,798^2]=0,88$$

$$\chi_y=1/(\Phi_y+\sqrt{\Phi_y^2-\lambda'^2_y})=1/(0,88+\sqrt{0,88^2-0,798^2})=0,796$$

$$\Phi_z=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_z-0,2)+\lambda'^2_z]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (2,22-0,2)+2,22^2]=3,176$$

$$\chi_z=1/(\Phi_z+\sqrt{\Phi_z^2-\lambda'^2_z})=1/(3,176+\sqrt{3,176^2-2,22^2})=0,18$$


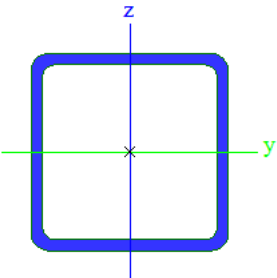
$$\chi=\min(\chi_y;\chi_z)=\min(0,796, 0,18)=0,18$$

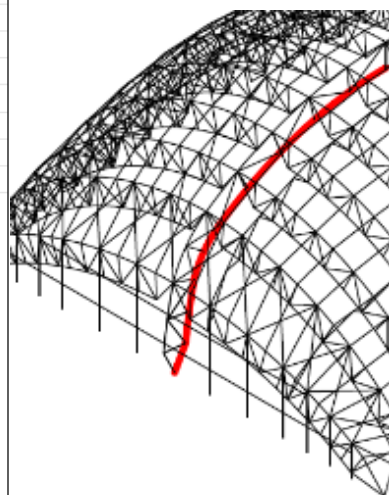
Návrhová vzperná únosnosť tlačeneho prútu

$$N_{b,Rd}=\chi \cdot A \cdot f_{yd}/\gamma_{M1}=(0,18 \cdot 1,67 \cdot 10^{-3} \cdot 235000)/1,00=39 \text{ kN}$$

$$N_{ed}/N_{b,Rd}=50,8/70,7=0,72 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.14 Dolný pás pozdĺžneho väzníku SHS 140/140/8

Typ	SHS140/140/8.0	
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]	4,1600e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,0770e-03	2,0770e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	5,3900e-01	1,0215e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	70	70
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,1950e-05	1,1950e-05
i _y [mm], i _z [mm]	54	54
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,7100e-04	1,7100e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	2,0400e-04	2,0400e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	4,80e+04	4,80e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	4,80e+04	4,80e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,8920e-05	3,5855e-08
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste medzi A priečného väzníka a B priečného väzníka. Číslovanie zo strany 10.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	1
Posudok na tlak	0,16 -
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	0,16 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,78 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,80 -
Záver - posudok stability	0,80 -

Vnútorne sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-157,50	kN
V _{y,Ed}	-0,01	kN
V _{z,Ed}	-1,02	kN
T _{Ed}	0,01	kNm
M _{y,Ed}	-0,31	kNm
M _{z,Ed}	0,00	kNm

Kombinácia

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 1.5 \cdot ZS21 + 0.75 \cdot ZS5$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t=140/8=17.5 \leq 72 \Rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=140/8=17.5 \leq 33 \Rightarrow \text{trieda 1}$$

Posúdenie na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 4,16 \cdot 10^{-3} \cdot 235000 / 1,0 = 981 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{ed} / N_{rd} = 157 / 981 = 0,16 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperné dĺžka –

Diagonály a zvislice zabezpečujú vybočenie v rovine prvku.

Stužidla pripojene z priečneho väzníka dolného pasu na pozdĺžny väzník dolného pasu zabezpečujú vybočenie z roviny.

$$L_{cr,y,z} = 1,9 \text{ m}$$

$$L_{y,z} = 10,47 \text{ m}$$

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_y = L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I} = L_{cr,y} / i_{y,z} = 1,9 / 0,054 = 35$$

$$\lambda_z = L_{cr,z} \cdot \sqrt{A/I} = L_{cr,z} / i_{y,z} = 10,47 / 0,054 = 194$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_y = \lambda_y / \lambda_1 = \lambda_y / (93,9 \cdot \epsilon) = 35 / 93,9 = 0,37$$

$$\lambda'_z = \lambda_z / \lambda_1 = \lambda_z / (93,9 \cdot \epsilon) = 194 / 93,9 = 2,06$$

Súčiniteľ imperfekcie

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

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,37 - 0,2) + 0,37^2] = 0,58$$

$$\chi_y = 1 / (\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda'^2_y}) = 1 / (0,58 + \sqrt{0,58^2 - 0,37^2}) = 0,96$$

$$\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (2,06 - 0,2) + 2,06^2] = 2,81$$

$$\chi_z = 1 / (\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda'^2_z}) = 1 / (2,81 + \sqrt{2,81^2 - 2,06^2}) = 0,211$$


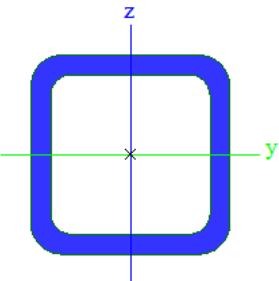
$$\chi = \min(\chi_y, \chi_z) = \min(0,96, 0,211) = 0,211$$

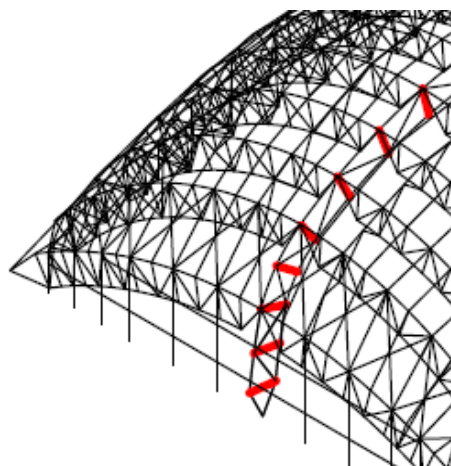
Návrhová vzperná únosnosť tlačeneho prútu

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} / \gamma_{M1} = (0,211 \cdot 4,16 \cdot 10^{-3} \cdot 235000) / 1,00 = 206 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{b,Rd} = 157 / 201 = 0,76 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.15 Zvislica pozdĺžneho väzníku SHS 50/50/5

Pozdĺžna zvislica		
Typ	SHS50/50/5.0	
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]	8,7300e-04	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3634e-04	4,3634e-04
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,8700e-01	3,3844e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	25	25
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,8900e-07	2,8900e-07
i _y [mm], i _z [mm]	18	18
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,1600e-05	1,1600e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,4500e-05	1,4500e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	3,41e+03	3,41e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	3,41e+03	3,41e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	4,7600e-07	1,3021e-10
\beta _y [mm], \beta _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste medzi A priečného väzníka a B priečného väzníka. Číslovanie zo strany 10.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	1
Posudok na tlak	0,23 -
Posudok na šmyk pre V _z	0,00 -
Posudok na krútenie	0,00 -
Záver - posudok prierezu	0,23 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,42 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,43 -
Záver - posudok stability	0,43 -

Vnútročné sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-47,22	kN
V _{y,Ed}	0,00	kN
V _{z,Ed}	-0,06	kN
T _{Ed}	0,00	kNm
M _{y,Ed}	0,00	kNm
M _{z,Ed}	0,00	kNm

Kombinácia

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 1.5 \cdot ZS21 + 0.75 \cdot ZS5$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t=40/5=8 \leq 72 \varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=40/5=8=3,6 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posúdenie na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{rd}=A \cdot f_y/\gamma_{M0}=0,88 \cdot 10^{-3} \cdot 235000/1,0=207 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{ed}/N_{rd}=47,42/207=0,23 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperné dĺžka –

Prút je klubové uložený na oboch koncov.

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

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

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_y=L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,y}/i_{y,z}=2/0,018=111$$

$$\lambda_z=L_{cr,z} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,z}/i_{y,z}=2/0,018=111$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_y=\lambda_y/\lambda_1=\lambda_y/(93,9 \cdot \varepsilon)=111/93,9=1,18$$

$$\lambda'_z=\lambda_z/\lambda_1=\lambda_z/(93,9 \cdot \varepsilon)=111/93,9=1,18$$

Súčiniteľ imperfekcie

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

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_y=\Phi_y=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_y-0,2)+\lambda'^2_y]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (1,18-0,2)+1,18^2]=1,3$$

$$\chi_z=\chi_y=1/(\Phi_y+\sqrt{\Phi_y^2-\lambda'^2_y})=1/(1,3+\sqrt{1,3^2-1,18^2})=0,54$$


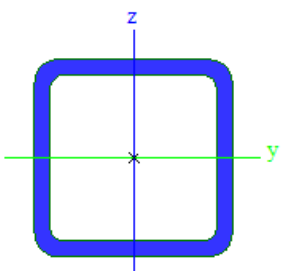
$$\chi=\min(\chi_y;\chi_z)=0,54$$

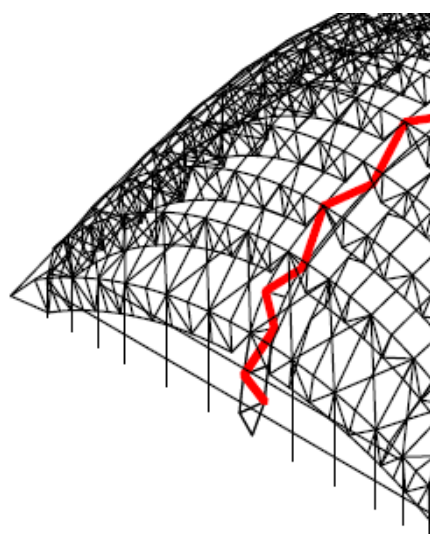
Návrhová vzperná únosnosť tlačeneho prútu

$$N_{b,Rd}=\chi \cdot A \cdot f_{yd}/\gamma_{M1}=(0,54 \cdot 0,88 \cdot 10^{-3} \cdot 235000)/1,00=111 \text{ kN}$$

$$N_{ed}/N_{b,Rd}=47,42/111=0,43 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.16 Diagonála pozdĺžneho väzníku SHS 65/65/5

Pozdĺžna diagonála		
Typ	SHS65/65/5.0	
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]	1,2000e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	5,8634e-04	5,8634e-04
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	2,4706e-01	4,5844e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	33	33
\alpha [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	7,1900e-07	7,1900e-07
i _y [mm], i _z [mm]	24	24
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,2100e-05	2,2100e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	2,6124e-05	2,6124e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	6,14e+03	6,14e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	5,14e+03	6,14e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,1160e-06	4,8345e-10
\beta _y [mm], \beta _z [mm]	0	0
Obrázok		



Posudok v mieste medzi B priečného väzníka a C priečného väzníka. Číslovanie zo strany 10.

Posudok v reze	
Klasifikácia prierezov	1
Posudok na tlak	0,22 -
Posudok na šmyk pre V _z	0,00 -
Posudok na krútenie	0,00 -
Záver - posudok prierezu	0,22 -

Posudok stability	
Klasifikácia stability	1
Posudok rovinného vzperu	0,69 -
Posudok ohybu a osového tlaku	0,71 -
Záver - posudok stability	0,71 -

Vnúterné sily	Vypočítané	Jednotka
N _{Ed}	-63,04	kN
V _{y,Ed}	0,00	kN
V _{z,Ed}	-0,09	kN
T _{Ed}	0,00	kNm
M _{y,Ed}	0,00	kNm
M _{z,Ed}	0,00	kNm

Kombinácia

$$1.15 \cdot ZS1 + 1.15 \cdot ZS2 + 1.15 \cdot ZS3 + 1.5 \cdot ZS21 + 0.75 \cdot ZS21$$

Zatriedenie prierezu

$$c/t=55/5=11 \leq 72 \varepsilon=72 \rightarrow \text{trieda 1}$$

$$c/t=55/5=11 \leq 33 \varepsilon=33 \rightarrow \text{trieda 1}$$

Posúdenie na tlak

Návrhová únosnosť

$$N_{rd}=A \cdot f_y/\gamma_{M0}=1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 235000/1,0=282 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{ed}/N_{rd}=63/282=0,22 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vzperné dĺžka –

Prút je klubové uložený na oboch koncov.

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

$$L_{cr,y,z}=\beta \cdot L_{y,z}=1,0 \cdot 3,729=3,729 \text{ m}$$

Rovinný vzper

Kritická štíhlost prutu

$$\lambda_z=\lambda_y=L_{cr,y} \cdot \sqrt{A/I}=L_{cr,y}/i_{y,z}=3,729/0,024=155$$

Pomerná štíhlost

$$\lambda'_z=\lambda'_y=\lambda_y/\lambda_1=\lambda_y/(93,9 \cdot \varepsilon)=155/93,9=1,65$$

Súčiniteľ imperfekcie

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

Súčiniteľ vzpernosti

$$\Phi_z=\Phi_y=0,5 \cdot [1+\alpha \cdot (\lambda'_y-0,2)+\lambda'_y{}^2]=0,5 \cdot [1+0,21 \cdot (1,65-0,2)+1,65^2]=2,41$$

$$\chi_z=\chi_y=1/(\Phi_y+\sqrt{\Phi_y^2-\lambda'_y{}^2})=1/(2,01+\sqrt{2,01^2-1,65^2})=0,315$$


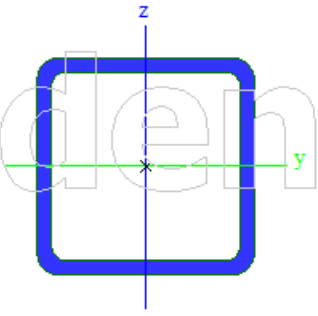
$$\chi=\min(\chi_y;\chi_z)=\min(0,315, 0,315)=0,315$$

Návrhová vzperná únosnosť tlačeneho prútu

$$N_{b,Rd}=\chi \cdot A \cdot f_{yd}/\gamma_{M1}=(0,315 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 235000)/1,00=88,83 \text{ kN}$$

$$N_{Ed}/N_{b,Rd}=63,04/88,83=0,71 \leq 1,00 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.17 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,	a	a
Rovinný vzper z-z		
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	B2066	1,381	MSP/12	-19,2	1/355	0,0	1/10000	0,56	0,00
2	B2066	1,381	MSP/14	14,6	1/466	0,0	1/10000	0,43	0,00
3	B2108	1,381	MSP/15	-1,5	1/3102	-0,6	1/4157	0,06	0,05
4	B2058	1,381	MSP/16	0,0	1/10000	0,6	1/4193	0,00	0,05

$\delta_{\max}=19,2\text{mm}$ $L = 6806\text{mm}$ $\delta_{\lim}=L/250=6806/250= 27,2\text{ mm}$

$\delta_{\max}\leq \delta_{\lim}$ $19,2\text{ mm} \leq 27,2\text{mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$

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...]
1	B31	1,087	MSÚ/1	Dolný pás pozdĺžneho väzníku - SHS140/140/8,0	-7,7	0,0	-1,1	0,1	-1,0	0,1	7,8
2	B30	1,811	MSÚ/2	Dolný pás pozdĺžneho väzníku - SHS140/140/8,0	7,5	0,0	-1,0	-0,1	0,9	0,0	7,6
3	B25	0,758	MSÚ/3	Dolný pás pozdĺžneho väzníku - SHS140/140/8,0	-1,1	-14,7	2,9	-0,2	-0,1	0,0	15,0
4	B36	1,137	MSÚ/4	Dolný pás pozdĺžneho väzníku - SHS140/140/8,0	0,8	14,6	2,9	0,2	0,1	0,1	14,9
5	B30	2,536	MSÚ/5	Dolný pás pozdĺžneho väzníku - SHS140/140/8,0	0,7	6,5	-10,6	0,0	0,1	0,0	12,4
6	B25	0,379	MSÚ/6	Dolný pás pozdĺžneho väzníku - SHS140/140/8,0	-0,7	-14,4	3,0	0,1	-0,1	0,1	14,7
7	B39	2,315	MSÚ/7	Dolný pás pozdĺžneho väzníku - SHS140/140/8,0	0,2	3,2	1,5	-2,4	0,1	0,1	3,6
8	B22	0,000	MSÚ/3	Dolný pás pozdĺžneho väzníku - SHS140/140/8,0	-0,2	-3,3	1,5	2,4	-0,1	0,1	3,6
9	B31	3,260	MSÚ/1	Dolný pás pozdĺžneho väzníku - SHS140/140/8,0	-7,5	0,1	-0,8	0,1	-1,0	-0,1	7,6
10	B29	3,211	MSÚ/2	Dolný pás pozdĺžneho väzníku - SHS140/140/8,0	7,4	-0,1	-0,7	-0,1	1,0	-0,1	7,4
11	B27	1,070	MSÚ/8	Dolný pás pozdĺžneho väzníku - SHS140/140/8,0	0,8	-1,5	-1,4	-0,3	0,4	-0,7	2,2
12	B27	2,141	MSÚ/9	Dolný pás pozdĺžneho väzníku - SHS140/140/8,0	-2,4	-0,1	1,2	0,2	-0,7	0,5	2,7

$\delta_{\max}=15\text{mm}$ $L = 38000\text{mm}$ $\delta_{\lim}=L/250=38000/250= 152\text{ mm}$

$\delta_{\max}\leq \delta_{\lim}$ $15\text{ mm} \leq 152\text{mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$

7.3 Vážnik Priechý dolný pás- Priehyb

	Názov	dx [m]	Stav	Prierez	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	φx [mra...]	φy [mra...]	φz [mra...]	Uttotal [m...]
1	B1078	0,896	MSÚ/1	Dolný pás priečného väzníku - SHS140/140/6,0	-10,0	-0,1	-6,4	0,0	0,1	0,0	11,8
2	B1066	1,075	MSÚ/2	Dolný pás priečného väzníku - SHS140/140/6,0	9,5	0,0	-5,0	0,0	-0,1	0,0	10,7
3	B227	0,710	MSÚ/3	Dolný pás priečného väzníku - SHS140/140/6,0	-0,5	-14,8	1,7	-0,1	0,8	0,2	14,9
4	B530	1,066	MSÚ/4	Dolný pás priečného väzníku - SHS140/140/6,0	0,7	14,7	1,5	0,1	-0,7	0,2	14,8
5	B1072	2,724	MSÚ/5	Dolný pás priečného väzníku - SHS140/140/6,0	-0,1	-6,3	-10,4	-0,3	0,5	0,0	12,2
6	B1067	1,434	MSÚ/6	Dolný pás priečného väzníku - SHS140/140/6,0	-8,7	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	9,8
7	B209	1,061	MSÚ/7	Dolný pás priečného väzníku - SHS140/140/6,0	-1,2	1,2	-2,9	-3,0	-0,6	-0,1	3,4
8	B512	1,061	MSÚ/8	Dolný pás priečného väzníku - SHS140/140/6,0	1,6	1,5	-4,5	3,0	0,7	0,2	5,0
9	B226	2,486	MSÚ/9	Dolný pás priečného väzníku - SHS140/140/6,0	0,0	-8,8	0,0	-0,1	-1,5	0,0	8,8
10	B227	0,000	MSÚ/10	Dolný pás priečného väzníku - SHS140/140/6,0	0,0	-8,8	0,0	-0,1	1,5	0,0	8,8
11	B967	0,000	MSÚ/11	Dolný pás priečného väzníku - SHS140/140/6,0	1,4	12,8	-5,1	-1,0	-0,1	-2,2	13,9
12	B974	0,374	MSÚ/12	Dolný pás priečného väzníku - SHS140/140/6,0	-1,3	-8,0	-2,0	-0,2	0,1	1,4	8,3
13	B525	1,562	MSÚ/13	Dolný pás priečného väzníku - SHS140/140/6,0	-2,4	-13,9	-6,8	0,1	0,1	0,1	15,6

$\delta_{\max}=15,6\text{mm}$ $L = 38000\text{mm}$ $\delta_{\lim}=L/250=38000/250= 152\text{ mm}$

$\delta_{\max}\leq \delta_{\lim}$ $15,6\text{ mm} \leq 152\text{mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$

7.4 Vážnice- Priehyb

	Prvok	dx [m]	Stav - kombi	uy [mm]	Rel uy [1/...]	uz [mm]	Rel uz [1/...]	Posudok uy ...	Posudok uz ...
1	B2019	2,328	MSP/1	-18,1	1/257	-2,5	1/1872	0,78	0,11
2	B1887	2,328	MSP/2	18,1	1/257	-2,5	1/1872	0,78	0,11
3	B1947	1,752	MSP/3	-16,6	1/211	-0,5	1/6410	0,95	0,03
4	B1826	1,752	MSP/4	16,6	1/211	-0,5	1/6380	0,95	0,03
5	B1826	1,752	MSP/5	16,6	1/211	-0,5	1/6380	0,95	0,03
6	B1930	2,488	MSP/1	-3,9	1/1263	-3,3	1/1490	0,16	0,13
7	B1930	2,488	MSP/6	-1,5	1/3299	2,2	1/2309	0,06	0,09
8	B1930	2,488	MSP/6	-1,5	1/3299	2,2	1/2309	0,06	0,09

$\delta_{\max}=18,1\text{mm}$ $L = 4650\text{mm}$ $\delta_{\lim}=L/250=4650/250= 18,6\text{ mm}$

$\delta_{\max}\leq \delta_{\lim}$ $18,1\text{mm} \leq 18,6\text{mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$

8. POROVNANIE VARIANT

8.1. Kategória - Hmotnosť

Od hmotnosti konštrukcie sa dá usudzovať cena a efektívnosť využitia materiálu.

Váha kategórie: 70%

8.2 Kategória – Vzhľad - Estetika

Vzhľad konštrukcie je jedna z vlastností na ktorú sa prihliada.

Do týchto vlastností môžeme zahrnúť estetickosť tvaru konštrukcie, prevedenie nosných prvkov a elegancia spojov.

Plný počet bodov je 100 ktoré môže variant dostať.

Váha kategórie: 30%

Variant B

Prierez	Materiál	Jednotková hmotnosť [kg/m]	Dĺžka [m]	Hmotnosť [kg]	Plocha [m²]	Jednotková objemová hmotnosť [kg/m³]	Objem [m³]
Horný pás pozdĺžneho väzníka - SHS160/160/8.0	S 235	37,7	69,483	2618,1	43,010	7850,0	3,3352e-01
Dolný pás pozdĺžneho väzníka - SHS160/160/8.0	S 235	37,7	61,680	2324,1	38,180	7850,0	2,9606e-01
Zvislica pozdĺžneho väzníka - SHS55/55/4.0	S 235	6,4	62,500	400,3	13,103	7850,0	5,1000e-02
Diagonála pozdĺžneho väzníka - SHS70/70/6.0	S 235	11,8	87,412	1029,3	23,164	7850,0	1,3112e-01
Horný pás priečného väzníka - SHS80/80/6.0	S 235	13,7	381,701	5213,7	116,419	7850,0	6,6416e-01
Dolný pás priečného väzníka - SHS130/130/5.0	S 235	19,4	253,703	4919,2	128,643	7850,0	6,2665e-01
Zvislica priečného väzníka - SHS50/50/2.6	S 235	3,8	572,000	2182,2	110,396	7850,0	2,7799e-01
Diagonála priečného väzníka - SHS50/50/6.0	S 235	8,0	730,446	5848,7	135,133	7850,0	7,4505e-01
Stĺp - 2L box (UPN350)	S 235	121,4	221,975	26939,1	244,172	7850,0	3,4317e+00
Paždík - SHS80/80/3.6	S 235	8,6	264,671	2264,7	82,313	7850,0	2,8849e-01
Pozdĺžne stužidlo - SHS40/40/2.5	S 235	2,9	332,288	959,9	51,172	7850,0	1,2228e-01
Priečne stužidlo - SHS70/70/6.0	S 235	11,8	280,152	3298,8	74,240	7850,0	4,2023e-01
Väznica - IPN240	S 235	36,2	998,783	36144,5	843,007	7850,0	4,6044e+00
Vzpierka - SHS30/30/2.0	S 235	1,8	7,752	13,6	0,890	7850,0	1,7364e-03
Horný pás priečného väzníka 1 - SHS80/80/6.3	S 235	14,2	228,131	3241,4	69,352	7850,0	4,1292e-01
Dolný pás priečného väzníka 1 - SHS130/130/16.0	S 235	55,1	202,261	11146,0	96,803	7850,0	1,4199e+00
Dolný pás priečného väzníka 2 - SHS130/130/8.0	S 235	30,1	119,585	3604,8	59,709	7850,0	4,5921e-01

Variant B=112ton

Variant A

Prierez	Materiál	Jednotková hmotnosť [kg/m]	Dĺžka [m]	Hmotnosť [kg]	Plocha [m ²]	Jednotková objemová hmotnosť [kg/m ³]	Objem [m ³]
Horný pás pozdĺžneho väzníku - SHS90/90/5.0	S 235	13,1	59,004	773,5	20,475	7850,0	9,8537e-02
Dolný pás pozdĺžneho väzníku - SHS140/140/8.0	S 235	32,7	52,776	1723,5	28,446	7850,0	2,1955e-01
Zvislica pozdĺžneho väzníku - SHS50/50/5.0	S 235	6,9	37,991	260,4	7,104	7850,0	3,3166e-02
Diagonála pozdĺžneho väzníku - SHS65/65/5.0	S 235	9,4	62,895	592,5	15,539	7850,0	7,5474e-02
Horný pás priečneho väzníku - SHS80/80/4.0	S 235	9,4	287,862	2711,7	89,237	7850,0	3,4543e-01
Dolný pás priečneho väzníku - SHS140/140/6.0	S 235	25,0	416,474	10396,4	226,978	7850,0	1,3244e+00
Zvislica priečneho väzníku - SHS40/40/4.0	S 235	4,4	675,845	2965,7	101,377	7850,0	3,7780e-01
Diagonála priečneho väzníku - SHS50/50/4.0	S 235	5,6	821,688	4637,7	156,121	7850,0	5,9080e-01
Stĺp - 2U box (UNP160)	S 235	37,7	117,791	4438,4	68,319	7850,0	5,6540e-01
Pažník - SHS80/80/4.0	S 235	9,4	112,565	1060,4	34,895	7850,0	1,3508e-01
Pozdĺžne stužidlo SHS40/40/3.6	S 235	4,0	375,204	1502,1	56,656	7850,0	1,9135e-01
Priečne stužidlo - SHS70/70/4.0	S 235	8,2	289,848	2366,3	78,259	7850,0	3,0144e-01
Väznica - IPN180	S 235	21,9	1091,387	23903,0	699,589	7850,0	3,0450e+00
Horný pás priečneho väzníku 1 - SHS80/80/5.0	S 235	11,5	371,486	4286,8	114,046	7850,0	5,4608e-01
Dolný pás priečneho väzníku 1 - SHS140/140/7.1	S 235	29,2	212,376	6201,8	115,029	7850,0	7,9004e-01
Vzpierka - SHS30/30/2.0	S 235	1,8	7,360	12,9	0,845	7850,0	1,6486e-03

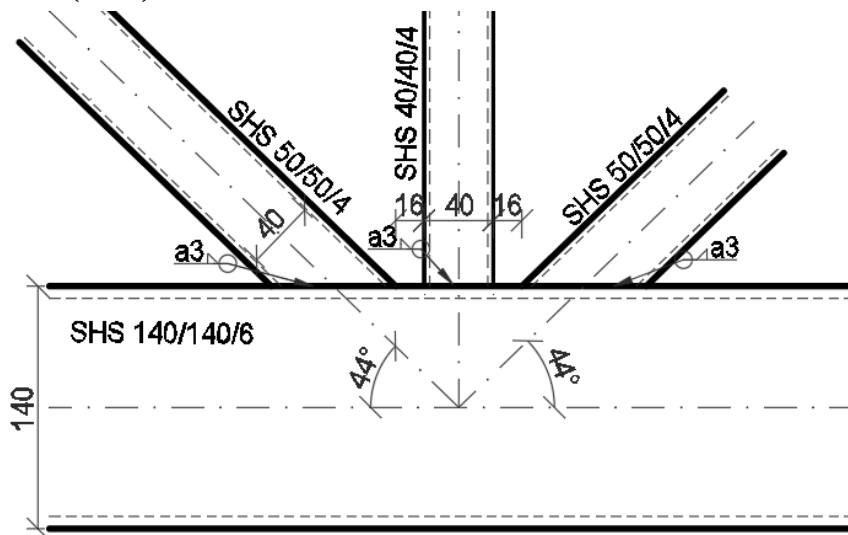
Variant A = 67,8ton

	Hmotnosť	Estetika	výsledok
	tony	body	
variant A	67,8	65	0,60
variant B	112	55	0,40

Na základe hodnotenie je vybraný **variant A**, bude ďalej zapracovaný na vybrane prípoje a kotvenie konštrukcie.

