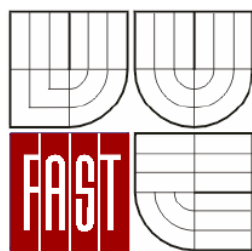




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

PARKOVACÍ DŮM

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. IVO FRANK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR BROSCH

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant Bc. Ivo Frank

Název Parkovací dům

Vedoucí diplomové práce Ing. Petr Brosch

**Datum zadání
diplomové práce** 31. 3. 2015

**Datum odevzdání
diplomové práce** 15. 1. 2016

V Brně dne 31. 3. 2015

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

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

Podklady a literatura

Architektonický návrh, vizualizace, studie stavebního řešení objektu

Platné české technické normy

zejména:

ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1993-1 Navrhování ocelových konstrukcí

ČSN EN 1994-1-1 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí

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

Předmětem práce je zpracování řešení hlavní nosné ocelové konstrukce parkovacího domu (sloupy, konstrukce ramp, podlah, ztužidla a případné související prvky) ve městě Olomouc ve stupni dokumentace pro provedení stavby.

7-mi podlažní objekt má půdorysný rozměr cca 56 x 34 m. Zpracovávanou konstrukční variantou je spřažená ocelobetonová podlahová deska. Pro návrh využít různé typy (např. Slim-deck, trapézový plech, filigrány apod.).

Řešení se předpokládá ve variantách zohledňujících možnosti dispozičního řešení parkovacího domu různého typu uspořádání ramp a parkovacích míst.

Předepsané přílohy:

Technická zpráva - s odůvodněním zvolené varianty

Statický výpočet - hlavních částí konstrukce

Výkaz materiálu

Výkresová část

Hodnocení variant z hlediska statického a konstrukčního systému, výroby, montáže, účinků na podnní stavbu, případně architektury atp

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. Petr Brosch
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Náplní diplomové práce je zpracování řešení hlavní nosné konstrukce parkovacího domu ve městě Olomouc ve stupni dokumentace pro provedení stavby. Sedmipodlažní objekt má půdorysný rozměr cca 57,2m x 37,0m. Výška konstrukce je 19,2m. Zpracovávanou konstrukční variantou je spřažená ocelobetonová podlahová deska.

KLÍČOVÁ SLOVA

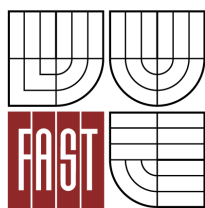
Parkovací dům, ocel, beton, spřažená deska, rámová konstrukce, sloup, průvlak, stropnice, ztužidlo, styčník.

ABSTRACT

The subject of this thesis is to design the main supporting structure of the parking house in the city of Olomouc. The object has 7 storeys and rectangular dimensions are 57,2m x 37,0m. The height of the structure is 19,2m. The hall is designed by cylindrical roof. Processed design option is a composite steel-concrete floor slab.

KEYWORDS

Parking house, steel, concrete, composite steel-concrete slab, frame structure, column, girder, purlin, brace, node.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce Ing. Petr Brosch

Autor práce Bc. Ivo Frank

Škola Vysoké učení technické v Brně

Fakulta Stavební

Ústav Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

Studijní obor 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby

Studijní B3607 Stavební inženýrství

Název práce Parkovací dům

Název práce v Parking house

Typ práce Diplomová práce

Přidělovaný titul Ing.

Jazyk práce Čeština

Datový formát PDF

Anotace práce Náplní diplomové práce je zpracování řešení hlavní nosné konstrukce parkovacího domu ve městě Olomouc ve stupni dokumentace pro provedení stavby. Sedmipodlažní objekt má půdorysný rozměr cca 57,2m x 37,0m. Výška konstrukce je 19,2m. Zpracovávanou konstrukční variantou je spřažená ocelobetonová podlahová deska.

Anotace práce v anglickém jazyce The subject of this thesis is to design the main supporting structure of the parking house in the city of Olomouc. The object has 7 storeys and rectangular dimensions are 57,2m x 37,0m. The height of the structure is 19,2m. The hall is designed by cylindrical roof. Processed design option is a composite steel-concrete floor slab.

Klíčová slova Parkovací dům, ocel, beton, spřažená deska, rámová konstrukce, sloup, průvlak, stropnice, ztužidlo, styčník.

Klíčová slova v anglickém jazyce Parking house, steel, concrete, composite steel-concrete slab, frame structure, column, girder, purlin, brace, node.

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
- [4] 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 1993-1-1 *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků*, 2006
- [7] ČSN EN 1994-1-1 *Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*.
- [8] BÁRTLOVÁ, A. - *Vzpěr prutových soustav*, Praha: SNTL, 1997, 224 s.
- [9] *Ferona, a.s. – Velkoobchod hutním materiálem* [online]. Dostupné na: <<http://ferona.cz>>
- [10] *Spoje ocelových konstrukcí* [online]. Dostupné na: <<http://ocel.wz.cz>>
- [11] STUDNIČKA, J. – *Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1994-1-1*, Praha, 2009, 116 s.

Prohlášení:

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

V Rousínově dne 10.1.2016



.....
podpis autora
Bc. Ivo Frank

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Rousínově dne 10.1.2016



.....
podpis autora

Bc. Ivo Frank

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Ivo Frank *Parkovací dům*. Brno, 2016. 155 s., 9 ks příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Petr Brosch

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych na tomto místě vyjádřil poděkování vedoucímu práce Ing. Petru Broschovi za odbornou pomoc a cenné rady, které mi během řešení diplomové práce poskytl.

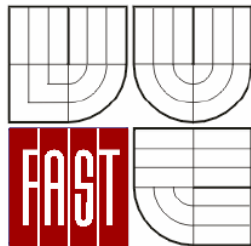
V Rousínově dne 10.1.2016



.....
Bc. Ivo Frank



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE
PARKOVACÍ DŮM
B. Varianty řešení

AUTOR PRÁCE:

BC. IVO FRANK

Obsah

1	Posouzení variant	14
1.1	Varianty dispozice	15
1.1.1	a) Spirálový parkovací dům	15
1.1.2	b) Parkovací dům s externí rampou	16
1.1.3	Porovnání	17
1.2	Varianty konstrukčního řešení	18
1.2.1	Dispozice konstrukce	19
1.2.2	Geometrie příčných vazeb.....	20
1.2.3	Geometrie podélných vazeb.....	21
1.2.4	Geometrie podélných vazeb.....	22
-	LG 1 – Vlastní tíha ocelových profilů	22
-	LG 2 – Ostatní stálé – Zatížení od spřažené betonové desky	22
-	LG 3 – Ostatní stálé – Ostatní plošné zatížení	22
-	LG 4 – Ostatní stálé – Ostatní liniové zatížení	22
-	LG 5, LG 6 – Zatížení proměnné – zatížení od dopravy	23
-	LG 7 – Zatížení sněhem.....	23
-	Zatížení větrem LG 8, LG 9, LG 10, LG 11.....	23
1.2.5	Kombinace, Vnitřní síly	24
-	Průřezy.....	24
-	Kombinace	25
-	Vnitřní síly – Průvlak 1	25
-	Vnitřní síly – Průvlak 2	25
1.2.6	MSÚ – Posouzení jednotlivých prvků – varianta A.....	26
1.2.7	MSÚ – Posouzení jednotlivých prvků – varianta B.....	32
1.2.8	Porovnání	36

1 Posouzení variant

Předmětem práce je návrh hlavní nosné ocelové konstrukce parkovacího domu o rozměrech cca 56 x 34 m a sedmi podlažích.

Z hlediska dispozičního řešení byly posuzovány 2 varianty:

- a) Spirálový parkovací dům – rampa slouží zároveň jako prostor pro parkování vozidel
- b) Parkovací dům s externí rampou – rampa je umístěna mimo prostor pro parkování vozidel

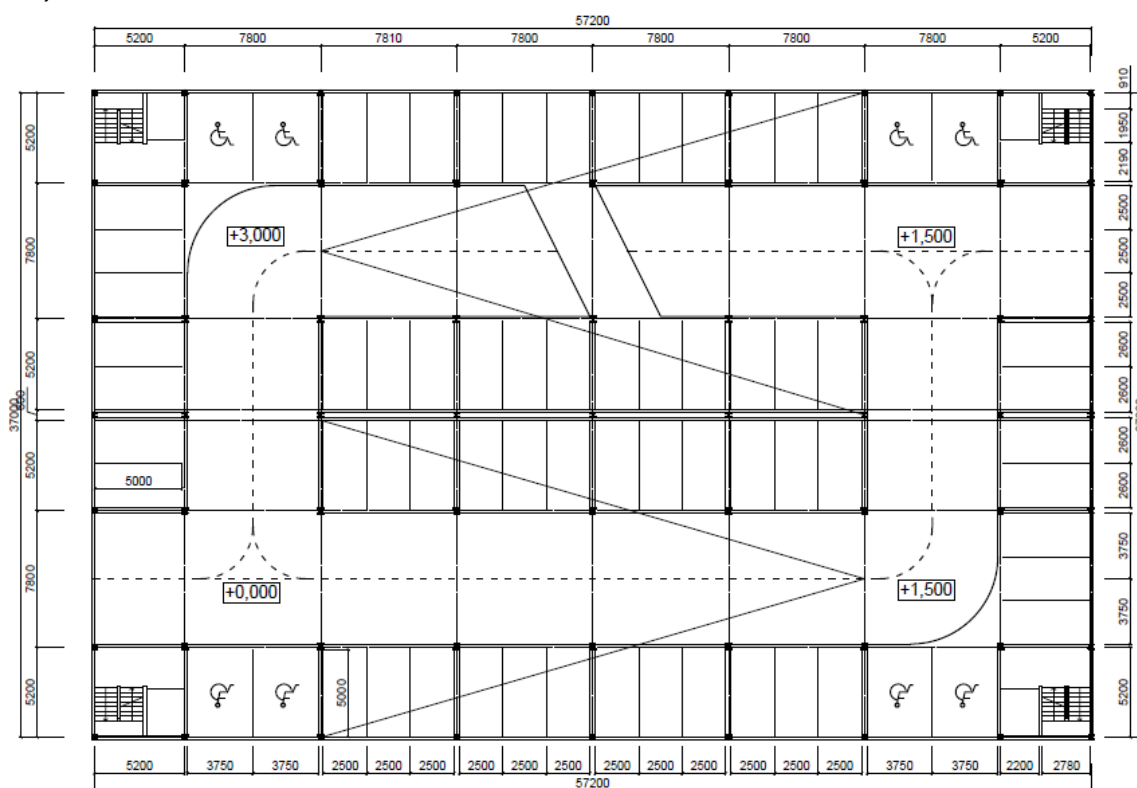
Z hlediska konstrukčního řešení byly posuzovány 2 varianty:

- A) Spřažené stropnice, průvlaky bez spřažení
- B) Spřažené stropnice i průvlaky

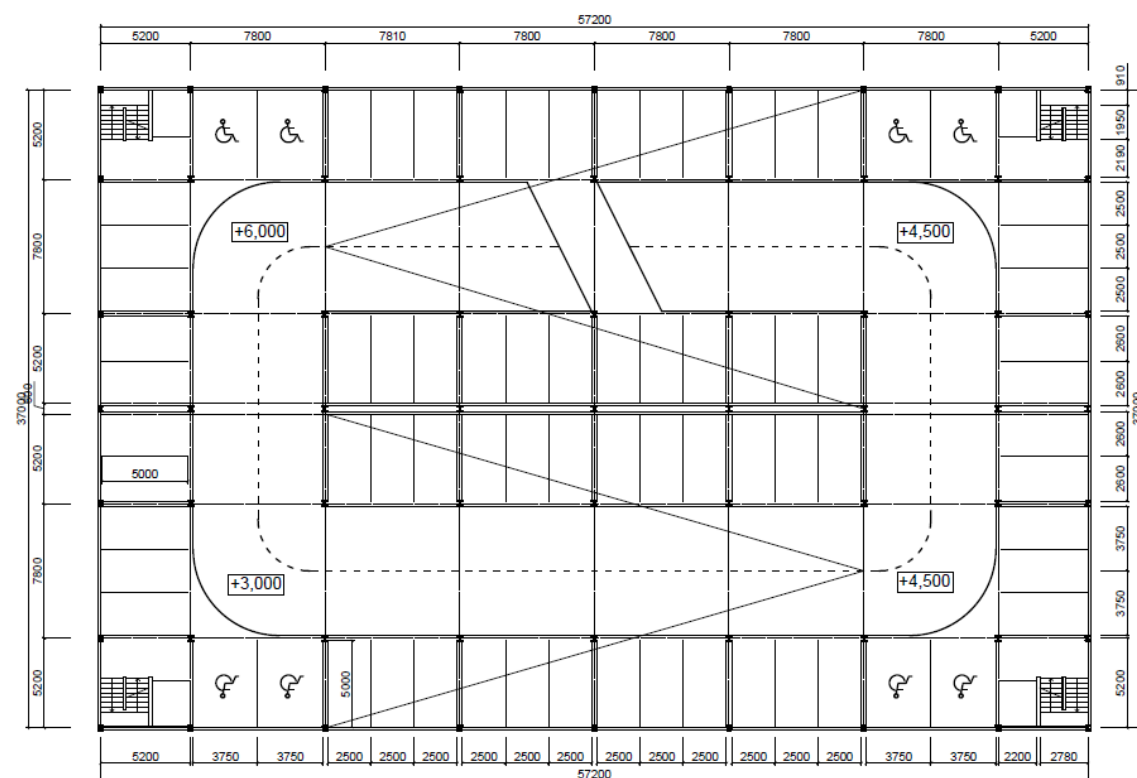
1.1 Varianty dispozice

1.1.1 a) Spirálový parkovací dům

Půdorysné schéma – 1NP:



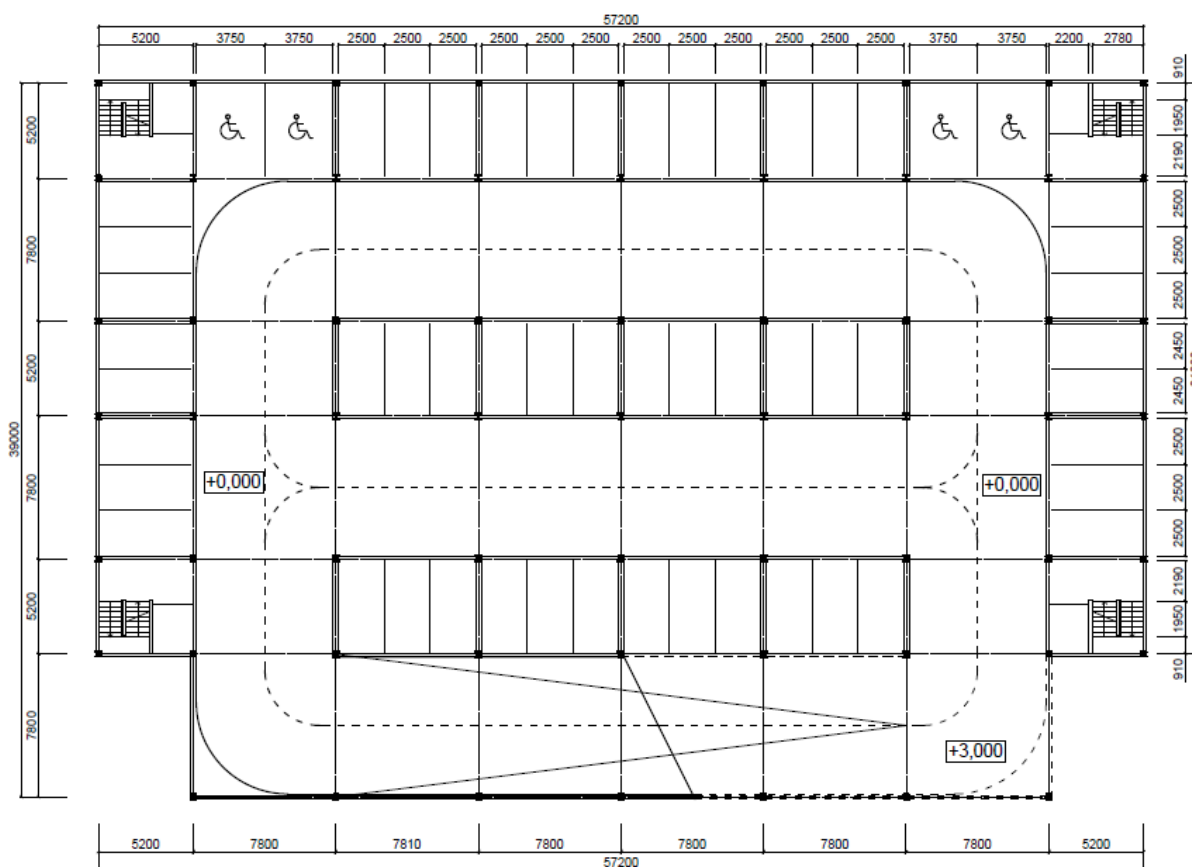
Půdorysné schéma – ostatní NP:



Celková zastavěná plocha:	$A = 57,2 \times 37,0 = 2116,40 \text{ m}^2$
Počet podlaží:	$n = 7$
Počet parkovacích míst v 1NP:	$p_1 = 70$
Počet parkovacích míst v ostatních NP:	$p_2 = 76$
Celkový počet parkovacích stání:	$p = 70 + 76 \cdot 6 = 536$
Průměrný počet parkovacích stání:	$q = 75,14$
Zastavěná plocha na jedno parkovací stání:	$A' = 2116,40/536 = 3,95 \text{ m}^2$
Sklon rampy:	$s = 4,8 \%$

1.1.2 b) Parkovací dům s externí rampou

Půdorysné schéma:



Celková zastavěná plocha:	$A = 57,2 \cdot 31,2 + 46,8 \cdot 7,8 = 2149,68 \text{ m}^2$
Počet podlaží:	$n = 7$
Počet parkovacích stání v jednom podlaží:	$p = 56$
Celkový počet parkovacích stání:	$p = 56 \cdot 7 = 392$
Průměrná plocha na jedno parkovací stání:	$A' = 2149,68/392 = 5,48 \text{ m}^2$
Sklon rampy:	$s = 9,6 \%$

1.1.3 Porovnání

Varianta a) – Spirálový parkovací dům

Výhody:

- Menší zastavěná plocha,
- menší obestavěný prostor,
- větší celkový počet parkovacích stání,
- lepší poměr zastavěné plochy k počtu parkovacích stání,
- větší počet parkovacích stání pro osoby se sníženou schopností pohybu a orientace,
- menší sklon rampy,
- konstrukčně i esteticky zajímavější konstrukce.

Varianta b) – Parkovací dům s externí rampou

Výhody:

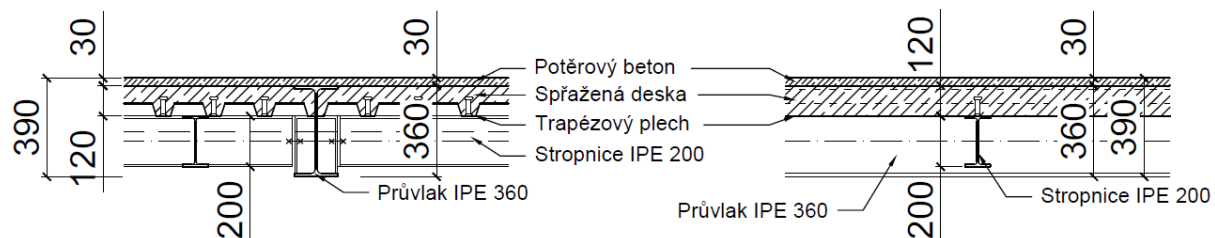
- Jednodušší konstrukce,
- příznivější statické působení – konstrukce stropu je vodorovná (kromě prostoru rampy),
- pravděpodobně jednodušší postup výstavby.

Pro další zpracování byla zvolena varianta *a) – Spirálový parkovací dům* z důvodu větší efektivity využití prostoru a konstrukční adekvátnosti požadovanému účelu.

1.2 Varianty konstrukčního řešení

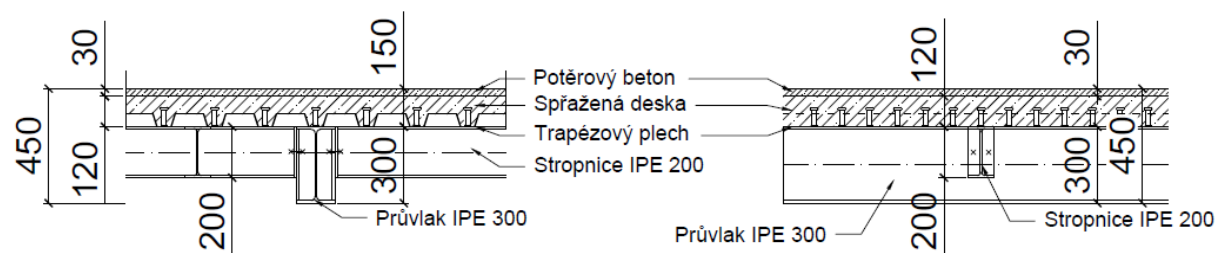
Pro variantu A jsou průvlaky uvažovány bez spřažení a navrženy jsou průřezy IPE 360 pro průvlak délky 7,8 m a IPE 300 pro průvlak délky 5,2 m.

Schéma skladby stropní konstrukce – varianta A:



Pro variantu B jsou průvlaky uvažovány jako spřažené a navrženy jsou průřezy IPE 300.

Schéma skladby stropní konstrukce – varianta B:



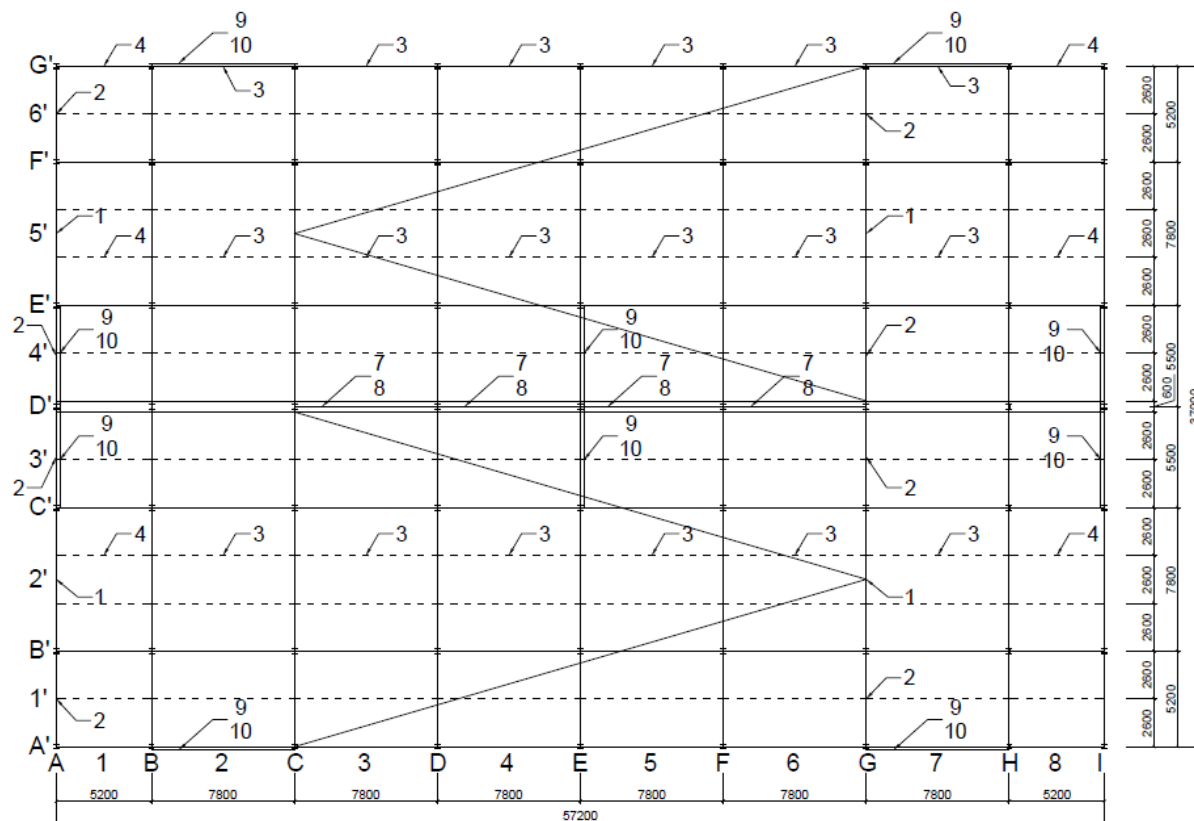
Ostatní průřezy jsou stejné v obou variantách.

1.2.1 Dispozice konstrukce

Půdorysné rozměry: $B \times L = 57,2 \times 37 \text{ m}$

Výška konstrukce: $H = 21,2 \text{ m}$

Půdorysné schéma:



Číslo	Název prvku	Průřez varianty A	Průřez varianty B
1	<i>Průvlak 1</i>	IPE 360	IPE 300
2	<i>Průvlak 2</i>	IPE 330	IPE 300
3	<i>Stropnice 1</i>	IPE 270	IPE 270
4	<i>Stropnice 2</i>	IPE 200	IPE 200
5	<i>Sloup 1</i>	HEB 300	HEB 300
6	<i>Sloup 2</i>	HEB 260	HEB 260
7	<i>Ztužidlo 1</i>	TR 82,5x4	TR 82,5x4
8	<i>Ztužidlo 2</i>	TR 63,5x4	TR 63,5x4
9	<i>Ztužidlo 3</i>	TR 108x6,3	TR 108x6,3
10	<i>Ztužidlo 4</i>	TR 140x6,3	TR 140x6,3

1.2.2 Geometrie příčných vazeb

Schéma řezu mezi poli B a C:

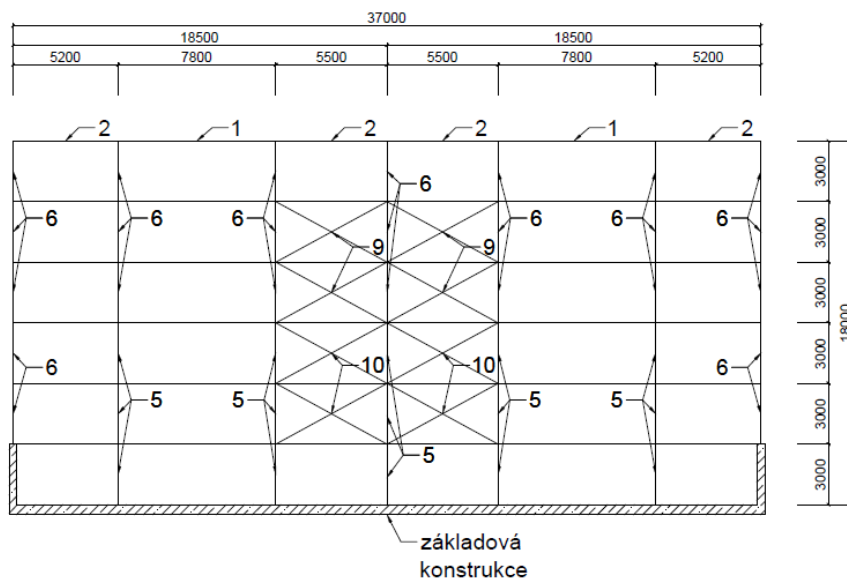
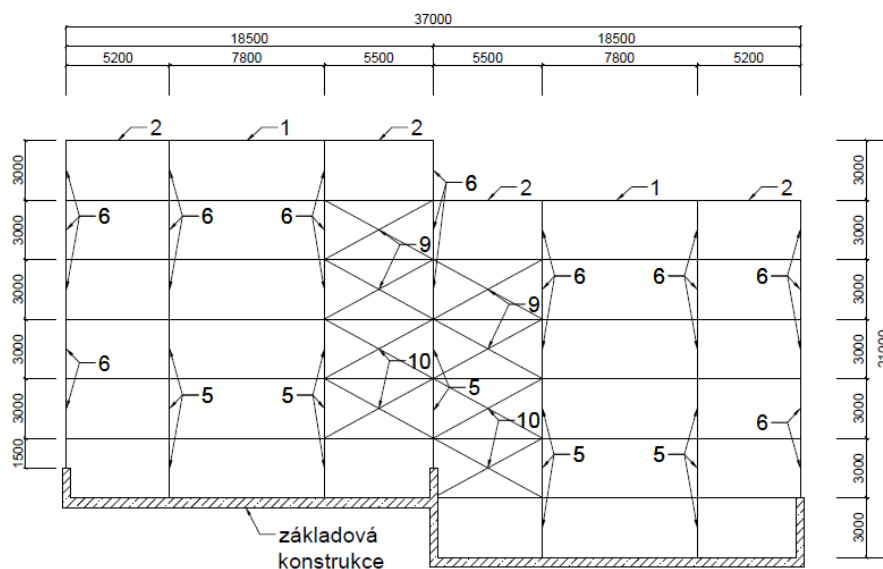


Schéma řezu mezi poli G a H:



Číslo	Název prvku	Průřez varianty A	Průřez varianty B
1	<i>Průvlak 1</i>	IPE 360	IPE 300
2	<i>Průvlak 2</i>	IPE 330	IPE 300
3	<i>Stropnice 1</i>	IPE 270	IPE 270
4	<i>Stropnice 2</i>	IPE 200	IPE 200
5	<i>Sloup 1</i>	HEB 300	HEB 300
6	<i>Sloup 2</i>	HEB 260	HEB 260
7	<i>Ztužidlo 1</i>	TR 82,5x4	TR 82,5x4
8	<i>Ztužidlo 2</i>	TR 63,5x4	TR 63,5x4
9	<i>Ztužidlo 3</i>	TR 108x6,3	TR 108x6,3
10	<i>Ztužidlo 4</i>	TR 140x6,3	TR 140x6,3

1.2.3 Geometrie podélných vazeb

Schéma řezu mezi poli 2 a 3:

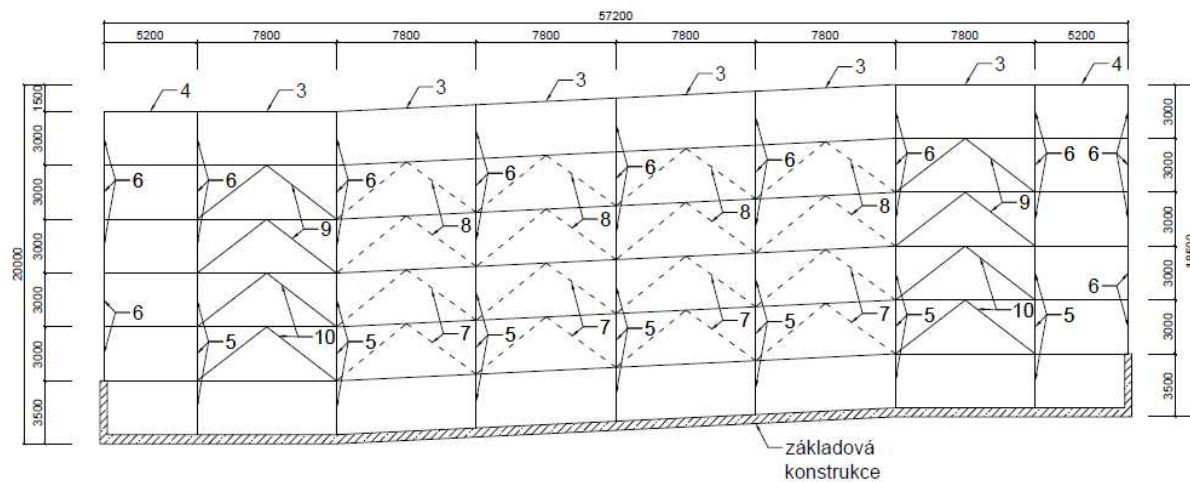
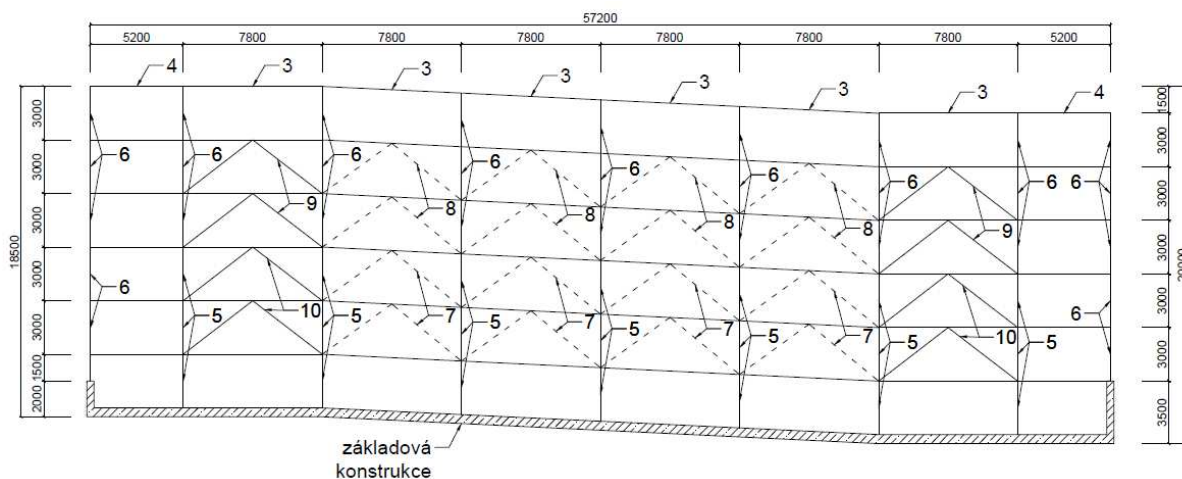


Schéma řezu mezi poli 5 a 6:



Číslo	Název prvku	Průřez varianty A	Průřez varianty B
1	Průvlak 1	IPE 360	IPE 300
2	Průvlak 2	IPE 330	IPE 300
3	Stropnice 1	IPE 270	IPE 270
4	Stropnice 2	IPE 200	IPE 200
5	Sloup 1	HEB 300	HEB 300
6	Sloup 2	HEB 260	HEB 260
7	Ztužidlo 1	TR 82,5x4	TR 82,5x4
8	Ztužidlo 2	TR 63,5x4	TR 63,5x4
9	Ztužidlo 3	TR 108x6,3	TR 108x6,3
10	Ztužidlo 4	TR 140x6,3	TR 140x6,3

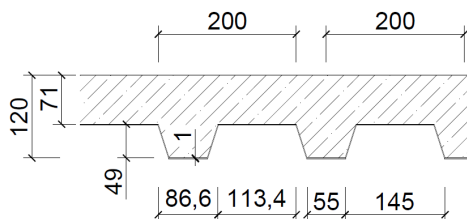
1.2.4 Geometrie podélných vazeb

- LG 1 – Vlastní tíha ocelových profilů

Zatížení od vlastní tíhy je zohledněno ve výpočtovém modelu programu SCIA Engineer definováním dimenzí použitých prvků.

