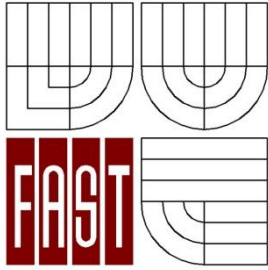


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

SPORTOVNÍ HALA

SPORTS HALL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

DAVID HELLEBRAND

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE

Ing. KAREL SÝKORA

SUPERVISOR

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student David Hellebrand

Název Sportovní hala

Vedoucí bakalářské práce Ing. Karel Sýkora

Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2012

Datum odevzdání bakalářské práce 24. 5. 2013

V Brně dne 30. 11. 2012

uz. Marcela Karmazinová
doc. Ing. Marcela Karmazinová, CSc.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT



Podklady a literatura

1. Rozměry hřišť pro běžné sporty.
2. ČSN EN 1993 (731401), Navrhování ocelových konstrukcí.
3. Literatura podle doporučení vedoucího bakalářské práce.
4. Odborné publikace v časopisech a sbornících, které se vztahují k řešené problematice, podle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Vypracujte návrh nosné konstrukce sportovní haly pro běžné sporty (házená, malý fotbal, tenis, volejbal, košíková) o půdorysných rozměrech cca 36 m x 48 m a světlé výšce cca 8 m. Konstrukci navrhnete pro oblast Opava.

Předepsané přílohy:

1. Technická zpráva obsahující základní charakteristiky navržené konstrukce, požadavky na materiál, spojovací prostředky, montáž a ochranu.
2. Statický výpočet hlavních nosných prvků a částí konstrukce.
3. Výkresová dokumentace obsahující zejména dispoziční výkres, výkres vybraných konstrukčních dílců, charakteristické detaily podle pokynů vedoucího bakalářské práce.
4. Orientační výkaz spotřeby materiálu.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Karel Sýkora
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

V rámci této bakalářské práce se budu zabývat návrhem nosné konstrukce sportovní haly pro běžné sporty (házená, malý fotbal, tenis, volejbal, košíková) situovanou v oblasti města Opava, přičemž půdorysné rozměry této konstrukce jsou cca 36 m x 48 m a světlé výšce cca 8 m. Příčnou vazbu haly tvoří příhradové rámy výšky 3 m, které jsou uloženy na uloženy kloubově na čepovém spoji. Vazbu mezi nosnými příhradovými rámy zajišťují v podélném směru vzpěrkové vaznice, které pokračují i ve stěnových částech nosné konstrukce. Prostorové ztužení zajišťují příčné ztužidla a vzpěrky vaznic.

Klíčová slova

sportovní hala, konstrukce, příčná vazba, příhradový rám, vzpěrková vaznice, ztužidlo, vaznice

Abstract

This bachelor's thesis deals with a project of roof load-bearing structure of a sports hall situated nearby the city of Opava. The sports hall would be designed for common sports such as handball, football, tennis, volleyball or basketbal. Groun plan scantlings of the construction are of 36 x 48 m and clearance of 8 m. Hall travers bond is composed of 3 m high lattice frames that are hinge-connected to a housed joint. Accouplement between the supporting lattice frames is done due to longitudinal effective purline which continue to the wall-mounted parts of the structure. Spatial rigidity is made safe due to sway bracings and purline.

Keywords

sports hall, structure, construction, transverse bond, lattice frame, furline, brace

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 23.5.2013

.....
podpis autora

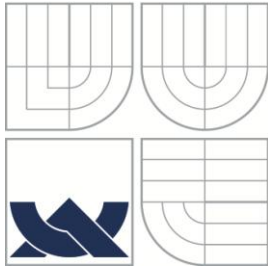
David Hellebrand

Bibliografická citace VŠKP

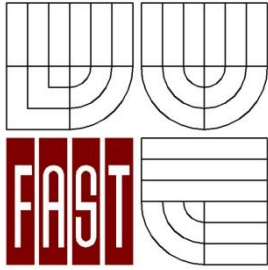
HELLEBRAND, David. *Sportovní hala*. Brno, 2013. 85 s., 26 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Karel Sýkora.

Poděkování

Mé veliké díky patří vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Karlovi Sýkorovi za jeho odborné rady, které mi byly přínosem, a čas strávených při konzultacích.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

STATICKÝ VÝPOČET

STRUCTURAL ANALYSIS

OBSAH

1. Statický výpočet hlavních nosných prvků a částí konstrukce.
2. Technická zpráva obsahující základní charakteristiky navržené konstrukce, požadavky na materiál, spojovací prostředky, montáž a ochranu.
3. Výkresová dokumentace obsahující zejména dispoziční výkres, výkres vybraných konstrukčních dílců, charakteristické detaily podle pokynů vedoucího bakalářské práce.
4. Orientační výkaz spotřeby materiálu.

ÚVOD

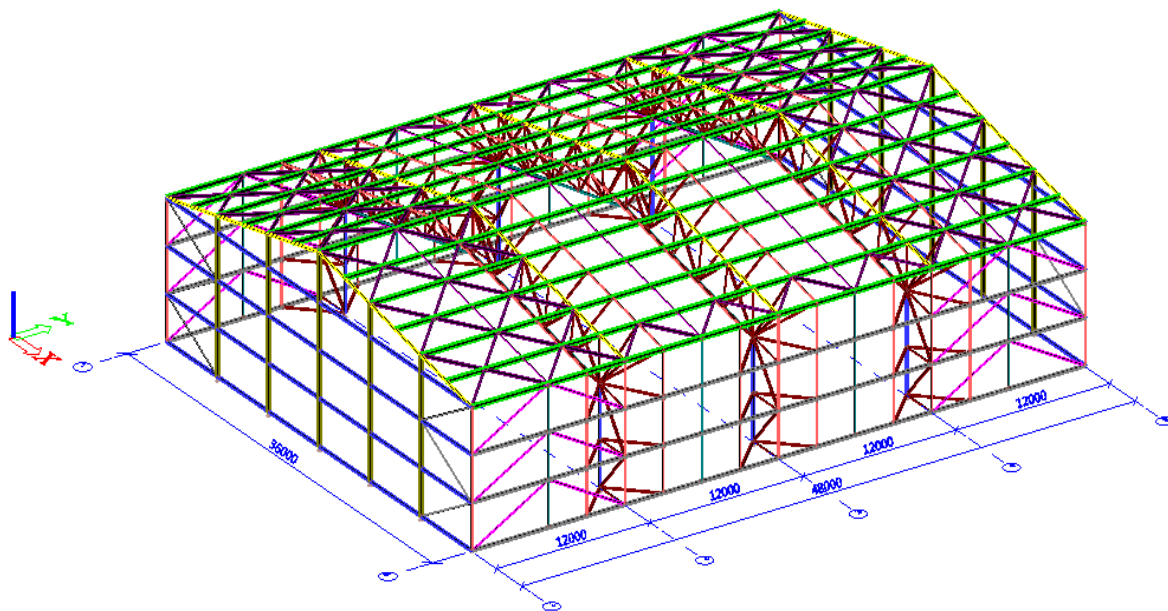
Tématem bakalářské práce je vyhotovit návrh nosné konstrukce sportovní haly pro běžné sporty o půdorysných rozměrech 36 m x 48 m a světlé výšce cca 8 m situované v oblasti Opava.

OBSAH

1	GEOMETRIE KONSTRUKCE	5
1.1	ROZMĚRY	5
1.2	VÝPOČTOVÝ MODEL.....	5
1.3	MATERIÁL	5
2	ZATÍŽENÍ	6
2.1	STÁLÉ ZATÍŽENÍ	6
2.1.1	Vlastní tíha.....	6
2.1.2	Stálé zatížení – plášť	6
2.2	NAHODILÉ ZATÍŽENÍ	6
2.2.1	Zatížení větrem	6
2.2.1.1	Podélný vítr	7
2.2.1.2	Vítr na stěny	9
2.3	ZATÍŽENÍ SNĚHEM	9
2.3.1	Sníh plný.....	9
2.3.2	Sníh poloviční	10
3	NÁVRH A POSUDKY KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ	11
3.1	VAZNICE.....	11
3.1.1	Zatěžovací stavy	11
3.1.1.1	Ostatní stálé	11
3.1.1.2	Sníh plný.....	11
3.1.1.3	Sníh poloviční (levý a pravý)	12
3.1.1.4	Vítr podélný.....	12
3.1.1.5	Vítr příčný	12
3.1.2	Posouzení krajního pole vaznice	13
3.1.2.1	Vnitřní síly	13
3.1.2.2	Posudek	14
	Posudek prvku na mezní stav použitelnosti	17
3.1.3	Posouzení vnitřního pole vaznice	17
3.1.3.1	Vnitřní síly	17
3.1.3.2	Posudek	19
3.2	VZPĚRKA	22
3.2.1	Statické schéma	22
3.2.2	Posouzení střešní vzpěrky	22
3.2.2.1	Vnitřní síly	22
3.2.2.2	Posudek	23
3.2.3	Posudek stěnové vzpěrky	25
3.2.3.1	Vnitřní síly	25
3.2.3.2	Posudek	25
3.3	VÝTZUŽNÝ PRUT VZPĚREK V ÚROVNI VAZNIC	27
3.3.1	Schéma	27
3.3.2	Posouzení	27

3.3.2.1	Vnitřní síly	27
3.3.2.2	Posudek	28
	Posudek na normálovou sílu	28
3.4	PŘÍČNÉ STŘEŠNÍ ZTUŽIDLO A OKAPOVÉ ZTUŽIDLO	30
3.4.1	Prostorové schéma	30
3.4.2	Posouzení ztužidel	30
3.4.2.1	Vnitřní síly	30
3.4.2.2	Posudek	31
3.5	TÁHLO VAZNICE	33
3.5.1	Posudek	33
3.5.1.1	Návrhová síla v táhlu	33
3.6	PŘÍHRADOVÝ RÁM	34
3.6.1	Schéma rámu	34
3.6.2	Návrh a posudky jednotlivých částí rámu	34
3.6.2.1	Horní pás	34
3.6.2.2	Dolní pás	37
3.6.2.3	Svislice	39
3.6.2.4	Diagonály	42
3.6.2.5	Vnitřní sloupek rámu	45
3.6.2.6	Vnější sloupek rámu	48
3.6.3	Posouzení rámu na mezní stav použitelnosti	49
3.7	STĚNOVÉ ZTUŽIDLO PŘÍČNÉ	50
3.7.1	Schéma ztužidla	50
3.7.2	Vnitřní síly	50
3.7.3	Posudek	51
3.8	PAŽDÍKY	52
3.8.1	Schéma paždíků	52
3.8.1.1	Vnitřní síly	52
3.8.1.2	Posudek	53
3.9	MEZISLOUPKY	55
3.9.1	Průhyb sloupu od účinků větru	55
	Spoje a detaily	str.54-71

1 GEOMETRIE KONSTRUKCE



1.1 Rozměry

délka konstrukce	48,0 m
šířka příčné vazby	36,0 m
vzdálenost příčných vazeb	12,0 m
výška konstrukce	12,3 m
sklon střechy	$\alpha = 10^\circ$

1.2 Výpočtový model

Konstrukce je řešena jako prostorový model v programu Scia Engineer.

1.3 Materiál

Ocel S355	$f_y = 355 \text{ MPa}$
	$f_u = 490 \text{ MPa}$

2 ZATÍŽENÍ

2.1 Stálé zatížení

2.1.1 Vlastní tíha

generováno programem Scia Engineer

2.1.2 Stálé zatížení – plášť

Stálé zatížení od pláště

střešní panely Kingspan KS1000FF $g_n = 0,26 \text{ kN/m}^2$

stěnové panely Kingspan KS1000FH $g_n = 0,254 \text{ kN/m}^2$

2.2 Nahodilé zatížení

2.2.1 Zatížení větrem

Lokalita – Brno: II. větrová oblast: $v_{b,0} = 25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

kategorie terénu III.–oblast pravidelně pokrytá vegetací, budovami nebo překážkami

základní rychlost větru $C_{\text{season}} = 1$, součinitel ročního období

$C_{\text{dir}} = 1$, součinitel směru větru

$$V_b = C_{\text{dir}} \cdot C_{\text{season}} \cdot V_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 25 = 25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

kategorie drsnosti terénu II. $Z_{\text{min}} = 5 \text{ m}$

$$Z_0 = 0,3 \text{ m}$$

$$Z_{0,\text{II}} = 0,05 \text{ m}$$

$$Z = 12,313 \text{ m}$$

součinitel terénu $K_r = 0,19 (z_0/0,05)^{0,07} = 0,215$

součinitel drsnosti $C_r(z) = k_r \cdot \ln(\max(z, Z_{\text{min}})/z_0) = 0,706$

součinitel ortografie $C_0(z) = 1$

střední rychlost větru $v_m = C_r(z) \cdot C_0(z) \cdot v_b = 0,706 \cdot 1 \cdot 25 = 17,65 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$

měrná hmotnost vzduchu $\rho = 1,25 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

základní dynamický tlak větru

$$q_{(z)} = [1+7\cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = [1+7\cdot 0,26] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 17,75^2 = 0,555 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$$

součinitel turbulence $k_1 = 1$

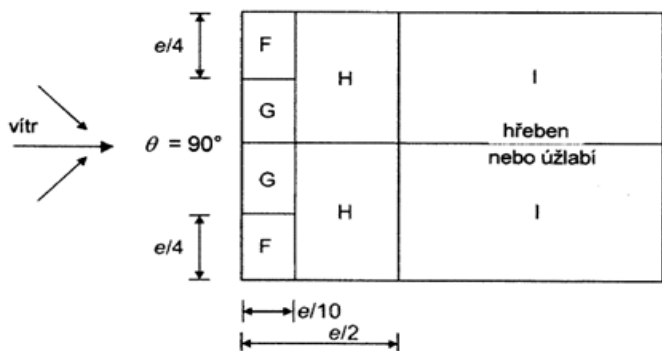
intenzita turbulence $I_v(z) = k_1 \cdot C_0 / \ln(\max(z, z_{\min})/z_0) = 0,25$

střešní plocha vystavená působení větru $> 10 \text{ m}^2 \implies C_{pe,10}$

charakteristická hodnota zatížení větrem $w_e = q_p \cdot C_{pe,10}$

$$w_e = 0,555 \cdot C_{pe,10} \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$$

2.2.1.1 Podélný vítr



c) Směr větru $\theta = 90^\circ$

$$e = \min(b; 2h) = \min(48; 2 \cdot 12,32) = 24,64 \text{ m}$$

$$e/4 = 6,16 \text{ m}$$

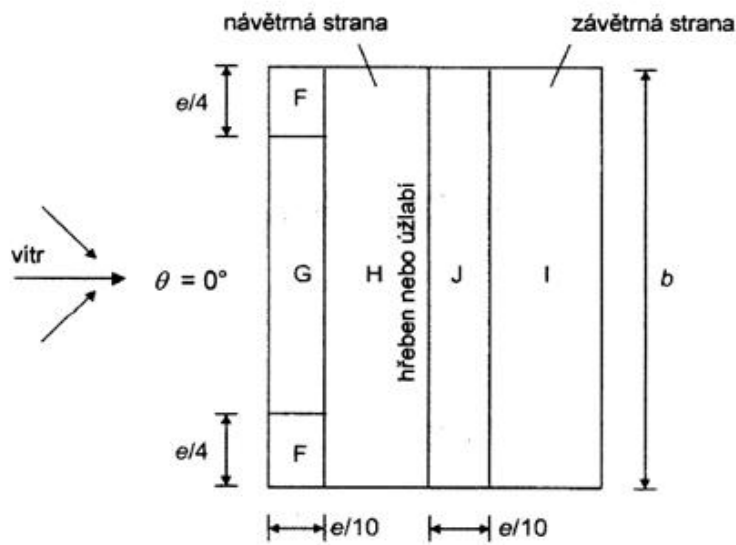
$$e/10 = 2,46 \text{ m}$$

Příčný vítr		
oblast	$c_{pe,10}$	$w_e \text{ (kN}\cdot\text{m}^{-2})$
F	-1,45	-0,8
G	-1,3	-0,72
H	-0,65	-0,36
I	-0,55	-0,31

(sání-; tlak+)

Zdroj: ČSN EN 1991-1-4 str. 39

2.2.1.1.1 Příčný vítr



$$e = \min(b; 2h) = \min(48; 2 \cdot 12,32) = 24,64 \text{ m}$$

$$e/4 = 6,16 \text{ m}$$

$$e/10 = 2,46 \text{ m}$$

Zdroj: ČSN EN 1991-1-4 str. 39

b) Směr větru $\theta = 0^\circ$

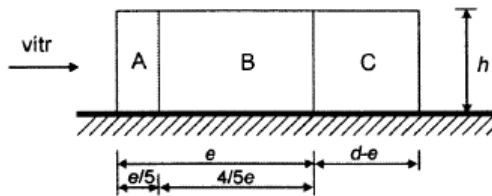
Pod. vítr SÁNÍ		
oblast	cpe,10	w _e (kN·m ⁻²)
F	-1,3	-0,72
G	-1	-0,555
H	-0,45	-0,25
I	-0,5	-0,28
J	-0,4	-0,222

Pod. vítr TLAK		
oblast	cpe,10	w _e (kN·m ⁻²)
F	0,1	0,555
G	0,1	0,555
H	0,1	0,555
I	0	0
J	0	0

⇒ 4 zatěžovací stavy → viz vaznice

2.2.1.2 Vítr na stěny

Pohled pro $e < d$



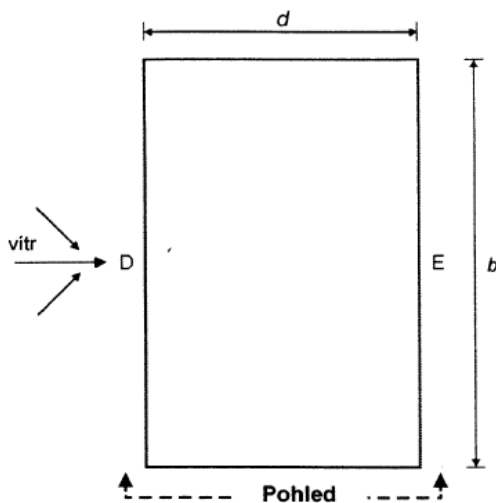
$$h/d = 12,313/36 = 0,342 \Rightarrow$$

\Rightarrow interpolace (mezi 0,25-1,00)

$$e = 24,64 \text{ m}; d = 36 \text{ m}; e < d$$

$$e/5 = 4,89 \text{ m}$$

Půdorys



Vítr na stěny		
oblast	$c_{pe,10}$	w_e (kN·m ⁻²)
A	-1,2	-0,67
B	-0,87	-0,48
C	-0,5	-0,28
D	0,71	0,39
E	-0,32	-0,18