9. Návrh a posúdenie spojov

9.1 Prípoj diagonál a zvislice na dolný pás priečneho väzníka G N9 (KT)



Prierezové charakteristiky

DP – SHS 140/140/6 – značený indexy 0 (tlak)

Diagonály – SHS 50/50/4 – značený indexy 1 a 2 (tlak a ťah)

Zvislice – SHS 40/40/4 – značený indexy 3 (tlak)

$b_0 = 140,0\text{mm}$ $b_{1,2} = 50,0\text{mm}$ $b_3 = 40,0\text{mm}$

$t_0 = 6,0$ $t_{1,2} = 4,0\text{mm}$ $t_3 = 4\text{mm}$

$A_0 = 3,18 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ $W_{el,0} = 1,35 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

$\theta_1 = \theta_2 = 44^\circ$ $\theta_3 = 90^\circ$

Overenie geometrických podmienok

$g = 16\text{mm} \geq t_1 + t_2 = 4 + 4 = 8 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$

$0,2 \leq b_1/b_0 = 50/140 = 0,35 \leq 1,0$

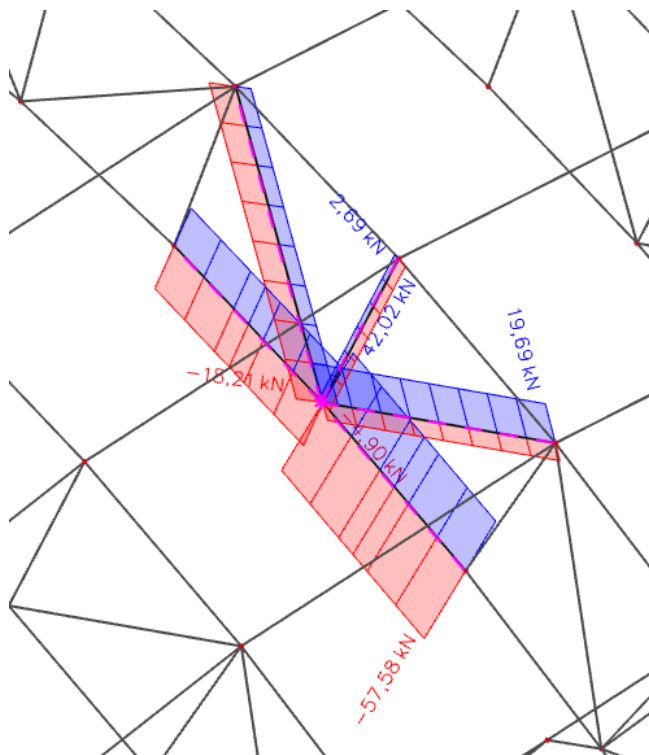
$0,2 \leq b_3/d_0 = 40/140 = 0,35 \leq 1,0$

$15 \leq b_0/t_0 = 140/6 = 23,3 \leq 50$

$10 \leq b_1/t_1 = 50/4 = 12,5 \leq 50$

$10 \leq b_3/t_3 = 40/4 = 10 \leq 50$

$0,6 \leq (b_1 + b_2)/(2 \cdot b_1) = (40 + 50)/2 \cdot 40 = 1,13 \leq 1,3$



Dolný pas

$N_{0,Ed} = -57,58 \text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3

$V_{Ed} = 0,78 \text{ N}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3+0,75.ZS7

$M_{Ed} = -0,70 \text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3+0,75.ZS11

Diagonály

$N_{1,Ed} = -18,21 \text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3+0,75.ZS12

$N_{2,Ed} = 19,69 \text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3+0,75.ZS12

Zvislice

$N_{3,Ed} = -4,9 \text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3+0,75.ZS10

9.1.1. Návrh posúdenie zvaru prútu

Diagonály

Svár diagonály k pásu má tvar obdĺžnika.

Kratšia strana je rovnaká teda $b_1 = 50 \text{ mm}$.

Dlhšia stranu sa dopočíta.

Známe strana a a vnútený uhol $\Phi = 44^\circ$.

$$\sin \Phi = b_1/c$$

$$c = b_1/\sin \Phi$$

$$c = 50/\sin 44 = 72 \text{ mm}$$

Návrh zvaru

$$a=3 \text{ mm} \quad a_{\min}=3 \text{ mm} \leq a=3 \text{ mm}$$

$$a=3 \text{ mm} \leq a_{\max}=1,1 \cdot t_{\min}=1,1 \cdot 4=4,4 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Délka zvaru

$$l=2 \cdot (b_1+c)=2 \cdot (50+72)=244 \text{ mm}$$

Pevnost zvaru

$$f_{vw,d}=f_u/(\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{MW})=360/(\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,5)=153,96 \text{ MPa}$$

Únosnost zvaru

$$F_{w,Rd}=a \cdot l \cdot f_{vw,d}=3 \cdot 244 \cdot 153,96 \cdot 10^{-3}=112 \text{ kN} > N_{Ed}=19,69 \text{ kN} \rightarrow \text{svar vyhovuje}$$

Zvislice

$$a=3 \text{ mm}$$

$$a_{\min}=3 \text{ mm} \leq a=4 \text{ mm} \leq a_{\max}=1,1 \cdot t_{\min}=1,1 \cdot 4=4,4 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Délka zvaru

$$l=4 \cdot b_3=4 \cdot 40=160 \text{ mm}$$

Pevnost zvaru

$$f_{vw,d}=f_u/(\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{MW})=360/(\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,5)=153,96 \text{ MPa}$$

Únosnost zvaru

$$F_{w,Rd}=a \cdot l \cdot f_{vw,d}=3 \cdot 160 \cdot 153,96 \cdot 10^{-3}=73,44 \text{ kN} > N_{Ed}=4,9 \text{ kN}$$

$\rightarrow \text{svar vyhovuje}$

9.1.2. Porušení prelomením šmykom

$$\alpha=\sqrt{1/(1+(4 \cdot g^2/3 \cdot t_0^2))}=\sqrt{1/(1+(4 \cdot 16^2/3 \cdot 6^2))}=0,3$$

$$A_v=(2 \cdot h_0+\alpha \cdot b_0) \cdot t_0=(2 \cdot 140+0,3 \cdot 140) \cdot 6=1,932 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Diagonála 1 a 2:

$$N_{1,Rd}=N_{2,Rd}=(f_{y0} \cdot A_v)/(\sqrt{3} \cdot \sin \Phi_1)/\gamma_{M5}=((235 \cdot 1,932)/(\sqrt{3} \cdot \sin 44^\circ)/1,00) \cdot 10^{-3}=377 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed}=18,21 \text{ kN} \leq N_{1,Rd}=377 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$N_{2,Ed}=199,69 \text{ kN} \leq N_{2,Rd}=377 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Zvislica:

$$N_{3,Rd}=(f_{y0} \cdot A_v)/(\sqrt{3} \cdot \sin \Phi_1)/\gamma_{M5}=((235 \cdot 1,932)/(\sqrt{3} \cdot \sin 90^\circ)/1,00) \cdot 10^{-3}=262 \text{ kN}$$

$$N_{3,Ed}=4,9 \text{ kN} \leq N_{3,Rd}=262 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Dolní pás:

$$V_{pl,Rd} = (f_{y0} \cdot A_v) / (\sqrt{3}) = 1,932 \cdot 235 / \sqrt{3} = 262 \text{ kN}$$

$$N_{0,Rd} = ((A_0 - A_v) \cdot f_{y0} + A_v \cdot f_{y0} \cdot \sqrt{1 - (V_{Ed} / V_{pl,Rd})^2}) / \gamma_{M5}$$

$$A_0 = 3,18 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \quad W_{el,0} = 1,35 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$N_{0,Rd} = ((3,18 \cdot 10^{-3} - 1,932 \cdot 10^{-3}) \cdot 235 + 1,932 \cdot 235 \cdot \sqrt{1 - (0,78 \cdot 10^3 / 262 \cdot 10^3)^2}) / 1 \cdot 10^{-3} = 747 \text{ kN}$$

$$N_{0,Ed} = 57,58 \text{ kN} \leq N_{0,Rd} = 747 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.1.3. Porušení medzipásmového prútu

$$b_{eff,1} = b_{eff,2} = (10 / (b_0 / t_0)) \cdot ((f_{y0} \cdot t_0) / (f_{yi} \cdot t_i)) \cdot b_i \leq b_i$$

$$b_{eff,1} = b_{eff,2} = (10 / (140 / 6)) \cdot ((235 \cdot 6) / (235 \cdot 4)) \cdot 50 = 32 \text{ mm} \leq b_i = 50$$

$$N_{1,Rd} = N_{2,Rd} = (f_{yi} \cdot t_i \cdot (2 \cdot h_i - 4 \cdot t_i + b_i + b_{eff}) \gamma_{M5})$$

$$N_{1,Rd} = N_{2,Rd} = (235 \cdot 4 \cdot (2 \cdot 50 - 4 \cdot 4 + 50 + 32) 1,00) \cdot 10^{-3} = 107 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed} = 18,21 \text{ kN} \leq N_{1,Rd} = 107 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$N_{2,Ed} = 19,69 \text{ kN} \leq N_{2,Rd} = 107 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$b_{eff,3} = (10 / (b_0 / t_0)) \cdot ((f_{y0} \cdot t_0) / (f_{yi} \cdot t_i)) \cdot b_i \leq b_i$$

$$b_{eff,3} = (10 / (140 / 6)) \cdot ((235 \cdot 6) / (235 \cdot 4)) \cdot 40 = 25,7 \text{ mm} \leq b_i = 40 \text{ mm}$$

$$N_{3,Rd} = (f_{yi} \cdot t_i \cdot (2 \cdot h_i - 4 \cdot t_i + b_i + b_{eff}) \gamma_{M5})$$

$$N_{3,Rd} = (235 \cdot 4 \cdot (2 \cdot 40 - 4 \cdot 4 + 40 + 25,7) 1,00) \cdot 10^{-3} = 121 \text{ kN}$$

$$N_{3,Ed} = 4,9 \text{ kN} \leq N_{3,Rd} = 121 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.1.4. Prelomení šmykom

$$b_{e,p} = b_{e,p,1} = b_{e,p,2} = b_{e,p,3} = (10 / (b_0 / t_0)) \cdot b_i \leq b_i$$

$$b_{e,p} = b_{e,p,1} = b_{e,p,2} = (10 / (140 / 6)) \cdot 50 = 21 \text{ mm} \leq b_i = 50 \text{ mm}$$

$$b_{e,p,3} = (10 / (140 / 6)) \cdot 40 = 17 \text{ mm} \leq b_i = 50 \text{ mm}$$

Diagonály:

$$N_{1,Rd} = N_{2,Rd} = (f_{y0} \cdot t_0 / (\sqrt{3} \cdot \sin \Phi_1)) \cdot ((2 \cdot h_i / \sin \Phi_1) + b_i + b_{e,p}) / \gamma_{M5}$$

$$N_{1,Rd} = N_{2,Rd} = (235 \cdot 6 / (\sqrt{3} \cdot \sin 44)) \cdot ((2 \cdot 50 / \sin 44) + 50 + 21) 1,00 \cdot 10^{-3} = 247 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed} = 18,21 \text{ kN} \leq N_{1,Rd} = 247 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$N_{2,Ed} = 19,69 \text{ kN} \leq N_{2,Rd} = 247 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Zvislice:

$$N_{3,Rd} = (235 \cdot 6 / (\sqrt{3} \cdot \sin 90)) \cdot ((2 \cdot 40 / \sin 90) + 40 + 17) 1,00 \cdot 10^{-3} = 111 \text{ kN}$$

$$N_{3,Ed} = 4,9 \text{ kN} \leq N_{3,Rd} = 111 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.1.5. Porušení povrchu pásu

$$\gamma = b_0 / 2 \cdot t_0 = 140 / (2 \cdot 6) = 11,66$$

$$\beta = (b_1 + b_2) / (2 \cdot b_0) = (50 + 50) / (2 \cdot 140) = 0,35$$

$$\sigma_{0,Ed} = N_{0,Ed} / A_0 + M_{0,Ed} / W_{el,0} = (57,58 / 3,18 \cdot 10^{-3} + 0,7 / 0,135 \cdot 10^{-3}) \cdot 10^{-3} = 23,3 \text{ MPa}$$

(tlak + ,ťah -)

$$n = \sigma_{0,Ed} / f_{y0} / \gamma_{M5} = 23,3 / 235 / 1,00 = 0,10 \quad n > 0 \text{ (tlak)}$$

$$\rightarrow kn = 1,3 - 0,4 \cdot n / \beta \leq 1,0 \quad kn = 1,3 - 0,4 \cdot 0,10 / 0,35 = 1,18 \leq 1,0$$

$$N_{1,Rd} = (((8,9 \cdot kn \cdot f_{y0} \cdot t_0^2 \cdot \gamma) / \sin \Phi_1) \cdot ((b_1 + b_2 + b_3 + h_1 + h_2 + h_3) / 6 \cdot b_0)) / \gamma_{M5} =$$

$$(((8,9 \cdot 1 \cdot 235 \cdot 6^2 \cdot 11,66) / \sin 44) \cdot ((50 + 50 + 40 + 50 + 50 + 40) / 6 \cdot 140)) / 1,0 \cdot 10^{-3} = 123 \text{ kN}$$

$$N_{2,Rd} = (\sin \Phi_1 / \sin \Phi_2) \cdot N_{1,Rd} = 123 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed} = 18,21 \text{ kN} \quad N_{2,Ed} = 19,69 \text{ kN}$$

$$\text{Zvislice } N_{3,Ed} = -4,9 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed} \cdot \sin \Phi_1 + N_{3,Ed} \cdot \sin \Phi_3 \leq N_{1,Rd} \cdot \sin \Phi_1$$

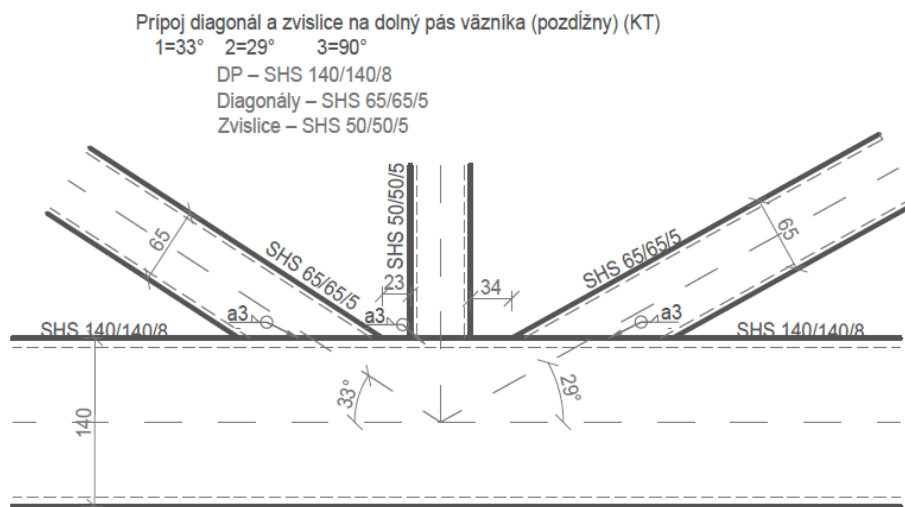
$$18,21 \cdot \sin 44 + 4,9 \cdot \sin 90 = 17,5 \text{ kN} \leq 123 \cdot \sin 44 = 85 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$N_{2,Ed} \cdot \sin \Phi_2 + N_{3,Ed} \cdot \sin \Phi_3 \leq N_{1,Rd} \cdot \sin \Phi_1$$

$$19,69 \cdot \sin 44 + 4,9 \cdot \sin 90 = 18,6 \text{ kN} \leq 158 \cdot \sin 44 = 85 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.2 Prípoj diagonál a zvislice na dolný pás väzníka (pozdĺžny) (KT)

Umiestenie pri pripojí na priečny väzník D



Prierezové charakteristiky

DP – SHS 140/140/8 – značený indexy 0 (tlak)

Diagonály – SHS 65/65/5– značený indexy 1 a 2 (tlak a ťah)

Zvislice – SHS 50/50/5,0 – značený indexy 3 (ťah)

$b_0 = 130,0\text{mm}$ $b_{1,2} = 65,0\text{mm}$ $b_3 = 40,0\text{mm}$

$t_0 = 8,0$ $t_{1,2} = 5\text{ mm}$ $t_3 = 3\text{mm}$

$A_0 = 4,16 \cdot 10^{-3}\text{ m}^2$ $W_{el,0} = 1,71 \cdot 10^{-4}\text{ m}^3$

$\theta_1 = 33^\circ$ $\theta_2 = 29^\circ$ $\theta_3 = 90^\circ$

Overenie geometrických podmienok

$g = 23\text{mm} \geq t_1 + t_2 = 5 + 5 = 10\text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$

$0,2 \leq b_1/b_0 = 65/140 = 0,46 \leq 1,0$

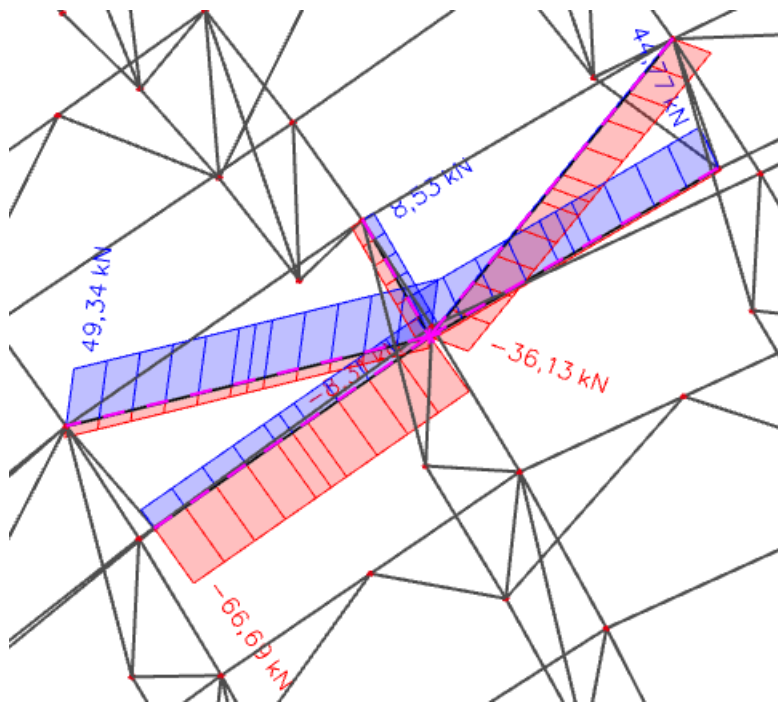
$0,2 \leq b_3/d_0 = 50/140 = 0,35 \leq 1,0$

$15 \leq b_0/t_0 = 140/8 = 17,5 \leq 50$

$10 \leq b_1/t_1 = 65/5 = 13 \leq 50$

$10 \leq b_3/t_3 = 50/5 = 10 \leq 50$

$0,6 \leq (b_1 + b_2)/(2 \cdot b_1) = (50 + 65)/2 \cdot 50 = 1,15 \leq 1,3$



Dolný pas

$N_{0,Ed} = -66,69 \text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3

$V_{Ed} = -0,82 \text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3+0,75.ZS5

$M_{Ed} = -0,6 \text{ kNm}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3+0,75.ZS6

Diagonály

$N_{1,Ed} = +49,34 \text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3

$N_{2,Ed} = -36,13 \text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3+0,9.ZS19

Zvislice

$N_{3,Ed} = 8,53 \text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3+0,75.ZS10

9.2.1 Návrh posúdenie zvaru prútu

Diagonály

Svár diagonály k pásu má tvar obdĺžnika.

Kratšia strana je rovnaká teda $b_1 = 65 \text{ mm}$.

Dlhšia stranu sa dopočíta.

Známe strana a a vnútený úhol, teda $\Phi_1 = 33^\circ$ $\Phi_2 = 29^\circ$.

$$\sin \Phi = b_1/c \quad c = b_{12}/\sin \Phi$$

$$c_1 = 65 / \sin 33 = 119 \text{ mm} \quad c_2 = 65 / \sin 29 = 134 \text{ mm}$$

Návrh zvaru

$$a=3 \text{ mm}$$

$$a_{\min}=3 \text{ mm} \leq a=3 \text{ mm}$$

$$a=3 \text{ mm} \leq a_{\max}=1,1 \cdot t_{\min}=1,1 \cdot 5=5,5 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Délka zvaru

$$l_1=2 \cdot (b_1+c)=2 \cdot (65+119)=368 \text{ mm}$$

$$l_2=2 \cdot (b_2+c)=2 \cdot (65+134)=398 \text{ mm}$$

Pevnost zvaru

$$f_{vw,d}=f_u/(\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{MW})=360/(\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,5)=153,96 \text{ MPa}$$

Únosnost zvaru

$$F_{w,Rd1}=a \cdot l \cdot f_{vw,d}=3 \cdot 368 \cdot 153,96 \cdot 10^{-3}=170 \text{ kN} > N_{Ed}=49,34 \text{ kN} \rightarrow \text{svar vyhovuje}$$

$$F_{w,Rd2}=a \cdot l \cdot f_{vw,d}=3 \cdot 398 \cdot 153,96 \cdot 10^{-3}=183,8 \text{ kN} > N_{Ed}=36,13 \text{ kN} \rightarrow \text{svar vyhovuje}$$

Zvislice

$$a=3 \text{ mm}$$

$$a_{\min}=3 \text{ mm} \leq a=4 \text{ mm} \leq a_{\max}=1,1 \cdot t_{\min}=1,1 \cdot 5=5,5 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Délka zvaru

$$l=4 \cdot b_3=4 \cdot 50=200 \text{ mm}$$

Pevnost zvar

$$f_{vw,d}=f_u/(\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{MW})=360/(\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,5)=153,96 \text{ MPa}$$

Únosnost zvaru

$$F_{w,Rd}=a \cdot l \cdot f_{vw,d}=3 \cdot 200 \cdot 153,96 \cdot 10^{-3}=91,8 \text{ kN} > N_{Ed}=8,53 \text{ kN} \rightarrow \text{svar vyhovuje}$$

9.2.2 Porušení prelomením šmykom

$$\alpha=\sqrt{1/(1+(4 \cdot g^2/3 \cdot t_0^2))}=\sqrt{1/(1+(4 \cdot 23^2/3 \cdot 8^2))}=0,28$$

$$A_v=(2 \cdot h_0+\alpha \cdot b_0) \cdot t_0=(2 \cdot 140+0,28 \cdot 140) \cdot 8=2,55 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Diagonála 1 a 2:

$$N_{1,Rd}=(f_{y0} \cdot A_v)/(\sqrt{3} \cdot \sin \Phi_1)/\gamma_{M5}=((235 \cdot 2,55)/(\sqrt{3} \cdot \sin 33^\circ)/1,00) \cdot 10^{-3}=634 \text{ kN}$$

$$N_{1,Rd}=(f_{y0} \cdot A_v)/(\sqrt{3} \cdot \sin \Phi_1)/\gamma_{M5}=((235 \cdot 2,55)/(\sqrt{3} \cdot \sin 29^\circ)/1,00) \cdot 10^{-3}=718 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed}=49,34 \text{ kN} \leq N_{1,Rd}=634 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$N_{2,Ed}=36,13 \text{ kN} \leq N_{2,Rd}=718 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Zvislica:

$$N_{3,Rd} = (f_{y0} \cdot A_v) / (\sqrt{3} \cdot \sin \Phi_1) / \gamma_{M5} = ((235 \cdot 2,55) / (\sqrt{3} \cdot \sin 90^\circ) / 1,00) \cdot 10^{-3} = 345 \text{ kN}$$

$$N_{3,Ed} = 8,53 \text{ kN} \leq N_{3,Rd} = 345 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Dolní pás:

$$V_{pl,Rd} = (f_{y0} \cdot A_v) / (\sqrt{3}) = 2,55 \cdot 235 / \sqrt{3} \cdot 10^{-3} = 345 \text{ kN}$$

$$N_{0,Rd} = ((A_0 - A_v) \cdot f_{y0} + A_v \cdot f_{y0} \cdot \sqrt{1 - (V_{Ed} / V_{pl,Rd})^2}) / \gamma_{M5}$$

$$A_0 = 4,16 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \quad W_{el,0} = 1,71 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \quad \theta_1 = 33^\circ \quad \theta_2 = 29^\circ \quad \theta_3 = 90^\circ$$

$$N_{0,Rd} = (4,16 \cdot 10^{-3} - 2,55 \cdot 10^{-3}) \cdot 235 + 2,55 \cdot 235 \cdot \sqrt{1 - (0,82 \cdot 10^3 / 345 \cdot 10^3)^2} / 1 \cdot 10^{-3} = 421 \text{ kN}$$

$$N_{0,Ed} = 66,69 \text{ kN} \leq N_{0,Rd} = 421 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.2.3 Porušenie medzipásového prútu

$$b_{eff,1} = b_{eff,2} = (10 / (b_0 / t_0)) \cdot ((f_{y0} \cdot t_0) / (f_{yi} \cdot t_i)) \cdot b_i \leq b_i$$

$$b_{eff,1} = b_{eff,2} = (10 / (140 / 8)) \cdot ((235 \cdot 8) / (235 \cdot 5)) \cdot 65 = 60 \text{ mm} \leq b_i = 65$$

$$N_{1,Rd} = N_{2,Rd} = (f_{yi} \cdot t_i \cdot (2 \cdot h_i - 4 \cdot t_i + b_i + b_{eff})) \gamma_{M5}$$

$$N_{1,Rd} = N_{2,Rd} = (235 \cdot 5 \cdot (2 \cdot 65 - 4 \cdot 5 + 65 + 60) / 1,00) \cdot 10^{-3} = 282 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed} = 49,34 \text{ kN} \leq N_{1,Rd} = 282 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$N_{2,Ed} = 36,13 \text{ kN} \leq N_{2,Rd} = 282 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$b_{eff,3} = (10 / (b_0 / t_0)) \cdot ((f_{y0} \cdot t_0) / (f_{yi} \cdot t_i)) \cdot b_i \leq b_i$$

$$b_{eff,3} = (10 / (140 / 8)) \cdot ((235 \cdot 8) / (235 \cdot 5)) \cdot 50 = 45,7 \text{ mm} \leq b_i = 50 \text{ mm}$$

$$N_{3,Rd} = (f_{yi} \cdot t_i \cdot (2 \cdot h_i - 4 \cdot t_i + b_i + b_{eff})) \gamma_{M5}$$

$$N_{3,Rd} = (235 \cdot 5 \cdot (2 \cdot 50 - 4 \cdot 5 + 50 + 45) / 1,00) \cdot 10^{-3} = 205 \text{ kN}$$

$$N_{3,Ed} = 8,53 \text{ kN} \leq N_{3,Rd} = 205 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.2.4 Prelomení šmykom

$$b_{e,p}=b_{e,p,1}=b_{e,p,2}=(10/(b_0/t_0) \cdot b_i \leq b_i$$

$$b_{e,p}=b_{e,p,1}=b_{e,p,2}=(10/(140/8)) \cdot 65=37 \text{ mm} \leq b_i=65 \text{ mm}$$

$$b_{e,p,3}=(10/(140/8)) \cdot 50=29 \text{ mm} \leq b_i=50 \text{ mm}$$

Diagonály:

$$N_{1,Rd}=(f_{y0} \cdot t_0/(\sqrt{3} \cdot \sin \Phi_1)) \cdot ((2 \cdot h_i/\sin \Phi_1)+b_i+b_{e,p})/\gamma_{M5}$$

$$N_{1,Rd}=(235 \cdot 8/(\sqrt{3} \cdot \sin 33)) \cdot ((2 \cdot 65/\sin 33)+65+37)1,00 \cdot 10^{-3}=681 \text{ kN}$$

$$N_{2,Rd}=(f_{y0} \cdot t_0/(\sqrt{3} \cdot \sin \Phi_1)) \cdot ((2 \cdot h_i/\sin \Phi_1)+b_i+b_{e,p})/\gamma_{M5}$$

$$N_{2,Rd}=(235 \cdot 8/(\sqrt{3} \cdot \sin 29)) \cdot ((2 \cdot 65/\sin 29)+65+37)1,00 \cdot 10^{-3}=814 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed}=49,34 \text{ kN} \leq N_{1,Rd}=681 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$N_{2,Ed}=36,13 \text{ kN} \leq N_{2,Rd}=814 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Zvislice:

$$N_{3,Rd}=(235 \cdot 8/(\sqrt{3} \cdot \sin 90)) \cdot ((2 \cdot 50/\sin 90)+50+29)1,00 \cdot 10^{-3}=194 \text{ kN}$$

$$N_{3,Ed}=8,53 \text{ kN} \leq N_{3,Rd}=194 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.2.5 Porušení povrchu pásu

$$\gamma=b_0/2 \cdot t_0=140/(2 \cdot 8)=8,75$$

$$\beta=(b_1+b_2)/(2 \cdot b_0)=(65+65)/(2 \cdot 140)=0,46$$

$$\sigma_{0,Ed}=N_{0,Ed}/A_0+M_{0,Ed}/W_{el,0}=$$

$$(66,69/4,16 \cdot 10^{-3}+0,6/0,171 \cdot 10^{-3}) \cdot 10^{-3}=19,5 \text{ MPa} \quad (\text{tlak}+, \text{tah}-)$$

$$n=\sigma_{0,Ed}/f_{y0}/\gamma_{M5}=19,5/235/1,00=0,08 \quad n>0 \quad (\text{tlak})$$

$$\rightarrow kn=1,3-0,4 \cdot n/\beta \leq 1,0 \quad kn=1,3-0,4 \cdot 0,08/0,46=1,28 \leq 1,0$$

$$N_{1,Rd}=(\frac{((8,9 \cdot kn \cdot f_{y0} \cdot t_0^2 \cdot \sqrt{\gamma})/\sin \Phi_1) \cdot ((b_1+b_2+b_3+h_1+h_2+h_3)/6 \cdot b_0)}{\gamma_{M5}}=$$

$$(\frac{(((8,9 \cdot 1 \cdot 235 \cdot 8^2 \cdot \sqrt{8,75})/\sin 33) \cdot ((65+65+50+65+65+50)/6 \cdot 140))}{1,0} \cdot 10^{-3}=311 \text{ kN}$$

$$N_{2,Rd}=(\sin \Phi_1/\sin \Phi_2) \cdot N_{1,Rd}=N_{2,Rd}=(\sin 33/\sin 29) \cdot 313=351 \text{ kN}$$

