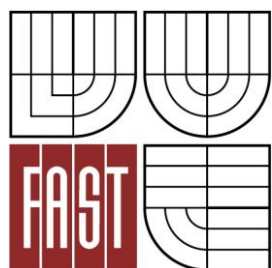




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

SPOJOVACÍ KORIDOR CONNECTING FOOTBRIDGE

ČÁST 2 – TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOOR PRÁCE
AUTHOR

BC. JAKUB SLÁMA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. PETR BROSCH



OBSAH

OBSAH	1
1. ZADÁNÍ	2
2. ÚČEL STAVBY	2
3. ZÁKLADNÍ ÚDAJE	2
4. VARIANTY ŘEŠENÍ	3
4.1. VARIANTA „A“	3
4.2. VARIANTA „C“	4
4.3. SROVNÁNÍ VARIANT	4
5. DISPOZIČNÍ USPOŘÁDÁNÍ KONSTRUKCE	5
6. NÁVRHOVÉ ZATÍŽENÍ	6
7. ZALOŽENÍ KONSTRUKCE	6
8. NOSNÁ KONSTRUKCE LÁVKY	7
8.1. Konstrukce lávky	7
8.2. Stojky	7
9. DILATACE KONSTRUKCE	7
10. POŽADAVKY NA HLAVNÍ MATERIÁL	8
11. ZÁBORY PLOCH, VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	9
12. TECHNOLOGIE PROVÁDĚNÍ	9
13. POSTUP PRACÍ	9
14. DOTČENÉ NORMY	10



1. ZADÁNÍ

Předmětem práce je návrh spojovacího koridoru mezi objekty v lokalitě Brno. Jedná se o přemostění pozemní komunikace. Konstrukční prostor pro mostní konstrukci je pak cca 30 m. Úkolem je navržení variant statického a konstrukčního řešení popsaného přemostění při respektování požadavků obsluhy, dopravy a architektury s ohledem na účelnost statického a konstrukčního systému a optimalizaci účinků na spodní stavbu.

2. ÚČEL STAVBY

Účelem stavby je propojení dvou budov stavební fakulty (budova B – budova R) přes ulici Rýbkova. Ulicí je vedena silniční komunikace II. třídy, pruhu po chodce a parkovací stání.

3. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

DÉLKA KONSTRUKCE:	24,6 m
STAVEBNÍ VÝŠKA:	3,14 m
VOLNÁ VÝŠKA:	10,2 m
STAVEBNÍ VÝŠKA:	13,0 m
ROZPĚTÍ POLE:	12,3 m
KRAJNÍ POLE:	6,15 m
ŠÍŘKA KONSTRUKCE:	2,26 m
ÚHEL KŘÍŽENÍ S KOMUNIKACÍ:	90,0 deg

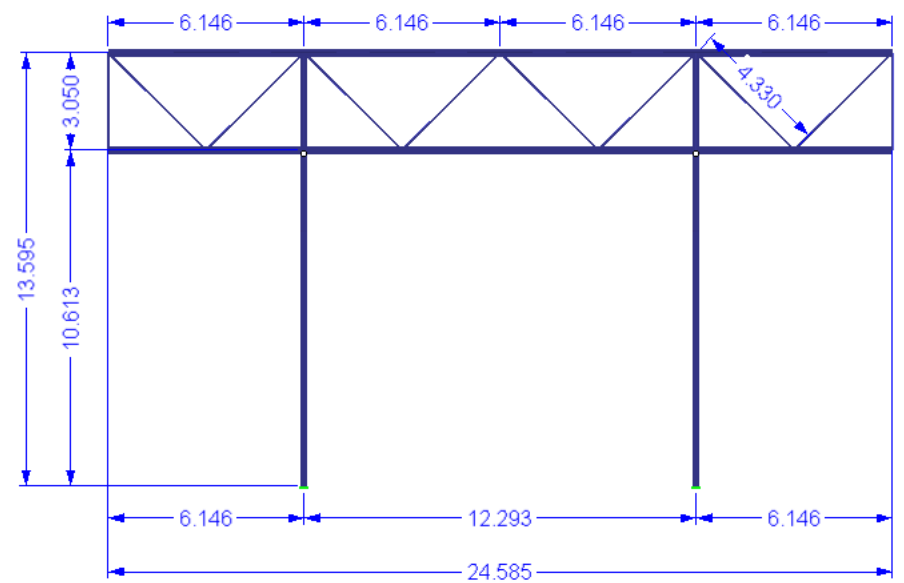
Statické uspořádání:	Příhradová konstrukce s převislými konci.
Podpěření konstrukce:	Příhradové ocelové sloupy
Založení:	betonová patka, hlubinné založení (piloty)

4. VARIANTY ŘEŠENÍ

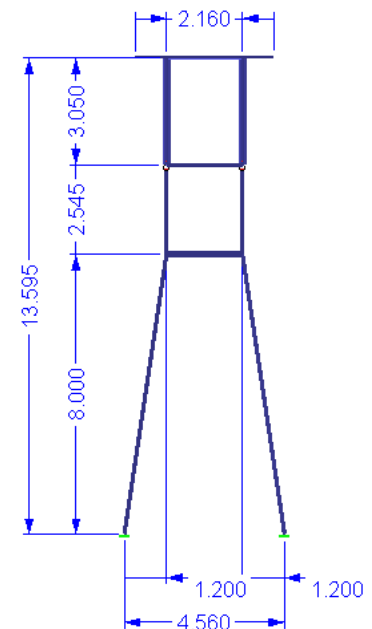
Byly navrženy DVĚ varianty propojení objektů.

4.1. VARIANTA „A“

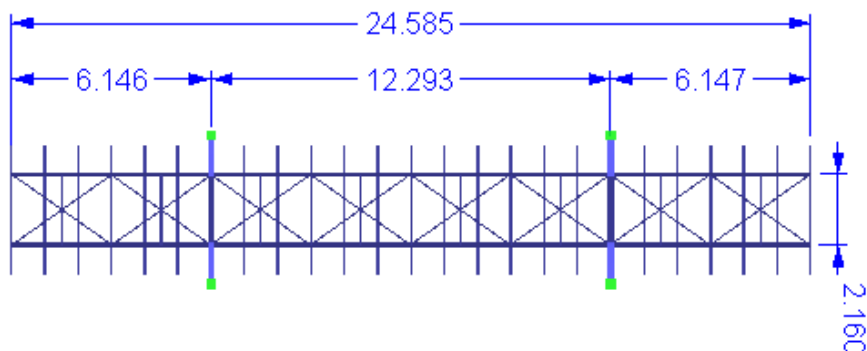
Jako druhá varianta byla uvažována příhradová konstrukce podepřená ve dvou bodech rámovými stojkami. Stojky byly vetknuty do základové patky přes kontaktní desku.



PODÉLNÝ ŘEZ



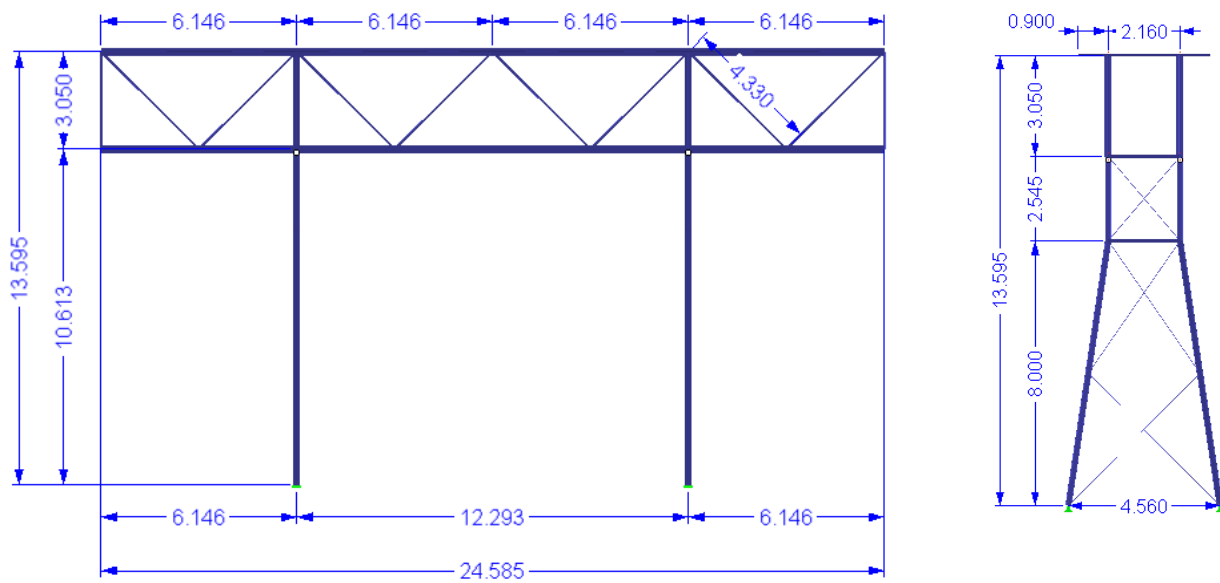
PŘÍČNÝ ŘEZ



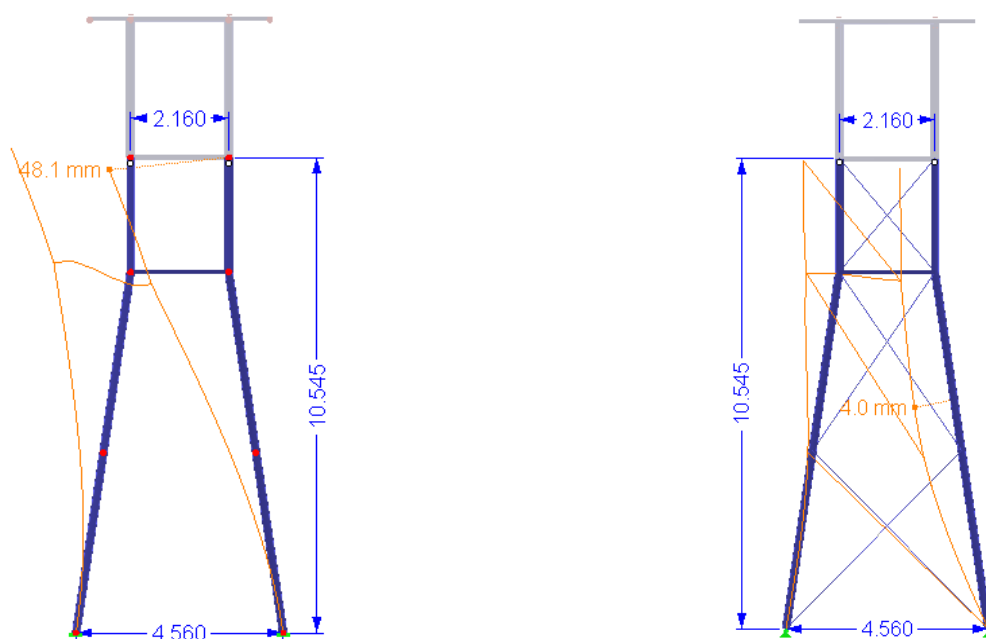
PŮDORYS

4.2. VARIANTA „B“

Jako třetí varianta byla uvažována příhradová konstrukce stejně jako u varianty „B“ podepřená ve dvou bodech příhradovými stojkami. Stojky byly uloženy kloubově do základové patky.