Obr.: EC 1991-1-4 str. 19

2.3 Zatížení sněhem

lokality Opava - II. sněhová oblast

charakteristická hodnota

$$S_k = 1,0 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

topografie normální

tepelný součinitel

$$C_t = 1,0 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$$

součinitel expozice

$$C_e = 1,0 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$$

úhel sklonu střechy 10°

tvarový součinitel

$$\mu_1 = 0,8$$

2.3.1 Sníh plný

$$S = S_k \cdot \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

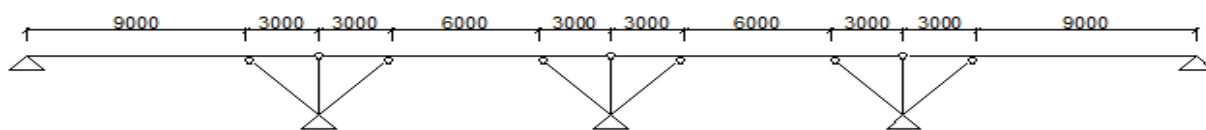
2.3.2 Sníh poloviční

$$S = S_k \cdot \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2} / 2 = 0,4 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

3 NÁVRH A POSUDKY KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ

3.1 Vaznice

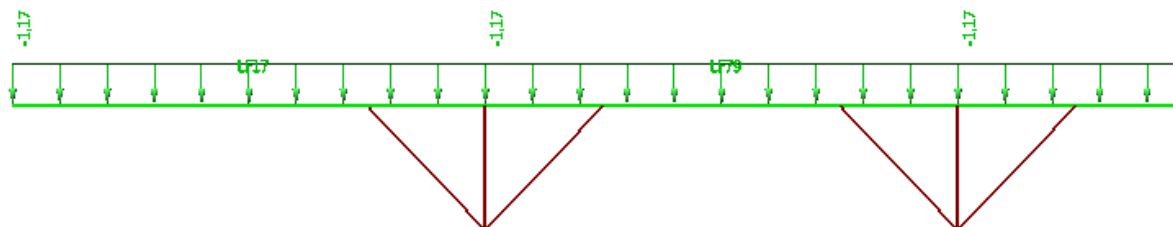
Statické schéma – vzpěrková vaznice



3.1.1 Zatěžovací stavy

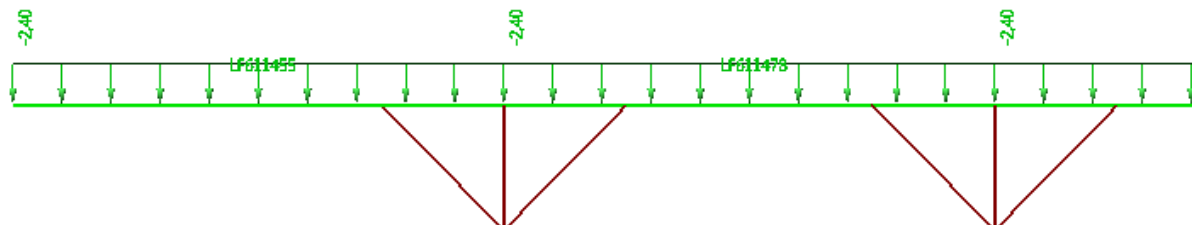
3.1.1.1 Ostatní stálé

$$q=1,17 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$$



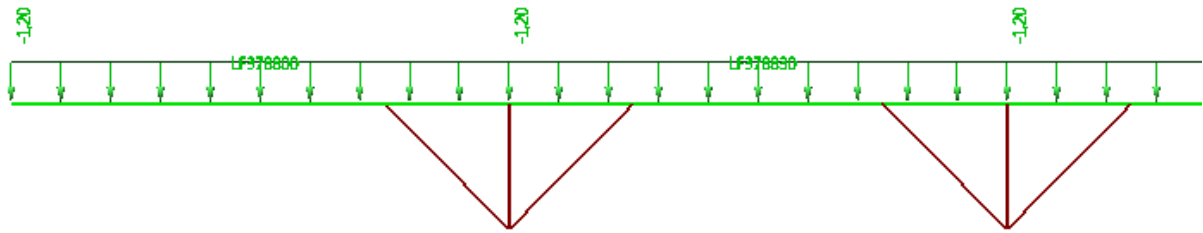
3.1.1.2 Snih plný

$$q= 2,4 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$$



3.1.1.3 Sníh poloviční (levý a pravý)

$$q = 2,4/2 = 1,2 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$$



3.1.1.4 Vítr podélný

viz zatížení

3.1.1.5 Vítr příčný

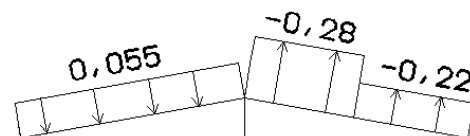
viz zatížení

4 zatěžovací stavy:

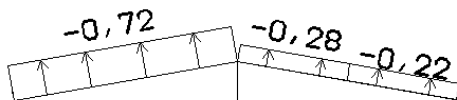
TLAK - TLAK



TLAK - SÁNÍ



SÁNÍ -SÁNÍ



SÁNÍ - TLAK



3.1.2 Posouzení krajního pole vaznice

3.1.2.1 Vnitřní síly

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B730	MSU/1	0,000	-81,14	0,00	12,89	0,00	0,00	0,00
B746	MSU/2	9,000	154,97	1,45	3,64	0,01	14,13	-0,05
B746	MSU/1	6,000	-55,46	-3,40	-5,46	0,01	64,72	-3,19
B746	MSU/1	6,000	108,83	2,48	-8,69	0,01	64,52	-3,19
B746	MSU/3	9,000	115,55	-0,41	-25,72	0,01	13,09	-0,10
B746	MSU/2	0,000	-47,81	2,33	27,72	0,01	0,00	0,00
B730	MSU/4	0,000	-52,81	0,15	7,58	-0,01	0,00	0,00
B730	MSU/2	6,000	94,61	-0,04	15,71	0,00	-22,17	0,04
B746	MSU/2	4,667	-47,81	-2,12	1,75	0,01	68,77	0,49
B746	MSU/5	2,667	-46,18	-0,21	10,52	0,01	40,29	2,83

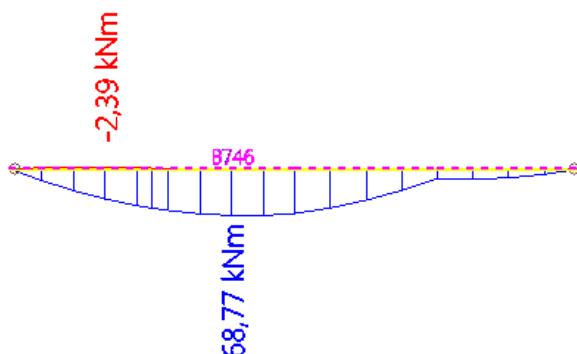
Klíč kombinací – pouze kombinace posuzovaných vnitřních sil

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení
LC1		Stálé	LG1	Vlastní tíha
LC2	tíha střešní panely	Stálé	LG1	Standard
LC3	tíha stěnové panely	Stálé	LG1	Standard
LC5	sníh plný	Nahodilé	LG3	Statické
LC11	sníh poloviční pravý	Nahodilé	LG3	Statické
LC6	sníh poloviční levý	Nahodilé	LG3	Statické
LC4	podélný vítr-střecha	Nahodilé	LG2	Statické
LC7	příčný vítr; tlak-tlak	Nahodilé	LG2	Statické
LC8	příčný vítr; tlak-sání	Nahodilé	LG2	Statické
LC9	příčný vítr; sání-sání	Nahodilé	LG2	Statické
LC10	příčný vítr; sání-tlak	Nahodilé	LG2	Statické

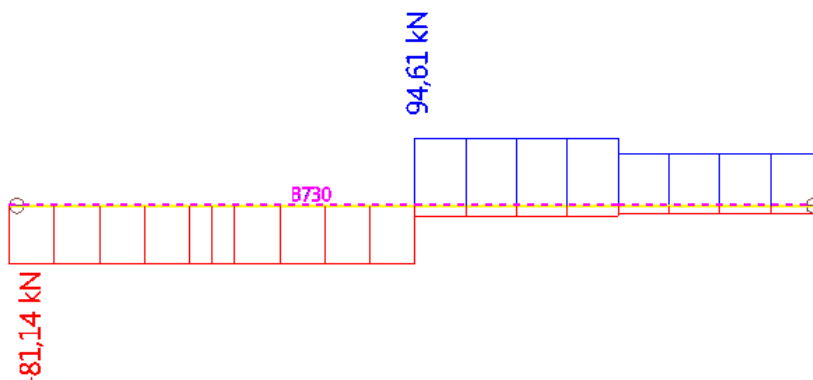
Normálová síla: MSU/1 = LC1 LC1*1,35+LC2*1,35+LC3*1,35+ LC5*1,5

Ohybový moment My: MSU/2 = LC1*1,35+LC2*1,35+LC3*1,35+LC5*1,5+LC7*0,9

3.1.2.1.1 Ohybový moment (obálka)



3.1.2.1.2 Normálové síly (obálka)



3.1.2.2 Posudek

Jméno	Vaznice krajní pole	
Typ	IPE3000	
Zdroj hodnot	Arcelor / Structural shapes / CD Edition 01-2004	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Vzpěr y-y, z-z	a	b
A [m ²]	6,2800e-03	
A y, z [m ²]	3,3305e-03	2,2676e-03
I y, z [m ⁴]	9,9940e-05	7,4570e-06
I w [m ⁶], t [m ⁴]	1,5770e-07	3,1060e-07
W _{el} y, z [m ³]	6,5750e-04	9,8120e-05
W _{pl} y, z [m ³]	7,4380e-04	1,5260e-04
d y, z [mm]	0	0
c YLSS, ZLSS [mm]	76	152
alfa [deg]	0,00	
AL [m ² /m]	1,1738e+00	

Posudek prvku na mezní stav únosnosti (maximální ohybový moment)

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky
poměr 31.08 v místě

poměr		
maximální poměr	1	26.85
maximální poměr	2	30.92
maximální poměr	3	34.17

==> Třída průřezu 3
Poměr šířky ke tloušťce pro odstávající pásnice
poměr 4.49 v místě

poměr		
maximální poměr	1	7.32
maximální poměr	2	8.14
maximální poměr	3	11.39

==> Třída průřezu 1
Kritický posudek v místě 4.667 m

Vnitřní síly		
N _{Ed}	-55.46	kN
V _{y,Ed}	-2.12	kN
V _{z,Ed}	1.76	kN
T _{Ed}	0.01	kNm
M _{y,Ed}	67.18	kNm
M _{z,Ed}	0.49	kNm

Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly
Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce (6.41)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MNV _{y,Rd}	264.05	kNm
MNV _{z,Rd}	54.17	kNm

alfa 2.00 beta 1.00
Jedn. posudek 0.07 -

Posudek ohybového momentu (M_y)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Mc,Rd	264.05	kNm
Jedn. posudek	0.25	-

Posudek ohybového momentu (M_z)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Mc,Rd	54.17	kNm
Jedn. posudek	0.01	-

Posudek na smyk (V_y)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce (6.17)

Tabulka hodnot		
V _{c,Rd}	830.33	kN
Jedn. posudek	0.00	-

Posudek na smyk (V_z)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce (6.17)

Tabulka hodnot		
V _{c,Rd}	594.75	kN
Jedn. posudek	0.00	-

....:POSUDEK STABILITY:....

Posudek klopení

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. a vzorce (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
W _y	6.5750e-04	m ³
Pružný kritický moment M _{cr}	145.94	kNm
Relativní štíhlost Lambda _{LT}	1.26	
Mezní štíhlost Lambda _{LT,0}	0.40	
Křivka klopení	a	
Imperfekce Alfa _{LT}	0.21	
Redukční součinitel Chi _{LT}	0.49	
Únosnost na vzpěr Mb _{Rd}	114.52	kNm
Jedn. posudek	0.59	-

Jedn. posudek (6.61) = 0.03 + 0.57 + 0.08 = 0.69
Jedn. posudek (6.62) = 0.15 + 0.58 + 0.08 = 0.81

VYHOVÍ NA
ÚNOSNOST

Posudek prvku na mezní stav únosnosti (maximální normálová síla)

Posudek pevnosti v prostorovém vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	9.000	6.000	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	9.000	6.000	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	2557.25	429.32	kN
Štíhlost	71.34	174.12	
Relativní štíhlost Lambda	0.93	2.28	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	a	b	
Imperfekce Alfa	0.21	0.34	
Redukční součinitel Chi	0.71	0.17	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	1586.00	369.11	kN

Vnitřní síly		
NEd	-81.14	kN
Vy,Ed	0.00	kN
Vz,Ed	-20.10	kN
TEd	0.00	kNm
My,Ed	-21.61	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm

Tabulka hodnot		
A	6.2800e-03	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	369.11	kN
Jedn. posudek	0.22	-

Posudek na tlak s ohybem

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)
Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
kyy	0.926	
kyz	1.132	
kzy	0.741	
kzz	1.132	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	6.2800e-03	m ²
Wy	6.5750e-04	m ³
Wz	9.8120e-05	m ³
NRk	2229.40	kN
My,Rk	233.41	kNm
Mz,Rk	34.83	kNm
My,Ed	-21.85	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	0.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.901	
Cmz	1.000	
CmLT	0.616	

....:POSUDEK STABILITY:....

Posudek klopení

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. a vzorce (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
Wy	6.5750e-04	m ³
Pružný kritický moment Mcr	213.66	kNm
Relativní štíhlost Lambda,LT	1.05	
Mezní štíhlost Lambda,LT,0	0.40	

Parametry Mcr		
Délka klopení	6.000	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.76	
C2	0.80	
C3	0.41	

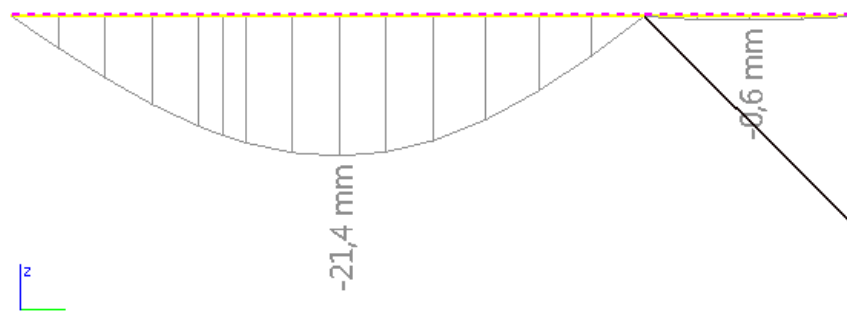
Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1

Jedn. posudek (6.61) = 0.05 + 0.09 + 0.00 = 0.14

Jedn. posudek (6.62) = 0.22 + 0.07 + 0.00 = 0.29

VYHOVÍ NA ÚNOSNOST

Posudek prvku na mezní stav použitelnosti



$$\delta = 21,4 \text{ mm} < \frac{l}{200} = \frac{9000}{200} = 45 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

3.1.3 Posouzení vnitřního pole vaznice

3.1.3.1 Vnitřní síly

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
<small>*Studentská verze: *Studentká verze: *Studentká verze: *Studentká verze: *Studentká verze: *Studentká verze: *Studentká v</small>								
B759	MSU/1	3,000	-64,80	1,39	16,53	0,00	-17,35	-0,70
B759	MSU/2	9,000	123,39	1,58	11,76	0,00	-11,76	-0,72
B759	MSU/4	3,000	91,15	-1,59	-10,43	0,00	-13,41	-0,75
B759	MSU/4	9,000	102,47	1,59	9,00	0,00	-9,12	-0,75
B1538	MSU/3	3,000	73,15	-1,57	-16,09	0,00	-24,74	-0,68
B1538	MSU/3	3,000	37,18	1,37	18,98	0,00	-24,70	-0,69
B759	MSU/2	3,000	-63,11	1,39	16,96	0,00	-17,62	-0,72
B759	MSU/1	9,000	122,89	1,58	11,40	0,00	-11,37	-0,70
B759	MSU/3	6,000	-55,89	1,28	0,50	0,00	9,99	-0,56
B759	MSU/4	9,000	-49,70	-1,40	-11,53	0,00	-9,10	-0,75
B1538	MSU/1	1,500	61,79	-0,20	-7,88	0,00	-6,11	0,71

Klíč kombinací – pouze kombinace posuzovaných vnitřních sil

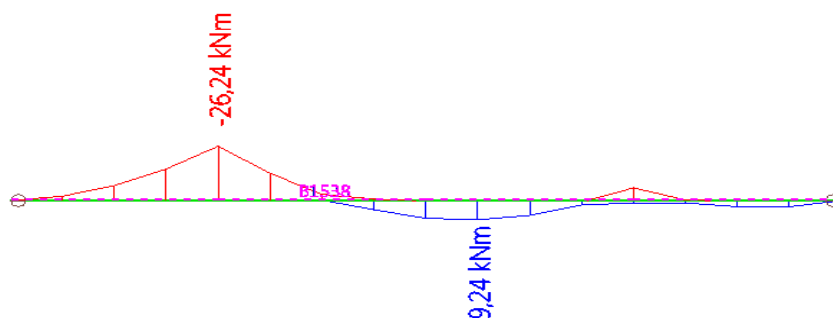
Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení
<i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská</i>				

LC1		Stálé	LG1	Vlastní tíha
LC2	tíha střešní panely	Stálé	LG1	Standard
LC3	tíha stěnové panely	Stálé	LG1	Standard
LC5	sníh plný	Nahodilé	LG3	Statické
LC11	sníh poloviční pravý	Nahodilé	LG3	Statické
LC6	sníh poloviční levý	Nahodilé	LG3	Statické
LC4	podélný vítr-střecha	Nahodilé	LG2	Statické
LC7	příčný vítr; tlak-tlak	Nahodilé	LG2	Statické
LC8	příčný vítr; tlak-sání	Nahodilé	LG2	Statické
LC9	příčný vítr; sání-sání	Nahodilé	LG2	Statické
LC10	příčný vítr; sání-tlak	Nahodilé	LG2	Statické

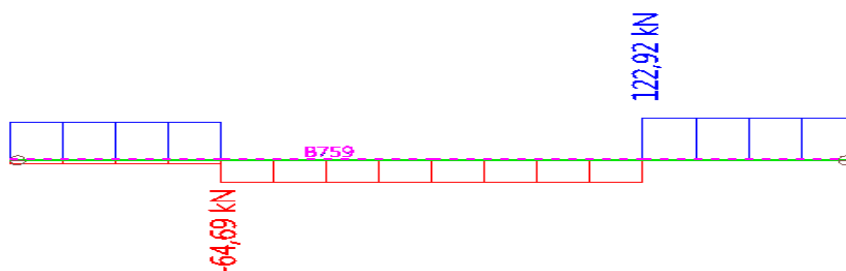
Normálová síla: $MSU/1 = LC1 \cdot 1,35 + LC2 \cdot 1,35 + LC3 \cdot 1,35 + LC5 \cdot 1,5$

Ohybový moment My : $MSU/3 = LC1 \cdot 1,35 + LC2 \cdot 1,35 + LC3 \cdot 1,35 + LC6 \cdot 1,5 + LC8 \cdot 0,9$

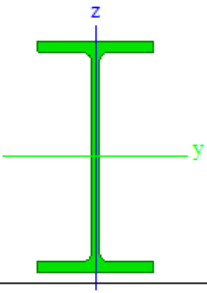
3.1.3.1.1 Ohybový moment



3.1.3.1.2 Normálová síla



3.1.3.2 Posudek

Jméno	Vaznice středové pole	
Typ	IPE180	
Zdroj hodnot	Arcelor / Structural shapes / CD Edition 01-2004	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Vzpěr y-y, z-z	a	b
		
A [m ²]	2,3900e-03	
A _{y, z} [m ²]	1,2500e-03	8,8076e-04
I _{y, z} [m ⁴]	1,3170e-05	1,0090e-06
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	7,4300e-09	4,7900e-08
W _{el y, z} [m ³]	1,4630e-04	2,2160e-05
W _{pl y, z} [m ³]	1,6640e-04	3,4600e-05
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YLSS, ZLSS} [mm]	46	90
alfa [deg]	0,00	
AL [m ² /m]	6,9788e-01	

Posudek prvku na mezní stav únosnosti

...:POSUDEK PRŮŘEZU:...