- LG 2 – Ostatní stálé – Zatížení od spřažené betonové desky

Beton je ukládán do trapézových plechů VSŽ 11082



Maximální tloušťka betonu: $t' = 120 \text{ mm}$

Minimální tloušťka betonu: $t'' = 71 \text{ mm}$

Průměrná tloušťka betonu: $t = 93 \text{ mm} = 0,093 \text{ m}$

Objemová tíha betonu : $\gamma = 25 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$

Zatížení:

$$g_{k1} = \gamma \cdot t = 25 \cdot 0,093 = 2,33 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

- LG 3 – Ostatní stálé – Ostatní plošné zatížení

- Zatížení od potěrového betonu:

Tloušťka betonu: $t = 30 \text{ mm} = 0,03 \text{ m}$

Objemová tíha betonu : $\gamma = 25 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$

Zatížení:

$$g_{k2} = \gamma \cdot t = 25 \cdot 0,03 = 0,75 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

- LG 4 – Ostatní stálé – Ostatní liniové zatížení

- Zatížení od železobetonových zídek:

Železobetonové zídky slouží zároveň jako svodidlo a jsou umístěny po celém obvodu konstrukce (kromě prostorů pro vjezd a výjezd vozidel) v každém podlaží. Dvojice zídek je také umístěna v rovině „4“ mezi rovinami „C – G“.

Výška zídky: $h = 1,2 \text{ m}$

Šířka zídky: $b = 0,15 \text{ m}$

Objemová tíha betonu : $\gamma = 25 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$

Zatížení:

$$g_{k3} = \gamma \cdot h \cdot b = 25 \cdot 1,2 \cdot 0,15 = 4,5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

- **LG 5, LG 6 – Zatížení proměnné – zatížení od dopravy**

Charakteristické hodnota zatížení od dopravy:

$$q_{k4} = 2,5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

Zatížení je rozděleno do 3 následujících stavů:

- Šach 1 – zatížení je umístěno střídavě do každého druhého pole v podélném, příčném i svislém směru.
- Šach 2 – zatížení je umístěno střídavě do každého druhého pole v podélném, příčném i svislém směru, reverzně ke stavu „Šach 1“.
- Plné – zatížení je součtem předchozích 2 stavů.

- **LG 7 – Zatížení sněhem**

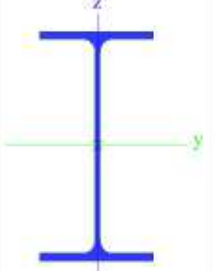
Výpočet zatížení sněhem je rozepsán v posudku vítězné varianty.

- **Zatížení větrem LG 8, LG 9, LG 10, LG 11**

Výpočet zatížení větrem je rozepsán v posudku vítězné varianty.

1.2.5 Kombinace, Vnitřní síly

- Průřezy

Průvlak 1			Průvlak 2		
Typ	IPE360		Typ	IPE330	
Kód tvaru	1 - Průřezy I		Kód tvaru	1 - Průřezy I	
Typ tvaru	Tenkostěnný		Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355		Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný		Výroba	válcovaný	
Barva			Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	b	Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	b
A [m ²]	7,2700e-03		A [m ²]	6,2600e-03	
A_y [m ²], A_z [m ²]	4,3051e-03	2,9457e-03	A_y [m ²], A_z [m ²]	3,7139e-03	2,5380e-03
A_{ly} [m ² /m], A_{Dy} [m ² /m]	1,3530e+00	1,3530e+00	A_{ly} [m ² /m], A_{Dy} [m ² /m]	1,2540e+00	1,2540e+00
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	85	180	$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	80	165
α [deg]	0,00		α [deg]	0,00	
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	1,6270e-04	1,0430e-05	I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	1,1770e-04	7,8800e-06
i_y [mm], i_z [mm]	150	38	i_y [mm], i_z [mm]	137	35
$W_{el,y}$ [m ³], $W_{el,z}$ [m ³]	9,0400e-04	1,2300e-04	$W_{el,y}$ [m ³], $W_{el,z}$ [m ³]	7,1300e-04	9,8500e-05
$W_{pl,y}$ [m ³], $W_{pl,z}$ [m ³]	1,0190e-03	1,9100e-04	$W_{pl,y}$ [m ³], $W_{pl,z}$ [m ³]	8,0400e-04	1,5400e-04
$M_{el,y+}$ [Nm], $M_{el,y-}$ [Nm]	3,62e+05	3,62e+05	$M_{el,y+}$ [Nm], $M_{el,y-}$ [Nm]	2,86e+05	2,86e+05
$M_{el,z+}$ [Nm], $M_{el,z-}$ [Nm]	6,79e+04	6,79e+04	$M_{el,z+}$ [Nm], $M_{el,z-}$ [Nm]	5,46e+04	5,46e+04
d_y [mm], d_z [mm]	0	0	d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	3,7300e-07	3,1400e-07	I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	2,8200e-07	1,9900e-07
β_y [mm], β_z [mm]	0	0	β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Obrázek			Obrázek		

Vysvětlivky symbolů

Kód tvaru	h - Výška b - Šířka pásnice t - Tloušťka pásnice s - Tloušťka stojiny r - Poloměr u přechodu pásnice a stojiny r1 - Poloměr u hrany pásnice a - Sklon pásnice W - Vzdálenost vnitřních šroubů wm - Jednotková deplanace u hrany pásnice
A	Plocha
A_y	Smyková plocha ve směru hlavní osy y
A_z	Smyková plocha ve směru hlavní osy z
A_l	Obvodový povrch na jednotku délky
A_D	Vysýchající povrch na jednotku délky
$c_{y,UCS}$	Souřadnice těžiště ve směru osy Y zadávacího systému
$c_{z,UCS}$	Souřadnice těžiště ve směru osy Z zadávacího systému
$I_{y,LCS}$	Moment setrvačnosti kolem osy YLSS
$I_{z,LCS}$	Moment setrvačnosti kolem osy ZLSS
$I_{yz,LCS}$	Moment setrvačnosti I_{yz} v LSS
α	Úhel pootočení hlavní osy
I_y	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy y
I_z	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy z
i_y	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy y

Vysvětlivky symbolů

i_z	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy z
$W_{el,y}$	Pružný modul průřezu k hlavní ose y
$W_{el,z}$	Pružný modul průřezu k hlavní ose z
$W_{pl,y}$	Plastický modul průřezu k hlavní ose y
$W_{pl,z}$	Plastický modul průřezu k hlavní ose z
$M_{el,y+}$	Plastický moment kolem hlavní osy y pro kladný moment M_y
$M_{el,y-}$	Plastický moment kolem hlavní osy y pro záporný moment M_y
$M_{el,z+}$	Plastický moment kolem hlavní osy z pro kladný moment M_z
$M_{el,z-}$	Plastický moment kolem hlavní osy z pro záporný moment M_z
d_y	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy y měřená od těžiště
d_z	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy z měřená od těžiště
I_t	Moment setrvačnosti v prostém kroucení
I_w	Výsečový moment setrvačnosti
β_y	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy y
β_z	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy z

- Kombinace

Kombinace zatížení byly stanoveny podle rovnic 6.10a a 6.10b normy:

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

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

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO1	po sprášení	EN-MSU (STR/GEO) Soubor B	LC1 - Vlastní tíha	1,00
			LC2 - Sprášená deska	1,00
			LC3 - Stálé plošné	1,00
			LC4 - Stálé liniové	1,00
			LC5 - Zat. dop. šach 1	1,00
			LC6 - Zat. dop. šach 2	1,00
			LC7 - Zatížení sněhem	1,00
			LC8 - Zatížení větrem -y	1,00
			LC9 - Zatížení větrem +y	1,00
			LC10 - Zatížení větrem -x	1,00
			LC11 - Zatížení větrem +x	1,00

- Vnitřní síly – Průvlak 1

Lineární výpočet, Extrém : Průřez, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Pruvlak_1 - IPE360

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B1601	Pruvlak_1 - IPE360	0,000	CO1/1	-92,12	0,26	111,97	0,09	-178,98	-0,36
B1389	Pruvlak_1 - IPE360	0,000	CO1/2	60,73	0,41	99,57	0,11	-163,56	-0,38
B1635	Pruvlak_1 - IPE360	0,000	CO1/1	-77,37	-2,04	123,22	0,11	-198,92	3,44
B1635	Pruvlak_1 - IPE360	5,200	CO1/1	-77,37	2,08	-120,25	-0,10	121,06	-2,04
B1598	Pruvlak_1 - IPE360	7,800	CO1/1	-68,03	0,71	-136,62	0,08	-224,93	1,49
B1637	Pruvlak_1 - IPE360	0,000	CO1/3	-71,17	0,61	136,71	0,07	-225,54	-1,37
B1639	Pruvlak_1 - IPE360	5,200	CO1/4	-50,77	1,57	-95,03	-0,21	95,16	-1,69
B1639	Pruvlak_1 - IPE360	0,000	CO1/4	-50,77	-1,44	99,12	0,23	-163,51	2,29
B1598	Pruvlak_1 - IPE360	2,600	CO1/1	-68,03	-0,22	-1,22	-0,04	133,45	0,22
B1600	Pruvlak_1 - IPE360	7,800	CO1/3	-62,68	-1,94	-122,79	0,12	-197,07	-3,41

- Vnitřní síly – Průvlak 2

Lineární výpočet, Extrém : Průřez, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Pruvlak_2 - IPE330

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B1626	Pruvlak_2 - IPE330	0,300	CO1/3	-64,77	3,76	26,14	0,12	-16,00	-12,09
B516	Pruvlak_2 - IPE330	0,000	CO1/2	74,46	1,47	150,56	0,02	-90,61	-4,17
B1619	Pruvlak_2 - IPE330	5,200	CO1/2	-34,54	-40,63	-49,59	0,05	-25,42	11,80
B1624	Pruvlak_2 - IPE330	0,000	CO1/5	-29,95	3,86	184,60	0,36	-91,35	-4,46
B1617	Pruvlak_2 - IPE330	5,500	CO1/6	-35,05	-2,48	-194,61	-0,51	-116,90	5,35
B1628	Pruvlak_2 - IPE330	0,000	CO1/7	-34,59	-1,71	193,73	-0,42	-112,88	-5,51
B1627	Pruvlak_2 - IPE330	0,000	CO1/3	-33,40	-13,65	152,30	-1,32	-107,65	0,36
B1631	Pruvlak_2 - IPE330	0,000	CO1/3	-32,71	-7,36	147,94	1,02	-76,21	-0,16
B1630	Pruvlak_2 - IPE330	5,500	CO1/7	-36,42	2,48	-108,83	-0,05	-157,90	2,96
B1624	Pruvlak_2 - IPE330	2,900	CO1/7	-32,35	0,71	61,22	-0,06	123,49	-1,54
B1626	Pruvlak_2 - IPE330	0,300	CO1/2	-25,90	-39,57	45,17	-0,42	-14,24	-12,14
B1619	Pruvlak_2 - IPE330	5,200	CO1/2	9,42	3,51	-29,02	0,07	-25,42	11,80

1.2.6 MSÚ – Posouzení jednotlivých prvků – varianta A

1.2.6.1 Průvlak 1 – IPE 360

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Průvlak_1 - IPE360

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B1639	7,800 m	IPE360	S 355	CO1/7	0,87 -
-------------	---------	--------	-------	-------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti		
Gamma M0 pro únosnost průřezu		1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu		1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu		1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	355,0	MPa
Mezní pevnost f_u	490,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	37,33
Třída 1 limit	53,29
Třída 2 limit	61,36
Třída 3 limit	87,77

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	4,96
Třída 1 limit	7,32
Třída 2 limit	8,14
Třída 3 limit	11,28

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 5.200 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N_{Ed}	-71,29	kN
$V_{y,Ed}$	-0,12	kN
$V_{z,Ed}$	0,76	kN
T_{Ed}	-0,02	kNm
$M_{y,Ed}$	132,27	kNm
$M_{z,Ed}$	-1,86	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	7,2700e-03	m ²
$N_{c,Rd}$	2580,85	kN
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,y}$	1,0190e-03	m ³
$M_{pl,y,Rd}$	361,75	kNm
Jedn. posudek	0,37	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,z}$	1,9100e-04	m ³
$M_{pl,z,Rd}$	67,81	kNm
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
A_v	4,5260e-03	m ²
$V_{pl,y,Rd}$	927,65	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	3,5108e-03	m²
Vpl,z,Rd	719,57	kN
Jedn. posudek	0,00	

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,7	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)

Mpl,y,Rd	361,75	kNm
Alfa	2,00	
Mpl,z,Rd	67,81	kNm
Beta	1,00	

Jednotkový posudek (6.41) = 0,13 + 0,03 = 0,16 -

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.33) i (6.34) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy y-y se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.35) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy z-z se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	37,33
Třída 1 limit	53,29
Třída 2 limit	61,36
Třída 3 limit	67,81

=> vnitřní tlačené části třídy 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	4,96
Třída 1 limit	7,32
Třída 2 limit	8,14
Třída 3 limit	11,28

=> vnější pásnice třídy 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	7,800	2,600	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	7,800	2,600	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	5542,65	3197,84	kN
Štíhlost Lambda	52,14	68,64	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,68	0,90	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	

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

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	2,600	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	5307,71	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	3197,84	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	0,90	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	

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

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	1,0190e-03	m ³
Pružný kritický moment M_{cr}	646,09	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,75	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	
Křivka klopení	b	
Imperfekce α_{LT}	0,34	
Redukční součinitel χ_{LT}	0,76	
Návrhová únosnost na vzpěr $M_{b,Rd}$	273,40	kNm
Jedn. posudek	0,48	-

Parametry M_{cr}		
Délka klopení L	2,600	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení C_1	1,02	
Součinitel momentu na klopení C_2	0,00	
Součinitel momentu na klopení C_3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d_z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení z_g	0	mm
Konstanta monosymetrie β_a	0	mm
Konstanta monosymetrie z_j	0	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002**Posudek ohybu a osového tlaku**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	7,2700e-03	m ²
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	1,0190e-03	m ³
Plastický modul průřezu $W_{pl,z}$	1,9100e-04	m ³
Návrhová tlaková síla N_{Ed}	71,29	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	-223,41	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-1,86	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N_{Rk}	2580,85	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	361,75	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	67,81	kNm
Redukční součinitel $\chi_{y,y}$	1,00	
Redukční součinitel $\chi_{y,z}$	1,00	
Redukční součinitel χ_{LT}	0,76	
Interakční součinitel k_{yy}	0,91	
Interakční součinitel k_{yz}	0,58	
Interakční součinitel k_{zy}	1,00	
Interakční součinitel k_{zz}	0,96	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B1639 pozice 0,000 m.Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B1639 pozice 5,200 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Posuvnost styčnicků y	posuvné	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	0,90	
Výsledný typ zatížení z	liniový moment M	
Poměr koncových momentů $\Psi_{s,z}$	0,83	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	0,93	
Výsledný typ zatížení LT	liniové zatížení q	
Koncový moment $M_{h,LT}$	132,27	kNm
Moment v poli $M_{s,LT}$	130,74	kNm
Součinitel $\alpha_{s,LT}$	0,99	
Poměr koncových momentů $\Psi_{s,LT}$	0,97	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT}	0,99	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,03 + 0,75 + 0,02 = 0,79 -

Jednotkový posudek (6.62) = 0,03 + 0,81 + 0,03 = 0,87 -

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	7,800	m
Stojina	nevztyžený	
Výška stojiny h_w	335	mm
Tloušťka stojiny t	8	mm
Materiálový součinitel ϵ	0,81	
Součinitel smykové korekce η_a	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku		
Štíhlost stojiny h_w/t	41,83	
Limit štíhlosti stojiny	48,82	

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

1.2.6.2 Průvlak 2 - IPE 330

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : C01

Průřez : Průvlak_2 - IPE330

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B1629	5,500 m	IPE330	S 355	C01/54	0,81 -
--------------------	----------------	---------------	--------------	---------------	---------------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	355,0	MPa
Mezní pevnost f_u	490,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	36,13
Třída 1 limit	55,63
Třída 2 limit	64,05
Třída 3 limit	93,99

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	5,07
Třída 1 limit	7,32
Třída 2 limit	8,14
Třída 3 limit	11,28

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 2.900 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N_{Ed}	-32,42	kN
$V_{y,Ed}$	1,01	kN
$V_{z,Ed}$	62,47	kN
T_{Ed}	-0,02	kNm
$M_{y,Ed}$	121,40	kNm
$M_{z,Ed}$	-1,69	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	6,2600e-03	m ²
$N_{c,Rd}$	2222,30	kN
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,y}$	8,0400e-04	m ³
$M_{pl,y,Rd}$	285,42	kNm
Jedn. posudek	0,43	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,z}$	1,5400e-04	m ³
$M_{pl,z,Rd}$	54,67	kNm
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	3,8713e-03	m ²
Vpl,y,Rd	793,45	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	3,0802e-03	m ²
Vpl,z,Rd	631,33	kN
Jedn. posudek	0,10	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,9	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)

Mpl,y,Rd	285,42	kNm
Alfa	2,00	
Mpl,z,Rd	54,67	kNm
Beta	1,00	

Jednotkový posudek (6.41) = 0,18 + 0,03 = 0,21 -

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.33) i (6.34) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy y-y se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.35) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy z-z se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,950 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	36,13
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	40,79

=> vnitřní tlačené části třída 3

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	5,07
Třída 1 limit	7,32
Třída 2 limit	8,14
Třída 3 limit	12,45

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 3 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	5,500	2,600	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	5,500	2,600	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	8064,36	2416,01	kN
Štíhlost Lambda	40,11	73,28	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,52	0,96	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	

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

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Pro tento I průřez je únosnost na prostorový vzpěr vyšší než únosnost na rovinný vzpěr. Prostorový vzpěr proto není ve výstupu uveden.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	7,1300e-04	m ³
Pružný kritický moment M_{cr}	969,57	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,51	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	
Křivka klopení	b	
Imperfekce α_{LT}	0,34	
Redukční součinitel χ_{LT}	0,88	
Návrhová únosnost na vzpěr $M_{b,Rd}$	222,57	kNm
Jedn. posudek	0,55	-

Parametry M_{cr}		
Délka klopení L	2,600	m
Vliv polohy zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	2,15	
Součinitel momentu na klopení C2	0,00	
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d_z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení z_g	0	mm
Konstanta monosymetrie β_a	0	mm
Konstanta monosymetrie β_y	0	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	6,2600e-03	m ²
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	7,1300e-04	m ³
Pružný modul průřezu $W_{el,z}$	9,8500e-05	m ³
Návrhová tlaková síla N_{Ed}	32,42	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	-156,57	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-4,41	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N_{Rk}	2222,30	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	253,12	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	34,97	kNm
Redukční součinitel χ_{y}	1,00	
Redukční součinitel χ_{z}	1,00	
Redukční součinitel χ_{LT}	0,88	
Interakční součinitel k_{yy}	0,90	
Interakční součinitel k_{yz}	0,76	
Interakční součinitel k_{zy}	1,00	
Interakční součinitel k_{zz}	0,76	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B1629 pozice 5,500 m.

Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B1629 pozice 0,300 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Posuvnost styčnicků y	posuvné	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	0,90	
Výsledný typ zatížení z	liniové zatížení q	
Koncový moment $M_{h,z}$	-4,41	kNm
Moment v poli $M_{s,z}$	-3,03	kNm
Součinitel $\alpha_{s,z}$	0,69	
Poměr koncových momentů $\Psi_{s,z}$	0,38	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	0,75	
Výsledný typ zatížení LT	liniové zatížení q	
Koncový moment $M_{h,LT}$	121,40	kNm
Moment v poli $M_{s,LT}$	39,72	kNm
Součinitel $\alpha_{s,LT}$	0,33	
Poměr koncových momentů $\Psi_{s,LT}$	-0,35	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT}	0,46	

Jednotkový posudek (6.61) = $0,01 + 0,64 + 0,10 = 0,75$ -

Jednotkový posudek (6.62) = $0,01 + 0,70 + 0,10 = 0,81$ -

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	5,500	m
Stojina	nevyztužená	
Výška stojiny h_w	307	mm
Tloušťka stojiny t	8	mm

Parametry ztráty stability od smyku		
Materiálový součinitel ϵ	0,81	
Součinitel smykové korekce η	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku

Štíhlost stojiny h_w/t	40,93
Limit štíhlosti stojiny	48,82

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

1.2.7 MSÚ – Posouzení jednotlivých prvků – varianta B

1.2.7.1 Průvlak – IPE 300

Rozpětí nosníku: $L_1 = 5,20 \text{ m}; L_2 = 7,80 \text{ m}$

Vzdálenost nosníků: $B = 7,80 \text{ m}$

Ocel S 235

Mez kluzu oceli: $f_{yk} = f_{yd} = 235 \text{ MPa}$

Betonářské ocel B 500B:

Charakteristická pevnost oceli: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost oceli: $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_y = 500/1,15 = 434,78 \text{ MPa}$

Beton C25/30:

Charakteristická pevnost betonu: $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost betonu: $f_{yd,st} = f_{ck}/\gamma_c = 25/1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

Plech VSŽ 11002 (600x50x1,0)

Spřahovací trny: D19; L7,5; St 37-3K

Návrhové momenty: $M_{y,Ed,1} = 157,90 \text{ kN}$

$M_{y,Ed,a} = 133,45 \text{ kN}$

$M_{y,Ed,2} = 225,54 \text{ kN}$

- Zatřídění průřezu:

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

Rozměry průřezu: $h = 300 \text{ mm}$

$b = 150 \text{ mm}$

$t_p = 10,7 \text{ mm}$

$t_s = 7,1 \text{ mm}$

$$c_s = h - 2 \cdot t_p = 300 - 2 \cdot 10,7 = 278,6 \text{ mm}$$

$$\frac{c_s}{t_s} = \frac{278,6}{7,1} = 39,24 < 72\varepsilon = 72 \cdot 1,0 = 72 \dots \text{třída 1}$$

$$c_p = b/2 - t_s/2 = 150/2 - 7,1/2 = 71,5 \text{ mm}$$

$$\frac{c_p}{t_p} = \frac{71,5}{10,7} = 6,80 < 9\varepsilon = 9 \cdot 1,0 = 9 \dots \text{třída 1}$$

- Průřezové charakteristiky ocelového profilu:

Plocha průřezu: $A_a = 5,38 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

Plastický průřezový modul: $w_{pl,y} = 5,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

Plocha výztuže: $A_{sT} = 4,52 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

- Průřezové charakteristiky betonové desky profilu:

Tloušťka betonu: $t_c = 120 \text{ mm} = 0,12 \text{ m}$

Rozteč ocelových nosníků: $B = 7800 \text{ mm} = 7,80 \text{ m}$

Efektivní šířky:

- V poli č. 1:

$$b_1 = 7,8 \text{ m ... šířka průřezu}$$

$$l_0 = 0,85 \cdot l_1 = 0,85 \cdot 5,2 = 4,42 \text{ m}$$

$$b_{eff,1} = 0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot l_0 = 0,2 \cdot 7,8 + 0,1 \cdot 4,42 = 2,002 \text{ m}$$

- Nad podporou a:

$$b_a = 7,8 \text{ m ... šířka průřezu}$$

$$l_0 = 0,15 \cdot (l_1 + l_2) = 0,15 \cdot (5,2 + 7,8) = 1,95 \text{ m}$$

$$b_{eff,1} = 0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot l_0 = 0,2 \cdot 7,8 + 0,1 \cdot 1,95 = 1,755 \text{ m}$$

- V poli č. 2:

$$b_1 = 7,8 \text{ m ... šířka průřezu}$$

$$l_0 = 0,7 \cdot l_2 = 0,7 \cdot 7,8 = 5,76 \text{ m}$$

$$b_{eff,1} = 0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot l_0 = 0,2 \cdot 7,8 + 0,1 \cdot 5,76 = 2,106 \text{ m}$$

A) Posouzení spráženého nosníku - pole č. 1

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_a \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{5,38 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{2,002 \cdot 14,2 \cdot 10^6} = 0,044 \text{ m} = 44 \text{ mm}$$

Vzdálenost osy ocelového průřezu od horní hrany spráženého průřezu:

$$x_a = t_c + \frac{h}{2} = 0,12 + \frac{0,30}{2} = 0,27 \text{ m}$$

Moment únosnosti spráženého průřezu:

$$M_{Pl,Rd,1} = A_a \cdot f_{yd} \cdot \left(x_a - \frac{x}{2} \right) = 5,38 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 \cdot \left(0,27 - \frac{0,044}{2} \right) = 313,25 \text{ kN}$$

$$\frac{M_{y,Ed,1}}{M_{Pl,Rd,1}} \leq 1,0$$

$$\frac{157,90}{313,25} \leq 1,0$$

$$0,51 \leq 1,0 \text{ ... vyhovuje}$$

Posouzení sprážení

Trny: D19, L7,5, St 37-3K

$$d = 19 \text{ mm} = 0,019 \text{ m}$$

$$l = 75 \text{ mm} = 0,075 \text{ m}$$

$$f_u = 340 \text{ MPa}$$

$$n = 1 \text{ ks (počet řad stahovacích trnů)}$$

$$N = 3 \text{ ks / 600 mm nosníku}$$

Únosnost 1 trnu v plné desce:

$$P_{Rk} = 0,8 \cdot f_u \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 0,8 \cdot 340 \cdot 10^6 \cdot \frac{\pi \cdot 0,019^2}{4} = 77,12 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \frac{P_{Rk}}{\gamma_{M2}} = \frac{77,12}{1,25} = 61,70 \text{ kN}$$

Redukovaná nosnost trnu v žebrové desce – žebra kolmo k nosníku:

$$k_t = \frac{0,7}{\sqrt{n}} \cdot \frac{l_d}{h_p} \cdot \left(\frac{l}{h_p} - 1 \right) = \frac{0,7}{\sqrt{1}} \cdot \frac{0,068}{0,05} \cdot \left(\frac{0,075}{0,05} - 1 \right) = 0,48$$

$$P_{Rd,red} = k_t \cdot P_{Rd} = 0,48 \cdot 61,70 = 29,37 \text{ kN}$$

Pro úplné spřažení je třeba na polovině rozpětí přenést sílu:

$$N_{cf} = A_a \cdot f_{yd} = 5,38 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 1264,30 \text{ kN}$$

Potřebný počet trnů:

$$n_f = \frac{N_{cf}}{P_{Rd,red}} = \frac{1264,30}{29,37} = 44 \text{ ks}$$

Navržený počet trnů na polovině rozpětí – trny ve vzdálenosti 55 mm:

$$n = 5200 / (2 \cdot 55) = 47 \text{ ks}$$

$n > n_f \dots$ jedná se o úplné spřažení

B) Posouzení spřaženého nosníku – pole č. 2

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_a \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{5,38 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{2,106 \cdot 14,2 \cdot 10^6} = 0,042 \text{ m} = 42 \text{ mm}$$

Vzdálenost osy ocelového průřezu od horní hrany spřaženého průřezu:

$$x_a = t_c + \frac{h}{2} = 0,12 + \frac{0,30}{2} = 0,27 \text{ m}$$

Moment únosnosti spřaženého průřezu:

$$M_{Pl,Rd,2} = A_a \cdot f_{yd} \cdot \left(x_a - \frac{x}{2} \right) = 5,38 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 \cdot \left(0,27 - \frac{0,044}{2} \right) = 313,25 \text{ kN}$$

$$\frac{M_{y,Ed,2}}{M_{Pl,Rd,2}} \leq 1,0$$

$$\frac{225,54}{313,25} \leq 1,0$$

$0,72 \leq 1,0 \dots$ vyhovuje

Posouzení spřažení

Trny: D19, L7,5, St 37-3K

$$d = 19 \text{ mm} = 0,019 \text{ m}$$

$$l = 75 \text{ mm} = 0,075 \text{ m}$$

$$f_u = 340 \text{ MPa}$$

$$n = 1 \text{ ks (počet řad stahovacích trnů)}$$

$$N = 3 \text{ ks / 600 mm nosníku}$$

Únosnost 1 trnu v plné desce:

$$P_{Rk} = 0,8 \cdot f_u \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 0,8 \cdot 340 \cdot 10^6 \cdot \frac{\pi \cdot 0,019^2}{4} = 77,12 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \frac{P_{Rk}}{\gamma_{M2}} = \frac{77,12}{1,25} = 61,70 \text{ kN}$$

Redukovaná nosnost trnu v žebrové desce – žebra kolmo k nosníku:

$$k_t = \frac{0,7}{\sqrt{n}} \cdot \frac{l_d}{h_p} \cdot \left(\frac{l}{h_p} - 1 \right) = \frac{0,7}{\sqrt{1}} \cdot \frac{0,068}{0,05} \cdot \left(\frac{0,075}{0,05} - 1 \right) = 0,48$$

$$P_{Rd,red} = k_t \cdot P_{Rd} = 0,48 \cdot 61,70 = 29,37 \text{ kN}$$

Pro úplné spřažení je třeba na polovině rozpětí přenést sílu:

$$N_{cf} = A_a \cdot f_{yd} = 5,38 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 1264,30 \text{ kN}$$

Potřebný počet trnů:

$$n_f = \frac{N_{cf}}{P_{Rd,red}} = \frac{1264,30}{29,37} = 44 \text{ ks}$$

Navržený počet trnů na polovině rozpětí – trny ve vzdálenosti 80 mm:

$$n = 7800 / (2 \cdot 80) = 48 \text{ ks}$$

$$n > n_f \dots \text{jedná se o úplné spřažení}$$

C) Posouzení spřaženého nosníku nad podporou

Poloha neutrální osy zvolená:

$$x = 0,129 = 129 \text{ mm}$$

Kontrola polohy neutrální osy:

$$N_{a1} = f_{yd} \cdot (A_p + (x_d - t_p) \cdot t_s) = 235 \cdot 10^6 \cdot (1,605 \cdot 10^{-3} + (0,21 - 0,0107) \cdot 0,0071) = 709,71 \text{ kN}$$

$$N_s = f_{yd,s} \cdot A_s = 434,78 \cdot 10^6 \cdot 4,52 \cdot 10^{-4} = 196,52 \text{ kN}$$

$$N_{a2} = f_{yd} \cdot (A_p + (x_h - t_p) \cdot t_s) = 235 \cdot 10^6 \cdot (1,605 \cdot 10^{-3} + (0,09 - 0,0107) \cdot 0,0071) = 509,49 \text{ kN}$$

$$N_{a1} = N_{a2} + N_s$$

$$709,71 = 509,49 + 196,52 \dots \text{poloha neutrální osy je určena správně}$$

Plocha průřezu pod neutrální osou:

$$A_{a,d} = A_p + (x_d - t_p) \cdot t_s = 1,605 \cdot 10^{-3} + (0,21 - 0,0107) \cdot 0,0071 = 3,02 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Vzdálenost neutrální osy od spodních vláken profilu:

$$z = h_a + t_c - x = 0,3 + 0,12 - 0,129 = 0,21 \text{ m}$$

Moment únosnosti spřaženého průřezu:

$$M_{Pl,Rd,a} = f_{yd} \cdot A_{a,d} \cdot z = 235 \cdot 10^6 \cdot 3,02 \cdot 10^{-3} \cdot 0,21 = 149,04 \text{ kN}$$

$$\frac{M_{y,Ed,a}}{M_{Pl,Rd,a}} \leq 1,0$$

$$\frac{135,45}{149,04} \leq 1,0$$

$$0,91 \leq 1,0 \dots \text{vyhovuje}$$

1.2.8 Porovnání

Varianta A – průvlaky bez spřažení

Výhody:

- Menší stavební výška konstrukce,
- menší pracnost (menší počet spřahovacích prostředků),
- pravděpodobně lepší požární odolnost průvlaku (menší expozice).

Varianta B – spřažené průvlaky

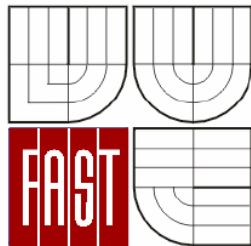
Výhody:

- Menší dimenze průvlaku,
- celkově nižší hmotnost konstrukce,
- pravděpodobně nižší cena za materiál.

Pro další zpracování byla zvolena varianta A) – *průvlaky bez spřažení*, kvůli požadavkům na co nejnižší stavební výšku.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE
PARKOVACÍ DŮM
C. Technická zpráva

AUTOR PRÁCE:

BC. IVO FRANK

Obsah

1	Všeobecně	41
2	Použité normy a předpisy	41
3	Základní údaje	42
4	Základní informace	42
5	Zdůvodnění stavby	42
6	Geologické podmínky	42
7	Prostorové určení objektu	42
8	Zatížení	43
8.1	Zatížení stálá – normové hodnoty	43
8.2	Užitná nahodilá zatížení – normové hodnoty	43
8.3	Klimatická zatížení – normové hodnoty	43
9	Modulová síť	43
9.1	Výškové úrovně	43
9.2	Podélný modul	43
9.3	Příčný modul	43
10	Statické řešení – popis konstrukce	44
11	Požární ochrana	44
12	Povrchová ochrana	45
13	Materiál	45
14	Zemnění	45
15	Výroba a montáž	46
15.1	Spodní stavba	46
15.2	Základní prvky ocelové nosné konstrukce	46
16	Seznam použité literatury	48

2 Všeobecně

Tato technická zpráva je součástí realizační dokumentace stavby (dále jen RDS) nosné ocelové konstrukce parkovacího domu ve městě Olomouc a specifikuje požadavky na nosnou ocelovou konstrukci., jež je součástí stavebního díla Parkovací dům – Olomouc.