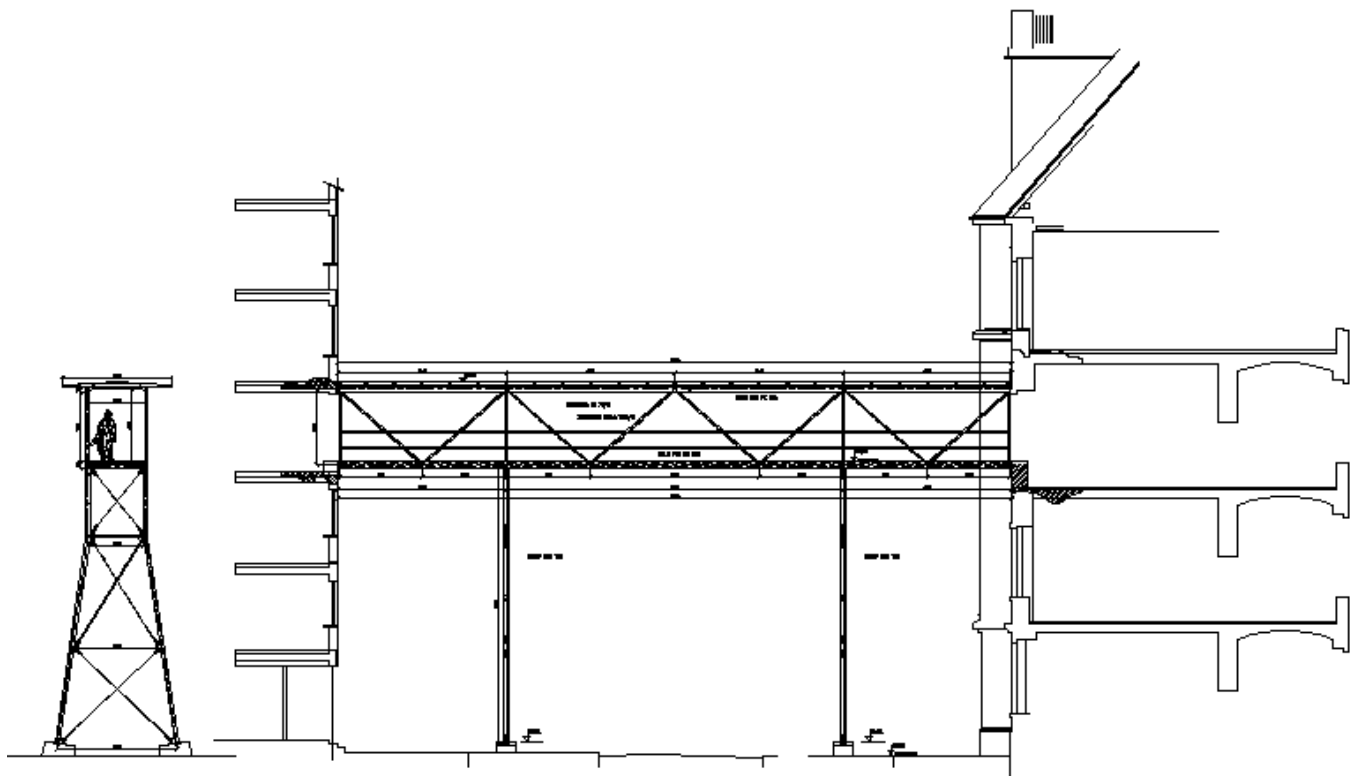
4.3. SROVNÁNÍ VARIANT



Deformace rámové spodní konstrukce

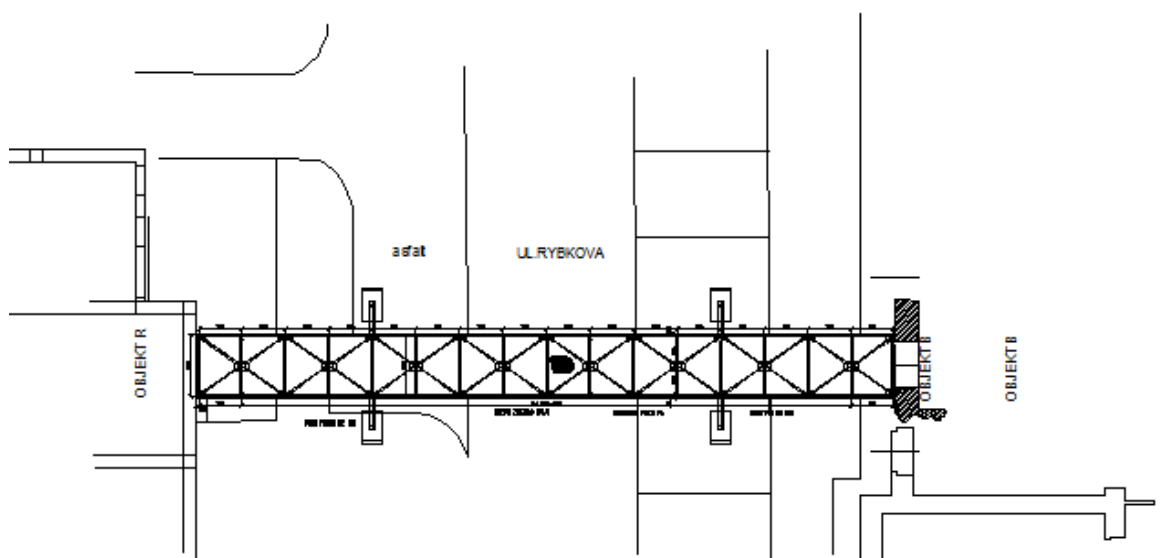
Deformace spodní konstrukce s táhly

5. DISPOZIČNÍ USPOŘÁDÁNÍ KONSTRUKCE

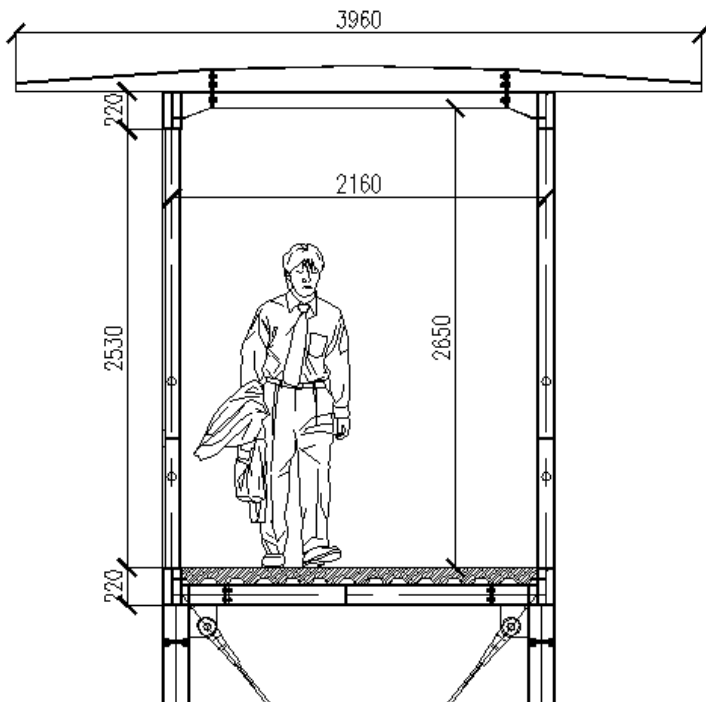


PŘÍČNÝ ŘEZ

POODÉLNÝ ŘEZ



PŮDORYS



PŘÍČNÝ ŘEZ KORIDOREM

6. NÁVRHOVÉ ZATÍŽENÍ

Stálé zatížení nosnými konstrukčními prvky bylo automaticky generováno výpočetním programem R-FEM (Dlubal). Boční opláštění koridoru je uvažováno zasklením s montážním připojením „Point fitting systém“. Podlaha je navržena jako železobetonová deska s trapézovým plechem, který slouží jako ztracené bednění. Pohled konstrukce není uvažován. Střešní krytina ne navržena lehká z komůrkových polykarbonátových desek.

Užitné zatížení je uvažováno pro kategorii „A“. Lokalita výstavby pro oblast Brno. Dle ČSN EN 1991-1-3 (Obecná zatížení - Zatížení sněhem) je sněhová oblast II, typ krajiny normální. Dle ČSN EN 1991-1-4 (Obecná zatížení - Zatížení větrem) byla stanovena větrná oblast II a kategorie terénu IV.

Mimořádné zatížení nebylo uvažováno.

7. ZALOŽENÍ KONSTRUKCE

Konstrukce je hlubinně založena na základových patkách a velkopřůměrových pilotách.

8. NOSNÁ KONSTRUKCE LÁVKY

8.1. Konstrukce lávky

Hlavní nosnou konstrukci lávky tvoří příhradový nosník s diagonálami bez svislic. Spodní a horní pás příhrady tvoří profil IPE 220 uzavřený plechem. Diagonály byly navrženy jako uzavřené trubkové čtvercového průřezu typu QRO 70x5mm. K hornímu a spodnímu pásu jsou diagonální pruty přivařeny koutovým svarem. V místě uložení na sloupové podpory je konstrukce koridoru vyztužena sloupkem typu HEB 100. Střešní nosnou konstrukci tvoří nosníky profilu T80x80x5. Horní pásy jsou tuze spojeny složeným nosníkem, který slouží i jako svislice střešního ztužidla. Podlahu tvoří železobetonová konstrukce s trapézovým plechem uloženým. Spodní pásy jsou spojeny nosníky typu IPE 120, připojené šroubovým spojem, který nese podlahu z železobetonové desky s trapézovým plechem tl. 100mm. Zatížení od větru a stabilita je přenášena do spodní stavby podélným ztužidlem v místě střešního pláště (střešní ztužidlo) a ztužidlo pod úroveň podlahy.

8.2. Stojky

Zatížení od konstrukce lávky je ve dvou polohách přenášena do spodní stavby sloupky tvaru HEB 190 s příčným ztužením IPE 120. Konstrukce je spojena lanovými táhly o průměru 20 mm. Sloupy jsou kloubově uloženy na základové patky. Sloupy jsou mírně rozkročeny pod úhlem 9° od svislice.

9. DILATACE KONSTRUKCE

Konstrukce je samostatně stojící.

$$\Delta l = \alpha \cdot \Delta T \cdot L$$

Součinitel tepelné roztažnosti $\alpha = 0,012$ (ocel)

Montážní teplota $T = 20^{\circ}\text{C}$

$T^- = -15^{\circ}\text{C}$

$T^+ = 35^{\circ}\text{C}$

$$\Delta l^- = \alpha \cdot \Delta T^- \cdot L = 0,012 \cdot (-35) \cdot 24,59 = -10,3 \text{ mm}$$

$$\Delta l^+ = \alpha \cdot \Delta T^+ \cdot L = 0,012 \cdot 15 \cdot 24,59 = 4,43 \text{ mm}$$



10. POŽADAVKY NA HLAVNÍ MATERIÁL

Všechny kovové díly, přicházejících do styku se vzduchem budou upraveny pro stupeň agresivity prostředí C4, s minimální životností nátěrů nad 15 let kombinovaným povlakem dle TP 84, ČSN EN ISO 12944 a TKP kap. 19 takto:

Základní materiál

Ocel S275 J2 pro nosné konstrukce z plechu (patky, stojky, příčle, čelní desky).
Ocel S275 JRH pro konstrukce z ocelových trubek.

Nosná OK a upevňovací prvky:

• 1x žárové zinkování ponorem	85 μm
• 1x základní nátěr epoxidové bázi	60 μm
• 1x mezivrstva na epoxidové bázi	80 μm
• vrchní polyuretanový nátěr min. tl.	60 μm
celkem	85 + 200 μm

Odstín vrchního nátěru - RAL 8004 – Měděná hnědá

Hrany OK budou před nátěrem zaobleny v poloměru R=2 mm.

Přídavný svařovací materiál

Elektrody budou opatřeny dokumentem kontroly materiálu 2.1 dle ČSN EN 10204.

Požadavky na šroubové spoje

Pro dodávku se požaduje prohlášení o shodě s objednávkou 3.1, 2.1.

Požadavky na destruktivní a nedestruktivní zkoušky:

Bude provedena vizuální kontrola svarů dle ČSN EN ISO 17637. Kontrola svarů UT předepsána není.



11. ZÁBORY PLOCH, VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Prostor pod mostem bude dotčen pouze dočasnými technologickými potřebami stavby (zařízení staveniště, manipulační plochy pro lešení apod.). Po dokončení stavby budou dotčené plochy uklizeny a uvedeny do původního stavu. V rámci provádění a následného provozu stavby nejsou negativní vlivy s výjimkou staveništního provozu předpokládány. Během provádění stavby bude komunikace používána pouze pro účely stavby.

12. TECHNOLOGIE PROVÁDĚNÍ

Konstrukce koridoru bude prováděna na montážních podpěrách umístěných v úrovni komunikace. Pro montáž nosných částí bude použit jeřáb AD20. Svařování dílčích částí bude provedeno dílensky. Jednotlivé díly převezeny na stavbě budou svařeny na stavbě dle technologického předpisu. Složená nosná konstrukce bude jeřábem vyzdvižena do požadované polohy a uložena na podpěrnou konstrukci.

13. POSTUP PRACÍ

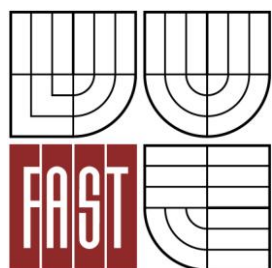
- Zařízení staveniště
- Vytyčení geodetické sítě
- Výkopy pro pilotové založení
- Zřízení pilot
- Betonáž základových patek
- Vztyčení sloupových podpor
- Montáž ocelového konstrukce koridoru
- Vyzdvižení ocelové konstrukce
- Montáž opláštění a napojení na budovy
- Zrušení staveniště, terénní úpravy

14. DOTČENÉ NORMY

- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem
- ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků
- ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN ISO 12944-1(03 8241 / 1998-10) Nátěrové hmoty - Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 1: Obecné zásady
- ČSN EN ISO 12944-2 (03 8241 / 1998-10) Nátěrové hmoty - Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 2: Klasifikace vnějšího prostředí
- ČSN EN ISO 12944-3 (03 8241 / 1999-05) Nátěrové hmoty - Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 3: Navrhování
- ČSN EN ISO 12944-4 (03 8241 / 1998-10) Nátěrové hmoty - Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 4: Typy povrchů podkladů a jejich příprava
- ČSN EN ISO 12944-5 (03 8241 / 1999-06) Nátěrové hmoty - Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 5: Ochranné systémy,
- ČSN EN ISO 12944-7 (03 8241 / 1999-02) Nátěrové hmoty - Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 7: Provádění a dozor při zhotovování nátěrů,



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

SPOJOVACÍ KORIDOR CONNECTING FOOTBRIDGE

ČÁST 1 – STATICKÝ NÁVRH

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOOR PRÁCE
AUTHOR

BC. JAKUB SLÁMA

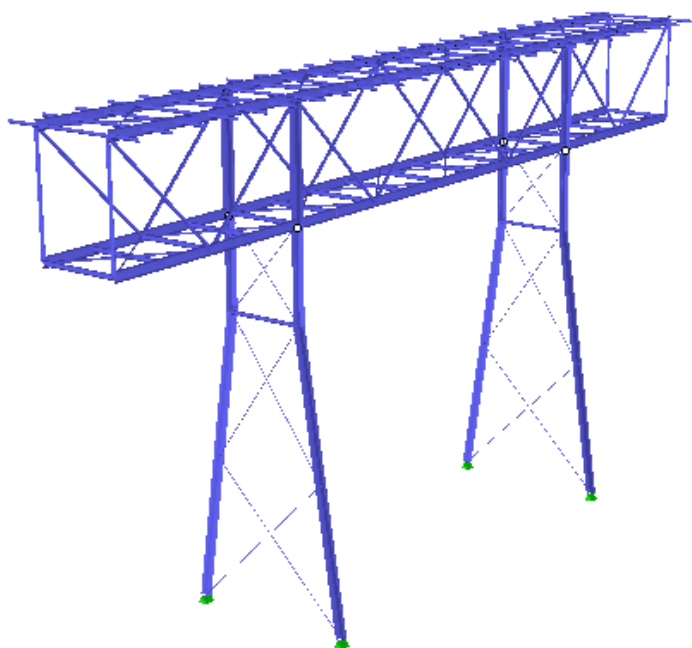
VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. PETR BROSCHE

1 Obsah

2	ÚVOD	- 3 -
3	GEOMETRIE	- 3 -
4	ZATÍŽENÍ NA KONSTRUKCI ČSN EN 1991	- 4 -
4.1	ZS1 - ZATÍŽENÍ STÁLÉ ČSN EN 1991-1-1	- 4 -
4.1.1	STŘEŠNÍ PLÁŠŤ	- 4 -
4.1.2	PODLAHA	- 4 -
4.1.3	OPLÁŠTĚNÍ	- 4 -
4.2	ZATÍŽENÍ NAHODILÉ	- 5 -
4.2.1	ZS2 - UŽITNÁ ZATÍŽENÍ ČSN EN 1991-1-1	- 5 -
4.2.2	ZS3 - ZATÍŽENÍ SNĚHEM ČSN EN 1991-1-1-3	- 5 -
4.2.3	ZS4 - ZATÍŽENÍ VĚTREM ČSN EN 1991-1-1-4	- 6 -
4.3	KOMBINACE ZATÍŽENÍ ČSN EN 1991-1-1	- 7 -
4.3.1	PRAVIDLA PRO SESTAVOVÁNÍ KOMBINACÍ PRO MEZNÍ STAVY ÚNOSNOSTI	- 7 -
4.3.2	PRAVIDLA PRO SESTAVOVÁNÍ KOMBINACÍ PRO MEZNÍ STAVY POUŽITELNOSTI	- 7 -
5	NÁVRH A POSOUZENÍ ČSN EN 1993	- 8 -
5.1	VAZNICE	- 8 -
5.1.1	INFORMACE O KONSTRUKCI	- 8 -
5.1.2	VNITŘNÍ SÍLY	- 8 -
5.1.3	INFORMACE O PRŮŘEZU	- 9 -
5.1.4	MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI	- 9 -
5.1.5	MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI	- 11 -
5.1.6	PŘIPOJENÍ	- 11 -
5.2	PŘÍČNÝ PODLAHOVÝ NOSNÍK	- 12 -
5.2.1	INFORMACE O KONSTRUKCI	- 12 -
5.2.2	VNITŘNÍ SÍLY	- 12 -
5.2.3	INFORMACE O PRŮŘEZU	- 13 -
5.2.4	MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI	- 13 -
5.2.5	MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI	- 14 -
5.2.6	PŘIPOJENÍ	- 14 -
5.3	DIAGONÁLY	- 15 -
5.3.1	INFORMACE O KONSTRUKCI	- 15 -
5.3.2	VNITŘNÍ SÍLY	- 15 -
5.3.3	- 15 -
5.3.4	INFORMACE O PRŮŘEZU	- 16 -
5.3.5	MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI	- 16 -
5.3.6	MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI	- 17 -
5.4	HORNÍ A DOLNÍ PÁS	- 18 -
5.4.1	INFORMACE O KONSTRUKCI	- 18 -
5.4.2	VNITŘNÍ SÍLY	- 18 -

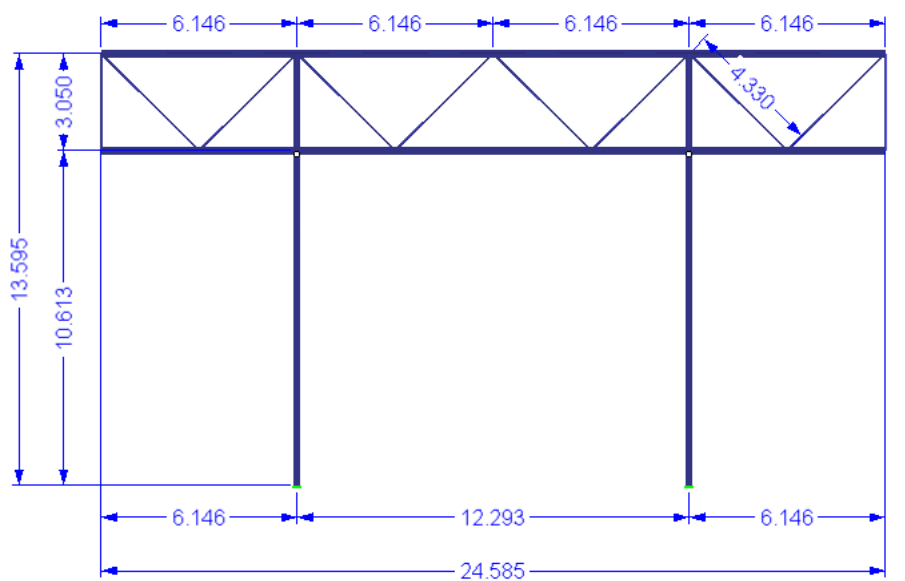
5.4.3	INFORMACE O PRŮŘEZU.....	- 19 -
5.4.4	MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI	- 20 -
5.4.5	MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI	- 21 -
5.5	SLOUP – RÁMOVÁ KONSTRUKCE.....	- 22 -
5.5.1	INFORMACE O KONSTRUKCI	- 22 -
5.5.2	VNITŘNÍ SÍLY	- 22 -
5.5.3	INFORMACE O PRŮŘEZU.....	- 23 -
5.5.4	MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI	- 23 -
5.6	SLOUP – PŘÍHRADOVÁ KONSTRUKCE	- 25 -
5.6.1	INFORMACE O KONSTRUKCI	- 25 -
5.6.2	VNITŘNÍ SÍLY	- 25 -
5.6.3	MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI	- 26 -
5.6.4	SROVNÁNÍ DEFORMACÍ.....	- 27 -
5.7	PŘÍHRADOVÉ PODÉLNÉ ZTUŽIDLO.....	- 28 -
5.7.1	INFORMACE O KONSTRUKCI	- 28 -
5.7.2	KŘÍŽOVÉ ZTUŽIDLO - INFORMACE O PRŮŘEZU.....	- 28 -
5.7.3	HORNÍ SVISLICE ZTUŽIDLA – INFORMACE O PRŮŘEZU	- 29 -
5.8	CELKOVÁ DEFORMACE KONSTRUKCE	- 31 -
6	POSOUZENÍ KLOUBOVÉ PATKY.....	- 32 -
6.1	VNITŘNÍ SÍLY	- 32 -
7	POSOUZENÍ SVARU STYČNÍKOVÉHO PLECHU	- 33 -
8	PŘÍLOHY.....	- 34 -
8.1	MAPA SNĚHOVÝCH OBLASTÍ	- 34 -
8.2	MAPA VĚTRNNÝCH OBLASTÍ.....	- 35 -