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky (poměr 27.55 v místě

poměr		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve</i>		
maximální poměr	1	26.85
maximální poměr	2	30.92
maximální poměr	3	41.30

==> Třída průřezu 2

Poměr šířky ke tloušťce pro odstávající pásnice (I poměr 4.23 v místě

poměr		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve</i>		
maximální poměr	1	7.32
maximální poměr	2	8.14
maximální poměr	3	11.49

==> Třída průřezu 1

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce (6.41)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve</i>		
MNVy,Rd	59.07	kNm
MNVz,Rd	12.28	kNm

alfa 2.00 beta 1.00
Jedn. posudek 0.09

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

...:POSUDEK STABILITY:...

Posudek pevnosti v prostorovém vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Parametry vzpěru	YY	ZZ	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>			
Typ posuvných styčniců	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	6.000	3.000	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	6.000	3.000	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	758.23	232.36	kN
Štíhlost	80.83	146.01	
Relativní štíhlost Lambda	1.06	1.91	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	a	b	
Imperfekce Alfa	0.21	0.34	
Redukční součinitel Chi	0.63	0.23	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	530.42	192.66	kN

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve</i>		
A	2.3900e-03	m^2
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	192.66	kN
Jedn. posudek	0.34	-

Posudek na smyk (Vy)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce (6.17)

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve</i>		
Vc,Rd	311.70	kN
Jedn. posudek	0.00	-

Posudek na smyk (Vz)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce (6.17)

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve</i>		
Vc,Rd	229.64	kN
Jedn. posudek	0.06	-

Posudek ohybového momentu (My)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve</i>		
Mc,Rd	59.07	kNm
Jedn. posudek	0.19	-

Posudek ohybového momentu (Mz)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve</i>		
Mc,Rd	12.28	kNm
Jedn. posudek	0.06	-

Posudek klopení

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. a vzorce (6.54)

Parametry klopení		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
Metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
Wy	1.6640e-04	m ³
Pružný kritický moment M _{cr}	67.75	kNm
Relativní štíhlost Lambda,LT	0.93	
Mezní štíhlost Lambda,LT,0	0.40	
Křivka klopení	a	
Imperfekce Alfa,LT	0.21	
Redukční součinitel Chi,LT	0.71	
Únosnost na vzpěr Mb,Rd	42.02	kNm
Jedn. posudek	0.27	-

Parametry M _{cr}		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
Délka klopení	3.000	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.88	
C2	0.34	
C3	1.00	

Posudek na tlak s ohybem

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)
Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student</i>		
k _{yy}	0.585	
k _{yz}	0.458	
k _{zy}	0.874	
k _{zz}	0.763	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	2.3900e-03	m ²
Wy	1.6640e-04	m ³
Wz	3.4600e-05	m ³
NR _k	848.45	kN
My,R _k	59.07	kNm
Mz,R _k	12.28	kNm
My,Ed	-17.35	kNm
Mz,Ed	-0.70	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	0.655	
Psi z	0.816	
C _{my}	0.533	
C _{mz}	0.519	
C _{mLT}	0.517	

Jedn. posudek (6.61)

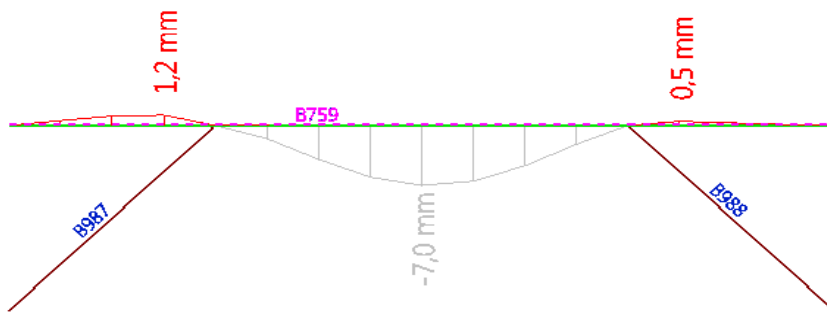
$$= 0.12 + 0.24 + 0.03 = 0.39$$

Jedn. posudek (6.62)

$$= 0.34 + 0.36 + 0.04 = 0.74$$

VYHOVÍ NA
ÚNOSNOST

Posudek prvku na mezní stav použitelnosti

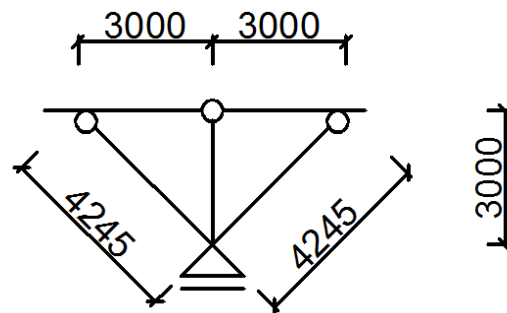


$$\delta = 7,0 \text{ mm} < \frac{l}{200} = \frac{6000}{200} = 30 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

3.2 Vzpěrka

3.2.1 Statické schéma



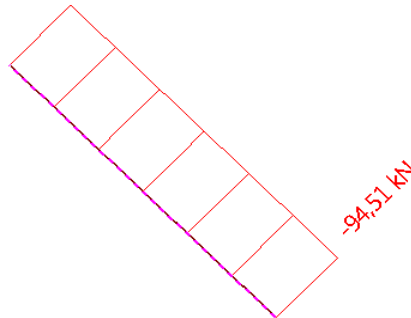
3.2.2 Posouzení střešní vzpěrky

3.2.2.1 Vnitřní síly

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B1267	MSU/1	0,000	-94,51	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00
B1258	MSU/2	4,275	27,91	0,00	-0,28	0,00	0,00	0,00
B1126	MSU/3	0,000	-29,97	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00
B817	MSU/4	4,243	-42,48	0,00	-0,29	0,00	0,00	0,00
B811	MSU/5	4,933	-52,78	0,00	-0,47	0,00	0,00	0,00
B811	MSU/5	0,000	-53,34	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00
B1259	MSU/6	0,000	-59,71	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00
B814	MSU/6	0,000	-90,87	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00
B811	MSU/7	0,000	-67,10	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00
B811	MSU/5	2,467	-53,06	0,00	0,00	0,00	0,58	0,00
B811	MSU/6	0,000	-62,36	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00

KOMBINACE MSU/1 = LC1 LC1*1,35+LC2*1,35+LC3*1,35+ LC5*1,5

3.2.2.1.1 Normálová síla



3.2.2.2 Posudek

Nejvíce využitá vzpěrka (v místě rámového rohu -> odlišná délka – 4,933 m)

Jméno	Vzpěrka	
Typ	2LT	
Detailní	RSEA90/90/6; 5	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Vzpěr y-y, z-z	b	b
A [m ²]	2,1208e-03	
A y, z [m ²]	1,0604e-03	1,0604e-03
I y, z [m ⁴]	1,6196e-06	3,1211e-06
I w [m ⁶], t [m ⁴]	0,0000e+00	2,5056e-08
Wey, z [m ³]	2,4580e-05	3,3742e-05
Wpl y, z [m ³]	4,5064e-05	5,6430e-05
d y, z [mm]	0	0
c YLSS, ZLSS [mm]	-3	24
alfa [deg]	0,00	
AL [m ² /m]	7,0223e-01	

Vnitřní síly		
	Studentská verze	*Student
NEd	-91.93	kN
Vy,Ed	0.47	kN
Vz,Ed	0.00	kN
TEd	0.00	kNm
My,Ed	0.00	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm

Pozn: Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována. Průřez se posoudí jako pružný, třída 3.

Posudek na osovou sílu

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.3. a vzorce (6.5)

Tabulka hodnot		
Nt,Rd	577.93	kN
Jedn. posudek	0.08	-

Posudek ohybového momentu (My)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)

Klasifikace průřezu je 3.

Tabulka hodnot		
Mc,Rd	7.54	kNm
Jedn. posudek	0.04	-

POSUDEK NA ÚNOSNOST

Jedn. posudek 0.12 -

...:POSUDEK STABILITY:...:

Posudek pevnosti v prostorovém vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	4.933	4.933	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	4.933	4.933	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	265.81	137.94	kN
Štíhlost	128.59	178.51	
Relativní štíhlost Lambda	1.68	2.34	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce Alfa	0.34	0.34	
Redukční součinitel Chi	0.28	0.16	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	212.95	119.11	kN

Tabulka hodnot		
A	2.1208e-03	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	119.11	kN
Jedn. posudek	0.77	-

Jedn. posudek (6.61) = 0.43 + 0.00 + 0.09 = 0.52

Jedn. posudek (6.62) = 0.77 + 0.00 + 0.09 = 0.86

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

VYHOVÍ NA ÚNOSNOST

3.2.3 Posudek stěnové vzpěrky

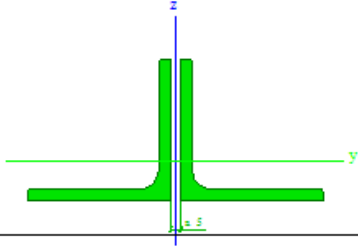
3.2.3.1 Vnitřní síly

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská v</i>								
B1271	MSU/9	0,000	-31,02	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00
B810	MSU/3	4,275	46,09	-0,22	0,00	0,00	0,00	0,00
B806	MSU/4	4,243	0,07	-0,26	0,00	0,00	0,00	0,00
B806	MSU/4	0,000	0,07	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00
B838	MSU/3	0,000	46,07	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00
B810	MSU/3	0,000	46,03	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00
B806	MSU/7	0,000	23,08	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00
B806	MSU/8	0,000	7,29	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00
B810	MSU/4	2,138	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28

KOMBINACE MSU/9

MSU/3

3.2.3.2 Posudek

Jméno	Vzpěrka stěnová	
Typ	2LT	
Detailní	RSEA70/70/6; 5	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
vzpěr y-y, z-z	b	b
		
A [m ²]	1,6381e-03	
A y, z [m ²]	8,1907e-04	8,1907e-04
I y, z [m ⁴]	7,5384e-07	1,5400e-06
I w [m ⁶], t [m ⁴]	0,0000e+00	1,9296e-08
Wey, z [m ³]	1,4900e-05	2,1241e-05
Wpl y, z [m ³]	2,7046e-05	3,5886e-05
d y, z [mm]	0	0
c YLSS, ZLSS [mm]	-3	19
alfa [deg]	0,00	
AL [m ² /m]	5,4805e-01	

Tažený prut

Posudek na osovou sílu

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.3. a vzorce (6.5)

(Ned = 46,09kN)

Tabulka hodnot		
Nt,Rd	413.73	kN
Jedn. posudek	0.11	-

Tlačený prut

....: POSUDEK PRŮŘEZU:....

Pozn: Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována.

(Ned = -31,01kN)

Průřez se posoudí jako pružný, třída 3.

Kritický posudek v místě 0.000 m

Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2 a vzorce (6.1)

Klasifikace průřezu je 3.

Tabulka hodnot		
sigma N	18.9	MPa
sigma Myy	0.0	MPa
sigma Mzz	0.0	MPa
Tau y	0.0	MPa
Tau z	0.5	MPa
Tau t	0.0	MPa

ro 0.00 místo 19

Jedn. posudek 0.05

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

Posudek prostorového vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Tabulka hodnot		
Vzpěrná délka pro prostorový vzpěr	4.275	m
Ncr,T	1113.01	kN
Ncr,TF	85.47	kN
Relativní štíhlost Lambda,T	2.61	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	
Vzpěr. křivka	b	
Imperfekce Alfa	0.34	
A	1.6381e-03	m ²
Redukční součinitel Chi	0.13	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	75.09	kN
Jedn. posudek	0.41	-

Jedn. posudek (6.61) = 0.22 + 0.05 + 0.00 = 0.26

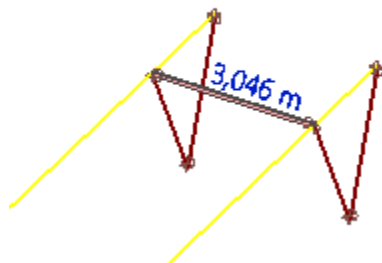
Jedn. posudek (6.62) = 0.41 + 0.04 + 0.00 = 0.46

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

VYHOVÍ NA ÚNOSNOST

3.3 Výztužný prut vzpěrek v úrovni vaznic

3.3.1 Schéma



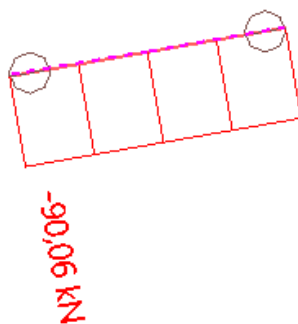
3.3.2 Posouzení

nejvíce namáhaný prut

3.3.2.1 Vnitřní síly

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B3347	MSU/1	3,046	-90,06	0,00	-0,13	-0,28	0,00	0,00
B1687	MSU/2	0,000	52,66	0,00	0,16	-0,06	0,00	0,00
B3333	MSU/3	0,000	-71,66	0,00	0,13	0,29	0,00	0,00
B3309	MSU/1	0,000	-89,93	0,00	0,13	-0,28	0,00	0,00
B1287	MSU/4	3,046	-16,44	0,00	-0,16	-0,03	0,00	0,00
B1287	MSU/4	0,000	-16,39	0,00	0,16	-0,03	0,00	0,00
B3347	MSU/5	0,000	-68,76	0,00	0,13	-0,28	0,00	0,00
B846	MSU/6	0,000	16,24	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00
B1287	MSU/4	1,523	-16,41	0,00	0,00	-0,03	0,12	0,00
B3333	MSU/3	1,523	-71,68	0,00	0,00	0,29	0,10	0,00
B3333	MSU/3	1,523	-71,68	0,00	0,00	0,29	0,10	0,00

3.3.2.1.1 Normálová síla



3.3.2.2 Posudek

Jméno	Spojení vzperek	
Typ	CFRHS80X60X4	
Zdroj hodnot	Rautaruukki Oyj / Structural Hollow Sections EN10219 / Ed.2007	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Vzpěr y-y, z-z	a	a

A [m ²]	1,0150e-03	
A _{y, z} [m ²]	4,3500e-04	5,8000e-04
I _{y, z} [m ⁴]	8,7920e-07	5,6120e-07
I _w [m ⁶], t [m ⁴]	5,3760e-10	1,1312e-06
W _{el y, z} [m ³]	2,1980e-05	1,8710e-05
W _{pl y, z} [m ³]	2,6990e-05	2,2120e-05
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YLSS, ZLSS} [mm]	30	40
alfa [deg]	0,00	
AL [m ² /m]	2,6620e-01	

Posudek na normálovou sílu

...: POSUDEK PRŮŘEZU: ...

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky
poměr 17.00 v místě

poměr		
maximální poměr	1	26.85
maximální poměr	2	30.92
maximální poměr	3	34.17

==> Třída průřezu 1
Kritický posudek v místě 3.046 m

Vnitřní síly		
N _{Ed}	-90.06	kN
V _{y,Ed}	0.00	kN
V _{z,Ed}	-0.13	kN
T _{Ed}	-0.28	kNm
M _{y,Ed}	0.00	kNm
M _{z,Ed}	0.00	kNm

Posudek na tlak

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce (Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
N _{c,Rd}	360.32	kN
Jedn. posudek	0.25	-

Posouzení kroucení

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.7. a vzorce (

Tabulka hodnot		
tau _{t,Rd}	205.9	MPa
tau _{t, Ed}	8.1	MPa
Jedn. posudek	0.04	-

Posudek na smyk (V_z)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. & 6.2.7 a

Tabulka hodnot		
V _{c,Rd}	114.18	kN
Jedn. posudek	0.00	-

2012

...: POSUDEK STABILITY:...