Požadavky, resp. úpravy a doplnění proti předchozím stupňům byly průběžně projednávány na pravidelných koordinačních poradách za účasti generálního projektanta, architekta, projektanta základové konstrukce a projektanta nosné ocelové konstrukce.

3 Použité normy a předpisy

ČSN EN 1990	<i>Zásady navrhování konstrukcí, 2004</i>
ČSN EN 1991-1	<i>Zatížení konstrukcí</i>
ČSN EN 1993-1	<i>Navrhování ocelových konstrukcí</i>
ČSN EN 1993-1-2	<i>Navrhování ocelových konstrukcí</i> <i>Část 1-2: Obecná pravidla – Navrhování konstrukcí na účinky požáru</i>
ČSN EN 1994-1	<i>Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí</i>
ČSN EN ISO 12944	<i>Nátěrové hmoty – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí</i> <i>ochrannými nátěrovými systémy</i>

4 Základní údaje

Název stavby:	Parkovací dům - Olomouc
Místo stavby:	Statutární město Olomouc
Kraj:	Olomoucký
Investor:	Magistrát města Olomouce Horní náměstí č.p. 583, radnice 779 11 Olomouc
Povolovací úřad:	Stavební úřad Horní náměstí č.p. 583, radnice 779 11 Olomouc
Vypracoval:	Ivo Frank V sídlišti 1135 683 01 Rousínov

5 Základní informace

Zastavěná plocha:	1821,560 m ²
Obestavěný prostor	27596,634 m ³
Délka objektu:	45,200 m
Šířka objektu:	40,300 m
Výška objektu:	15,150 m
Světlá výška uprostřed rozpětí:	12,850 m
Světlá výška na kraji:	9,350 m

5 Zdůvodnění stavby

Statutární město Olomouc začíná v současnosti pociťovat vzrůstající trend v automobilové dopravě a kapacita parkovacích domů a ploch ve městě začíná být nevyhovující. Nová parkovací dům svou kapacitou přispěje ke zlepšení situace v téhle oblasti.

6 Geologické podmínky

Pro vypracování projektu nebyly známy. Spodní stavba není součástí projektu.

7 Prostorové určení objektu

Vytyčení objektu bude provedeno v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému BPV.

8 Zatížení

Zatížení pro výpočet ocelové konstrukce je stanoveno v souladu s ČSN EN 1990 - Zásady navrhování konstrukcí a ČSN EN 1991-1 - Zatížení konstrukcí.

Podrobná specifikace zatížení je uvedena ve statickém výpočtu.

8.1 Zatížení stálá – normové hodnoty

- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| - Vlastní tíha O.K. | $\rho_{fe} = 7850 \text{ kg/m}^3$, | $\gamma_f = 1,35$ |
| - Vlastní tíha železového betonu | $\rho_c = 25 \text{ kN/m}^3$, | $\gamma_c = 1,35$ |
| - Vlastní tíha ostatních konstrukcí | | $\gamma_f = 1,35$ |

8.2 Užitná nahodilá zatížení – normové hodnoty

- | | | |
|---|----------------------------|------------------|
| - Zatížení stropů F
Parkoviště do celkové tíhy vozidla 30 kN | $q_1 = 2,5 \text{ kN/m}^2$ | $\gamma_c = 1,5$ |
| - Zatížení stropů F | $q_2 = 2,5 \text{ kN/m}^2$ | $\gamma_c = 1,5$ |
| - Zatížení schodišť, chodeb, koridorů | $q_3 = 5,0 \text{ kN/m}^2$ | $\gamma_c = 1,5$ |

8.3 Klimatická zatížení – normové hodnoty

- | | | |
|--|----------------------------|------------------|
| - Zatížení sněhem – sněhová oblast II.
<i>Uvažuje se dle ČSN EN 1991-1-3</i> | $q_s = 1,0 \text{ kN/m}^2$ | $\gamma_s = 1,5$ |
| - Zatížení větrem – větrná oblast I.
Terén kategorie IV. - <i>Uvažuje se dle ČSN EN 1991-1-3</i>
Základní rychlost větru | 22,5 m/s | $\gamma_s = 1,5$ |

Pozn. Zatížení bude v dalších stupních dokumentace upřesněno.

9 Modulová síť

9.1 Výškové úrovně

Kotvení – kloubová:	-3,210 m až +1,500
Úrovně:	-3,000 m až +18,000 m po 3,0 m (resp. po 1,5 m)
Střecha:	+18,000 m a +16,500 m
Atika:	+ 19,200 m a +17,700 m

9.2 Podélný modul

Hlavní moduly:	5,200 m + 6 x 7,800 m + 5,200 m
----------------	---------------------------------

9.3 Příčný modul

Hlavní moduly:	5,200 m + 7,800 m + 2 x 5,500 m + 7,800 m + 5,200 m
Vedlejší moduly:	7 x 2,600 m + 0,600 m + 7 x 2,600 m

10 Statické řešení – popis konstrukce

Parkovací dům o půdorysných rozměrech 57,2 m x 37,0 m a sedmi podlažích s přímo pojížděnou střechou je navržen jako spirálový parkovací dům.

Nosná konstrukce parkovacího domu je navržena s ohledem na minimalizaci stavební výšky, rychlost výstavby a minimalizaci nároků na spodní stavbu jako systémové řešení spřažené ocelobetonové konstrukce. Je řešena jako převážně pravoúhlý rastr nosných prvků navržených z válcovaných profilů. Konstrukce je navržena z plnostěnných nosníků ztužená je stěnovými ztužidly. Vodorovnou tuhost zajišťuje spřažená železobetonová deska.

Kotvení sloupů je navrženo jako kloubové na předem zabetonované šrouby do železobetonových základů.

Konstrukce je tvořena sloupy umístěnými v průsečících os rastrů budovy. Sloupy jsou z válcovaných HEB profilů. Vnitřní sloupy jsou z profilů HEB 300, vnější sloupy jsou z profilů HEB 260. V úrovni stropů jsou na profily sloupů přivařeny svařence z plechů, které vytváří prostorový styčník pro napojení průvlaků a stropnic, popřípadě ztužidel. Průvlaky jsou z válcovaných profilů IPE 360 a IPE 330. Stropnice jsou z válcovaných profilů IPE 270 a IPE 200. Průvlaky a stropnice jsou ke sloupům přišroubovány pomocí šroubových styků.

Na stropnice (a mezi průvlaky) budou vloženy ocelové trapézové pozinkované plechy, sloužící jako ztracené bednění pro nosnou stropní železobetonovou desku. Trapézové plechy budou spojeny pomocí stahovacích trnů se stropnicemi. Vlny trapézových plechů jsou uloženy kolmo ke stropnicím.

Stěnová ztužidla jsou navržena z válcovaných trubek.

Pojížděná vrstva je tvořena betonovou deskou tl. 30 mm a přímo pojížděné stěrkové hydroizolace.

V rohových modulech jsou umístěna ocelová dvouramenná schodiště s mezipodestou. Schody jsou nesený dvěma vnějšími schodnicemi svařenými z plechu do truhlíku rozměru cca 50 x 300 mm. Stupně budou ocelové z ohýbaného plechu vevařené mezi schodnice.

Konstrukce je doplněna konstrukcemi výtahových šachet situovanými do rohů objektu, vedle schodiště.

11 Požární ochrana

Požadavky na požární odolnost nosných ocelových konstrukcí řešeny v samostatné části „Požárně bezpečnostní řešení“ ve stupni RDS. „Požárně bezpečnostní řešení“ není součástí tohoto projektu.

Koncepce řešení požární odolnosti ocelových konstrukcí je navržena takto:

R15 - sloupy, průvlaky, stropnice - konstrukce je na požadovanou odolnost staticky navržena a posouzena.

12 Povrchová ochrana

Ocelová konstrukce objektu je částečně přiznaná.

Protikorozi ochrana OK bude zajištěna pomocí ochranných nátěrových systémů navržených podle ČSN EN ISO 12944 pro korozní prostředí:

- v interiéru – exponované konstrukce s přístupem vozidel - na stupeň korozní agresivity prostředí C4
- pro korozní prostředí v exteriéru na stupeň korozní agresivity prostředí C4.

Veškeré trapézové plechy a porořosty budou žárově zinkovány. Trapézové plechy budou dodány se spodní stranou nalakovanou.

Základním požadavkem pro nátěrový systém je životnost více než 15 let.

Odstín vrchního nátěru bude upřesněn architektem.

13 Materiál

Hlavní nosná konstrukce, stejně jako ostatní OK je navržena z oceli kvality S235 (11 378), jakostní stupeň J0. Průvlaky jsou z oceli S 355 (11 523), jakostní stupeň J2. Tyto oceli mají zaručenou svařitelnost.

Šrouby jsou navrženy jakostní třídy 8.8. a 6.8.

Stropní deska je z betonu C25/30, XC3, XF4.

Trapézové plechy jsou z oceli s mezí kluzu 320 MPa.

Spřahovací trny: KÖCO SD: D19, L7,5, St 37-3K.

Výztuž je navržena z oceli B 500B.

Chemické lepené kotvy budou osazeny dle technologického předpisu výrobce tmelu.

14 Zemnění

Ocelová konstrukce musí být vodivě propojena a napojena na uzemněné části.

15 Výroba a montáž

Ocelová konstrukce bude provedena dle ČSN EN 1090-1 – Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí.

Styky ocelové konstrukce jsou navrženy šroubované nebo montážně svařované.

Pohledové svary nutno vybrousit a dotmelit.

Trapézové plechy jsou uloženy na horní líce stropnic v pozitivní poloze. Trapézové plechy uvažované jako ztracené bednění pro betonáž stropních desek je nutné připojit v každé vlně.

Patní plechy sloupů budou bezprostředně po vyrovnání OK podlity zálivkovou hmotou s pevností odpovídající minimálně betonu C30/37. Betonáž stropních desek je možné začít až po podlití patních plechů.

Mechanické a chemické kotvy musí být osazeny se zachováním minimálních okrajových vzdáleností a hloubky kotvení předepsaných projektem nebo technologickým předpisem výrobce.

Montáž konstrukce začne osazením sloupů v prvním podlaží (1S, 1NP) postupně ve všech ztužidlových polích na předem zabetonované šrouby v ŽB základu. Montáž bude pokračovat průvlaky a stropnicemi prvního podlaží (1S) v jednotlivých polích tak, aby byla po celou dobu montáže zajištěna stabilita konstrukce. Poté se připojí trapézové plechy, osadí se výztuž a vybetonuje se stropní deska. Poté se osadí průvlaky a stropnice dalšího podlaží (1NP). Dále bude montáž pokračovat osazením sloupů dalších 2 podlaží a provede se betonáž další stropní desky. Montáž bude tímhle způsobem pokračovat až do úrovně posledního podlaží (6 NP).

Montážní organizace je povinna postupovat dle projektu montáže a zajistit stabilitu konstrukce v nutných případech dočasným ztužením.

15.1 Spodní stavba

Založení objektu bude provedeno na železobetonových patkách a deskách. Hloubka založení je navržena tak, aby bylo dosaženo nezámrazné hloubky. Železobetonové patky jsou prováděny na podkladní beton tloušťky 250 mm, který je uložen na stěrkopískovém polštáři.

Návrh a výpočet spodní stavby není součástí tohoto projektu.

15.2 Základní prvky ocelové nosné konstrukce

15.2.1 Vnitřní sloup – HEB 300 (Sloup 1)

Vnitřní sloup je navržen jako přímý prut o délce 18,145 m. Sloup je kotven do základů pomocí čelního plechu a čtyř zabetonovaných kotevních šroubů. Průřez sloupu je HEB 300. Materiál je ocel S235. Sloup bude rozdělen do 3 montážních kusů. První o délce 7,000 m, druhý o délce 6,000 m a třetí o délce 5,145 m. Montážní spoj bude proveden tupým svarem s úplným provařením.

15.2.2 Vnější sloup – HEB 260 (Sloup 2)

Vnější sloup je navržen jako přímý prut o délce 14,935 m. Sloup je kotven do základů pomocí čelního plechu a čtyř zabetonovaných kotevních šroubů. Průřez sloupu je HEB 250. Materiál je ocel S235. Sloup bude rozdělen do 3 montážních kusů. První o délce 3,825 m, druhý o délce 6,000 m a třetí o délce 5,145 m. Montážní spoj bude proveden tupým svarem s úplným provařením.

15.2.3 Průvlak středního pole – IPE 360 (Průvlak 1)

Průvlak je navržen jako přímý prut o délce 7,470 m (teoretické délka prutu 7,800 m). Je připojen k pásnici sloupu pomocí osmi šroubů M24, jakostní třídy 8.8. pomocí čelního plechu tl. 15 mm. Průřez průvlaku je IPE 360. Materiál je ocel S355.

15.2.4 Průvlak krajního pole – IPE 330 (Průvlak 2)

Průvlak je navržen jako přímý prut o délce 4,890 m (teoretické délka prutu 5,200 m) a 5,170 m (teoretické délka prutu 5,500 m). Je připojen k pásnici sloupu pomocí osmi šroubů M22, jakostní třídy 8.8., pomocí čelního plechu tl. 15 mm. Průřez průvlaku je IPE 330. Materiál je ocel S355.

15.2.5 Stropnice krajního pole – IPE 270 (Stropnice 1)

Stropnice je navržena jako přímý prut o délce 7,480 m (teoretické délka prutu 7,800 m) a 6,986 m v poli se ztužidly. Je připojena k průvlaku pomocí 4 šroubů M16, jakostní třídy 6.8., pomocí čelního plechu tl. 10 mm. Stropnice je k průvlaku připojena tak, že horní pásnice stropnice je 120 mm pod horní pásnicí průvlaku. Průřez stropnice je IPE 270. Materiál je ocel S255.

15.2.6 Stropnice krajního pole – IPE 200 (Stropnice 2)

Stropnice je navržena jako přímý prut o délce 4,920 m (teoretické délka prutu 5,200 m). Je připojena k průvlaku pomocí 4 šroubů M16, jakostní třídy 6.8., pomocí čelního plechu tl. 10 mm. Stropnice je k průvlaku připojena tak, že horní pásnice stropnice je 120 mm pod horní pásnicí průvlaku. Průřez stropnice je IPE 200. Materiál je ocel S255.

15.2.7 Trapézové plechy – VSŽ 11002

Trapézové plechy VSŽ 11002 (600x50x1,0) jsou uloženy na horní pás stropnice v pozitivní poloze (široká vlna nahoře). Připojeny jsou pomocí stahovacích trnů KÖCO SD: D19, L7,5, St 37-3K. Po připojení budou zabetonovány vrstvou betonu C 25/30 tl. 120 mm.

15.2.8 Ztužidla

Ztužidla jsou navržena jako přímé pruty délek 3,804 m, 3,825 m, 4,802 m a 2,102 m. Jsou připojena pomocí šroubů M22 resp. M16, třídy 6.8 a styčnickových plechů tl. 10 mm, ke sloupům, stropnicím a průvlakům. Průřezy ztužidel jsou TR 82,5x4, TR 63,5x4, TR 140x6,3 a TR 108x6,3. Materiál je ocel S255.

16 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
- [4] 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 1993-1-1 *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků*, 2006
- [7] ČSN EN 1994-1-1 *Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*.
- [8] BÁRTLOVÁ, A. - *Vzpěr prutových soustav*, Praha: SNTL, 1997, 224 s.
- [9] *Ferona, a.s. – Velkoobchod hutním materiálem* [online]. Dostupné na: <<http://ferona.cz>>
- [10] *Spoje ocelových konstrukcí* [online]. Dostupné na: <<http://ocel.wz.cz>>
- [11] STUDNIČKA, J. – *Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1994-1-1*, Praha, 2009, 116 s.

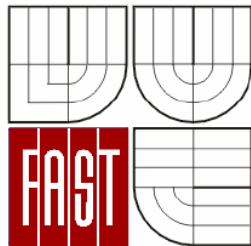
V Rousínově dne 8.1.2016

.....
Ivo Frank

KONEC TEXTU TECHNICKÉ ZPRÁVY



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

PARKOVACÍ DŮM

D. Posouzení vítězné varianty

AUTOR PRÁCE:

BC. IVO FRANK

Obsah

2	Statické řešení	53
---	-----------------------	----

2.1	Výpočtový model.....	53
2.2	Dispozice konstrukce	54
2.2.1	Geometrie příčných vazeb.....	55
2.2.2	Geometrie podélných vazeb.....	56
2.3	Zatížení	57
2.3.1	LG 1 – Vlastní tíha ocelových profilů	57
2.3.2	LG 2 – Ostatní stálé – Zatížení od spřažené betonové desky	57
2.3.3	LG 3 – Ostatní stálé – Ostatní plošné zatížení	57
2.3.4	LG 4 – Ostatní stálé – Ostatní liniové zatížení	57
2.3.5	LG 5, LG 6 – Zatížení proměnné – zatížení od dopravy	58
2.3.6	LG 7 – Zatížení sněhem.....	58
2.3.7	Zatížení větrem LG 8, LG 9, LG 10, LG 11.....	60
2.4	Kombinace, vnitřní síly	63
2.4.1	Průřezy.....	63
2.4.2	Kombinace	66
2.4.3	Vnitřní síly – Stropnice 1.....	66
2.4.4	Vnitřní síly – Stropnice 2.....	67
2.4.5	Vnitřní síly – Ztužidlo 1	68
2.4.6	Vnitřní síly – Ztužidlo 2	68
2.4.7	Vnitřní síly – Ztužidlo 3	69
2.4.8	Vnitřní síly – Ztužidlo 4	69
2.5	MSÚ – Posouzení jednotlivých prvků	70
2.5.1	Průvlak 1 – IPE 360	70
2.5.2	Průvlak 2 – IPE 330	73
2.5.3	Sloup 1 – HEB 300.....	76
2.5.4	Sloup 2 – HEB 260.....	79
2.5.5	Ztužidlo 1 – TR 82,5x4.....	82
2.5.6	Ztužidlo 2 – TR 63,5x4.....	85
2.5.7	Ztužidlo 3 – TR 108x6,3.....	87
2.5.8	Ztužidlo 4 – TR 140x6,3.....	89
2.5.9	Stropnice 1 – IPE 270.....	91
2.5.10	Stropnice 2 – IPE 200.....	94
2.5.11	Návrh a posouzení výztuže	97
2.6	MSÚ – Spoje	101

2.6.1	Připojení průvlaku P1 (IPE 360) na sloup.....	101
2.6.2	Připojení průvlaku P2 (IPE 330) na sloup.....	106
2.6.3	Připojení Stropnice S1 (IPE 270) na průvlak	111
2.6.4	Připojení Stropnice S2 (IPE 200) na průvlak	115
2.6.5	Kotvení sloupu S1 (HEB 300)	116
2.6.6	Kotvení sloupu S2 (HEB 260)	119
2.6.7	Připojení Diagonály D1 (TR 82,5x4) na sloup.....	122
2.6.8	Připojení Diagonály D2 (TR 63,5x4) na sloup.....	124
2.6.9	Připojení Diagonály D3 (TR 140x6,3) na sloup	126
2.6.10	Připojení Diagonály D4 (TR 108x6,3) na sloup	128
2.7	MSP – Posouzení průhybů.....	130
2.7.1	Průvlak 1 (IPE 360).....	130
2.7.2	Průvlak 2 (IPE 330).....	130
2.7.3	Stropnice 1 (IPE 270)	131
2.7.4	Stropnice 2 (IPE 200)	133
2.7.5	Sloup 1 (HEB 300)	134
2.7.6	Sloup 2 (HEB 260)	135
2.7.7	Celková deformace.....	135
2.8	MSÚ – Posouzení požární odolnosti.....	136
2.8.1	Průvlak 1 – IPE 360	136
2.8.2	Průvlak 2 – IPE 330	140
2.8.3	Sloup 1 – HEB 300.....	144
2.8.4	Sloup 2 – HEB 260.....	148
2.8.5	Stropnice 1 – IPE 270.....	152
2.8.6	Stropnice 2 – IPE 200.....	153

6 Statické řešení

Parkovací dům o půdorysných rozměrech 57,2 m x 37,0 m a sedmi podlažích s přímo pojížděnou střechou je navržen jako spirálový parkovací dům.

Nosná konstrukce parkovacího domu je navržena s ohledem na minimalizaci stavební výšky, rychlost výstavby a minimalizaci nároků na spodní stavbu jako systémové řešení spřažené ocelo-betonové konstrukce. Je řešena jako převážně pravoúhlý rastr nosných prvků navržených z válcovaných profilů. Konstrukce je navržena z plnostěnných nosníků ztužená je stěnovými ztužidly. Vodorovnou tuhost zajišťuje spřažená železobetonová deska.

Kotvení sloupů je navrženo jako kloubové na předem zabetonované šrouby do železobetonových základů.

Konstrukce je tvořena sloupy umístěnými v průsečících os rastrů budovy. Sloupy jsou z válcovaných HEB profilů. Vnitřní sloupy jsou z profilů HEB 300, vnější sloupy jsou z profilů HEB 260. V úrovni stropů jsou na profily sloupů přivařeny svařence z plechů, které vytváří prostorový styčník pro napojení průvlaků a stropnic. Průvlaky jsou z válcovaných profilů IPE 360 a IPE 330. Stropnice jsou z válcovaných profilů IPE 270 a IPE 200. Průvlaky a stropnice jsou ke sloupům přišroubovány pomocí šroubových styků.

Mezi nosníky budou vloženy ocelové trapézové pozinkované plechy, sloužící jako ztracené bednění pro nosnou stropní železobetonovou desku. Trapézové plechy budou spojeny pomocí stahovacích trnů se stropnicemi. Vlny trapézových plechů jsou uloženy kolmo ke stropnicím.

Stěnová ztužidla jsou navržena z válcovaných trubek.

Pojížděná vrstva je tvořena betonovou deskou tl. 30 mm a přímo pojížděné stěrkové hydroizolace.

Všechny konstrukční prvky jsou z oceli S235 (11 378), jakostní stupeň J0. Průvlaky jsou z oceli S 355 (11 523), jakostní stupeň J2. Šrouby jsou jakostní třídy 8.8. a 6.8.

6.1 Výpočtový model

Konstrukce parkovacího domu byla vymodelována v programu SCIA Engineer 2014 (studentská licence), jako 3D model. Konstrukce je modelována prutově.

Uložení sloupů je modelováno jako kloubová podpora se zajištěním proti kroucení. Průvlaky jsou ke sloupům připojeny rámově. Stropnice jsou k průvlakům a sloupům připojeny kloubově. Ztužidla jsou připojena kloubově.

Ztužení v příčném směru je zajištěno rámovým působením konstrukce a příhradovými ztužidly ve třech rovinách. Ztužení v podélném směru je zajištěno příhradovými ztužidly ve třech rovinách.

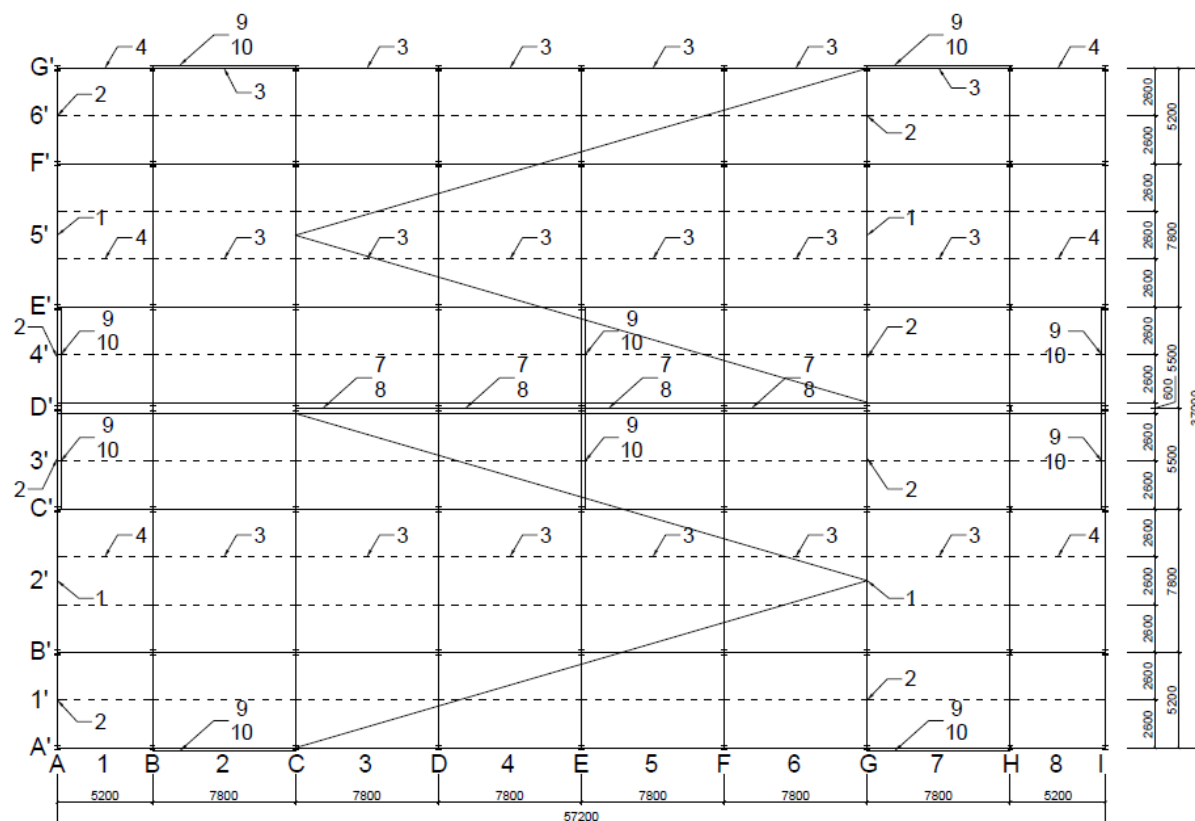
Zatížení je do konstrukce vnášeno prostřednictvím stropnic, průvlaků a sloupů.

6.2 Dispozice konstrukce

Půdorysné rozměry: $B \times L = 57,2 \times 37 \text{ m}$

Výška konstrukce: $H = 21,2 \text{ m}$

Půdorysné schéma:



Číslo	Název prvku	Průřez
1	Průvlak 1	IPE 360
2	Průvlak 2	IPE 330
3	Stropnice 1	IPE 270
4	Stropnice 2	IPE 200
5	Sloup 1	HEB 300
6	Sloup 2	HEB 260
7	Ztužidlo 1	TR 82,5x4
8	Ztužidlo 2	TR 63,5x4
9	Ztužidlo 4	TR 108x6,3
10	Ztužidlo 3	TR 140x6,3

6.2.1 Geometrie příčných vazeb

Schéma řezu mezi poli B a C:

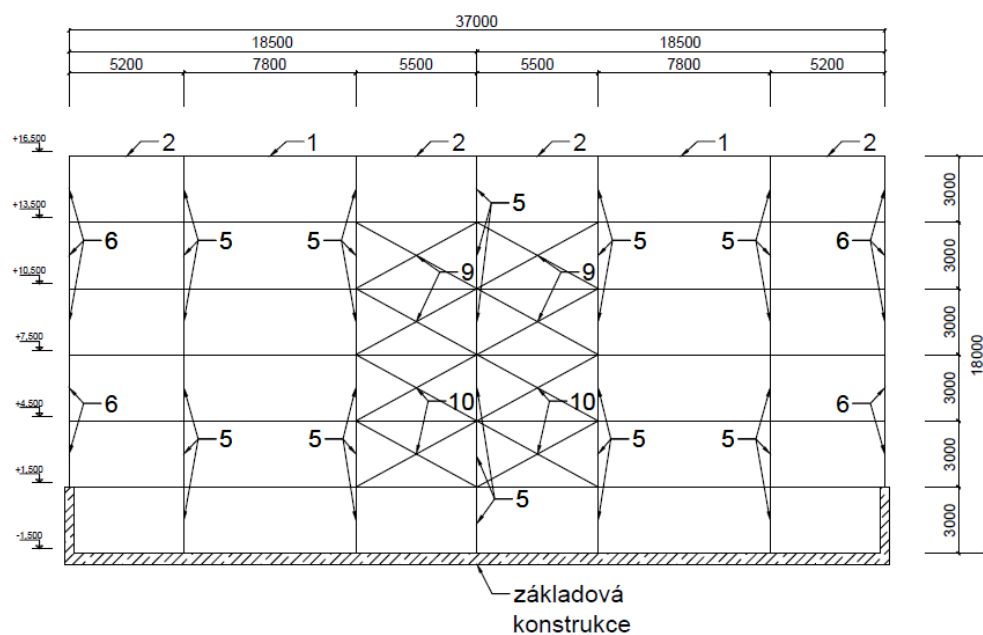
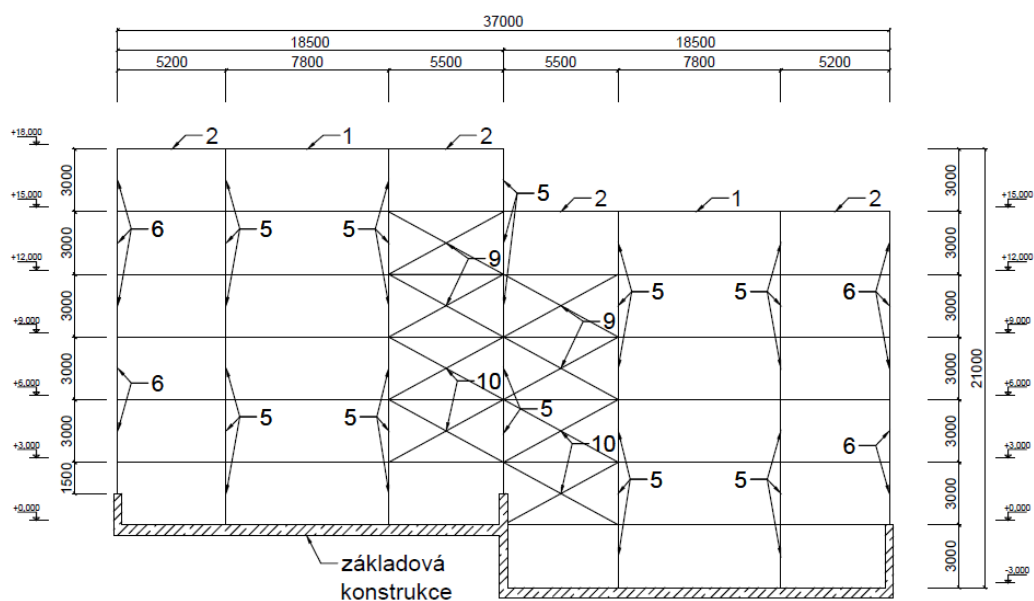


Schéma řezu mezi poli G a H:



Číslo	Název prvku	Průřez
1	Průvlak 1	IPE 360
2	Průvlak 2	IPE 330
3	Stropnice 1	IPE 270
4	Stropnice 2	IPE 200
5	Sloup 1	HEB 300
6	Sloup 2	HEB 260
7	Ztužidlo 1	TR 82,5x4
8	Ztužidlo 2	TR 63,5x4
9	Ztužidlo 4	TR 108x6,3
10	Ztužidlo 3	TR 140x6,3

6.2.2 Geometrie podélných vazeb

Schéma řezu mezi poli 2 a 3:

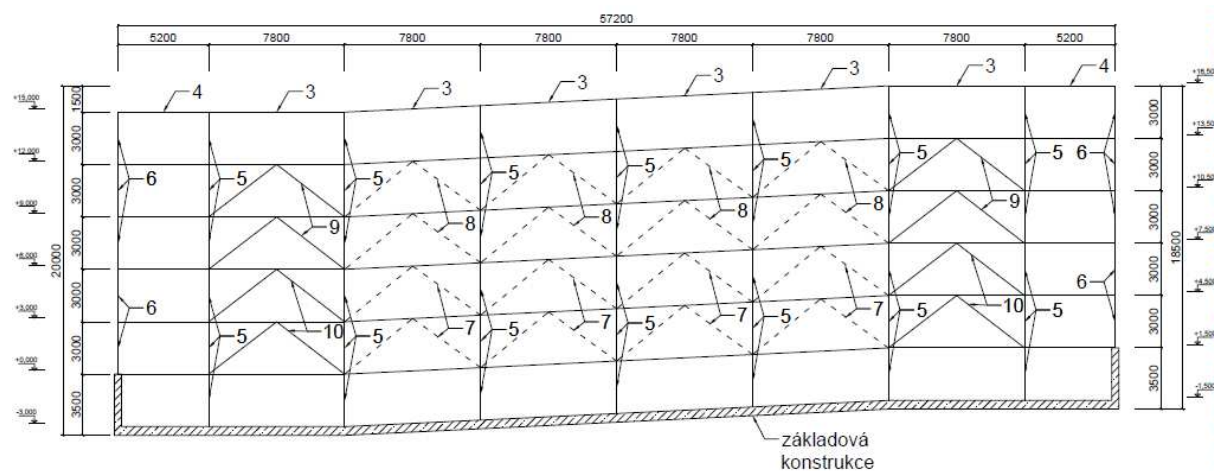
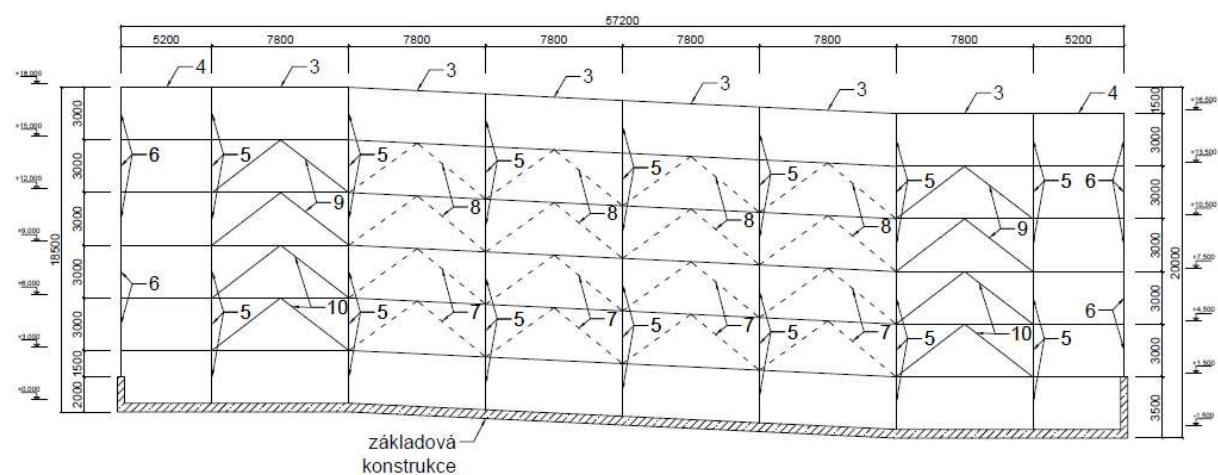


Schéma řezu mezi poli 5 a 6:



Číslo	Název prvku	Průřez
1	Průvlak 1	IPE 360
2	Průvlak 2	IPE 330
3	Stropnice 1	IPE 270
4	Stropnice 2	IPE 200
5	Sloup 1	HEB 300
6	Sloup 2	HEB 260
7	Ztužidlo 1	TR 82,5x4
8	Ztužidlo 2	TR 63,5x4
9	Ztužidlo 4	TR 108x6,3
10	Ztužidlo 3	TR 140x6,3

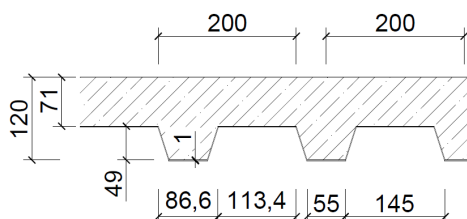
6.3 Zatížení

6.3.1 LG 1 – Vlastní tíha ocelových profilů

Zatížení od vlastní tíhy je zohledněno ve výpočtovém modelu programu SCIA Engineer definováním dimenzí použitých prvků.