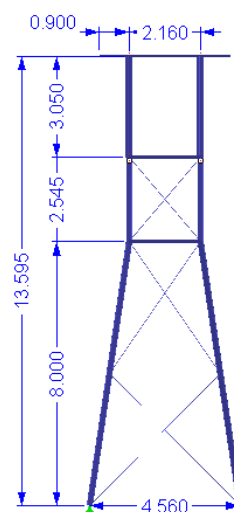
2 ÚVOD

Pro určení vnitřních sil a deformací konstrukce byl použit výpočtový software R-FEM společnosti DLUBAL. Zatížení vlastní tíhou konstrukce bylo automaticky generováno programem. Zatížení ostatní stálé bylo uvažováno dle ČSN EN 1991-1-1. Zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4, zatížení sněhem dle ČSN EN 1991-1-3.

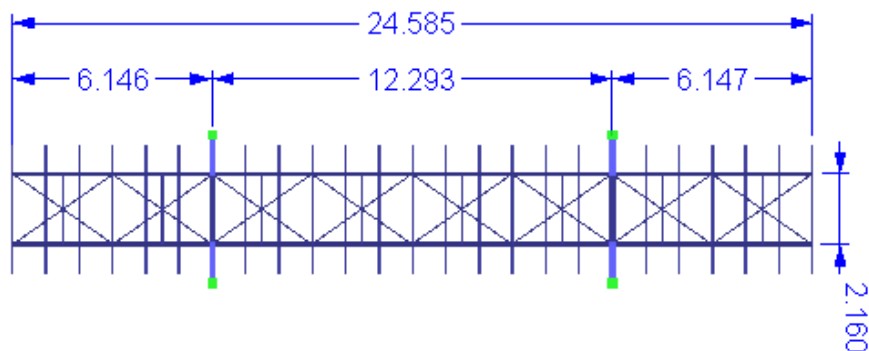
3 GEOMETRIE



PODÉLNÝ ŘEZ



PŘÍČNÝ ŘEZ



PŮDORYS

4 ZATÍŽENÍ NA KONSTRUKCI

ČSN EN 1991

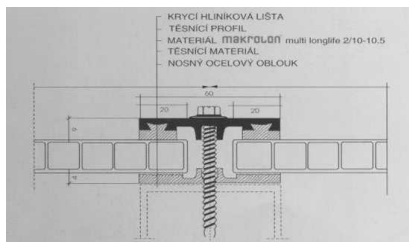
4.1 ZS1 - ZATÍŽENÍ STÁLÉ

ČSN EN 1991-1-1

Zatížení konstrukčními prvky generováno automaticky programem DLUBAL-RFem.

4.1.1 STŘEŠNÍ PLÁŠŤ

Střešní plášť tvoří komůrková polykarbonátová deska v hliníkovém rámu tloušťky 20,0mm.



Detail uchycení desek

č.	popis	tl. [m]	zatěžovací šířka [m]	plošné zatížení [kN/m ²]
1	komůrková polykarbonátová deska	0,02	1,2	0,03
	Celkem	0,02		0,03

4.1.2 PODLAHA

Podlahu tvoří trapézový plech TR 40/160 tl.1,0mm (ztracené bednění) s betonovou deskou tloušťky 100,0mm a cementovým potěrem tl. 10,0mm.

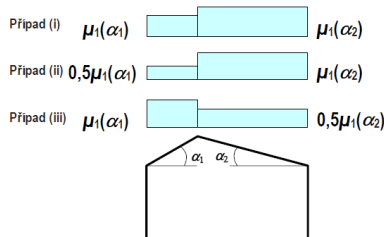
č.	popis	tl. [m]	objemová tíha [kN/m ³]	plošné zatížení [kN/m ²]
1	cementový potěr	0,020	22,5	0,45
2	betonová deska	0,100	25	2,50
3	trapézový plech	0,001	-	0,106
	Celkem	0,12		3,056

4.1.3 OPLÁŠTĚNÍ

Boční opláštění je tvořeno lepeným konstrukčním sklem tl. 20,0mm připevněným k nosné konstrukci systémem „point fitting systém“ SPC 75/3.

č.	popis	tl. [m]	objemová tíha [kN/m ³]	plošné zatížení [kN/m ²]
1	skleněná fasáda	0,02	25	0,500
	Celkem	0,02		0,500

Lokalita výstavby: Brno
Sněhová oblast: II
Typ krajiny: normální



$h = 0,1 \text{ m}$
 $b = 3,5 \text{ m}$
 $h/b = 0,03 \Rightarrow$ není válcová střecha
 $\alpha_{1,2} = 5^\circ \Rightarrow$ plochá střecha

4.2 ZATÍŽENÍ NAHODILÉ

4.2.1 ZS2 - UŽITNÁ ZATÍŽENÍ

ČSN EN 1991-1-1

Zatížení lávky

Zatížení střechy

Užitná kategorie A

Užitná kategorie H

$q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$
 $Q_k = 2,0 \text{ kN}$

$q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$
 $Q_k = 1,0 \text{ kN}$

4.2.2 ZS3 - ZATÍŽENÍ SNĚHEM

ČSN EN 1991-1-3

Základní parametry

Charakteristická hodnota: $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$
Součinitel expozice: $C_e = 1,0$
Tepelný součinitel: $C_t = 1,0$
Tvarový součinitel: $\mu_1 = 0,8$ stav (i) – nenavátý sníh

Tabulka 5.1 – Doporučené hodnoty součinitele C_e pro různé typy krajiny

Typ krajiny	C_e
otevřená ^{a)}	0,8
normální ^{b)}	1,0
chráněná ^{c)}	1,2

^{a)} Otevřený typ krajiny: rovná plocha bez překážek, otevřená do všech stran, nechráněná nebo jen málo chráněná terénem, vyššími stavbami nebo stromy.
^{b)} Normální typ krajiny: plochy, kde nedochází na stavbách k výraznému přemístění sněhu větrem kvůli okolnímu terénu, jiným stavbám nebo stromům.
^{c)} Chráněný typ krajiny: plochy, kde je uvažovaná stavba výrazně nižší než okolní terén nebo je stavba obklopena vysokými stromy a/nebo vyššími stavbami.

Tabulka 5.2 – Tvarové součinitele zatížení sněhem

úhel sklonu střechy α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8\alpha/30$	1,6	--

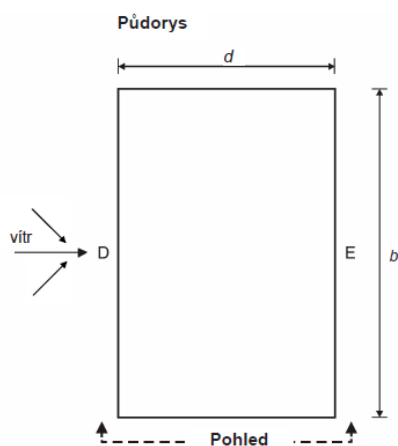
Zatížení sněhem

$$s_i = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$$s_1 = 0,80 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,80 \text{ kN/m}^2$$

Lokalita výstavby: Brno
Větrná oblast: II
Kategorie terénu: IV
Referenční výška: $z_s = 12,0\text{m}$

$Z = 12,0\text{ m}$
 $h = 3,63\text{ m}$
 $d = 2,32\text{ m}$



4.2.3 ZS4 - ZATÍŽENÍ VĚTREM

ČSN EN 1991-1-1-4

Základní parametry

Výchozí základní rychlost větru $v_{b,0} = 25,0\text{ m/s}$
Součinitel ročního období $C_{season} = 1,0$
Součinitel směru větru $C_{dir} = 1,0$
Parametr drsnosti terénu $z_0 = 1,0\text{ m}$
Minimální výška: $z_{min} = 10\text{ m}$

Tabulka 4.1 – Kategorie terénů a jejich parametry

Kategorie terénu	z_0 [m]	z_{min} [m]
0 Moře nebo pobřežní oblasti vystavené otevřenému moři	0,003	1
I Jezera nebo vodorovné oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek	0,01	1
II Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a s izolovanými překážkami (stromy, budovy), jejichž vzdálenost je větší než 20násobek výšky překážek	0,05	2
III Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)	0,3	5
IV Oblasti, ve kterých je nejméně 15 % povrchu pokryto pozemními stavbami, jejichž průměrná výška je větší než 15 m	1,0	10

POZNÁMKA Kategorie terénu jsou zobrazeny v A.1.

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

Střední rychlost větru: $v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$
 $v_m(z) = 0,65 \cdot 1,0 \cdot 25,0 = 16,25\text{ m/s}$

Součinitele drsnosti: $c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0)$
 $c_r(z) = 0,26 \cdot \ln(12,0/1,0) = 0,65$

Součinitel terénu: $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07}$
 $k_r = 0,19 \cdot (1,0/0,01)^{0,07} = 0,26$
 $z_{0,II} = 0,01\text{ m}$

Součinitel orografie: $c_o(z) = 1,0$
Maximální dynamický tlak: $q_p(z) = [1 + 7 \cdot l_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$
 $q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0,4] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 16,25^2 = 627,15\text{ N/m}^2$

Intenzita turbulence ($z > z_{min}$) $l_v(z) = \frac{k_l}{c_o(z) \ln(z/z_0)} = 0,40$

Součinitel turbulence $k_l = 1,0$
Měrná hmotnost vzduch $\rho = 1,25\text{ kg/m}^3$

Tlak větru na stěnu $w_e = q_p(z) \cdot C_{pe,10}$

Tabulka 7.1 – Doporučené hodnoty součinitelů vnějšího tlaku pro svislé stěny pozemních staveb s pravouhlejším půdorysem

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

$h/d = 1,56$

oblast	$C_{pe,10}$	w_e [kN/m ²]
D	0,8	0,50
E	-0,5	-0,31

Pozn.: Tab. a obr. vyňaté z normy ČSN EN 1991-1-1-4 „Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem“

4.3 KOMBINACE ZATÍŽENÍ

ČSN EN 1991-1-1

4.3.1 PRAVIDLA PRO SESTAVOVÁNÍ KOMBINACÍ PRO MEZNÍ STAVY ÚNOSNOSTI

Typ STR/GE Varianta B (rozhoduje horší z variant)

1.16a

$$\Sigma \gamma_{G,sup} G_{k,j} "+" \gamma_p P_k "+" \gamma_{Q1} \psi_{0,1} Q_{k,1} "+" \Sigma \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$\Sigma \gamma_{G,inf} G_{k,j} "+" \gamma_p P_k "+" \gamma_{Q1} \psi_{0,1} Q_{k,1} "+" \Sigma \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

1.16b

$$\Sigma \xi \gamma_{G,sup} G_{k,j} "+" \gamma_p P_k "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \Sigma \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$\Sigma \xi \gamma_{G,inf} G_{k,j} "+" \gamma_p P_k "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \Sigma \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

ZS1 – stálé zatížení
ZS2 – zatížení užité
ZS3 – zatížení sněhem
ZS4 – zatížení větrem

Součinitele spolehlivosti

$\gamma_{Gsup} = 1,35$ stálé zatížení nepříznivé
 $\gamma_{Ginf} = 1,00$ stálé zatížení příznivé
 $\gamma_Q = 1,5$ proměnné zatížení

Kombinační součinitele

$\psi_0 = 0,5$ sníh
 $\psi_0 = 0,6$ vítr
 $\psi_0 = 0,0$ užité
 $\xi = 0,85$

KZ1 $1,35 * ZS1 + 1,5 * ZS2$
KZ2 $1,35 * ZS1 + 1,5 * ZS3$
KZ3 $1,35 * ZS1 + 1,5 * ZS4$
KZ4 $1,35 * ZS1 + 1,5 * (ZS3 * 0,5 + ZS4)$
KZ4 $1,35 * ZS1 + 1,5 * (ZS2 + ZS4 * 0,6)$
KZ5 $1,35 * ZS1 + 1,5 * (ZS2 + 0,5 * ZS3 + 0,6 * ZS4)$

4.3.2 PRAVIDLA PRO SESTAVOVÁNÍ KOMBINACÍ PRO MEZNÍ STAVY POUŽITELNOSTI

Kombinace charakteristická:

$$\Sigma G_{k,j} "+" P_k "+" Q_{k,1} "+" \Sigma \psi_{0,i} * Q_{k,i}$$

Kombinace častá:

$$\Sigma G_{k,j} "+" P_k "+" \psi_{1,1} * Q_{k,1} "+" \Sigma \psi_{2,i} * Q_{k,i}$$

Kombinace kvazistálá:

$$\Sigma G_{k,j} "+" P_k "+" \Sigma \psi_{2,i} * Q_{k,i}$$

Kombinační součinitele

$\psi_2 = 0,0$ sníh $\psi_1 = 0,2$ sníh
 $\psi_2 = 0,0$ vítr $\psi_1 = 0,2$ vítr
 $\psi_2 = 0,0$ užité $\psi_1 = 0,0$ užité

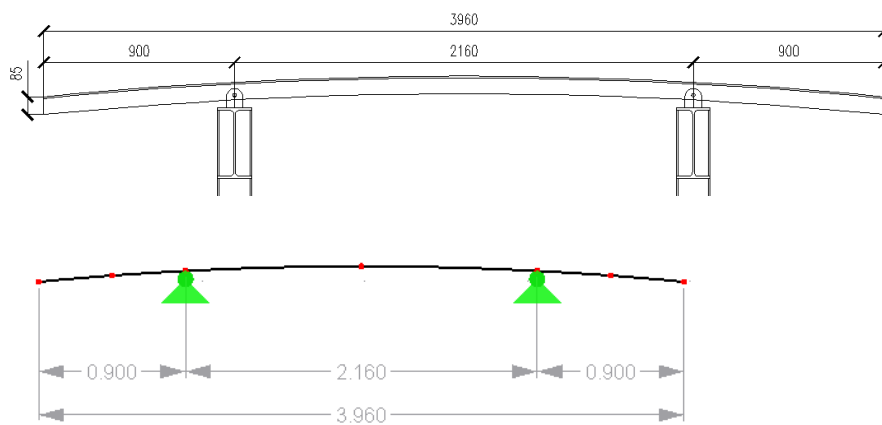
5 NÁVRH A POSOUZENÍ

ČSN EN 1993

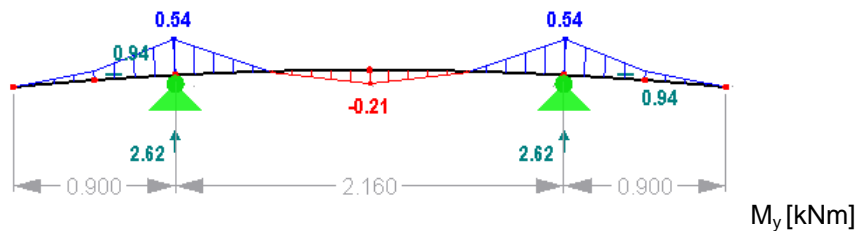
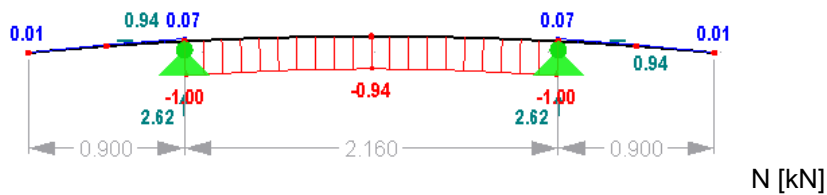
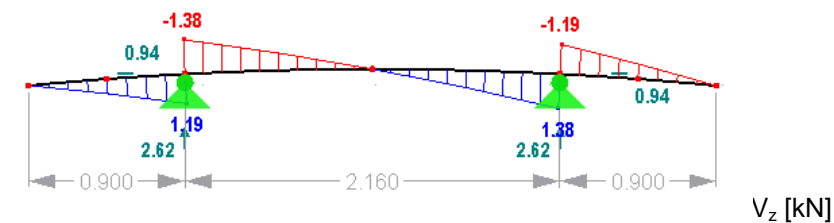
5.1 VAZNICE