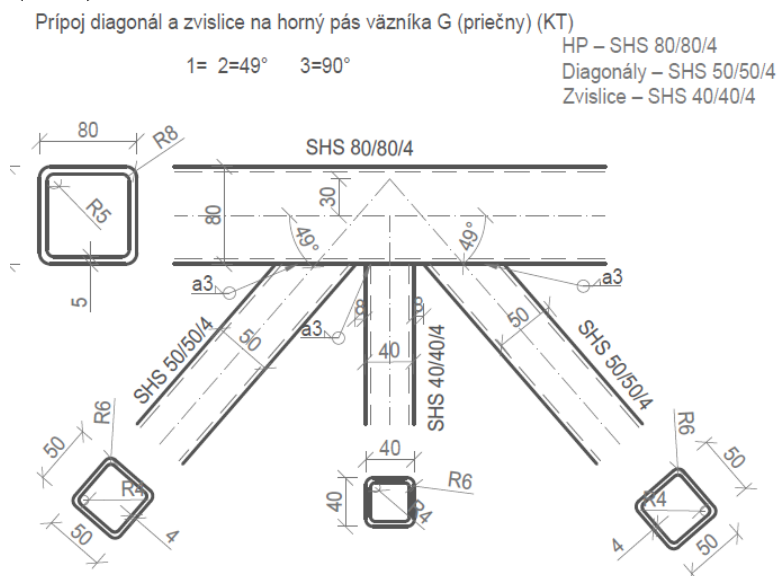
$$N_{1,Ed} \cdot \sin \Phi_1+N_{3,Ed} \cdot \sin \Phi_3 \leq N_{1,Rd} \cdot \sin \Phi_1$$

$$49,34 \cdot \sin 33+8,53 \cdot \sin 90=35,4 \text{ kN} \leq 311 \cdot \sin 33=169 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$N_{2,Ed} \cdot \sin \Phi_2+N_{3,Ed} \cdot \sin \Phi_3 \leq N_{2,Rd} \cdot \sin \Phi_2$$

$$36,13 \cdot \sin 29+8,53 \cdot \sin 90=26 \text{ kN} \leq 311 \cdot \sin 29=151 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.3 Prípoj diagonál a zvislice na dolný pás priečny väzníka G, N12 (KT)



Prierezové charakteristiky

HP – SHS 80/80/4 – značený indexy 0 (tlak)

Diagonály – SHS 50/50/4 – značený indexy 1 a 2 (tlak a ťah)

Zvislice – SHS 40/40/4 – značený indexy 3 (ťah)

$b_0 = 80,0\text{mm}$ $b_{1,2} = 50,0\text{mm}$ $b_3 = 40,0\text{mm}$

$t_0 = 6,0$ $t_{1,2} = 5,0\text{mm}$ $t_3 = 3,2\text{mm}$

$A_0 = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ $W_{el,0} = 0,286 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

$\theta_1 = \theta_2 = 44^\circ$ $\theta_3 = 90^\circ$

Overenie geometrických podmienok

$g = 8\text{mm} \geq t_1 + t_2 = 4 + 4 = 8 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$

$0,2 \leq b_1/b_0 = 50/80 = 0,625 \leq 1,0$

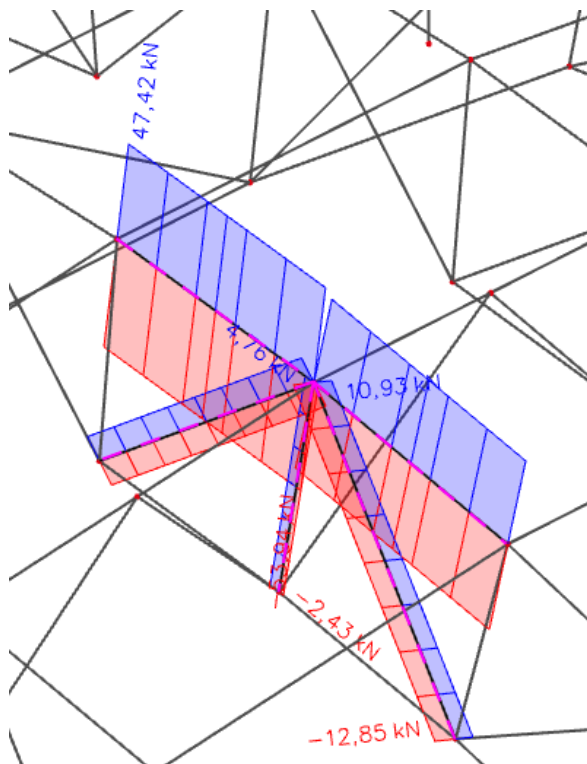
$0,2 \leq b_3/d_0 = 40/80 = 0,5 \leq 1,0$

$15 \leq b_0/t_0 = 80/5 = 16 \leq 50$

$10 \leq b_1/t_1 = 50/4 = 12,5 \leq 50$

$10 \leq b_3/t_3 = 40/4 = 10 \leq 50$

$0,6 \leq (b_1 + b_2) / (2 \cdot b_1) = (40 + 50) / (2 \cdot 40) = 1,13 \leq 1,3$



Horný pas

$N_{0,Ed} = -53,94 \text{ kN}$ kombinácia: $1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 1,35 \cdot ZS3$

$V_{Ed} = 0,24 \text{ kN}$ kombinácia: $1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 1,35 \cdot ZS3 + 0,75 \cdot ZS5$

$M_{Ed} = 0,30 \text{ kNm}$ kombinácia: $1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 1,35 \cdot ZS3 + 0,75 \cdot ZS11$

Diagonály

$N_{1,Ed} = -12,85 \text{ kN}$ kombinácia: $1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 1,35 \cdot ZS3 + 0,9 \cdot ZS17$

$N_{2,Ed} = 10,93 \text{ kN}$ kombinácia: $1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 1,35 \cdot ZS3 + 0,9 \cdot ZS19$

Zvislice

$N_{3,Ed} = 4,76 \text{ kN}$ kombinácia: $1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 1,35 \cdot ZS3 + 0,75 \cdot ZS8$

9.3.1. Návrh posúdenie zvaru prútu

Diagonály

Svár diagonály k pásu má tvar obdĺžnika.

Kratšia strana je rovnaká teda $b_1 = 50 \text{ mm}$.

Dlhšia stranu sa dopočíta.

Známe strana a a vnútený uhol $\Phi = 49^\circ$.

$$\sin \Phi = b_1 / c$$

$$c = b_1 / \sin \Phi$$

$$c = 50 / \sin 49 = 66 \text{ mm}$$

Návrh zvaru

$$a=3 \text{ mm} \quad a_{\min}=3 \text{ mm} \leq a=3 \text{ mm}$$

$$a=3 \text{ mm} \leq a_{\max}=1,1 \cdot t_{\min}=1,1 \cdot 4=4,4 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Délka zvaru

$$l=2 \cdot (b_1+c)=2 \cdot (50+66)=232 \text{ mm}$$

Pevnost zvaru

$$f_{vw,d}=f_u/(\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{MW})=360/(\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,5)=153,96 \text{ MPa}$$

Únosnost zvaru

$$F_{w,Rd}=a \cdot l \cdot f_{vw,d}=3 \cdot 232 \cdot 153,96 \cdot 10^{-3}=111 \text{ kN} > N_{Ed}=12,85 \text{ kN} \rightarrow \text{svar vyhovuje}$$

Zvislice

$$a=3 \text{ mm}$$

$$a_{\min}=3 \text{ mm} \leq a=4 \text{ mm} \leq a_{\max}=1,1 \cdot t_{\min}=1,1 \cdot 4=4,4 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Délka zvaru

$$l=4 \cdot b_3=4 \cdot 40=160 \text{ mm}$$

Pevnost zvaru

$$f_{vw,d}=f_u/(\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{MW})=360/(\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,5)=153,96 \text{ MPa}$$

Únosnost zvaru

$$F_{w,Rd}=a \cdot l \cdot f_{vw,d}=3 \cdot 160 \cdot 153,96 \cdot 10^{-3}=73,44 \text{ kN} > N_{Ed}=4,76 \text{ kN} \rightarrow \text{svar vyhovuje}$$

9.3.2. Porušení prelomením šmykom

$$\alpha=\sqrt{1/(1+(4 \cdot g^2/3 \cdot t_0^2))}=\sqrt{1/(1+(4 \cdot 8^2/3 \cdot 4^2))}=0,4$$

$$A_v=(2 \cdot h_0+\alpha \cdot b_0) \cdot t_0=(2 \cdot 80+0,4 \cdot 80) \cdot 4=0,768 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Diagonála 1 a 2:

$$N_{1,Rd}=N_{2,Rd}=(f_{y0} \cdot A_v)/(\sqrt{3} \cdot \sin \Phi_1)/\gamma_{M5}=((235 \cdot 0,768)/(\sqrt{3} \cdot \sin 49^\circ)/1,00) \cdot 10^{-3}=138 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed}=12,85 \text{ kN} \leq N_{1,Rd}=138 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$N_{2,Ed}=10,93 \text{ kN} \leq N_{2,Rd}=138 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Zvislica:

$$N_{3,Rd}=(f_{y0} \cdot A_v)/(\sqrt{3} \cdot \sin \Phi_1)/\gamma_{M5}=((235 \cdot 0,768)/(\sqrt{3} \cdot \sin 90^\circ)/1,00) \cdot 10^{-3}=104 \text{ kN}$$

$$N_{3,Ed}=4,76 \text{ kN} \leq N_{3,Rd}=104 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Horný pás:

$$V_{pl,Rd} = (f_{y0} \cdot A_v) / (\sqrt{3}) = 0,768 \cdot 235 / \sqrt{3} = 104 \text{ kN}$$

$$N_{0,Rd} = ((A_0 - A_v) \cdot f_{y0} + A_v \cdot f_{y0} \cdot \sqrt{1 - (V_{Ed} / V_{pl,Rd})^2}) / \gamma_{M5}$$

$$A_0 = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \quad W_{el,0} = 0,286 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$N_{0,Rd} = ((1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,768 \cdot 10^3) \cdot 235 + 0,768 \cdot 235 \cdot \sqrt{1 - (0,24 \cdot 10^3 / 104 \cdot 10^3)^2}) / 1 \cdot 10^{-3} = 282 \text{ kN}$$

$$N_{0,Ed} = 53,94 \text{ kN} \leq N_{0,Rd} = 282 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.3.3. Porušenie medzipásmového prútu

$$b_{eff,1} = b_{eff,2} = (10 / (b_0 / t_0)) \cdot ((f_{y0} \cdot t_0) / (f_{yi} \cdot t_i)) \cdot b_i \leq b_i$$

$$b_{eff,1} = b_{eff,2} = (10 / (80 / 4)) \cdot ((235 \cdot 8) / (235 \cdot 4)) \cdot 50 = 50 \text{ mm} \leq b_i = 50$$

$$N_{1,Rd} = N_{2,Rd} = (f_{yi} \cdot t_i \cdot (2 \cdot h_i - 4 \cdot t_i + b_i + b_{eff})) \gamma_{M5}$$

$$N_{1,Rd} = N_{2,Rd} = (235 \cdot 4 \cdot (2 \cdot 50 - 4 \cdot 4 + 50 + 50)) \cdot 1,00 \cdot 10^{-3} = 172 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed} = 12,85 \text{ kN} \leq N_{1,Rd} = 172 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$N_{2,Ed} = 10,93 \text{ kN} \leq N_{2,Rd} = 172 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$b_{eff,3} = (10 / (b_0 / t_0)) \cdot ((f_{y0} \cdot t_0) / (f_{yi} \cdot t_i)) \cdot b_i \leq b_i$$

$$b_{eff,3} = (10 / (80 / 4)) \cdot ((235 \cdot 8) / (235 \cdot 4)) \cdot 40 = 40 \text{ mm} \leq b_i = 40 \text{ mm}$$

$$N_{3,Rd} = (f_{yi} \cdot t_i \cdot (2 \cdot h_i - 4 \cdot t_i + b_i + b_{eff})) \gamma_{M5}$$

$$N_{3,Rd} = (235 \cdot 4 \cdot (2 \cdot 40 - 4 \cdot 4 + 40 + 40)) \cdot 1,00 \cdot 10^{-3} = 135,5 \text{ kN}$$

$$N_{3,Ed} = 4,76 \text{ kN} \leq N_{3,Rd} = 135,5 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.3.4. Prelomení šmykom

$$b_{e,p} = b_{e,p,1} = b_{e,p,2} = b_{e,p,3} = (10 / (b_0 / t_0)) \cdot b_i \leq b_i$$

$$b_{e,p} = b_{e,p,1} = b_{e,p,2} = (10 / (80 / 4)) \cdot 50 = 25 \text{ mm} \leq b_i = 50 \text{ mm}$$

$$b_{e,p,3} = (10 / (80 / 4)) \cdot 40 = 20 \text{ mm} \leq b_i = 40 \text{ mm}$$

Diagonály:

$$N_{1,Rd} = N_{2,Rd} = (f_{y0} \cdot t_0 / (\sqrt{3} \cdot \sin \Phi_1)) \cdot ((2 \cdot h_i / \sin \Phi_1) + b_i + b_{e,p}) / \gamma_{M5}$$

$$N_{1,Rd} = N_{2,Rd} = (235 \cdot 4 / (\sqrt{3} \cdot \sin 49)) \cdot ((2 \cdot 50 / \sin 49) + 50 + 25) \cdot 1,00 \cdot 10^{-3} = 149 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed} = 12,85 \text{ kN} \leq N_{1,Rd} = 149 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$N_{2,Ed} = 10,93 \text{ kN} \leq N_{2,Rd} = 149 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Zvislice:

$$N_{3,Rd} = (235 \cdot 4 / (\sqrt{3} \cdot \sin 90)) \cdot ((2 \cdot 40 / \sin 90) + 40 + 20) \cdot 1,00 \cdot 10^{-3} = 76 \text{ kN}$$

$$N_{3,Ed} = 4,76 \text{ kN} \leq N_{3,Rd} = 135 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.3.5. Porušení povrchu pásu

$$\gamma = b_0 / 2 \cdot t_0 = 80 / (2 \cdot 4) = 10$$

$$\beta = (b_1 + b_2) / (2 \cdot b_0) = (50 + 50) / (2 \cdot 80) = 0,625$$

$$\sigma_{0,Ed} = N_{0,Ed} / A_0 + M_{0,Ed} / W_{el,0} = (53,94 / 1,2 \cdot 10^{-3} + 0,3 / 0,0286 \cdot 10^{-3}) \cdot 10^{-3} = 55,5 \text{ MPa}$$

(tlak + ,ťah -)

$$n = \sigma_{0,Ed} / f_{y0} / \gamma_{M5} = 55,5 / 235 / 1,00 = 0,236 \quad n > 0 \text{ (tlak)}$$

$$\rightarrow kn = 1,3 - 0,4 \cdot n / \beta \leq 1,0 \quad kn = 1,3 - 0,4 \cdot 0,236 / 0,35 = 1,07 \leq 1,0$$

$$N_{1,Rd} = (((8,9 \cdot kn \cdot f_{y0} \cdot t_0^2 \cdot \sqrt{\gamma}) / \sin \Phi_1) \cdot ((b_1 + b_2 + b_3 + h_1 + h_2 + h_3) / 6 \cdot b_0)) / \gamma_{M5} =$$

$$((((8,9 \cdot 1 \cdot 235 \cdot 4^2 \cdot \sqrt{10}) / \sin 49) \cdot ((50 + 50 + 40 + 50 + 50 + 40) / 6 \cdot 80)) / 1,0) \cdot 10^{-3} = 82 \text{ kN}$$

$$N_{2,Rd} = (\sin \Phi_1 / \sin \Phi_2) \cdot N_{1,Rd} = 82 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed} = -18,45 \text{ kN} \quad N_{2,Ed} = 14,46 \text{ kN}$$

$$\text{Zvislice} \quad N_{3,Ed} = 3,09 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed} \cdot \sin \Phi_1 + N_{3,Ed} \cdot \sin \Phi_3 \leq N_{1,Rd} \cdot \sin \Phi_1$$

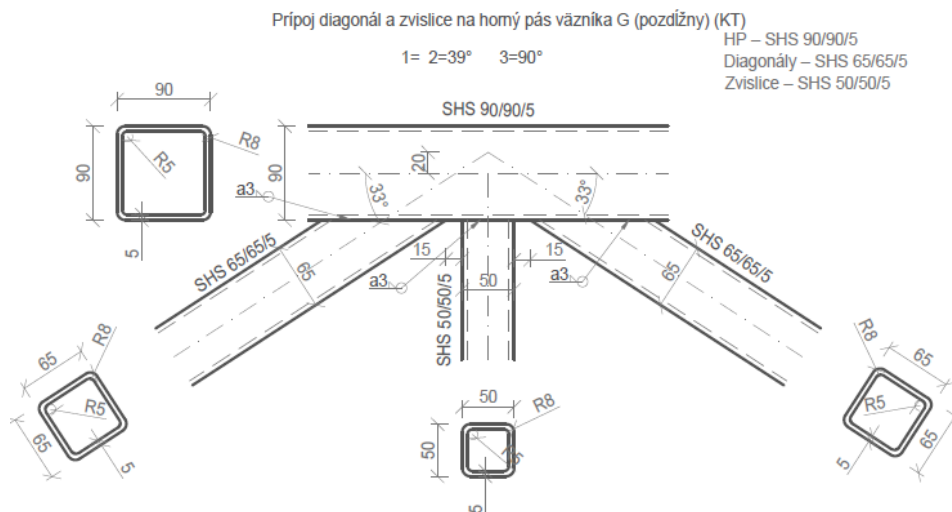
$$18,45 \cdot \sin 49 + 3,09 \cdot \sin 90 = 17 \text{ kN} \leq 82 \cdot \sin 49 = 62 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$N_{2,Ed} \cdot \sin \Phi_2 + N_{3,Ed} \cdot \sin \Phi_3 \leq N_{1,Rd} \cdot \sin \Phi_1$$

$$14,46 \cdot \sin 49 + 3,09 \cdot \sin 90 = 14 \text{ kN} \leq 82 \cdot \sin 49 = 62 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.4. Prípoj diagonál a zvislice na horný pás väzníka (pozdlžny) (KT)

Pri spojení E priečného väzníka.



Prierezové charakteristiky

HP – SHS 90/90/5 – značený indexy 0 (tlak)

Diagonály – SHS 65/65/5 – značený indexy 1 a 2 (tlak a ťah)

Zvislice – SHS 50/50/5 – značený indexy 3 (tlak)

$b_0 = 90,0\text{mm}$ $b_{1,2} = 65,0\text{mm}$ $b_3 = 50,0\text{mm}$

$t_0 = 5$ $t_{1,2} = 5,0\text{mm}$ $t_3 = 5\text{mm}$

$A_0 = 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ $W_{el,0} = 0,44 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

$\theta_1 = \theta_2 = 33^\circ$ $\theta_3 = 90^\circ$

Overenie geometrických podmienok

$g = 15\text{mm} \geq t_1 + t_2 = 4 + 4 = 8 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$

$0,2 \leq b_1/b_0 = 65/90 = 0,722 \leq 1,0$

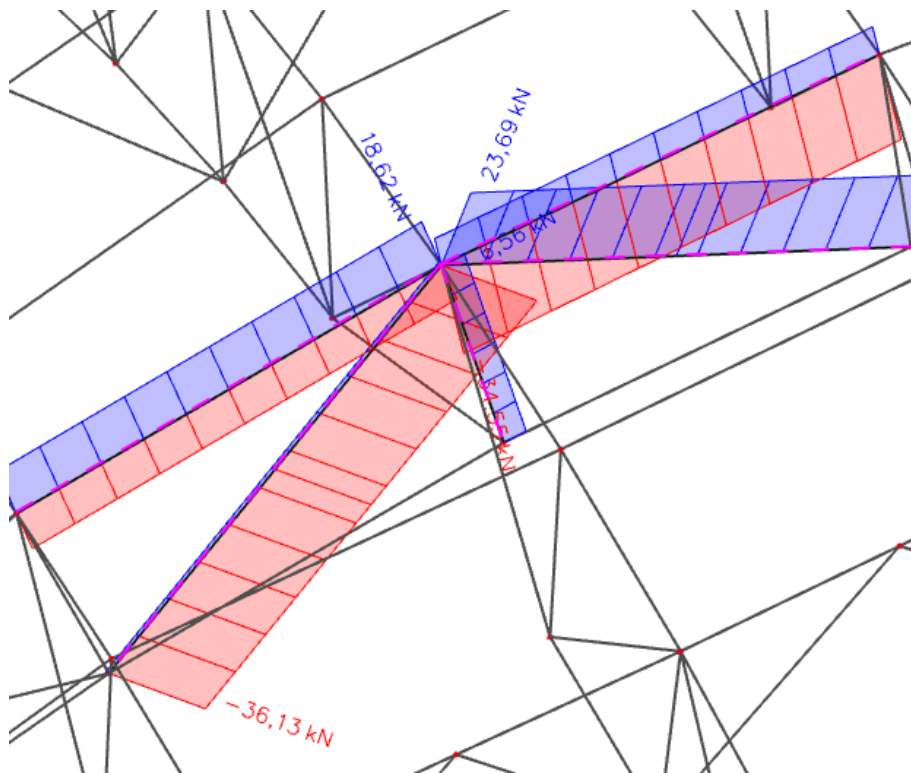
$0,2 \leq b_3/b_0 = 50/90 = 0,555 \leq 1,0$

$15 \leq b_0/t_0 = 90/5 = 18 \leq 50$

$10 \leq b_1/t_1 = 65/5 = 13 \leq 50$

$10 \leq b_3/t_3 = 50/5 = 10 \leq 50$

$0,6 \leq b_1 + b_2/b_0 = (65 + 50)/2 \cdot 50 = 1,15 \leq 1,3$



Horný pas

$N_{0,Ed} = -34,55 \text{ kN}$ kombinácia: $1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 1,35 \cdot ZS3$

$V_{Ed} = 3,73 \text{ kN}$ kombinácia: $1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 1,35 \cdot ZS3 + 0,75 \cdot ZS5$

$M_{Ed} = 2,16 \text{ kN}$ kombinácia: $1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 1,35 \cdot ZS3 + 0,75 \cdot ZS11$

Diagonály

$N_{1,Ed} = -36,67 \text{ kN}$ kombinácia: $1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 1,35 \cdot ZS3 + 0,9 \cdot ZS19$

$N_{2,Ed} = 23,11 \text{ kN}$ kombinácia: $1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 1,35 \cdot ZS3 + 0,75 \cdot ZS14$

Zvislice

$N_{3,Ed} = -6,38 \text{ kN}$ kombinácia: $1,35 \cdot ZS1 + 1,35 \cdot ZS2 + 1,35 \cdot ZS3 + 0,75 \cdot ZS10$

9.4.1. Návrh posúdenie zvaru prútu

Diagonály

Svár diagonály k pásu má tvar obdĺžnika.
Kratšia strana je rovnaká teda $b_1 = 50 \text{ mm}$.
Dlhšia stranu sa dopočíta.

Známe strana a a vnútený uhol $\Phi = 44^\circ$.

$$\sin \Phi = b_1 / c$$

$$c = b_1 / \sin \Phi$$

$$c = 50 / \sin 44 = 119 \text{ mm}$$

Návrh zvaru

$$a=3 \text{ mm} \quad a_{\min}=3 \text{ mm} \leq a=3 \text{ mm}$$

$$a=3 \text{ mm} \leq a_{\max}=1,1 \cdot t_{\min}=1,1 \cdot 5=5,5 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Délka zvaru

$$l=2 \cdot (b_1+c)=2 \cdot (65+119)=368 \text{ mm}$$

Pevnost zvaru

$$f_{vw,d}=f_u/(\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{MW})=360/(\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,5)=153,96 \text{ MPa}$$

Únosnost zvaru

$$F_{w,Rd}=a \cdot l \cdot f_{vw,d}=3 \cdot 368 \cdot 153,96 \cdot 10^{-3}=1689 \text{ kN} > N_{Ed}=36,67 \text{ kN} \rightarrow \text{svar vyhovuje}$$

Zvislice

$$a=3 \text{ mm}$$

$$a_{\min}=3 \text{ mm} \leq a=4 \text{ mm} \leq a_{\max}=1,1 \cdot t_{\min}=1,1 \cdot 4=4,4 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Délka zvaru

$$l=4 \cdot b_3=4 \cdot 50=200 \text{ mm}$$

Pevnost zvaru

$$f_{vw,d}=f_u/(\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{MW})=360/(\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,5)=153,96 \text{ MPa}$$

Únosnost zvaru

$$F_{w,Rd}=a \cdot l \cdot f_{vw,d}=3 \cdot 200 \cdot 153,96 \cdot 10^{-3}=92 \text{ kN} > N_{Ed}=6,38 \text{ kN}$$

$\rightarrow \text{svar vyhovuje}$

9.4.2. Porušení prelomením šmykom

$$\alpha=\sqrt{1/(1+(4 \cdot g^2/3 \cdot t_0^2))}=\sqrt{1/(1+(4 \cdot 15^2/3 \cdot 5^2))}=0,27$$

$$A_v=(2 \cdot h_0+\alpha \cdot b_0) \cdot t_0=(2 \cdot 90+0,27 \cdot 90) \cdot 5=1,021 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Diagonála 1 a 2:

$$N_{1,Rd}=N_{2,Rd}=(f_{y0} \cdot A_v)/(\sqrt{3} \cdot \sin \Phi_1)/\gamma_{M5}=((235 \cdot 1,021)/(\sqrt{3} \cdot \sin 33^\circ)/1,00) \cdot 10^{-3}=254 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed}=36,67 \text{ kN} \leq N_{1,Rd}=254 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$N_{2,Ed}=23,11 \text{ kN} \leq N_{2,Rd}=254 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Zvislica:

$$N_{3,Rd}=(f_{y0} \cdot A_v)/(\sqrt{3} \cdot \sin \Phi_1)/\gamma_{M5}=((235 \cdot 1,021)/(\sqrt{3} \cdot \sin 90^\circ)/1,00) \cdot 10^{-3}=138 \text{ kN}$$

$$N_{3,Ed}=6,38 \text{ kN} \leq N_{3,Rd}=138 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Horný pás:

$$V_{pl,Rd} = (f_{y0} \cdot A_v) / (\sqrt{3}) = 1,021 \cdot 235 / \sqrt{3} = 138 \text{ kN}$$

$$N_{0,Rd} = ((A_0 - A_v) \cdot f_{y0} + A_v \cdot f_{y0} \cdot \sqrt{1 - (V_{Ed} / V_{pl,Rd})^2}) / \gamma_{M5}$$

$$A_0 = 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \quad W_{el,0} = 0,44 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$N_{0,Rd} = ((1,67 \cdot 10^{-3} - 1,021 \cdot 10^{-3}) \cdot 235 + 1,021 \cdot 235 \cdot \sqrt{1 - (3,73 \cdot 10^3 / 138 \cdot 10^3)^2}) / 1 \cdot 10^{-3} = 392 \text{ kN}$$

$$N_{0,Ed} = 34,55 \text{ kN} \leq N_{0,Rd} = 392 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.4.3. Porušenie medzipásmového prútu

$$b_{eff,1} = b_{eff,2} = (10 / (b_0 / t_0)) \cdot ((f_{y0} \cdot t_0) / (f_{yi} \cdot t_i)) \cdot b_i \leq b_i$$

$$b_{eff,1} = b_{eff,2} = (10 / (90 / 5)) \cdot ((235 \cdot 5) / (235 \cdot 5)) \cdot 65 = 36 \text{ mm} \leq b_i = 65$$

$$N_{1,Rd} = N_{2,Rd} = (f_{yi} \cdot t_i \cdot (2 \cdot h_i - 4 \cdot t_i + b_i + b_{eff}) \gamma_{M5})$$

$$N_{1,Rd} = N_{2,Rd} = (235 \cdot 5 \cdot (2 \cdot 65 - 4 \cdot 5 + 65 + 36) 1,00) \cdot 10^{-3} = 259 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed} = 36,67 \text{ kN} \leq N_{1,Rd} = 259 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$N_{2,Ed} = 23,11 \text{ kN} \leq N_{2,Rd} = 259 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$b_{eff,3} = (10 / (b_0 / t_0)) \cdot ((f_{y0} \cdot t_0) / (f_{yi} \cdot t_i)) \cdot b_i \leq b_i$$

$$b_{eff,3} = (10 / (90 / 5)) \cdot ((235 \cdot 5) / (235 \cdot 5)) \cdot 50 = 27,7 \text{ mm} \leq b_i = 50 \text{ mm}$$

$$N_{3,Rd} = (f_{yi} \cdot t_i \cdot (2 \cdot h_i - 4 \cdot t_i + b_i + b_{eff}) \gamma_{M5})$$

$$N_{3,Rd} = (235 \cdot 5 \cdot (2 \cdot 50 - 4 \cdot 5 + 50 + 27,7) 1,00) \cdot 10^{-3} = 117 \text{ kN}$$

$$N_{3,Ed} = 6,38 \text{ kN} \leq N_{3,Rd} = 117 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.4.4. Prelomenie šmykom

$$b_{e,p} = b_{e,p,1} = b_{e,p,2} = b_{e,p,3} = (10 / (b_0 / t_0)) \cdot b_i \leq b_i$$

$$b_{e,p} = b_{e,p,1} = b_{e,p,2} = (10 / (90 / 5)) \cdot 65 = 36 \text{ mm} \leq b_i = 40 \text{ mm}$$

$$b_{e,p,3} = (10 / (90 / 5)) \cdot 50 = 27,7 \text{ mm} \leq b_i = 40 \text{ mm}$$