6.3.2 LG 2 – Ostatní stálé – Zatížení od spřažené betonové desky

Beton je ukládán do trapézových plechů VSŽ 11082



Maximální tloušťka betonu: $t' = 120 \text{ mm}$

Minimální tloušťka betonu: $t'' = 71 \text{ mm}$

Průměrná tloušťka betonu: $t = 93 \text{ mm} = 0,093 \text{ m}$

Objemová tíha betonu : $\gamma = 25 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$

Zatížení:

$$g_{k1} = \gamma \cdot t = 25 \cdot 0,093 = 2,33 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

6.3.3 LG 3 – Ostatní stálé – Ostatní plošné zatížení

- Zatížení od potěrového betonu:

Tloušťka betonu: $t = 30 \text{ mm} = 0,03 \text{ m}$

Objemová tíha betonu : $\gamma = 25 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$

Zatížení:

$$g_{k2} = \gamma \cdot t = 25 \cdot 0,03 = 0,75 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

6.3.4 LG 4 – Ostatní stálé – Ostatní liniové zatížení

- Zatížení od železobetonových zídek:

Železobetonové zídky slouží zároveň jako svodidlo a jsou umístěny po celém obvodu konstrukce (kromě prostorů pro vjezd a výjezd vozidel) v každém podlaží. Dvojice zídek je také umístěna v rovině „4“ mezi rovinami „C – G“.

Výška zídky: $h = 1,2 \text{ m}$

Šířka zídky: $b = 0,15 \text{ m}$

Objemová tíha betonu : $\gamma = 25 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$

Zatížení:

$$g_{k3} = \gamma \cdot h \cdot b = 25 \cdot 1,2 \cdot 0,15 = 4,5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

6.3.5 LG 5, LG 6 – Zatížení proměnné – zatížení od dopravy

Charakteristické hodnota zatížení od dopravy:

$$q_{k4} = 2,5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

Zatížení je rozděleno do 3 následujících stavů:

- Šach 1 – zatížení je umístěno střídavě do každého druhého pole v podélném, příčném i svislém směru.
- Šach 2 – zatížení je umístěno střídavě do každého druhého pole v podélném, příčném i svislém směru, reverzně ke stavu „Šach 1“.
- Plné – zatížení je součtem předchozích 2 stavů.

6.3.6 LG 7 – Zatížení sněhem

Město Olomouc se nachází ve sněhové oblasti II.

Charakteristická hodnota zatížení sněhem: $s_k = 1,000 \text{ kPa}$

Tvarový součinitel: $\mu = 0,8$

Součinitel okolního prostředí: $C_e = 1,0$

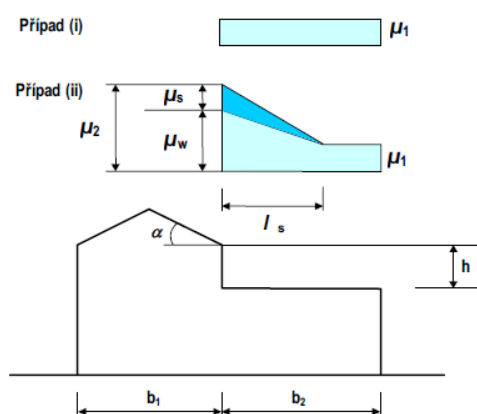
Tepelný součinitel: $C_t = 1,0$

- Zatížení na střechu:

Charakteristická hodnota zatížení sněhem na střeše:

$$s_{k1} = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

- Zatížení na střechu v místě s měnící se výškovou úrovní:



Tvarový součinitel: $\mu = \mu_1 + \mu_2$

$\mu_1 = 0,8$... nižší střecha je plochá

$\mu_2 = \mu_s + \mu_w$

$b_1 = 18,5 \text{ m}$

$b_2 = 18,5 \text{ m}$

$h = 3 \text{ m}$

$\gamma = 2 \text{ kN/m}^3$... objemová tíha sněhu

$l_s = 2h = 6 \text{ m}$

Tvarový souč. zohledňující sesuv sněhu z horní střechy: $\mu_s = 0$; pro $\alpha \leq 15^\circ$

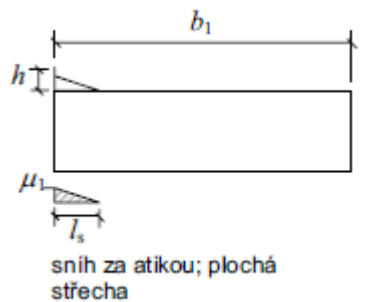
Tvarový souč. zohledňující působení větru:

$$\begin{aligned}\mu_w &= \frac{(b_1 + b_2)}{2h} \leq \frac{\gamma \cdot h}{s_k} \\ \mu_w &= \frac{(18,5 + 18,5)}{6} \leq \frac{2 \cdot 3}{1} \\ \mu_w &= \frac{(18,5 + 18,5)}{6} \leq \frac{2 \cdot 3}{1} \\ \mu_w &= 6,167 \leq 6 \\ \mu_w &= 6,0 \\ \mu_2 &= \mu_s + \mu_w = 0 + 6 = 6 \\ \mu &= \mu_1 + \mu_2 = 0,8 + 6 = 6,8\end{aligned}$$

Charakteristická hodnota zatížení sněhem v místě s měnící se výškovou úrovní:

$$s_{k1} = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 6,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 6,8 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

- Zatížení na střechu v místě atiky:



$$b_1 = 18,5 \text{ m}$$

$$b_2 = 18,5 \text{ m}$$

$$b = \min(b_1; b_2) = 18,5 \text{ m}$$

$$h = 1,2 \text{ m}$$

$$l_s = \min(5h; b_1; 15 \text{ m}) = \min(6 \text{ m}; 18,5 \text{ m}; 15 \text{ m}) = 6 \text{ m}$$

Tvarový souč. zohledňující atiku:

$$\mu_1 = \min\left(\frac{2h}{s_k}; \frac{2b}{l_s}; 8\right) = \min\left(\frac{2,4}{1}; \frac{37}{6}; 8\right) = \min(2,4; 6,17; 8) = 2,4$$

Charakteristická hodnota zatížení sněhem v místě s měnící se výškovou úrovní:

$$s_{k1} = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 2,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,4 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

6.3.7 Zatížení větrem LG 8, LG 9, LG 10, LG 11

Místo stavby se nachází v terénu kategorie IV, větrná oblast I.

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

Součinitel ročního období: $c_{season} = 1,0$

Výchozí základní rychlost větru: $v_{b,0} = 22,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Základní rychlost větru:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 22,5 = 22,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Součinitel ortografie: $c_o(z) = 1,0$

Výška budovy: $z = 19,2 \text{ m}$

Součinitel drsnosti terénu: $z_0 = 1,;;, z_{min} = 10$ (...dle tabulky 4.1 normy ČSN EN 1991-1-4)

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \cdot \left(\frac{1}{0,05} \right)^{0,07} = 0,23$$

Součinitel drsnosti terénu:

$$c_r(15) = k_r \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) = 0,23 \cdot \ln \left(\frac{19,2}{1} \right) = 0,68$$

Střední rychlost větru:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b = 0,68 \cdot 1,0 \cdot 25 = 17,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

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

Intenzita turbulence:

$$l_v(z) = \frac{k_1}{c_o(z) \cdot \ln \frac{z}{z_0}} = \frac{1}{1 \cdot \ln \frac{19,2}{1}} = 0,34$$

Maximální dynamický tlak:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot l_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m(z)^2 = [1 + 7 \cdot 0,34] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 17,00^2 = 0,61 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

Základní dynamický tlak větru:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 22,5^2 = 0,39 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

Součinitel expozice:

$$c_e = \frac{q_p(z)}{q_b} = \frac{0,61}{0,39} = 1,54$$

Vnější tlak větru:

$$w_e = q_p(z) \cdot c_{pe,10} = 0,61 \cdot c_{pe,10} \quad \dots \text{ kde } c_{pe,10} \text{ je vnější součinitel tlaku dle následující tabulky}$$

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

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

- **LG 8, LG 9 – působení větru z jihu (LG 8) a ze severu (LG 9)**

Výška konstrukce nad terénem: $h = 19,2 \text{ m}$

Délka hrany konstrukce rovnoběžné se směrem větru: $d = 37 \text{ m}$

Délka hrany konstrukce rovnoběžné se směrem větru: $b = 57,2 \text{ m}$

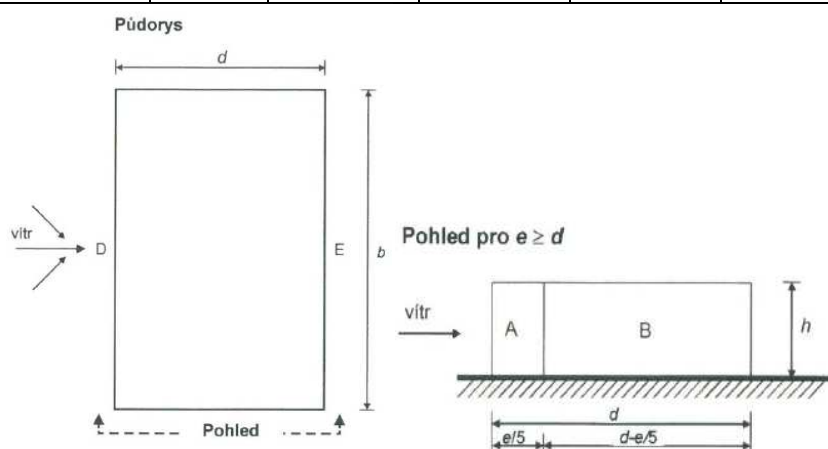
Poměr: $h/d = 0,5$

$$e = \min(b; 2h) = \min(57,2; 2 \cdot 19,2) = 38,4 \text{ m}$$

Zatížení na svislé stěny:

Hodnoty součinitele $c_{pe,10}$:

Oblast h/d	A	B	C	D	E
0,5	-1,2	-1,0	-0,5	+0,73	-0,37



Zatížení na střechu: (dle tabulky 7.2 – ČSN EN 1991-1-4)

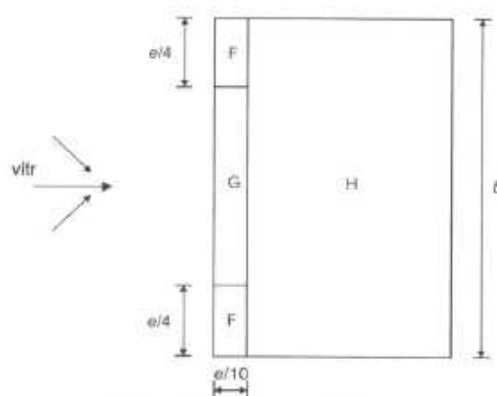
- Střecha s atikou

Výška atiky: $h_p = 1,2 \text{ m}$

Poměr: $h_p/h = 1,2/19,2 = 0,06$

Hodnoty součinitele $c_{pe,10}$:

Oblast h_p/h	F	G	H	I
0,06	-1,32	-0,86	-0,70	$\pm 0,2$



b) Směr větru $\theta = 0^\circ$ a $\theta = 180^\circ$

- **LG 10, LG 11 – působení větru z východu (LG 10) a ze západu (LG 11)**

Výška konstrukce nad terénem: $h = 19,2 \text{ m}$

Délka hrany konstrukce rovnoběžné se směrem větru: $d = 57,2 \text{ m}$

Délka hrany konstrukce rovnoběžné se směrem větru: $b = 37 \text{ m}$

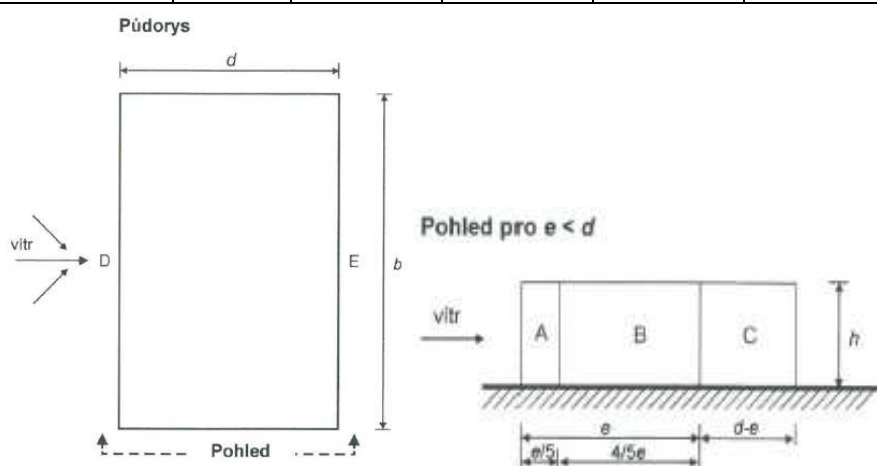
Poměr: $h/d = 0,33$

$$e = \min(b; 2h) = \min(37,0; 2 \cdot 19,2) = 37,0 \text{ m}$$

Zatížení na svislé stěny:

Hodnoty součinitele $c_{pe,10}$:

Oblast h/d	A	B	C	D	E
0,33	-1,2	-0,9	-0,5	+0,71	-0,33



Zatížení na střechu: (dle tabulky 7.2 – ČSN EN 1991-1-4)

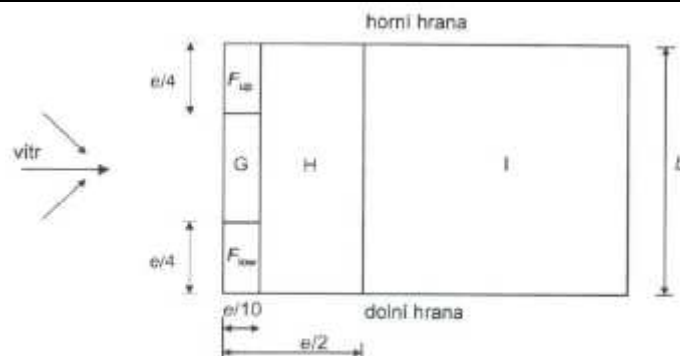
- Střecha s atikou

Výška atiky: $h_p = 1,2 \text{ m}$

Poměr: $h_p/h = 1,2/19,2 = 0,06$

Hodnoty součinitele $c_{pe,10}$:

Oblast h_p/h	F	G	H	I
0,06	-1,32	-0,86	-0,70	$\pm 0,2$



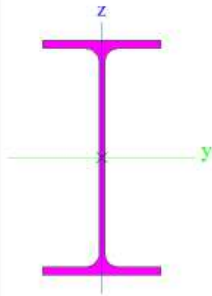
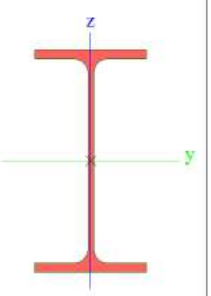
c) Směr větru $\theta = 90^\circ$

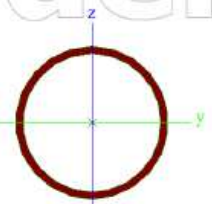
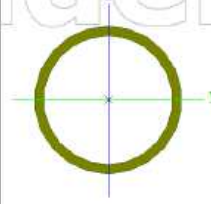
6.4 Kombinace, vnitřní síly

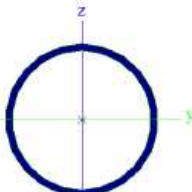
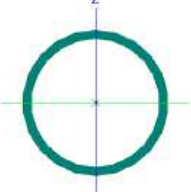
6.4.1 Průřezy

Sloup 1			Sloup 2		
Typ	HEB300		Typ	HEB260	
Kód tvaru	1 - Průřezy I		Kód tvaru	1 - Průřezy I	
Typ tvaru	Tenkostěnný		Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235		Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný		Výroba	válcovaný	
Barva			Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c	Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m ²]	1,4910e-02		A [m ²]	1,1840e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,0963e-02	3,5436e-03	A _y [m ²], A _z [m ²]	8,7661e-03	2,7927e-03
A _k [m ² /m], A ₀ [m ² /m]	1,7300e+00	1,7314e+00	A _k [m ² /m], A ₀ [m ² /m]	1,5000e+00	1,4986e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	150	150	c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	130	130
α [deg]	0,00		α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,5170e-04	8,5630e-05	I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,4920e-04	5,1350e-05
i _y [mm], i _z [mm]	130	76	i _y [mm], i _z [mm]	112	66
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,6780e-03	5,7090e-04	W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,1480e-03	3,9500e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,8690e-03	8,7010e-04	W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,2830e-03	6,0220e-04
M _{pl,y+} [Nm], M _{pl,y-} [Nm]	4,39e+05	4,39e+05	M _{pl,y+} [Nm], M _{pl,y-} [Nm]	3,02e+05	3,02e+05
M _{pl,z+} [Nm], M _{pl,z-} [Nm]	2,05e+05	2,05e+05	M _{pl,z+} [Nm], M _{pl,z-} [Nm]	1,42e+05	1,42e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0	d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,8500e-06	1,6878e-06	I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,2380e-06	7,5365e-07
β _y [mm], β _z [mm]	0	0	β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek			Obrázek		

Průvlak 1			Průvlak 2		
Typ	IPE360		Typ	IPE330	
Kód tvaru	1 - Průřezy I		Kód tvaru	1 - Průřezy I	
Typ tvaru	Tenkostěnný		Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355		Materiál	S 355	
Výroba	válcovaný		Výroba	válcovaný	
Barva			Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	b	Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	b
A [m ²]	7,2700e-03		A [m ²]	6,2600e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3051e-03	2,9457e-03	A _y [m ²], A _z [m ²]	3,7139e-03	2,5380e-03
A _k [m ² /m], A ₀ [m ² /m]	1,3530e+00	1,3530e+00	A _k [m ² /m], A ₀ [m ² /m]	1,2540e+00	1,2540e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	85	180	c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	80	165
α [deg]	0,00		α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,6270e-04	1,0430e-05	I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,1770e-04	7,8800e-06
i _y [mm], i _z [mm]	150	38	i _y [mm], i _z [mm]	137	35
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	9,0400e-04	1,2300e-04	W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	7,1300e-04	9,8500e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,0190e-03	1,9100e-04	W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	8,0400e-04	1,5400e-04
M _{pl,y+} [Nm], M _{pl,y-} [Nm]	3,62e+05	3,62e+05	M _{pl,y+} [Nm], M _{pl,y-} [Nm]	2,86e+05	2,86e+05
M _{pl,z+} [Nm], M _{pl,z-} [Nm]	6,79e+04	6,79e+04	M _{pl,z+} [Nm], M _{pl,z-} [Nm]	5,46e+04	5,46e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0	d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	3,7300e-07	3,1400e-07	I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,8200e-07	1,9900e-07
β _y [mm], β _z [mm]	0	0	β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek			Obrázek		

Stropnice 1			Stropnice 2		
Typ	IPE270		Typ	IPE200	
Kód tvaru	1 - Průřezy I		Kód tvaru	1 - Průřezy I	
Typ tvaru	Tenkostěnný		Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235		Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný		Výroba	válcovaný	
Barva			Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	b	Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	b
A [m ²]	4,5900e-03		A [m ²]	2,8500e-03	
A_y [m ²], A_z [m ²]	2,7706e-03	1,8266e-03	A_y [m ²], A_z [m ²]	1,7729e-03	1,1448e-03
A_L [m ² /m], A_D [m ² /m]	1,0409e+00	1,0409e+00	A_L [m ² /m], A_D [m ² /m]	7,6810e-01	7,6810e-01
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	68	135	$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	50	100
α [deg]	0,00		α [deg]	0,00	
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	5,7900e-05	4,2000e-06	I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	1,9430e-05	1,4200e-06
i_y [mm], i_z [mm]	112	30	i_y [mm], i_z [mm]	83	22
$W_{pl,y}$ [m ³], $W_{pl,z}$ [m ³]	4,2900e-04	6,2200e-05	$W_{pl,y}$ [m ³], $W_{pl,z}$ [m ³]	1,9400e-04	2,8500e-05
$W_{el,y}$ [m ³], $W_{el,z}$ [m ³]	4,8400e-04	9,7000e-05	$W_{el,y}$ [m ³], $W_{el,z}$ [m ³]	2,2100e-04	4,4600e-05
$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	1,14e+05	1,14e+05	$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	5,19e+04	5,19e+04
$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	2,28e+04	2,28e+04	$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	1,05e+04	1,05e+04
d_y [mm], d_z [mm]	0	0	d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	1,5900e-07	7,0600e-08	I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	6,9800e-08	1,3000e-08
β_y [mm], β_z [mm]	0	0	β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Obrázek			Obrázek		

Ztuzidlo 1			Ztuzidlo 2		
Typ	RO82.5X4		Typ	RO63.5X4	
Kód tvaru	3 - Kruhové duté průřezy		Kód tvaru	3 - Kruhové duté průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný		Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235		Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný		Výroba	válcovaný	
Barva			Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a	Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	a
A [m ²]	9,8600e-04		A [m ²]	7,4800e-04	
A_y [m ²], A_z [m ²]	6,2800e-04	6,2800e-04	A_y [m ²], A_z [m ²]	4,7600e-04	4,7600e-04
A_L [m ² /m], A_D [m ² /m]	2,5900e-01	4,9321e-01	A_L [m ² /m], A_D [m ² /m]	1,9900e-01	3,7383e-01
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	41	41	$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	32	32
α [deg]	0,00		α [deg]	0,00	
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	7,6200e-07	7,6200e-07	I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	3,3200e-07	3,3200e-07
i_y [mm], i_z [mm]	28	28	i_y [mm], i_z [mm]	21	21
$W_{pl,y}$ [m ³], $W_{pl,z}$ [m ³]	1,8500e-05	1,8500e-05	$W_{pl,y}$ [m ³], $W_{pl,z}$ [m ³]	1,4161e-05	1,4161e-05
$W_{el,y}$ [m ³], $W_{el,z}$ [m ³]	2,4649e-05	2,4649e-05	$W_{el,y}$ [m ³], $W_{el,z}$ [m ³]	1,4161e-05	1,4161e-05
$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	5,80e+03	5,80e+03	$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	3,33e+03	3,33e+03
$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	5,80e+03	5,80e+03	$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	3,33e+03	3,33e+03
d_y [mm], d_z [mm]	0	0	d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	1,5240e-06	2,9152e-42	I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	6,6400e-07	7,1558e-43
β_y [mm], β_z [mm]	0	0	β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Obrázek			Obrázek		

Ztuzidlo_3			Ztuzidlo_4		
Typ	RO139.7X6.3		Typ	RO108X6.3	
Kód tvaru	3 - Kruhové duté průřezy		Kód tvaru	3 - Kruhové duté průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný		Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235		Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný		Výroba	válcovaný	
Barva			Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a		Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	
A [m ²]	2,6400e-03		A [m ²]	2,0100e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,6808e-03	1,6808e-03	A _y [m ²], A _z [m ²]	1,2814e-03	1,2814e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	4,3900e-01	8,3813e-01	A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	3,3900e-01	6,3897e-01
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	70	70	C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	54	54
α [deg]	0,00		α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	5,8900e-06	5,8900e-06	I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,6100e-06	2,6100e-06
i _y [mm], i _z [mm]	47	47	i _y [mm], i _z [mm]	36	36
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	8,4300e-05	8,4300e-05	W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	4,8400e-05	4,8400e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,1211e-04	1,1211e-04	W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	6,5160e-05	6,5160e-05
M _{pl,y+} [Nm], M _{pl,y-} [Nm]	2,64e+04	2,64e+04	M _{pl,y+} [Nm], M _{pl,y-} [Nm]	1,53e+04	1,53e+04
M _{pl,z+} [Nm], M _{pl,z-} [Nm]	2,64e+04	2,64e+04	M _{pl,z+} [Nm], M _{pl,z-} [Nm]	1,53e+04	1,53e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0	d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,1780e-05	3,8075e-41	I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	5,2200e-06	1,4919e-41
β _y [mm], β _z [mm]	0	0	β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek			Obrázek		

Vysvětlivky symbolů

Kód tvaru	h - Výška b - Šířka pásnice t - Tloušťka pásnice s - Tloušťka stojiny r - Poloměr u přechodu pásnice a stojiny r1 - Poloměr u hrany pásnice a - Sklon pásnice W - Vzdálenost vnitřních šroubů wm - Jednotková deplanace u hrany pásnice
A	Plocha
A _y	Smyková plocha ve směru hlavní osy y
A _z	Smyková plocha ve směru hlavní osy z
A _L	Obvodový povrch na jednotku délky
A _D	Vysýchací povrch na jednotku délky
C _{y,UCS}	Souřadnice těžiště ve směru osy Y zadávacího systému
C _{z,UCS}	Souřadnice těžiště ve směru osy Z zadávacího systému
I _{y,UCS}	Moment setrvačnosti kolem osy YLSS
I _{z,UCS}	Moment setrvačnosti kolem osy ZLSS
I _{yZ,UCS}	Moment setrvačnosti I _{yz} v LSS
α	Úhel pootočení hlavní osy
I _y	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy y
I _z	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy z
i _y	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy y

Vysvětlivky symbolů

i _z	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy z
W _{el,y}	Pružný modul průřezu k hlavní ose y
W _{el,z}	Pružný modul průřezu k hlavní ose z
W _{pl,y}	Plastický modul průřezu k hlavní ose y
W _{pl,z}	Plastický modul průřezu k hlavní ose z
M _{pl,y+}	Plastický moment kolem hlavní osy y pro kladný moment My
M _{pl,y-}	Plastický moment kolem hlavní osy y pro záporný moment My
M _{pl,z+}	Plastický moment kolem hlavní osy z pro kladný moment Mz
M _{pl,z-}	Plastický moment kolem hlavní osy z pro záporný moment Mz
d _y	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy y měřená od těžiště
d _z	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy z měřená od těžiště
I _t	Moment setrvačnosti v prostém kroucení
I _w	Výsečový moment setrvačnosti
β _y	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy y
β _z	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy z

6.4.2 Kombinace

Kombinace zatížení byly stanoveny podle rovnic 6.10a a 6.10b normy:

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

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

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO1	po spřažení	EN-MSU (STR/GEO) Soubor B	LC1 - Vlastní tíha LC2 - Spřažená deska LC3 - Stálé plošné LC4 - Stálé liniové LC5 - Zat. dop. šach 1 LC6 - Zat. dop. šach 2 LC7 - Zatížení sněhem LC8 - Zatížení větrem -y LC9 - Zatížení větrem +y LC10 - Zatížení větrem -x LC11 - Zatížení větrem +x	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
CO2	bez spřažení	EN-MSU (STR/GEO) Soubor B	LC1 - Vlastní tíha LC2 - Spřažená deska	1,00 1,00
CO3	po spřažení	EN-MSP charakteristická	LC1 - Vlastní tíha LC2 - Spřažená deska LC3 - Stálé plošné LC4 - Stálé liniové LC5 - Zat. dop. šach 1 LC6 - Zat. dop. šach 2 LC7 - Zatížení sněhem LC8 - Zatížení větrem -y LC9 - Zatížení větrem +y LC10 - Zatížení větrem -x LC11 - Zatížení větrem +x	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
CO4	bez spřažení	EN-MSP charakteristická	LC1 - Vlastní tíha LC2 - Spřažená deska	1,00 1,00

6.4.3 Vnitřní síly – Stropnice 1

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Stropnice_1 - IPE270

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B1437	Stropnice_1 - IPE270	0,000	CO1/1	-90,05	0,00	60,97	0,00	0,00	0,00
B591	Stropnice_1 - IPE270	3,900	CO1/1	172,38	0,00	35,75	0,00	-41,22	-0,01
B810	Stropnice_1 - IPE270	0,000	CO1/2	-50,48	-0,01	22,25	0,00	0,00	0,00
B596	Stropnice_1 - IPE270	0,000	CO1/3	3,53	0,00	13,78	0,00	0,00	0,00
B1483	Stropnice_1 - IPE270	7,809	CO1/4	0,32	0,00	-84,33	0,00	0,00	0,00
B1483	Stropnice_1 - IPE270	0,000	CO1/5	-0,39	0,00	84,33	0,00	0,00	0,00
B548	Stropnice_1 - IPE270	3,900	CO1/6	126,98	0,00	34,45	0,00	-36,18	0,01
B425	Stropnice_1 - IPE270	0,000	CO1/6	0,19	0,00	50,41	0,01	0,00	0,00
B591	Stropnice_1 - IPE270	3,900	CO1/7	172,25	0,00	35,75	0,00	-41,22	-0,01
B1483	Stropnice_1 - IPE270	3,905	CO1/4	0,18	0,00	0,00	0,00	164,65	0,00
B810	Stropnice_1 - IPE270	3,900	CO1/2	-50,48	-0,01	-28,10	0,00	-11,40	-0,03
B810	Stropnice_1 - IPE270	3,900	CO1/2	125,48	-0,01	34,19	0,00	-35,15	0,03

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : CO2
Průřez : Stropnice_1 - IPE270

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B1437	Stropnice_1 - IPE270	0,000	CO2/14	-30,97	0,00	25,95	0,00	0,00	0,00
B591	Stropnice_1 - IPE270	3,900	CO2/14	55,43	0,00	10,16	0,00	-12,50	0,00
B810	Stropnice_1 - IPE270	0,000	CO2/14	-19,57	0,00	6,32	0,00	0,00	0,00
B591	Stropnice_1 - IPE270	0,000	CO2/14	-27,75	0,00	6,63	0,00	0,00	0,00
B352	Stropnice_1 - IPE270	7,809	CO2/14	-0,06	0,00	-25,98	0,00	0,00	0,00
B352	Stropnice_1 - IPE270	0,000	CO2/14	-0,24	0,00	25,98	0,00	0,00	0,00
B548	Stropnice_1 - IPE270	3,900	CO2/14	40,98	0,00	9,71	0,00	-10,74	0,00
B425	Stropnice_1 - IPE270	0,000	CO2/14	0,13	0,00	13,93	0,00	0,00	0,00
B352	Stropnice_1 - IPE270	3,905	CO2/14	-0,15	0,00	0,00	0,00	50,72	0,00
B810	Stropnice_1 - IPE270	3,900	CO2/14	-19,57	0,00	-7,60	0,00	-2,50	-0,01
B810	Stropnice_1 - IPE270	3,900	CO2/14	40,19	0,00	9,67	0,00	-10,57	0,01

6.4.4 Vnitřní síly – Stropnice 2

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : CO1
Průřez : Stropnice_2 - IPE200

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B1453	Stropnice_2 - IPE200	0,000	CO1/1	-48,82	0,00	39,69	0,00	0,00	0,00
B430	Stropnice_2 - IPE200	0,000	CO1/1	66,50	0,00	38,80	0,00	0,00	0,00
B286	Stropnice_2 - IPE200	0,000	CO1/8	0,56	0,00	20,98	0,00	0,00	0,00
B1451	Stropnice_2 - IPE200	5,200	CO1/9	-0,44	0,00	-55,59	0,00	0,00	0,00
B1451	Stropnice_2 - IPE200	0,000	CO1/10	-0,40	0,00	55,59	0,00	0,00	0,00
B399	Stropnice_2 - IPE200	0,000	CO1/8	0,14	0,00	7,55	0,00	0,00	0,00
B432	Stropnice_2 - IPE200	0,000	CO1/11	1,05	0,00	14,43	0,00	0,00	0,00
B286	Stropnice_2 - IPE200	0,000	CO1/12	-0,02	0,00	18,28	0,00	0,00	0,00
B1451	Stropnice_2 - IPE200	2,600	CO1/9	-0,44	0,00	0,00	0,00	72,27	0,00
B286	Stropnice_2 - IPE200	0,000	CO1/13	1,13	0,00	30,46	0,00	0,00	0,00

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : CO2
Průřez : Stropnice_2 - IPE200