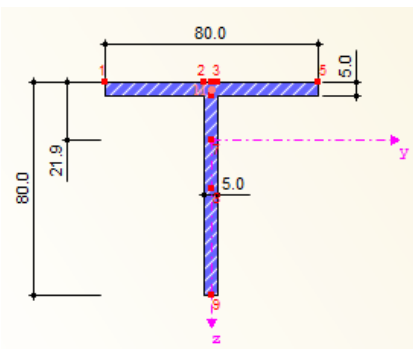
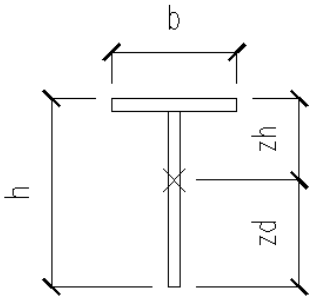
5.1.1 INFORMACE O KONSTRUKCI

Vaznici tvoří T-profil. Staticky působí jako prostý oblouk s převislými konci kloubově uložen.



5.1.2 VNITŘNÍ SÍLY





Zatřídění průřezu

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1,0$$

Stojina:

$$\frac{c}{t_w} < 72 \varepsilon$$

⇒ třída průřezu: 1

Pásnice:

$$\frac{c}{t_w} < 9 \varepsilon$$

⇒ třída průřezu: 1

Celková třída průřezu: 1

křivka vzpěrné pevnosti:

$$VK_y = c \quad \alpha = 0,4$$

$$VK_z = c \quad \alpha = 0,4$$

$$L_{cr} = L = 2,16m$$

$$\frac{h_w}{t_w} > 72 \frac{\varepsilon}{\eta} \quad \frac{75}{5} > 72 \frac{1,0}{1,2}$$

$$15,0 < 60 \quad \Rightarrow \text{nebořil}$$

5.1.3 INFORMACE O PRŮŘEZU

veličina	hodnota	jednotky
Modul pružnosti	210	GPa
Smykový modul	81	GPa
Poissonův součinitel	0,3	
Součinitel spolehlivosti	1	
Objemová tíha	78,5	kN/m ³
Ocel S 235	235	MPa
Výška prvku	80	mm
Šířka prvku	80	mm
Tloušťka pásnice	5	mm
Tloušťka stěny	5	mm
Moment setrvačnosti "I _y "	4,86E+05	mm ⁴
Moment setrvačnosti "I _z "	2,14E+05	mm ⁴
Polární moment setr. "I _p "	7,00E+05	mm ⁴
výsečový moment setr. "I _w "	2,06E+06	mm ⁶
Moment tuhosti v kroucení "I _t "	6,37E+03	mm ⁴
Plocha průřezu "A"	775	mm ²
Smyková plocha "A _{vy} "	336	mm ²
Vzdálenost k horní hraně "zh"	21,9	mm
Vzdálenost k spodní hraně "zd"	58,1	mm
Poloměr setrvačnosti "i _y "	25	mm
Poloměr setrvačnosti "i _z "	16,6	mm
Modul pružnosti W _{y,h}	2,23E+04	mm ³
Modul pružnosti W _{y,d}	8,36E+03	mm ³
plastický modul "W _{pl,y,max} "	1,51E+04	mm ³
vzpěrná křivka	c	

5.1.4 MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

Posouzení na smyk

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1 \quad V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{336 (235 / \sqrt{3}) \cdot 10^{-3}}{1,0} = 45,6 kN$$

$$\frac{1,38}{45,6} = 0,03 \leq 1,0$$

$$0,5 V_{pl,Rd} = 22,9 kN > V_{Ed} = 1,3 kN$$

⇒ účinek smykové síly na únosnost při ohybu a osové síly se zanedbává

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \varepsilon$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1}$$

$$\phi = 0,5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 + \bar{\lambda}^2}}$$

Posouzení na kombinaci ohybu a osového tlaku

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1$$

Vybočení kolmo k ose „z“

Vybočení kolmo k ose „y“

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \varepsilon = 93,9 * 1,0 = 93,9$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{2160}{25} \frac{1}{93,9} = 0,92$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{2160}{16,6} \frac{1}{93,9} = 1,39$$

$$\phi_y = 0,5 \left[1 + 0,4(0,92 - 0,2) + 0,92^2 \right] = 1,07$$

$$\phi_z = 0,5 \left[1 + 0,4(1,39 - 0,2) + 1,39^2 \right] = 1,7$$

$$\chi_y = \frac{1}{1,07 + \sqrt{1,07^2 + 0,92^2}} = 0,40$$

$$\chi_z = \frac{1}{1,7 + \sqrt{1,7^2 + 1,39^2}} = 0,26$$

- Vybočení zkroucením:

$$\lambda_T = \sqrt{\frac{I_p}{\frac{I_{\omega}}{L_{cr,\omega}^2} + \frac{I_t}{25}}} = \sqrt{\frac{7,0 \cdot 10^5}{\frac{2,06 \cdot 10^6}{2160^2} + \frac{6,37 \cdot 10^3}{25}}} = 52,4$$

$$\bar{\lambda}_T = \frac{\lambda_T}{\lambda_1} = \frac{52,4}{93,9} = 0,56$$

$$\phi_T = 0,5 \left[1 + 0,49(0,56 - 0,2) + 0,56^2 \right] = 0,75$$

$$\chi_y = \frac{1}{0,75 + \sqrt{0,75^2 + 0,56^2}} = 0,59$$

$$\chi = \min \begin{pmatrix} \chi_y \\ \chi_z \\ \chi_T \end{pmatrix} = \min \begin{pmatrix} 0,4 \\ 0,26 \\ 0,59 \end{pmatrix}$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{y,pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,51 \cdot 10^3 \cdot 235 \cdot 10^{-6}}{1,0} = 3,54 \text{ kNm}$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_z A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,26 \cdot 775 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,0} = 47,35 \text{ kN}$$

Ohyb + osový tlak

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} = \frac{1,0}{47,35} + \frac{0,54}{3,54} = 0,17 \leq 1$$

Průřez vyhovuje

5.1.5 MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

Posouzení deformace



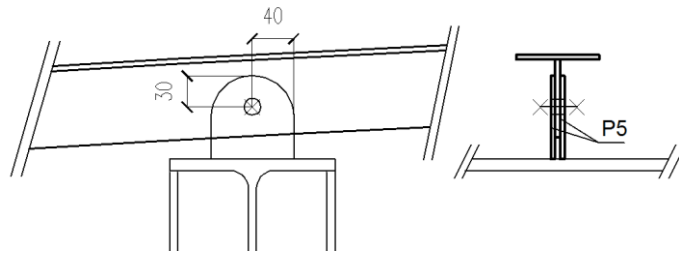
$$\delta = 0,4 \text{ mm}$$

$$\delta_{lim} = l/250 = 900/250 = 3,6 \text{ mm}$$

Průhyb nepřekračuje povolený limit.

5.1.6 PŘIPOJENÍ

Posouzení připojení



Svislá síla = 2,62 kN

Vodorovná síla = 0,94 kN

Výsledná síla $F_{V,Ed} = 2,78 \text{ kN}$

Připojení – šroubový spoj

M12 - 4.6				
veličina	hodnota		střih	
fub [MPa]	240		Fv,Rd [kN]	13,03 < F_{V,Ed}
fyb [MPa]	400			
d [mm]	12		otlačení	
d0 [mm]	13		fu [MPa]	235
			t [mm]	5
γm2	1,25		αd	0,77
αv	0,6		αb	0,77
A [mm ²]	113,1		k1	2,5
			Fb,rd [kN]	21,69 < F_{V,Ed}
e1 [mm]	30			
e2 [mm]	40			

Šroubový spoj vyhovuje.

Návrhová únosnost spoje ve stříhu:

$$F_{V,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} \geq F_{V,Ed}$$

Návrhová únosnost v otláčení:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} \geq F_{V,Ed}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} \geq F_{V,Ed}$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \begin{array}{l} \alpha_d \\ f_{ub} / f_u \\ 1,0 \end{array} \right\}$$

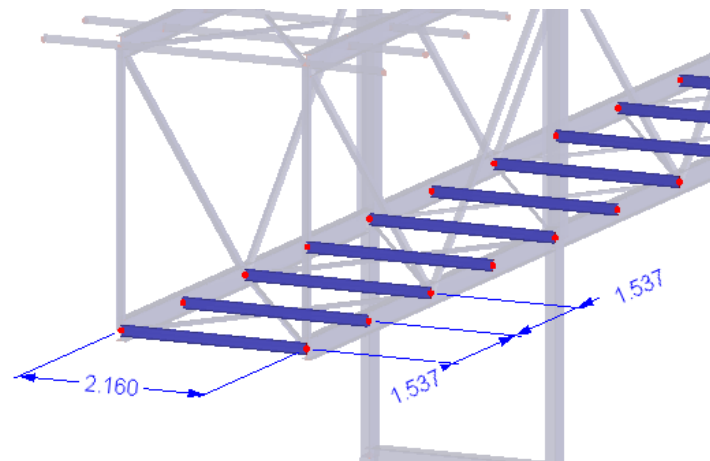
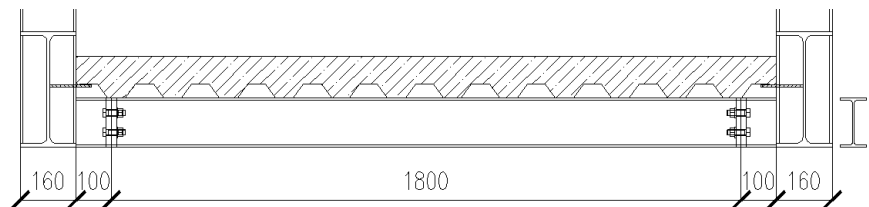
$$\alpha_d = e_1 / 3 \cdot d_0$$

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

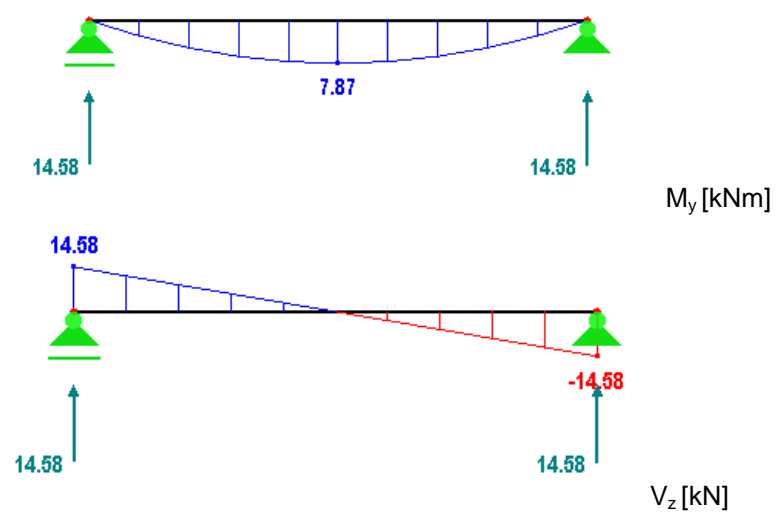
5.2 PŘÍČNÝ PODLAHOVÝ NOSNÍK

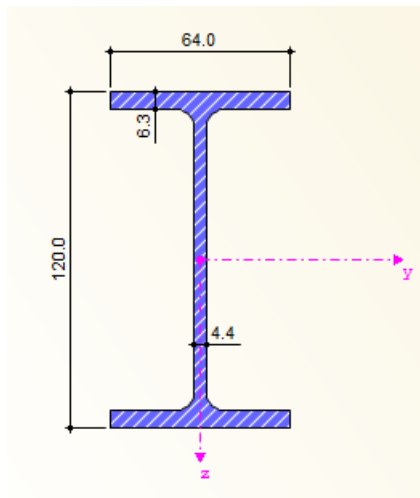
5.2.1 IFORMACE O KONSTRUKCI

Nosník průřezu IPE 120 je kloubově připojen ke spodnímu pásu příhradové konstrukce. Na nosník je uložena ŽB deska s trapézovým plechem jako ztracené bednění.



5.2.2 VNITŘNÍ SÍLY





$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1,0$$

Stojina:

$$\frac{c}{t_w} < 72 \varepsilon$$

⇒ třída průřezu: 1

Pásnice:

$$\frac{c}{t_w} < 9 \varepsilon$$

⇒ třída průřezu: 1

Celková třída průřezu: 1

křivka vzpěrné pevnosti:

$$VK_y = a \quad \alpha = 0,21$$

$$VK_z = b \quad \alpha = 0,34$$

5.2.3 INFORMACE O PRŮŘEZU

veličina	hodnota	jednotky
Modul pružnosti	210	GPa
Smykový modul	81	GPa
Poissonův součinitel	0,3	
Součinitel spolehlivosti	1	
Objemová tíha	78,5	kN/m ³
Ocel S 235	235	MPa
Výška prvku	120	mm
Šířka prvku	64	mm
Tloušťka pásnice	6,3	mm
Tloušťka stěny	4,4	mm
Moment setrvačnosti "I _y "	3,18E+06	mm ⁴
Moment setrvačnosti "I _z "	2,77E+05	mm ⁴
Plocha průřezu "A"	1320	mm ²
Smyková plocha "A _v "	856,6	mm ²
Vzdálenost k horní hraně "z _h "	60,0	mm
Vzdálenost k spodní hraně "z _d "	60,0	mm
Poloměr setrvačnosti "i _y "	49,0	mm
Poloměr setrvačnosti "i _z "	14,5	mm
Modul pružnosti W _y	5,3E+04	mm ³
plastický modul "W _{pl,y} "	6,08E+04	mm ³
vzpěrná křivka „y“	a	
vzpěrná křivka „z“	b	

5.2.4 MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

Posouzení na smyk

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1 \quad V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{856,6 (235 / \sqrt{3}) \cdot 10^{-3}}{1,0} = 116,2 \text{ kN}$$

$$\frac{14,58}{116,2} = 0,13 \leq 1,0$$

Posouzení na ohyb

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1$$

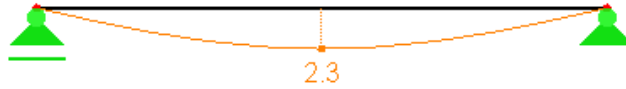
$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{y,pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{6,08 \cdot 10^4 \cdot 235 \cdot 10^{-6}}{1,0} = 14,3 \text{ kNm}$$

$$\frac{7,87}{14,3} = 0,55 \leq 1$$

Průřez vyhovuje

5.2.5 MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

Posouzení deformace



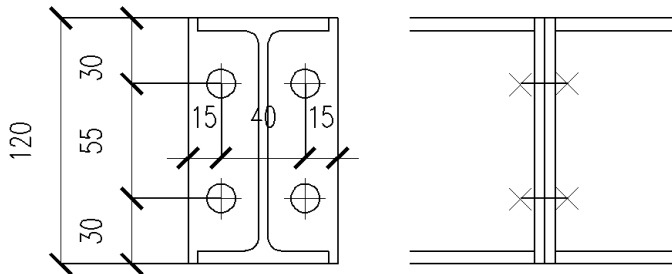
$$\delta = 2,3 \text{ mm}$$

$$\delta_{lim} = l/250 = 2170/250 = 8,7 \text{ mm}$$

Průhyb nepřekračuje povolený limit.