Posudek pevnosti v prostorovém vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>			
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3.046	3.046	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	3.046	3.046	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	196.37	125.34	kN
Štíhlost	103.50	129.55	
Relativní štíhlost Lambda	1.35	1.70	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0.21	0.21	
Redukční součinitel Chi	0.44	0.30	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	158.83	108.40	kN

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve</i>		
A	1.0150e-03	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	108.40	kN
Jedn. posudek	0.83	-

Posudek na tlak s ohybem

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studer</i>		
kyy	1.381	
kyz	0.999	
kzy	0.829	
kzz	1.665	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	1.0150e-03	m ²
Wy	2.6990e-05	m ³
Wz	2.2120e-05	m ³
NRk	360.32	kN
My,Rk	9.58	kNm
Mz,Rk	7.85	kNm
My,Ed	0.10	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	1.000	
Psi z	1.000	
Cmy	0.950	
Cmz	1.000	
CmLT	0.950	

$$\text{Jedn. posudek (6.61)} = 0.57 + 0.01 + 0.00 = 0.58$$

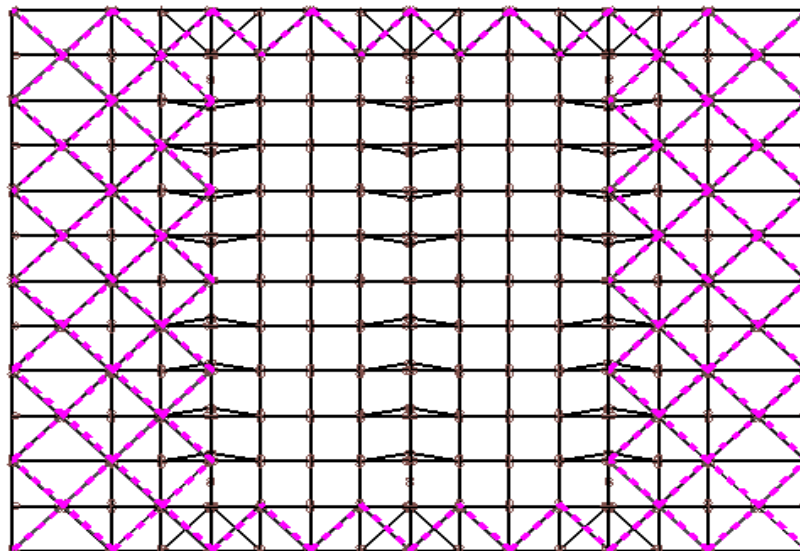
$$\text{Jedn. posudek (6.62)} = 0.83 + 0.01 + 0.00 = 0.84$$

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

VYHOVÍ NA ÚNOSNOST

3.4 Příčné střešní ztužidlo a okapové ztužidlo

3.4.1 Prostorové schéma



3.4.2 Posouzení ztužidel

3.4.2.1 Vnitřní síly

pro nejvíce namáhaný prvek

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]
B3632	MSU/1	0,000	-180,94	0,00
B3632	MSU/9	4,275	-18,56	0,00
B3632	MSU/11	0,000	-55,65	0,00
B3632	MSU/8	4,275	-74,93	0,00
B3632	MSU/8	0,000	-75,12	0,00
B3632	MSU/9	0,000	-18,70	0,00
B3632	MSU/6	0,000	-50,61	0,00
B3632	MSU/8	2,138	-75,03	0,00
B3632	MSU/12	0,000	-147,97	0,00

**Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská*

3.4.2.2 Posudek

Jméno	Příčné ztužidlo sřešní	
Typ	L 140X13	
Zdroj hodnot	Staalprofielen / deel 5 (Over)spannend staal / SG 1998	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Vzpěr y-y, z-z	b	b

A [m²]	3,5000e-03	
A y, z [m²]	1,4677e-03	1,4607e-03
I y, z [m⁴]	1,0100e-05	2,6200e-06
I YLSS, ZLSS [m⁴]	6,3800e-06	6,3800e-06
I w [m³], t [m³]	0,0000e+00	1,9553e-07
Wey, z [m³]	1,0203e-04	4,7236e-05
Wply, z [m³]	1,6210e-04	8,3051e-05
d y, z [mm]	-47	0
c YLSS, ZLSS [mm]	39	39
alfa [deg]	45,00	
IYZLSS [m⁴]	-3,7534e-06	
AL [m²/m]	5,4706e-01	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Poměr šířky ke tloušťce pro odstávající pásnice (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 2).
poměr 8.62 v místě 0.000 m

poměr		
maximální poměr	1	7.32
maximální poměr	2	8.14
maximální poměr	3	11.39

==> Třída průřezu 3
Poměr šířky ke tloušťce pro úhelníky (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 3).
poměr 10.77 v místě 0.000 m

poměr		
maximální poměr	1	9.36
maximální poměr	2	9.36
maximální poměr	3	12.20

==> Třída průřezu 4

Posudek pevnosti v prostorovém vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Parametry vzpěru	YY	ZZ	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>			
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	4.275	4.275	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	4.275	4.275	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	1145.17	297.06	kN
Štíhlost	79.59	156.27	
Relativní štíhlost Lambda	1.04	2.04	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce Alfa	0.34	0.34	
Redukční součinitel Chi	0.57	0.20	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	706.72	249.88	kN

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve</i>		
A	3.4710e-03	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	249.88	kN
Jedn. posudek	0.72	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student</i>		
Vzpěrná délka pro prostorový vzpěr	4.275	m
Ncr,T	2671.79	kN
Ncr,TF	941.16	kN
Relativní štíhlost Lambda,T	1.14	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	
Vzpěr. křivka	b	
Imperfekce Alfa	0.34	
A	3.4710e-03	m ²
Redukční součinitel Chi	0.51	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	630.93	kN
Jedn. posudek	0.29	-

Jedn. posudek (6.61) = 0.26 + 0.01 + 0.04 = 0.31

Jedn. posudek (6.62) = 0.72 + 0.01 + 0.04 = 0.78

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

VYHOVÍ NA ÚNOSNOST

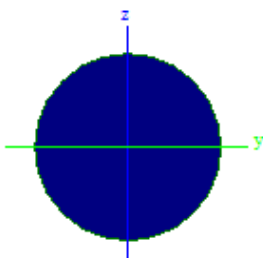
3.5 Táhlo vaznice

Uprostřed rozpětí vaznice, v tlaku se působení táhla neuvažuje

3.5.1 Posudek

3.5.1.1 Návrhová síla v táhlu

$$N_{ed} = 58,32 \text{ kN}$$

Jméno	Vzpěrka stěnová1	
Typ	RD16	
Zdroj hodnot	Stahl im Hochbau / 14.Auflage Band I / Teil 1	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Vzpěr y-y, z-z	c	c
Výpočet FEM	x	
		
A [m²]	2,0096e-04	
A _{y, z} [m²]	1,7082e-04	1,7082e-04
I _{y, z} [m⁴]	3,1496e-09	3,1496e-09
I _w [m⁶], t [m⁴]	0,0000e+00	6,2992e-09
W _{eI y, z} [m³]	3,9370e-07	3,9370e-07
W _{pI y, z} [m³]	6,7190e-07	6,7190e-07
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YLSS, ZLSS} [mm]	0	0
alfa [deg]	0,00	
AL [m²/m]	5,0263e-02	

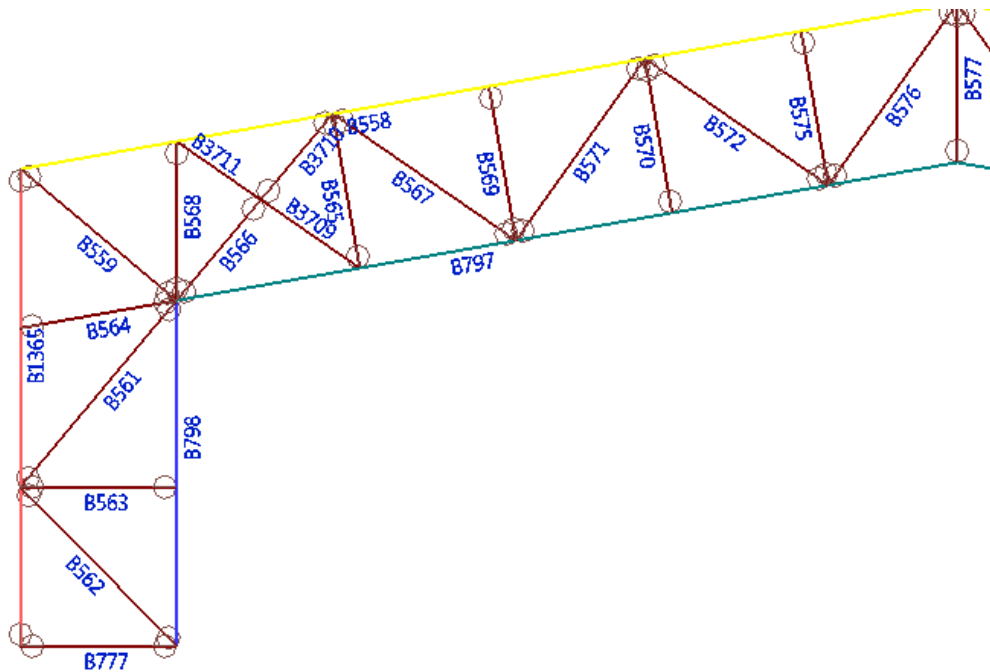
$$N_{rd} = A * f_y = 2,0096 * 10^{-4} * 355 * 10^6 = 71,3 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = 58,32 \leq N_{rd} = 71,3$$

VYHOVÍ NA TAH

3.6 Příhradový rám

3.6.1 Schéma rámu



3.6.2 Návrh a posudky jednotlivých částí rámu

3.6.2.1 Horní pás

3.6.2.1.1 Vnitřní síly

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B558	MSU/1	12,185	-341,99	0,37	-0,28	0,30	-0,02	0,40
B558	MSU/2	3,046	311,85	-0,83	-0,09	-0,32	0,07	-1,59
B558	MSU/2	6,093	-163,89	0,71	-0,04	-0,31	-0,15	-0,76
B558	MSU/2	15,231	-338,51	0,14	1,22	0,30	-1,14	0,65
B558	MSU/3	0,000	212,55	-0,06	-0,18	-0,37	0,38	0,02
B558	MSU/2	18,278	-338,40	-0,46	1,22	0,30	2,58	0,16
B558	MSU/1	14,470	-341,91	-0,07	-0,28	0,30	-0,67	0,74
B573	MSU/2	12,185	-353,48	-0,36	-0,29	-0,30	0,00	-0,45
B573	MSU/1	3,046	276,23	0,75	-0,09	0,29	0,04	1,37
B573	MSU/1	6,093	-179,68	-0,68	-0,06	0,31	-0,11	0,66
B573	MSU/2	15,231	-351,15	-0,14	1,23	-0,30	-1,16	-0,65
B573	MSU/4	0,000	224,31	0,07	-0,17	0,36	0,37	-0,01
B573	MSU/2	18,278	-351,04	0,46	1,23	-0,30	2,58	-0,16
B573	MSU/2	13,708	-353,42	-0,07	-0,29	-0,30	-0,45	-0,78

*Studentská verze¹ *Studentská verze¹ *Studentská verze¹ *Studentská verze¹ *Studentská verze¹ *Studentská verze¹ *Student

3.6.2.1.2 Posudek na mezní stav únosnosti

Jméno	CS4 Homi Pas		
Typ	CFRHS120X120X5		
Zdroj hodnot	Rautaruukki Oyj / Structural Hollow Sections EN10219 / Ed.2007		
Materiál	S 355		
Výroba	válcovaný		
Vzpěr y-y, z-z	a a		
A [m²]	2,2360e-03		
A _{y, z} [m²]	1,1180e-03	1,1180e-03	
I _{y, z} [m⁴]	4,8547e-06	4,8547e-06	
I _w [m⁶], I _t [m⁴]	1,0368e-08	7,7850e-06	
W _{el y, z} [m³]	8,0910e-05	8,0910e-05	
W _{pl y, z} [m³]	9,5450e-05	9,5450e-05	
d _{y, z} [mm]	0	0	
c _{YLSS, ZLSS} [mm]	60	60	
alfa [deg]	0,00		
AL [m²/m]	4,6275e-01		

EN 1993-1-1 posudek

Prut B573	CFRHS120X120X5	S 355	MSU/2	0.69
-----------	----------------	-------	-------	------

Základní data EC3 : EN 1993	
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M0 pro únosnost průřezu	1.00
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M1 na odolnost proti nestabilitě	1.00
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M2 pro oslabený průřez	1.25

...:POSUDEK PRŮŘEZU:...

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky poměr 21.00 v místě

poměr		
maximální poměr	1	26.85
maximální poměr	2	30.92
maximální poměr	3	36.02

==> Třída průřezu 1
Kritický posudek v místě 15.231 m

Vnitřní síly		
NEd	-351.15	kN
V _{y,Ed}	-0.14	kN
V _{z,Ed}	1.23	kN
TEd	-0.30	kNm
M _{y,Ed}	-1.16	kNm
M _{z,Ed}	-0.65	kNm

Posudek na tlak

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce (6.9)
 Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Nc,Rd	793.78	kN
Jedn. posudek	0.44	-

Posudek na smyk (V_y)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. & 6.2.7 a vzorce (6.25)

Tabulka hodnot		
Vc,Rd	226.59	kN
Jedn. posudek	0.00	-

Posudek na smyk (V_z)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. & 6.2.7 a vzorce (6.25)

Tabulka hodnot		
Vc,Rd	226.59	kN
Jedn. posudek	0.01	-

Posudek ohybového momentu (My)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Mc,Rd	33.88	kNm
Jedn. posudek	0.03	-

Posudek ohybového momentu (Mz)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Mc,Rd	33.88	kNm
Jedn. posudek	0.02	-

...:POSUDEK STABILITY:...:**Posudek pevnosti v prostorovém vzpěru**

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčniců	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3.046	3.046	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	3.046	3.046	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	1084.28	1084.28	kN
Štíhlost	65.38	65.38	
Relativní štíhlost Lambda	0.86	0.86	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0.21	0.21	
Redukční součinitel Chi	0.76	0.76	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	605.20	605.20	kN

Tabulka hodnot		
A	2.2360e-03	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	605.20	kN
Jedn. posudek	0.58	-

Posudek klopení

Pozn: Průřez se týká obdélníkové trubky 'h / b < 10 / Lambda,red,z'.
Tento průřez není náchylný ke klopení.

Posudek na tlak s ohybem

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)
Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
kyy	1.242	
kyz	0.810	
kzy	0.745	
kzz	1.350	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	2.2360e-03	m ²
Wy	9.5450e-05	m ³
Wz	9.5450e-05	m ³
NRk	793.78	kN
My,Rk	33.88	kNm
Mz,Rk	33.88	kNm
My,Ed	2.58	kNm
Mz,Ed	-0.70	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	-0.449	
Psi z	0.251	
Cmy	0.900	
Cmz	0.978	
CmLT	0.400	

$$\text{Jedn. posudek (6.61)} = 0.58 + 0.09 + 0.02 = 0.69$$

$$\text{Jedn. posudek (6.62)} = 0.58 + 0.06 + 0.03 = 0.66$$

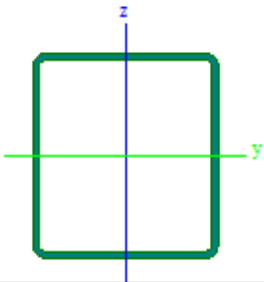
Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

VYHOVÍ NA ÚNOSNOST

3.6.2.2 Dolní pás3.6.2.2.1 Vnitřní síly

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student</i>								
B797	MSU/5	0,000	-267,99	1,60	0,23	-0,71	-0,29	-4,01
B1374	MSU/1	0,000	333,86	-0,58	6,28	1,57	-8,90	1,59
B1374	MSU/1	15,231	-215,79	-1,48	-0,35	0,65	-0,52	-3,59
B797	MSU/2	0,000	-264,60	1,65	0,27	-0,75	-0,37	-4,12
B797	MSU/2	12,714	330,76	0,95	-6,31	-1,59	6,91	-0,34
B1374	MSU/2	0,000	330,83	-0,55	6,36	1,57	-8,98	1,55
B1374	MSU/2	2,517	330,76	-0,94	6,36	1,57	7,03	-0,32
B1374	MSU/8	0,000	321,79	-0,68	5,14	1,29	-7,32	1,71

3.6.2.2.2 Posudek na mezní stav únosnosti

Jméno	CS3 Dolní Pas	
Typ	CFRHS120X120X4	
Zdroj hodnot	Rautaruukkí Oyj / Structural Hollow Sections EN10219 / Ed.2007	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Vzper y-y, z-z	a	a
		
A [m ²]	1,8150e-03	
A _{y, z} [m ²]	9,0750e-04	9,0750e-04
I _{y, z} [m ⁴]	4,0228e-06	4,0228e-06
I _w [m ⁴], I _t [m ⁴]	8,2944e-09	6,3657e-06
W _{e1 y, z} [m ³]	6,7050e-05	6,7050e-05
W _{p1 y, z} [m ³]	7,8330e-05	7,8330e-05
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YLSS, ZLSS} [mm]	60	60
alfa [deg]	0,00	
AL [m ² /m]	4,6620e-01	

EN 1993-1-1 posudek

Prut B797	CFRHS120X120X4	S 355	MSU/5	0.74
-----------	----------------	-------	-------	------

...:POSUDEK PRŮŘEZU:...

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky
poměr 27.00 v místě

poměr		
<i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská v</i>		
maximální poměr	1	26.85
maximální poměr	2	30.92
maximální poměr	3	35.17

==> Třída průřezu 2

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly		
<i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentsk</i>		
NEd	-267.99	kN
Vy,Ed	1.60	kN
Vz,Ed	0.23	kN
TEd	-0.71	kNm
My,Ed	-0.29	kNm
Mz,Ed	-4.01	kNm

Posudek ohybového momentu (My)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)
Klasifikace průřezu je 2.

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská ve</i>		
Mc,Rd	27.81	kNm
Jedn. posudek	0.01	-

Posudek ohybového momentu (Mz)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)
Klasifikace průřezu je 2.

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská ve</i>		
Mc,Rd	27.81	kNm
Jedn. posudek	0.14	-

Posudek na tlak

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce (6.9)
Klasifikace průřezu je 2.

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská ve</i>		
Nc,Rd	644.33	kN
Jedn. posudek	0.42	-

Posudek na smyk (Vy)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. & 6.2.7 a vzorce (6.25)

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská ve</i>		
Vc,Rd	180.06	kN
Jedn. posudek	0.01	-

Posudek na smyk (Vz)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. & 6.2.7 a vzorce (6.25)

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská ve</i>		
Vc,Rd	180.06	kN
Jedn. posudek	0.00	-

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce (6.41)
Klasifikace průřezu je 2.

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská ve</i>		
MNVy,Rd	21.25	kNm
MNVz,Rd	21.25	kNm

alfa 2.06 beta 2.06
Jedn. posudek 0.03 -

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

...:POSUDEK STABILITY:...

Posudek pevnosti v prostorovém vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Parametry vzpěru	YY	ZZ	
<i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská ver.</i>			
Typ posuvných styčniců	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3.575	3.575	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	3.575	3.575	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	652.28	652.28	kN
Štíhlost	75.94	75.94	
Relativní štíhlost Lambda	0.99	0.99	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0.21	0.21	
Redukční součinitel Chi	0.67	0.67	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	431.62	431.62	kN

Tabulka hodnot		
A	1.8150e-03	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	431.62	kN
Jedn. posudek	0.62	-

Posudek klopení

Pozn: Průřez se týká obdélníkové trubky 'h / b < 10 / Lambda,red,z'.
Tento průřez není náchylný ke klopení.