Diagonály:

$$N_{1,Rd} = N_{2,Rd} = (f_{y0} \cdot t_0 / (\sqrt{3} \cdot \sin \Phi_1)) \cdot ((2 \cdot h_i / \sin \Phi_1) + b_i + b_{e,p}) / \gamma_{M5}$$

$$N_{1,Rd} = N_{2,Rd} = (235 \cdot 5 / (\sqrt{3} \cdot \sin 33)) \cdot ((2 \cdot 65 / \sin 33) + 65 + 36) 1,00 \cdot 10^{-3} = 423 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed} = 36,67 \text{ kN} \leq N_{1,Rd} = 423 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$N_{2,Ed} = 23,11 \text{ kN} \leq N_{2,Rd} = 423 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Zvislice:

$$N_{3,Rd} = (235 \cdot 5 / (\sqrt{3} \cdot \sin 90)) \cdot ((2 \cdot 50 / \sin 90) + 50 + 27,7) 1,00 \cdot 10^{-3} = 120 \text{ kN}$$

$$N_{3,Ed} = 6,38 \text{ kN} \leq N_{3,Rd} = 120 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.4.5. Porušení povrchu pásu

$$\gamma = b_0 / 2 \cdot t_0 = 90 / (2 \cdot 5) = 9$$

$$\beta = (b_1 + b_2) / (2 \cdot b_0) = (65 + 65) / (2 \cdot 90) = 0,72$$

$$\sigma_{0,Ed} = N_{0,Ed} / A_0 + M_{0,Ed} / W_{el,0} = (34,71 / 1,67 \cdot 10^{-3} + 1,67 / 0,044 \cdot 10^{-3}) \cdot 10^{-3} = 58,7 \text{ MPa}$$

(tlak + ,ťah -)

$$n = \sigma_{0,Ed} / f_{y0} / \gamma_{M5} = 58,7 / 235 / 1,00 = 0,25 \quad n > 0 \text{ (tlak)}$$

$$\rightarrow kn = 1,3 - 0,4 \cdot n / \beta \leq 1,0 \quad kn = 1,3 - 0,4 \cdot 0,25 / 0,35 = 1,01 \leq 1,0$$

$$N_{1,Rd} = (((8,9 \cdot kn \cdot f_{y0} \cdot t_0^2 \cdot \gamma) / \sin \Phi_1) \cdot ((b_1 + b_2 + b_3 + h_1 + h_2 + h_3) / 6 \cdot b_0)) / \gamma_{M5} =$$

$$((((8,9 \cdot 1 \cdot 235 \cdot 5^2 \cdot 9) / \sin 33) \cdot ((65 + 65 + 50 + 65 + 65 + 50) / 6 \cdot 90)) / 1,0) \cdot 10^{-3} = 192 \text{ kN}$$

$$N_{2,Rd} = (\sin \Phi_1 / \sin \Phi_2) \cdot N_{1,Rd} = 192 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed} = -36,67 \text{ kN} \quad N_{2,Ed} = 23,11 \text{ kN}$$

$$\text{Zvislice } N_{3,Ed} = -6,38 \text{ kN}$$

$$N_{1,Ed} \cdot \sin \Phi_1 + N_{3,Ed} \cdot \sin \Phi_3 \leq N_{1,Rd} \cdot \sin \Phi_1$$

$$36,67 \cdot \sin 33 + 6,38 \cdot \sin 90 = 26,4 \text{ kN} \leq 192 \cdot \sin 33 = 104 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$N_{2,Ed} \cdot \sin \Phi_2 + N_{3,Ed} \cdot \sin \Phi_3 \leq N_{1,Rd} \cdot \sin \Phi_1$$

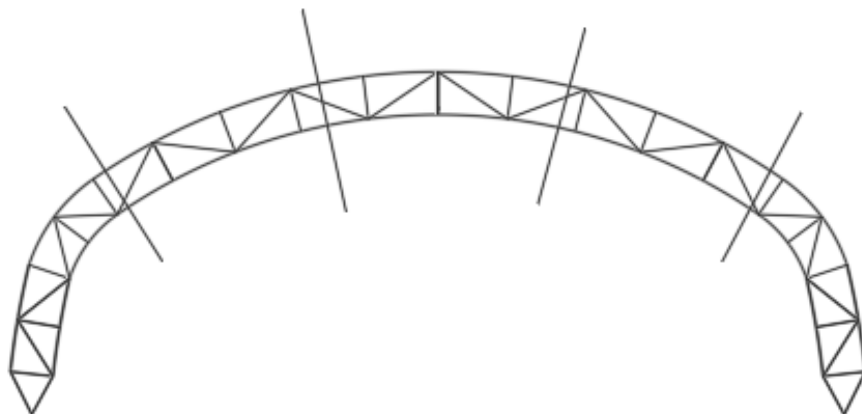
$$23,11 \cdot \sin 33 + 6,38 \cdot \sin 90 = 18,96 \text{ kN} \leq 192 \cdot \sin 33 = 104 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Montážne spoje

Rozmiestnenie montážnych spojov na pozdĺžnom väzníku

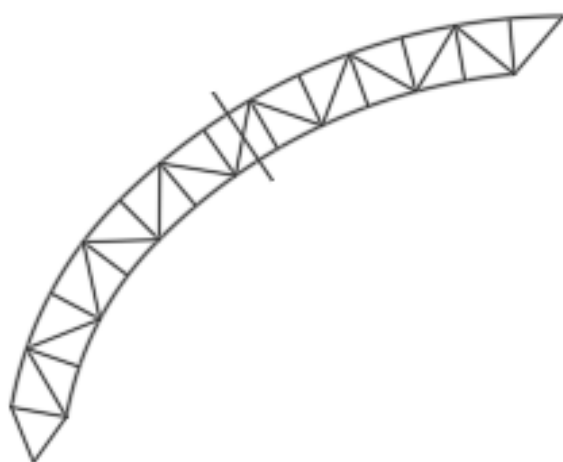
Sa skladá z 5 častí.

Vyšší počet častí je kvôli lepšie preprave pozdĺžneho väzníku.



Rozmiestnenie montážnych spojov na priečnom väzníku

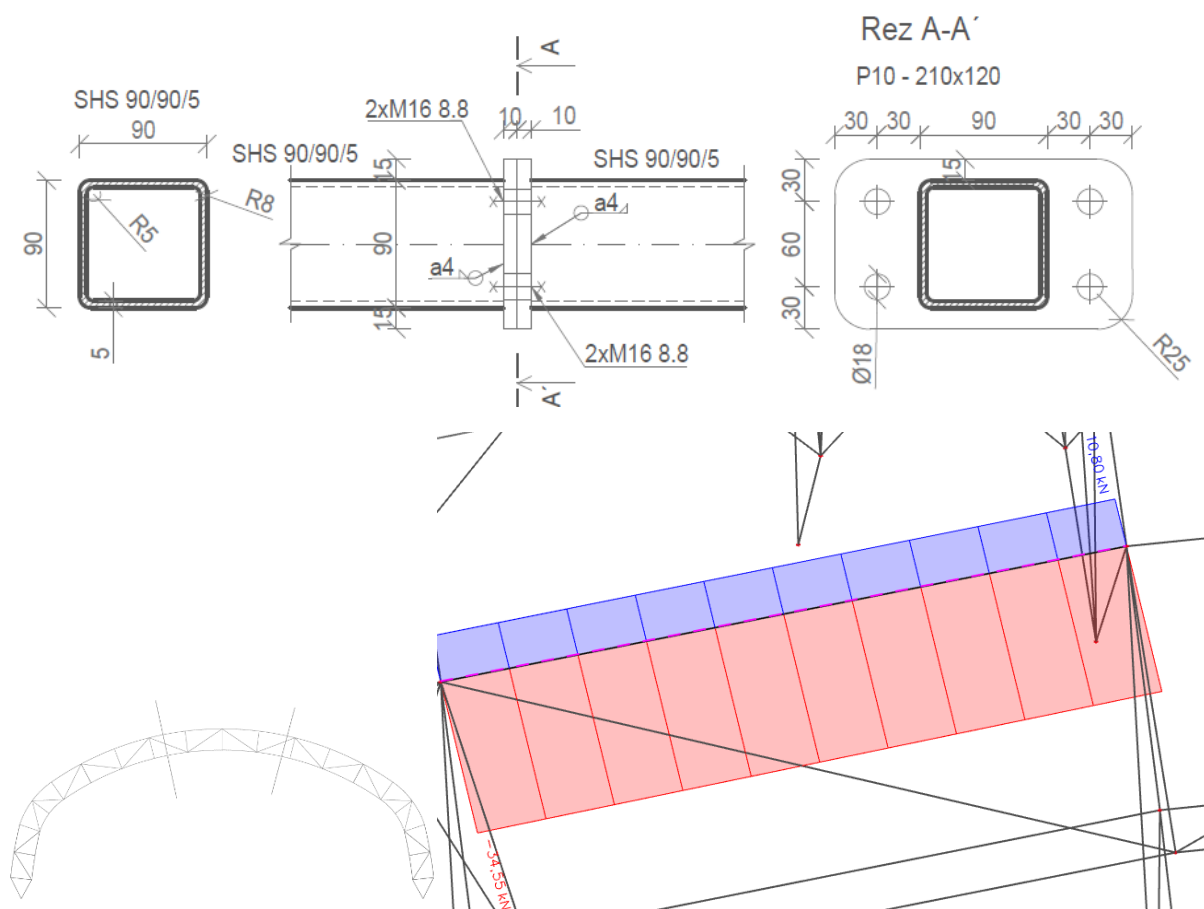
Sa skladá z 2 častí.



9.5 Montážny spoj horného pasu pozdĺžneho väzníku.

SHS90/90/5

Montážny spoj horného pasu pozdĺžneho väzníku. SHS90/90/5



Návrh: 4x M16 8.8

Vnútorne sily

$N_{Ed} = -34,55 \text{ kN}$

kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3

$N_{Ed} = +10,8 \text{ kN}$

kombinácia: ZS1+ZS2+ZS3

$V_{z,Ed} = 3,73 \text{ kN}$

kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3 +0,75.ZS5

$M_{y,Ed} = 2,2 \text{ kNm}$

kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3 +0,75.ZS11

Rozmery a materiálové charakteristiky

$d = 16,0 \text{ mm}$; $d_0 = 18,0 \text{ mm}$; $d_m = 25,85 \text{ mm}$

$A = 201,1 \text{ mm}^2$; $A_s = 157,0 \text{ mm}^2$

$t = 10,0 \text{ mm}$

$f_{ub} = 800 \text{ MPa}$; $f_{yb} = 640 \text{ MPa}$ $f_u = 360 \text{ MPa}$

Rozmiestnenie

$e1_{min} = 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 16,0 = 19,2 \rightarrow e1 = 30,0 \text{ mm}$

$e2_{min} = 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 16,0 = 19,2 \rightarrow e2 = 30,0 \text{ mm}$

$p1_{min} = 2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 16,0 = 35,2 \rightarrow p1 = 60,0 \text{ mm}$

$p2_{min} = 2,4 \cdot d_0 = 2,4 \cdot 16,0 = 38,4 \rightarrow p2 = 150,0 \text{ mm}$

Návrh zvaru $a = 4 \text{ mm}$

$a_{min} = 3 \text{ mm} \leq a = 4 \text{ mm} \leq a_{max} = 1,1 \cdot t_{min} = 1,1 \cdot 5,0 = 5,5 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$

$$l=4 \cdot b_i=4 \cdot 90=360 \text{ mm}$$

9.5.1 Posúdenie zvar k prirúbe

$$\tau_{\perp}=\sigma_{\perp}=N_{t,Ed}/a \cdot l \cdot \sqrt{2}=10,8 \cdot 10^3 / (4 \cdot 360 \cdot \sqrt{2})=5,3 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2+3 \cdot (\tau_{\perp}^2+\tau_{||}^2)} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$$

$$\sqrt{5,3^2+3 \cdot (5,3^2+0)}=10,6 \text{ MPa} \leq 360 / (0,8 \cdot 1,25)=360,0 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\sigma_{\perp} \leq f_u / \gamma_{M2}$$

$$\sigma_{\perp}=5,3 \text{ MPa} \leq 360 / 1,25=288,0 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.5.2 Posúdenie na smyk:

Posúdenie na strih

сила на jeden skrutku

$$F_{V,1,Ed} = V_{z,Ed} / p = 3,73 / 4 = 1 \text{ kN}$$

$$F_{V,Rd} = (n \cdot 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A) / \gamma_{M2} = (1 \cdot 0,6 \cdot 640 \cdot 201,1 \cdot 10^{-3}) / 1,25 = 61,7 \text{ kN}$$

$$F_{V,1,Ed} / F_{V,Rd} = 1 / 61,7 = 0,016 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posúdenie na otláčenie materiálu

$$k_1 = \min (2,8 \cdot e_2 / d_0 - 1,7 ; 1,4 \cdot p_2 / d_0 - 1,7 ; 2,5) =$$

$$\min(3; 10; 2,5) = 2,5$$

$$\alpha = \min (e_1 / (3 \cdot d_0) ; (p_1 / (3 \cdot d_0)) - 1/4 ; f_{ub} / f_u ; 1,0) =$$

$$\min(0,55; 0,86; 2,22; 1,0) = 0,55$$

$$F_{b,Rd} = (k_1 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = (2,5 \cdot 0,55 \cdot 360 \cdot 16,0 \cdot 10,0) / 1,25 = 63,3 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} / F_{b,Rd} = 3,83 / 63,3 = 0,06 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

9.5.3 Posúdenie na ťah

$$F_{t,1,Ed} = N_{Ed} / 4 = 10,8 / 4 = 2,7 \text{ kN}$$

Posúdenie na pretrženie

$$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 800 \cdot 157,0 \cdot 10^{-3} / 1,25 = 90,4 \text{ kN}$$

$$F_{t,1,Ed} / F_{t,Rd} = 2,7 / 90,4 = 0,03 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posúdenie na protrženie

$$B_{p,Rd} = (0,6 \cdot d_m \cdot t \cdot f_u \cdot \pi) / \gamma_{M2} = (0,6 \cdot 25,85 \cdot 10,0 \cdot 360 \cdot \pi) / 1,25 = 140 \text{ kN}$$

$$F_{t,1,Ed} / B_{p,Rd} = 2,7 / 140 = 0,02 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

9.5.4 Vplyv páčenie podľa Čsn

$$a = 30,0 \text{ mm}; b = 30,0 \text{ mm}$$

$$t_e = 4,3 \cdot ((b \cdot d^2)/a)^{(1/3)} = 4,3 \cdot ((30,0 \cdot 16,0^2)/30,0)^{(1/3)} = 27,3 \text{ mm} > t = 10,0 \text{ mm}$$

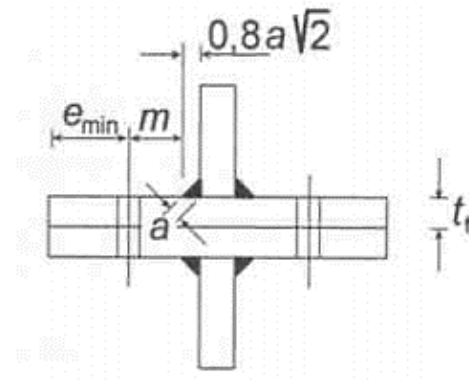
$$\gamma_p = 1 + 0,005 \cdot (t_e^3 - t^3)/d^2 = 1 + 0,005 \cdot (27,3^3 - 10,0^3)/16,0^2 = 1,37$$

$$F_{t,1,Ed} = 1/4 \cdot \gamma_p \cdot N_{Ed} = 1/4 \cdot 1,37 \cdot 10,8 = 3,7 \text{ kN}$$

$$F_{t,1,Ed} = 3,7 \text{ kN} \leq F_{t,Rd} = 90,4 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

9.3.5 Podlá EC (komponent 4)

Náhradní T-profil v tahu



$$m = 30 - 0,8 \cdot a \cdot \sqrt{2} = 20 - 0,8 \cdot 4 \cdot \sqrt{2} = 25,5$$

$$e_{min} = 30 \text{ mm}$$

Samostatné porušenie:

Kruhové porušenie

$$l_{eff,cp} = 2 \cdot \pi \cdot m = 2 \cdot \pi \cdot 25,5 = 160,14 \text{ mm}$$

Nekruhové porušenie

$$l_{eff,nc} = 4 \cdot m + 1,25 \cdot e = 4 \cdot 25,5 + 1,25 \cdot 30 = 139,5 \text{ mm}$$

Skupinové Porušenie:

$$l_{eff,cp} = \pi \cdot m + p = \pi \cdot 25,5 + 60 = 140 \text{ mm}$$

$$l_{eff,nc} = 2 \cdot m + 0,65 \cdot e + 0,5 \cdot p = 2 \cdot 25,5 + 0,65 \cdot 30 + 0,5 \cdot 60 = 100,5 \text{ mm}$$

→ k porušeniu dôjde touto formou

1.spôsob porušenia

Porušenie dosky



1.

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \cdot l_{eff,min} \cdot t_f^2 \cdot f_{yd} / \gamma_{M0} = 0,25 \cdot 100,5 \cdot 10^2 \cdot 235 / 1,0 = 589 \text{ kNm}$$

$$F_{T,1,Rd} = 4 \cdot M_{pl,1,Rd} / m = 4 \cdot 589 \cdot 10^3 / 25,5 = 92 \text{ kN}$$

2. spôsob porušenia

Porušenie dosky i skrutiek súčasne



2.

$$n = e < 1,25 \cdot m$$

$$n = 30 \text{ mm} < 1,25 \cdot 25,5 = 31,875$$

$$F_{T,2,Rd} = (2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \Sigma F_{T,Rd}) / (m + n) = (2 \cdot 589 \cdot 10^3 + 30 \cdot 2 \cdot 90,4 \cdot 10^3) / (25,5 + 30) = 119 \text{ kN}$$

3. spôsob porušenia

Porušenie v skrutkách



3.

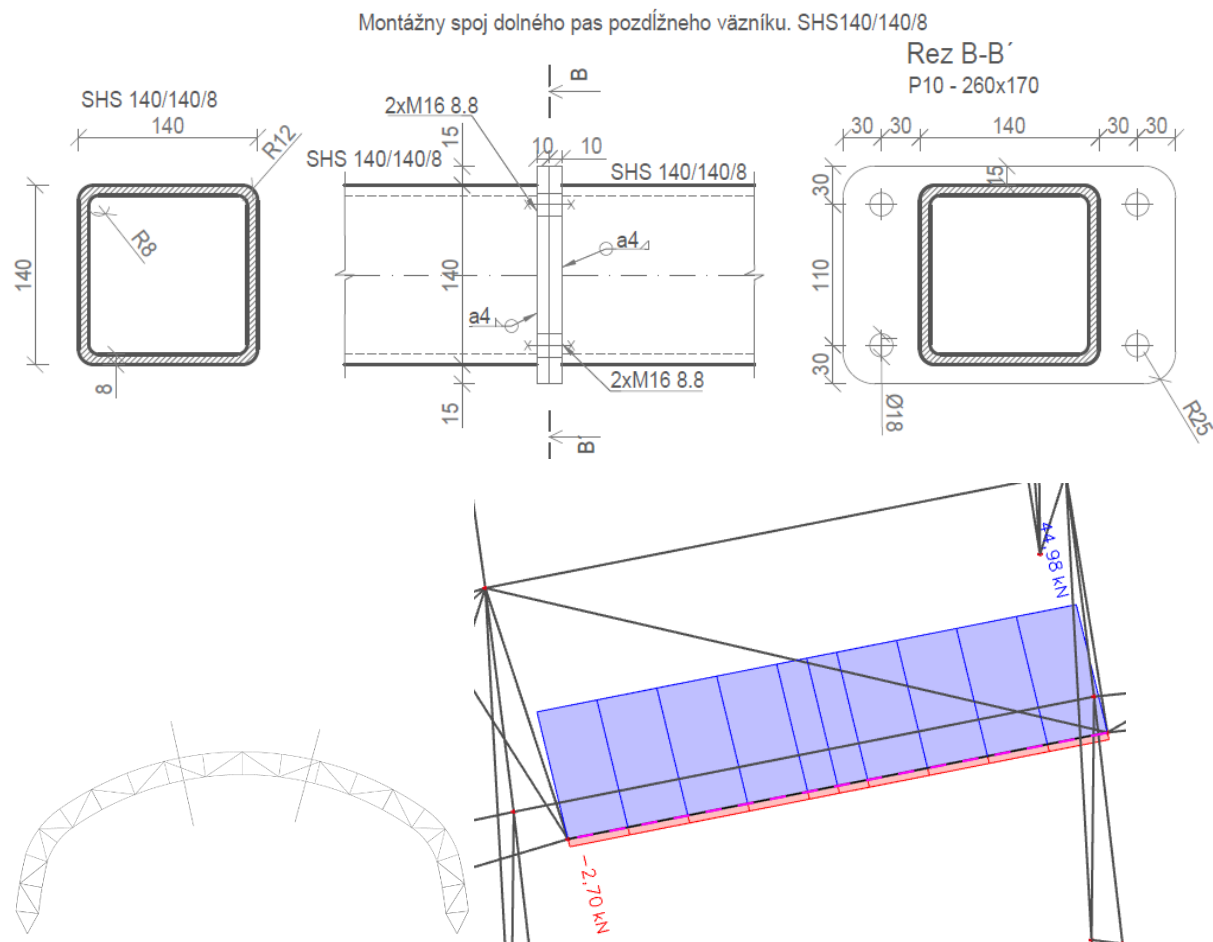
$$F_{T,3,Rd} = 2 \cdot F_{T,Rd} = 2 \cdot 90,4 = 180,8 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{trd} / F_{trd} = 10,8 / 92 = 0,12$$

9.6 Montážny spoj dolného pas pozdĺžneho väzníku.

SHS140/140/8



Vnútorne sily

$N_{Ed} = +44,5 \text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3 +0,75.ZS10

$V_{z,Ed} = 1,37 \text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3 +0,9.ZS19

$M_{y,Ed} = 2,41 \text{ kNm}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3 +0,9.ZS20

Návrh: 4x M16 8.8

Rozmery a materiálové charakteristiky

$d = 16,0 \text{ mm}$; $d_0 = 18,0 \text{ mm}$; $d_m = 25,85 \text{ mm}$

$A = 201,1 \text{ mm}^2$; $A_s = 157,0 \text{ mm}^2$

$t = 10,0 \text{ mm}$

$f_{ub} = 800 \text{ MPa}$; $f_{yb} = 640 \text{ MPa}$ $f_u = 360 \text{ MPa}$

Rozmiestnenie

$e1_{min} = 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 18,0 = 21,6 \rightarrow e1 = 30,0 \text{ mm}$

$e2_{min} = 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 18,0 = 21,6 \rightarrow e2 = 30,0 \text{ mm}$

$p1_{min} = 2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 18,0 = 39,6 \rightarrow p1 = 110,0 \text{ mm}$

$p2_{min} = 2,4 \cdot d_0 = 2,4 \cdot 18,0 = 43,2 \rightarrow p2 = 200,0 \text{ mm}$

Návrh zvaru $a=4\text{ mm}$

$$a_{\min}=3\text{ mm} \leq a=4\text{ mm} \leq a_{\max}=1,1 \cdot t_{\min}=8,8 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$l=4 \cdot b_i=4 \cdot 140=560\text{ mm}$$

9.6.1 Posúdenie zvar k prirúbe

$$\tau_{\perp}=\sigma_{\perp}=N_{t,Ed}/a \cdot l \cdot \sqrt{2}=44,5 \cdot 10^3 / (4 \cdot 560 \cdot \sqrt{2})=14\text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2+3 \cdot (\tau_{\perp}^2+\tau_{\parallel}^2)} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$$

$$\sqrt{14^2+3 \cdot (14^2+0)}=28\text{ MPa} \leq 360 / (0,8 \cdot 1,25)=360,0\text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\sigma_{\perp} \leq f_u / \gamma_{M2}$$

$$\sigma_{\perp}=14\text{ MPa} \leq 360 / 1,25=288,0\text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.6.2 Posúdenie na smyk:

Posúdenie na strih

сила на jeden skrutku

$$F_{V,1,Ed} = V_{z,Ed} / p = 1,37 / 4 = 0,35\text{ kN}$$

$$F_{V,Rd} = (n \cdot 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A) / \gamma_{M2} = (1 \cdot 0,6 \cdot 640 \cdot 201,1 \cdot 10^{-3}) / 1,25 = 61,7\text{ kN}$$

$$F_{V,1,Ed} / F_{V,Rd} = 0,35 / 61,7 = 0,006 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posúdenie na otlačenie materiálu

$$k_1 = \min (2,8 \cdot e_2 / d_0 - 1,7 ; 1,4 \cdot p_2 / d_0 - 1,7 ; 2,5) =$$

$$\min(3; 13; 2,5) = 2,5$$

$$\alpha = \min (e_1 / (3 \cdot d_0) ; (p_1 / (3 \cdot d_0)) - 1/4 ; f_{ub} / f_u ; 1,0) =$$

$$\min(0,55; 3,51, 2,22, 1,0) = 0,55$$

$$F_{b,Rd} = (k_1 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = (2,5 \cdot 0,55 \cdot 360 \cdot 16,0 \cdot 10) / 1,25 = 63,3\text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} / F_{b,Rd} = 1,37 / 63,3 = 0,02 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

9.6.3 Posúdenie na ťah

$$F_{t,1,Ed} = N_{Ed} / 4 = 44,5 / 4 = 11,1\text{ kN}$$

Posúdenie na pretrženie

$$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 800 \cdot 157,0 \cdot 10^{-3} / 1,25 = 90,4\text{ kN}$$

$$F_{t,1,Ed} / F_{t,Rd} = 11,1 / 90,4 = 0,12 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posúdenie na protrženie

$$B_{p,Rd} = (0,6 \cdot d_m \cdot t \cdot f_u \cdot \pi) / \gamma_{M2} = (0,6 \cdot 25,85 \cdot 10,0 \cdot 360 \cdot \pi) / 1,25 = 140\text{ kN}$$

$$F_{t,1,Ed} / B_{p,Rd} = 11,1 / 140 = 0,08 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

9.6.4 Vplyv páčenie podľa Čsn

$$a = 30,0 \text{ mm}; b = 30,0 \text{ mm}$$

$$t_e = 4,3 \cdot ((b \cdot d^2)/a)^{(1/3)} = 4,3 \cdot ((30,0 \cdot 16,0^2)/30,0)^{(1/3)} = 27,3 \text{ mm} > t = 10,0 \text{ mm}$$

→ dochádza k páčeniu, potreba uvážiť zväčšujúci súčiniteľ páčenia

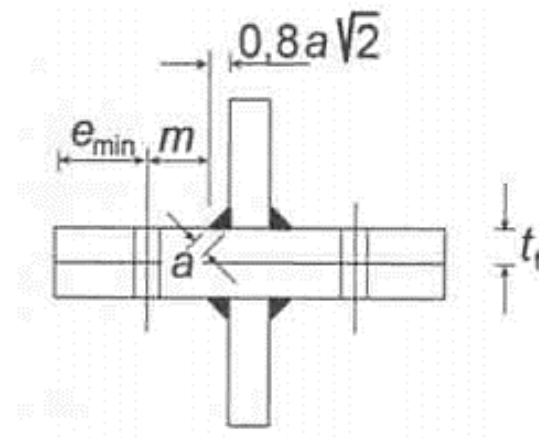
$$\gamma_p = 1 + 0,005 \cdot (t_e^3 - t^3)/d^2 = 1 + 0,005 \cdot (27,3^3 - 10,0^3)/16,0^2 = 1,37$$

$$F_{t,1,Ed} = 1/4 \cdot \gamma_p \cdot N_{Ed} = 1/4 \cdot 1,37 \cdot 44,5 = 15,24 \text{ kN}$$

$$F_{t,1,Ed} = 15,24 \text{ kN} \leq F_{t,Rd} = 90,4 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

9.6.5 Podlá EC (komponent 4)

Náhradní T-profil v tahu



$$m = 30 - 0,8 \cdot a \cdot \sqrt{2} = 20 - 0,8 \cdot 4 \cdot \sqrt{2} = 25,5$$

$$e_{min} = 30 \text{ mm}$$

Samostatné porušenie:

Kruhové porušenie

$$l_{eff,cp} = 2 \cdot \pi \cdot m = 2 \cdot \pi \cdot 25,5 = 160 \text{ mm}$$

Nekruhové porušenie

$$l_{eff,nc} = 4 \cdot m + 1,25 \cdot e = 4 \cdot 25,5 + 1,25 \cdot 30 = 140 \text{ mm}$$

Skupinové Porušenie:

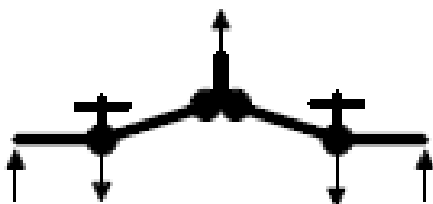
$$l_{eff,cp} = \pi \cdot m + p = \pi \cdot 25,5 + 110 = 190,07 \text{ mm}$$

$$l_{eff,nc} = 2 \cdot m + 0,65 \cdot e + 0,5 \cdot p = 2 \cdot 25,5 + 0,65 \cdot 30 + 0,5 \cdot 110 = 125,5 \text{ mm}$$

→ k porušeniu dôjde touto formou

1.spôsob porušenia

Porušenie dosky



1.