5.2.6 PŘIPOJENÍ

Posouzení připojení



Návrhová únosnost spoje ve stříhu:

$$F_{V,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} \geq F_{V,Ed}$$

Návrhová únosnost v otláčení:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} \geq F_{V,Ed}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} \geq F_{V,Ed}$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \begin{array}{l} \alpha_d \\ f_{ub} / f_u \\ 1,0 \end{array} \right\}$$

$$\alpha_d = e_1 / 3 \cdot d_0$$

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

Svislá síla = 14,58 kN

$F_{V,Ed} = 14,58 \text{ kN}$

Připojení – šroubový spoj

M12 - 4.6	
veličina	hodnota
fub [MPa]	240
fyb [MPa]	400
d [mm]	12
d0 [mm]	14
γm2	1,25
αv	0,6
A [mm ²]	113,1
e1 [mm]	30
e2 [mm]	15

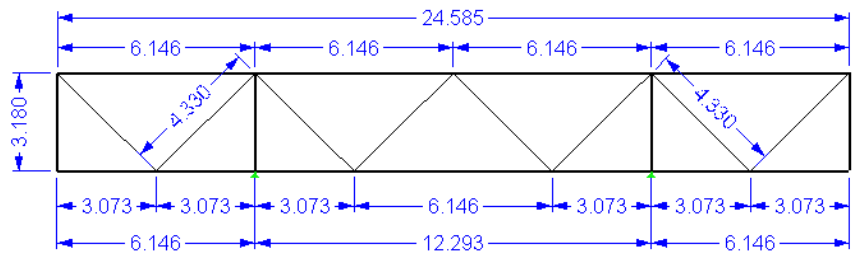
stříh 1 šroub		4 šrouby	
Fv,Rd [kN]	13,03	52,12 > F_{V,Ed}	
otlačení 1 šroub			
fu [MPa]	235		
t [mm]	5		
αd	0,71		
αb	0,71		
k1	1,3		
Fb,rd [kN]	10,47	41,88 > F_{V,Ed}	

Šroubový spoj vyhovuje.

5.3 DIAGONÁLY

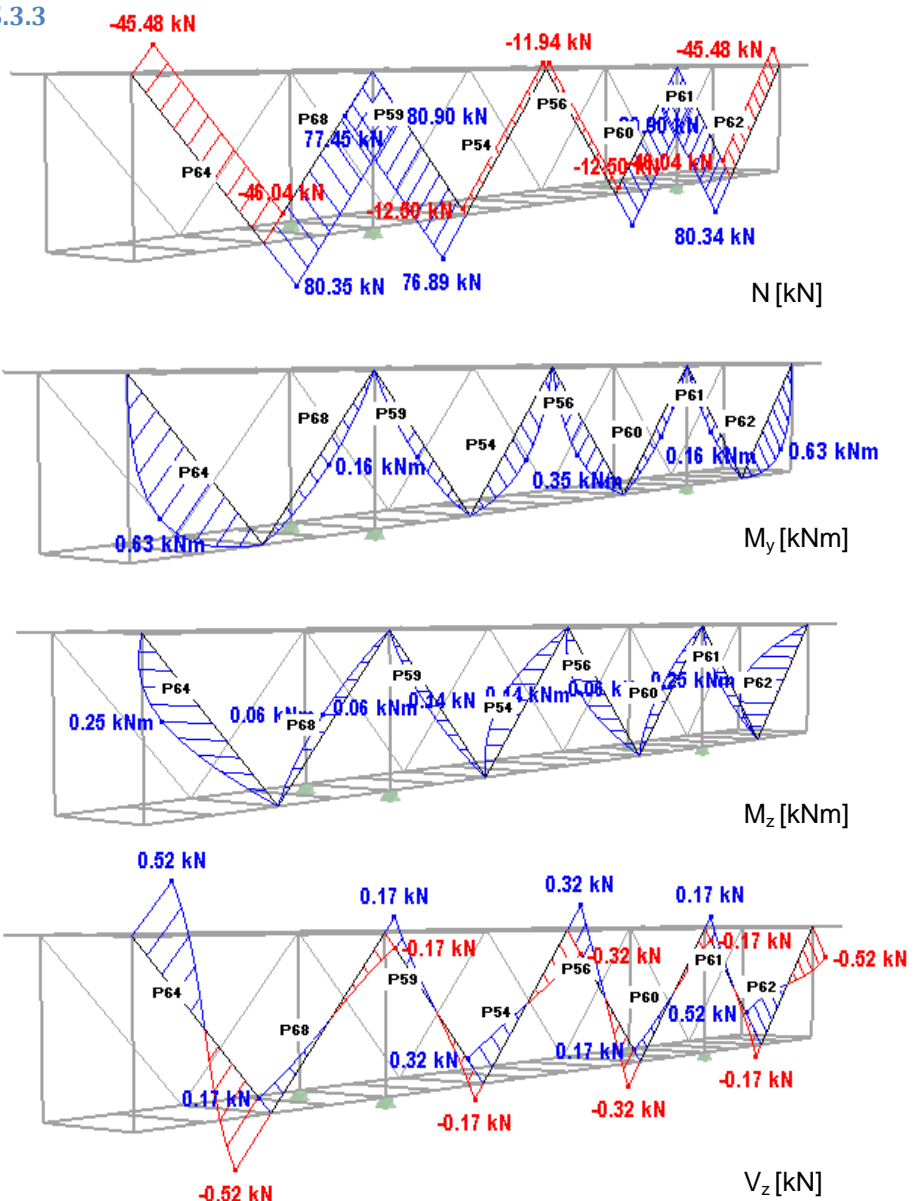
5.3.1 INFORMACE O KONSTRUKCI

Příhradová konstrukce je složena pouze z diagonál bez svislic kloubových připojených k hornímu a dolnímu pásu svarem.

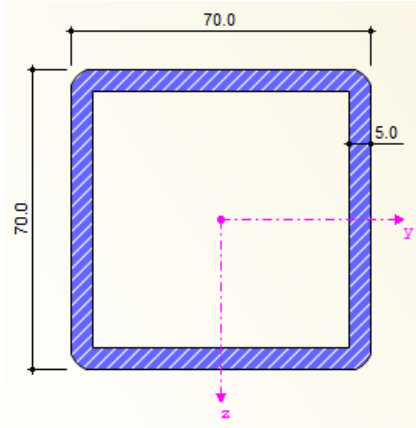


5.3.2 VNITŘNÍ SÍLY

5.3.3



QR 70/5 – tvarované za tepla



$$\alpha = 0,8$$

$$\frac{c}{t_w} = 12,0 < \frac{396 \cdot \varepsilon}{13 \cdot \alpha - 1} = 38,9$$

⇒ třída průřezu: 1

křivka vzpěrné pevnosti:

$$VK_y = a \quad \alpha = 0,21$$

$$VK_z = a \quad \alpha = 0,21$$

5.3.4 INFORMACE O PRŮŘEZU

veličina	hodnota	jednotky
Modul pružnosti	210	GPa
Smykový modul	81	GPa
Poissonův součinitel	0,3	
Součinitel spolehlivosti	1	
Objemová tíha	78,5	kN/m ³
Ocel S 235	275	MPa
Rozměr	70	mm
Stěna	5	mm
ε	0,924	
Plocha průřezu "A"	1300	mm ²
Moment setrvačnosti „I _{y,z} “	920833	mm ⁴
Poloměr setrvačnosti „I _y “	26,6	mm
Průřezový modul „W _{y,z} “	26310	mm ³
Plastický modul pružnosti „W _{pl,y,z} “	25699,6	mm ³

5.3.5 MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

Posouzení na smyk

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1 \quad V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{520 (235 / \sqrt{3}) \cdot 10^{-3}}{1,0} = 70,6 \text{ kN}$$

Posouzení na kombinaci ohybu a tlaku

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,pl,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,pl,Rd}} \leq 1$$

Součinitel vzpěru

Symetrický profil – x=y

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{4330}{26,6} \frac{1}{93,9} = 1,73$$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \varepsilon = 93,9 \cdot 1,0 = 93,9$$

$$\phi = 0,5 \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] = 0,5 \left[1 + 0,21(1,71 - 0,2) + 1,71^2 \right] = 2,12$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 + \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{2,12 + \sqrt{2,12^2 + 1,71^2}} = 0,206$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_z A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,206 \cdot 1056 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,0} = \underline{51,1 \text{ kN}}$$

$$M_{y,pl,Rd} = \frac{W_{y,pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{25699,6 \cdot 275}{1,00} = \underline{7,07 \text{ kNm}}$$

$$M_{z,pl,Rd} = \frac{W_{z,pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{25699,6 \cdot 275}{1,00} = \underline{7,07 \text{ kNm}}$$

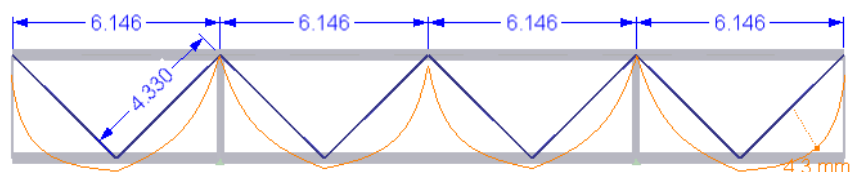
$$\frac{45,48}{64,97} + \frac{0,63}{7,07} + \frac{0,25}{7,07} = 0,83 \leq 1$$

Průřez vyhovuje

5.3.6 MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

Posouzení deformace

Konstrukce pro uchycení opláštění (sklo)



$$\delta = 4,3 \text{ mm}$$

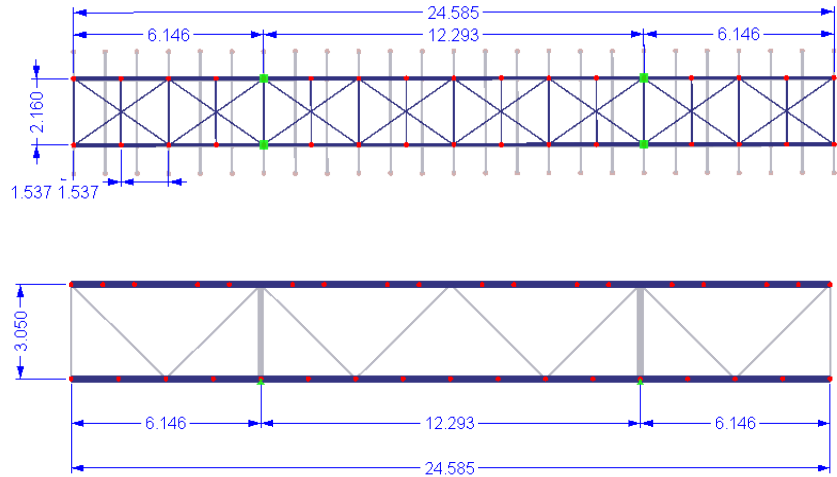
$$\delta_{lim} = l/300 = 4330/300 = 14,4 \text{ mm}$$

Průhyb nepřekračuje povolený limit.

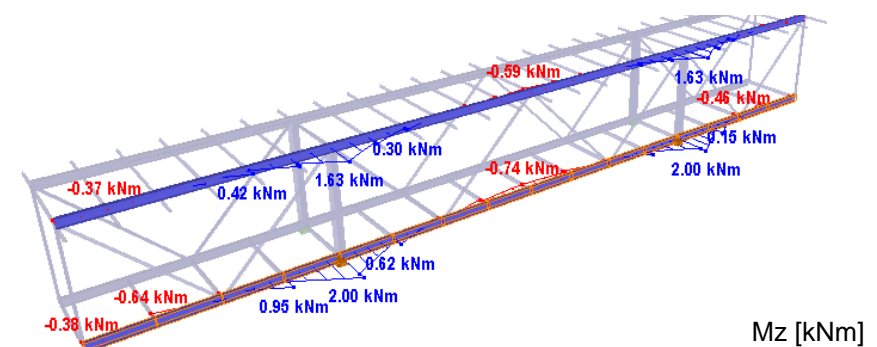
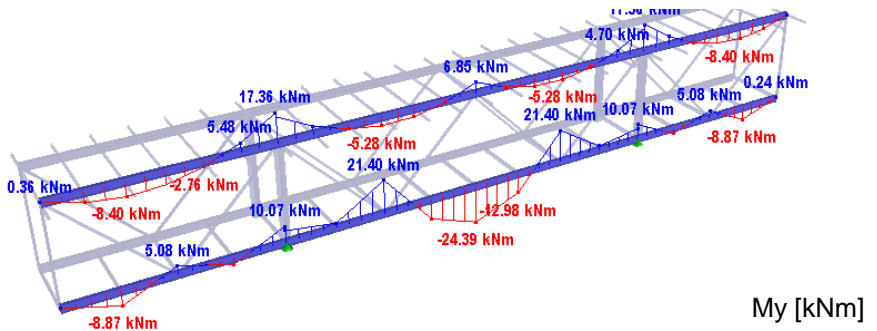
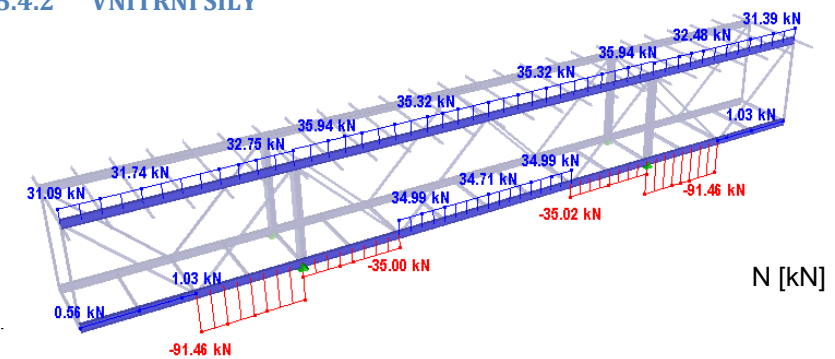
5.4 HORNÍ A DOLNÍ PÁS

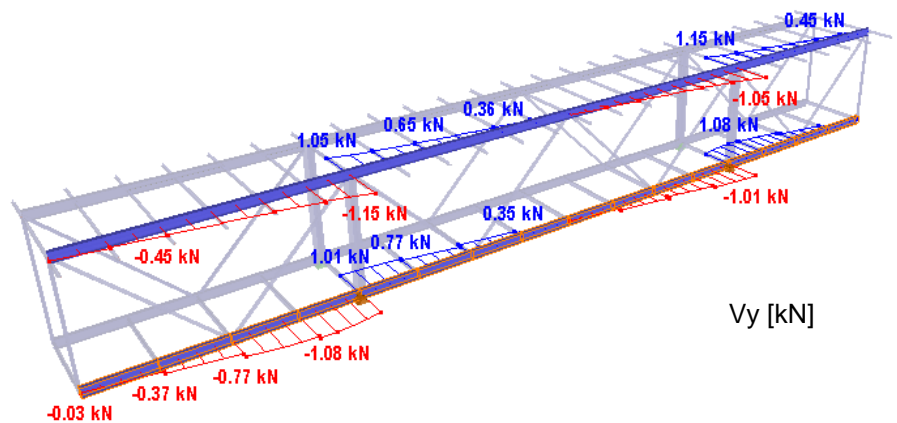
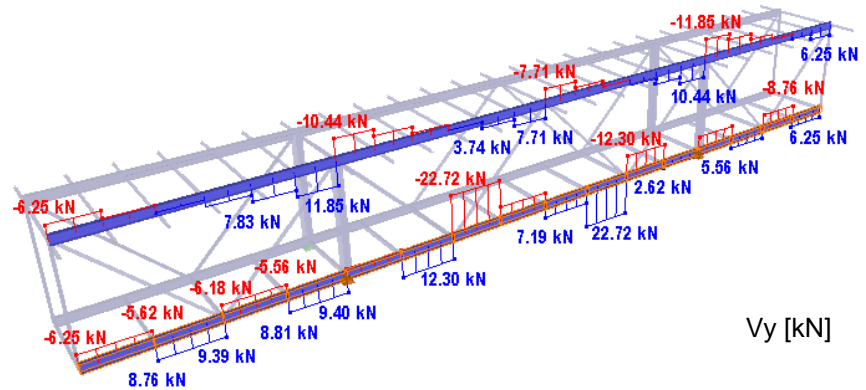
5.4.1 INFORMACE O KONSTRUKCI

Horní a dolní pás tvoří tuhý nosník profilu IPE 220. Konstrukce je uložena na příhradovém sloupu.