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B1453	Stropnice_2 - IPE200	0,000	CO2/14	-16,32	0,00	16,83	0,00	0,00	0,00
B430	Stropnice_2 - IPE200	0,000	CO2/14	24,06	0,00	16,83	0,00	0,00	0,00
B286	Stropnice_2 - IPE200	0,000	CO2/14	0,41	0,00	8,81	0,00	0,00	0,00
B287	Stropnice_2 - IPE200	5,200	CO2/14	-0,12	0,00	-16,83	0,00	0,00	0,00
B287	Stropnice_2 - IPE200	0,000	CO2/14	-0,12	0,00	16,83	0,00	0,00	0,00
B399	Stropnice_2 - IPE200	0,000	CO2/14	-0,16	0,00	8,81	0,00	0,00	0,00
B1455	Stropnice_2 - IPE200	0,000	CO2/14	-0,48	0,00	16,83	0,00	0,00	0,00
B286	Stropnice_2 - IPE200	0,000	CO2/15	0,31	0,00	6,52	0,00	0,00	0,00
B287	Stropnice_2 - IPE200	2,600	CO2/14	-0,12	0,00	0,00	0,00	21,88	0,00

6.4.5 Vnitřní síly – Ztužidlo 1

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Ztužidlo_1 - RO82.5X4

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B2232	Ztužidlo_1 - RO82.5X4	0,000	CO1/16	-20,19	0,17	0,00	0,01	0,00	0,00
B1787	Ztužidlo_1 - RO82.5X4	0,000	CO1/17	24,41	0,12	0,00	0,01	0,00	0,00
B1819	Ztužidlo_1 - RO82.5X4	7,809	CO1/18	-0,56	-0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
B1819	Ztužidlo_1 - RO82.5X4	0,000	CO1/18	-0,53	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
B1804	Ztužidlo_1 - RO82.5X4	0,000	CO1/7	6,56	0,12	-0,01	0,00	0,00	0,00
B1819	Ztužidlo_1 - RO82.5X4	0,000	CO1/19	-0,61	0,30	0,00	0,01	0,00	0,00
B1822	Ztužidlo_1 - RO82.5X4	0,000	CO1/6	-2,18	0,34	0,00	-0,02	0,00	0,00
B2252	Ztužidlo_1 - RO82.5X4	0,000	CO1/7	-7,26	0,17	0,00	0,06	0,00	0,00
B1804	Ztužidlo_1 - RO82.5X4	3,905	CO1/7	6,54	-0,22	-0,01	0,00	-0,03	-0,20
B1804	Ztužidlo_1 - RO82.5X4	3,905	CO1/7	-3,90	0,22	-0,01	0,01	0,03	-0,20
B1812	Ztužidlo_1 - RO82.5X4	3,905	CO1/20	3,67	-0,26	-0,01	0,00	-0,02	-0,24
B1820	Ztužidlo_1 - RO82.5X4	3,905	CO1/18	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78

6.4.6 Vnitřní síly – Ztužidlo 2

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Ztužidlo_2 - RO63.5X4

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B2238	Ztužidlo_2 - RO63.5X4	0,000	CO1/7	-14,97	0,13	0,00	0,03	0,00	0,00
B2239	Ztužidlo_2 - RO63.5X4	0,000	CO1/7	14,40	0,13	0,00	0,02	0,00	0,00
B2227	Ztužidlo_2 - RO63.5X4	5,035	CO1/18	1,83	-0,15	0,00	0,01	0,00	0,00
B2227	Ztužidlo_2 - RO63.5X4	0,000	CO1/18	2,07	0,15	0,00	0,01	0,00	0,00
B2226	Ztužidlo_2 - RO63.5X4	0,000	CO1/21	-6,25	0,15	0,00	0,01	0,00	0,00
B2237	Ztužidlo_2 - RO63.5X4	0,000	CO1/22	-2,81	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
B2229	Ztužidlo_2 - RO63.5X4	0,000	CO1/1	13,79	0,13	0,00	0,03	0,00	0,00
B2226	Ztužidlo_2 - RO63.5X4	0,000	CO1/23	-7,38	0,11	0,00	0,01	0,00	0,00
B2226	Ztužidlo_2 - RO63.5X4	0,000	CO1/24	-5,97	0,11	0,00	0,02	0,00	0,00
B2245	Ztužidlo_2 - RO63.5X4	2,519	CO1/18	1,91	0,00	0,00	0,01	0,00	0,19

6.4.7 Vnitřní síly – Ztužidlo 3

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Ztužidlo_3 - RO139.7X6.3

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B1741	Ztužidlo_3 - RO139.7X6.3	0,000	CO1/1	-209,79	0,46	0,00	0,02	0,00	0,00
B2141	Ztužidlo_3 - RO139.7X6.3	6,265	CO1/6	133,59	-0,64	0,00	0,13	0,00	0,00
B2116	Ztužidlo_3 - RO139.7X6.3	6,265	CO1/18	-0,41	-0,75	0,00	0,02	0,00	0,00
B2116	Ztužidlo_3 - RO139.7X6.3	0,000	CO1/18	0,41	0,75	0,00	0,02	0,00	0,00
B1705	Ztužidlo_3 - RO139.7X6.3	0,000	CO1/25	14,81	0,54	0,00	0,01	0,00	0,00
B2120	Ztužidlo_3 - RO139.7X6.3	0,000	CO1/7	-22,69	0,64	0,00	-0,35	0,00	0,00
B2121	Ztužidlo_3 - RO139.7X6.3	0,000	CO1/7	-17,95	0,64	0,00	0,34	0,00	0,00
B1705	Ztužidlo_3 - RO139.7X6.3	0,000	CO1/26	22,55	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
B1705	Ztužidlo_3 - RO139.7X6.3	0,000	CO1/23	-20,25	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
B2116	Ztužidlo_3 - RO139.7X6.3	3,132	CO1/18	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	1,18

6.4.8 Vnitřní síly – Ztužidlo 4

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Ztužidlo_4 - RO108X6.3

Prvek	css	dx [m]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B1757	Ztužidlo_4 - RO108X6.3	0,000	CO1/7	-123,99	0,35	0,00	-0,02	0,00	0,00
B2148	Ztužidlo_4 - RO108X6.3	6,265	CO1/6	62,14	-0,49	0,00	0,19	0,00	0,00
B2122	Ztužidlo_4 - RO108X6.3	6,265	CO1/18	-1,41	-0,57	0,00	-0,08	0,00	0,00
B2122	Ztužidlo_4 - RO108X6.3	0,000	CO1/18	-2,04	0,57	0,00	-0,08	0,00	0,00
B1753	Ztužidlo_4 - RO108X6.3	0,000	CO1/27	-9,84	0,41	0,00	-0,01	0,00	0,00
B2129	Ztužidlo_4 - RO108X6.3	0,000	CO1/7	33,84	0,49	0,00	-0,34	0,00	0,00
B2128	Ztužidlo_4 - RO108X6.3	0,000	CO1/7	-32,11	0,49	0,00	0,30	0,00	0,00
B1753	Ztužidlo_4 - RO108X6.3	0,000	CO1/28	-27,83	0,30	0,00	-0,01	0,00	0,00
B1753	Ztužidlo_4 - RO108X6.3	0,000	CO1/29	-25,58	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00
B2122	Ztužidlo_4 - RO108X6.3	3,132	CO1/18	-1,73	0,00	0,00	-0,08	0,00	0,90

6.5 MSÚ – Posouzení jednotlivých prvků

3.5.1 Průvlak 1 – IPE 360

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Průvlak_1 - IPE360

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B1639	7,800 m	IPE360	S 355	CO1/7	0,87 -
--------------------	----------------	---------------	--------------	--------------	---------------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	355,0	MPa
Mezní pevnost f_u	490,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	37,33
Třída 1 limit	53,29
Třída 2 limit	61,36
Třída 3 limit	87,77

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	4,96
Třída 1 limit	7,32
Třída 2 limit	8,14
Třída 3 limit	11,28

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 5.200 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N_{Ed}	-71,29	kN
$V_{y,Ed}$	-0,12	kN
$V_{z,Ed}$	0,76	kN
T_{Ed}	-0,02	kNm
$M_{y,Ed}$	132,27	kNm
$M_{z,Ed}$	-1,86	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	7,2700e-03	m ²
$N_{c,Rd}$	2580,85	kN
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,y}$	1,0190e-03	m ³
$M_{pl,y,Rd}$	361,75	kNm
Jedn. posudek	0,37	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,z}$	1,9100e-04	m ³
$M_{pl,z,Rd}$	67,81	kNm
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

η_a	1,20	
A_v	4,5260e-03	m ²
$V_{pl,y,Rd}$	927,65	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	3,5108e-03	m²
Vpl,z,Rd	719,57	kN
Jedn. posudek	0,00	

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,7	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)

Mpl,y,Rd	361,75	kNm
Alfa	2,00	
Mpl,z,Rd	67,81	kNm
Beta	1,00	

Jednotkový posudek (6.41) = 0,13 + 0,03 = 0,16 -

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.33) i (6.34) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy y-y se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.35) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy z-z se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	37,33
Třída 1 limit	53,29
Třída 2 limit	61,36
Třída 3 limit	67,81

=> vnitřní tlačené části třídy 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	4,96
Třída 1 limit	7,32
Třída 2 limit	8,14
Třída 3 limit	11,28

=> vnější pásnice třídy 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	7,800	2,600	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	7,800	2,600	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	5542,65	3197,84	kN
Štíhlost Lambda	52,14	68,64	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,68	0,90	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	

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

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	2,600	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	5307,71	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	3197,84	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	0,90	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	

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

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	1,0190e-03	m ³
Pružný kritický moment M_{cr}	646,09	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,75	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	
Křivka klopení	b	
Imperfekce α_{LT}	0,34	
Redukční součinitel χ_{LT}	0,76	
Návrhová únosnost na vzpěr $M_{b,Rd}$	273,40	kNm
Jedn. posudek	0,48	-

Parametry M_{cr}		
Délka klopení L	2,600	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení C_1	1,02	
Součinitel momentu na klopení C_2	0,00	
Součinitel momentu na klopení C_3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d_z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení z_g	0	mm
Konstanta monosymetrie β_a	0	mm
Konstanta monosymetrie z_j	0	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002**Posudek ohybu a osového tlaku**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	7,2700e-03	m ²
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	1,0190e-03	m ³
Plastický modul průřezu $W_{pl,z}$	1,9100e-04	m ³
Návrhová tlaková síla N_{Ed}	71,29	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	-223,41	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-1,86	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N_{Rk}	2580,85	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	361,75	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	67,81	kNm
Redukční součinitel $\chi_{y,y}$	1,00	
Redukční součinitel $\chi_{y,z}$	1,00	
Redukční součinitel χ_{LT}	0,76	
Interakční součinitel k_{yy}	0,91	
Interakční součinitel k_{yz}	0,58	
Interakční součinitel k_{zy}	1,00	
Interakční součinitel k_{zz}	0,96	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B1639 pozice 0,000 m.Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B1639 pozice 5,200 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Posuvnost styčnicků y	posuvné	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	0,90	
Výsledný typ zatížení z	liniový moment M	
Poměr koncových momentů $\Psi_{s,z}$	0,83	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	0,93	
Výsledný typ zatížení LT	liniové zatížení q	
Koncový moment $M_{h,LT}$	132,27	kNm
Moment v poli $M_{s,LT}$	130,74	kNm
Součinitel $\alpha_{s,LT}$	0,99	
Poměr koncových momentů $\Psi_{s,LT}$	0,97	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT}	0,99	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,03 + 0,75 + 0,02 = 0,79 -

Jednotkový posudek (6.62) = 0,03 + 0,81 + 0,03 = 0,87 -

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	7,800	m
Stojina	nevztyžený	
Výška stojiny h_w	335	mm
Tloušťka stojiny t	8	mm
Materiálový součinitel ϵ	0,81	
Součinitel smykové korekce η_a	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku

Štíhlost stojiny h_w/t	41,83
Limit štíhlosti stojiny	48,82

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

3.5.2 Průvlak 2 – IPE 330

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Průvlak_2 - IPE330

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B1629	5,500 m	IPE330	S 355	CO1/54	0,81 -
--------------------	----------------	---------------	--------------	---------------	---------------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	355,0	MPa
Mezní pevnost fu	490,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	36,13
Třída 1 limit	55,63
Třída 2 limit	64,05
Třída 3 limit	93,99

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	5,07
Třída 1 limit	7,32
Třída 2 limit	8,14
Třída 3 limit	11,28

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 2.900 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-32,42	kN
Vy,Ed	1,01	kN
Vz,Ed	62,47	kN
T,Ed	-0,02	kNm
My,Ed	121,40	kNm
Mz,Ed	-1,69	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	6,2600e-03	m ²
Nc,Rd	2222,30	kN
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek ohybového momentu pro My

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,y	8,0400e-04	m ³
Mpl,y,Rd	285,42	kNm
Jedn. posudek	0,43	-

Posudek ohybového momentu pro Mz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,z	1,5400e-04	m ³
Mpl,z,Rd	54,67	kNm
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	3,8713e-03	m ²
Vpl,y,Rd	793,45	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	3,0802e-03	m ²
Vpl,z,Rd	631,33	kN
Jedn. posudek	0,10	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,9	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)

Mpl,y,Rd	285,42	kNm
Alfa	2,00	
Mpl,z,Rd	54,67	kNm
Beta	1,00	

Jednotkový posudek (6.41) = 0,18 + 0,03 = 0,21 -

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.33) i (6.34) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy y-y se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.35) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy z-z se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,950 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	36,13
Třída 1 limit	26,85
Třída 2 limit	30,92
Třída 3 limit	40,79

=> vnitřní tlačené části třída 3

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	5,07
Třída 1 limit	7,32
Třída 2 limit	8,14
Třída 3 limit	12,45

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 3 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	5,500	2,600	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	5,500	2,600	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	8064,36	2416,01	kN
Štíhlost Lambda	40,11	73,28	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,52	0,96	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	

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

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Pro tento I průřez je únosnost na prostorový vzpěr vyšší než únosnost na rovinný vzpěr. Prostorový vzpěr proto není ve výstupu uveden.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	7,1300e-04	m ³
Pružný kritický moment M_{cr}	969,57	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,51	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	
Křivka klopení	b	
Imperfekce α_{LT}	0,34	
Redukční součinitel χ_{LT}	0,88	
Návrhová únosnost na vzpěr $M_{b,Rd}$	222,57	kNm
Jedn. posudek	0,55	-

Parametry M_{cr}		
Délka klopení L	2,600	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	2,15	
Součinitel momentu na klopení C2	0,00	
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d_z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení z_g	0	mm
Konstanta monosymetrie β_a	0	mm
Konstanta monosymetrie β_y	0	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	6,2600e-03	m ²
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	7,1300e-04	m ³
Pružný modul průřezu $W_{el,z}$	9,8500e-05	m ³
Návrhová tlaková síla N_{Ed}	32,42	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	-156,57	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-4,41	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N_{Rk}	2222,30	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	253,12	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	34,97	kNm
Redukční součinitel χ_{y}	1,00	
Redukční součinitel χ_{z}	1,00	
Redukční součinitel χ_{LT}	0,88	
Interakční součinitel k_{yy}	0,90	
Interakční součinitel k_{yz}	0,76	
Interakční součinitel k_{zy}	1,00	
Interakční součinitel k_{zz}	0,76	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B1629 pozice 5,500 m.

Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B1629 pozice 0,300 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.2	
Posuvnost styčnicků y	posuvné	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	0,90	
Výsledný typ zatížení z	liniové zatížení q	
Koncový moment $M_{h,z}$	-4,41	kNm
Moment v poli $M_{s,z}$	-3,03	kNm
Součinitel $\alpha_{s,z}$	0,69	
Poměr koncových momentů $\Psi_{s,z}$	0,38	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	0,75	
Výsledný typ zatížení LT	liniové zatížení q	
Koncový moment $M_{h,LT}$	121,40	kNm
Moment v poli $M_{s,LT}$	39,72	kNm
Součinitel $\alpha_{s,LT}$	0,33	
Poměr koncových momentů $\Psi_{s,LT}$	-0,35	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT}	0,46	

Jednotkový posudek (6.61) = $0,01 + 0,64 + 0,10 = 0,75$ -

Jednotkový posudek (6.62) = $0,01 + 0,70 + 0,10 = 0,81$ -

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	5,500	m
Stojina	nevyztužená	
Výška stojiny h_w	307	mm
Tloušťka stojiny t	8	mm

Parametry ztráty stability od smyku		
Materiálový součinitel ϵ	0,81	
Součinitel smykové korekce η	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku

Štíhlost stojiny h_w/t	40,93
Limit štíhlosti stojiny	48,82

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

3.5.3 Sloup 1 – HEB 300

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Sloup 1 - HEB300

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B488	0,750 m	HEB300	S 235	CO1/7	0,71 -
-------------------	----------------	---------------	--------------	--------------	---------------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	235,0	MPa
Mezní pevnost fu	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	18,91
Třída 1 limit	33,00
Třída 2 limit	33,00
Třída 3 limit	42,00

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	6,18
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	14,00

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N _{Ed}	-1989,70	kN
V _{y,Ed}	-8,80	kN
V _{z,Ed}	-86,84	kN
T _{Ed}	-0,50	kNm
M _{y,Ed}	0,00	kNm
M _{z,Ed}	0,00	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	1,4910e-02	m ²
N _{c,Rd}	3503,85	kN
Jedn. posudek	0,57	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,1818e-02	m ²
V _{pl,y,Rd}	1603,43	kN
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
-----	------	--

Av	4,7450e-03	m ²
Vpl,z,Rd	643,79	kN
Jedn. posudek	0,13	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	5,2	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,04	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	18,91
Třída 1 limit	33,00
Třída 2 limit	38,00
Třída 3 limit	42,00

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	6,18
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	14,00

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	0,750	0,750	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	0,750	0,750	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	927426,99	315516,78	kN
Štíhlost Lambda	5,77	9,90	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,06	0,11	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	

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

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Pro tento I průřez je únosnost na prostorový vzpěr vyšší než únosnost na rovinný vzpěr. Prostorový vzpěr proto není ve výstupu uveden.

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční metoda	alternativní metoda 2		
Průřezová plocha A	1,4910e-02		m ²
Plastický modul průřezu Wpl,y	1,8690e-03		m ³
Plastický modul průřezu Wpl,z	8,7010e-04		m ³
Návrhová tlaková síla N,Ed	1989,70		kN
Návrhový ohybový moment (maximum) My,Ed	-65,13		kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) Mz,Ed	-6,60		kNm
Charakteristická tlaková únosnost N,Rk	3503,85		kN
Charakteristická momentová únosnost My,Rk	439,22		kNm
Charakteristická momentová únosnost Mz,Rk	204,47		kNm
Redukční součinitel Chi,y	1,00		
Redukční součinitel Chi,z	1,00		
Redukční součinitel Chi,LT	1,00		
Interakční součinitel k,yy	0,90		
Interakční součinitel k,yz	0,31		
Interakční součinitel k,zy	0,54		
Interakční součinitel k,zz	0,52		

Maximální moment My,Ed je odvozen z nosníku B488 pozice 0,750 m.

Maximální moment Mz,Ed je odvozen z nosníku B488 pozice 0,750 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.1	
Posuvnost styčnicků y	posuvná	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	0,90	
Výsledný typ zatížení z	liniové zatížení q	
Koncový moment $M_{h,z}$	-6,60	kNm
Moment v poli $M_{s,z}$	-2,64	kNm
Součinitel $\alpha_{s,z}$	0,40	
Poměr koncových momentů $\Psi_{s,z}$	0,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	0,52	
Výsledný typ zatížení LT	liniové zatížení q	
Koncový moment $M_{h,LT}$	-65,13	kNm
Moment v poli $M_{s,LT}$	-26,04	kNm
Součinitel $\alpha_{s,LT}$	0,40	
Poměr koncových momentů $\Psi_{s,LT}$	0,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT}	0,52	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,57 + 0,13 + 0,01 = 0,71 -

Jednotkový posudek (6.62) = 0,57 + 0,08 + 0,02 = 0,66 -

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	0,750	m
Stojina	nevyztužený	
Výška stojiny h_w	262	mm
Tloušťka stojiny t	11	mm
Materiálový součinitel epsilon	1,00	
Součinitel smykové korekce Eta	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku	
Štíhlost stojiny h_w/t	23,82
Limit štíhlosti stojiny	60,00

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

3.5.4 Sloup 2 – HEB 260

Lineární výpočet, Extrém : Globální
Výběr : Vše
Kombinace : CO1
Průřez : Sloup 2 - HEB260

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B195	3,000 m	HEB260	S 235	CO1/1	0,55 -
------------	---------	--------	-------	-------	--------

Dílicí souč. spolehlivosti		
Gamma M0 pro únosnost průřezu		1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu		1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu		1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	235,0	MPa
Mezní pevnost fu	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	17,70
Třída 1 limit	33,00
Třída 2 limit	38,00
Třída 3 limit	52,44

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	5,77
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	13,89

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N _{Ed}	-936,30	kN
V _{y,Ed}	-0,93	kN
V _{z,Ed}	35,15	kN
T _{Ed}	0,03	kNm
M _{y,Ed}	-57,58	kNm
M _{z,Ed}	5,99	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	1,1840e-02	m ²
N _{c,Rd}	2782,40	kN
Jedn. posudek	0,34	-

Posudek ohybového momentu pro My

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

W _{pl,y}	1,2830e-03	m ³
M _{pl,y,Rd}	301,51	kNm
Jedn. posudek	0,19	-

Posudek ohybového momentu pro Mz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

W _{pl,z}	6,0220e-04	m ³
M _{pl,z,Rd}	141,52	kNm
Jedn. posudek	0,04	-

Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Et _a	1,20	
Av	9,4400e-03	m ²
V _{pl,y,Rd}	1280,79	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	3,7550e-03	m ²
Vpl,z,Rd	509,47	kN
Jedn. posudek	0,07	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,4	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)

MN,y,Rd	226,22	kNm
Alfa	2,00	
MN,z,Rd	138,87	kNm
Beta	1,68	

Jednotkový posudek (6.41) = 0,06 + 0,01 = 0,07 -

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	17,70
Třída 1 limit	33,00
Třída 2 limit	38,00
Třída 3 limit	52,44

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	5,77
Třída 1 limit	9,00
Třída 2 limit	10,00
Třída 3 limit	13,89

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3,000	3,000	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	3,000	3,000	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	34359,38	11825,43	kN
Štíhlost Lambda	26,72	45,55	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,28	0,49	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	c	
Imperfekce Alfa	0,34	0,49	
Redukční součinitel Chi	0,97	0,85	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	2698,21	2368,67	kN

Posudek rovinného vzpěru

Průřezová plocha A	1,1840e-02	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	2368,67	kN
Jedn. posudek	0,40	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Pro tento I průřez je únosnost na prostorový vzpěr vyšší než únosnost na rovinný vzpěr. Prostorový vzpěr proto není ve výstupu uveden.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	1,2830e-03	m ³
Pružný kritický moment M_{cr}	4723,05	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,25	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry M_{cr}		
Délka klopení L	3,000	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení C_1	2,63	
Součinitel momentu na klopení C_2	0,03	
Součinitel momentu na klopení C_3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d_z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení z_g	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,y}$	0	mm
Konstanta monosymetrie z_j	0	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční metoda	alternativní metoda 2		
Průřezová plocha A	1,1840e-02	m ²	
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	1,2830e-03	m ³	
Plastický modul průřezu $W_{pl,z}$	6,0220e-04	m ³	
Návrhová tlaková síla N_{Ed}	936,30	kN	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	-57,58	kNm	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	5,99	kNm	
Charakteristická tlaková únosnost N_{Rk}	2782,40	kN	
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	301,51	kNm	
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	141,52	kNm	
Redukční součinitel $\chi_{i,y}$	0,97		
Redukční součinitel $\chi_{i,z}$	0,85		
Redukční součinitel $\chi_{i,LT}$	1,00		
Interakční součinitel k_{yy}	0,93		
Interakční součinitel k_{yz}	0,55		
Interakční součinitel k_{zy}	0,55		
Interakční součinitel k_{zz}	0,93		

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B195 pozice 0,000 m.

Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B195 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.1	
Posuvnost styčnicků y	posuvné	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	0,90	
Výsledný typ zatížení z	liniový moment M	
Poměr koncových momentů $\Psi_{i,z}$	0,53	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	0,81	
Výsledný typ zatížení LT	liniové zatížení q	
Koncový moment $M_{i,h,LT}$	-57,58	kNm
Moment v poli $M_{s,LT}$	-6,76	kNm
Součinitel $\alpha_{s,LT}$	0,12	
Poměr koncových momentů $\Psi_{i,LT}$	-0,70	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT}	0,40	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,35 + 0,18 + 0,02 = 0,55 -

Jednotkový posudek (6.62) = 0,40 + 0,11 + 0,04 = 0,54 -

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	3,000	m
Stojina	nevzdušený	
Výška stojiny h_w	225	mm
Tloušťka stojiny t	10	mm
Materiálový součinitel ϵ	1,00	
Součinitel smykové korekce η	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku	
Štíhlost stojiny h_w/t	22,50
Limit štíhlosti stojiny	60,00

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

3.5.5 Ztužidlo 1 – TR 82,5x4

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Ztužidlo_1 - RO82.5X4

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B1790	7,809 m	RO82.5X4	S 235	CO1/16	0,80 -
--------------------	----------------	-----------------	--------------	---------------	---------------

Dílič souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	235,0	MPa
Mezní pevnost fu	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro trubkovité průřezy

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	20,63
Třída 1 limit	50,00
Třída 2 limit	70,00
Třída 3 limit	90,00

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu.

Kritický posudek v místě 7.809 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-17,92	kN
Vy,Ed	-0,12	kN
Vz,Ed	0,00	kN
T,Ed	-0,01	kNm
My,Ed	0,00	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	9,8600e-04	m ²
Nc,Rd	231,71	kN
Jedn. posudek	0,08	-

Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	6,2771e-04	m ²
Vpl,y,Rd	85,17	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	6,2771e-04	m ²
Vpl,z,Rd	85,17	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,3	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevyznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro trubkovité průřezy

Podle EN 1993-1-1 tabulka -5.3 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	20,63
Třída 1 limit	50,00
Třída 2 limit	70,00
Třída 3 limit	90,00

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	7,809	7,809	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	7,809	7,809	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	25,90	25,90	kN
Štíhlost Lambda	280,89	280,89	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	2,99	2,99	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,10	0,10	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	24,14	24,14	kN

Varování: Štíhlost 280,89 je větší než mezní hodnota 200,00!

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	9,8600e-04	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	24,14	kN
Jedn. posudek	0,74	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (5.61), (5.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	9,8600e-04	m ²
Plastický modul průřezu Wpl,y	2,4649e-05	m ³
Plastický modul průřezu Wpl,z	2,4649e-05	m ³
Návrhová tlaková síla N,Ed	17,92	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) My,Ed	-0,01	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) Mz,Ed	-0,19	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N,Rk	231,71	kN
Charakteristická momentová únosnost My,Rk	5,79	kNm
Charakteristická momentová únosnost Mz,Rk	5,79	kNm
Redukční součinitel Chi,y	0,10	
Redukční součinitel Chi,z	0,10	
Redukční součinitel Chi,LT	1,00	
Interakční součinitel k,yy	1,43	
Interakční součinitel k,yz	1,10	
Interakční součinitel k,zy	0,86	
Interakční součinitel k,zz	1,84	

Maximální moment My,Ed je odvozen z nosníku B1790 pozice 3,904 m.

Maximální moment Mz,Ed je odvozen z nosníku B1790 pozice 3,904 m.

Parametry interakční metody 2		
Metoda pro součinitel interakce	Tabulka B.1	
Posuvnost styčníků y	posuvné	
Součinitel ekvivalentního momentu C,my	0,90	
Výsledný typ zatížení z	bodové zatížení F	
Koncový moment M,h,z	0,00	kNm
Moment v poli M,s,z	-0,19	kNm
Součinitel alpha,h,z	0,00	
Poměr koncových momentů Psi,z	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C,mz	0,90	
Výsledný typ zatížení LT	bodové zatížení F	
Koncový moment M,h,LT	0,00	kNm
Moment v poli M,s,LT	-0,01	kNm
Součinitel alpha,h,LT	0,00	
Poměr koncových momentů Psi,LT	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C,mLT	0,90	

Jednotkový posudek (6.61) = $0,74 + 0,00 + 0,04 = 0,78$ -

Jednotkový posudek (6.62) = $0,74 + 0,00 + 0,06 = 0,80$ -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

3.5.6 Ztužidlo 2 – TR 63,5x4

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Ztužidlo_2 - RO63.5X4

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B2238	4,810 m	RO63.5X4	S 235	CO1/7	0,63 -
-------------	---------	----------	-------	-------	--------

Dílič souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	235,0	MPa
Mezní pevnost f_u	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro trubkovité průřezy

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	15,88
Třída 1 limit	50,00
Třída 2 limit	70,00
Třída 3 limit	90,00

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N_{Ed}	-14,97	kN
$V_{y,Ed}$	0,13	kN
$V_{z,Ed}$	0,00	kN
T_{Ed}	0,03	kNm
$M_{y,Ed}$	0,00	kNm
$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	7,4800e-04	m ²
$N_{c,Rd}$	175,78	kN
Jedn. posudek	0,09	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
A_v	4,7619e-04	m ²
$V_{pl,y,Rd}$	64,61	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

$\tau_{u,T,Ed}$	1,2	MPa
$\tau_{u,Rd}$	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,01	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro trubkovité průřezy

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	15,88
Třída 1 limit	50,00
Třída 2 limit	70,00
Třída 3 limit	90,00

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	4,810	4,810	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka L _{cr}	4,810	4,810	m
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr}	29,74	29,74	kN
Štíhlost Lambda	228,30	228,30	
Poměrná štíhlost Lambda _{rel}	2,43	2,43	
Mezní štíhlost Lambda _{rel,0}	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,15	0,15	
Únosnost na vzpěr N _{b,Rd}	27,19	27,19	kN

Varování: Štíhlost 228,30 je větší než mezní hodnota 200,00!

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	7,4800e-04	m ²
Únosnost na vzpěr N _{b,Rd}	27,19	kN
Jedn. posudek	0,55	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.**Posudek ohybu a osového tlaku**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	7,4800e-04	m ²
Plastický modul průřezu W _{pl,z}	1,4161e-05	m ³
Návrhová tlaková síla N _{Ed}	14,97	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) M _{y,Ed}	0,00	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) M _{z,Ed}	0,16	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N _{Rk}	175,78	kN
Charakteristická momentová únosnost M _{z,Rk}	3,33	kNm
Redukční součinitel Chi,y	0,15	
Redukční součinitel Chi,z	0,15	
Redukční součinitel Chi,LT	1,00	
Interakční součinitel k _{yz}	1,01	
Interakční součinitel k _{zz}	1,68	

Maximální moment M_{y,Ed} je odvozen z nosníku B2238 pozice 2,405 m.Maximální moment M_{z,Ed} je odvozen z nosníku B2238 pozice 2,405 m.

Parametry interakční metody 2		
Výsledný typ zatížení z	liniové zatížení q	
Koncový moment M _{h,z}	0,00	kNm
Moment v poli M _{s,z}	0,16	kNm
Součinitel alpha _{h,z}	0,00	
Poměr koncových momentů Psi _z	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C _{mz}	0,95	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,55 + 0,00 + 0,05 = 0,60 -

Jednotkový posudek (6.62) = 0,55 + 0,00 + 0,08 = 0,63 -

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

3.5.7 Ztužidlo 3 – TR 108x6,3

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Ztužidlo_3 - RO139.7X6.3

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B2140	6,265 m	RO139.7X6.3	S 235	CO1/6	0,85 -
-------------	---------	-------------	-------	-------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	235,0	MPa
Mezní pevnost f_u	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro trubkovité průřezy

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	22,17
Třída 1 limit	50,00
Třída 2 limit	70,00
Třída 3 limit	90,00

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 6.265 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N_{Ed}	-198,06	kN
$V_{y,Ed}$	-0,64	kN
$V_{z,Ed}$	0,00	kN
T_{Ed}	-0,21	kNm
$M_{y,Ed}$	0,00	kNm
$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	2,6400e-03	m ²
$N_{c,Rd}$	620,40	kN
Jedn. posudek	0,32	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,6807e-03	m ²
$V_{pl,y,Rd}$	228,03	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

$\tau_{u,t,Ed}$	1,2	MPa
$\tau_{u,Rd}$	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,01	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro trubkovité průřezy

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	22,17
Třída 1 limit	50,00
Třída 2 limit	70,00
Třída 3 limit	90,00

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	6,265	6,265	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka L _{cr}	6,265	6,265	m
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr}	311,02	311,02	kN
Štíhlost Lambda	132,64	132,64	
Poměrná štíhlost Lambda _{rel}	1,41	1,41	
Mezní štíhlost Lambda _{rel,0}	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,41	0,41	
Únosnost na vzpěr N _{b,Rd}	255,56	255,56	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	2,6400e-03	m ²
Únosnost na vzpěr N _{b,Rd}	255,56	kN
Jedn. posudek	0,78	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	2,6400e-03	m ²
Plastický modul průřezu W _{pl,z}	1,1211e-04	m ³
Návrhová tlaková síla N _{Ed}	198,06	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) M _{y,Ed}	0,00	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) M _{z,Ed}	1,01	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N _{Rk}	620,40	kN
Charakteristická momentová únosnost M _{z,Rk}	26,35	kNm
Redukční součinitel Chi,y	0,41	
Redukční součinitel Chi,z	0,41	
Redukční součinitel Chi,LT	1,00	
Interakční součinitel k _{yz}	1,19	
Interakční součinitel k _{zz}	1,98	

Maximální moment M_{y,Ed} je odvozen z nosníku B2140 pozice 3,133 m.

Maximální moment M_{z,Ed} je odvozen z nosníku B2140 pozice 3,132 m.