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \cdot l_{eff,min} \cdot t_f^2 \cdot f_{yd} / \gamma_{M0} = 0,25 \cdot 125,5 \cdot 10^2 \cdot 235 / 1,0 = 737 \text{ kNm}$$

$$F_{T,1,Rd} = 4 \cdot M_{pl,1,Rd} / m = 4 \cdot 737 \cdot 10^3 / 25,5 = 116 \text{ kN}$$

2. spôsob porušenia

Porušenie dosky i skrutiek súčasne



2.

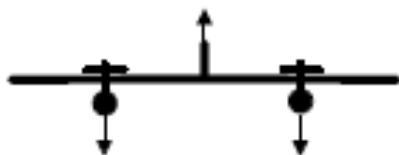
$$n = e < 1,25m$$

$$n = 30 \text{ mm} < 1,25 \cdot 25,5 = 31,8 \text{ mm}$$

$$F_{T,2,Rd} = (2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \Sigma F_{T,Rd}) / (m + n) = (2 \cdot 737 \cdot 10^3 + 30 \cdot 2 \cdot 90,4 \cdot 10^3) / (25,5 + 30) = 123,3 \text{ kN}$$

3. spôsob porušenia

Porušenie v skrutkách



3.

$$F_{T,3,Rd} = 2 \cdot F_{T,Rd} = 2 \cdot 90,4 = 180,8 \text{ kN}$$

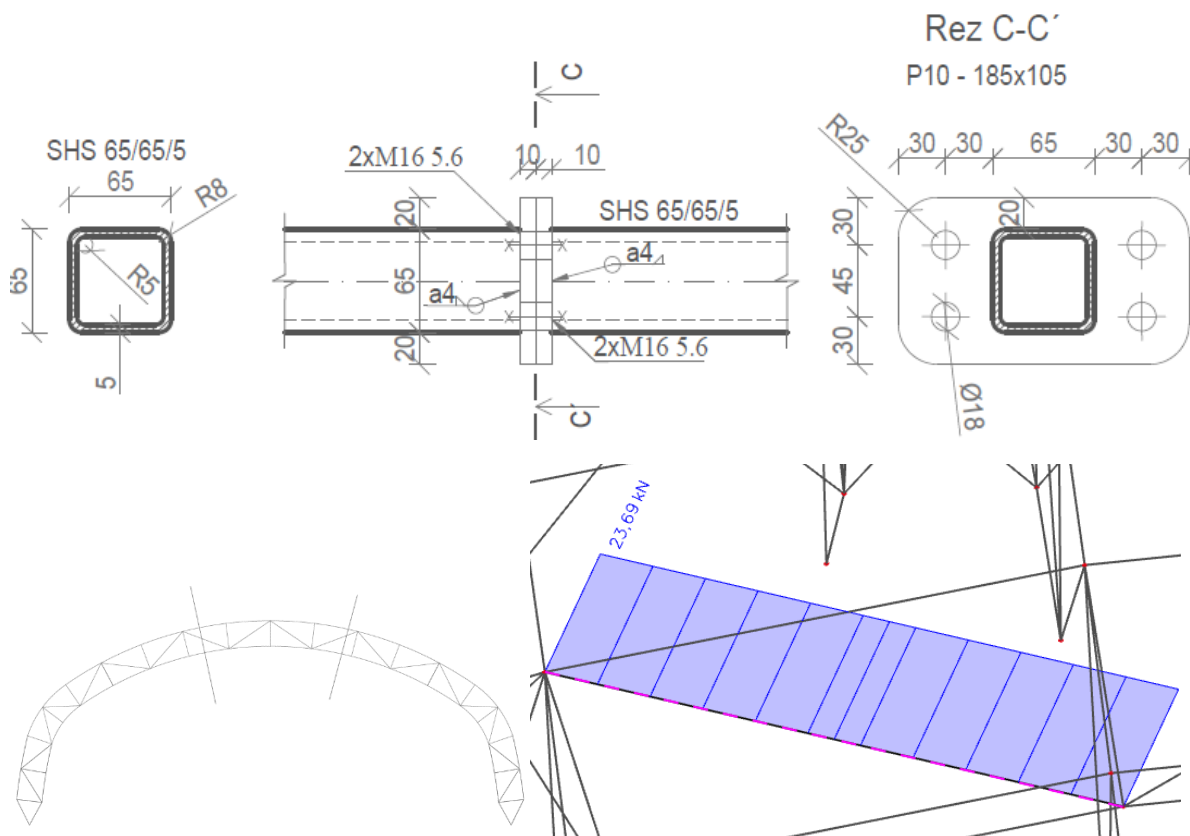
Posúdenie

$$N_{trd} / F_{trd} = 44,5 / 116 = 0,38$$

9.7 Montážny spoj diagonály pozdĺžneho väzníku.

SHS65/65/5

Montážny spoj diagonály pozdĺžneho väzníku. SHS65/65/8



Návrh: 4x M16 5.6

Vnútročné sily

$N_{Ed} = + 23,69 \text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3 +0,9.ZS21

$V_{z,Ed} = 0,24 \text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3 +0,9.ZS22

$M_{y,Ed} = 0,23 \text{ kNm}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3 +0,75.ZS12

$d = 16,0 \text{ mm}$; $d_0 = 18,0 \text{ mm}$; $d_m = 25,85 \text{ mm}$

$A = 201,1 \text{ mm}^2$; $A_s = 157,0 \text{ mm}^2$

$t = 10,0 \text{ mm}$

$f_{ub} = 500 \text{ MPa}$; $f_{yb} = 300 \text{ MPa}$ $f_u = 360 \text{ MPa}$

Rozmiestnenie

$e1 \text{ min} = 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 16,0 = 19,2 \rightarrow e1 = 30,0 \text{ mm}$

$e2 \text{ min} = 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 16,0 = 19,2 \rightarrow e2 = 30,0 \text{ mm}$

$p1 \text{ min} = 2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 16,0 = 35,2 \rightarrow p1 = 45,0 \text{ mm}$

$p2 \text{ min} = 2,4 \cdot d_0 = 2,4 \cdot 16,0 = 38,4 \rightarrow p2 = 125,0 \text{ mm}$

Návrh zvar $a=4\text{ mm}$

$$a_{\min}=3\text{ mm} \leq a=4\text{ mm} \leq a_{\max}=1,1 \cdot t_{\min}=1,1 \cdot 8=8,8\text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$l=4 \cdot b_i=4 \cdot 65=260\text{ mm}$$

9.7.1 Posúdenie zvaru k prirúbe

$$\tau_{\perp}=\sigma_{\perp}=N_{t,Ed}/a \cdot l \cdot \sqrt{2}=23,69 \cdot 10^3 / (4 \cdot 260 \cdot \sqrt{2})=16,1\text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2+3 \cdot (\tau_{\perp}^2+\tau_{||}^2)} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$$

$$\sqrt{16,1^2+3 \cdot (16,1^2+0)}=32,2\text{ MPa} \leq 360 / (0,8 \cdot 1,25)=360,0\text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\sigma_{\perp} \leq f_u / \gamma_{M2}$$

$$\sigma_{\perp}=16,1\text{ MPa} \leq 360 / 1,25=288,0\text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.7.2 Posúdenie na smyk:

Posúdenie na strih sila na jednu skrutku

$$F_{V,1,Ed} = V_{z,Ed} / p = 0,24 / 4 = 0,05\text{ kN}$$

$$F_{V,Rd} = (n \cdot 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A) / \gamma_{M2} = (1 \cdot 0,6 \cdot 500 \cdot 201 \cdot 10^{-3}) / 1,25 = 48,24\text{ kN}$$

$$F_{V,1,Ed} / F_{V,Rd} = 0,05 / 48,24 = 0,001 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posúdenie na otláčenie materiálu

$$k_1 = \min (2,8 \cdot e_2 / d_0 - 1,7 ; 1,4 \cdot p_2 / d_0 - 1,7 ; 2,5) =$$

$$\min(3; 8; 2,5) = 2,5$$

$$\alpha = \min (e_1 / (3 \cdot d_0) ; (p_1 / (3 \cdot d_0)) - 1/4 ; f_{ub} / f_u ; 1,0) =$$

$$\min(0,55; 0,9; 1,38; 1,0) = 0,55$$

$$F_{b,Rd} = (k_1 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = (2,5 \cdot 0,55 \cdot 360 \cdot 16,0 \cdot 10,0) / 1,25 = 63\text{ kN}$$

$$F_{V,1,Ed} / F_{b,Rd} = 0,05 / 63 = 0,008 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

9.7.3 Posúdenie na ťah

$$F_{t,1,Ed} = N_{Ed} / 4 = 23,69 / 4 = 5,9\text{ kN}$$

Posúdenie na pretrženie

$$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 500 \cdot 157 \cdot 10^{-3} / 1,25 = 56,5\text{ kN}$$

$$F_{t,1,Ed} / F_{t,Rd} = 5,9 / 56,5 = 0,10 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posúdenie na protrženie

$$B_{p,Rd} = (0,6 \cdot d_m \cdot t \cdot f_u \cdot \pi) / \gamma_{M2} = (0,6 \cdot 20,5 \cdot 10,0 \cdot 360 \cdot \pi) / 1,25 = 111\text{ kN}$$

$$F_{t,1,Ed} / B_{p,Rd} = 5,9 / 111 = 0,05 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

9.7.4 Vplyv páčenie podľa Čsn

$$a = 30,0 \text{ mm}; b = 30,0 \text{ mm}$$

$$t_e = 4,3 \cdot ((b \cdot d^2)/a)^{(1/3)} = 4,3 \cdot ((30,0 \cdot 16,0^2)/30,0)^{(1/3)} = 27,3 \text{ mm} > t = 20,0 \text{ mm}$$

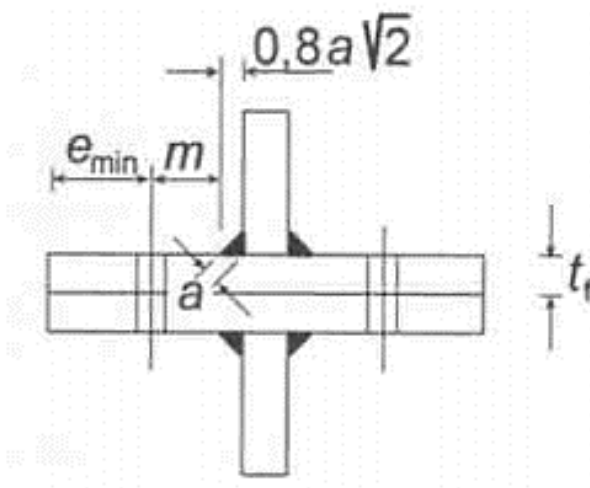
→ dochádza k páčeniu, potreba uvážiť zväčšujúci súčiniteľ páčenia

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \cdot (t_e^3 - t^3)/d^2 = 1 + 0,005 \cdot (27,3^3 - 10,0^3)/16,0^2 = 1,37$$

$$F_{t,1,Ed} = 1/4 \cdot \gamma_p \cdot N_{Ed} = 1/4 \cdot 1,37 \cdot 23,69 = 8,05 \text{ kN}$$

$$F_{t,1,Ed} = 8,05 \text{ kN} \leq F_{t,Rd} = 56,5 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

9.7.5 Podlá EC (komponent 4)



Náhradní T-profil v tahu

$$m = 30 - 0,8 \cdot a \cdot \sqrt{2} = 30 - 0,8 \cdot 4 \cdot \sqrt{2} = 25,47$$

$$e_{min} = 30 \text{ mm}$$

Samostatné porušenie:

$$l_{eff,cp} = 2 \cdot \pi \cdot m = 2 \cdot \pi \cdot 25,47 = 160 \text{ mm}$$

$$l_{eff,nc} = 4 \cdot m + 1,25 \cdot e = 4 \cdot 25,47 + 1,25 \cdot 30 = 139,38 \text{ mm}$$

Skupinové Porušenie:

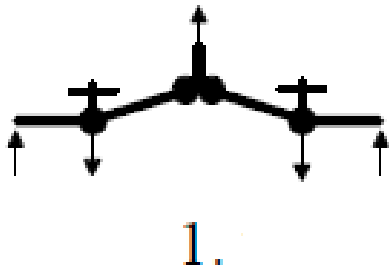
$$l_{eff,cp} = \pi \cdot m + p = \pi \cdot 25,47 + 45 = 125 \text{ mm}$$

$$l_{eff,nc} = 2 \cdot m + 0,65 \cdot e + 0,5 \cdot p = 2 \cdot 25,47 + 0,65 \cdot 30 + 0,5 \cdot 45 = 92,94 \text{ mm}$$

→ k porušeniu dôjde touto formou

1.spôsob porušenia

Porušenie dosky

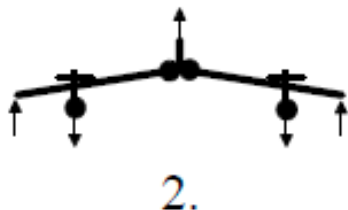


$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \cdot l_{eff,min} \cdot t_f^2 \cdot f_{yd} / \gamma_{M0} = 0,25 \cdot 92,94 \cdot 10^2 \cdot 235 / 1,0 = 546 \text{ kNm}$$

$$F_{T,1,Rd} = 4 \cdot M_{pl,1,Rd} / m = 4 \cdot 546 / 25,47 = 85,7 \text{ kN}$$

2. spôsob porušenia

Porušenie dosky i skrutiek súčasne



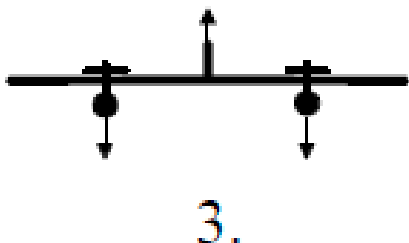
$$n = e < 1,25 \cdot m$$

$$n = 30 \text{ mm} < 1,25 \cdot 25,5 = 31,8 \text{ mm}$$

$$F_{T,2,Rd} = (2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \Sigma F_{T,Rd}) / (m + n) = (2 \cdot 546 \cdot 10^3 + 30 \cdot 2 \cdot 56,5 \cdot 10^3) / (25,47 + 30) = 80,7 \text{ kN}$$

3. spôsob porušenia

Porušenie v skrutkách



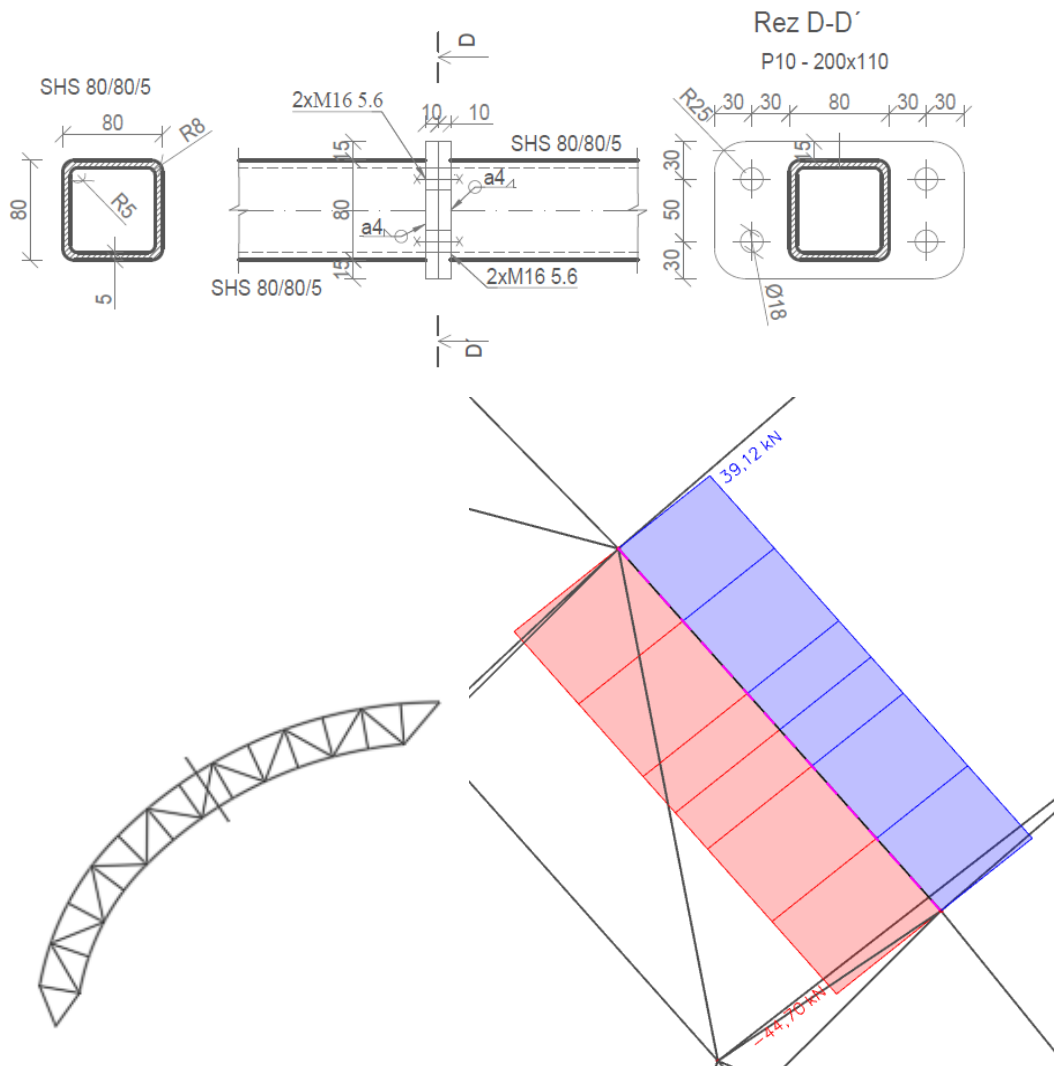
$$F_{T,3,Rd} = 2 \cdot F_{T,Rd} = 2 \cdot 56,5 = 113 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{trd} / F_{trd} = 23,69 / 80,7 = 0,3$$

9.8 Montážny spoj horného pasu priečneho väzníku G.

SHS80/80/6



Návrh: 4x M16 5.6

Vnútorne sily

$N_{Ed} = -44,7 \text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3
 $N_{Ed} = + 39,12 \text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3 +0,75.ZS13
 $V_{z,Ed} = 0,17 \text{ kN}$ kombinácia: 1,15.ZS1+1,15.ZS2+1,15.ZS3
 $M_{y,Ed} = 0,19 \text{ kNm}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3 +0,75.ZS13

Rozmery a materiálové charakteristiky

$d = 16,0 \text{ mm}$; $d_0 = 18,0 \text{ mm}$; $d_m = 25,85 \text{ mm}$
 $A = 201,1 \text{ mm}^2$; $A_s = 157,0 \text{ mm}^2$ $t = 10,0 \text{ mm}$
 $f_{ub} = 500 \text{ MPa}$; $f_{yb} = 300 \text{ MPa}$ $f_u = 360 \text{ MPa}$

Rozmiestnenie

$e1 \min = 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 16,0 = 19,2 \rightarrow e1 = 30,0 \text{ mm}$
 $e2 \min = 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 16,0 = 19,2 \rightarrow e2 = 30,0 \text{ mm}$
 $p1 \min = 2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 16,0 = 35,2 \rightarrow p1 = 50,0 \text{ mm}$
 $p2 \min = 2,4 \cdot d_0 = 2,4 \cdot 16,0 = 38,4 \rightarrow p2 = 140,0 \text{ mm}$

Návrh zvaru $a=4\text{ mm}$

$$a_{\min}=3\text{ mm} \leq a=4\text{ mm} \leq a_{\max}=1,1 \cdot t_{\min}=1,1 \cdot 6=6,6\text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$l=4 \cdot b_i=4 \cdot 80=320\text{ mm}$$

9.8.1 Posúdenie zvar k prirúbe

$$\tau_{\perp}=\sigma_{\perp}=N_{t,Ed}/a \cdot l \cdot \sqrt{2}=39,12 \cdot 10^3 / (4 \cdot 320 \cdot \sqrt{2})=21,6\text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2+3 \cdot (\tau_{\perp}^2+\tau_{||}^2)} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$$

$$\sqrt{21,6^2+3 \cdot (21,6^2+0)}=43,2\text{ MPa} \leq 360 / (0,8 \cdot 1,25)=360,0\text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\sigma_{\perp} \leq f_u / \gamma_{M2}$$

$$\sigma_{\perp}=21,6\text{ MPa} \leq 360 / 1,25=288,0\text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.8.2 Posúdenie na smyk:

Posúdenie na strih sila na jednu skrutku

$$F_{V,1,Ed} = V_{z,Ed} / p = 0,17 / 4 = 0,05\text{ kN}$$

$$F_{V,Rd} = (n \cdot 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A) / \gamma_{M2} = (1 \cdot 0,6 \cdot 500 \cdot 201,1 \cdot 10^{-3}) / 1,25 = 48\text{ kN}$$

$$F_{V,1,Ed} / F_{V,Rd} = 0,05 / 48 = 0,001 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posúdenie na otláčenie materiálu

$$k_1 = \min (2,8 \cdot e_2 / d_0 - 1,7 ; 1,4 \cdot p_2 / d_0 - 1,7 ; 2,5) =$$

$$\min(4; 9,2; 2,5) = 2,5$$

$$\alpha = \min (e_1 / (3 \cdot d_0) ; (p_1 / (3 \cdot d_0)) - 1/4 ; f_{ub} / f_u ; 1,0) =$$

$$\min(0,55; 0,67; 1,38; 1,0) = 0,55$$

$$F_{b,Rd} = (k_1 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = (2,5 \cdot 0,55 \cdot 360 \cdot 18,0 \cdot 10,0) / 1,25 = 71\text{ kN}$$

$$F_{V,1,Ed} / F_{b,Rd} = 0,4 / 71 = 0,005 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

9.8.3 Posúdenie na ťah

$$F_{t,1,Ed} = N_{Ed} / 4 = 39,12 / 4 = 9,78\text{ kN}$$

Posúdenie na pretrženie

$$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 500 \cdot 157 \cdot 10^{-3} / 1,25 = 56,5\text{ kN}$$

$$F_{t,1,Ed} / F_{t,Rd} = 9,79 / 56,5 = 0,17 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posúdenie na protrženie

$$B_{p,Rd} = (0,6 \cdot d_m \cdot t \cdot f_u \cdot \pi) / \gamma_{M2} = (0,6 \cdot 25,85 \cdot 10,0 \cdot 360 \cdot \pi) / 1,25 = 140\text{ kN}$$

$$F_{t,1,Ed} / B_{p,Rd} = 9,78 / 140 = 0,07 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

9.8.4 Vplyv páčenie podľa Čsn

$$a = 30,0 \text{ mm}; b = 30,0 \text{ mm}$$

$$t_e = 4,3 \cdot ((b \cdot d^2)/a)^{(1/3)} = 4,3 \cdot ((30,0 \cdot 16,0^2)/30,0)^{(1/3)} = 27,3 \text{ mm} > t = 20,0 \text{ mm}$$

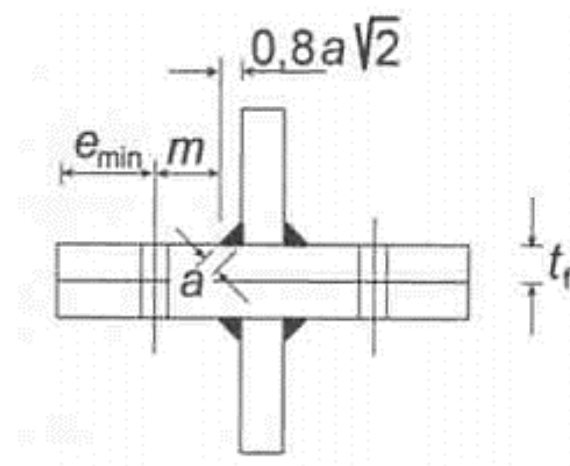
→ dochádza k páčeniu, potreba uvážiť zväčšujúci súčiniteľ páčenia

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \cdot (t_e^3 - t^3)/d^2 = 1 + 0,005 \cdot (27,3^3 - 10,0^3)/16,0^2 = 1,37$$

$$F_{t,1,Ed} = 1/4 \cdot \gamma_p \cdot N_{Ed} = 1/4 \cdot 1,37 \cdot 39,12 = 13,4 \text{ kN}$$

$$F_{t,1,Ed} = 13,4 \text{ kN} \leq F_{t,Rd} = 56,5 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

9.8.5 Podlá EC (komponent 4)



Náhradný T-profil v ťahu

$$m = 30 - 0,8 \cdot a \cdot \sqrt{2} = 30 - 0,8 \cdot 4 \cdot \sqrt{2} = 25,47$$

$$e_{\min} = 30 \text{ mm}$$

Samostatné porušenie:

$$l_{\text{eff,cp}} = 2 \cdot \pi \cdot m = 2 \cdot \pi \cdot 25,47 = 160 \text{ mm}$$

$$l_{\text{eff,nc}} = 4 \cdot m + 1,25 \cdot e = 4 \cdot 25,47 + 1,25 \cdot 30 = 139,38 \text{ mm}$$

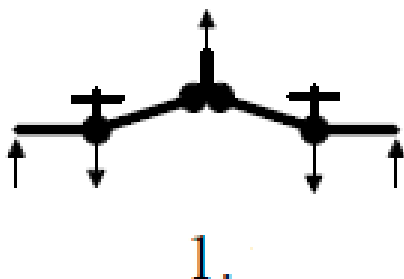
Skupinové Porušenie:

$$l_{\text{eff,cp}} = \pi \cdot m + p = \pi \cdot 25,47 + 50 = 130 \text{ mm}$$

$$l_{\text{eff,nc}} = 2 \cdot m + 0,65 \cdot e + 0,5 \cdot p = 2 \cdot 25,47 + 0,65 \cdot 30 + 0,5 \cdot 50 = 95,44 \text{ mm}$$

→ k porušeniu dôjde touto formou

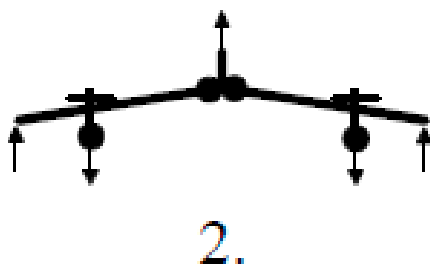
1.spôsob porušenia Porušenie dosky



$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \cdot l_{eff,min} \cdot t_f^2 \cdot f_{yd} / \gamma_{M0} = 0,25 \cdot 95,5 \cdot 10^2 \cdot 235 / 1,0 = 561 \text{ kNm}$$

$$F_{T,1,Rd} = 4 \cdot M_{pl,1,Rd} / m = 4 \cdot 561 / 25,47 = 88 \text{ kN}$$

2. spôsob porušenia Porušenie dosky i skrutiek súčasne

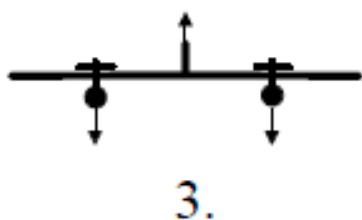


$$n = e < 1,25 \cdot m$$

$$n = 30 \text{ mm} < 1,25 \cdot 25,5 = 31,8 \text{ mm}$$

$$F_{T,2,Rd} = (2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \Sigma F_{T,Rd}) / (m + n) = (2 \cdot 561 \cdot 10^3 + 30 \cdot 2 \cdot 56,5 \cdot 10^3) / (25,47 + 30) = 81,3 \text{ kN}$$