Posudek na tlak s ohybem

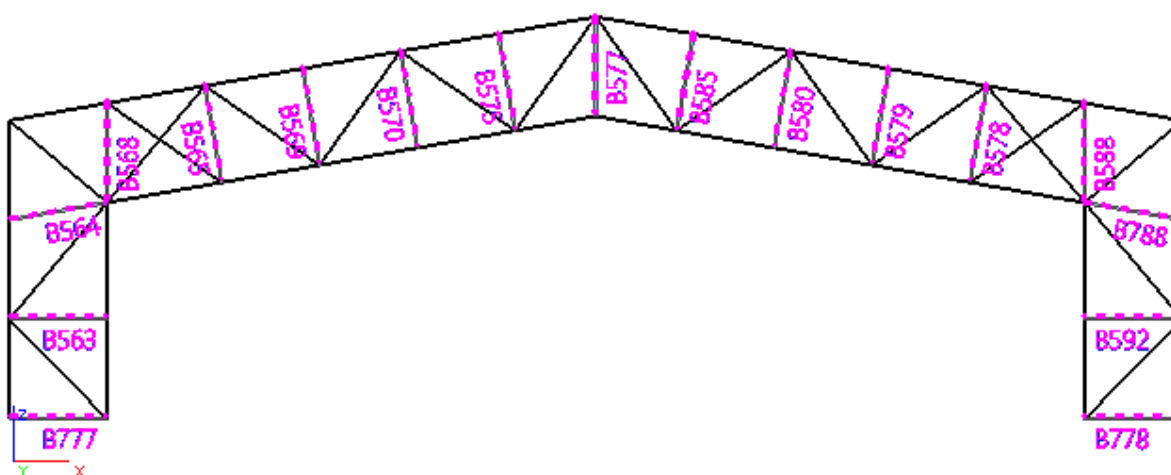
Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)
Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
k _{yy}	1.344	
k _{yz}	0.429	
k _{zy}	0.806	
k _{zz}	0.715	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	1.8150e-03	m ²
W _y	7.8330e-05	m ³
W _z	7.8330e-05	m ³
NR _k	644.33	kN
M _{y,Rk}	27.81	kNm
M _{z,Rk}	27.81	kNm
M _{y,Ed}	0.51	kNm
M _{z,Ed}	-4.01	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	-0.575	
Psi z	-0.177	
C _{my}	0.900	
C _{mz}	0.479	
C _{mLT}	0.400	

Jedn. posudek (6.61) = 0.62 + 0.02 + 0.06 = 0.71
 Jedn. posudek (6.62) = 0.62 + 0.01 + 0.10 = 0.74
 Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

VYHOVUJE NA ÚNOSNOST

3.6.2.3 Svislice



3.6.2.3.1 Vnitřní síly

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Students</i>								
B568	MSU/2	3,046	-99,09	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
B577	MSU/8	0,000	111,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B592	MSU/10	0,000	0,73	-0,16	0,00	-0,01	0,00	0,00
B563	MSU/10	0,000	0,73	0,16	0,00	0,01	0,00	0,00
B569	MSU/11	0,000	-8,96	0,02	0,00	-0,04	0,00	0,00
B575	MSU/2	0,000	-7,66	0,02	0,00	-0,26	0,00	0,00
B585	MSU/2	0,000	-7,81	-0,02	0,00	0,26	0,00	0,00
B569	MSU/9	0,000	-1,76	0,02	0,00	-0,01	0,00	0,00
B592	MSU/10	1,500	0,73	0,00	0,00	-0,01	0,00	-0,12
B564	MSU/10	1,523	1,66	0,00	0,00	0,01	0,00	0,12

3.6.2.3.2 Posudek na mezní stav únosnosti

Jméno	CS2 Svislice	
Typ	CFRHS70X70X4	
Zdroj hodnot	Structural hollow sections / Vallourec & Mannesmann Tubes / Ed.1998	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Vzpěr y-y, z-z	a	a
A [m ²]	1,0150e-03	
A _{y, z} [m ²]	5,0750e-04	5,0750e-04
I _{y, z} [m ⁴]	7,2120e-07	7,2120e-07
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	5,6023e-10	1,1852e-06
W _{el y, z} [m ³]	2,0610e-05	2,0610e-05
W _{pl y, z} [m ³]	2,4760e-05	2,4760e-05
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YLSS, ZLSS} [mm]	35	35
alfa [deg]	0,00	
AL [m ² /m]	2,6620e-01	

EN 1993-1-1 posudek

Prut B568	CFRHS70X70X4	S 355	MSU/2	0.73
-----------	--------------	-------	-------	------

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky
poměr 14.50 v místě

poměr		
maximální poměr	1	26.85
maximální poměr	2	30.92
maximální poměr	3	34.17

Studentská verze **Studentská verze** **Studentská v*

Posudek na tlak

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce (6.9)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Nc,Rd	360.32	kN
Jedn. posudek	0.28	-

Studentská verze **Studentská verze** **Studentská ve*

==> Třída průřezu 1

Kritický posudek v místě 3.046 m

Vnitřní síly		
NEd	-99.09	kN
Vy,Ed	0.00	kN
Vz,Ed	0.00	kN
TEd	0.04	kNm
My,Ed	0.00	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm

Studentská verze **Studentská verze** **Student*

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce (6.31)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MNVy,Rd	8.21	kNm
MNVz,Rd	8.21	kNm

Studentská verze **Studentská verze** **Studentská v*

alfa 1.82 beta 1.82

Jedn. posudek 0.00 -

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

...::POSUDEK STABILITY::...

Posudek pevnosti v prostorovém vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Parametry vzpěru	YY	ZZ	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3.046	3.046	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	3.046	3.046	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	161.08	161.08	kN
Štíhlost	114.28	114.28	
Relativní štíhlost Lambda	1.50	1.50	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0.21	0.21	
Redukční součinitel Chi	0.37	0.37	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	134.86	134.86	kN

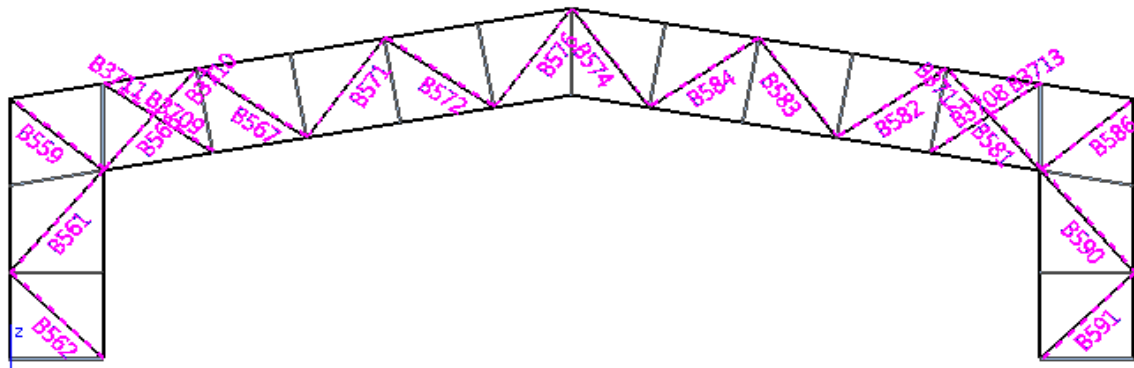
Tabulka hodnot		
A	1.0150e-03	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	134.86	kN
Jedn. posudek	0.73	-

Studentská verze **Studentská verze** **Studentská verze** **Studentská ve*

VYHOVÍ NA STABILITU

VYHOVÍ NA ÚNOSNOST

3.6.2.4 Diagonály

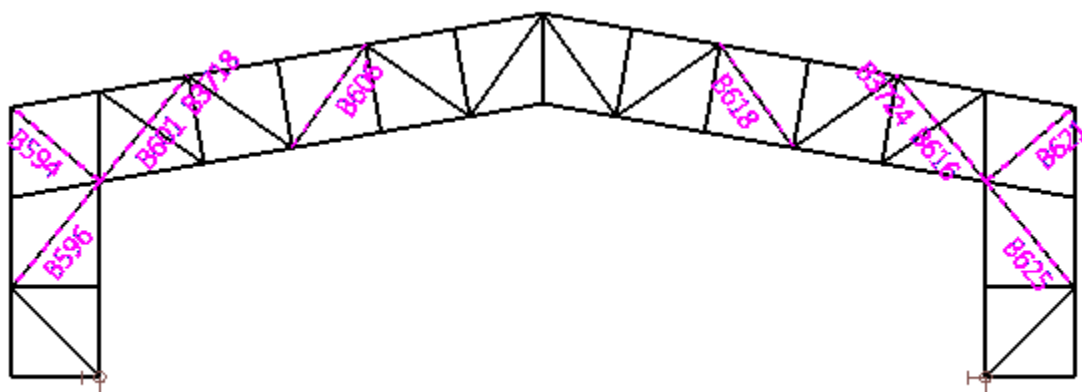


3.6.2.4.1 Tlačená diagonála

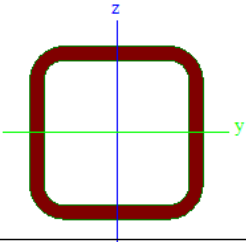
Více využitá

3.6.2.4.1.1 Vnitřní síly

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]
B559	MSU/19	0,000	-366,22	-0,36	0,00
B3721	MSU/19	1,967	143,02	0,17	-0,25
B561	MSU/20	0,000	-34,87	-0,42	0,00
B561	MSU/20	4,667	-35,88	0,42	0,00
B3713	MSU/48	1,967	109,39	-0,05	-0,27
B3716	MSU/19	0,000	142,09	0,17	0,80
B566	MSU/25	0,000	-274,25	0,20	0,00
B581	MSU/25	0,000	-274,65	-0,20	0,00
B3714	MSU/29	0,770	7,36	0,00	0,02
B3715	MSU/30	0,000	49,52	0,23	0,42
B3708	MSU/30	0,000	49,74	-0,23	0,43



3.6.2.4.1.2 Posudek na mezní stav únosnosti

Jméno	CS4 Diagonala	
Typ	CFRHS100X100X8	
Zdroj hodnot	Rautaruukki Oyj / Structural Hollow Sections EN10219 / Ed.2007	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Vzpěr y-y, z-z	a	a
		
A [m²]	2,7240e-03	
A _{y, z} [m²]	1,3620e-03	1,3620e-03
I _{y, z} [m⁴]	3,6594e-06	3,6594e-06
I _w [m⁶], I _t [m⁴]	6,6667e-09	6,4451e-06
W _{el y, z} [m³]	7,3190e-05	7,3190e-05
W _{pl y, z} [m³]	9,1050e-05	9,1050e-05
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{Y LSS, Z LSS} [mm]	50	50
alfa [deg]	0,00	
AL [m²/m]	3,6564e-01	

EN 1993-1-1 posudek

Prut B559	CFRHS100X100X8	S 355	MSU/19	0.92
------------------	-----------------------	--------------	---------------	-------------

....:POSUDEK STABILITY:....

Posudek pevnosti v prostorovém vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3.916	3.916	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka L _{cr}	3.916	3.916	m
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr}	494.53	494.53	kN
Štíhlost	106.85	106.85	
Relativní štíhlost Lambda	1.40	1.40	
Mezní štíhlost Lambda ₀	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0.21	0.21	
Redukční součinitel Chi	0.42	0.42	
Únosnost na vzpěr N _{b,Rd}	404.89	404.89	kN

Tabulka hodnot		
A	2.7240e-03	m²
Únosnost na vzpěr N _{b,Rd}	404.89	kN
Jedn. posudek	0.90	-

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky poměr 9.50 v místě

poměr		
maximální poměr	1	26.85
maximální poměr	2	30.92
maximální poměr	3	34.17

==> Třída průřezu 1
Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly		
N _{Ed}	-366.22	kN
V _{y,Ed}	-0.36	kN
V _{z,Ed}	0.00	kN
T _{Ed}	0.50	kNm
M _{y,Ed}	0.00	kNm
M _{z,Ed}	0.00	kNm

VYHOVÍ NA ÚNOSNOST

3.6.2.4.2 Tažená diagonála

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]
B611	MSU/2	0,000	-91,83	0,15	0,00
B567	MSU/1	0,000	336,56	0,21	0,00
B567	MSU/3	4,275	151,24	-0,24	0,00
B567	MSU/3	0,000	151,58	0,24	0,00
B562	MSU/4	0,000	130,48	0,15	0,00
B654	MSU/1	0,000	79,48	-0,21	0,00
B642	MSU/1	0,000	111,54	0,21	0,00
B562	MSU/5	0,000	21,55	0,15	0,00
B582	MSU/3	2,138	151,40	0,00	0,00
B567	MSU/3	2,138	151,41	0,00	0,00

3.6.2.4.2.1 Posudek na mezní stav únosnosti

Jméno	Diagonála tažená	
Typ	CFRHS90X90X4	
Zdroj hodnot	Rautaruukki Oyj / Structural Hollow Sections EN10219 / Ed.2007	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Vzper y-y, z-z	a	a

A [m ²]	1,3350e-03	
A _{y, z} [m ²]	6,6750e-04	6,6750e-04
I _{y, z} [m ⁴]	1,6192e-06	1,6192e-06
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	1,9683e-09	2,6080e-06
W _{e1 y, z} [m ³]	3,5980e-05	3,5980e-05
W _{p1 y, z} [m ³]	4,2580e-05	4,2580e-05
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YLS, ZLSS} [mm]	45	45
alfa [deg]	0,00	
AL [m ² /m]	3,4620e-01	

EN 1993-1-1 posudek

Prut B567	CFRHS90X90X4	S 355	MSU/1	0.71
-----------	--------------	-------	-------	------

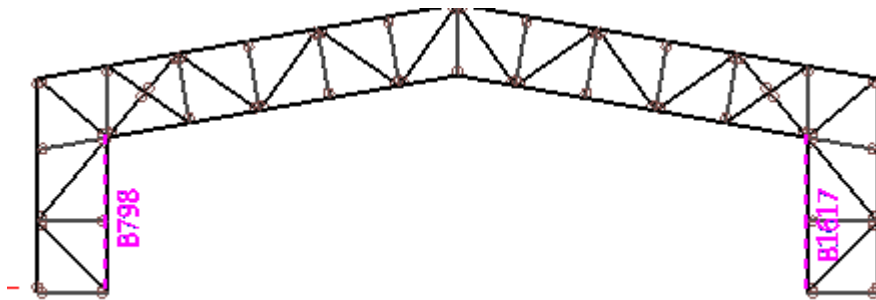
Posudek na osovou sílu

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.3. a vzorce (6.5)

Tabulka hodnot		
Nt.Rd	470.99	kN
Jedn. posudek	0.71	-

VYHOVÍ NA ÚNOSNOST

3.6.2.5 Vnitřní sloupek rámu

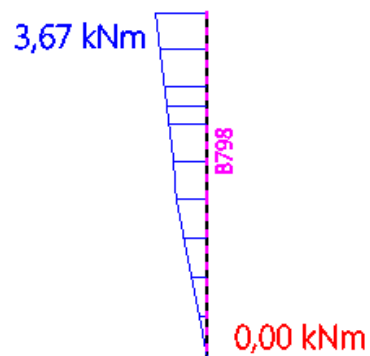
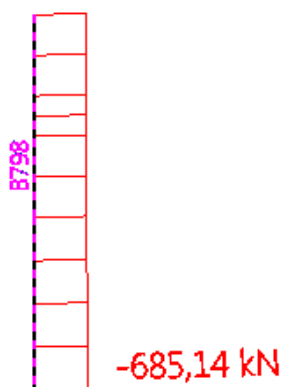


3.6.2.5.1 Vnitřní síly

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
<i>*Studentská verze*</i>								
B798	MSU/1	6,622	-685,14	-0,68	0,83	-0,61	0,02	0,00
B798	MSU/11	0,000	-165,75	0,36	-2,31	-0,22	1,23	0,15
B798	MSU/5	3,575	-579,55	-0,72	1,72	-0,58	-5,23	2,20
B798	MSU/4	0,000	-372,05	0,20	-2,57	-0,40	1,69	1,31
B798	MSU/4	3,575	-374,03	-0,67	2,46	-0,40	-7,48	2,03
B798	MSU/8	0,000	-591,11	-0,31	-0,65	-0,70	1,16	2,72
B798	MSU/2	0,000	-282,09	-0,18	-0,86	-0,16	0,69	1,68
B798	MSU/4	3,575	-373,28	0,20	-2,57	-0,40	-7,52	2,03
B798	MSU/5	0,000	-577,57	-0,13	-1,96	-0,58	1,75	2,66
B798	MSU/6	6,622	-637,14	-0,57	0,41	-0,65	0,02	0,00
B798	MSU/1	0,000	-682,12	-0,45	-1,13	-0,61	1,51	3,67

NORMÁLOVÁ SÍLA

OHYBOVÝ MOMENT



3.6.2.5.2 Posudek na

MSÚ

Jméno	CS4 Sloupek1	
Typ	CFRHS150X150X7.1	
Zdroj hodnot	Rautaruukki Oyj / Structural Hollow Sections EN10219 / Ed.2007	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Vzpěr y-y, z-z	a	a

A [m²]	3,8850e-03	
A _{y, z} [m²]	1,9425e-03	1,9425e-03
I _{y, z} [m⁴]	1,2894e-05	1,2894e-05
I _w [m⁶], I _t [m⁶]	4,4930e-08	2,1342e-05
W _{e1 y, z} [m³]	1,7191e-04	1,7191e-04
W _{p1 y, z} [m³]	2,0478e-04	2,0478e-04
d _{y, z} [mm]	0	0
c _{YLS, ZLSS} [mm]	75	75
alfa [deg]	0,00	
AL [m³/m]	5,6939e-01	

EN 1993-1-1 posudek

Prut B798	CFRHS150X150X7.1	S 355	MSU/1	0.71
-----------	------------------	-------	-------	------

...:POSUDEK PRŮŘEZU:...

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky
poměr 18.13 v místě

poměr		
maximální poměr	1	26.85
maximální poměr	2	30.92
maximální poměr	3	35.02

==> Třída průřezu 1

Kritický posudek v místě 3.575 m

Vnitřní síly		
N _{Ed}	-683.35	kN
V _{y,Ed}	-0.45	kN
V _{z,Ed}	-1.13	kN
T _{Ed}	-0.61	kNm
M _{y,Ed}	-2.55	kNm
M _{z,Ed}	2.06	kNm

Posudek na tlak

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce (6.9)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
N _{c,Rd}	1379.18	kN
Jedn. posudek	0.50	-

Posudek ohybového momentu (M_y)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
M _{c,Rd}	72.70	kNm
Jedn. posudek	0.04	-

Posudek ohybového momentu (M_z)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
M _{c,Rd}	72.70	kNm
Jedn. posudek	0.03	-

....:POSUDEK STABILITY:....

Posudek pevnosti v prostorovém vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ver.</i>			
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3.575	3.575	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	3.575	3.575	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	2090.62	2090.62	kN
Štíhlost	62.06	62.06	
Relativní štíhlost Lambda	0.81	0.81	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0.21	0.21	
Redukční součinitel Chi	0.79	0.79	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	1087.68	1087.68	kN

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve</i>		
A	3.8850e-03	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	1087.68	kN
Jedn. posudek	0.63	-

Posudek klopení

Pozn: Průřez se týká obdélníkové trubky 'h / b < 10 / Lambda,red,z'.

Tento průřez není náchylný ke klopení.