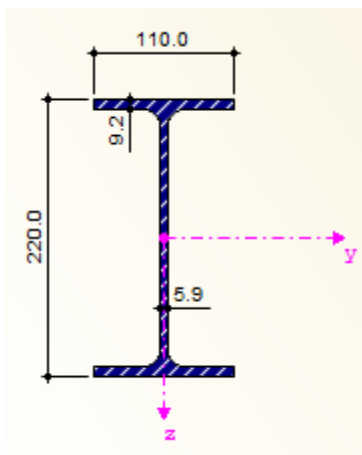
5.4.2 VNITŘNÍ SÍLY





5.4.3 INFORMACE O PRŮŘEZU

IPE 220



Modul pružnosti	210	GPa
Smykový modul	81	GPa
Poisonův součinitel	0,3	
Součinitel spolehlivosti	1	
Objemová tíha	78,5	kN/m ³
Ocel S 235	275	MPa
Výška prvku	220	mm
Šířka prvku	100	mm
Tloušťka pásnice	8,5	mm
Tloušťka stěny	5,6	mm
Moment setrvačnosti "I _y "	1,94E+07	mm ⁴
Moment setrvačnosti "I _z "	1,42E+06	mm ⁴
výsečový moment setr. "I _w "	1,299E+10	mm ⁶
Moment tuhosti v kroucení "I _t "	70200,0	mm ⁴
Plocha průřezu "A"	2850	mm ²
Smyková plocha "A _{vy} "	1798,6	mm ²
Vzdálenost k horní hraně "z _h "	100,0	mm
Vzdálenost k spodní hraně "z _d "	100,0	mm
Poloměr setrvačnosti "i _y "	82,6	mm
Poloměr setrvačnosti "i _z "	25,2	mm
Modul pružnosti W _y	1,94E+05	mm ³
plastický modul "W _{pl,y} "	2,20E+05	mm ³
plastický modul "W _{pl,z} "	4,46E+04	mm ³
vzpěrná křivka "y"	a	
vzpěrná křivka "z"	b	

$$f_y = 275 \text{ Mpa}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0,93$$

Stojina:

$$\frac{c}{t_w} = \frac{183}{5,6} = 32,7 < 72 \varepsilon = 67,0$$

⇒ třída průřezu: 1

Pásnice:

$$\frac{c}{t_w} = \frac{47,2}{8,5} = 5,6 < 9 \varepsilon = 8,37$$

⇒ třída průřezu: 1

Celková třída průřezu: 1

křivka vzpěrné pevnosti:

$$V_{Ky}=a \quad \alpha = 0,21$$

$$V_{Kz}=b \quad \alpha = 0,34$$

$$L_{cr,y} = 3,073 \text{ m}$$

$$L_{cr,z} = 1,537 \text{ m}$$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \varepsilon$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1}$$

$$\phi = 0,5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 + \bar{\lambda}^2}}$$

5.4.4 MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

Posouzení na smyk:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1798,6 (275 / \sqrt{3})}{1,00} = 285,6 \text{ kN}$$

$$\frac{22,7}{285,6} = 0,08 < 1$$

$$\frac{h_w}{t_w} > 72 \frac{\varepsilon}{\eta} \quad \frac{183}{5,6} = 32,7 < 72 \frac{0,93}{1,0} = 67,0$$

⇒ neuvažuje se smyková únosnost při boulení

$$0,5 V_{pl,Rd} = 0,5 \cdot 285,6 = 142,8 \text{ kN} > V_{Ed} = 22,7 \text{ kN}$$

⇒ účinek smykové síly na únosnost při ohybu a osově síly se zanedbává

Posouzení na kombinaci ohybu a osového tlaku

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

Vybočení kolmo k ose „z“

Vybočení kolmo k ose „y“

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \varepsilon = 93,9 \cdot 1,0 = 93,9$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{3073}{82,6} \frac{1}{93,9} = 0,40$$

$$\phi_y = 0,5 \left[1 + 0,21(0,4 - 0,2) + 0,4^2 \right] = 0,6$$

$$\chi_y = \frac{1}{0,6 + \sqrt{0,6^2 + 0,4^2}} = 0,76$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{1537}{25,2} \frac{1}{93,9} = 0,65$$

$$\phi_z = 0,5 \left[1 + 0,34(0,65 - 0,2) + 0,65^2 \right] = 0,79$$

$$\chi_z = \frac{1}{0,79 + \sqrt{0,79^2 + 0,65^2}} = 0,55$$

- Vybočení zkroucením:

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{I_p}{\frac{I_\omega}{L_{cr,\omega}^2} + \frac{I_t}{25}}} = \sqrt{\frac{1,08 \cdot 10^7}{\frac{1,30 \cdot 10^{10}}{1537^2} + \frac{70200}{25}}} = 36,05$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \frac{\lambda_T}{\lambda_1} = \frac{36,05}{93,9} = 0,38$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + 0,21(0,38 - 0,2) + 0,38^2 \right] = 0,59$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{0,59 + \sqrt{0,59^2 + 0,38^2}} = 0,77$$

$$\chi = \min \begin{pmatrix} \chi_y \\ \chi_z \\ \chi_T \end{pmatrix} = \min \begin{pmatrix} 0,76 \\ 0,55 \\ 0,77 \end{pmatrix}$$

$$M_{y,pl,Rd} = \frac{W_{y,pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2,2 \cdot 10^5 \cdot 275 \cdot 10^{-6}}{1,0} = 60,5 kNm$$

$$M_{z,pl,Rd} = \frac{W_{z,pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{4,46 \cdot 10^4 \cdot 275 \cdot 10^{-6}}{1,0} = 12,3 kNm$$

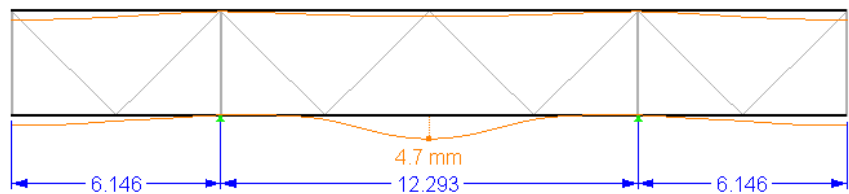
$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_z \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,55 \cdot 2850 \cdot 275 \cdot 10^{-3}}{1,0} = 431,0 kN$$

	dolní pás		
	řez 1	řez2	řez3
Ne [kN]	-91,46	-34,71	-90,98
Mey [kNm]	5,07	24,39	10,07
Mez [kNm]	0,45	0,74	2
využití	0,33	0,33	0,34
	< 1	< 1	< 1

	horní pás		
	řez1	řez2	řez3
	35,94	32,74	35,93
	4,74	17,27	14,92
	0,62	1,62	1,63
	0,02	0,20	0,17
	< 1	< 1	< 1

Průřez vyhovuje

5.4.5 MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI



$$\delta = 4,7 \text{ mm}$$

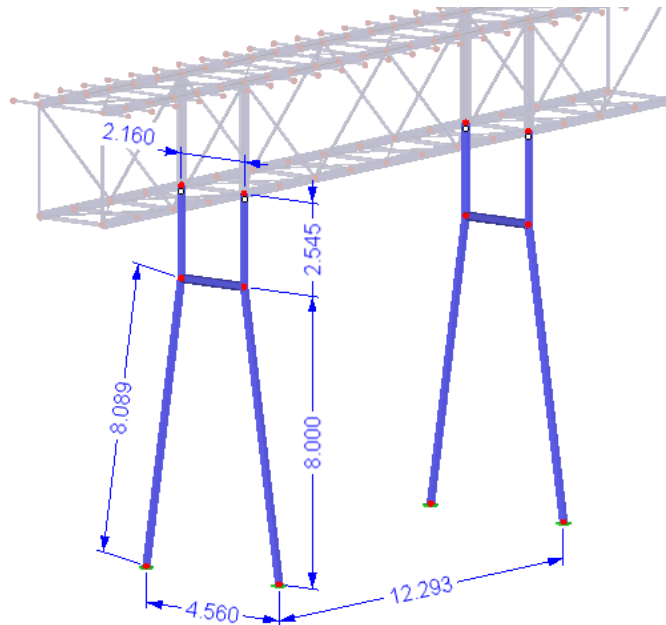
$$\delta_{lim} = l/250 = 12293/250 = 49,2 \text{ mm}$$

Průhyb nepřekračuje povolený limit.

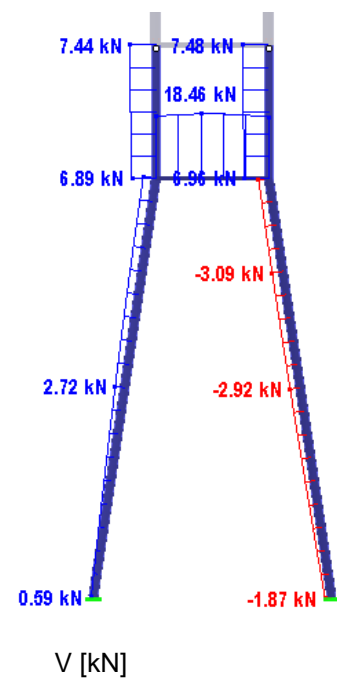
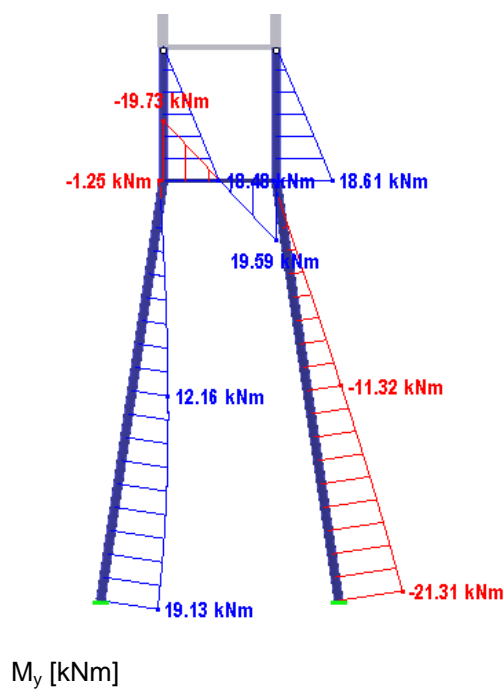
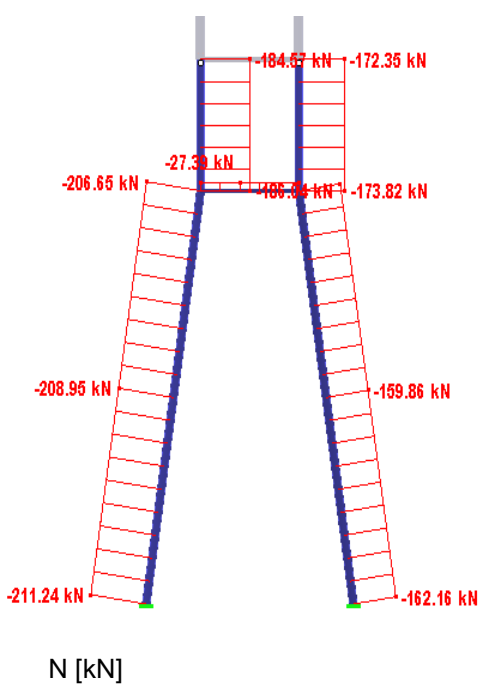
5.5 SLOUP - RÁMOVÁ KONSTRUKCE

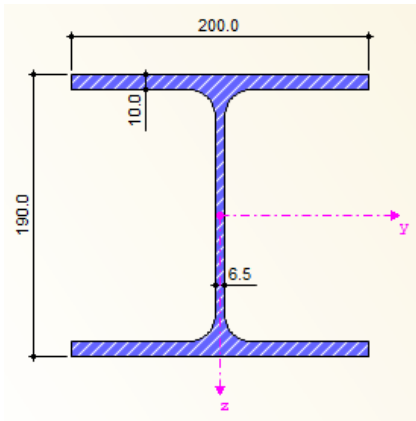
5.5.1 INFORMACE O KONSTRUKCI

Konstrukce lávky je lokálně podepřena dvěma stojkami rámové konstrukce. Sloupy jsou profilu HEB 190 rámově spojený profilem IPE 160 a vetknuty do základové patky.



5.5.2 VNITŘNÍ SÍLY





$f_y = 275 \text{ Mpa}$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0,93$$

Stojina:

$$\frac{c}{t_w} = \frac{134}{5,6} = 23,9 < 72 \varepsilon = 67,0$$

⇒ třída průřezu: 1

Pásnice:

$$\frac{c}{t_w} = \frac{78,8}{10} = 7,9 < 9 \varepsilon = 8,37$$

⇒ třída průřezu: 1

Celková třída průřezu: 1

křivka vzpěrné pevnosti:

$$V_{Ky}=b \quad \alpha = 0,34$$

$$V_{Kz}=c \quad \alpha = 0,4$$

$$V_{KT}=b \quad \alpha = 0,34$$

Vetknutí – kloub

$$L_{cr,y} = 8,09\text{m}$$

$$L_{cr,z} = 10,63\text{m}$$

$$L_{cr,T} = 8,09\text{m}$$

5.5.3 INFORMACE O PRŮŘEZU

Modul pružnosti	210	GPa
Smykový modul	81	GPa
Poissonův součinitel	0,3	
Součinitel spolehlivosti	1	
Objemová tíha	78,5	kN/m ³
Ocel S 235	275	MPa
Výška prvku	190	mm
Šířka prvku	200	mm
Tloušťka pásnice	10,0	mm
Tloušťka stěny	6,5	mm
Moment setrvačnosti "I _y "	3,69E+07	mm ⁴
Moment setrvačnosti "I _z "	1,34E+07	mm ⁴
výsečový moment setr. "I _w "	1,08E+11	mm ⁶
Moment tuhosti v kroucení "I _t "	211000	mm ⁴
Plocha průřezu "A"	5380	mm ²
Smyková plocha "A _{vy} "	4159,3	mm ²
Smyková plocha "A _{vz} "	1805,0	mm ²
Vzdálenost k horní hraně "z _h "	95,0	mm
Vzdálenost k spodní hraně "z _d "	95,0	mm
Poloměr setrvačnosti "i _y "	82,8	mm
Poloměr setrvačnosti "i _z "	49,8	mm
Modul pružnosti „W _y “	3,89E+5	mm ³
Modul pružnosti „W _z “	1,34E+5	mm ³
plastický modul "W _{pl,y} "	4,30E+5	mm ³
plastický modul "W _{pl,z} "	2,04E+05	mm ³
vzpěrná křivka "y"	b	
vzpěrná křivka "z"	c	

5.5.4 MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

Posouzení na smyk:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1805 (275 / \sqrt{3})}{1,00} = \underline{\underline{286,6 \text{ kN}}}$$

$$\frac{7,48}{286,6} = \underline{\underline{0,03 < 1}}$$

$$0,5 V_{pl,Rd} = 0,5 \cdot 286,6 = 143,3 \text{ kN} > V_{Ed} = 7,48 \text{ kN}$$

⇒ účinek smykové síly na únosnost při ohybu a osové síly se zanedbává

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \varepsilon$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1}$$

$$\phi = 0,5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 + \bar{\lambda}^2}}$$