3. spôsob porušenia Porušenie v skrutkách



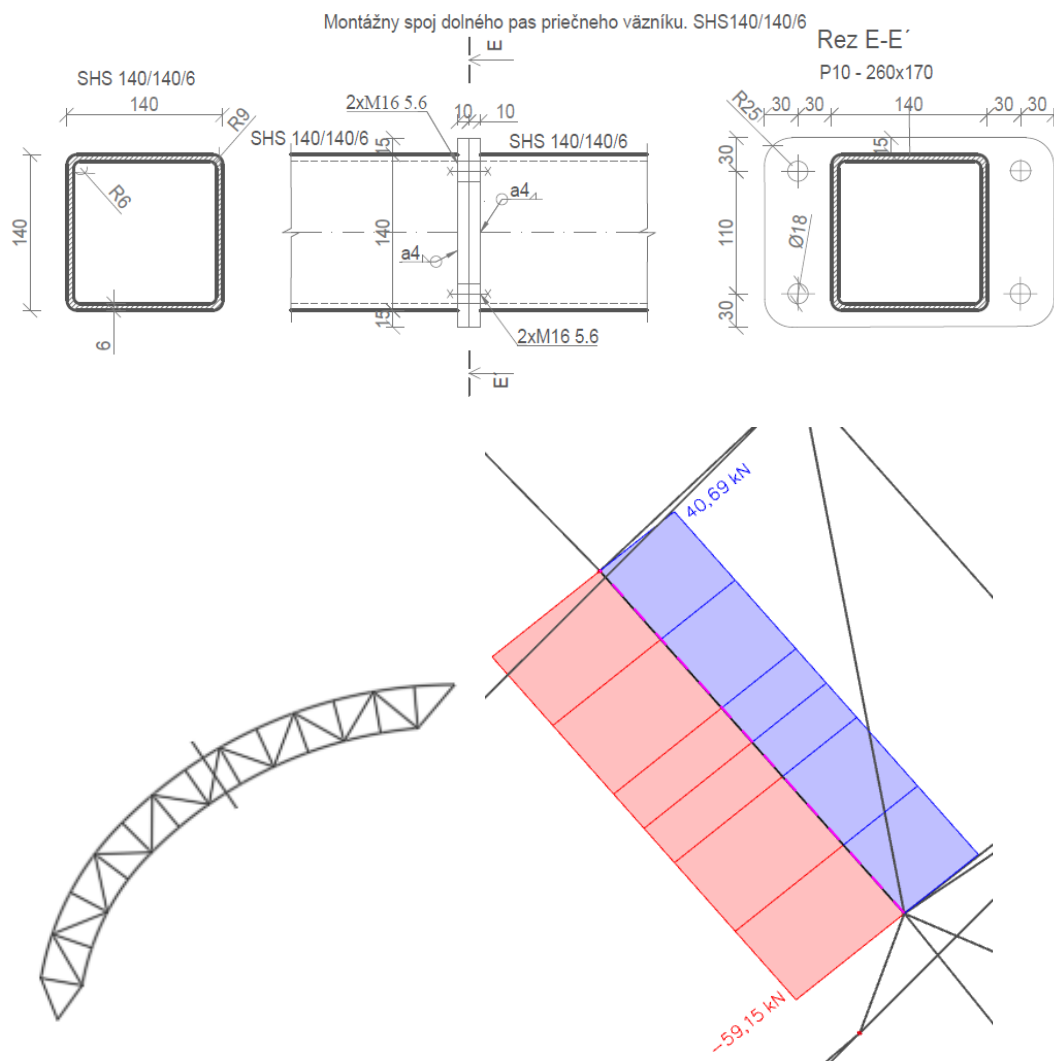
$$F_{T,3,Rd} = 2 \cdot F_{T,Rd} = 2 \cdot 56,5 = 113 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{trd} / F_{trd} = 39,12 / 81,3 = 0,48$$

9.9 Montážny spoj dolného pas priečneho väzníku G.

SHS140/140/6



Návrh: 4x M16 5.6

Vnútorne sily

$N_{Ed} = -59,15 \text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3

$N_{Ed} = +40,7 \text{ kN}$ kombinácia: ZS1+ZS2+ZS3

$V_{z,Ed} = -0,74 \text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3 +0,75.ZS7

$M_{y,Ed} = -0,09 \text{ kNm}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3 +0,75.ZS8

Rozmery a materiálové charakteristiky

$d = 16,0 \text{ mm}$; $d_0 = 18,0 \text{ mm}$; $d_m = 25,85 \text{ mm}$

$A = 201,1 \text{ mm}^2$; $A_s = 157,0 \text{ mm}^2$; $t = 10,0 \text{ mm}$

$f_{ub} = 500 \text{ MPa}$; $f_{yb} = 300 \text{ MPa}$; $f_u = 360 \text{ MPa}$

Rozmiestnenie

$e1_{min} = 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 16,0 = 19,2 \rightarrow e1 = 30,0 \text{ mm}$

$e2_{min} = 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 16,0 = 19,2 \rightarrow e2 = 30,0 \text{ mm}$

$p1_{min} = 2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 16,0 = 35,2 \rightarrow p1 = 110,0 \text{ mm}$

$p2_{min} = 2,4 \cdot d_0 = 2,4 \cdot 16,0 = 38,4 \rightarrow p2 = 200,0 \text{ mm}$

Návrh zvar $a=4\text{ mm}$

$$a_{\min}=3\text{ mm} \leq a=4\text{ mm} \leq a_{\max}=1,1 \cdot t_{\min}=1,1 \cdot 6=6,6\text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$l=4 \cdot b_i=4 \cdot 140=560\text{ mm}$$

9.9.1 Posúdenie zvaru k prirúbe

$$\tau_{\perp}=\sigma_{\perp}=N_{t,Ed}/a \cdot l \cdot \sqrt{2}=40,7 \cdot 10^3 / (4 \cdot 560 \cdot \sqrt{2})=12,8\text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2+3 \cdot (\tau_{\perp}^2+\tau_{||}^2)} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$$

$$\sqrt{12,8^2+3 \cdot (12,8^2+0)}=26,6\text{ MPa} \leq 360 / (0,8 \cdot 1,25)=360,0\text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\sigma_{\perp} \leq f_u / \gamma_{M2}$$

$$\sigma_{\perp}=12,8\text{ MPa} \leq 360 / 1,25=288,0\text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.9.2 Posúdenie na smyk: Posúdenie na strih

сила на jednu skrutku

$$F_{V,1,Ed} = V_{z,Ed} / p = 0,74 / 4 = 0,2\text{ kN}$$

$$F_{V,Rd} = (n \cdot 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A) / \gamma_{M2} = (1 \cdot 0,6 \cdot 500 \cdot 201,1 \cdot 10^{-3}) / 1,25 = 48\text{ kN}$$

$$F_{V,1,Ed} / F_{V,Rd} = 0,2 / 48 = 0,005 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posúdenie na otláčenje materiálu

$$k_1 = \min (2,8 \cdot e_2 / d_0 - 1,7 ; 1,4 \cdot p_2 / d_0 - 1,7 ; 2,5) =$$

$$\min(4; 13,9; 2,5) = 2,5$$

$$\alpha = \min (e_1 / (3 \cdot d_0) ; (p_1 / (3 \cdot d_0)) - 1/4 ; f_{ub} / f_u ; 1,0) =$$

$$\min(0,55; 1,78; 1,38; 1,0) = 0,55$$

$$F_{b,Rd} = (k_1 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = (2,5 \cdot 0,55 \cdot 360 \cdot 16,0 \cdot 10,0) / 1,25 = 63\text{ kN}$$

$$F_{V,1,Ed} / F_{b,Rd} = 0,2 / 63 = 0,003 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

9.9.3 Posúdenie na ťah

$$F_{t,1,Ed} = N_{Ed} / 4 = 40,7 / 4 = 10,2\text{ kN}$$

Posúdenie na pretrženie

$$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 500 \cdot 157 \cdot 10^{-3} / 1,25 = 56,5\text{ kN}$$

$$F_{t,1,Ed} / F_{t,Rd} = 10,2 / 56,5 = 0,18 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posúdenie na protrženie

$$B_{p,Rd} = (0,6 \cdot d_m \cdot t \cdot f_u \cdot \pi) / \gamma_{M2} = (0,6 \cdot 25,85 \cdot 10,0 \cdot 360 \cdot \pi) / 1,25 = 140\text{ kN}$$

$$F_{t,1,Ed} / B_{p,Rd} = 10,2 / 140 = 0,07 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

9.9.4 Vplyv páčenie podľa Čsn

$$a = 30,0 \text{ mm}; b = 30,0 \text{ mm}$$

$$t_e = 4,3 \cdot ((b \cdot d^2)/a)^{(1/3)} = 4,3 \cdot ((30,0 \cdot 16,0^2)/30,0)^{(1/3)} = 27,2 \text{ mm} > t = 20,0 \text{ mm}$$

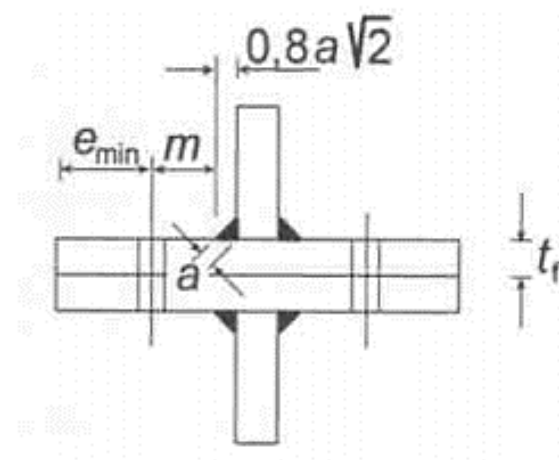
→ dochádza k páčeniu, potreba uvážiť zväčšujúci súčiniteľ páčenia

$$\gamma_P = 1 + 0,005 \cdot (t_e^3 - t^3)/d^2 = 1 + 0,005 \cdot (27,2^3 - 10,0^3)/16,0^2 = 1,37$$

$$F_{t,1,Ed} = 1/4 \cdot \gamma_P \cdot N_{Ed} = 1/4 \cdot 1,37 \cdot 40,7 = 13,9 \text{ kN}$$

$$F_{t,1,Ed} = 13,9 \text{ kN} \leq F_{t,Rd} = 56,5 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

9.9.5 Podlá EC (komponent 4)



Náhradný T-profil v ťahu

$$m = 30 - 0,8 \cdot a \cdot \sqrt{2} = 30 - 0,8 \cdot 4 \cdot \sqrt{2} = 25,47$$

$$e_{\min} = 30 \text{ mm}$$

Samostatné porušenie:

$$l_{\text{eff,cp}} = 2 \cdot \pi \cdot m = 2 \cdot \pi \cdot 25,47 = 160 \text{ mm}$$

$$l_{\text{eff,nc}} = 4 \cdot m + 1,25 \cdot e = 4 \cdot 25,47 + 1,25 \cdot 30 = 139,38 \text{ mm}$$

Skupinové Porušenie:

$$l_{\text{eff,cp}} = \pi \cdot m + p = \pi \cdot 25,47 + 110 = 190 \text{ mm}$$

$$l_{\text{eff,nc}} = 2 \cdot m + 0,65 \cdot e + 0,5 \cdot p = 2 \cdot 25,47 + 0,65 \cdot 30 + 0,5 \cdot 110 = 125,44 \text{ mm}$$

→ k porušeniu dôjde touto formou

1.spôsob porušenia Porušenie dosky



1.

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \cdot I_{eff,min} \cdot t_f^2 \cdot f_{yd} / \gamma_{M0} = 0,25 \cdot 125,44 \cdot 10^2 \cdot 235 / 1,0 = 737 \text{ kNm}$$

$$F_{T,1,Rd} = 4 \cdot M_{pl,1,Rd} / m = 4 \cdot 737 / 25,47 = 116 \text{ kN}$$

2. spôsob porušenia Porušenie dosky i skrutiek súčasne



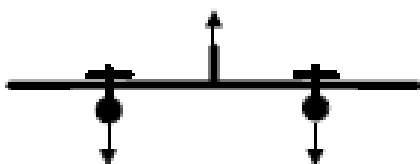
2.

$$n = e < 1,25 \cdot m$$

$$n = 30 \text{ mm} < 1,25 \cdot 25,5 = 31,8 \text{ mm}$$

$$F_{T,2,Rd} = (2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \Sigma F_{T,Rd}) / (m + n) = (2 \cdot 737 \cdot 10^3 + 30 \cdot 2 \cdot 56,5 \cdot 10^3) / (25,47 + 30) = 87 \text{ kN}$$

3. spôsob porušenia Porušenie v skrutkách



3.

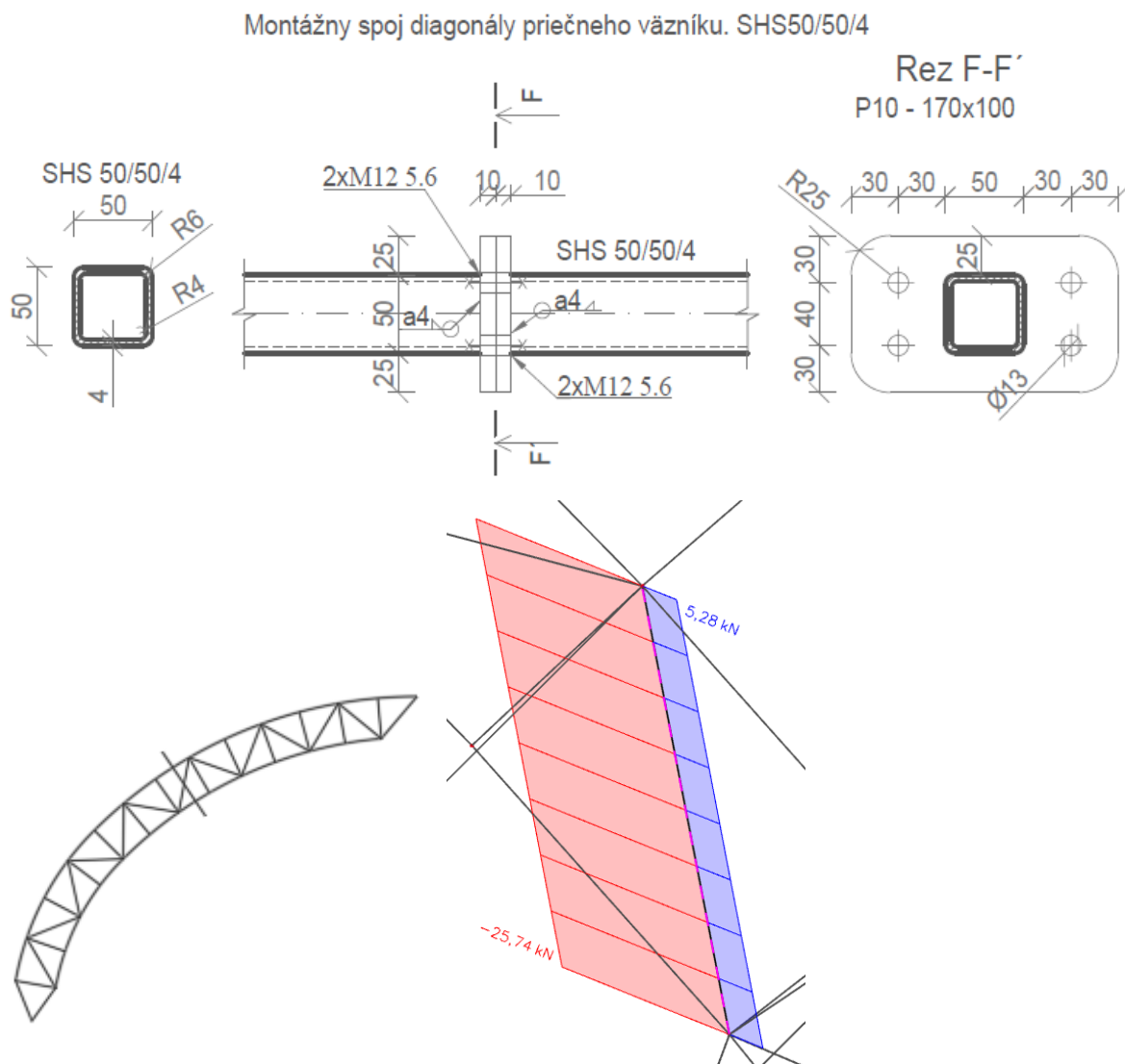
$$F_{T,3,Rd} = 2 \cdot F_{T,Rd} = 2 \cdot 56,5 = 113 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{trd} / F_{trd} = 40,7 / 87 = 0,46$$

9.10 Montážny spoj diagonály priečneho väzníku G.

SHS50/50/4



Návrh: 4x M12 5.6

Vnútné sily

$N_{Ed} = -25,74 \text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3+0,75.ZS7

$N_{Ed} = +5,28 \text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3

$V_{z,Ed} = 0,02 \text{ kN}$ kombinácia: 1,0.ZS1+1,0.ZS2+1,0.ZS3

Rozmery a materiálové charakteristiky

$d = 12,0 \text{ mm}$; $d_0 = 13,0 \text{ mm}$; $d_m = 20,5 \text{ mm}$

$A = 113 \text{ mm}^2$; $A_s = 84,3 \text{ mm}^2$

$t = 10,0 \text{ mm}$ $f_{ub} = 500 \text{ MPa}$; $f_{yb} = 300 \text{ MPa}$; $f_u = 360 \text{ MPa}$;

Rozmiestnenie

$e1_{\min} = 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 13,0 = 15,6 \rightarrow e1 = 30,0 \text{ mm}$

$e2_{\min} = 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 13,0 = 15,6 \rightarrow e2 = 30,0 \text{ mm}$

$p1_{\min} = 2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 13,0 = 28,6 \rightarrow p1 = 40,0 \text{ mm}$

$p2_{\min} = 2,4 \cdot d_0 = 2,4 \cdot 13,0 = 31,2 \rightarrow p2 = 110,0 \text{ mm}$

Návrh zvar $a=4\text{ mm}$

$$a_{\min}=3\text{ mm} \leq a=4\text{ mm} \leq a_{\max}=1,1 \cdot t_{\min}=1,1 \cdot 4=4,4\text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$l=4 \cdot b_i=4 \cdot 50=200\text{ mm}$$

9.10.1 Posúdenie zvar k prirúbe

$$\tau_{\perp}=\sigma_{\perp}=N_{t,Ed}/a \cdot l \cdot \sqrt{2}=5,28 \cdot 10^3 / (4 \cdot 200 \cdot \sqrt{2})=4,7\text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2+3 \cdot (\tau_{\perp}^2+\tau_{||}^2)} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$$

$$\sqrt{4,7^2+3 \cdot (4,7^2+0)}=9,4\text{ MPa} \leq 360 / (0,8 \cdot 1,25)=360,0\text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\sigma_{\perp} \leq f_u / \gamma_{M2}$$

$$\sigma_{\perp}=4,7\text{ MPa} \leq 360 / 1,25=288,0\text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.10.2 Posúdenie na smyk: Posúdenie na strih

Sila na jeden skrutku

$$F_{V,1,Ed} = V_{z,Ed} / p = 0,15/4 = 0,04\text{ kN}$$

$$F_{V,Rd} = (n \cdot 0,6 \cdot f_{ub} \cdot A) / \gamma_{M2} = (1 \cdot 0,6 \cdot 500 \cdot 113 \cdot 10^{-3}) / 1,25 = 27\text{ kN}$$

$$F_{V,1,Ed} / F_{V,Rd} = 0,04 / 27 = 0,001 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posúdenie na otláčenie materiálu

$$k_1 = \min (2,8 \cdot e_2 / d_0 - 1,7 ; 1,4 \cdot p_2 / d_0 - 1,7 ; 2,5) =$$

$$\min(4,76; 9,06; 2,5) = 2,5$$

$$\alpha = \min (e_1 / (3 \cdot d_0) ; (p_1 / (3 \cdot d_0)) - 1/4 ; f_{ub}/f_u ; 1,0) =$$

$$\min(0,77; 1,28; 1,38; 1,0) = 0,77$$

$$F_{b,Rd} = (k_1 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = (2,5 \cdot 0,77 \cdot 360 \cdot 13,0 \cdot 10,0) / 1,25 = 72\text{ kN}$$

$$F_{V,1,Ed} / F_{b,Rd} = 0,04 / 72 = 0,006 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

9.10.3 Posúdenie na ťah

$$F_{t,1,Ed} = N_{Ed} / 4 = 0,02/4 = 0,005\text{ kN}$$

Posúdenie na pretrženie

$$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \cdot 500 \cdot 84,3 \cdot 10^{-3} / 1,25 = 30,3\text{ kN}$$

$$F_{t,1,Ed} / F_{t,Rd} = 0,005 / 30,3 = 0,016 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posúdenie na protrženie

$$B_{p,Rd} = (0,6 \cdot d_m \cdot t \cdot f_u \cdot \pi) / \gamma_{M2} = (0,6 \cdot 20,5 \cdot 10,0 \cdot 360 \cdot \pi) / 1,25 = 111\text{ kN}$$

$$F_{t,1,Ed} / B_{p,Rd} = 0,005 / 111 = 0,00001 < 1,0 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

9.10.4 Vplyv páčenie podľa Čsn

$$a = 30,0 \text{ mm}; b = 30,0 \text{ mm}$$

$$t_e = 4,3 \cdot ((b \cdot d^2)/a)^{(1/3)} = 4,3 \cdot ((30,0 \cdot 13,0^2)/30,0)^{(1/3)} = 23,77 \text{ mm} > t = 20,0 \text{ mm}$$

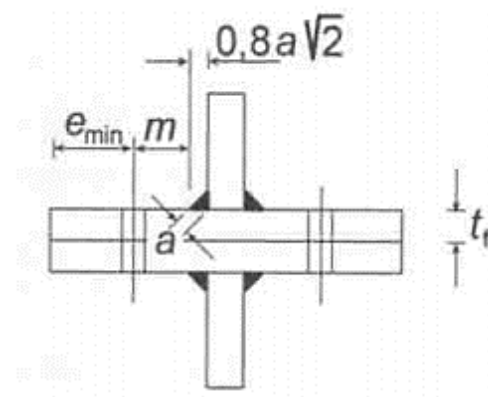
→ dochádza k páčeniu, potreba uvážiť zväčšujúci súčiniteľ páčenia

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \cdot (t_e^3 - t^3)/d^2 = 1 + 0,005 \cdot (23,7^3 - 10,0^3)/13,0^2 = 1,36$$

$$F_{t,1,Ed} = 1/4 \cdot \gamma_p \cdot N_{Ed} = 1/4 \cdot 1,36 \cdot 5,28 = 2 \text{ kN}$$

$$F_{t,1,Ed} = 2 \text{ kN} \leq F_{t,Rd} = 30,3 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

9.10.5 Podlá EC (komponent 4)



Náhradní T-profil v tahu

$$m = 30 - 0,8 \cdot a \cdot \sqrt{2} = 30 - 0,8 \cdot 4 \cdot \sqrt{2} = 25,47$$

$$e_{\min} = 30 \text{ mm}$$

Samostatné porušenie:

$$l_{\text{eff,cp}} = 2 \cdot \pi \cdot m = 2 \cdot \pi \cdot 25,47 = 160 \text{ mm}$$

$$l_{\text{eff,nc}} = 4 \cdot m + 1,25 \cdot e = 4 \cdot 25,47 + 1,25 \cdot 30 = 139,38 \text{ mm}$$

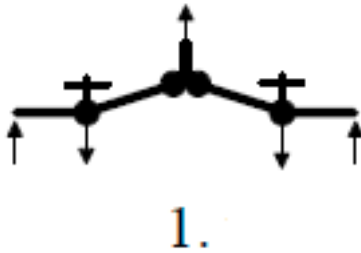
Skupinové Porušenie:

$$l_{\text{eff,cp}} = \pi \cdot m + p = \pi \cdot 25,47 + 40 = 120 \text{ mm}$$

$$l_{\text{eff,nc}} = 2 \cdot m + 0,65 \cdot e + 0,5 \cdot p = 2 \cdot 25,47 + 0,65 \cdot 30 + 0,5 \cdot 40 = 95,44 \text{ mm}$$

→ k porušeniu dôjde touto formou

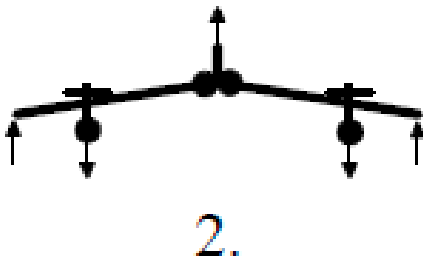
1.spôsob porušenia Porušenie dosky



$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \cdot l_{eff,min} \cdot t_f^2 \cdot f_{yd} / \gamma_{M0} = 0,25 \cdot 95,44 \cdot 10^2 \cdot 235 / 1,0 = 561 \text{ kNm}$$

$$F_{T,1,Rd} = 4 \cdot M_{pl,1,Rd} / m = 4 \cdot 561 / 25,47 = 88 \text{ kN}$$

2. spôsob porušenia Porušenie dosky i skrutiek súčasne

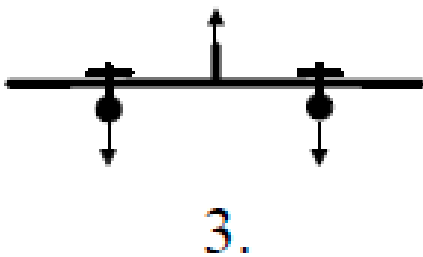


$$n = e < 1,25 \cdot m$$

$$n = 30 \text{ mm} < 1,25 \cdot 25,5 = 31,8 \text{ mm}$$

$$F_{T,2,Rd} = (2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \Sigma F_{T,Rd}) / (m + n) = (2 \cdot 561 \cdot 10^3 + 30 \cdot 2 \cdot 30,3 \cdot 10^3) / (25,47 + 30) = 52,9 \text{ kN}$$

3. spôsob porušenia Porušenie v skrutkách

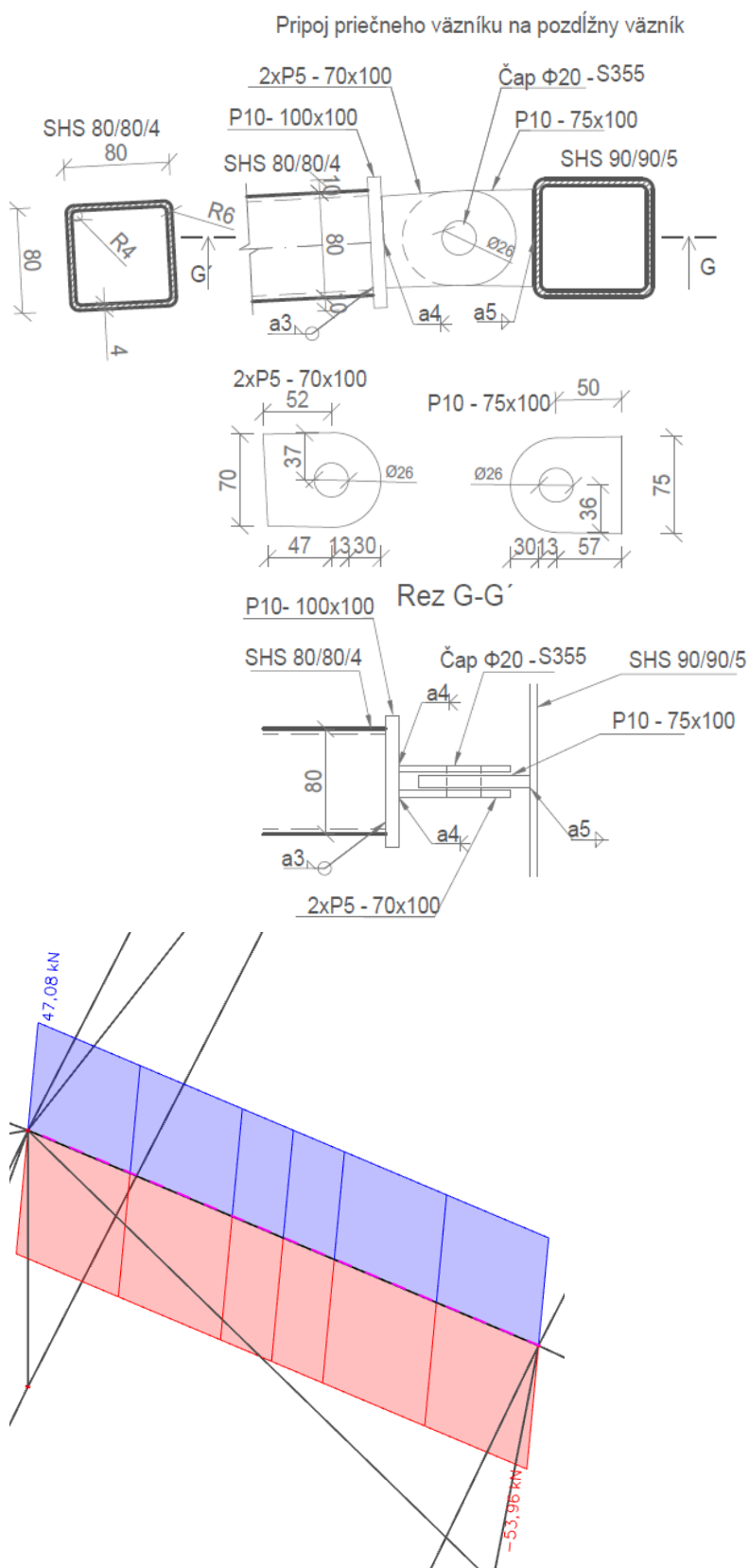


$$F_{T,3,Rd} = 2 \cdot F_{T,Rd} = 2 \cdot 30,3 = 60,6 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$N_{trd} / F_{trd} = 5,28 / 52,9 = 0,1$$