Posudek na tlak s ohybem

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studer</i>		
kyy	1.246	
kyz	0.685	
kzy	0.748	
kzz	1.142	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	3.8850e-03	m ²
Wy	2.0478e-04	m ³
Wz	2.0478e-04	m ³
NRk	1379.18	kN
My,Rk	72.70	kNm
Mz,Rk	72.70	kNm
My,Ed	-2.55	kNm
Mz,Ed	3.67	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	-0.592	
Psi z	0.563	
Cmy	0.900	
Cmz	0.825	
CmLT	0.400	

Jedn. posudek (6.61)

Jedn. posudek (6.62)

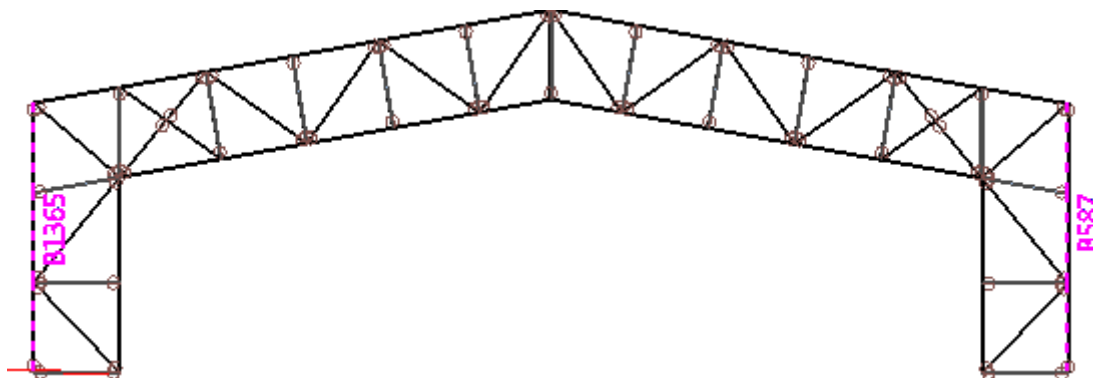
Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

$$= 0.63 + 0.04 + 0.03 = 0.71$$

$$= 0.63 + 0.03 + 0.06 = 0.71$$

VYHOVÍ NA ÚNOSNOST

3.6.2.6 Vnější sloupek rámu



3.6.2.6.1 Vnitřní síly

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
<i>*Studentská verze¹ *Studentská verze¹ *Studentská verze¹ *Studentská verze² *Studentská verze¹ *Studentská verze¹ *Studentská verze¹</i>								
B622	MSU/8	6,093	-40,09	-0,03	0,00	0,00	0,00	-0,01
B1365	MSU/2	3,046	252,44	-0,10	-0,02	0,00	0,05	0,42
B587	MSU/3	0,000	208,54	-0,12	0,02	0,00	0,00	0,00
B1401	MSU/2	0,000	225,60	0,13	-0,03	0,01	0,00	0,00
B587	MSU/9	3,046	157,46	0,06	-0,03	-0,04	0,06	-0,27
B587	MSU/10	0,000	113,02	-0,04	0,03	0,09	0,00	0,00
B1365	MSU/11	0,000	87,15	0,03	0,03	-0,09	0,00	0,00
B587	MSU/12	0,000	104,03	-0,04	0,03	0,09	0,00	0,00
B1401	MSU/2	3,046	225,29	0,13	-0,03	0,01	-0,08	0,39
B587	MSU/10	3,046	112,71	-0,04	0,03	0,09	0,10	-0,13
B657	MSU/3	3,046	228,99	0,09	0,03	0,01	-0,05	-0,38

3.6.2.6.2 Posudek na MSÚ

TR 4HR 80x80x4

Jméno	CS4 Sloupek2	
Typ	CFRHS80X80X4	
Zdroj hodnot	Rautaruukki Oyj / Structural Hollow Sections EN10219 / Ed.2007	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Vzpěr y-y, z-z	a	a

A [m²]	1,1750e-03	
A y, z [m²]	5,8750e-04	5,8750e-04
I y, z [m⁴]	1,1104e-06	1,1104e-06
I w [m⁶], t [m⁴]	1,0923e-09	1,8044e-06
Wey, z [m³]	2,7760e-05	2,7760e-05
Wply, z [m³]	3,3070e-05	3,3070e-05
d y, z [mm]	0	0
c YLSS, ZLSS [mm]	40	40
alfa [deg]	0,00	
AL [m²/m]	3,0620e-01	

EN 1993-1-1 posudek

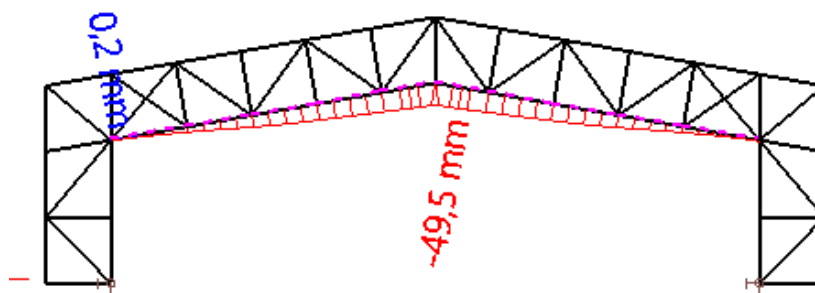
Prut B1365	CFRHS80X80X4	S 355	MSU/2	0.61
------------	--------------	-------	-------	------

Posudek na osovou sílu

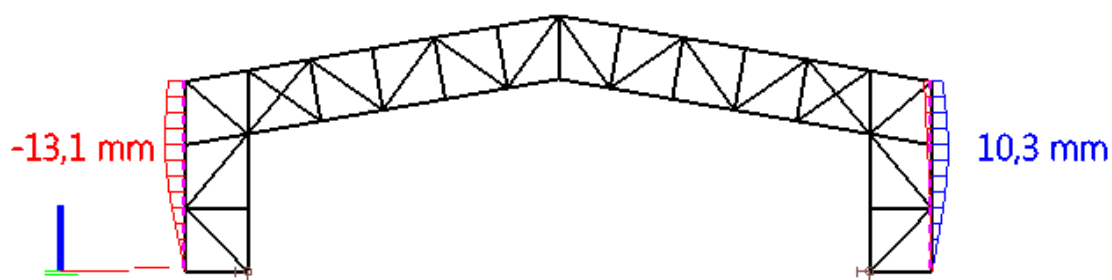
Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.3. a vzorce (6.5)

Tabulka hodnot		
Nt.Rd	414.54	kN
Jedn. posudek	0.61	-

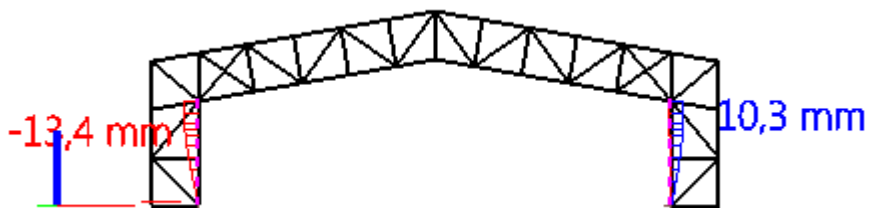
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská ve

VYHOVÍ NA ÚNOSNOST3.6.3 Posouzení rámu na mezní stav použitelnostiStřešní část rámu

$$\delta = 49,5 \text{ mm} < \frac{l}{250} = \frac{30000}{250} = 120 \text{ mm}$$

Stěnová část rámu

$$\delta = 13,1 \text{ mm} < \frac{l}{250} = \frac{9138}{250} = 36,6 \text{ mm}$$

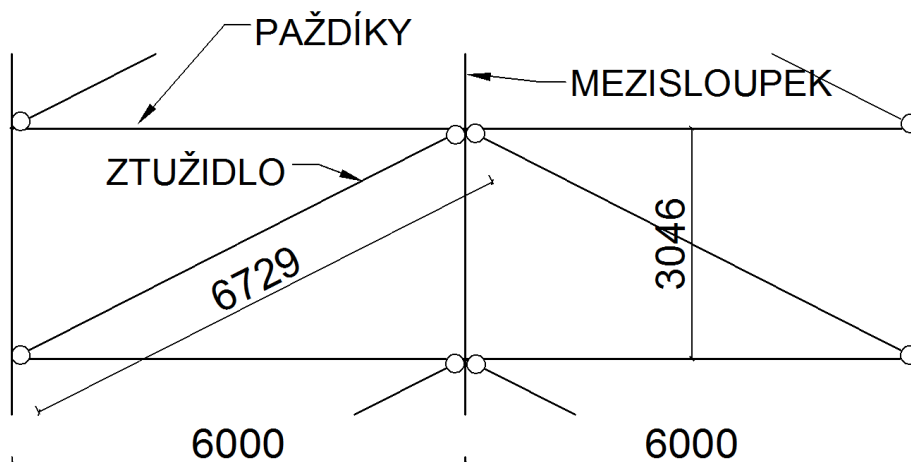


$$\delta = 13,4\text{mm} < \frac{l}{250} = \frac{6092}{250} = 24,4\text{mm}$$

VYHOVÍ NA MSP

3.7 STĚNOVÉ ZTUŽIDLO PŘÍČNÉ

3.7.1 Schéma ztužidla



3.7.2 Vnitřní síly

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]
B3696	MSU/1	0,000	-151,68	0,96	0,96
B3699	MSU/1	6,729	117,79	-0,96	-0,96
B3687	MSU/2	6,729	39,70	-1,13	-1,13
B3687	MSU/2	0,000	38,08	1,13	1,13
B3687	MSU/3	0,000	20,59	0,96	0,96
B3699	MSU/3	0,000	20,58	0,96	0,96
B3687	MSU/4	0,000	30,11	0,83	0,83
B3688	MSU/2	3,365	-60,27	0,00	0,00
B3687	MSU/5	0,000	-14,96	0,83	0,83

3.7.3 Posudek

Jméno	Příčné ztužidlo stěnové	
Typ	HFLeq150x150x18	
Zdroj hodnot	Staalprofielen / deel 5 (Over)spannend staal / SG 1998	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Vzpěr y-y, z-z	b	b
A [m ²]	5,1030e-03	
A y, z [m ²]	2,1394e-03	2,1295e-03
I y, z [m ⁴]	1,6650e-05	4,3500e-06
I YLSS, ZLSS [m ⁴]	1,0500e-05	1,0500e-05
I w [m ⁶], t [m ⁴]	0,0000e+00	5,8300e-07
W _{el} y, z [m ³]	1,5698e-04	7,0466e-05
W _{pl} y, z [m ³]	2,5090e-04	1,2847e-04
d y, z [mm]	50	0
c YLSS, ZLSS [mm]	44	44
alfa [deg]	45,00	
IYZLSS [m ⁴]	-6,1477e-06	
AL [m ² /m]	5,8821e-01	

EN 1993-1-1 posudek

Prut B3696	HFLeq150x150x18	S 355	MSU/1
-------------------	------------------------	--------------	--------------

...: POSUDEK PRŮŘEZU: ...

Poměr šířky ke tloušťce pro odstávající pásnice (poměr 6.44 v místě

poměr		
<small>*Studentská verze*</small>	<small>*Studentská verze*</small>	<small>*Studentská v</small>
maximální poměr	1	7.32
maximální poměr	2	8.14
maximální poměr	3	11.39

==> Třída průřezu 1
 Poměr šířky ke tloušťce pro úhelníky (EN 1993-1 poměr 8.33 v místě

poměr		
<small>*Studentská verze*</small>	<small>*Studentská verze*</small>	<small>*Studentská v</small>
maximální poměr	1	9.36
maximální poměr	2	9.36
maximální poměr	3	12.20

==> Třída průřezu 1

Posudek pevnosti v prostorovém vzpěru

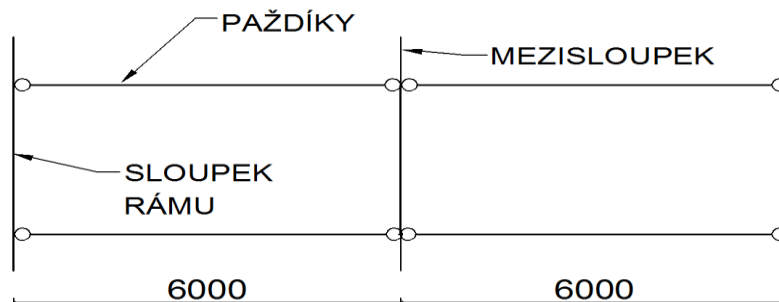
Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Parametry vzpěru	VY	ZZ	
<i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i>			
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	6.729	6.729	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	6.729	6.729	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	762.13	199.11	kN
Štíhlost	117.80	230.47	
Relativní štíhlost Lambda	1.54	3.02	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce Alfa	0.34	0.34	
Redukční součinitel Chi	0.33	0.10	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	592.95	178.30	kN

Upozornění : štíhlost 230.47 je větší než 200.00 !

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i>		
A	5.1030e-03	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	178.30	kN
Jedn. posudek	0.85	-

VYHOVÍ NA
ÚNOSNOST

3.8 PAŽDÍKY**3.8.1 Schéma paždíků**Vzpěrná délka – **3 m** - paždíky přejímají fci vzpěrkové vaznice **v podélné stěně**Vzpěrná délka – **6 m** - paždíky **ve čelní stěně (stěně příčné vazby)****Rozhodující je moment od působení větru na podélnou stěnu.(My)****3.8.1.1 Vnitřní síly**

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
<i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i> <i>*Studentská verze*</i>								
B1580	MSU/2	3,000	-45,67	3,21	-9,45	-0,02	22,43	-2,39
B1580	MSU/3	3,000	42,34	2,40	10,57	0,02	-23,68	-0,89
B1580	MSU/4	3,000	-12,99	-3,76	9,48	-0,02	22,52	-2,75
B1580	MSU/4	3,000	-31,87	3,76	-9,40	-0,02	22,28	-2,75
B1580	MSU/5	3,000	-29,08	3,35	-15,67	-0,03	37,13	-2,80
B1580	MSU/5	3,000	2,39	-3,35	15,80	-0,03	37,53	-2,80

3.8.1.2 Posudek

Jméno	Paždíky HEA1	
Typ	HEA140	
Zdroj hodnot	Profil Arbed / Structural shapes / Edition Octobre 1995	
Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný	
Vzpěr y-y, z-z	b	c
A [m ²]	3,1400e-03	
A y, z [m ²]	2,0441e-03	6,3677e-04
I y, z [m ⁴]	1,0300e-05	3,8900e-06
I w [m ⁶], t [m ⁴]	1,5108e-08	8,1300e-08
W _{el} y, z [m ³]	1,5500e-04	5,5600e-05
W _{pl} y, z [m ³]	1,7400e-04	8,4800e-05
d y, z [mm]	0	0
c YLSS, ZLSS [mm]	70	66
alfa [deg]	0,00	
AL [m ² /m]	7,9430e-01	

EN 1993-1-1 posudek

Prut B1580	HEA140	S 355	MSU/1	0.73
------------	--------	-------	-------	------

Posudek ohybového momentu (My)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Mc,Rd	61.77	kNm
Jedn. posudek	0.60	-

Posudek ohybového momentu (Mz)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Mc,Rd	30.10	kNm
Jedn. posudek	0.09	-

...: POSUDEK PRŮŘEZU:...

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky (poměr 16.73 v místě

poměr		
maximální poměr	1	48.28
maximální poměr	2	55.59
maximální poměr	3	90.23

==> Třída průřezu 1

Poměr šířky ke tloušťce pro odstávající pásnice (poměr 6.50 v místě

poměr		
maximální poměr	1	7.32
maximální poměr	2	8.14
maximální poměr	3	11.40

==> Třída průřezu 1

....:POSUDEK STABILITY:....

Posudek pevnosti v prostorovém vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Parametry vzpěru	VY	ZZ	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>			
Typ posuvných styčníků	neposuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3.000	3.000	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	3.000	3.000	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	2371.99	895.83	kN
Štíhlost	52.38	85.23	
Relativní štíhlost Lambda	0.69	1.12	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	

Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Kritický posudek v místě 3.000 m

Vnitřní síly		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Student</i>		
NEd	-32.43	kN
Vy,Ed	3.36	kN
Vz,Ed	-15.67	kN
TEd	-0.03	kNm
My,Ed	37.13	kNm
Mz,Ed	-2.84	kNm

Parametry Mcr		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská</i>		
Délka klopení	3.000	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.94	
C2	0.05	
C3	1.00	

Posudek na tlak s ohybemPodle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)
Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student</i>		
kyy	0.555	
kyz	0.250	
kzy	0.990	
kzz	0.416	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	3.1400e-03	m ²
Wy	1.7400e-04	m ³
Wz	8.4800e-05	m ³
NRk	1114.70	kN
My,Rk	61.77	kNm
Mz,Rk	30.10	kNm
My,Ed	37.13	kNm
Mz,Ed	-2.84	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	0.000	
Psi z	0.000	
Cmy	0.547	
Cmz	0.400	
CmLT	0.547	

Parametry klopení		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
Metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
Wy	1.7400e-04	m ³
Pružný kritický moment Mcr	184.49	kNm
Relativní štíhlost Lambda,LT	0.58	
Mezní štíhlost Lambda,LT,0	0.40	
Křivka klopení	a	
Imperfekce Alfa,LT	0.21	
Redukční součinitel Chi,LT	0.90	
Únosnost na vzpěr Mb,Rd	55.46	kNm
Jedn. posudek	0.67	-

Posudek boulení

v poli vzpěru 1

Podle článku EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. a vzorce (5.10) & (7.1)

Tabulka hodnot	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Stu</i>	
hw/t	21.091

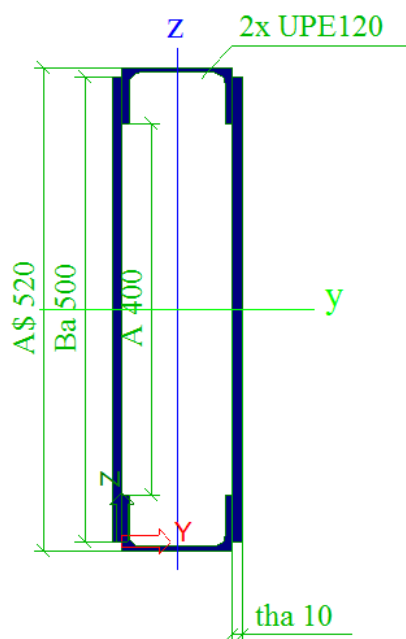
Jedn. posudek (6.61) = 0.03 + 0.37 + 0.02 = 0.42

Jedn. posudek (6.62) = 0.03 + 0.66 + 0.04 = 0.73

Štíhlost stojiny je taková, že není potřeba posudek ztráty stability smykem

VYHOVUJE NA ÚNOSNOST

3.9 MEZISLOUPKY



$$N_{ed} = 152,75 \text{ kN}; M_{ed} = 80,62 \text{ kNm}$$

$$I_y = 3,87 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$I_{ch} = 3,87 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$A_{ch} = 3,08 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

3.9.1 Průhyb sloupu od účinků větru

$$q = 0,67 \text{ kNm}^{-2} \cdot Z\check{S} = 0,67 \cdot 6 = 4,02 \text{ kNm}^{-1}$$

$$\delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{4,02 \cdot 10^{-3} \cdot 12,3^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 3,87 \cdot 10^{-4}} = 14,7 \text{ mm}$$

$$\delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{12,3}{250} = 49 \text{ mm}$$

VYHOVÍ NA MSP

VZPĚRNA ÚNOSNOST ČLENĚNÉHO PRUTU

$$A = 1,54 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \quad \text{TRÍDA PRŮŘEZU 1}$$

$$I_y = 3,87 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$A_{ch} = 3,08 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I_{ch} = 5,54 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$$