Parametry interakční metody 2		
Výsledný typ zatížení z	liniové zatížení q	
Koncový moment M _{h,z}	0,00	kNm
Moment v poli M _{s,z}	1,01	kNm
Součinitel alpha _{h,z}	0,00	
Poměr koncových momentů Psi,z	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C _{mz}	0,95	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,78 + 0,00 + 0,05 = 0,82 -

Jednotkový posudek (6.62) = 0,78 + 0,00 + 0,08 = 0,85 -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

3.5.8 Ztužidlo 4 – TR 140x6,3

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Ztužidlo_4 - RO108X6.3

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B2149	6,265 m	RO108X6.3	S 235	CO1/1	0,87 -
-------------	---------	-----------	-------	-------	--------

Dílič souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	235,0	MPa
Mezní pevnost fu	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro trubkovité průřezy

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	17,14
Třída 1 limit	50,00
Třída 2 limit	70,00
Třída 3 limit	90,00

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 6.265 — m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N _{Ed}	-93,77	kN
V _{y,Ed}	-0,49	kN
V _{z,Ed}	0,00	kN
T _{Ed}	-0,18	kNm

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
M _{y,Ed}	0,00	kNm
M _{z,Ed}	0,00	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	2,0100e-03	m ²
N _{c,Rd}	472,35	kN
Jedn. posudek	0,20	-

Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

E _{ta}	1,20	
A _v	1,2796e-03	m ²
V _{pl,y,Rd}	173,61	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau _{t,Ed}	1,8	MPa
Tau _{Rd}	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,01	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro trubkovité průřezy

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.3 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	17,14
Třída 1 limit	50,00
Třída 2 limit	70,00
Třída 3 limit	90,00

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.16)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčnic	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	6,265	6,265	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka L _{cr}	6,265	6,265	m
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr}	137,82	137,82	kN
Štíhlost Lambda	173,86	173,86	
Poměrná štíhlost Lambda _{rel}	1,85	1,85	
Mezní štíhlost Lambda _{rel,0}	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce Alfa	0,21	0,21	
Redukční součinitel Chi	0,26	0,26	
Únosnost na vzpěr N _{b,Rd}	121,31	121,31	kN

Posudek rovinného vzpěru

Průřezová plocha A	2,0100e-03	m ²
Únosnost na vzpěr N _{b,Rd}	121,31	kN
Jedn. posudek	0,77	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Průřez se týká kruhové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.**Posudek ohybu a osového tlaku**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 2	
Průřezová plocha A	2,0100e-03	m ²
Plastický modul průřezu W _{pl,z}	6,5160e-05	m ³
Návrhová tlaková síla N _{Ed}	93,77	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) M _{y,Ed}	0,00	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) M _{z,Ed}	0,77	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N _{Rk}	472,35	kN
Charakteristická momentová únosnost M _{z,Rk}	15,31	kNm
Redukční součinitel Chi,y	0,26	
Redukční součinitel Chi,z	0,26	
Redukční součinitel Chi,LT	1,00	
Interakční součinitel k _{yz}	1,19	

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku

Interakční součinitel k _{zz}	1,98	
---------------------------------------	------	--

Maximální moment M_{y,Ed} je odvozen z nosníku B2149 pozice 0,000 m.Maximální moment M_{z,Ed} je odvozen z nosníku E2149 pozice 3,132 m.

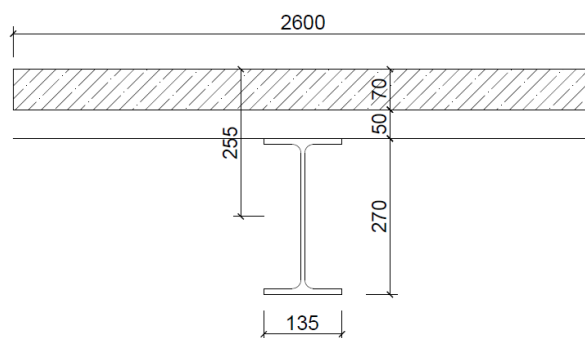
Parametry interakční metody 2		
Výsledný typ zatížení z	liniové zatížení q	
Koncový moment M _{h,z}	0,00	kNm
Moment v poli M _{s,z}	0,77	kNm
Součinitel alpha _{h,z}	0,00	
Poměr koncových momentů Psi,z	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C _{mz}	0,95	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,77 + 0,00 + 0,06 = 0,83 -

Jednotkový posudek (6.62) = 0,77 + 0,00 + 0,10 = 0,87 -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

3.5.9 Stropnice 1 – IPE 270



Rozpětí nosníku: $L = 7,80 \text{ m}$

Vzdálenost nosníků: $B = 2,60 \text{ m}$

Ocel S 235

Beton C 25/30

Plech VSŽ 11002 (600x50x1,0)

Spřahovací trny: D19, L7,5, St 37-3K

Návrhový moment: $M_{y,Ed} = 164,65 \text{ kN}$

- Zatřídění průřezu:

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

Rozměry průřezu: $h = 270 \text{ mm}$
 $b = 135 \text{ mm}$
 $t_p = 10,2 \text{ mm}$
 $t_s = 6,6 \text{ mm}$

$$c_s = h - 2 \cdot t_p = 270 - 2 \cdot 10,2 = 249,6 \text{ mm}$$

$$\frac{c_s}{t_s} = \frac{249,6}{6,6} = 37,82 < 72\varepsilon = 72 \cdot 1,0 = 72 \dots \text{třída 1}$$

$$c_p = b/2 - t_s/2 = 135/2 - 6,6/2 = 64,2 \text{ mm}$$

$$\frac{c_p}{t_p} = \frac{64,2}{10,2} = 6,3 < 9\varepsilon = 9 \cdot 1,0 = 9 \dots \text{třída 1}$$

- Průřezové charakteristiky ocelového profilu:

Plocha průřezu: $A_a = 4,590 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

Plastický průřezový modul: $w_{pl,y} = 4,840 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

- Průřezové charakteristiky betonové desky profilu:

Tloušťka betonu: $t_c = 120 \text{ mm} = 0,12 \text{ m}$

Rozteč ocelových nosníků: $B = 2600 \text{ mm} = 2,60 \text{ m}$

Efektivní šířka: $b_{eff} = L/4 = 7,80/4 = 1,95 \text{ m}$

Plocha efektivního průřezu: $A_c = b_{eff} \cdot t_c = 1,95 \cdot 0,12 = 0,234 \text{ m}^2$

- Materiálové charakteristiky:

Mez kluzu oceli: $f_{yk} = f_{yd} = 235 \text{ MPa}$

Charakteristická mez pevnosti betonu: $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

Návrhová mez pevnosti betonu: $f_{cd} = 0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \cdot 25 / 1,5 = 14,2 \text{ MPa}$

3.5.9.1 Posouzení spřaženého nosníku

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_a \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{4,59 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{0,234 \cdot 14,2 \cdot 10^6} = 0,039 \text{ m} = 39 \text{ mm}$$

Vzdálenost osy ocelového průřezu od horní hrany spřaženého průřezu:

$$x_a = t_c \cdot \frac{h}{2} = 0,12 + \frac{0,27}{2} = 0,255 \text{ m}$$

Moment únosnosti spřaženého průřezu:

$$M_{Pl,Rd} = A_a \cdot f_{yd} \cdot \left(x_a - \frac{x}{2} \right) = 4,59 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 \cdot \left(0,255 - \frac{0,039}{2} \right) = 254,05 \text{ kN}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{Pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{164,65}{254,05} \leq 1,0$$

$0,65 \leq 1,0 \dots \text{vyhovuje}$

3.5.9.2 Posouzení spřažení

Trny: D19, L7,5, St 37-3K

$d = 19 \text{ mm} = 0,019 \text{ m}$

$l = 75 \text{ mm} = 0,075 \text{ m}$

$f_u = 340 \text{ MPa}$

$n = 1 \text{ ks}$ (počet řad stahovacích trnů)

$N = 3 \text{ ks} / 600 \text{ mm}$ nosníku

Únosnost 1 trnu v plné desce:

$$P_{Rk} = 0,8 \cdot f_u \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 0,8 \cdot 340 \cdot 10^6 \cdot \frac{\pi \cdot 0,019^2}{4} = 77,12 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \frac{P_{Rk}}{\gamma_{M2}} = \frac{77,12}{1,25} = 61,70 \text{ kN}$$

Redukovaná nosnost trnu v žebrové desce – žebra kolmo k nosníku:

$$k_t = \frac{0,7}{\sqrt{n}} \cdot \frac{l_d}{h_p} \cdot \left(\frac{l}{h_p} - 1 \right) = \frac{0,7}{\sqrt{1}} \cdot \frac{0,068}{0,05} \cdot \left(\frac{0,075}{0,05} - 1 \right) = 0,48$$

$$P_{Rd,red} = k_t \cdot P_{Rd} = 0,48 \cdot 61,70 = 29,37 \text{ kN}$$

Pro úplné spřažení je třeba na polovině rozpětí přenést sílu:

$$N_{cf} = A_a \cdot f_{yd} = 4,59 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 1078,65 \text{ kN}$$

Potřebný počet trnů:

$$n_f = \frac{N_{cf}}{P_{Rd,red}} = \frac{1078,65}{29,37} = 37 \text{ ks}$$

Maximální možný počet trnu na polovině rozpětí: $n = (7800 \cdot 3) / (600 \cdot 2) = 19 \text{ ks}$

$$n < n_f \dots \text{jedná se o částečné spřažení}$$

Podmínka pro částečné spřažení:

$$\mu = \frac{n}{n_f} = \frac{19}{37} = 0,51 > 0,4$$

Moment únosnosti pro ocelový profil:

$$M_{Pl,a,Rd} = w_{pl,y} \cdot f_{yd} = 4,84 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 113,74 \text{ kN}$$

Moment únosnosti spřaženého nosníku při použití 19 trnů na polovině rozpětí:

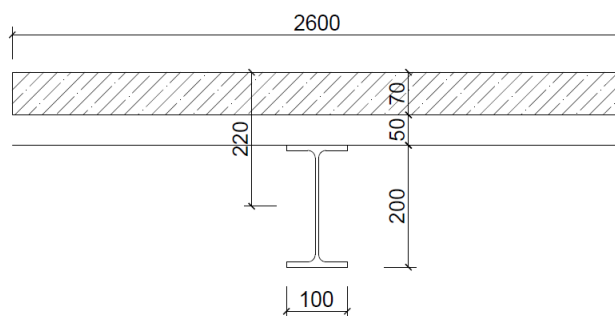
$$M_{Rd} = M_{Pl,a,Rd} + (M_{Pl,Rd} - M_{Pl,a,Rd}) \cdot \mu = 113,74 + (254,05 - 113,74) \cdot 0,51 = 185,79 \text{ kN}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{164,65}{185,79} \leq 1,0$$

$$0,89 \leq 1,0 \dots \text{vyhovuje}$$

3.5.10 Stropnice 2 – IPE 200



Rozpětí nosníku: $L = 5,20 \text{ m}$

Vzdálenost nosníků: $B = 2,60 \text{ m}$

Ocel S 235

Beton C 25/30

Plech VSŽ 11002 (600x50x1,0)

Spřahovací trny: D19, L7,5, St 37-3K

Návrhový moment: $M_{y,Ed} = 72,27 \text{ kN}$

- Zatřídění průřezu:

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

Rozměry průřezu: $h = 200 \text{ mm}$

$b = 100 \text{ mm}$

$t_p = 8,5 \text{ mm}$

$t_s = 5,6 \text{ mm}$

$$c_s = h - 2 \cdot t_p = 200 - 2 \cdot 8,5 = 183 \text{ mm}$$

$$\frac{c_s}{t_s} = \frac{183}{5,6} = 33 < 72\varepsilon = 72 \cdot 1,0 = 72 \dots \text{třída 1}$$

$$c_p = b/2 - t_s/2 = 100/2 - 5,6/2 = 47,2 \text{ mm}$$

$$\frac{c_p}{t_p} = \frac{47,2}{8,5} = 5,5 < 9\varepsilon = 9 \cdot 1,0 = 9 \dots \text{třída 1}$$

- Průřezové charakteristiky ocelového profilu:

Plocha průřezu: $A_a = 2,850 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

Plastický průřezový modul: $w_{pl,y} = 2,210 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

- Průřezové charakteristiky betonové desky profilu:

Tloušťka betonu: $t_c = 120 \text{ mm} = 0,12 \text{ m}$

Rozteč ocelových nosníků: $B = 2600 \text{ mm} = 2,60 \text{ m}$

Efektivní šířka: $b_{eff} = L/4 = 5,2/4 = 1,30 \text{ m}$

Plocha efektivního průřezu: $A_c = b_{eff} \cdot t_c = 1,30 \cdot 0,12 = 0,156 \text{ m}^2$

- Materiálové charakteristiky:

Mez kluzu oceli: $f_{yk} = f_{yd} = 235 \text{ MPa}$

Charakteristická mez pevnosti betonu: $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

Návrhová mez pevnosti betonu: $f_{cd} = 0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \cdot 25 / 1,5 = 14,2 \text{ MPa}$

3.5.10.1 Posouzení spřaženého nosníku

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_a \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{2,85 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{0,156 \cdot 14,2 \cdot 10^6} = 0,036 \text{ m} = 36 \text{ mm}$$

Vzdálenost osy ocelového průřezu od horní hrany spřaženého průřezu:

$$x_a = t_c + \frac{h}{2} = 0,12 + \frac{0,20}{2} = 0,220 \text{ m}$$

Moment únosnosti spřaženého průřezu:

$$M_{Pl,Rd} = A_a \cdot f_{yd} \cdot \left(x_a - \frac{x}{2} \right) = 2,85 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 \cdot \left(0,220 - \frac{0,036}{2} \right) = 135,20 \text{ kN}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{Pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{72,27}{135,20} \leq 1,0$$

$$0,53 \leq 1,0 \dots \text{vyhovuje}$$

3.5.10.2 Posouzení spřažení

Trny: D19, L7,5, St 37-3K

$$d = 19 \text{ mm} = 0,019 \text{ m}$$

$$l = 75 \text{ mm} = 0,075 \text{ m}$$

$$f_u = 340 \text{ MPa}$$

$$n = 1 \text{ ks (počet řad stahovacích trnů)}$$

$$N = 3 \text{ ks / 600 mm nosníku}$$

Únosnost 1 trnu v plné desce:

$$P_{Rk} = 0,8 \cdot f_u \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 0,8 \cdot 340 \cdot 10^6 \cdot \frac{\pi \cdot 0,019^2}{4} = 77,12 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \frac{P_{Rk}}{\gamma_{M2}} = \frac{77,12}{1,25} = 61,70 \text{ kN}$$

Redukovaná nosnost trnu v žebrové desce – žebra kolmo k nosníku:

$$k_t = \frac{0,7}{\sqrt{n}} \cdot \frac{l_d}{h_p} \cdot \left(\frac{l}{h_p} - 1 \right) = \frac{0,7}{\sqrt{1}} \cdot \frac{0,068}{0,05} \cdot \left(\frac{0,075}{0,05} - 1 \right) = 0,48$$

$$P_{Rd,red} = k_t \cdot P_{Rd} = 0,48 \cdot 61,70 = 29,37 \text{ kN}$$

Pro úplné spřažení je třeba na polovině rozpětí přenést sílu:

$$N_{cf} = A_a \cdot f_{yd} = 2,85 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 669,75 \text{ kN}$$

Potřebný počet trnů:

$$n_f = \frac{N_{cf}}{P_{Rd,red}} = \frac{669,75}{29,37} = 23 \text{ ks}$$

Maximální možný počet trnu na polovině rozpětí: $n = (5200 \cdot 3) / (600 \cdot 2) = 13 \text{ ks}$

$n < n_f \dots$ jedná se o částečné spřažení

Podmínka pro částečné spřažení:

$$\mu = \frac{n}{n_f} = \frac{13}{23} = 0,57 > 0,4$$

Moment únosnosti pro ocelový profil:

$$M_{Pl,a,Rd} = w_{pl,y} \cdot f_{yd} = 2,21 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6 = 51,94 \text{ kN}$$

Moment únosnosti spřaženého nosníku při použití 19 trnů na polovině rozpětí:

$$M_{Rd} = M_{Pl,a,Rd} + (M_{Pl,Rd} - M_{Pl,a,Rd}) \cdot \mu = 51,94 + (135,20 - 51,94) \cdot 0,57 = 99,00 \text{ kN}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{Rd}} \leq 1,0$$

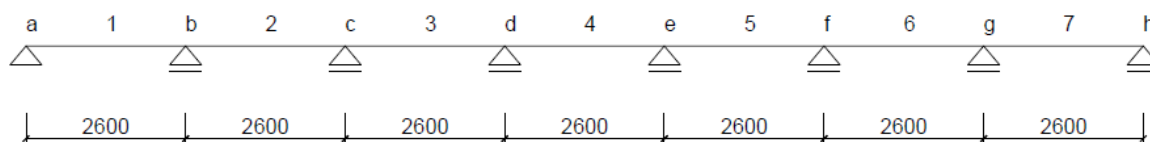
$$\frac{72,27}{99,00} \leq 1,0$$

$0,73 \leq 1,0 \dots$ vyhovuje

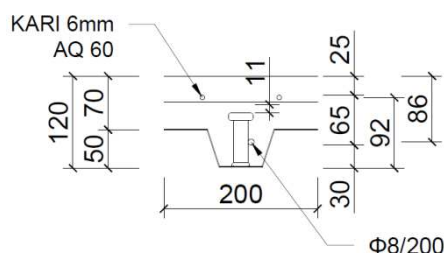
3.5.11 Návrh a posouzení výztuže

Statické schéma:

- Spojitý nosník o 6 polích. Délka jednoho pole je rovna rozteči stropnic (2,6 m). Stropnice slouží jako podpory spojitého nosníku.



Průřez teoretického nosníku:



Betonářské ocel B 500B:

Charakteristická pevnost oceli: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost oceli: $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_y = 500 / 1,15 = 434,78 \text{ MPa}$

Beton C25/30:

Charakteristická pevnost betonu: $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost betonu: $f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 25 / 1,5 = 16,67 \text{ MPa}$

Plocha spodní výztuže: $A_{sT,d} = 0,50 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

Plocha horní výztuže: $A_{sT,h} = 0,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

Efektivní šířky:

- V poli č. 1:

$b_1 = 0,2 \text{ m}$... šířka průřezu

$l_0 = 0,85 \cdot l_1 = 0,85 \cdot 2,6 = 2,21 \text{ m}$

$b_{eff,1} = 0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot l_0 = 0,2 \cdot 0,2 + 0,1 \cdot 2,21 = 0,261 \text{ m} < 0,2$

$b_{eff,1} = 0,2 \text{ m}$

- Nad podporou a:

$b_a = 0,2 \text{ m}$... šířka průřezu

$l_0 = 0,15 \cdot (l_1 + l_2) = 0,15 \cdot (2,6 + 2,6) = 0,78 \text{ m}$

$b_{eff,1} = 0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot l_0 = 0,2 \cdot 0,2 + 0,1 \cdot 0,78 = 0,118 \text{ m}$

- V poli č. 2:

$b_2 = 0,2 \text{ m}$... šířka průřezu

$l_0 = 0,7 \cdot l_2 = 0,7 \cdot 2,6 = 1,82 \text{ m}$

$b_{eff,2} = 0,2 \cdot b_2 + 0,1 \cdot l_0 = 0,2 \cdot 0,2 + 0,1 \cdot 1,82 = 0,222 \text{ m} < 0,2$

$b_{eff,1} = 0,2 \text{ m}$

Zatížení:

Zatěžovací šířka: $b = 0,2 \text{ m}$

- Vlastní tíha betonu:

$$g_{k,1} = 2,33 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$g'_{k,1} = g_{k,1} \cdot b = 2,33 \cdot 0,2 = 0,47 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

- Betonová potěrová vrstva:

$$g_{k,2} = 0,75 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$g'_{k,2} = g_{k,2} \cdot b = 0,75 \cdot 0,2 = 0,15 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

- Zatížení od dopravy:

$$q_{k,1} = 2,50 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$q'_{k,1} = q_{k,1} \cdot b = 2,50 \cdot 0,2 = 0,50 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

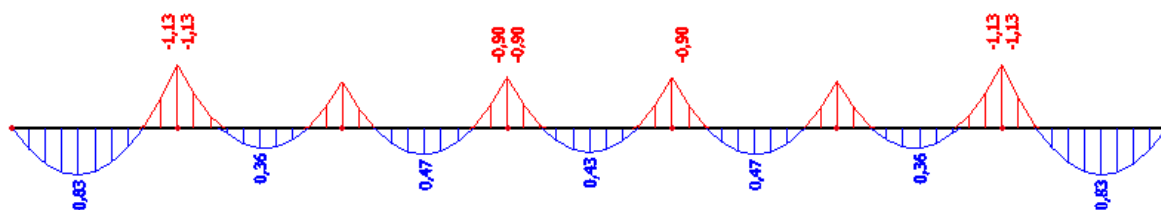
- Zatížení sněhem:

$$q_{k,2} = 0,80 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

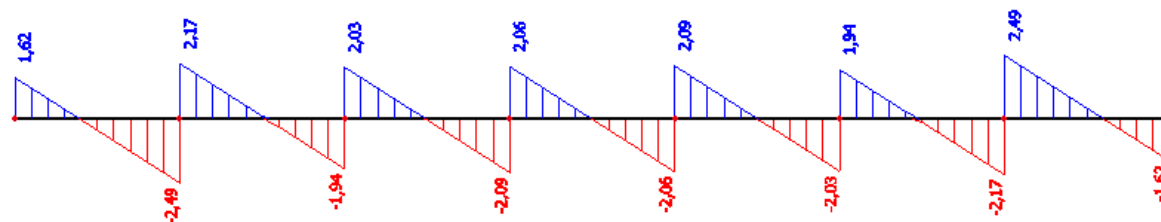
$$q'_{k,2} = q_{k,2} \cdot b = 0,80 \cdot 0,2 = 0,16 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Vnitřní síly:

- Momenty M_y :

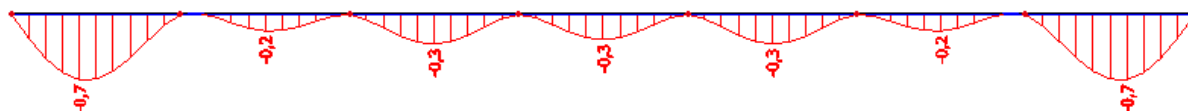


- Posouvající síly V_z :



Deformace:

- Průhyb u_y



3.5.11.1 Návrh a posouzení spodní výztuže

Návrhový moment:

$$M_{y,Ed} = 0,83 \text{ kNm}$$

Vzdálenost výztuže od horní hrany bet. desky: $d_1 = 0,086 \text{ m}$

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_{st,d} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{0,50 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 0,2 \cdot 16,67 \cdot 10^6} = 0,00815 \text{ m} = 8,15 \text{ mm}$$

$$d = d_1 - \frac{\emptyset}{2} = 0,086 - \frac{0,008}{2} = 0,082 \text{ m}$$

$$x_{lim} = d \cdot \frac{700}{700 + f_{yd}} = 0,082 \cdot \frac{700}{700 + 434,78} = 0,050 \text{ m}$$

$$x \leq x_{lim}$$

$$0,00815 \text{ m} < 0,050 \text{ m} \dots \text{vyhovuje}$$

Vzdálenost osy výztuže od neutrální osy:

$$z = d - 0,8 \cdot \frac{x}{2} = 0,082 - 0,8 \cdot \frac{0,00815}{2} = 0,079 \text{ m}$$

Návrhový moment únosnosti:

$$M_{Rd} = A_{st,d} \cdot f_{yd} \cdot z = 0,50 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^6 \cdot 0,079 = 1,72 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{0,83}{1,72} \leq 1,0$$

$$0,48 \leq 1,0 \dots \text{vyhovuje}$$

Minimální a maximální stupeň vyztužení:

$$A_{st,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\right)$$

$$= \max\left(0,26 \cdot \frac{2,6}{500} \cdot 0,2 \cdot 0,082; 0,0013 \cdot 0,2 \cdot 0,082\right) = 0,21 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{st,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 0,2 \cdot 0,12 = 9,60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{st,min} \leq A_{st} \leq A_{st,max}$$

$$0,21 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq 0,50 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq 9,60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \dots \text{vyhovuje}$$

3.5.11.2 Návrh a posouzení horní výztuže

Návrhový moment:

$$M_{y,Ed} = 1,13 \text{ kNm}$$

Vzdálenost výztuže od spodní hrany bet. desky:

$$d_1 = 0,092 \text{ m}$$

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_{st,h} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{0,57 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 0,118 \cdot 16,67 \cdot 10^6} = 0,015 \text{ m} = 15 \text{ mm}$$

$$d = d_1 - \frac{\emptyset}{2} = 0,092 - \frac{0,006}{2} = 0,089 \text{ m}$$

$$x_{lim} = d \cdot \frac{700}{700 + f_{yd}} = 0,089 \cdot \frac{700}{700 + 434,78} = 0,055 \text{ m}$$

$$x \leq x_{lim}$$

$$0,015 \text{ m} < 0,055 \text{ m} \dots \text{vyhovuje}$$

Vzdálenost osy výztuže od neutrální osy:

$$z = d - 0,8 \cdot \frac{x}{2} = 0,089 - 0,8 \cdot \frac{0,015}{2} = 0,083 \text{ m}$$

Návrhový moment únosnosti:

$$M_{Rd} = A_{st,h} \cdot f_{yd} \cdot z = 0,57 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^6 \cdot 0,083 = 2,06 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{1,13}{2,06} \leq 1,0$$

$$0,55 \leq 1,0 \dots \text{vyhovuje}$$

Minimální a maximální stupeň vyztužení:

$$\begin{aligned} A_{st,min} &= \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\right) \\ &= \max\left(0,26 \cdot \frac{2,6}{500} \cdot 0,118 \cdot 0,089; 0,0013 \cdot 0,118 \cdot 0,089\right) = 0,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

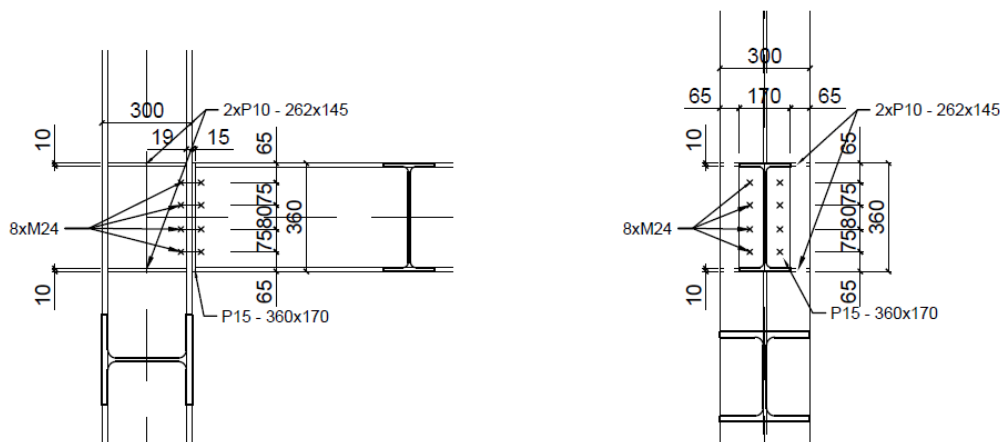
$$A_{st,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 0,118 \cdot 0,12 = 5,66 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{st,min} \leq A_{st} \leq A_{st,max}$$

$$0,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq 0,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq 5,66 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \dots \text{vyhovuje}$$

2.5 MSÚ – Spoje

2.6.1 Připojení průvlaku P1 (IPE 360) na sloup



Šrouby M24, třídy 8.8

$$d = 24 \text{ mm}$$

$$A = 452 \text{ mm}^2$$

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

$$d_m = 38,8 \text{ mm}$$

$$A_s = 353 \text{ mm}^2$$

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

$$d_0 = 26 \text{ mm}$$

$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

Tloušťka čelního plechu: $t_c = 15 \text{ mm}$

Tloušťka pásnice sloupu: $t_f = 19 \text{ mm}$

Rozteče:

$$e_1 = 65 \text{ mm} > 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 26 = 31,2 \text{ mm}$$

$$e_2 = 35 \text{ mm} > 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 26 = 31,2 \text{ mm}$$

$$p_1 = 75 \text{ mm} > 2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 26 = 57,2 \text{ mm}$$

$$p_{1s} = 80 \text{ mm} > 2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 26 = 57,2 \text{ mm}$$

$$p_2 = 100 \text{ mm} > 2,4 \cdot d_0 = 2,4 \cdot 26 = 62,4 \text{ mm}$$

Spoj je namáhán posouvající silou V_{Ed} , ohybovým momentem M_{Ed} a tahovou osovou silou N_{Ed} .

$$V_{Ed} = 136,75 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 69,77 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 225,75 \text{ kNm}$$

2.6.1.1 Posouzení na stříh

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed}}{8} = \frac{136,75}{8} = 17,09 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{V,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 353}{1,25} = 135,55 \text{ kN}$$

$\alpha_v = 0,6$... pro třídu 8.8; stříhová rovina prochází závitem

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{17,09}{225,92} \leq 1,0$$

0,08 ≤ 1,0 ... vyhovuje

2.6.1.2 Posouzení na otláčení

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed}}{8} = \frac{136,75}{8} = 17,09 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,07 \cdot 0,78 \cdot 800 \cdot 24 \cdot 15}{1,25} = 465,01 \text{ kN}$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \{ 2,07; 3,68; 2,5 \} = 2,07$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \{ 0,78; 2,22; 1,0 \} = 0,78$$

$$\alpha_d = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \right\} = \min \left\{ \frac{65}{3 \cdot 26}; \frac{80}{3 \cdot 26} - \frac{1}{4} \right\} = \min \{ 0,83; 0,78 \} = 0,78$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{17,09}{465,01} \leq 1,0$$

0,04 ≤ 1,0 ... vyhovuje

2.6.1.3 Posouzení na tah

Výpočet tahové síly vznikající od momentu M_{Ed} :

$$M_{Ed} = F_1 \cdot r_1 + F_2 \cdot r_2 + F_3 \cdot r_3 + F_4 \cdot r_4$$

$$M_{Ed} = 225,75 \text{ kNm}$$

$$r_1 = e_1 = 65 \text{ mm}$$

$$r_2 = e_1 + p_1 = 65 + 75 = 140 \text{ mm}$$

$$r_3 = e_1 + p_1 + p_{1,s} = 65 + 75 + 80 = 220 \text{ mm}$$

$$r_4 = e_1 + 2p_1 + p_{1,s} = 65 + 2 \cdot 75 + 80 = 315 \text{ mm}$$

$$\frac{F_1}{r_1} = \frac{F_2}{r_2} = \frac{F_3}{r_3} = \frac{F_4}{r_4}$$

Nejvyšší tahová síla (na jeden šroub) od momentu M_{Ed} :

$$F_{4,Ed} = \frac{M_{Ed}}{2 \cdot \left(\frac{r_1^2}{r_4} + \frac{r_2^2}{r_4} + \frac{r_3^2}{r_4} + r_4 \right)} = \frac{225,75}{2 \cdot \left(\frac{65^2}{315} + \frac{140^2}{315} + \frac{220^2}{315} + 315 \right)} = 180,46 \text{ kN}$$

Moment M_{Ed} působí v kombinaci s tlakovou silou $N_{c,Ed} = 72,12 \text{ kN}$. Vypočítanou tahovou sílu $F_{4,Ed}$ je možno o tuhle tlakovou sílu zmenšit:

$$F_{t,Ed} = F_{4,Ed} - \frac{N_{c,Ed}}{n} = 180,46 - \frac{72,12}{8} = 171,57 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu v tahu:

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 800 \cdot 10^6 \cdot 353 \cdot 10^{-6}}{1,25} = 203,33 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{171,57}{203,33} \leq 1,0$$

$$0,84 \leq 1,0 \dots \text{vyhovuje}$$

2.6.1.4 Posouzení na kombinace tahu a smyku

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{17,09}{465,01} + \frac{171,57}{1,4 \cdot 203,33} \leq 1,0$$

$$0,62 \leq 1,0 \dots \text{vyhovuje}$$

2.6.1.5 Vliv páčení

Vzdálenost spoje od svaru/stojiny průvlaku: $m_1 = 17,5 \text{ mm}$; $n = \min(e_1; 1,25m) = 21,9 \text{ mm}$; $m_2 = 60 \text{ mm}$

- Úplná plastifikace pásnice:

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 \cdot M_{PL,1,Rd}}{m}$$

$$\begin{aligned} l_{eff,1} &= \min(2\pi m; \pi m + 2e_1; \alpha m + 2m + 0,625e + e_1) \\ &= \min(2\pi \cdot 17,5; \pi \cdot 17,5 + 2 \cdot 65; 6,2 \cdot 17,5 + 2 \cdot 17,5 + 0,625 \cdot 65 + 65) \\ &= 109,96 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$M_{PL,1,Rd} = 0,25 \cdot l_{eff,1} \cdot t_f^2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 0,25 \cdot 109,96 \cdot 19^2 \cdot \frac{355}{1,0} = 2195,68 \text{ kNm}$$

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 \cdot 2195,68}{17,5} = 501,87 \text{ kN}$$

- Porušení šroubů s plastifikací pásnice:

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

$$l_{eff,2} = \alpha m + 2m + 0,625e + e_1 = 6,2 \cdot 17,5 + 2 \cdot 17,5 + 0,625 \cdot 65 + 65 = 230,38 \text{ mm}$$

$$M_{Pl,1,Rd} = 0,25 \cdot l_{eff,2} \cdot t_f^2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 0,25 \cdot 230,38 \cdot 19^2 \cdot \frac{355}{1,0} = 4600,30 \text{ kNm}$$

$$\sum F_{t,Rd} = 2 \cdot F_{t,Rd} = 406,66 \text{ kN}$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot 4600,3 + 21,9 \cdot 406,66}{17,5 + 21,9} = 459,55 \text{ kN}$$

- Porušení šroubu:

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 \cdot F_{t,Rd} = 406,66 \text{ kN}$$