9.11 Pripoj priečneho väzníku G na pozdĺžny väzník.



Vnútorne sily

$$N_{ED}=F_{ED}= 47\text{kN}$$

$$M_{ED}=0,44\text{kN}$$

$$\text{kombinácia: } 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3$$

$$\text{kombinácia: } 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3+0,75.ZS7$$

Návrh čapu

Čapový spoj – Ø 24 S355

$d = 24 \text{ mm}$ $d_0 = 26 \text{ mm}$

$A = 452 \text{ mm}^2$

$f_y = 355 \text{ Mpa}$ $f_u = 490 \text{ Mpa}$

Prierezové charakteristiky pripojovaných častí

HP pozdĺžneho väzníka SHS90/90/5

HP priečneho väzníka SHS80/80/4

Geometrie

Hrúbka plechu (S235) $t_1 = 10 \text{ mm}$ $t_2 = 5 \text{ mm}$

Medzera medzi plechy $e = 2 \text{ mm}$

plechy tl. 5 mm

plechy tl. 10 mm

Rozmery plechu

$t = \min(t_1; 2 \cdot t_2) = \min(10; 10) = 10 \text{ mm}$

$a \geq (F_{Ed} \cdot \gamma_{M02}) / (2 \cdot t \cdot f_y) + 2 \cdot d_0 / 3 =$

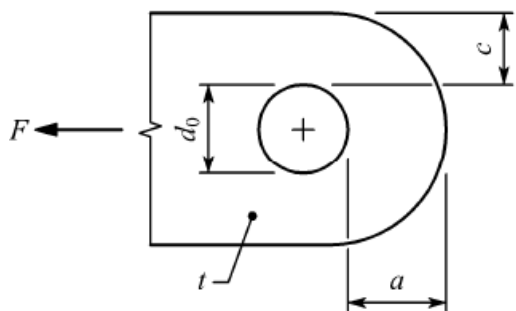
$(47 \cdot 1,0) / (2 \cdot 10 \cdot 235) + 2 \cdot 26 / 3 = 27,33 \text{ mm}$

Návrh 30mm

$c \geq (F_{Ed} \cdot \gamma_{M02}) / (2 \cdot t \cdot f_y) + d_0 / 3 =$

$(47 \cdot 1,0) / (2 \cdot 10 \cdot 235) + 26 / 3 = 18,6 \text{ mm}$

Návrh 20mm



9.11.1 Únosnosť dosky na otláčenie

Návrhová únosnosť

$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot t \cdot d \cdot f_y / \gamma_{M0} =$

$(1,5 \cdot 10 \cdot 24 \cdot 235 / 1,0) \cdot 10^{-3} = 84,60 \text{ kN}$

Posúdenie

$F_{Ed} / F_{b,Rd} =$

$47 / 84,60 = 0,55 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$

9.11.2 Únosnosť čapu na strih

$n=2 \dots$ počet strižných rovin

Návrhová únosnosť

$$F_{v,Rd} = n \cdot \alpha_v \cdot f_u \cdot A / \gamma_{M2} = (2 \cdot 0,6 \cdot 490 \cdot 452 / 1,25) \cdot 10^{-3} = 212 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} = F_{Ed} / 2 / F_{v,Rd} = 23,5 / 212 = 0,11 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.11.3 Únosnosť čapu v ohybu

Rovnomerné rozložení reakcii

$$M_{Ed} = F_{Ed} / 8 \cdot (t_1 + 4e + 2t_2)$$

$$M_{Ed} = (47/8) \cdot (10 + 4 \cdot 2 + 2 \cdot 5) \cdot 10^{-3} = 0,162 \text{ kNm}$$

$$W_{el} = \pi \cdot d^3 / 32 =$$

$$\pi \cdot (24 \cdot 10^{-3})^3 / 32 = 1,356 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$M_{Rd} = 1,5 \cdot W_{el} \cdot f_{yb} / \gamma_{M0} =$$

$$(1,5 \cdot 1,356 \cdot 10^{-6} \cdot 355 \cdot 10^3) / 1,0 = 0,722 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} / M_{Rd} = 0,44 / 0,722 =$$

$$0,66 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.11.4 Kombinácia ohybu a strihu

$$(M_{Ed} / M_{Rd})^2 + (F_{v,Ed} / F_{v,Rd})^2 \leq 1,0$$

$$(0,44 / 0,722)^2 + (23,5 / 212)^2 =$$

$$0,37 + 0,01 = 0,38 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.11.5 Návrh a posúdenie zvar horného pásu priečneho väzníka na čelnú dosku

Veľkosť zvar

$$a = 3 \text{ mm}$$

$$a_{min} = 3 \text{ mm} \leq a = 3 \text{ mm} \leq a_{max} = 1,1 \cdot t_{min} = 1,1 \cdot 5 = 5,5 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Účinná dĺžka zvar

$$l_{eff} = 4 \cdot b = 4 \cdot 80 = 360 \text{ mm}$$

Napätie v sváre

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = N_{Ed} / (\sqrt{2} \cdot a \cdot l_{eff}) = 47 \cdot 10^3 / (\sqrt{2} \cdot 3 \cdot 360) = 30,35 \text{ MPa}$$

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

Posúdenie

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} \leq f_u \beta_w / \gamma_{M2}$$

$$\sigma_{\perp} \leq f_u / \gamma_{M2}$$

$$\sqrt{(30,35^2 + 3 \cdot 30,35^2)} = 60,59 \text{ MPa} \leq 360 / (0,8 \cdot 1,25) = 360,0 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\sigma_{\perp} = 30,35 \text{ MPa} \leq 360 / 1,25 = 288,0 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

9.11.6 Návrh a posúdenie zvar čapová doska na čelnú dosku priečného väzníka

Veľkosť zvar

$$a=4\text{ mm}$$

$$a_{\min}=3\text{ mm}\leq a=4\text{ mm}\leq a_{\max}=1,1\cdot t_{\min}=1,1\cdot 5=5,5\text{ mm}\rightarrow\text{vyhovuje}$$

Účinná dĺžka zvar

$$l=130\text{ mm}$$

$$l_{eff}=l-2\cdot a=130-2\cdot 4=122\text{ mm}$$

Napätie v sváre

$$\sigma_{\perp}=\tau_{\perp}=N_{Ed}/\sqrt{2}\cdot a\cdot l_{eff}=47\cdot 10^3/(\sqrt{2}\cdot 4\cdot 122)=132\text{ MPa}$$

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

Posúdenie

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2+3\cdot(\tau_{\perp}^2+\tau_{||}^2)}\leq f_u/(\beta_w\cdot\gamma_{M2})$$

$$\sigma_{\perp}\leq f_u/\gamma_{M2}$$

$$\sqrt{132^2+3\cdot 132^2}=264\text{ MPa}\leq 360/(0,8\cdot 1,25)=360,0\text{ MPa}$$

\rightarrow vyhovuje

$$\sigma_{\perp}=132\text{ MPa}\leq 360/1,25=288,0\text{ MPa}$$

\rightarrow vyhovuje

9.11.7 Návrh a posúdenie zvar čapové dosky na horný pas pozdĺžneho väzníka.

Veľkosť zvar

$$a=5\text{ mm}$$

$$a_{\min}=3\text{ mm}\leq a=5\text{ mm}\leq a_{\max}=1,1\cdot t_{\min}=1,1\cdot 5=5,5\text{ mm}\rightarrow\text{vyhovuje}$$

Účinná dĺžka zvar

$$l=90\text{ mm}$$

$$l_{eff}=l-2\cdot a=90-2\cdot 5=80\text{ mm}$$

Napätie v sváre

$$\sigma_{\perp}=\tau_{\perp}=N_{Ed}/\sqrt{2}\cdot a\cdot l_{eff}=47\cdot 10^3/(\sqrt{2}\cdot 5\cdot 80)=124\text{ MPa}$$

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

Posúdenie

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2+3\cdot(\tau_{\perp}^2+\tau_{||}^2)}\leq f_u/(\beta_w\cdot\gamma_{M2})$$

$$\sigma_{\perp}\leq f_u/\gamma_{M2}$$

$$\sqrt{124^2+3\cdot 124^2}=248\text{ MPa}\leq 360/(0,8\cdot 1,25)=360,0\text{ MPa}$$

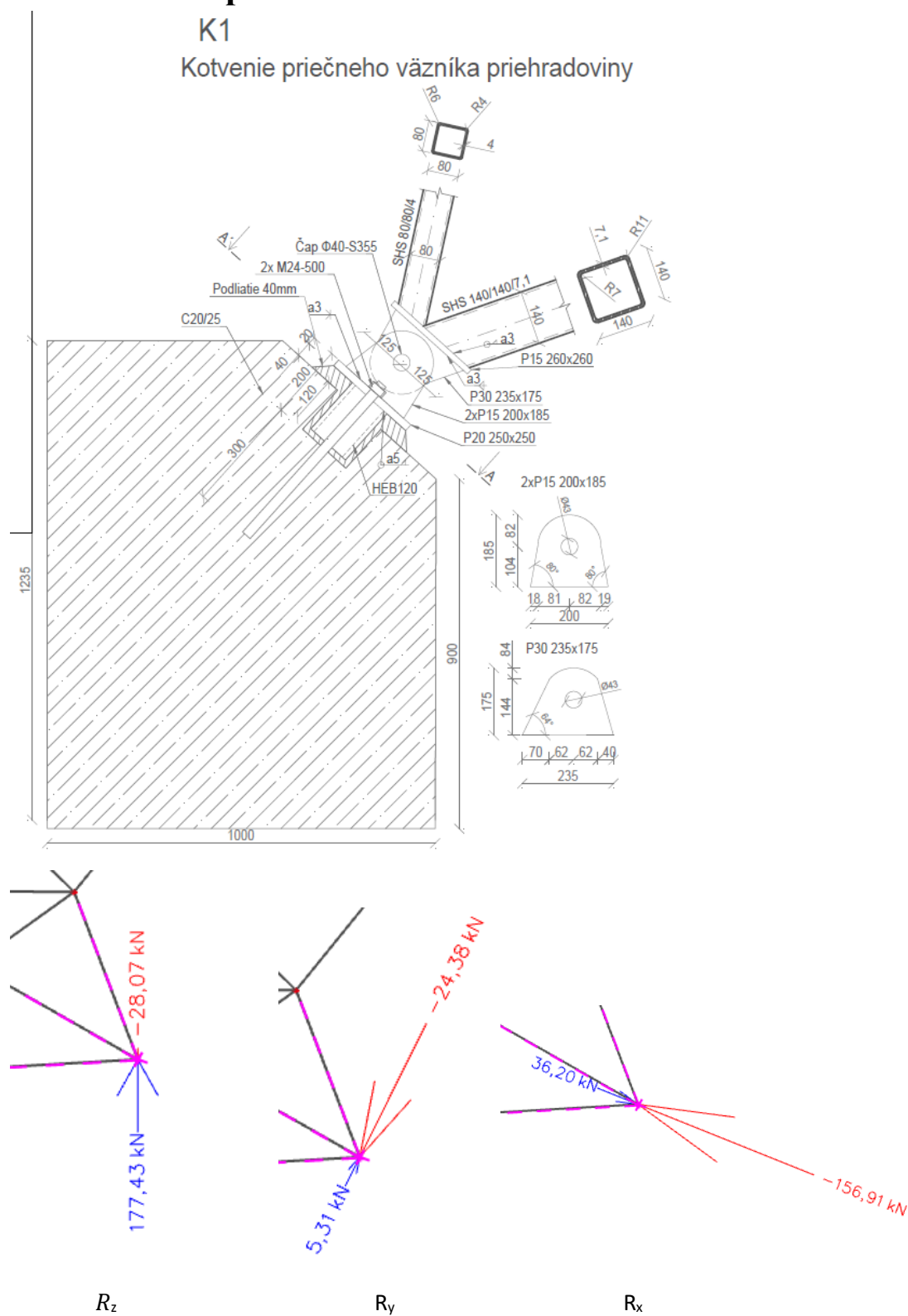
\rightarrow vyhovuje

$$\sigma_{\perp}=124\text{ MPa}\leq 360/1,25=288,0\text{ MPa}$$

\rightarrow vyhovuje

10. Kotvenie

10.1 Kotvenie priečného väzníka B



$$R_z = 177kN \quad \text{kombinácia: } 1,15.ZS1+1,15.ZS2+1,15.ZS3$$

$$R_z = -28kN \quad \text{kombinácia: } 1,0.ZS1+1,0.ZS2+1,0.ZS3$$

$$R_y = 5,3kN \quad \text{kombinácia: } 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3$$

$$R_y = -24,4kN \quad \text{kombinácia: } 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3+0,75.ZS5$$

$$R_x = 36,2kN \quad \text{kombinácia: } 1,0.ZS1+1,0.ZS2+1,0.ZS3$$

$$R_x = -157kN \quad \text{kombinácia: } 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3+0,75.ZS5$$

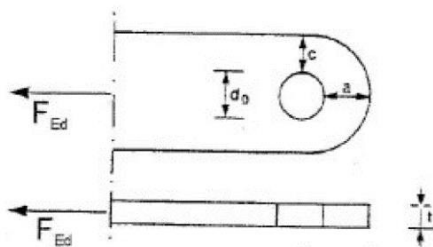
Tlak

$$F_{xz,ED} = \sqrt{(177^2 + 157^2)} = 237kN$$

ťah

$$F_{xz,ED} = \sqrt{(28^2 + 36,2^2)} = 45,76kN$$

10.1.1 Návrh čapového spoje



Čap $\Phi 40$ – S355

$f_y 355 \text{ Mpa}$ $f_u 490 \text{ Mpa}$

$d = 40 \text{ mm}$; $d_0 = 43 \text{ mm}$

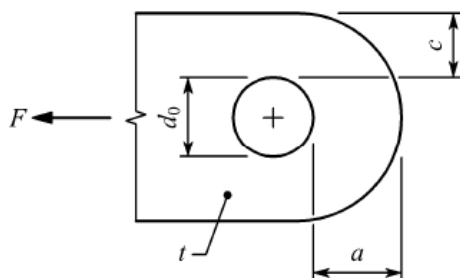
$A = 1260 \text{ mm}^2$

Prierezové charakteristiky pripojovaných častí

HP – SHS 80/80/5,0

DP – SHS 140/140/7,1

Geometrie



Plechý čapu:

P30 – S235, P15 – S235,

$$t = \min(t_1, 2 \cdot t_2) = 30 \text{ mm}$$

$$e = 2 \text{ mm}$$

$$a \geq (F_{ED} \cdot \gamma_{M0}) / (2 \cdot t \cdot f_y) + 2 \cdot d_0 / 3 = (237 \times 10^3 \cdot 1,0) / (2 \cdot 30 \cdot 235) + 2 \cdot 43 / 3 = 45,8 \text{ mm} \rightarrow \text{návrh: } a = 60 \text{ mm}$$

$$c \geq (F_{ED} \cdot \gamma_{M0}) / (2 \cdot t \cdot f_y) + d_0 / 3 = (237 \times 10^3 \cdot 1,0) / (2 \cdot 30 \cdot 235) + 43 / 3 = 31 \text{ mm} \rightarrow \text{návrh: } c = 50 \text{ mm}$$

Únosnosť v strihu

$n=2$...počet střižných rovin

$$\alpha_v = 0,6$$

Návrhová únosnosť

$$F_{v,Rd} = n \cdot \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2} = ((2 \cdot 0,6 \cdot 490 \cdot 1260) / 1,25) \cdot 10^{-3} = 580 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} = (F_{Ed} / 2) / F_{v,Rd} = 237 / 2 / 580 = 0,2 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Únosnosť v otláčený

Návrhová únosnosť

$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot t \cdot d \cdot f_y / \gamma_{M0} = ((1,5 \cdot 30 \cdot 40 \cdot 235) / 1,0) \cdot 10^{-3} = 423 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$F_{Ed} / F_{b,Rd} = 237 / 423 = 0,56 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Únosnosť v ohybu

Rozloženie reakcie medzi čapom a spojovacími časťami pozdĺžnemu kontaktu.

$$M_{Ed} = F_{Ed} / 8 \cdot (t_1 + 4e + 2t_2)$$

$$M_{Ed} = 237 / (8 \cdot (30 + 4 \cdot 2 + 2 \cdot 15)) \cdot 10^{-3} = 0,436 \text{ kNm}$$

$$W_{el} = \pi \cdot d^3 / 32 = (\pi \cdot (40 \cdot 10^{-3})^3) / 32 = 6,28 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$M_{Rd} = 1,5 \cdot W_{el} \cdot f_{yb} / \gamma_{M0} = (1,5 \cdot 6,28 \cdot 10^{-5} \cdot 300 \cdot 10^3) / 1,0 = 2,813 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} / M_{Rd} = 0,436 / 2,813 = 0,16 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Kombinácie ohybu a strihu

$$(M_{Ed}/M_{Rd})^2 + (F_{v,Ed}/F_{v,Rd})^2 \leq 1,0$$

$$(0,436/2,813)^2 + (237/2/604,80)^2 \leq 1,0$$

$$0,03 + 0,04 = 0,07 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Posúdenie zvaru plechu P30 235x175 čapového spoja

Návrh zvaru

$$a = 3 \text{ mm}$$

$$a_{\min} = 3 \text{ mm} \leq a = 3 \text{ mm}$$

$$a = 4 \text{ mm} \leq a_{\max} = 1,1 \cdot t_{\min} = 1,1 \cdot 30 = 33 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$l = 2 \cdot l_{\text{plechu}} = 2 \cdot 235 = 470 \text{ mm}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = N_{t,Ed} / (a \cdot l \cdot \sqrt{2}) = 45,76 \cdot 10^3 / (3 \cdot 470 \cdot \sqrt{2}) = 23 \text{ MPa}$$

Posúdenie

$$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2))} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \quad \text{ci} \quad \sigma_{\perp} \leq f_u \gamma_{M2}$$

$$\sqrt{23^2 + 3 \cdot (23^2 + 0)} = 46 \text{ MPa} \leq 360 / (0,8 \cdot 1,25) = 360,0 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\sigma_{\perp} = 23 \text{ MPa} \leq 360 / 1,25 = 288,0 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Posúdenie tvaru plechu P15 200x185 čapového spoja

Návrh zvaru

$$a = 3 \text{ mm}$$

$$a_{\min} = 3 \text{ mm} \leq a = 3 \text{ mm}$$

$$a = 4 \text{ mm} \leq a_{\max} = 1,1 \cdot t_{\min} = 1,1 \cdot 15 = 16,5 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$l = 2 \cdot l_{\text{plechu}} = 2 \cdot 100 = 200 \text{ mm}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = N_{t,Ed} / (a \cdot l \cdot \sqrt{2}) = 45,76 \cdot 10^3 / (3 \cdot 200 \cdot \sqrt{2}) = 53 \text{ MPa}$$

Posúdenie

$$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2))} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \quad \text{ci} \quad \sigma_{\perp} \leq f_u \gamma_{M2}$$

$$\sqrt{53^2 + 3 \cdot (53^2 + 0)} = 106 \text{ MPa} \leq 360 / (0,8 \cdot 1,25) = 360,0 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\sigma_{\perp} = 53 \text{ MPa} \leq 360 / 1,25 = 288,0 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

10.1.2 Návrh betónovej pätky.

Tlaková sila rozdelená rovnomerne na účinnú plochu A_{eff}

Rozmery pätky

Rozmery betónovej pätky – C20/25

$$ac=500\text{ mm} \quad bc=500\text{ mm} \quad hc=900\text{ mm}$$

Rozmery pätného plechu

$$a=250\text{ mm} \quad b=250\text{ mm} \quad t_p=20\text{ mm} \quad t_{\text{podliatie}}=2 \cdot t_p=40\text{ mm}$$

Pevnosť betónu v koncentrovaného tlaku

$$a_1 = \min(a_c; 5 \cdot a; a + h_c; 5 \cdot b) = \min(500; 5 \cdot 250; 200 + 900; 5 \cdot 250) = 500 \text{ mm}$$

$$b_1 = \min(b_c; 5 \cdot b; b + h_c; 5 \cdot a) = \min(500; 5 \cdot 250; 200 + 900; 5 \cdot 250) = 500 \text{ mm}$$

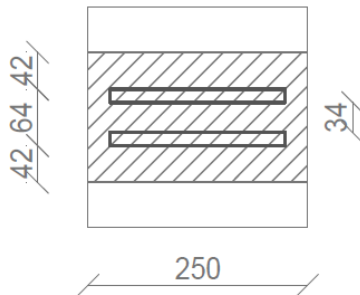
$$k_j = \sqrt{(a_1 \cdot b_1) / (a \cdot b)} = \sqrt{(500 \cdot 500) / (250 \cdot 250)} = 2$$

$$f_{jd} = \beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck} / \gamma_c = ((2/3) \cdot 2 \cdot 20) / 1,5 = 17,77 \text{ MPa}$$

Efektívna plocha pätky

$$c = t_p \cdot \sqrt{(f_{yd}/3 \cdot f_{jd})} = 20 \cdot \sqrt{(235/3 \cdot 17,77)} = 42 \text{ mm} \rightarrow$$

$$A_{eff}=37000 \text{ mm}^2 \text{ (Hodnota z Autocadu)}$$



Posúdenie

$$N_{Rd} = A_{eff} \cdot f_{jd} = 37000.17,77 \cdot 10^{-3} = 658 \text{ kN}$$

$$N_{ED}=237kN \leq N_{Rd}=658kN \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Prenos posúvajúcej sily

Pomocou trenia betónu a oceli sa môže preniesť posúvajúca sila

Ak je neje splnená podmienka potreba navrhnuť smykovú zarážku I profilu.

$$R_{x,\max} = 157 \text{ kN}$$

$$\mu_f = V_{ed} < N_{ed} \cdot \mu = 177 \cdot 0,2$$

$157 < 35,4 \rightarrow$ *nutná šmyková zarážka*

Smyková zarážka HEB 120

$$h = 120 \text{ mm } b = 120 \text{ mm}$$

$$t_w = 7 \text{ mm } t_f = 11 \text{ mm}$$

$$A_{v,y} = 25,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad A_{v,z} = 8,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$W_{pl,y} = 16,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \quad W_{pl,z} = 8,1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

Výška zarážky:

$$h_{min} \geq V_{y,Ed} / (b \cdot f_{cd}) = 157 \cdot 10^3 / (120 \cdot 20 / 1,5) = 100 \text{ mm}$$

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$\sigma_c = V_{Ed} / A = V_{Ed} / (h \cdot b) = 157 \cdot 10^3 / (120 \cdot 120) = 10,90 \text{ MPa}$$

$$\leq f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 20 / 1,5 = 13,33 \text{ MPa}$$

→ zarážka vyhovuje, prenesie smykovou silu

Smyková únosnosť

$$V_{pl,y,Rd} = (A_{v,y} \cdot f_{yd}) / (\gamma_{m0} \cdot \sqrt{3}) = (25,9 \cdot 10^{-4} \cdot 235000) / (1,00 \cdot \sqrt{3}) = 351,4 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed} / V_{pl,y,Rd} = 157 / 351,4 = 0,45 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Únosnosť v ohybu

Smyková zarážka je votknutá konzola ,zaťažená na konci silou V_{Ed} .

$$M_{y,Ed} = h \cdot V_{y,Ed} = 0,12 \cdot 157 = 18,84 \text{ kNm}$$

$$M_{c,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{m0} = (16,5 \cdot 10^{-5} \cdot 235000) / 1,00 = 38,77 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed} / M_{c,y,Rd} = 18,84 / 38,77 = 0,48 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Kombinácie ohybu a smyku

Ak je smyková sila menšia než polovina plastického únosnosti prierezu netreba posudzovať kombinované namáhania.

$$V_{Ed} \ll 0,5 \cdot V_{pl}$$

$$V_{y,Ed} = 157 \text{ kN} \ll 0,5 \cdot 351,4 = 175 \text{ kN}$$

→ podmienka splnená.