Posouzení na kombinaci ohybu a osového tlaku

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

Vybočení kolmo k ose „z“

Vybočení kolmo k ose „y“

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \varepsilon = 93,9 * 1,0 = 93,9$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{7970}{82,8} \frac{1}{93,9} = 1,03$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{6070}{49,8} \frac{1}{93,9} = 1,3$$

$$\phi_y = 0,5 \left[1 + 0,4(1,03 - 0,2) + 1,03^2 \right] = 1,2$$

$$\phi_z = 0,5 \left[1 + 0,34(1,3 - 0,2) + 1,3^2 \right] = 1,53$$

$$\chi_y = \frac{1}{1,2 + \sqrt{1,2^2 + 1,03^2}} = 0,36$$

$$\chi_z = \frac{1}{1,53 + \sqrt{1,53^2 + 1,3^2}} = 0,28$$

- Vybočení zkroucením:

$$\lambda_T = \sqrt{\frac{I_p}{\frac{I_{\omega}}{L_{cr,\sigma}^2} + \frac{I_t}{25}}} = \sqrt{\frac{5,03 \cdot 10^7}{\frac{1,08 \cdot 10^{11}}{4045^2} + \frac{2,11 \cdot 10^5}{25}}} = 57,8$$

$$\bar{\lambda}_T = \frac{\lambda_T}{\lambda_1} = \frac{57,8}{93,9} = 0,62$$

$$\phi_T = 0,5 \left[1 + 0,34(0,62 - 0,2) + 0,62^2 \right] = 0,76$$

$$\chi_y = \frac{1}{0,76 + \sqrt{0,76^2 + 0,62^2}} = 0,57$$

$$\chi = \min \begin{pmatrix} \chi_y \\ \chi_z \\ \chi_T \end{pmatrix} = \min \begin{pmatrix} 0,36 \\ 0,28 \\ 0,57 \end{pmatrix}$$

$$M_{y,pl,Rd} = \frac{W_{y,pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{4,3 \cdot 10^5 \cdot 275 \cdot 10^{-6}}{1,0} = 118,3 \text{ kNm}$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_z A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,28 \cdot 5380 \cdot 275 \cdot 10^{-3}}{1,0} = 414,3 \text{ kN}$$

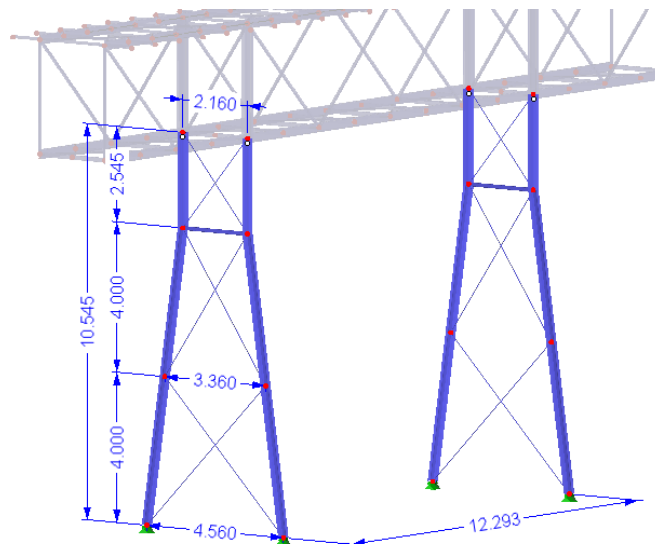
$$\frac{211,2}{414,3} + \frac{19,1}{118,3} = 0,67 \leq 1$$

$$\frac{162,16}{414,3} + \frac{21,3}{118,3} = 0,57 \leq 1$$

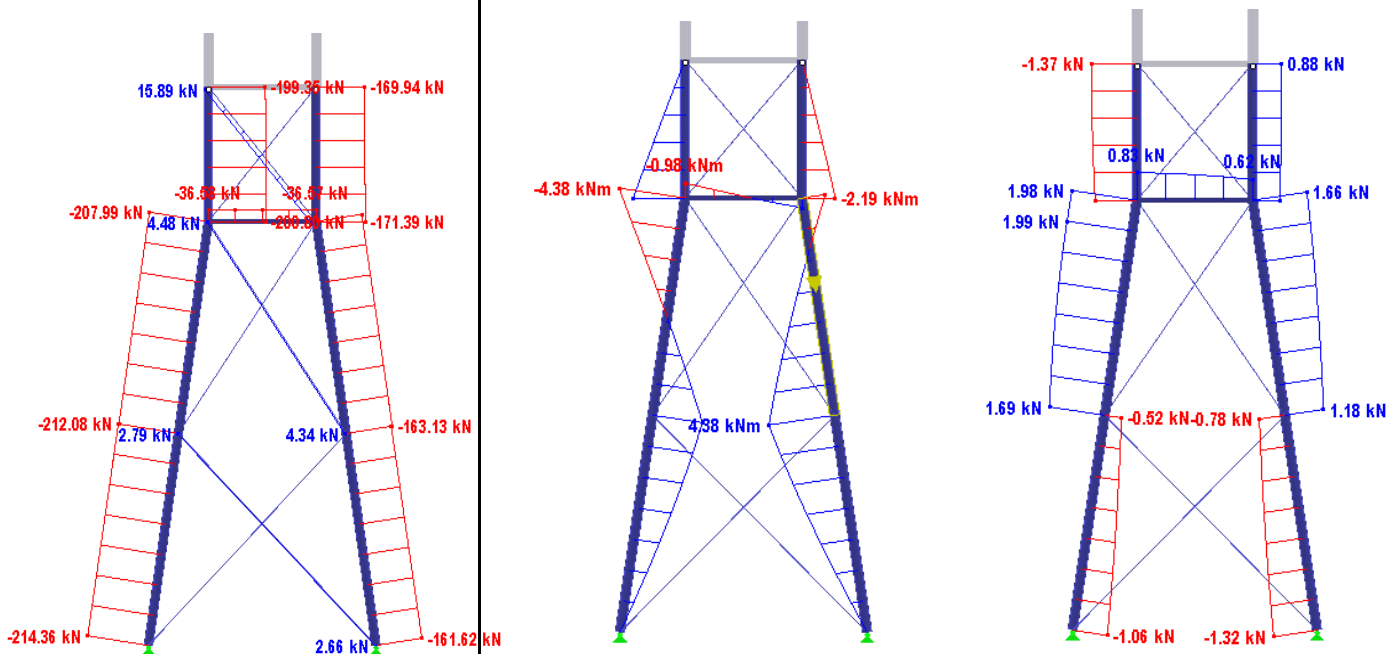
5.6 SLOUP - PŘÍHRADOVÁ KONSTRUKCE

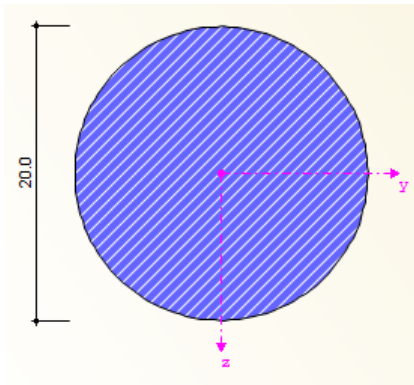
5.6.1 INFORMACE O KONSTRUKCI

Nosná konstrukce lávky podepřená stojkami příhradové konstrukce tvořené sloupky průřezu HEB 190 s lanovými táhly průměru 20 mm.



5.6.2 VNITŘNÍ SÍLY





Kloub – kloub

$L_{cr,y} = 8,09\text{m}$
 $L_{cr,z} = 10,63\text{m}$
 $L_{cr,T} = 8,09\text{m}$

5.6.3 MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

Posouzení příčného ztužidla

$$f_{yd} = 275 \text{ MPa}$$

$$N_{Ed} = 15,89 \text{ kN}$$

$$A = 314,16 \text{ mm}^2$$

$$N_{Rd} = \frac{A \cdot f_{yd}}{\gamma_{M1}} = \frac{314,16 \cdot 275 \cdot 10^{-3}}{1,0} = 86,4 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} \geq N_{Ed}$$

Průřez vyhovuje

SLOUP

Posouzení na kombinaci ohybu a osového tlaku

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

Vybočení kolmo k ose „z“

Vybočení kolmo k ose „y“

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \varepsilon = 93,9 \cdot 1,0 = 93,9$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{10360}{82,8} \frac{1}{93,9} = 1,33$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{8090}{49,8} \frac{1}{93,9} = 1,73$$

$$\phi_y = 0,5 [1 + 0,4(1,33 - 0,2) + 1,33^2] = 1,6$$

$$\phi_z = 0,5 [1 + 0,34(1,73 - 0,2) + 1,73^2] = 2,26$$

$$\chi_y = \frac{1}{1,6 + \sqrt{1,6^2 + 1,33^2}} = 0,27$$

$$\chi_z = \frac{1}{2,26 + \sqrt{2,26^2 + 1,73^2}} = 0,20$$

- Vybočení zkroucením:

$$\lambda_T = \sqrt{\frac{I_p}{\frac{I_\omega}{L_{cr,\omega}^2} + \frac{I_t}{25}}} = \sqrt{\frac{5,03 \cdot 10^7}{\frac{1,08 \cdot 10^{11}}{8090^2} + \frac{2,11 \cdot 10^5}{25}}} = 70,6$$

$$\bar{\lambda}_T = \frac{\lambda_T}{\lambda_1} = \frac{70,6}{93,9} = 0,75$$

$$\phi_T = 0,5 [1 + 0,34(0,75 - 0,2) + 0,75^2] = 0,87$$

$$\chi_y = \frac{1}{0,87 + \sqrt{0,87^2 + 0,75^2}} = 0,49$$

$$\chi = \min \begin{pmatrix} \chi_y \\ \chi_z \\ \chi_T \end{pmatrix} = \min \begin{pmatrix} 0,27 \\ 0,20 \\ 0,49 \end{pmatrix}$$

$$M_{y,pl,Rd} = \frac{W_{y,pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{4,3 \cdot 10^5 \cdot 275 \cdot 10^{-6}}{1,0} = 118,3 \text{ kNm}$$

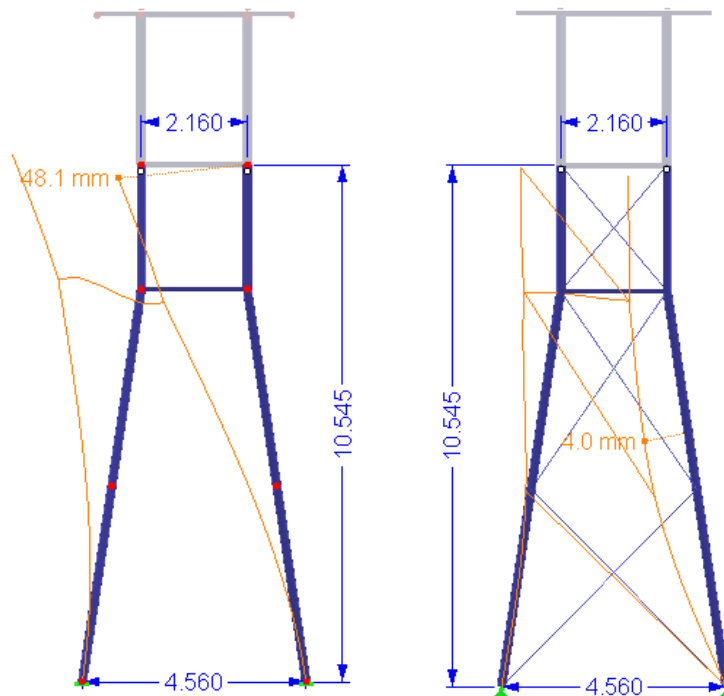
$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_z \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,20 \cdot 5380 \cdot 275 \cdot 10^{-3}}{1,0} = 295,9 \text{ kN}$$

$$\frac{212,8}{295,9} + \frac{3,32}{118,3} = 0,75 \leq 1$$

$$\frac{163,13}{295,9} + \frac{4,38}{118,3} = 0,59 \leq 1$$

Průřez vyhovuje

5.6.4 SROVNÁNÍ DEFORMACÍ



$$\delta = 48,1 \text{ mm}$$

$$\delta = 4,0 \text{ mm}$$

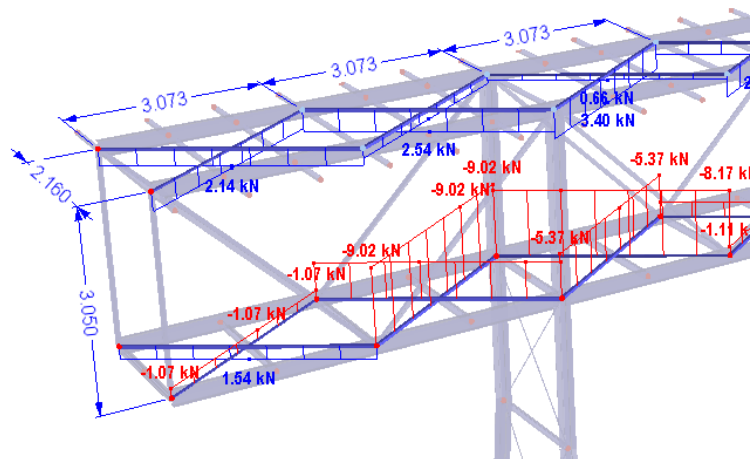
$$\delta_{lim} = l/300 = 10545/300 = 35,15 \text{ mm}$$

Při stejné dimenzi sloupu vyhovuje vodorovné deformaci příhradová konstrukce.

5.7 PŘÍHRADOVÉ PODÉLNÉ ZTUŽIDLO

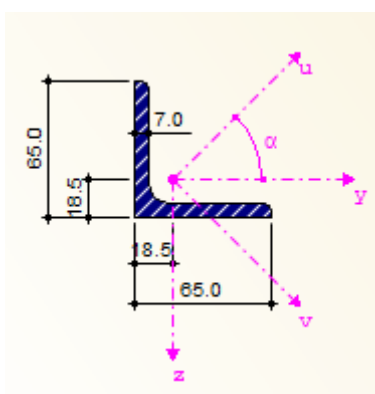
5.7.1 INFORMACE O KONSTRUKCI

Konstrukci ztužidla tvoří při horním i dolním pásu příhradové křížové ztužidlo tvořeno profilem L65/7. Svislice horního ztužidla tvoří vaznice složeného průřezu, dolního ztužidla příční nosník.



5.7.2 KŘÍŽOVÉ ZTUŽIDLO - INFORMACE O PRŮŘEZU

Modul pružnosti	210	GPa
Smykový modul	81	GPa
Poissonův součinitel	0,3	
Součinitel spolehlivosti	1	
Objemová tíha	78,5	kN/m ³
Ocel S 235	275	MPa
Moment setrvačnosti "I _y "	3,69E+07	mm ⁴
Moment setrvačnosti "I _z "	1,34E+07	mm ⁴
výsečový moment setr. "I _w "	1,08E+11	mm ⁶
Moment tuhosti v kroucení "I _t "	211000	mm ⁴
Plocha průřezu "A"	5380	mm ²
Smyková plocha "A _{vy} "	4159,3	mm ²
Smyková plocha "A _{vz} "	1805,0	mm ²
Vzdálenost k horní hraně "z _h "	95,0	mm
Vzdálenost k spodní hraně "z _d "	95,0	mm
Poloměr setrvačnosti "i _y "	82,8	mm



$$L_{cr} = 3,756 \text{ m}$$

Vybočení kolmo k ose „v“

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \quad \varepsilon = 93,9 * 1,0 = 93,9$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{3756}{12,6} \frac{1}{93,9} = 3,17$$

$$\phi_y = 0,5 [1 + 0,34(3,17 - 0,2) + 3,17^2] = 6,03$$

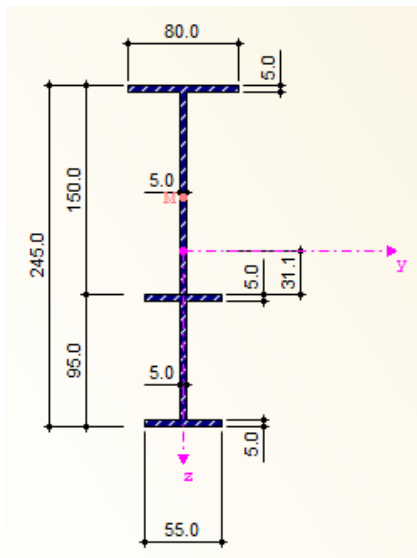
$$\chi_y = \frac{1}{6,03 + \sqrt{6,03^2 + 3,17^2}} = 0,08$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_z A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,08 \cdot 870 \cdot 275 \cdot 10^{-3}}{1,0} = 19,14 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{9,03}{19,14} = 0,47 \leq 1$$

Průřez vyhovuje.