VZPĚR KOLNO K OSE Z (HOTOVNA' OSA)

$$a = 1 \text{ m}$$

$$h_0 = 500 \text{ mm}$$

$$h_r = 150 \text{ mm}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{3,87 \cdot 10^{-4}}{3,08 \cdot 10^{-3}}} = 0,126 \text{ m}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{cr}}{i_y} = \frac{3 \text{ m}}{0,126} = 23,8$$

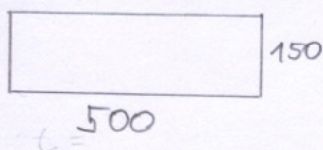
$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{23,8}{76,06} = 0,31$$

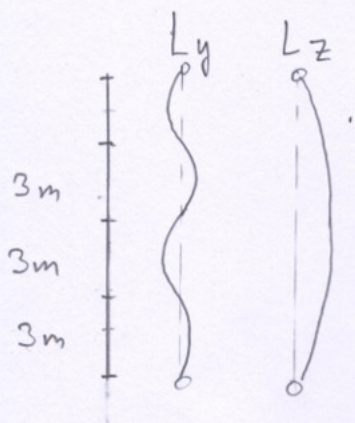
$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}} = 76,06$$

$$\begin{aligned} \phi &= 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = \\ &= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (0,31 - 0,2) + 0,31^2] = \\ &= 0,575 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi &= \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,575 + \sqrt{0,575^2 - 0,31^2}} = \\ &= 0,94 \leq 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{b,Rd} &= \frac{\chi \cdot \beta_a \cdot A_{eff} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,94 \cdot 3,08 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0} = \\ &= \underline{\underline{1027 \text{ kN}}} > 152 \text{ kN} \quad \text{VYHOVI'} \end{aligned}$$



VZPĚR Ľ K OSEY

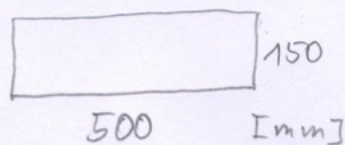
$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{1}{2} \cdot A_{ch} \cdot h_0^2 + 2 \cdot I_{ch} = \\ &= \frac{1}{2} \cdot 3,08 \cdot 10^3 \cdot 0,5^2 + 2 \cdot 5,54 \cdot 10^{-7} = \\ &= 3,86 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} i_{ch} = i_0 &= \sqrt{\frac{0,5 \cdot I_1}{A_{ch}}} = \sqrt{\frac{0,5 \cdot 3,86 \cdot 10^{-4}}{3,08 \cdot 10^{-3}}} \\ &= 0,25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\lambda_z = \frac{L_z}{i_0} = \frac{12,3 \text{ m}}{0,25} = 49,2 \leq 75 \Rightarrow \mu = 1$$

$$\begin{aligned} N_{cr,z} &= \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{eff}}{L_z^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 3,86 \cdot 10^{-4}}{12,3^2} = \\ &= 5288 \text{ kN} \end{aligned}$$

rámová spojka



$$a = 1000$$

MOMENT SETRVAČNOSTI SPOJKY

$$I_b = \frac{1}{12} \cdot 10 \cdot 150^3 = 2,81 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

tuhost $n = 2$

$$\frac{n \cdot I_b}{h_0} \geq 10 \cdot \frac{I_{ch,z}}{a}$$

$$\frac{2 \cdot 2,81 \cdot 10^{-6}}{0,5} \geq 10 \cdot \frac{5,54 \cdot 10^{-7}}{1}$$

$$\underline{1,125 \cdot 10^{-5} \geq 5,54 \cdot 10^{-6} \checkmark}$$

$$S_v = \frac{24 \cdot E \cdot I_{ch}}{a^2 \cdot \left[1 + \frac{2I_{ch}}{n \cdot I_b} \cdot \frac{h_0}{a} \right]}$$

$$= \frac{24 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 5,54 \cdot 10^{-7}}{1^2 \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot 5,54 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 2,81 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{0,5}{1} \right]} = 2541 \text{ kN}$$

$$S_v = \frac{2\pi^2 \cdot E \cdot I_{ch}}{a^2} = \frac{2 \cdot \pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 5,53 \cdot 10^{-7}}{1^2} =$$

$$= 2296,5 \text{ kN}$$

$$e_0 = \frac{L_z}{500} = \frac{12,3}{500} = 24,6 \text{ mm}$$

$$M_s = \frac{N_{ed} \cdot e_0 + M_{ed1}}{1 - \frac{N_{ed}}{N_{cr,z}} - \frac{N_{ed}}{S_v}} =$$

$$= \frac{152,75 \cdot 10^3 \cdot 24,6 + 80,62 \cdot 10^3}{1 - \frac{152,75}{5288} - \frac{152,75}{2296,45}} = 3,699 \text{ kNm}$$

$$N_{ch,Ed} = \frac{1}{2} \cdot \left(N_{ed} + \frac{M_s \cdot h_0 \cdot A_{ch}}{I_{ch,z}} \right) =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \left(153 \cdot 10^3 + \frac{3,7 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot 3,08 \cdot 10^{-3}}{3,86 \cdot 10^{-4}} \right) =$$

$$= 84,33 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_{ch,max} = \frac{\lambda_{ch,max}}{\lambda_1} \cdot \sqrt{\beta_a} = \frac{75,56}{76,06} \cdot 1 = 0,98$$

$$\lambda_{ch,min} = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{5,54 \cdot 10^{-7}}{3,08 \cdot 10^{-3}}} = 0,013$$

$$\lambda_{ch,max} = \frac{a}{\lambda_{ch,min}} = \frac{1}{0,013} = 75,56$$

$$\begin{aligned}\phi &= 0,5 \left(1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2 \right) = \\ &= 0,5 \left(1 + 0,49 \cdot (0,98 - 0,2) + 0,98^2 \right) = 1,17\end{aligned}$$

$$\chi = \frac{1}{1,17 + \sqrt{1,17^2 - 0,98^2}} = 0,55$$

$$\begin{aligned}M_{b,Rd} &= \frac{\chi_{ch} \cdot \beta_a \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M_1}} = \frac{0,55 \cdot 1 \cdot 3,08 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1,0} = \\ &= \underline{601,3 \text{ kN}} > \underline{80,62} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}\end{aligned}$$

PŘÍPOJ VAZNICE K RA'MU (HORNÍMU PÁSU)

$$V_{ed} = 18,98 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = 122 \text{ kN}$$



Pozn.: ZVĚTŠENÍ PRŮŘEZU HORNÍHO A DOLNÍHO PÁSU
A VNĚŠNÍCH SLOUPKŮ Z DŮVODŮ
PŘÍPOJENÍ VAZNICE (DĚLKA SVARU)
NAVRŽENÍ PROFIL TR 4HR 150 x 150 x 12,5

ŠROUBY M16.8.8 x 3

$$t_{desky} = 10 \text{ mm}, t_{IPE} = 5 \text{ mm}$$

POSOUZENÍ ŠROUBU VE STŘIHU

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M_2}} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 157}{1,25} =$$

$$= 60,3 \text{ kN} \times 3 = \underline{180,9 \text{ kN} > 122 \text{ kN}}$$

VÝHOVÍ

POSOUZENÍ V OTLAČENÍ

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M_2}} =$$

$$= (2,80 \cdot 0,61 \cdot 490 \cdot 16 \cdot 5) / 1,25 = \underline{53,6 \text{ kN}}$$

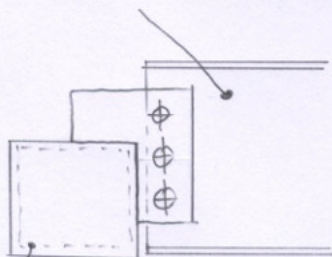
$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{ub}}{f_y}; 1 \right\} = \min \{ \underline{0,61}, 1,38, 1 \}$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \{ \underline{2,08}; 2,5 \}$$

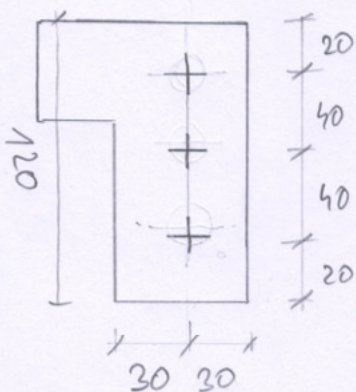
$$53,6 \cdot 3 = \underline{160,7 \text{ kN} > 122 \text{ kN}}$$

VÝHOVÍ

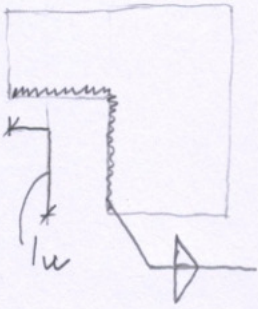
VAZNICE IPE180



TR 150 x 150 x 12,5
HORNÍ PÁS



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



$$\beta_w = 0,9$$

POSOUZENÍ KOUTOVÉHO SVARU

$$\tilde{\tau}_{||} = \frac{V_{ed}}{a \cdot l} = \frac{18,89 \cdot 10^3}{3 \cdot 120} = 52,47 \text{ MPa}$$

$$\tilde{\tau}_{\perp} = \tilde{\tau}_{\perp} = \frac{N_{ed}}{2 \cdot a \cdot L \cdot \sqrt{2}} = \frac{122 \cdot 10^3}{2 \cdot 3 \cdot 120 \sqrt{2}} = 119,8 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\tilde{\tau}_{\perp}^2 + 3(\tilde{\tau}_{\perp} + \tilde{\tau}_{||})^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{119,8^2 + 3(119,8^2 + 52,5^2)} \leq \frac{430}{0,9 \cdot 1,25}$$

$$\underline{256,3 \text{ MPa} \leq 435,5 \text{ MPa}}$$

VÝHOVÍ

POSOUZENÍ NAPŮJENÍ PRŮTŮ
PŘÍHRADOVÉHO RÁMU NA HORNÍ PÁŠ

A₁ POSOUZENÍ SVARU STYČ. PLECHU

1) $N_{ed} = 366 \text{ kN}$ - největší norm. síla
v diagonále

$\alpha = 45^\circ$

$\sin 45^\circ = \frac{x}{366}$

$a = 5 \text{ mm}$

$y = x = 258,8 \text{ kN}$

$\tau_{||} = \frac{N_{ed}}{2 \cdot a \cdot L} = \frac{258,8 \cdot 10^3}{2 \cdot 5 \cdot 200} = 129 \text{ MPa}$

$\tau_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{N_{ed}}{2 \cdot a \cdot \sqrt{2} \cdot L} = \frac{258 \cdot 10^3}{2 \cdot 5 \cdot \sqrt{2} \cdot 200} = 91,21 \text{ MPa}$

$\sqrt{91,21^2 + 3(129^2 + 91,21^2)} \leq 435 \text{ MPa}$

$288 \text{ MPa} \leq 435 \text{ MPa} \checkmark$
VYHOVUJE

2) $N_{ed} = 111 \text{ kN}$ - síla ve svislici

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

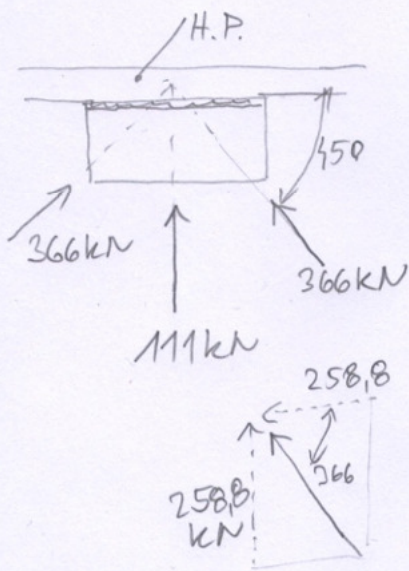
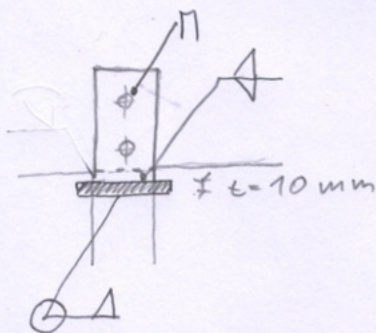
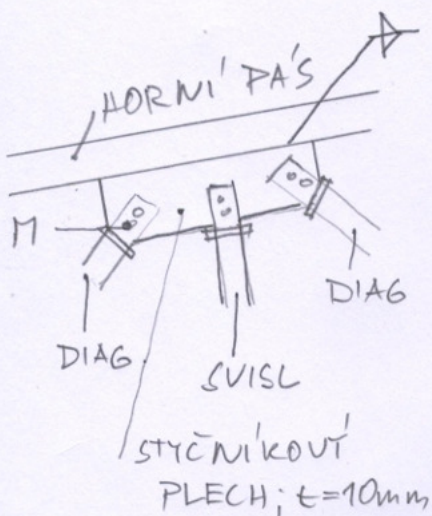
$\tau_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{111 \cdot 10^3}{2 \cdot 5 \cdot \sqrt{2} \cdot 150} = 52,32 \text{ MPa}$

$\sqrt{52,32^2 + 3(0^2 + 52,32^2)} \leq 435,5$

$104,6 \leq 435,5 \text{ MPa} \checkmark$
VYHOVUJE

l_w - celková délka svaru

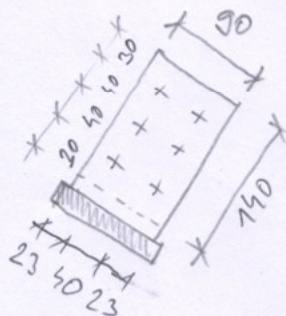
$l_w = 200 \cdot 2 + 150 = 550 \text{ mm}$



$t = 10 \text{ mm}$
 ↳ lousťka plech

n - poč. rovin
 střihu

$n = 2$



B₁ POSOUZENÍ ŠROUBŮ

M 16 Ø 8 6 ŠROUBŮ

1₁ Ned = 366 kN v diagonále

1.1 STRÍH

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s \cdot n}{\gamma_{M2}} = \frac{0,5 \cdot 800 \cdot 157 \cdot 2}{1,25} =$$

$$= 100,5 \cdot 6 = \underline{602 \text{ kN}} \geq 366 \text{ kN}$$

UŽHOVÍ

1.2 OTLAČENÍ

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot t_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} =$$

$$= \frac{2,50 \cdot 1 \cdot 490 \cdot 16 \cdot 5}{1,25} = 78,4 \cdot 6 = \underline{471 \text{ kN}}$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{ub}}{f_y}; 1 \right\} = \{ 1,02; 1,38; 1 \}$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = \{ 2,7; 2,5 \}$$

$$\underline{471 \text{ kN}} > 366 \text{ kN}$$

UŽHOVÍ

2₁ Ned = 111 kN - ve svislici

M 16 Ø 8 2 ŠROUBY

2.1 STRÍH

$$F_{v,Rd} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 800 \cdot 157}{1,25} = 100,5 \cdot 2 = 201 \text{ kN}$$

$$\underline{201 \text{ kN}} > 111 \text{ kN}$$

UŽHOVÍ

2.2 OTLAČENÍ

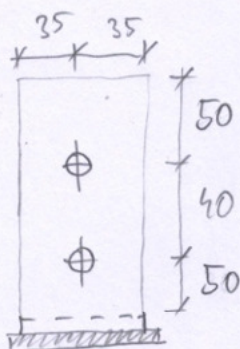
$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot 0,92 \cdot 490 \cdot 16 \cdot 5}{1,25} = 72,12 \cdot 2 = 144 \text{ kN}$$

$$\alpha_b = 1$$

$$k_1 = 2,5$$

$$\underline{144 \text{ kN}} > 111 \text{ kN}$$

UŽHOVÍ

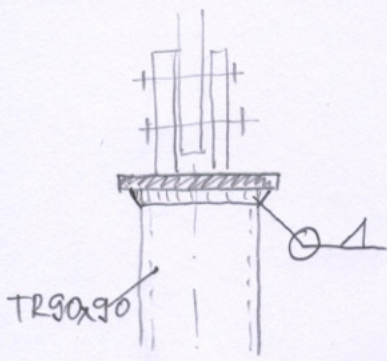


PŘÍPOJENÍ TRUBKY NA PLECH1, DIAGONÁLT - $N_{ed} = 366 \text{ kN}$

$$F_{u,Rd} = \frac{a \cdot l \cdot f_u}{\sqrt{3} \cdot b_w \cdot \gamma_m} = \frac{5 \cdot 360 \cdot 490 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,25} =$$

$$= \underline{452,64 \text{ kN}} > \underline{366 \text{ kN}}$$

VYHOVUJE



$$a = 5 \text{ mm}$$

$$l = 4 \cdot 90 = 360 \text{ mm}$$

2, SVISLICE - $N_{ed} = 111 \text{ kN}$ (70x70)

$$F_{u,Rd} = \frac{5 \cdot (70 \cdot 4) \cdot 490 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,25} = 352,0 \text{ kN}$$

$$\underline{352 \geq 111 \text{ kN}}$$

VYHOVUJE

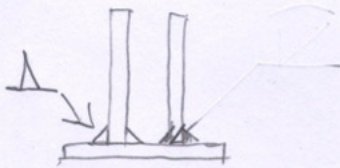
D, PŘÍPOJENÍ PLECHU NA PLECHKOUTOVÝ SVAR

$$\bar{c}_{||} = 0$$

$$\bar{c}_{\perp} = \sqrt{c}_{\perp} = \frac{366 \cdot 10^3 / 2}{2 \cdot 5 \cdot 100 \sqrt{2}} = 129,4 \text{ kN}$$

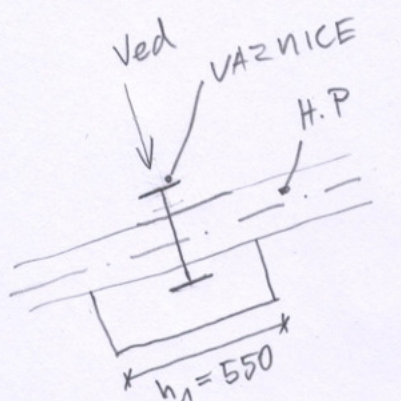
$$\sqrt{129,4^2 + 3(129,4^2 + 0^2)} \leq 435,5$$

$$\underline{258,8 \leq 435,5}$$

VYHOVUJE

$$l = 100 \text{ mm}$$

$$a = 5 \text{ mm}$$



$$t_1/b_0 = 10/150 = 0,06 < 0,2 \checkmark$$

D₁ POSOUZENÍ NA PROTLAČENÍ TRUBKY

reakce od působení vaznice

$$V_{ed} = 19 \text{ kN}; \quad t_1 = 10 \text{ mm}, \quad t_0 = 12,5 \text{ mm}$$