Posúdenie zvaru zarážky

Návrh zvaru $a=5 \text{ mm}$

Smykové namáhanie prenáša svár na stojné

$$\tau_w = V_{y,Ed} / (2 \cdot a \cdot (h - 2 \cdot t_f)) \leq f_{vw,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot \sqrt{3})$$

$$f_{vw,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot \sqrt{3}) = 360 / (1 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{3}) = 166,28 \text{ MPa}$$

$$\tau_w = 157,0 \cdot 10^3 / (2 \cdot 5 \cdot (120 - 2 \cdot 6,5)) = 150 \text{ MPa}$$

$$\tau_w = 150 \text{ MPa} \leq f_{vw,d} = 166,28 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Ohybové namáhanie prenáša svár na pásniciach

$$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} \cdot (h/2 + h_{podliti}) = 157,0 \cdot (0,120/2 + 0,04) = 1,57 \text{ kNm}$$

$$l = 2 \cdot b + 2 \cdot (b - t_w) = 2 \cdot 120 + 2 \cdot (120 - 6,5) = 467 \text{ mm}$$

$$\tau_f = M_{Ed} / (a \cdot l) \leq f_{vw,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot \sqrt{3})$$

$$\tau_f = 1,57 \cdot 10^3 / (5 \cdot 467) = 0,67 \text{ MPa}$$

$$\tau_f = 0,67 \text{ MPa} \leq f_{vw,d} = 166,28 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Prenos ťahovej sily

$$\text{Ťah } F_{xz,ED} = \sqrt{(28^2 + 36,2^2)} = 45,76 \text{ kN}$$

Posúdenie kotviacich skrutiek

2xM24 HILTI HIT-V -500mm

Technická data pro použití s kotevním šroubem HIT-V

Výtah z ETA osvědčení		ETA 04/0027							
Základní materiál		Beton bez trhlín C20/25 (B25)							
		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Průměr vrtání	d ₀ (mm)	10	12	14	18	24	28	30	35
Efektivní kotevní hloubka	h _{ef} (mm)	80	90	110	125	170	210	240	270
Dovolené namáhání v tahu	N _{rec} (kN)	8,6	13,8	19,8	24,0	38,1	52,3	63,9	76,2
Dovolené namáhání ve smyku	V _{rec} (kN)	5,1	8,6	12,0	22,3	34,9	50,3	65,7	80,0
Okrajová vzdálenost	c _{crsp} (mm)	180	205	250	285	385	475	545	610
Osová vzdálenost	s _{crsp} (mm)	360	410	500	570	770	950	1090	1220
Minimální okrajová vzdálenost	c _{min} (mm)	40	50	60	80	100	120	135	150
Minimální osová vzdálenost	s _{min} (mm)	40	50	60	80	100	120	135	150
Minimální tloušťka betonu	h _{min} (mm)	110	120	140	165	220	270	300	340
Maximální utahovací moment	T _{max} (Nm)	10	20	40	80	150	200	270	300
Orientační spotřeba kotvicí hmoty	(ml)	4,4	6,4	9,5	15,1	41,8	63,3	67,2	122,3

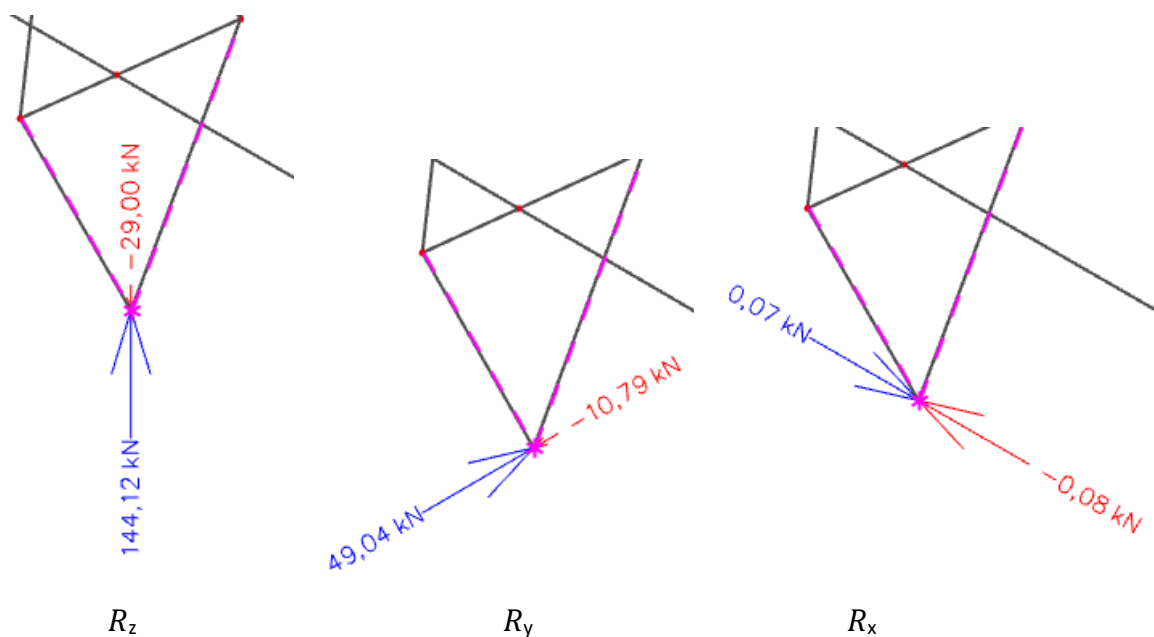
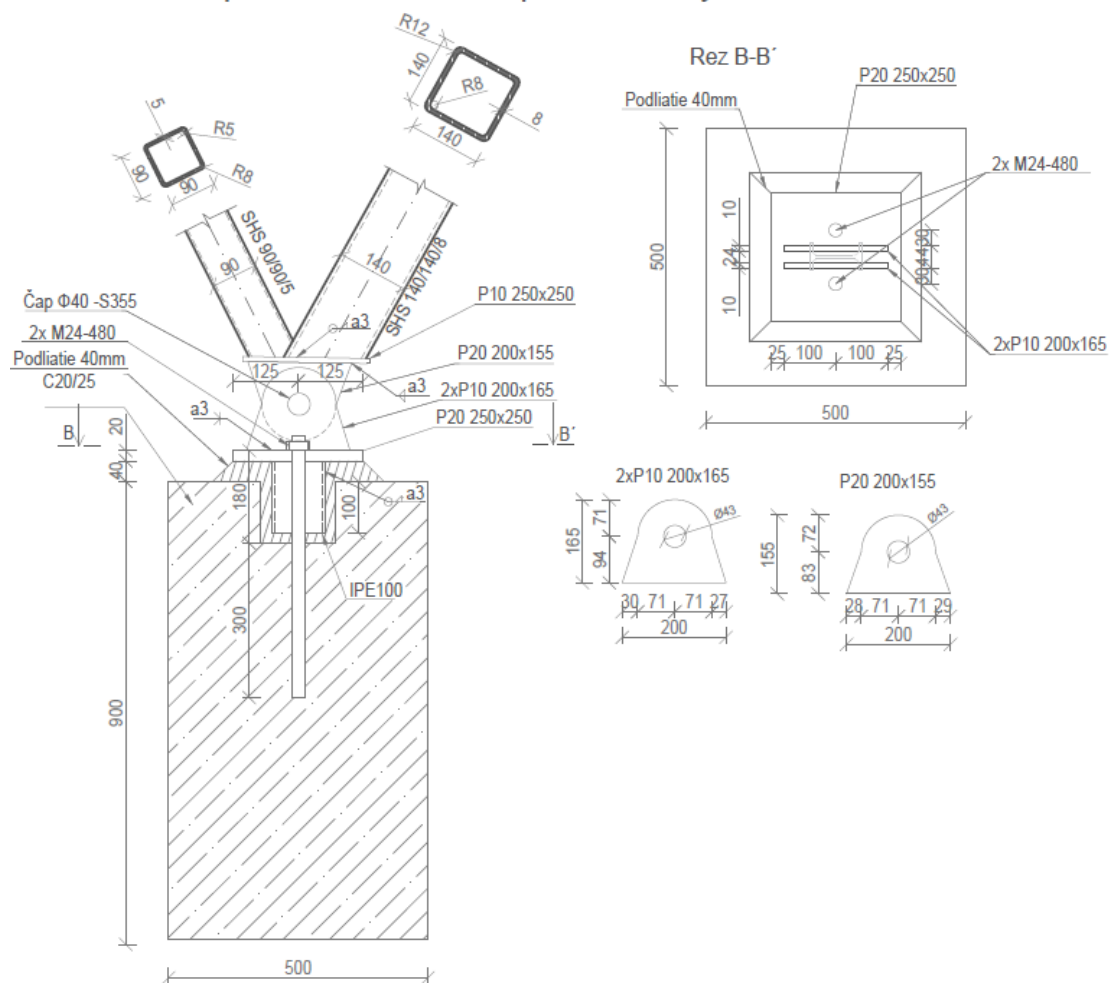
<http://www.kpihk.cz/pdf/upevneni-ocelovych-konstrukci.pdf>

$$F_{xz,ED} = 45,76 / (2 \cdot 52,3) = 0,43 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

10.2 Kotvenie pozdĺžneho väzníka priehradoviny

M1:10 K2

Kotvenie pozdĺžneho väzníka priehradoviny



$R_z = 144 kN$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3+0,75.ZS7

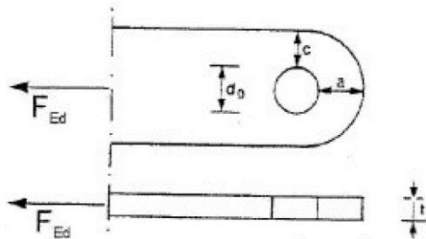
$R_z = -29 kN$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3+0,75.ZS5

$R_y = 49 kN$ kombinácia: 1,15.ZS1+1,15.ZS2+1,15.ZS3

$R_y = -10,8 kN$ kombinácia: 1,0.ZS1+1,0.ZS2+1,0.ZS3

Tlak $R_z = 144 kN$ Ťah $R_z = -29 kN$

10.2.1 Návrh čapového spoje

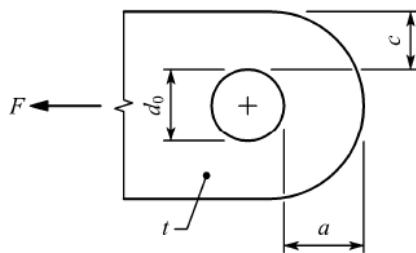


Čap $\Phi 40$ – S355 f_{yb} 355 Mpa f_{ub} 490 Mpa $d = 40 mm$; $d_0 = 43 mm$ $A = 1260 mm^2$

Prierezové charakteristiky pripojovaných častí

HP – SHS 90/90/5 DP – SHS 140/140/8

Geometrie



Plechý čapu:

P20 – S235, P10 – S235,

$t = \min(t_1, 2 \cdot t_2) = 20 mm$ $e = 2 mm$

$a \geq (F_{ED} \cdot \gamma_{M0}) / (2 \cdot t \cdot f_y) + 2 \cdot d_0 / 3 = (144 \times 10^3 \cdot 1,0) / (2 \cdot 20 \cdot 235) + 2 \cdot 43 / 3 = 44,3 mm \rightarrow$
návrh: $a = 50 mm$

$c \geq (F_{ED} \cdot \gamma_{M0}) / (2 \cdot t \cdot f_y) + d_0 / 3 = (144 \times 10^3 \cdot 1,0) / (2 \cdot 20 \cdot 235) + 43 / 3 = 29,9 mm \rightarrow$
návrh: $c = 40 mm$

Únosnosť v strihu

$n = 2 \dots$ počet střižných rovin $\alpha_v = 0,6$

Návrhová únosnosť

$$F_{v,Rd} = n \cdot \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2} = ((2 \cdot 0,6 \cdot 490 \cdot 1260) / 1,25) \cdot 10^{-3} = 592 kN$$

Posúdenie

$$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} = (F_{Ed} / 2) / F_{v,Rd} = 144 / 2 / 592 = 0,12 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Únosnosť v otláčený

Návrhová únosnosť

$$F_{b,Rd}=1,5 \cdot t \cdot d \cdot f_y / \gamma_{M0} = ((1,5 \cdot 20 \cdot 40 \cdot 235) / 1,0) \cdot 10^{-3} = 282 \text{ kN}$$

Posúdenie

$$F_{Ed} / F_{b,Rd} = 144 / 282 = 0,52 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Únosnosť v ohybu

Rozloženie reakcie medzi čapom a spojovacími časťami pozdĺžnemu kontaktu.

$$M_{Ed} = F_{Ed} / 8 \cdot (t_1 + 4e + 2t_2) \dots \text{viz obrázek}$$

$$M_{Ed} = 144 / (8 \cdot (20 + 4 \cdot 2 + 2 \cdot 10)) \cdot 10^{-3} = 0,38 \text{ kNm}$$

$$W_{el} = \pi \cdot d^3 / 32 = (\pi \cdot (40 \cdot 10^{-3})^3) / 32 = 6,28 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$M_{Rd} = 1,5 \cdot W_{el} \cdot f_{yb} / \gamma_{M0} = (1,5 \cdot 6,28 \cdot 10^{-5} \cdot 300 \cdot 10^3) / 1,0 = 2,82 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} / M_{Rd} = 0,38 / 2,82 = 0,13 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Kombinácie ohybu a strihu

$$(M_{Ed} / M_{Rd})^2 + (F_{v,Ed} / F_{v,Rd})^2 \leq 1,0$$

$$(0,38 / 2,82)^2 + (144 / 2 / 592)^2 \leq 1,0$$

$$0,02 + 0,02 = 0,04 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Posúdenie zvaru plechu P10 200x165 čapového spoja

Návrh zvaru $a = 3 \text{ mm}$

$$a_{min} = 3 \text{ mm} \leq a = 3 \text{ mm}$$

$$a = 4 \text{ mm} \leq a_{max} = 1,1 \cdot t_{min} = 1,1 \cdot 10 = 11,1 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$l = 2 \cdot l_{plechu} = 2 \cdot 200 = 400 \text{ mm}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = N_{t,Ed} / (a \cdot l \cdot \sqrt{2}) = 29 \cdot 10^3 / (3 \cdot 400 \cdot \sqrt{2}) = 17 \text{ MPa}$$

Posúdenie

$$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2))} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \quad \text{ci} \quad \sigma_{\perp} \leq f_u / \gamma_{M2}$$

$$\sqrt{17^2 + 3 \cdot (17^2 + 0)} = 34 \text{ MPa} \leq 360 / (0,8 \cdot 1,25) = 360,0 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\sigma_{\perp} = 17 \text{ MPa} \leq 360 / 1,25 = 288,0 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

10.2.2 Návrh betónovej pätky.

Tlaková sila rozdelená rovnomerne na účinnú plochu A_{eff}

Rozmery pätky

Rozmery betónovej pätky – C20/25

$$a_c=500 \text{ mm} \quad b_c=500 \text{ mm} \quad h_c=900 \text{ mm}$$

Rozmery pätného plechu

$$a=250 \text{ mm} \quad b=250 \text{ mm} \quad t_p=20 \text{ mm} \quad t_{podliatie}=2 \cdot t_p=40$$

Pevnosť betónu v koncentrovaného tlaku

$$a_1=\min(a_c; 5 \cdot a; a+h_c; 5 \cdot b)=\min(500; 5 \cdot 200; 250+900; 5 \cdot 250)=500 \text{ mm}$$

$$b_1=\min(b_c; 5 \cdot b; b+h_c; 5 \cdot a)=\min(500; 5 \cdot 200; 250+900; 5 \cdot 250)=500 \text{ mm}$$

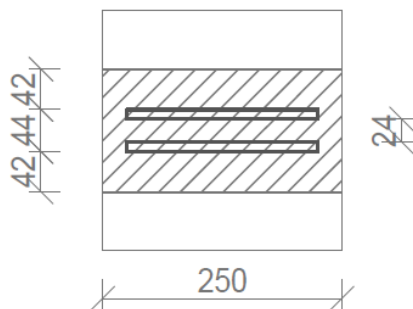
$$k_j=\sqrt{(a_1 \cdot b_1)/(a \cdot b)}=\sqrt{(500 \cdot 500)/(250 \cdot 250)}=2$$

$$f_{jd}=\beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck}/\gamma_c=((2/3) \cdot 2 \cdot 20)/1,5=17,77 \text{ MPa}$$

Efektívna plocha pätky

$$c=t_p \cdot \sqrt{(f_{yd}/3 \cdot f_{jd})}=20 \cdot \sqrt{(235/3 \cdot 17,77)}=42 \text{ mm} \rightarrow$$

$$A_{eff}=32000 \text{ mm}^2 \text{ (Hodnota z Autocadu)}$$



Posúdenie

$$N_{Rd}=A_{eff} \cdot f_{jd}=32000 \cdot 17,77 \cdot 10^{-3}=568 \text{ kN}$$

$$N_{ED}=144 \text{ kN} \leq N_{Rd}=568 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Prenos posúvajúcej sily

Pomocou trenia betónu a oceli sa môže preniesť posúvajúca sila

Ak je neje splnená podmienka potreba navrhnuť smykovú zarážku I profilu.

$$R_{y,max}=49 \text{ kN}$$

$$\mu_f=0,2 \text{ Ved} < N_{ed} \cdot \mu=144 \cdot 0,2$$

$47 < 28 \rightarrow$ nutná šmyková zarážka

Smyková zarážka IPE 100

$$h = 100 \text{ mm} \quad b = 55 \text{ mm}$$

$$t_w = 4 \text{ mm} \quad t_f = 6 \text{ mm}$$

$$A_{v,y} = 6,73 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad A_{v,z} = 4,19 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$W_{pl,y} = 3,94 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \quad W_{pl,z} = 0,92 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\text{Výška zarážky: } h_{min} \geq V_{y,Ed} / (b \cdot f_{cd}) = 47 \cdot 10^3 / (55 \cdot 20 / 1,5) = 64, \text{ mm} \quad h = 100 \text{ mm}$$

$$\sigma_c = V_{Ed} / A = V_{Ed} / (h \cdot b) = 49,0 \cdot 10^3 / (100 \cdot 55) = 8,9 \text{ MPa} \leq f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 20 / 1,5 = 13,33 \text{ MPa}$$

→ zarážka *vyhovuje*, prenesie smykovou silu

Smyková únosnosť

$$V_{pl,y,Rd} = (A_{v,y} \cdot f_{yd}) / (\gamma_{m0} \cdot \sqrt{3}) = (6,73 \cdot 10^{-4} \cdot 235000) / (1,00 \cdot \sqrt{3}) = 91,3 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed} / V_{pl,y,Rd} = 49,00 / 91,3 = 0,53 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Únosnosť v ohybu

Smyková zarážka je votknutá konzola ,zaťažená na konci silou V_{Ed} .

$$M_{y,Ed} = h \cdot V_{y,Ed} = 0,1 \cdot 49,00 = 4,9 \text{ kNm}$$

$$M_{c,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{m0} = (3,94 \cdot 10^{-5} \cdot 235000) / 1,00 = 9,26 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed} / M_{c,y,Rd} = 4,9 / 9,26 = 0,53 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Kombinácie ohybu a smyku

Ak je smyková sila menšia než polovina plastického únosnosti prierezu netreba posudzovať kombinované namáhania.

$$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl} \quad V_{y,Ed} = 49,00 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot 91,3 = 45,65 \text{ kN}$$

→ Podmienka nie je splnená, posúdiť kombinované namáhanie smyku a ohybu.

Redukovaná únosnosť v ohybu

$$(1-\rho) \cdot f_y \text{ kde } \rho = (((2 \cdot V_{Ed}) / V_{pl,Rd}) - 1)^2 = (((2 \cdot 49,0) / 91,3) - 1)^2 = 0,0008$$

Plocha

$$A_w = h_w \cdot t_w$$

$$A_w = 74 \cdot 4,1 = 303 \text{ mm}^2$$

$$M_{y,V,Rd} = [W_{pl,y} - (\rho \cdot A_w^2 / 4 \cdot t_w)] \cdot f_{yd} / \gamma_{m0} \leq M_{c,y,Rd}$$

$$M_{y,V,Rd} = [3,94 \cdot 10^{-5} - ((0,0008 \cdot (303 \cdot 10^{-6})^2) / (4 \cdot 4,1 \cdot 10^{-3}))] \cdot (235000 / 1,0) = 9,09 \text{ kNm}$$

$$M_{y,V,Rd} = 9,26 \text{ kNm} \leq M_{c,y,Rd} = 9,09 \text{ kNm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Posúdenie

$$M_{y,Ed} / M_{y,V,Rd} = 4,9 / 9,09 = 0,54 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Posúdenie zvaru

Návrh zvaru $a=3\text{ mm}$

Smykové namáhanie prenáša svár na stojné

$$\tau_w = V_{y,Ed} / (2 \cdot a \cdot (h - 2 \cdot t_f)) \leq f_{vw,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot \sqrt{3})$$

$$f_{vw,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot \sqrt{3}) = 360 / (1 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{3}) = 166,28\text{ MPa}$$

$$\tau_w = 49,0 \cdot 10^3 / (2 \cdot 4 \cdot (100 - 2 \cdot 5,7)) = 88\text{ MPa}$$

$$\tau_w = 88\text{ MPa} \leq f_{vw,d} = 166,28\text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Ohybové namáhanie prenáša svár na pásniciach

$$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} \cdot (h/2 + h_{podliti}) = 49,0 \cdot (0,100/2 + 0,04) = 0,544\text{ kNm}$$

$$l = 2 \cdot b + 2 \cdot (b - t_w) = 2 \cdot 55 + 2 \cdot (55 - 4,1) = 211,8\text{ mm}$$

$$\tau_f = M_{Ed} / (a \cdot l) \leq f_{vw,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot \sqrt{3})$$

$$\tau_f = 0,671 \cdot 10^3 / (3 \cdot 211,8) = 0,85\text{ MPa}$$

$$\tau_f = 0,85\text{ MPa} \leq f_{vw,d} = 166,28\text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Posúdenie kotviacich skrutiek $R_z = 29\text{ kN}$

2xM24 HILTI HIT-V -480mm

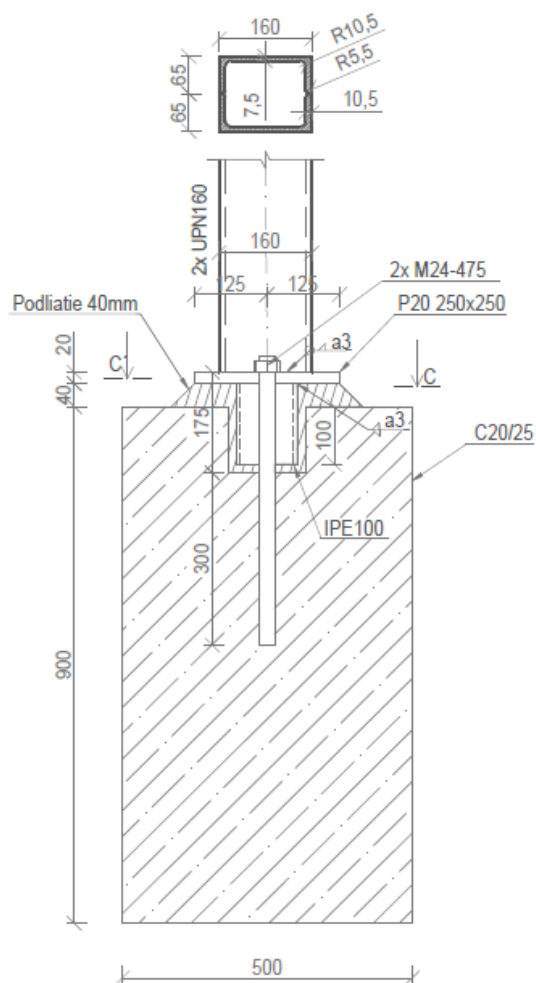
Technická data pro použití s kotevním šroubem HIT-V

Výtah z ETA osvědčení		ETA 04/0027							
Základní materiál		Beton bez trhlin C20/25 (B25)							
		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Průměr vrtání	d_0 (mm)	10	12	14	18	24	28	30	35
Efektivní kotevní hloubka	h_{ef} (mm)	80	90	110	125	170	210	240	270
Dovolené namáhání v tahu	N_{rec} (kN)	8,6	13,8	19,8	24,0	38,1	52,3	63,9	76,2
Dovolené namáhání ve smyku	V_{rec} (kN)	5,1	8,6	12,0	22,3	34,9	50,3	65,7	80,0
Okrajová vzdálenost	c_{crsp} (mm)	180	205	250	285	385	475	545	610
Osová vzdálenost	s_{crsp} (mm)	360	410	500	570	770	950	1090	1220
Minimální okrajová vzdálenost	c_{min} (mm)	40	50	60	80	100	120	135	150
Minimální osová vzdálenost	s_{min} (mm)	40	50	60	80	100	120	135	150
Minimální tloušťka betonu	h_{min} (mm)	110	120	140	165	220	270	300	340
Maximální utahovací moment	T_{max} (Nm)	10	20	40	80	150	200	270	300
Orientační spotřeba kotvicí hmoty	(ml)	4,4	6,4	9,5	15,1	41,8	63,3	67,2	122,3

<http://www.kpihk.cz/pdf/upevneni-ocelovych-konstrukci.pdf>

$$F_{xz,ED} = 29 / (2 \cdot 52,3) = 0,28 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

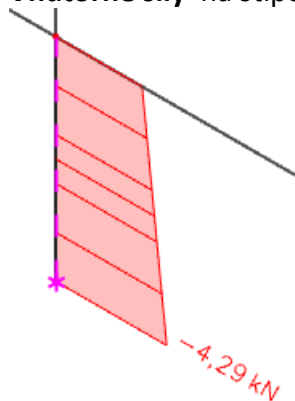
10. 3 Kotvený stĺp



Prierezové charakteristiky 2x UPN160

$h = 160\text{ mm}$
 $b = 2 \times 65\text{ mm}$
 $t_w = 7,5\text{ mm}$
 $t_f = 10,5\text{ mm}$

Vnútorne sily na stĺpe 6 podľa číslovanie zo strany 24.



$N_{ed} = -4,29\text{ kN}$ kombinácia: 1,15.ZS1+1,15.ZS2+1,15.ZS3
 $V_{y,Ed} = 7,64\text{ kN}$ kombinácia: 1,35.ZS1+1,35.ZS2+1,35.ZS3+1,35.ZS9

10.3.1 Rozmery pätky

Rozmery pätného plechu

$$a=250 \text{ mm } b=250 \text{ mm } t_p=20 \text{ mm } t_{\text{podliatie}}=2 \cdot t_p=40 \text{ mm}$$

Rozmery betónové pätky – C20/25

$$a_c=500 \text{ mm } b_c=500 \text{ mm } h_c=900 \text{ mm}$$

Pevnosť betónu v koncentrovanom tlaku

$$a_1=\min(a_c; 5 \cdot a; a+h_c; 5 \cdot b)=\min(500; 5 \cdot 250; 200+900; 5 \cdot 250)=500 \text{ mm}$$

$$b_1=\min(b_c; 5 \cdot b; b+h_c; 5 \cdot a)=\min(500; 5 \cdot 250; 200+900; 5 \cdot 250)=500 \text{ mm}$$

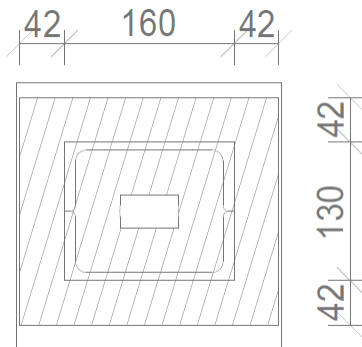
$$k_j=\sqrt{a_1 \cdot b_1 / a \cdot b}=\sqrt{(500 \cdot 500) / (250 \cdot 250)}=2$$

$$f_{jd}=\beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck} / \gamma_c=((2/3) \cdot 2 \cdot 20) / 1,5=17,77 \text{ MPa}$$

Afektívna plocha pätky

$$c=t_p \cdot \sqrt{f_{yd} / (3 \cdot f_{jd})}=20 \cdot \sqrt{235 / (3 \cdot 17,77)}=42 \text{ mm}$$

$$\rightarrow A_{eff}=50511 \text{ mm}^2 \text{ (Hodnota z Autocadu)}$$



Posúdenie

$$N_{Rd}=A_{eff} \cdot f_{jd}=50511 \cdot 17,77 \cdot 10^{-3}=897 \text{ kN}$$

$$N_{ED}=4,28 \text{ kN} \leq N_{Rd}=897 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Prenos posúvajúci sily

$$V_{y,Ed}=-7,64 \text{ kN}$$

\rightarrow navrhnut smykovou zarážku.

Smyková zarážka

IPE 100

$$h=100 \text{ mm}$$

$$b=55 \text{ mm}$$

$$t_w=4,1 \text{ mm}$$

$$t_f=5,7 \text{ mm}$$

$$A_{v,y}=6,735 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad A_{v,z}=4,198 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$W_{pl,y}=3,940 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \quad W_{pl,z}=9,200 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Výška zarážky:

$$h_{min} \geq V_{y,Ed} / (b \cdot f_{cd})=7,64 \cdot 10^3 / (55 \cdot 20 / 1,5)=10 \text{ mm}$$

$$h=100 \text{ mm}$$

$$\sigma_c=V_{Ed} / A=V_{Ed} / (h \cdot b)=7,64 \cdot 10^3 / (100 \cdot 55)=1,38 \text{ MPa} \leq$$

$$\leq f_{cd}=f_{ck} / \gamma_c=20 / 1,5=13,33 \text{ MPa} \rightarrow \text{zarážka vyhovuje}$$

Smyková únosnosť

$$V_{pl,y,Rd} = A_{v,y} \cdot f_{yd} / (\gamma_{m0} \cdot \sqrt{3}) = 6,735 \cdot 10^{-4} \cdot 235000 / (1,00 \cdot \sqrt{3}) = 158,27 \text{ kN}$$

$$V_{y,Ed} / V_{pl,y,Rd} = 7,64 / 158,27 =$$

$$0,05 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Únosnosť v ohybu

Smyková zarážka je votknutá konzola zaťažená na konci silou V_{Ed}

$$M_{y,Ed} = h \cdot V_{y,Ed} = 0,10 \cdot 7,64 = 0,764 \text{ kNm}$$

$$M_{c,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{m0} = 3,94 \cdot 10^{-5} \cdot 235000 / 1,00 = 9,26 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed} / M_{c,y,Rd} = 0,764 / 9,26 = 0,08 \leq 1,0 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Kombinácia ohybu a smyku

Ak je smyková sila menšia než polovina plastického únosnosti prierezu netreba posudzovať kombinované namáhanie.

$$V_{Ed} < 0,5 \cdot V_{pl}$$

$$V_{y,Ed} = 7,64 \text{ kN} < 0,5 \cdot 158,27 = 79,14 \text{ kN}$$

→ podmienka vyhovuje netreba počítat kombináciu ohyb a smyk.

Posúdenie zvaru zarážky

Návrh zvaru $a = 3 \text{ mm}$

Smykové namáhanie

$$\tau_w = V_{z,Ed} / (2 \cdot a \cdot (h - 2 \cdot t_f))$$

$$\tau_w = 7,64 \cdot 10^3 / (2 \cdot 3 \cdot (100 - 2 \cdot 5,7)) = 14,37 \text{ MPa}$$

$$f_{vw,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot \sqrt{3}) = 360 / (1,1,25 \cdot \sqrt{3}) = 166,28 \text{ MPa}$$

$$\tau_w = 14,37 \text{ MPa} \leq f_{vw,d} = 166,28 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Ohybové namáhanie

$$M_{y,Ed} = h \cdot V_{y,Ed} = 0,10 \cdot 7,64 = 0,764 \text{ kNm}$$

$$l = 2 \cdot b + 2 \cdot (b - t_w) = 2 \cdot 55 + 2 \cdot (55 - 4,1) = 211,8 \text{ mm}$$

$$\tau_f = M_{Ed} / (a \cdot l) \leq f_{vw,d} = f_u \beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot \sqrt{3}$$

$$\tau_f = 0,764 \cdot 10^3 / (3 \cdot 211,8) = 0,9 \text{ MPa}$$

$$\tau_f = 0,9 \text{ MPa} \leq f_{vw,d} = 166,28 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Posúdenie kotviacich skrutiek

Netreba to posudzovať, ťahové sily sa nevyskytujú.

2xM24 HILTI HIT-V -480mm