5.7.3 HORNÍ SVISLICE ZTUŽIDLA - INFORMACE O PRŮŘEZU



Modul pružnosti	210	GPa
Smykový modul	81	GPa
Poissonův součinitel	0,3	
Součinitel spolehlivosti	1	
Objemová tíha	78,5	kN/m ³
Ocel S 235	275	MPa
Moment setrvačnosti "I _y "	1,53E+07	mm ⁴
Moment setrvačnosti "I _z "	3,54E+05	mm ⁴
výsečový moment setr. "I _w "	3,48E+09	mm ⁶
Moment tuhosti v kroucení "I _t "	17770	mm ⁴
Plocha průřezu "A"	2100	mm ²
Poloměr setrvačnosti "i _y "	85,4	mm
Poloměr setrvačnosti "i _z "	13,0	mm
Modul pružnosti „W _y “	1,21E+05	mm ³
Modul pružnosti „W _z “	8,86E+03	mm ³
plastický modul "W _{pl,y} "	1,57E+06	mm ³
plastický modul "W _{pl,z} "	1,70E+04	mm ³
vzpěrná křivka "y"	b	
vzpěrná křivka "z"	c	

Posouzení na kombinaci ohybu a osového tlaku

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

Vybočení kolmo k ose „y“

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \quad \varepsilon = 93,9 * 1,0 = 93,9$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{1,08}{13,0} \frac{1}{93,9} = 0,88$$

$$\phi_y = 0,5 \left[1 + 0,34(0,88 - 0,2) + 0,88^2 \right] = 1,0$$

$$\chi_y = \frac{1}{1,0 + \sqrt{1,0^2 + 0,88^2}} = 0,43$$

- Vybočení zkroucením:

$$\lambda_T = \sqrt{\frac{I_p}{\frac{I_\omega}{L_{cr,\omega}^2} + \frac{I_t}{25}}} = \sqrt{\frac{1,57 \cdot 10^7}{\frac{3,48 \cdot 10^9}{1080^2} + \frac{17770}{25}}} = 65,1$$

$$\bar{\lambda}_T = \frac{\lambda_T}{\lambda_1} = \frac{65,1}{93,9} = 0,69$$

$$\phi_T = 0,5[1 + 0,34(0,69 - 0,2) + 0,69^2] = 0,82$$

$$\chi_y = \frac{1}{0,82 + \sqrt{0,82^2 + 0,69^2}} = 0,52$$

$$\chi = \min \begin{pmatrix} \chi_y \\ \chi_z \\ \chi_T \end{pmatrix} = \min \begin{pmatrix} 0,43 \\ 0,52 \end{pmatrix}$$

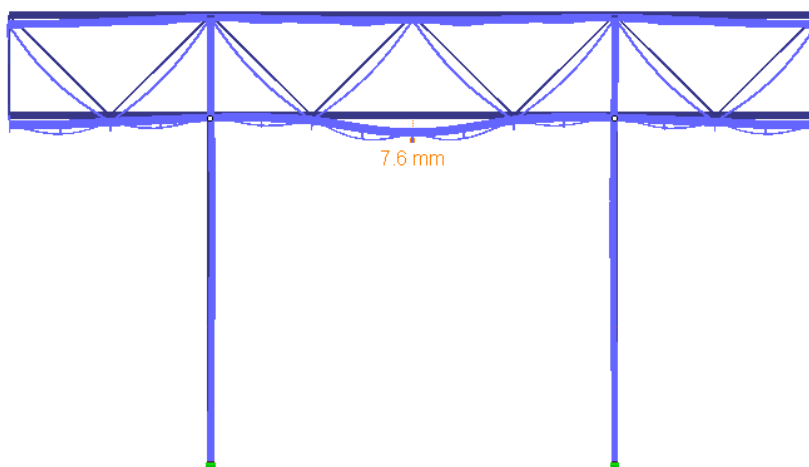
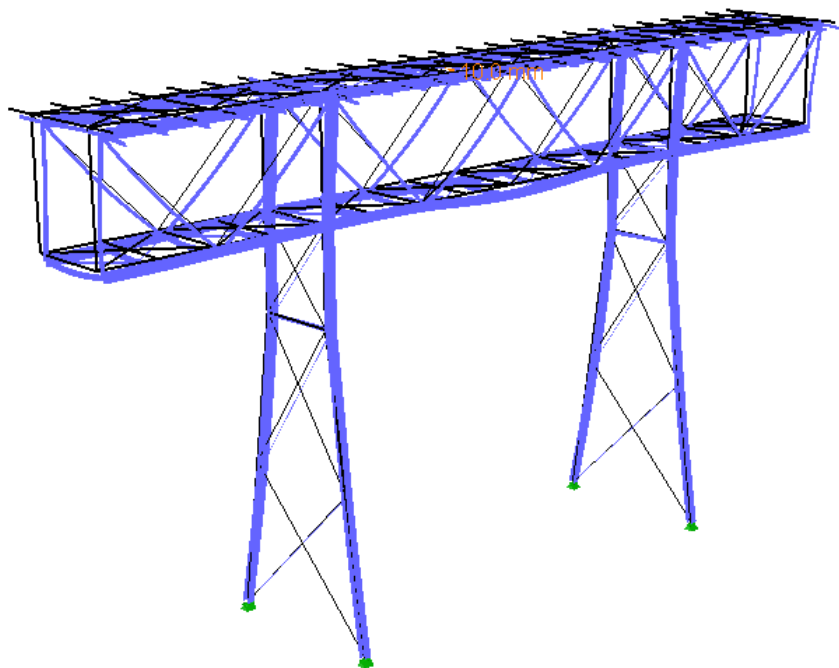
$$M_{y,pl,Rd} = \frac{W_{y,pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,57 \cdot 10^6 \cdot 275 \cdot 10^{-6}}{1,0} = 431,8 \text{ kNm}$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_z A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,43 \cdot 2100 \cdot 275 \cdot 10^{-3}}{1,0} = 248,3 \text{ kN}$$

$$\frac{3,87}{248,3} + \frac{1,84}{431,8} = 0,02 \leq 1$$

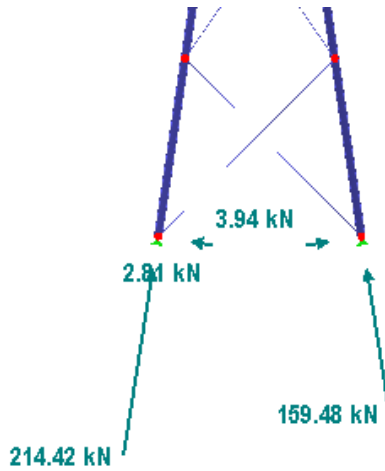
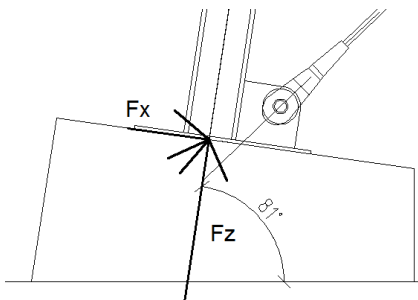
Průřez vyhovuje.

5.8 CELKOVÁ DEFORMACE KONSTRUKCE



6 POSOUZENÍ KLOUBOVÉ PATKY

6.1 VNITŘNÍ SÍLY



$$F_z = 214,42 \text{ kN}$$

patka		
ap	1000	mm
bp	800	mm
h	650	mm
fck	20	MPa

Patní deska		
ad	300	mm
bd	300	mm
t	10	mm
fy	235	MPa
ar	350	mm
br	250	mm
a1	950	mm
b1	800	mm

Nosník		
HEA 200		
bp	200	mm
tp	10	mm
bs	190	mm
ts	6,5	mm

$k_j = 2,91$
 $f_j = 25,96 \text{ MPa}$
 $c = 17,37 \text{ mm}$

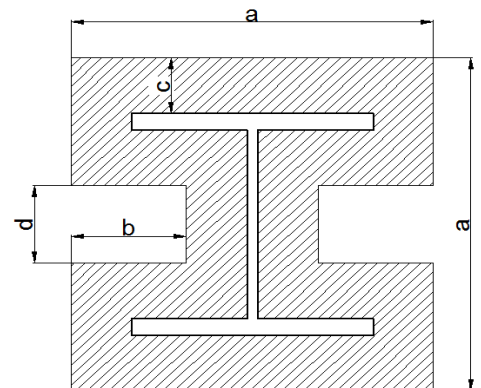
efektivní rozměry roznosu

$a = 234,74 \text{ mm}$
 $b = 96,75 \text{ mm} > 0$
 $d = 145,26 \text{ mm} > 0$

$A_{eff} = 26996,3 \text{ mm}^2$

$NR_d = 700,816 \text{ kN}$
vyhovuje 0,31

$NR_{d,y} = 214,43 \text{ kN}$



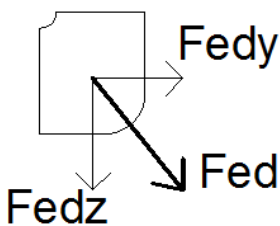
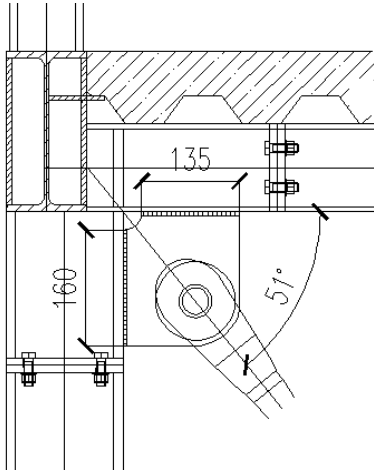
7 POSOUZENÍ SVARU STYČNÍKOVÉHO PLECHU

$$\alpha = 51^\circ$$

$$F_{Ed} = 15,89 \text{ kN}$$

$$F_{Edy} = F_{Ed} \cdot \cos \alpha = 10,0 \text{ kN}$$

$$F_{Edz} = F_{Ed} \cdot \sin \alpha = 12,3 \text{ kN}$$



Posouzení svislého svaru

$$\tau_{rovnběžné} = \frac{F_z}{A_w} = \frac{12,36 \cdot 1000}{160 \cdot 4} = 19,3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{kolmé} = \tau_{kolmé} = \frac{F_x}{\sqrt{2} \cdot A_w} = \frac{10,0 \cdot 1000}{\sqrt{2} \cdot 160 \cdot 4} = 11,05 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\gamma_{Mw}} = 275 \text{ MPa}$$

Ocel S275

$$B_w = 0,85$$

$$\gamma_{Mw} = 1,0$$

$$f_u = 275 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{kolmé}^2 + 3 \cdot \tau_{kolmé}^2 + 3 \cdot \tau_{rovnběžné}^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{Mw}}$$

$$\sqrt{11,05^2 + 3 \cdot 11,05^2 + 3 \cdot 19,3^2} = 40,07 \text{ MPa} \leq \frac{275}{0,85 \cdot 1,0} = 323,5 \text{ MPa}$$

Posouzení vodorvného svaru

$$\tau_{rovnběžné} = \frac{F_y}{A_w} = \frac{10,0 \cdot 1000}{135 \cdot 4} = 18,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{kolmé} = \tau_{kolmé} = \frac{F_z}{\sqrt{2} \cdot A_w} = \frac{12,36 \cdot 1000}{\sqrt{2} \cdot 135 \cdot 4} = 16,18 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\gamma_{Mw}} = 275 \text{ MPa}$$

Ocel S275

$$B_w = 0,85$$

$$\gamma_{Mw} = 1,0$$

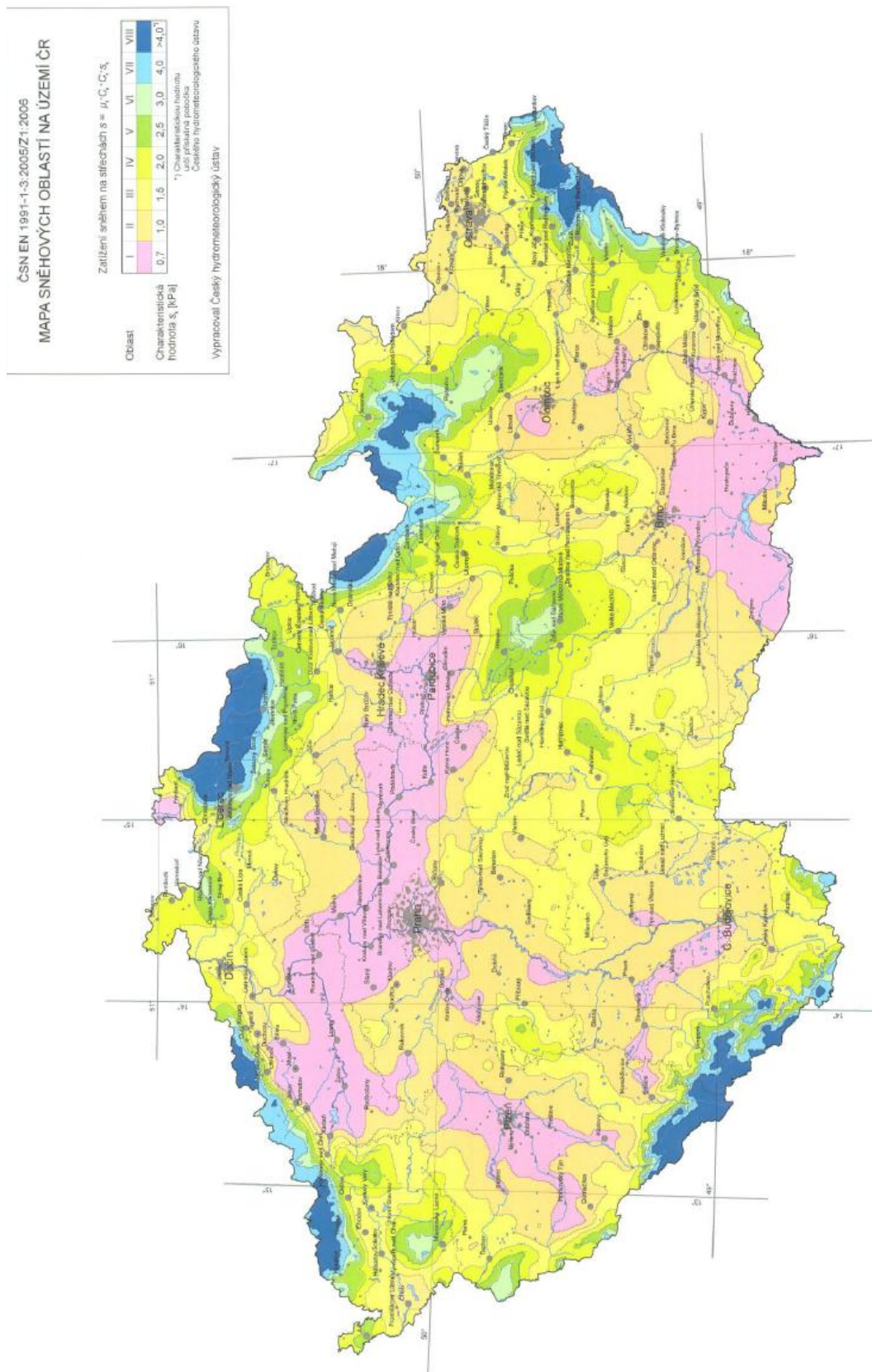
$$f_u = 275 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{kolmé}^2 + 3 \cdot \tau_{kolmé}^2 + 3 \cdot \tau_{rovnběžné}^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{Mw}}$$

$$\sqrt{16,18^2 + 3 \cdot 16,18^2 + 3 \cdot 18,5^2} = 45,54 \text{ MPa} \leq \frac{275}{0,85 \cdot 1,0} = 323,5 \text{ MPa}$$

8 PŘÍLOHY

8.1 MAPA SNĚHOVÝCH OBLASTÍ



8.2 MAPA VĚTRNNÝCH OBLASTÍ