HORNÍ PA'S - TR 150 x 150 x 12,5

$$N_{1,Rd} = \frac{k_m \cdot f_{y0} \cdot t_0^2}{1 - t_1/b_0} \left(2 \cdot h_1/b_0 + 4 \sqrt{1 - t_1/b_0} \right) / \gamma_{M5}$$

$$= \frac{1,0 \cdot 355 \cdot 10^3 \cdot 12,5^2}{1 - 10/150} \cdot \left(2 \cdot \frac{550}{150} + 4 \sqrt{1 - 10/150} \right) / 1,15$$

$$\tau_{0Ed} = \frac{N_{ed}}{A} = \frac{19 \cdot 10^3}{6,2 \cdot 10^{-3}} = 3,06 \text{ MPa}$$

$$n = \left(\frac{\tau_{0Ed}}{f_{y0}} \right) / \gamma_{M5} = \left(\frac{3,06}{355} \right) / 1,0 = 8 \cdot 10^{-3}$$

$$n \leq 1 \Rightarrow k_m = 1,0$$

$$N_{1,Rd} = 665,5 \text{ kN} \gg 19 \text{ kN}$$

UPLNĚ

MONTAŽNÍ SPOJ HORNÍHO A DOLNÍHO PÁSU

max Ned = 334 kN - DOLNÍ PÁS

M 20 8.8

4 ŠROUBY

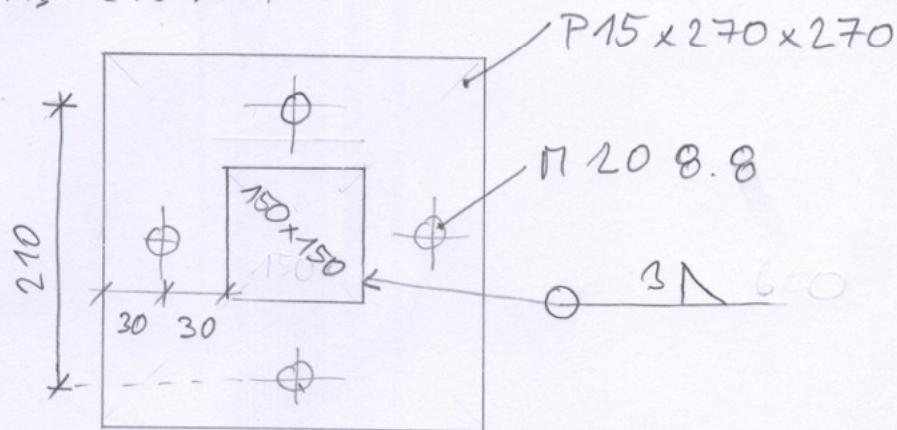
d = 20 mm

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

$d_o = 22 \text{ mm}$

$f_{yb} = 640 \text{ MPa}$

$A_s = 245 \text{ mm}^2$



A₁ SVAR ČELNÍ DESKY A TRUBKY

$a = 3 \text{ mm}$

$L = 4 \cdot 150 = 600 \text{ mm}$

$\beta_w = 0,9$

$$F_{v,Rd} = \frac{a \cdot L \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} =$$

$$= \frac{3 \cdot 600 \cdot 490 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,25} = 452,65 \text{ kN}$$

> 333,86 kN

UŽHOVJÍ

$$l_{eff,1} = \min \left\{ \begin{array}{l} c_{1,1} \cdot m_x \\ \frac{c_{1,1} \cdot m_x}{\beta_w} \\ \frac{c_{1,1} \cdot m_x}{\beta_w} \cdot 1,25 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 167 \\ 83,5 \\ 104,37 \end{array} \right\} = 83,5 \text{ mm}$$

$$l_{eff,2} = \min \left\{ \begin{array}{l} c_{2,1} \cdot m_x \\ \frac{c_{2,1} \cdot m_x}{\beta_w} \\ \frac{c_{2,1} \cdot m_x}{\beta_w} \cdot 1,25 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 145,07 \\ 72,53 \\ 90,66 \end{array} \right\} = 72,53 \text{ mm}$$

B_j ŠROUBY V TAHU

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M_2}} =$$

$$= \frac{0,9 \cdot 800 \cdot 10^6 \cdot 245 \cdot 10^{-6}}{1,25} = 141,1 \text{ kN}$$

$$141,1 \cdot 4 = 564,4 \text{ kN}$$

$$\underline{564,4 \text{ kN} > 333,86 \text{ kN}}$$

VYHOVUJE

C_j VLIV PÁČENÍ

$$m_x = 30 - 0,8 \cdot a \cdot \sqrt{I'} = 30 - 0,8 \cdot 3 \cdot \sqrt{I'} = 26,6 \text{ mm}$$

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

$$b_p = 210 \text{ mm}$$

$$l_{eff,1} = \min \left\{ \begin{array}{l} 167,0 \\ 83,5 \\ 136,7 \end{array} \right\} = 83,5$$

$$l_{eff,2} = \min \left\{ \begin{array}{l} 153,9 \\ 126,3 \\ 105 \end{array} \right\} = 105$$

$$\Rightarrow \underline{\min 83 \text{ mm}} \\ = l_{eff}$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{l_{eff} \cdot t^2 \cdot f_y}{4 \cdot \gamma_{M_0}} = \frac{83 \cdot 15^2 \cdot 355}{4 \cdot 1,0} \\ = \underline{1,65 \text{ kN}}$$

$$F_{T,1} = \frac{4 M_{pl,Rd}}{m_x} = \frac{4 \cdot 1,65}{0,0266} = 248 \text{ kN}$$

$$n = \min \{ 0,03; 1,25 \cdot m_x \}$$

$$= \min \{ 0,03; 0,033 \}$$

$$F_{T,2} = \frac{2 \cdot M_{pl,Rd} + n \cdot \sum F_{t,Rd}}{m+n} =$$

$$= \frac{2 \cdot 1,65 + 0,03 \cdot 141,1}{0,0266 + 0,03} = 133,1 \text{ kN}$$

$$F_{t3} = \sum F_{E,Rd} = 141,1 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = 333,86 \text{ kN}$$

$$\min F_T = 133,1 \cdot 4 = 532,36 \text{ kN}$$

$$\underline{N_{ed} < F_T} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}} \quad \checkmark$$

ČEPY V SPOJvýslednice reakci' $552 \text{ kN} = F_{v, sd}$ A_1
 \varnothing čepu = 60 mm

1, NUTNÁ TLOUŠŤKA ČEPU

$$t \geq 0,7 \cdot \sqrt{\frac{F_{v, sd} \cdot \mu \pi d_0}{f_y}} = 0,7 \cdot \sqrt{\frac{552 \cdot 1,00}{355}} =$$

$$= 39,42 = 40 \text{ mm}$$

$$d_0 = 62 \leq 2,5 \cdot t = 2,5 \cdot 40 = 100 \quad \checkmark \text{ SPLNĚNO}$$

2, KONCOVÉ ROZTEČE

$$a \geq \frac{F_{v, sd} \cdot \mu \pi d_0}{2 \cdot t \cdot f_y} \cdot \frac{2 d_0}{3} = \frac{552 \cdot 1,00}{2 \cdot 40 \cdot 355} + \frac{2 \cdot 62}{3} =$$

$$= 65 \text{ mm}$$

$$b \geq \frac{F_{v, sd} \cdot \mu \pi d_0}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{d_0}{3} = \text{---} + \frac{62}{3} = 50 \text{ mm}$$

B, POSOUZENÍ NA SMYK

$$F_{v, Rd} = 2 \cdot 0,6 \cdot \frac{A \cdot f_{up}}{\mu \pi d_0} = 2 \cdot 0,6 \cdot \frac{\pi \cdot 60^2 \cdot 500}{4 \cdot 1,25} =$$

$$= 1357,17 > 551,89 \text{ kN}$$

C, NÁVRHOVÝ MOMENT ÚNOSNOSTI

$$M_{Rd} = 0,8 \cdot W_{el} \cdot \frac{f_{up}}{\mu \pi d_0} = 0,8 \cdot \frac{\pi \cdot d^3}{32} \cdot \frac{f_{up}}{\mu \pi d_0} =$$

$$= 0,8 \cdot \frac{\pi \cdot 60^3}{32} \cdot \frac{500}{1,25} = 6786 \text{ kN}$$

D, PŮSOBÍCI MOMENT

$$M_{sd} = \frac{F_{v,Rd}}{8} \cdot (e + 4c + 2e_1) =$$
$$= \frac{551,9}{8} \cdot (40 + 4 \cdot 1,0 + 2 \cdot 20) = 5795 \text{ kN}$$

$$5795 < 6786 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

E, KOMBINACE SMYKU A OHTYBU

$$\left[\frac{M_{sd}}{M_{ed}} \right]^2 + \left[\frac{F_{v,sd}}{F_{v,Rd}} \right]^2 =$$

$$= \left[\frac{5795}{6786} \right]^2 + \left[\frac{551,98}{1357,2} \right]^2 = 0,89 \leq 1$$

VYHOVÍ!

F, OTLACĚNÍ ČELMI DESKY

$$F_{s,Rd} = \frac{1,5 \cdot d \cdot t \cdot f_y}{\gamma_{M_2}} = \frac{1,5 \cdot 60 \cdot 40 \cdot 355}{1,0} =$$

$$= 1278 \text{ kN} > 551,89 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Klíč kombinací

LC1		Stálé	LG1	Vlastní tíha
LC2	tíha střešní panely	Stálé	LG1	Standard
LC3	tíha stěnové panely	Stálé	LG1	Standard
LC5	sníh plný	Nahodilé	LG3	Statické
LC11	sníh poloviční pravý	Nahodilé	LG3	Statické
LC6	sníh poloviční levý	Nahodilé	LG3	Statické
LC4	podélný vítr-střecha	Nahodilé	LG2	Statické
LC7	příčný vítr; tlak-tlak	Nahodilé	LG2	Statické
LC8	příčný vítr; tlak-sání	Nahodilé	LG2	Statické
LC9	příčný vítr; sání-sání	Nahodilé	LG2	Statické
LC10	příčný vítr; sání-tlak	Nahodilé	LG2	Statické

$$MSU/1 = LC1*1,35+LC2*1,35+LC3*1,35+ LC5*1,5+LC7*0,9$$

$$MSU/2 = LC1*1,35+LC2*1,35+LC3*1,35+ LC5*1,5+LC8*0,9$$

$$MSU/3 = LC1*1,35+LC2*1,35+LC3*1,35+ LC5*0,75+LC7*1,5$$

$$MSU/5 = LC1*1,00+LC2*1,00+LC3*1,00$$

$$MSU/8 = LC1*1,00+LC2*1,00+LC3*1,00+ LC4*1,5$$

$$MSU/9 = LC1*1,35+LC2*1,35+LC3*1,35+ LC5*0,75+LC8*1,50$$

$$MSU/19 = LC1*1,35+LC2*1,35+LC3*1,35+ LC5*0,9+LC6*1,50$$

ZÁVĚR

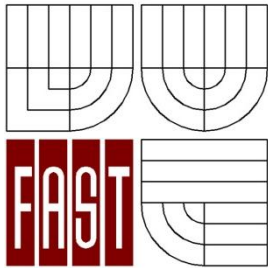
Tématem bakalářské práce bylo vyhotovit návrh nosné konstrukce sportovní haly pro běžné sporty o půdorysných rozměrech 36 m x 48 m. Návrh byl vyhotoven dle platných norem legislativy ČR.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí, 2004.
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, 2004.
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem, 2005.
- [2] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem, 2007.
- [5] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, 2006.
- [6] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků, 2006.
- [7] Čítanka výkresů ocelových konstrukcí [online]. Dostupné na: <<http://citankaok.wz.cz>>.
- [8] Prvky ocelových konstrukcí. Příklady podle Eurokódů. ČVUT, 2005.
-



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

TECHNICKÁ ZPRÁVA

TECHNICAL REPORT

DISPOZICE

Rozměry:

36 m x 48 m

Dipozice je je řešena vzhledem k rozměrům hřišť provozovaných sportů a jejich hracím výškám.

ŘEŠENÍ KONSTRUKCE

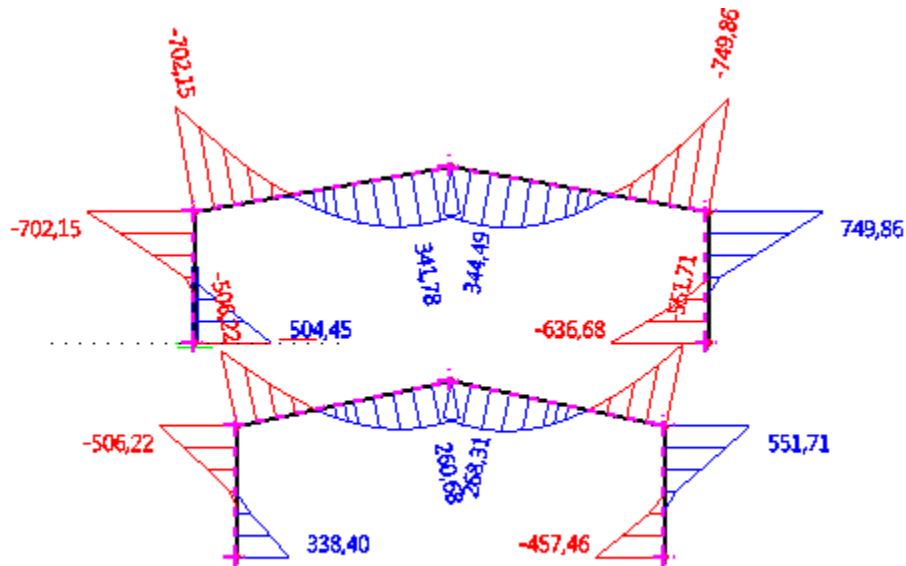
Úkolem této bakalářské práce bylo navrhnout nosnou ocelovou konstrukci sportovní haly pro běžné sporty o rozměrech 36 m x 48 m a světlé výšce 12 m. Rozměry konstrukce haly byly navrženy s ohledem na minimální požadované půdorysné rozměry a vhodnou vzdálenost příčné vazby po třech metrech. Světlá výška dolního pásu příhradového rámu vyhovuje požadavkům provozovaných sportů.

VARIANTY

Byly zvažovány dvě varianty vzhledem k uložení příhradového rámu:

- *Varianta č. 1* na rozpětí 30 m při uložení pod vnitřními sloupky rámu.
- *Varianta č. 2* na rozpětí 36 m při uložení pod vnějšími sloupky rámu.

Byla vybrána varianta č. 1 z důvodu pozitivnějšího rozdělení globálních momentů rámu viz. Obr.



Obr. Porovnání působících momentů

- VAZNICE

Je navržena vzpěrková vaznice na vzdálenost příčné vazby tj. 12 m. Vaznice je umístěna na horním pásu příhradového rámu a vzpěrky jsou nahoře připojeny ve třetinách v rozpětí vaznice a v dolní části upevněny k dolnímu pásu příhradového rámu. Jsou navrženy dva typy průřezů vaznice z důvodu vynechání vzpěrek u čelních stěn v krajních polích. V krajním poli je nadimenzován průřez IPE 300 a ve vnitřním poli IPE 180. Připojení vaznice k hornímu pásu příhradového rámu je provedeno šroubovým spojem přes styčnickový plech.

Střešní vzpěrky jsou navrženy z profilu 2LT 90/90/6 a stěnové vzpěrky z profilu 2LT 70/70/6, jsou připojeny přes styčnickové plechy na vaznici i na dolní pás.

Uprostřed rozpětí jsou nadimenzovaná táhla zajišťující klopení vaznic.

- PŘÍHRADOVÝ RÁM

Příhradový rám má rozpětí v uložení 36 m při výšce 3 m a je tvořen pouze trubkovými profily typu JEKL. Statickým řešením je dvoukloubový rám.

Profily rámu:

- Horní pás – CFRHS 150/150/12,5
- Dolní pás – CFRHS 150/150/12,5
- Vnější sloup – CFRHS 150/150/12,5
- Vnitřní sloup – CFRHS 150/150/12,5

Svislice jsou navrženy jednotného průřezu CFRHS 70/70/4.

Diagonály navrženy dle působení na tažené CFRHS 90/90/4 a tlačené CFRHS 100/100/8.

Přípoje diagonál a svislic na pásy jsou realizovány pomocí styčnickových plechů a šroubových spojů se šrouby M16 8.8.

Uložení rámu je pomocí čepových kloubových spojů.

Rám je rozdělen montážními spoji na dílcích 5 částí umožňujících transport, montážní spoje jsou vytvořeny pomocí čelních plechů se šroubovým spojem. Čelní plechy jsou navařeny na horní a dolní pás pomocí koutového svaru. V rámových rozích je připojení pásů a sloupků realizováno pomocí oboustranných V-svarů.

- MEZISLOUPKY STĚN

Mezisloupky jsou navrženy ze dvou profilů U120 jako členěné pruty s rámovými spojkami P500x150x10 ve vzdálenostech 1 m. Jsou dimenzovány na vzpěrnou délku 12,3 m kolmo na příčnou vazbu haly na zatížení větrem.

- PAŽDÍKY

Paždíky jsou tvořeny profily HEA140. Největší rozpětí paždíků je 6 m. Na paždíky jsou připojeny stěnové panely KINGSPAN. Vzdálenost po výšce jsou 3 m.

- ZTUŽIDLA

Příčná ztužidla střešní a okapová jsou vyrobena z profilů L 140/140/13 a vytvářejí příhradovou kosočtverečnou soustavu.

Příčná stěnová ztužidla jsou navrženy z profilů L 150/150/18.

Podélné ztužení zajišťují vzpěrky vaznic.

- VÝZTUŽNÝ PRUT VZPĚRKY V ÚROVNI VAZNIC

Výztužný prut zajišťuje vzpěrky v úrovni vaznic a zkracuje jejich vzpěrnou délku.

VÝROBA KONSTRUKCE

Ve výrobním závodě proběhne výroba konstrukce v souladu s ČSN EN 1090-2 (provádění ocelových a hliníkových konstrukcí). Materiál musí být zbaven hrubých nečistot a vyrovnán v rámci mezních úchylek ČSN 73 2611. Jednotlivé kusy jsou opatřeny antikorozní povrchovou úpravou.

MONTÁŽ KONSTRUKCE

Montážní dílce budou na stavbu dopraveny po jednotlivých částech. Vazník je rozdělený na 5 dílčích částí. Na stavbě následuje jeho montáž.

POVRCHOVÁ ÚPRAVA

Povrchová úprava bude upravena pro korozní prostředí C2.

Základní nátěr S2146.

MATERIÁL

- Základní materiál S355
- Šrouby 8.8
- Svary

OPLÁŠTĚNÍ

Opláštění je provedeno pomocí dvou typů panelů KINGSPAN a to střešních, tepelně izolačních a prosvětlovacích KS1000FF + KS1000GRP. A stěnových také tepelně izolačních panelů KS1000FH. Tloušťka panelů je 120 mm. Opláštění je připojeno ve střešní části na horní pásnici vaznic a ve stěnové části na pásnici paždíků.