- Výsledná únosnost:

$$F_{T,Rd} = \min(F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) = 406,66 \text{ kN}$$

$$F_{T,Ed} = 2 \cdot 171,57 = 343,13 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{T,Ed}}{F_{T,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{343,13}{406,66} \leq 1,0$$

$$0,84 \leq 1,0 \dots \text{vyhovuje}$$

2.6.1.6 Posouzení svarů

Výška profilu:	$h = 360 \text{ mm}$	$f_u = 510 \text{ MPa}$
Šířka profilu:	$b = 170 \text{ mm}$	$\beta_w = 0,9$
Tloušťka pásnice:	$t_p = 12,7 \text{ mm}$	
Tloušťka stojiny:	$t_s = 8 \text{ mm}$	
Šířka svislých svarů:	$a_s = 5 \text{ mm}$	
Šířka vodorov. svarů:	$a_v = 5 \text{ mm}$	
Délka svislých svarů:	$L_s = h - 2 \cdot t_p - 2 \cdot a_v = 360 - 2 \cdot 12,7 - 2 \cdot 5 = 324,6 \text{ mm}$	
Délka vodorovných svarů:	$L_{v,1} = b/2 - t_s = 170/2 - 8 = 77 \text{ mm}$	
	$L_{v,2} = b = 170 \text{ mm}$	

- Posouzení svaru stojiny:

$$\text{Návrhová posouvající síla: } V_{Ed} = 136,75 \text{ kN}$$

$$\text{Návrhová moment: } M_{Ed} = 225,75 \text{ kNm}$$

$$\text{Plocha svaru stojiny: } A_w = 2 \cdot a_s \cdot L_s = 2 \cdot 5 \cdot 324,6 = 3246 \text{ mm}^2$$

$$\text{Výsledné smykové napětí: } \tau_{||} = \frac{V_{Ed}}{A_w} = \frac{136,75 \cdot 10^3}{3246 \cdot 10^{-6}} = 42,13 \text{ MPa}$$

$$\text{Vzdálenost os svarů od těžiště: } z_1 = \frac{h}{2} - a_v - t_p = 162,3 \text{ mm}$$

$$z_2 = \frac{h}{2} = 180 \text{ mm}$$

$$\text{Vzdálenost krajního svaru od těžiště: } z_v = 167,3 \text{ mm}$$

$$z_M = 180 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti svaru:

$$I_w = 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot a_s \cdot L_s^3 \right) + 4 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot L_{v,1} \cdot a_v^3 + L_{v,1} \cdot a_v \cdot z_1^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot L_{v,2} \cdot a_v^3 + L_{v,2} \cdot a_v \cdot z_2^2 \right) =$$

$$= 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 5 \cdot 324,6^3 \right) + 4 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 77 \cdot 5^3 + 77 \cdot 5 \cdot 162,3^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 170 \cdot 5^3 + 170 \cdot 5 \cdot 180^2 \right) =$$

$$I_w = 1,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

Napětí od ohybového momentu:

$$\sigma_M = \frac{M_{Ed}}{I_w} \cdot z = \frac{225,75 \cdot 10^3}{1,24 \cdot 10^{-4}} \cdot 0,1673 = 304,20 \text{ MPa}$$

$$\sigma_L = \tau_L = \frac{\sigma_M}{\sqrt{2}} = 215,10 \text{ MPa}$$

Výsledné napětí:

$$\sigma_w = \sqrt{\sigma_L^2 + 3 \cdot (\tau_L^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{215,10^2 + 3 \cdot (215,10^2 + 42,13^2)} = 436,35 \text{ MPa}$$

$$\sigma_w \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{510}{0,9 \cdot 1,25}$$

$$436,35 \text{ MPa} \leq 453,33 \text{ MPa} \dots \text{vyhovuje}$$

- Posouzení svarů pásnic:

Napětí od ohybového momentu:

$$\sigma_M = \frac{M_{Ed}}{I_w} \cdot z = \frac{225,75 \cdot 10^3}{1,24 \cdot 10^{-4}} \cdot 0,17 = 307,70 \text{ MPa}$$

$$\sigma_L = \tau_L = \frac{\sigma_M}{\sqrt{2}} = 217,58 \text{ MPa}$$

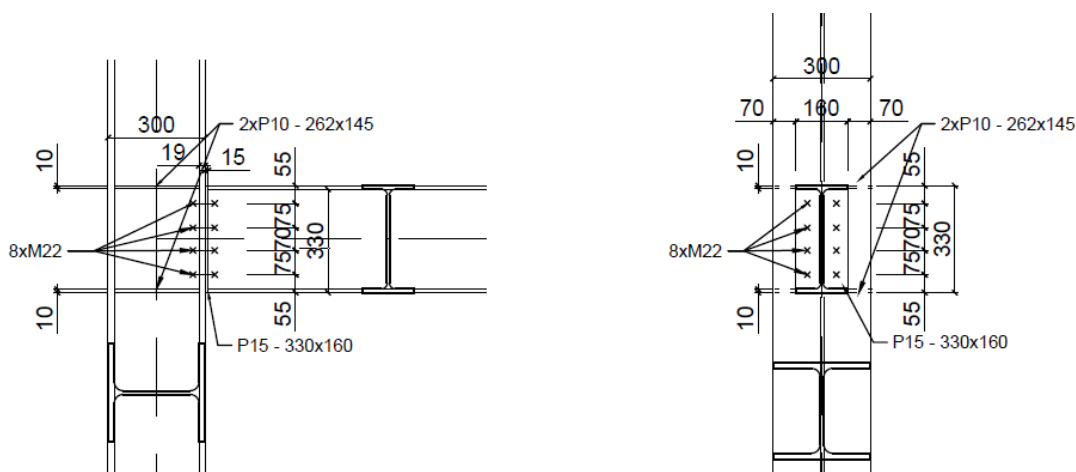
Výsledné napětí:

$$\sigma_w = \sqrt{\sigma_L^2 + 3 \cdot (\tau_L^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{217,58^2 + 3 \cdot (217,58^2 + 0^2)} = 435,16 \text{ MPa}$$

$$\sigma_w \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{510}{0,9 \cdot 1,25}$$

$$435,16 \text{ MPa} \leq 453,33 \text{ MPa} \dots \text{vyhovuje}$$

2.6.2 Připojení průvlaku P2 (IPE 330) na sloup



Šrouby M22, třídy 8.8

$$d = 22 \text{ mm}$$

$$A = 380 \text{ mm}^2$$

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

$$d_m = 35,5 \text{ mm}$$

$$A_s = 303 \text{ mm}^2$$

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

$$d_0 = 24 \text{ mm}$$

$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

Tloušťka čelního plechu: $t_c = 15 \text{ mm}$

Tloušťka pásnice sloupu: $t_f = 19 \text{ mm}$

Rozteče:

$$e_1 = 55 \text{ mm} > 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 24 = 28,8 \text{ mm}$$

$$e_2 = 35 \text{ mm} > 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 24 = 28,8 \text{ mm}$$

$$p_1 = 75 \text{ mm} > 2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 24 = 52,8 \text{ mm}$$

$$p_{1s} = 70 \text{ mm} > 2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 24 = 52,8 \text{ mm}$$

$$p_2 = 90 \text{ mm} > 2,4 \cdot d_0 = 2,4 \cdot 24 = 57,6 \text{ mm}$$

Spoj je namáhán posouvající silou V_{Ed} , ohybovým momentem M_{Ed} a tahovou osovou silou N_{Ed} .

$$V_{Ed} = 194,61 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 164,48 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 152,47 \text{ kNm}$$

2.6.2.1 Posouzení na stříh

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed}}{8} = \frac{194,61}{8} = 24,33 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{V,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 303}{1,25} = 116,35 \text{ kN}$$

$\alpha_v = 0,6$... pro třídu 8.8; stříhová rovina prochází závitem

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{24,33}{116,35} \leq 1,0$$

0,21 $\leq$ 1,0 ... vyhovuje

2.6.2.2 Posouzení na otláčení

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed}}{8} = \frac{194,61}{8} = 24,33 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{1,51 \cdot 0,72 \cdot 800 \cdot 24 \cdot 15}{1,25} = 250,49 \text{ kN}$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \{1,51; 3,68; 2,5\} = 1,51$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \{0,72; 2,22; 1,0\} = 0,72$$

$$\alpha_d = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \right\} = \min \left\{ \frac{55}{3 \cdot 24}; \frac{70}{3 \cdot 24} - \frac{1}{4} \right\} = \min \{0,76; 0,72\} = 0,72$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{24,33}{250,49} \leq 1,0$$

0,10 ≤ 1,0 ... vyhovuje

2.6.2.3 Posouzení na tah

Výpočet tahové síly vznikající od momentu M_{Ed} :

$$M_{Ed} = F_1 \cdot r_1 + F_2 \cdot r_2 + F_3 \cdot r_3 + F_4 \cdot r_4$$

$$M_{Ed} = 225,75 \text{ kNm}$$

$$r_1 = e_1 = 55 \text{ mm}$$

$$r_2 = e_1 + p_1 = 55 + 75 = 130 \text{ mm}$$

$$r_3 = e_1 + p_1 + p_{1,s} = 55 + 75 + 70 = 200 \text{ mm}$$

$$r_4 = e_1 + 2p_1 + p_{1,s} = 55 + 2 \cdot 75 + 70 = 275 \text{ mm}$$

$$\frac{F_1}{r_1} = \frac{F_2}{r_2} = \frac{F_3}{r_3} = \frac{F_4}{r_4}$$

Nejvyšší tahová síla (na jeden šroub) od momentu M_{Ed} :

$$F_{4,Ed} = \frac{M_{Ed}}{2 \cdot \left(\frac{r_1^2}{r_4} + \frac{r_2^2}{r_4} + \frac{r_3^2}{r_4} + r_4 \right)} = \frac{152,47}{2 \cdot \left(\frac{55^2}{275} + \frac{130^2}{275} + \frac{200^2}{275} + 275 \right)} = 154,66 \text{ kN}$$

Moment M_{Ed} působí v kombinaci s tlakovou silou $N_{c,Ed} = 32,66 \text{ kN}$. Vypočítanou tahovou silu $F_{4,Ed}$ je možno o tuhle tlakovou sílu zmenšit:

$$F_{t,Ed} = F_{4,Ed} - \frac{N_{c,Ed}}{n} = 154,66 - \frac{32,66}{8} = 150,58 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu v tahu:

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 800 \cdot 10^6 \cdot 303 \cdot 10^{-6}}{1,25} = 174,53 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{150,58}{174,53} \leq 1,0$$

0,86 ≤ 1,0 ... vyhovuje

2.6.2.4 Posouzení na kombinace tahu a smyku

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{24,33}{250,49} + \frac{150,58}{1,4 \cdot 174,53} \leq 1,0$$

0,71 ≤ 1,0 ... vyhovuje

2.6.2.5 Vliv páčení

Vzdálenost spoje od svaru/stojiny průvlaku: $m_1 = 16 \text{ mm}$; $n = \min(e_1; 1,25m) = 20 \text{ mm}$; $m_2 = 60 \text{ mm}$

- Úplná plastifikace pásnice:

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 \cdot M_{Pl,1,Rd}}{m}$$

$$l_{eff,1} = \min(2\pi m; \pi m + 2e_1; \alpha m + 2m + 0,625e + e_1) \\ = \min(2\pi \cdot 16; \pi \cdot 16 + 2 \cdot 55; 6,5 \cdot 16 + 2 \cdot 16 + 0,625 \cdot 55 + 55) = 100,53 \text{ mm}$$

$$M_{Pl,1,Rd} = 0,25 \cdot l_{eff,1} \cdot t_f^2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 0,25 \cdot 100,53 \cdot 19^2 \cdot \frac{355}{1,0} = 2007,48 \text{ kNm}$$

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 \cdot 2007,48}{16} = 501,87 \text{ kN}$$

- Porušení šroubů s plastifikací pásnice:

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

$$l_{eff,2} = \alpha m + 2m + 0,625e + e_1 = 6,5 \cdot 16 + 2 \cdot 16 + 0,625 \cdot 55 + 55 = 212,88 \text{ mm}$$

$$M_{Pl,1,Rd} = 0,25 \cdot l_{eff,2} \cdot t_f^2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 0,25 \cdot 212,88 \cdot 19^2 \cdot \frac{355}{1,0} = 4250,85 \text{ kNm}$$

$$\sum F_{t,Rd} = 2 \cdot F_{t,Rd} = 349,06 \text{ kN}$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot 4250,85 + 20 \cdot 349,06}{16 + 20} = 850,17 \text{ kN}$$

- Porušení šroubu:

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 \cdot F_{t,Rd} = 349,06 \text{ kN}$$

- Výsledná únosnost:

$$F_{T,Rd} = \min(F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) = 349,06 \text{ kN}$$

$$F_{T,Ed} = 2 \cdot 150,58 = 301,16 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{T,Ed}}{F_{T,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{301,16}{349,06} \leq 1,0$$

$$0,86 \leq 1,0 \dots \text{vyhovuje}$$

2.6.2.6 Posouzení svarů

Výška profilu:	$h = 330 \text{ mm}$	$f_u = 510 \text{ MPa}$
Šířka profilu:	$b = 160 \text{ mm}$	$\beta_w = 0,9$
Tloušťka pásnice:	$t_p = 11,5 \text{ mm}$	
Tloušťka stojiny:	$t_s = 7,5 \text{ mm}$	
Šířka svislých svarů:	$a_s = 4 \text{ mm}$	
Šířka vodorov. svarů:	$a_v = 5 \text{ mm}$	
Délka svislých svarů:	$L_s = h - 2 \cdot t_p - 2 \cdot a_v = 330 - 2 \cdot 11,5 - 2 \cdot 5 = 297 \text{ mm}$	
Délka vodorovných svarů:	$L_{v,1} = b/2 - t_s = 160/2 - 7,5 = 72,5 \text{ mm}$	
	$L_{v,2} = b = 160 \text{ mm}$	

- Posouzení svaru stojiny:

Návrhová posouvající síla:	$V_{Ed} = 194,61 \text{ kN}$
Návrhová moment:	$M_{Ed} = 152,47 \text{ kN}$
Plocha svaru stojiny:	$A_w = 2 \cdot a_s \cdot L_s = 2 \cdot 4 \cdot 297 = 2376 \text{ mm}^2$
Výsledné smykové napětí:	$\tau_{ } = \frac{V_{Ed}}{A_w} = \frac{194,61 \cdot 10^3}{2376 \cdot 10^{-6}} = 81,91 \text{ MPa}$
Vzdálenost os svarů od těžiště:	$z_1 = \frac{h}{2} - a_v - t_p = 148,5 \text{ mm}$
	$z_2 = \frac{h}{2} = 165 \text{ mm}$
Vzdálenost krajního svaru od těžiště:	$z_v = 153,5 \text{ mm}$
	$z_M = 165 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti svaru:

$$I_w = 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot a_s \cdot L_s^3 \right) + 4 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot L_{v,1} \cdot a_v^3 + L_{v,1} \cdot a_v \cdot z_1^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot L_{v,2} \cdot a_v^3 + L_{v,2} \cdot a_v \cdot z_2^2 \right) =$$

$$= 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 4 \cdot 297^3 \right) + 4 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 72,5 \cdot 5^3 + 72,5 \cdot 5 \cdot 153,5^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 160 \cdot 5^3 + 160 \cdot 5 \cdot 165^2 \right)$$

$$I_w = 0,93 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

Napětí od ohybového momentu:

$$\sigma_M = \frac{M_{Ed}}{I_w} \cdot z = \frac{152,47 \cdot 10^3}{0,93 \cdot 10^{-4}} \cdot 0,1535 = 251,64 \text{ MPa}$$

$$\sigma_L = \tau_L = \frac{\sigma_M}{\sqrt{2}} = 177,93 \text{ MPa}$$

Výsledné napětí:

$$\sigma_w = \sqrt{\sigma_L^2 + 3 \cdot (\tau_L^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{177,93^2 + 3 \cdot (177,93^2 + 81,91^2)} = 383,10 \text{ MPa}$$

$$\sigma_w \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{510}{0,9 \cdot 1,25}$$
$$383,10 \text{ MPa} \leq 453,33 \text{ MPa} \dots \text{vyhovuje}$$

- Posouzení svarů pásnic:

Napětí od ohybového momentu:

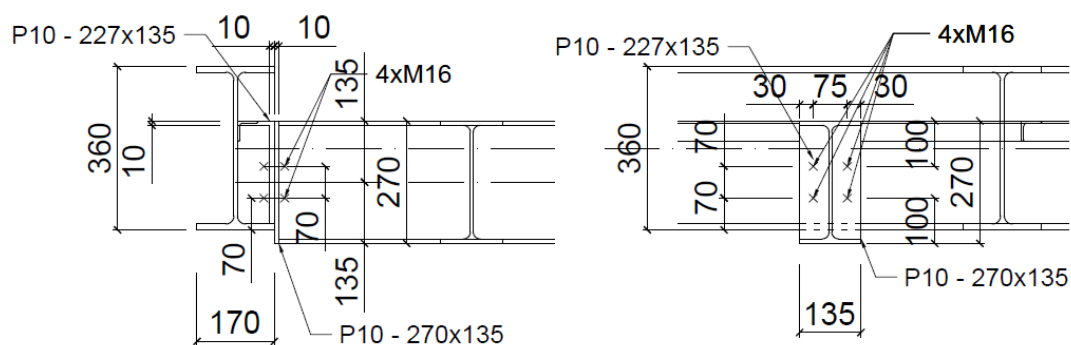
$$\sigma_M = \frac{M_{Ed}}{I_w} \cdot z = \frac{152,47 \cdot 10^3}{0,93 \cdot 10^{-4}} \cdot 0,165 = 270,51 \text{ MPa}$$
$$\sigma_L = \tau_L = \frac{\sigma_M}{\sqrt{2}} = 191,28 \text{ MPa}$$

Výsledné napětí:

$$\sigma_w = \sqrt{\sigma_L^2 + 3 \cdot (\tau_L^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{191,28^2 + 3 \cdot (191,28^2 + 0^2)} = 382,56 \text{ MPa}$$

$$\sigma_w \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{510}{0,9 \cdot 1,25}$$
$$382,56 \text{ MPa} \leq 453,33 \text{ MPa} \dots \text{vyhovuje}$$

2.6.3 Připojení Stropnice S1 (IPE 270) na průvlak



Šrouby M16, třídy 6.8

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

$$A = 201 \text{ mm}^2$$

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

$$d_m = 25,9 \text{ mm}$$

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

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

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

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

Tloušťka čelního plechu: $t_c = 10 \text{ mm}$

Tloušťka styčnickového plechu: $t_s = 10 \text{ mm}$

Rozteče:

$$e_1 = 70 \text{ mm} > 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 18 = 21,6 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm} > 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 18 = 21,6 \text{ mm}$$

$$p_1 = 70 \text{ mm} > 2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 18 = 39,6 \text{ mm}$$

$$p_2 = 75 \text{ mm} > 2,2 \cdot d_0 = 2,4 \cdot 18 = 43,2 \text{ mm}$$

Spoj je namáhán posouvající silou V_{Ed} a tahovou osovou silou N_{Ed} .

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

$$N_{Ed} = 183,26 \text{ kN}$$

2.6.3.1 Posouzení na střih

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed}}{4} = \frac{84,33}{4} = 21,08 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{V,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 600 \cdot 157}{1,25} = 56,52 \text{ kN}$$

$\alpha_v = 0,6$... pro třídu 6.8; střihová rovina prochází závitem

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{21,08}{56,52} \leq 1,0$$

$0,39 \leq 1,0$... vyhovuje

2.6.3.2 Posouzení na otláčení

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed}}{4} = \frac{84,33}{4} = 21,08 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,50 \cdot 1,0 \cdot 600 \cdot 16 \cdot 10}{1,25} = 192,00 \text{ kN}$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \{ 2,96; 4,13; 2,5 \} = 2,50$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \{ 1,04; 1,67; 1,0 \} = 1,0$$

$$\alpha_d = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \right\} = \min \left\{ \frac{70}{3 \cdot 18}; \frac{70}{3 \cdot 18} - \frac{1}{4} \right\} = \min \{ 1,29; 1,04 \} = 1,04$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{21,08}{192,00} \leq 1,0$$

$$0,11 \leq 1,0 \dots \text{vyhovuje}$$

2.6.3.3 Posouzení na tah

Návrhová tahová síla na jeden šroub:

$$F_{t,Ed} = \frac{N_{t,Ed}}{4} = \frac{184,26}{4} = 46,07 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu v tahu:

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 600 \cdot 10^6 \cdot 157 \cdot 10^{-6}}{1,25} = 84,78 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{46,07}{84,78} \leq 1,0$$

$$0,54 \leq 1,0 \dots \text{vyhovuje}$$

2.6.3.4 Posouzení na kombinace tahu a smyku

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{21,08}{56,52} + \frac{46,07}{1,4 \cdot 84,78} \leq 1,0$$

$$0,76 \leq 1,0 \dots \text{vyhovuje}$$

2.6.3.5 Posouzení na protlačení

Návrhová tahová síla na jeden šroub:

$$F_{t,Ed} = \frac{N_{t,Ed}}{4} = \frac{184,26}{4} = 46,07 \text{ kN}$$

Návrhová odolnost čelního plechu v protlačení:

$$B_{P,Rd} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot 0,0259 \cdot 0,01 \cdot 360 \cdot 10^6}{1,25} = 175,75 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{46,07}{175,75} \leq 1,0$$

$$0,26 \leq 1,0 \dots \text{vyhovuje}$$

2.6.3.6 Vliv páčení

Vzdálenost spoje od svaru/stojiny průvlaku: $m_1 = 22,5 \text{ mm}$; $n = \min(e_1; 1,25m) = 28,1 \text{ mm}$; $m_2 = 90 \text{ mm}$

- Úplná plastifikace pásnice:

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 \cdot M_{Pl,1,Rd}}{m}$$

$$\begin{aligned} l_{eff,1} &= \min(2\pi m; \pi m + 2e_1; \alpha m + 2m + 0,625e + e_1) \\ &= \min(2\pi \cdot 22,5; \pi \cdot 22,5 + 2 \cdot 70; 6 \cdot 22,5 + 2 \cdot 22,5 + 0,625 \cdot 30 + 70) \\ &= 141,37 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$M_{Pl,1,Rd} = 0,25 \cdot l_{eff,1} \cdot t_f^2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 0,25 \cdot 141,37 \cdot 10^2 \cdot \frac{235}{1,0} = 1868,73 \text{ kNm}$$

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 \cdot 830,55}{22,5} = 332,22 \text{ kN}$$

- Porušení šroubů s plastifikací pásnice:

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

$$l_{eff,2} = \alpha m + 2m + 0,625e + e_1 = 268,75 \text{ mm}$$

$$M_{Pl,1,Rd} = 0,25 \cdot l_{eff,2} \cdot t_f^2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 1578,91 \text{ kNm}$$

$$\sum F_{t,Rd} = 4 \cdot F_{t,Rd} = 339,12 \text{ kN}$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot 1578,91 + 28,1 \cdot 339,12}{22,4 + 28,1} = 251,23 \text{ kN}$$

- Porušení šroubu:

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 \cdot F_{t,Rd} = 339,12 \text{ kN}$$

- Výsledná únosnost:

$$F_{T,Rd} = \min(F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) = 251,23 \text{ kN}$$

$$F_{T,Ed} = 2 \cdot 150,58 = 301,16 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{T,Ed}}{F_{T,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{183,26}{251,23} \leq 1,0$$

$$0,73 \leq 1,0 \dots \text{vyhovuje}$$

2.6.3.7 Posouzení svarů

Výška profilu:	$h = 270 \text{ mm}$	$f_u = 360 \text{ MPa}$
Šířka profilu:	$b = 135 \text{ mm}$	$\beta_w = 0,9$
Tloušťka pásnice:	$t_p = 10,2 \text{ mm}$	
Tloušťka stojiny:	$t_s = 6,6 \text{ mm}$	
Šířka svislých svarů:	$a_s = 4 \text{ mm}$	
Šířka vodorov. svarů:	$a_v = 4 \text{ mm}$	
Délka svislých svarů:	$L_s = h - 2 \cdot t_p - 2 \cdot a_v = 241,6 \text{ mm}$	
Délka vodorovných svarů:	$L_{v,1} = b/2 - t_s = 63,5 \text{ mm}$	
	$L_{v,2} = b = 135 \text{ mm}$	

- Posouzení svaru stojiny:

Návrhová posouvající síla: $V_{Ed} = 84,33 \text{ kN}$

Návrhová moment: $N_{Ed} = 183,26 \text{ kN}$

Plocha svaru stojiny: $A_w = 2 \cdot a_s \cdot L_s = 1932,8 \text{ mm}^2$

Výsledné smykové napětí: $\tau_{\parallel} = \frac{V_{Ed}}{A_w} = 43,63 \text{ MPa}$

Vzdálenost os svarů od těžiště: $z_1 = \frac{h}{2} - a_v - t_p = 120,8 \text{ mm}$
 $z_2 = \frac{h}{2} = 135 \text{ mm}$

Vzdálenost krajního svaru od těžiště: $z_V = 124,8 \text{ mm}$
 $z_M = 135 \text{ mm}$

Plocha odolávající tahové síle N_{Ed} :

$$A_{w,N} = a_s \cdot L_s + 2 \cdot a_v \cdot L_{v,1} + 4 \cdot a_v \cdot L_{v,2} = 4030 \text{ mm}^2$$

Napětí od tahové síly:

$$\sigma_{\perp} = \frac{N_{Ed}}{A_{w,N}} = \frac{183,26 \cdot 10^3}{4,03 \cdot 10^{-}} = 45,49 \text{ MPa}$$

Výsledné napětí:

$$\sigma_w = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{45,49^2 + 3 \cdot (0^2 + 43,63^2)} = 109,17 \text{ MPa}$$

$$\sigma_w \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 \cdot 1,25}$$

$$109,17 \text{ MPa} \leq 360 \text{ MPa} \dots \text{vyhovuje}$$

- Posouzení svarů pásnic:

Napětí od ohybového momentu:

$$\sigma_M = \frac{M_{Ed}}{I_w} \cdot z = \frac{152,47 \cdot 10^3}{0,93 \cdot 10^{-4}} \cdot 0,165 = 270,51 \text{ MPa}$$

$$\sigma_L = \tau_L = \frac{\sigma_M}{\sqrt{2}} = 191,28 \text{ MPa}$$

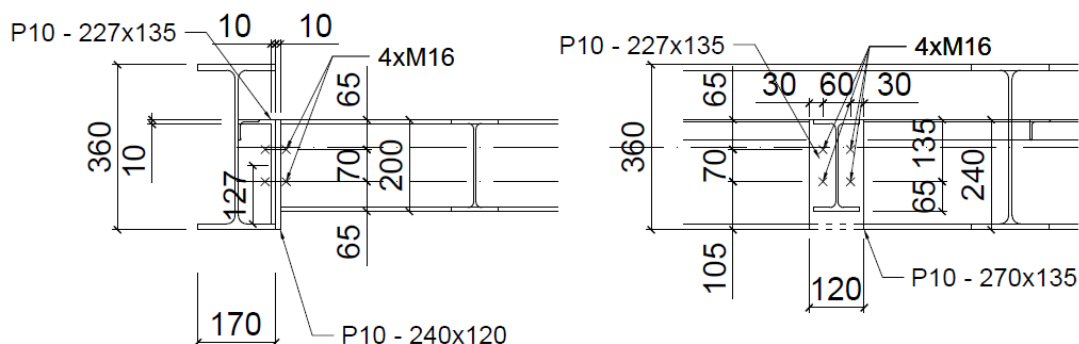
Výsledné napětí:

$$\sigma_w = \sqrt{\sigma_L^2 + 3 \cdot (\tau_L^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{191,28^2 + 3 \cdot (191,28^2 + 0^2)} = 382,56 \text{ MPa}$$

$$\sigma_w \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{510}{0,9 \cdot 1,25}$$

$$382,56 \text{ MPa} \leq 453,33 \text{ MPa} \dots \text{vyhovuje}$$

2.6.4 Připojení Stropnice S2 (IPE 200) na průvlak



Šrouby M16, třídy 6.8

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

$$A = 201 \text{ mm}^2$$

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

$$d_m = 25,9 \text{ mm}$$

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

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

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

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

Tloušťka čelního plechu: $t_c = 10 \text{ mm}$

Tloušťka styčnickového plechu: $t_s = 10 \text{ mm}$

Rozteče:

$$e_1 = 65 \text{ mm} > 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 18 = 21,6 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm} > 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 18 = 21,6 \text{ mm}$$

$$p_1 = 70 \text{ mm} > 2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 18 = 39,6 \text{ mm}$$

$$p_2 = 60 \text{ mm} > 2,2 \cdot d_0 = 2,4 \cdot 18 = 43,2 \text{ mm}$$

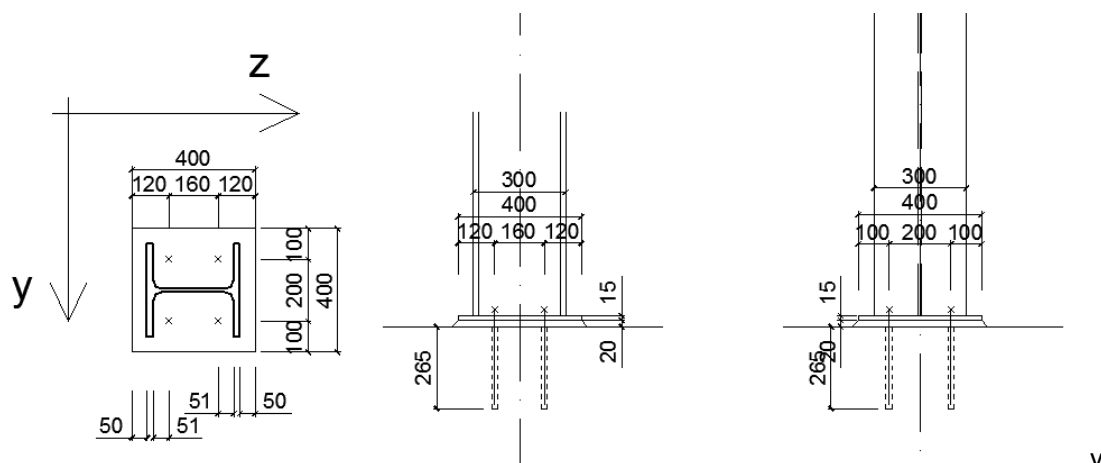
Spoj je namáhán posouvající silou V_{Ed} a tahovou osovou silou N_{Ed} .

$$V_{Ed} = 55,59 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 76,87 \text{ kN}$$

Připojení Stropnice 2 (IPE 200) je nadimenzované stejně jako připojení Stropnice 1 (IPE 270). Vzhledem k tomu, že jsou návrhové síly u Stropnice 2 (IPE 200) výrazně nižší, můžeme prohlásit připojení za vyhovující.

2.6.5 Kotvení sloupu S1 (HEB 300)



Šrouby M24, třídy 8.8

$$\begin{aligned} d &= 24 \text{ mm} & A &= 452 \text{ mm}^2 & f_{ub} &= 800 \text{ MPa} \\ d_m &= 38,8 \text{ mm} & A_s &= 353 \text{ mm}^2 & f_{yb} &= 640 \text{ MPa} \\ d_0 &= 26 \text{ mm} & & & f_u &= 510 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Tloušťka čelního plechu: $t_c = 15 \text{ mm}$

Rozteče:

$$\begin{aligned} e_{1,y} = e_{2,z} &= 120 \text{ mm} > 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 26 = 31,2 \text{ mm} \\ e_{2,y} = e_{1,z} &= 100 \text{ mm} > 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 26 = 31,2 \text{ mm} \\ p_{1,y} = p_{2,z} &= 160 \text{ mm} > 2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 26 = 57,2 \text{ mm} \\ p_{2,y} = p_{1,z} &= 200 \text{ mm} > 2,4 \cdot d_0 = 2,4 \cdot 26 = 62,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

Spoj je namáhán posouvajícími silami $V_{Ed,y}$ a $V_{Ed,z}$, a osovou silou N_{Ed} .

$$\begin{aligned} V_{Ed,y} &= 199,20 \text{ kN} & V_{Ed,z} &= 214,86 \text{ kN} \\ N_{Ed} &= 1989,70 \text{ kN} \end{aligned}$$

2.6.5.1 Posouzení na stříh – směr y

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed,y} = \frac{V_{Ed,y}}{4} = \frac{199,20}{4} = 49,80 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{V,Rd,y} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 353}{1,25} = 135,55 \text{ kN}$$

$\alpha_v = 0,6$... pro třídu 6.8; stříhová rovina prochází závitem

$$\frac{F_{V,Ed,y}}{F_{V,Rd,y}} \leq 1,0$$

$$\frac{49,80}{135,55} \leq 1,0$$

$0,37 \leq 1,0$... vyhovuje

2.6.5.2 Posouzení na stříh – směr z

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed,z} = \frac{V_{Ed,z}}{4} = \frac{214,86}{4} = 53,72 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{V,Rd,z} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 353}{1,25} = 135,55 \text{ kN}$$

$\alpha_v = 0,6$... pro třídu 6.8; stříhová rovina prochází závitem

$$\frac{F_{V,Ed,z}}{F_{V,Rd,z}} \leq 1,0$$

$$\frac{53,72}{135,55} \leq 1,0$$

0,40 ≤ 1,0 ... vyhovuje

2.6.5.3 Posouzení na otláčení – směr y

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed,y} = \frac{V_{Ed,y}}{4} = \frac{199,20}{4} = 49,80 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{b,Rd,y} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,50 \cdot 1,0 \cdot 800 \cdot 26 \cdot 15}{1,25} = 259,20 \text{ kN}$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; ; 2,5 \right\} = 2,50$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \{ 1,54; 2,22; 1,0 \} = 1,0$$

$$\alpha_d = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \right\} = \min \left\{ \frac{120}{3 \cdot 26}; \frac{160}{3 \cdot 26} - \frac{1}{4} \right\} = 1,54$$

$$\frac{F_{V,Ed,y}}{F_{V,Rd,y}} \leq 1,0$$

$$\frac{49,80}{259,20} \leq 1,0$$

0,19 ≤ 1,0 ... vyhovuje

2.6.5.4 Posouzení na otláčení – směr z

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed,z} = \frac{V_{Ed,z}}{4} = \frac{214,86}{4} = 53,72 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{b,Rd,y} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,50 \cdot 1,0 \cdot 800 \cdot 26 \cdot 15}{1,25} = 259,20 \text{ kN}$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; ; 2,5 \right\} = 2,50$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \{ 1,28; 2,22; 1,0 \} = 1,0$$

$$\alpha_d = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \right\} = \min \left\{ \frac{100}{3 \cdot 26}; \frac{200}{3 \cdot 26} - \frac{1}{4} \right\} = 1,28$$

$$\frac{F_{V,Ed,y}}{F_{V,Rd,y}} \leq 1,0$$

$$\frac{53,72}{259,20} \leq 1,0$$

$$0,21 \leq 1,0 \dots \text{vyhovuje}$$

$$0,26 \leq 1,0 \dots \text{vyhovuje}$$

2.6.5.5 Posouzení na protlačení

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{4} = \frac{1989,70}{4} = 497,43 \text{ kN}$$

Návrhová odolnost čelního plechu v protlačení:

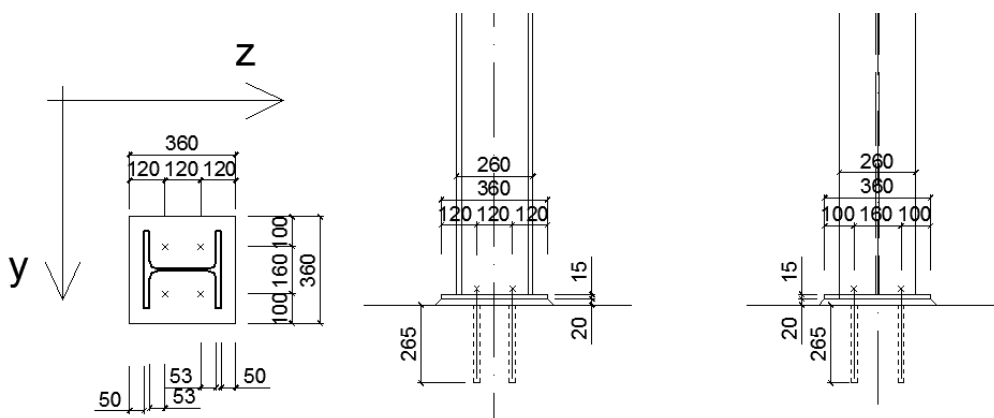
$$B_{P,Rd} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot 0,0388 \cdot 0,020 \cdot 510 \cdot 10^6}{1,25} = 596,79 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{Ed}}{B_{P,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{497,43}{596,79} \leq 1,0$$

$$0,83 \leq 1,0 \dots \text{vyhovuje}$$

2.6.6 Kotvení sloupu S2 (HEB 260)



Šrouby M24, třídy 8.8

$$d = 24 \text{ mm}$$

$$A = 452 \text{ mm}^2$$

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

$$d_m = 38,8 \text{ mm}$$

$$A_s = 353 \text{ mm}^2$$

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

$$d_0 = 26 \text{ mm}$$

$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

Tloušťka čelního plechu: $t_c = 15 \text{ mm}$

Rozteče:

$$e_{1,y} = e_{2,z} = 120 \text{ mm} > 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 26 = 31,2 \text{ mm}$$

$$e_{2,y} = e_{1,z} = 100 \text{ mm} > 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 26 = 31,2 \text{ mm}$$

$$p_{1,y} = p_{2,z} = 120 \text{ mm} > 2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 26 = 57,2 \text{ mm}$$

$$p_{2,y} = p_{1,z} = 160 \text{ mm} > 2,4 \cdot d_0 = 2,4 \cdot 26 = 62,4 \text{ mm}$$

Spoj je namáhán posouvající silou $V_{Ed,y}$ a $V_{Ed,z}$.

$$V_{Ed,y} = 199,20 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,z} = 214,86 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 936,30 \text{ kN}$$

2.6.6.1 Posouzení na střih – směr y

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed,y} = \frac{V_{Ed,y}}{4} = \frac{199,20}{4} = 49,80 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{V,Rd,y} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 353}{1,25} = 135,55 \text{ kN}$$

$\alpha_v = 0,6$... pro třídu 6.8; střižová rovina prochází závitem

$$\frac{F_{V,Ed,y}}{F_{V,Rd,y}} \leq 1,0$$

$$\frac{49,80}{135,55} \leq 1,0$$

$0,37 \leq 1,0$... vyhovuje

2.6.6.2 Posouzení na stříh – směr z

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed,z} = \frac{V_{Ed,z}}{4} = \frac{214,86}{4} = 53,72 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{V,Rd,z} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 353}{1,25} = 135,55 \text{ kN}$$

$\alpha_v = 0,6$... pro třídu 6.8; stříhová rovina prochází závitem

$$\frac{F_{V,Ed,z}}{F_{V,Rd,z}} \leq 1,0$$

$$\frac{53,72}{135,55} \leq 1,0$$

0,40 $\leq$ 1,0 ... vyhovuje

2.6.6.3 Posouzení na otláčení – směr y

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed,y} = \frac{V_{Ed,y}}{4} = \frac{199,20}{4} = 49,80 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{b,Rd,y} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,50 \cdot 1,0 \cdot 800 \cdot 26 \cdot 15}{1,25} = 259,20 \text{ kN}$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = 2,50$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \{ 1,28; 2,22; 1,0 \} = 1,0$$

$$\alpha_d = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \right\} = \min \left\{ \frac{120}{3 \cdot 26}; \frac{120}{3 \cdot 26} - \frac{1}{4} \right\} = 1,28$$

$$\frac{F_{V,Ed,y}}{F_{b,Rd,y}} \leq 1,0$$

$$\frac{49,80}{259,20} \leq 1,0$$

0,19 $\leq$ 1,0 ... vyhovuje

2.6.6.4 Posouzení na otláčení – směr z

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed,z} = \frac{V_{Ed,z}}{4} = \frac{214,86}{4} = 53,72 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{b,Rd,y} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,50 \cdot 1,0 \cdot 800 \cdot 26 \cdot 15}{1,25} = 259,20 \text{ kN}$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; ; 2,5 \right\} = 2,50$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \{ 1,28; 2,22; 1,0 \} = 1,0$$

$$\alpha_d = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \right\} = \min \left\{ \frac{100}{3 \cdot 26}; \frac{160}{3 \cdot 26} - \frac{1}{4} \right\} = 1,28$$

$$\frac{F_{V,Ed,y}}{F_{V,Rd,y}} \leq 1,0$$

$$\frac{53,72}{259,20} \leq 1,0$$

$$0,21 \leq 1,0 \dots \text{vyhovuje}$$

2.6.6.5 Posouzení na protlačení

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{4} = \frac{936,30}{4} = 234,08 \text{ kN}$$

Návrhová odolnost čelního plechu v protlačení:

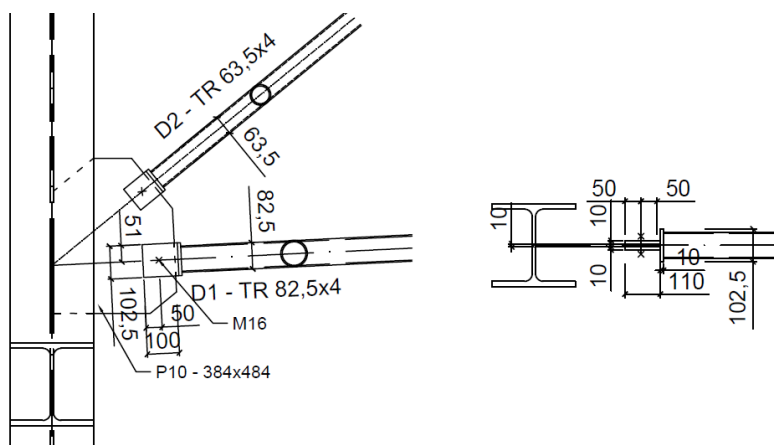
$$B_{P,Rd} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot 0,0388 \cdot 0,020 \cdot 510 \cdot 10^6}{1,25} = 596,79 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{Ed}}{B_{P,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{234,08}{596,79} \leq 1,0$$

$$0,39 \leq 1,0 \dots \text{vyhovuje}$$

2.6.7 Připojení Diagonály D1 (TR 82,5x4) na sloup



Šroub M16, třídy 6.8

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

$$A = 201 \text{ mm}^2$$

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

$$d_m = 25,9 \text{ mm}$$

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

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

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

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

Tloušťka čelního plechu: $t_c = 10 \text{ mm}$

Tloušťka styčnickového plechu: $t_s = 10 \text{ mm}$

Počet stříhových rovin: $n = 2$

Rozteče:

$$e_1 = 50 \text{ mm} > 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 18 = 21,6 \text{ mm}$$

$$e_2 = 51,5 \text{ mm} > 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 18 = 21,6 \text{ mm}$$

Spoj je namáhán pouze osovou silou N_{Ed} .

$$N_{Ed} = 23,41 \text{ kN}$$

2.6.7.1 Posouzení oslabeného průřezu vidlice

$$A_{osl} = 2 \cdot (b - d_0) \cdot t_1 = 2 \cdot (0,1025 - 0,018) \cdot 0,01 = 1,69 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$N_{Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{osl} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,9 \cdot 1,69 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 35,74 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{23,41}{35,74} \leq 1,0$$

$$0,66 < 1,0$$

2.6.7.2 Posouzení na stříh

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed} = N_{Ed} = 23,41 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{V,Rd} = \frac{n \cdot \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{2 \cdot 0,6 \cdot 600 \cdot 157}{1,25} = 48,56 \text{ kN}$$

$\alpha_v = 0,6$... pro třídu 6.8; stříhová rovina prochází závitem

$$\frac{F_{V,Ed,y}}{F_{V,Rd,y}} \leq 1,0$$

$$\frac{23,41}{48,56} \leq 1,0$$

$0,48 \leq 1,0$... vyhovuje

2.6.7.3 Posouzení na otlačení

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed} = N_{Ed} = 23,41 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,50 \cdot 1,0 \cdot 600 \cdot 16 \cdot 10}{1,25} = 240,00 \text{ kN}$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = 2,50$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \{ 1,04; 1,67; 1,0 \} = 1,0$$

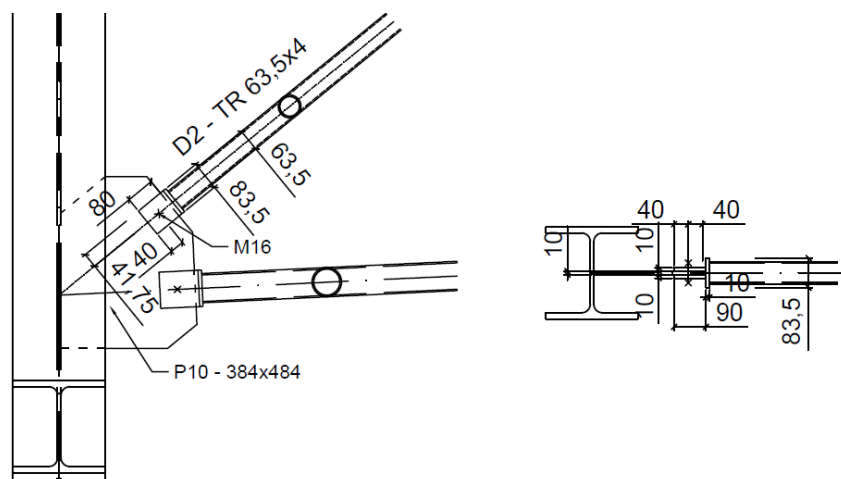
$$\alpha_d = \left\{ \frac{e_1}{3d_0} \right\} = \left\{ \frac{50}{3 \cdot 16} \right\} = 1,04$$

$$\frac{F_{V,Ed,y}}{F_{V,Rd,y}} \leq 1,0$$

$$\frac{23,41}{240,00} \leq 1,0$$

$0,10 \leq 1,0$... vyhovuje

2.6.8 Připojení Diagonály D2 (TR 63,5x4) na sloup



Šroub M16, třídy 6.8

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

$$A = 201 \text{ mm}^2$$

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

$$d_m = 25,9 \text{ mm}$$

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

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

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

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

Tloušťka čelního plechu: $t_c = 10 \text{ mm}$

Tloušťka styčnickového plechu: $t_s = 10 \text{ mm}$

Počet stříhových rovin: $n = 2$

Rozteče:

$$e_1 = 40 \text{ mm} > 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 18 = 21,6 \text{ mm}$$

$$e_2 = 41,75 \text{ mm} > 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 18 = 21,6 \text{ mm}$$

Spoj je namáhán pouze osovou silou N_{Ed} .

$$N_{Ed} = 14,63 \text{ kN}$$

2.6.8.1 Posouzení oslabeného průřezu vidlice

$$A_{osl} = 2 \cdot (b - d_0) \cdot t_1 = 2 \cdot (0,0835 - 0,018) \cdot 0,01 = 1,31 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$N_{Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{osl} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,9 \cdot 1,31 \cdot 10^{-4} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 27,70 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{14,63}{27,70} \leq 1,0$$

$$0,55 < 1,0$$

2.6.8.2 Posouzení na stříh

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed} = N_{Ed} = 14,63 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{V,Rd} = \frac{n \cdot \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{2 \cdot 0,6 \cdot 600 \cdot 157}{1,25} = 90,43 \text{ kN}$$

$\alpha_v = 0,6$... pro třídu 6.8; stříhová rovina prochází závitem

$$\frac{F_{V,Ed,y}}{F_{V,Rd,y}} \leq 1,0$$

$$\frac{14,63}{90,43} \leq 1,0$$

$0,16 \leq 1,0$... vyhovuje

2.6.8.3 Posouzení na otláčení

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed} = N_{Ed} = 14,63 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,50 \cdot 0,83 \cdot 600 \cdot 16 \cdot 10}{1,25} = 160,00 \text{ kN}$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = 2,50$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \{ 0,83; 1,67; 1,0 \} = 0,83$$

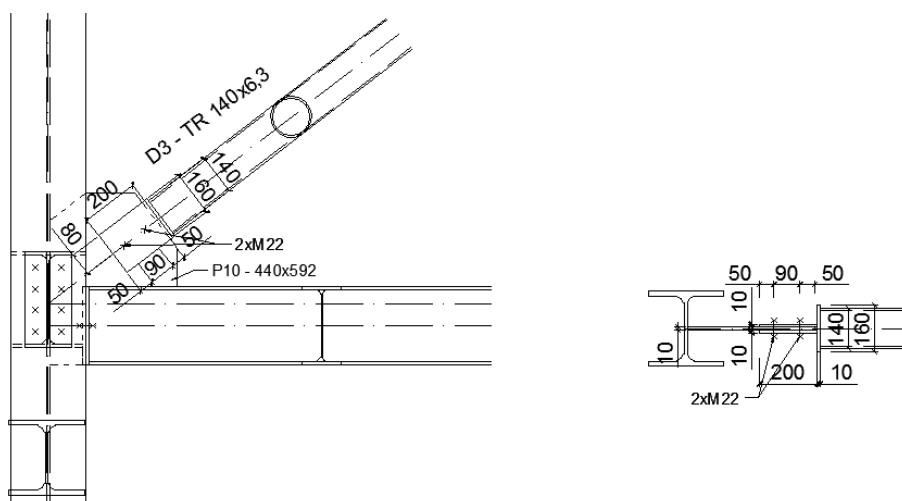
$$\alpha_d = \left\{ \frac{e_1}{3d_0} \right\} = \left\{ \frac{40}{3 \cdot 16} \right\} = 0,83$$

$$\frac{F_{V,Ed,y}}{F_{V,Rd,y}} \leq 1,0$$

$$\frac{14,63}{160,00} \leq 1,0$$

$0,09 \leq 1,0$... vyhovuje

2.6.9 Připojení Diagonály D3 (TR 140x6,3) na sloup



Šrouby M22, třídy 6.8

$$d = 22 \text{ mm}$$

$$A = 380 \text{ mm}^2$$

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

$$d_m = 35,5 \text{ mm}$$

$$A_s = 303 \text{ mm}^2$$

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

$$d_0 = 24 \text{ mm}$$

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

Tloušťka čelního plechu: $t_c = 10 \text{ mm}$

Tloušťka styčnickového plechu: $t_s = 10 \text{ mm}$

Rozteče:

$$e_1 = 50 \text{ mm} > 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 24 = 28,8 \text{ mm}$$

$$e_2 = 80 \text{ mm} > 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 24 = 28,8 \text{ mm}$$

$$p_1 = 90 \text{ mm} > 2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 24 = 52,8 \text{ mm}$$

Spoj je namáhán pouze osovou silou: $N_{Ed} = 210,68 \text{ kN}$

Počet stříhových rovin: $n = 2$

2.6.9.1 Posouzení oslabeného průřezu vidlice

$$A_{osl} = 2 \cdot (b - d_0) \cdot t_1 = 2 \cdot (0,16 - 0,024) \cdot 0,01 = 2,72 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$N_{Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{osl} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,9 \cdot 2,72 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 575,28 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{210,68}{575,28} \leq 1,0$$

$$0,37 < 1,0$$

2.6.9.2 Posouzení na stříh

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed} = \frac{N_{Ed}}{2} = 105,34 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{V,Rd} = \frac{n \cdot \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{2 \cdot 0,6 \cdot 600 \cdot 303}{1,25} = 174,53 \text{ kN}$$

$\alpha_v = 0,6$... pro třídu 6.8; stříhová rovina prochází závitem

$$\frac{F_{V,Ed,y}}{F_{V,Rd,y}} \leq 1,0$$

$$\frac{105,34}{174,53} \leq 1,0$$

$0,60 \leq 1,0$... vyhovuje

2.6.9.3 Posouzení na otláčení

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed} = \frac{N_{Ed}}{2} = 105,34 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,50 \cdot 0,69 \cdot 600 \cdot 22 \cdot 10}{1,25} = 183,33 \text{ kN}$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = 2,50$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \{ 0,69; 1,67; 1,0 \} = 0,69$$

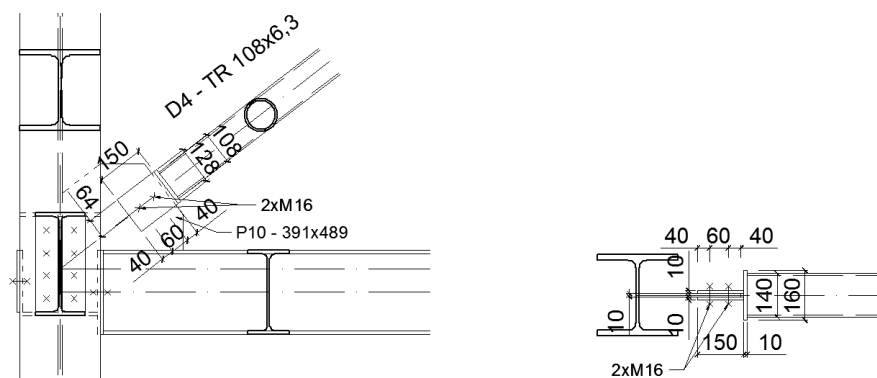
$$\alpha_d = \left\{ \frac{e_1}{3d_0} \right\} = \left\{ \frac{50}{3 \cdot 24} \right\} = 0,69$$

$$\frac{F_{V,Ed,y}}{F_{V,Rd,y}} \leq 1,0$$

$$\frac{105,34}{183,33} \leq 1,0$$

$0,57 \leq 1,0$... vyhovuje

2.6.10 Připojení Diagonály D4 (TR 108x6,3) na sloup



Šrouby M16, třídy 6.8

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

$$A = 201 \text{ mm}^2$$

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

$$d_m = 25,9 \text{ mm}$$

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

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

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

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

Tloušťka čelního plechu: $t_c = 10 \text{ mm}$

Tloušťka styčnickového plechu: $t_s = 10 \text{ mm}$

Rozteče:

$$e_1 = 40 \text{ mm} > 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 24 = 28,8 \text{ mm}$$

$$e_2 = 64 \text{ mm} > 1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 24 = 28,8 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm} > 2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 24 = 52,8 \text{ mm}$$

Spoj je namáhán pouze osovou silou: $N_{Ed} = 124,57 \text{ kN}$

Počet stříhových rovin: $n = 2$

2.6.10.1 Posouzení oslabeného průřezu vidlice

$$A_{osl} = 2 \cdot (b - d_0) \cdot t_1 = 2 \cdot (0,128 - 0,018) \cdot 0,01 = 2,20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$N_{Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{osl} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,9 \cdot 2,20 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6}{1,0} = 465,30 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{124,57}{465,30} \leq 1,0$$

$$0,27 < 1,0$$

2.6.10.2 Posouzení na stříh

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed} = \frac{N_{Ed}}{2} = 62,29 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{V,Rd} = \frac{n \cdot \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{2 \cdot 0,6 \cdot 600 \cdot 157}{1,25} = 90,43 \text{ kN}$$

$\alpha_v = 0,6$... pro třídu 6.8; stříhová rovina prochází závitem

$$\frac{F_{V,Ed,y}}{F_{V,Rd,y}} \leq 1,0$$

$$\frac{62,29}{90,43} \leq 1,0$$

0,69 ≤ 1,0 ... *vyhovuje*

2.6.10.3 Posouzení na otlačení

Návrhová síla na jeden šroub:

$$F_{V,Ed} = \frac{N_{Ed}}{2} = 62,29 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost jednoho šroubu:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,50 \cdot 0,74 \cdot 600 \cdot 16 \cdot 10}{1,25} = 142,22 \text{ kN}$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = 2,50$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \alpha_d \cdot \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \{ 0,74; 1,67; 1,0 \} = 0,74$$

$$\alpha_d = \left\{ \frac{e_1}{3d_0} \right\} = \left\{ \frac{40}{3 \cdot 18} \right\} = 0,74$$

$$\frac{F_{V,Ed,y}}{F_{V,Rd,y}} \leq 1,0$$

$$\frac{62,29}{142,22} \leq 1,0$$

0,44 ≤ 1,0 ... *vyhovuje*

2.7 MSP – Posouzení průhybů

2.7.1 Průvlak 1 (IPE 360)

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : C03

Průřez : Průvlak_1 - IPE360

Prvek	dx [m]	Stav	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	fix [mrad]	fiy [mrad]	fiz [mrad]	Výslednice [mm]
B1636	7,800	C03/1	-1,3	6,1	-2,6	-0,8	-0,7	-0,3	6,7
B1602	0,000	C03/7	1,7	-0,7	-1,2	0,2	0,4	0,1	2,1
B1634	0,000	C03/4	0,6	-7,0	-2,5	1,1	0,8	0,1	7,5
B1639	3,900	C03/2	0,5	8,5	-11,1	-7,4	0,0	0,1	13,9
B1636	3,900	C03/4	-0,9	7,1	-11,6	-3,2	0,0	0,1	13,6
B220	4,550	C03/5	0,0	-0,3	0,9	-1,4	0,0	0,0	1,0
B1639	2,600	C03/8	-0,4	5,7	-5,4	-10,2	1,2	0,4	7,8
B1605	5,200	C03/9	0,7	-3,4	-5,5	9,5	-1,2	0,4	6,4
B1636	6,500	C03/4	-1,0	7,1	-6,4	-1,9	-2,9	-0,1	9,7
B1605	1,300	C03/6	0,9	-3,9	-6,1	3,3	2,9	-0,5	7,3
B529	0,000	C03/3	-0,2	-1,1	-1,5	0,3	0,3	-0,9	1,9
B231	1,300	C03/4	0,0	1,2	-3,2	-2,7	2,4	0,7	3,4

Výsledná deformace:

$$\delta_2 = 13,9 \text{ mm}$$

$$\delta_2 \leq \frac{L}{400} = \frac{7800}{400} = 19,5 \text{ mm}$$

13,9 mm < 19,5 mm ... vyhovuje

2.7.2 Průvlak 2 (IPE 330)

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : C03

Průřez : Průvlak_2 - IPE330

Prvek	dx [m]	Stav	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	fix [mrad]	fiy [mrad]	fiz [mrad]	Výslednice [mm]
B1645	5,200	C03/1	-1,3	6,9	-1,8	-1,3	-0,5	-0,2	7,2
B1611	0,000	C03/2	1,7	-3,1	-0,7	0,5	0,5	0,3	3,6
B1609	0,650	C03/3	-0,4	-4,9	-2,1	1,5	1,1	0,0	5,3
B1644	3,900	C03/4	-1,0	8,1	-3,1	-3,0	-1,1	0,0	8,7
B1624	2,900	C03/2	0,5	6,5	-5,7	0,2	-0,4	0,1	8,7
B265	4,550	C03/5	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2
B1631	0,300	C03/4	-0,3	5,7	-1,9	-7,2	1,0	1,1	6,0
B1627	0,300	C03/6	0,2	1,6	-3,1	6,6	0,3	2,4	3,5
B261	5,500	C03/6	0,0	0,0	0,0	0,0	-3,1	-0,1	0,0
B261	1,300	C03/6	0,0	0,2	-2,5	-0,4	1,8	0,2	2,5
B498	5,200	C03/3	-0,2	-1,1	-1,5	0,3	0,3	-0,9	1,9
B1619	5,500	C03/2	1,6	2,6	-2,5	-0,4	0,1	4,6	4,0

Výsledná deformace:

$$\delta_2 = 8,7 \text{ mm}$$

$$\delta_2 \leq \frac{L}{400} = \frac{5200}{400} = 13 \text{ mm}$$

8,7 mm < 13 mm ... vyhovuje

2.7.3 Stropnice 1 (IPE 270)

Rozpětí nosníku: $L = 7,80 \text{ m}$

Vzdálenost nosníků: $B = 2,60 \text{ m}$

Ocel S 235; Beton C 25/30; Plech VSŽ 11002 (600x50x1,0

Rozměry ocel. průřezu: $h = 270 \text{ mm}$

$$b = 135 \text{ mm}$$

$$t_p = 10,2 \text{ mm}$$

$$t_s = 6,6 \text{ mm}$$

- Průřezové charakteristiky ocelového profilu:

Plocha průřezu: $A_a = 4,590 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

Plastický průřezový modul: $W_{pl,y} = 4,840 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

Moment setrvačnosti: $I_a = 5,79 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$

- Průřezové charakteristiky betonové desky profilu:

Tloušťka betonu: $t_c = 120 \text{ mm} = 0,12 \text{ m}$

Rozteč ocelových nosníků: $B = 2600 \text{ mm} = 2,60 \text{ m}$

Efektivní šířka: $b_{eff} = L/4 = 7,80/4 = 1,95 \text{ m}$

Plocha efektivního průřezu: $A_c = b_{eff} \cdot t_c = 1,95 \cdot 0,12 = 0,234 \text{ m}^2$

- Materiálové charakteristiky:

Mez kluzu oceli: $f_{yk} = f_{yd} = 235 \text{ MPa}$

Modul pružnosti oceli: $E_a = 210 \text{ GPa}$

Charakteristika mez pevnosti betonu: $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

Návrhová mez pevnosti betonu: $f_{cd} = 0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \cdot 25 / 1,5 = 14,2 \text{ MPa}$

Modul pružnosti betonu: $E_c = 15,25 \text{ GPa}$

3.7.3.1 Výpočet průhybu bez spřažení- 1. fáze výstavby

Průřez je zatížen pouze vlastní tíhou a tíhou spřažené betonové desky:

- Vlastní tíha ocelového profilu: $g_{VT} = 0,36 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$

- Tíha spřažené betonové desky: $g_{BD} = 2,33 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$

$$g_{k1} = g_{VT} + g_{BD} \cdot B = 0,36 + 2,33 \cdot 2,6 = 6,405 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Průhyb průřezu bez spřažení:

$$\delta_{2,1} = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_{k1} \cdot L^4}{E_a \cdot I_a} = \frac{5}{384} \cdot \frac{6,405 \cdot 10^3 \cdot 7,2^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 5,79 \cdot 10^{-5}} = 0,018 \text{ m} = 18 \text{ mm}$$

3.7.3.2 Výpočet průhybu po spřažení – 2. fáze výstavby

Průřez je zatížen pouze tíhou potěrového betonu, zatížením od dopravy, zatížením sněhem a zatížením větrem:

- Tíha potěrového betonu: $g_{PB} = 0,75 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$

- Zatížení od dopravy: $q_D = 2,5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$

- Zatížení sněhem: $q_S = 0,8 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$

- Zatížení větrem: $q_V = 0,122 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$

$$g_{k2} = g_{PB} \cdot B + q_D \cdot B + q_S \cdot B + \Psi \cdot q_V \cdot B = 0,75 \cdot 2,6 + 2,5 \cdot 2,6 + 0,8 \cdot 2,6 + 0,6 \cdot 0,122 \cdot 2,6 =$$

$$g_{k2} = 10,72 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Poměr modulů pružnosti:

$$n = \frac{E_a}{E_c} = \frac{210}{15,25} = 13,77$$

Vzdálenost osy betonu od horního okraje průřezu: $x_c = 0,06 \text{ m}$

Vzdálenost osy ocelového průřezu od horního okraje průřezu: $x_a = 0,255 \text{ m}$

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_a \cdot x_a + \frac{1}{n} \cdot A_c \cdot x_c}{A_a + \frac{1}{n} \cdot A_c} = \frac{4,59 \cdot 10^{-3} \cdot 0,255 + \frac{1}{13,77} \cdot 0,234 \cdot 0,06}{4,59 \cdot 10^{-3} + \frac{1}{13,77} \cdot 0,234} = 0,101 \text{ m} = 101 \text{ mm}$$

Výpočet momentu setrvačnosti spřaženého průřezu:

$$I_1 = I_a + A_a \cdot z_a^2 + \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot b_{eff} \cdot t_c^2 + t_c \cdot b_{eff} \cdot z_c^2 \right)$$

$$z_a = x_a - x = 0,255 - 0,101 = 0,154 \text{ m}$$

$$z_c = x - x_c = 0,101 - 0,06 = 0,041 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} I_1 &= 5,79 \cdot 10^{-5} + 4,59 \cdot 10^{-3} \cdot 0,154^2 + \frac{1}{13,77} \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 1,95 \cdot 0,12^3 + 0,12 \cdot 1,95 \cdot 0,041^2 \right) \\ &= 2,16 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4 \end{aligned}$$

Výpočet momentu setrvačnosti spřaženého průřezu:

$$\delta_{2,2} = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_{k2} \cdot L^4}{E_a \cdot I_a} = \frac{5}{384} \cdot \frac{10,72 \cdot 10^3 \cdot 7,8^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 2,16 \cdot 10^{-4}} = 0,011 \text{ m} = 11 \text{ mm}$$

3.7.3.3 Celkový průhyb - posouzení

$$\delta_2 = \delta_{2,1} + \delta_{2,2} = 18 + 11 = 29 \text{ mm}$$

$$\delta_2 \leq \frac{L}{250} = \frac{7800}{250} = 31,2 \text{ mm}$$

$29 \text{ mm} < 31,2 \text{ mm} \dots \text{vyhovuje}$

2.7.4 Stropnice 2 (IPE 200)

Rozpětí nosníku: $L = 5,20 \text{ m}$

Vzdálenost nosníků: $B = 2,60 \text{ m}$

Ocel S 235; Beton C 25/30; Plech VSŽ 11002 (600x50x1,0

Rozměry ocel. průřezu: $h = 200 \text{ mm}$

$b = 100 \text{ mm}$

$t_p = 8,5 \text{ mm}$

$t_s = 5,6 \text{ mm}$

- Průřezové charakteristiky ocelového profilu:

Plocha průřezu: $A_a = 2,85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

Plastický průřezový modul: $W_{pl,y} = 2,21 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

Moment setrvačnosti: $I_a = 1,94 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$

- Průřezové charakteristiky betonové desky profilu:

Tloušťka betonu: $t_c = 120 \text{ mm} = 0,12 \text{ m}$

Rozteč ocelových nosníků: $B = 2600 \text{ mm} = 2,60 \text{ m}$

Efektivní šířka: $b_{eff} = L/4 = 5,2/4 = 1,3 \text{ m}$

Plocha efektivního průřezu: $A_c = b_{eff} \cdot t_c = 1,3 \cdot 0,12 = 0,156 \text{ m}^2$

- Materiálové charakteristiky:

Mez kluzu oceli: $f_{yk} = f_{yd} = 235 \text{ MPa}$

Modul pružnosti oceli: $E_a = 210 \text{ GPa}$

Charakteristika mez pevnosti betonu: $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

Návrhová mez pevnosti betonu: $f_{cd} = 0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \cdot 25 / 1,5 = 14,2 \text{ MPa}$

Modul pružnosti betonu: $E_c = 15,25 \text{ GPa}$

3.7.4.1 Výpočet průhybu bez spřažení- 1. fáze výstavby

Průřez je zatížen pouze vlastní tíhou a tíhou spřažené betonové desky:

- Vlastní tíha ocelového profilu: $g_{VT} = 0,224 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$

- Tíha spřažené betonové desky: $g_{BD} = 2,33 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$

$$g_{k1} = g_{VT} + g_{BD} \cdot B = 0,224 + 2,33 \cdot 2,6 = 6,282 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Průhyb průřezu bez spřažení:

$$\delta_{2,1} = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_{k1} \cdot L^4}{E_a \cdot I_a} = \frac{5}{384} \cdot \frac{6,282 \cdot 10^3 \cdot 5,2^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 1,94 \cdot 10^{-5}} = 0,015 \text{ m} = 15 \text{ mm}$$

3.7.4.2 Výpočet průhybu po spřažení – 2. fáze výstavby

Průřez je zatížen pouze tíhou potěrového betonu, zatížením od dopravy, zatížením sněhem a zatížením větrem:

- Tíha potěrového betonu: $g_{PB} = 0,75 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$

- Zatížení od dopravy: $q_D = 2,5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$

- Zatížení sněhem: $q_S = 0,8 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$

- Zatížení větrem: $q_V = 0,122 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$

$$g_{k2} = g_{PB} \cdot B + q_D \cdot B + q_S \cdot B + \Psi \cdot q_V \cdot B = 0,75 \cdot 2,6 + 2,5 \cdot 2,6 + 0,8 \cdot 2,6 + 0,6 \cdot 0,122 \cdot 2,6 =$$

$$g_{k2} = 10,72 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Poměr modulů pružnosti:

$$n = \frac{E_a}{E_c} = \frac{210}{15,25} = 13,77$$

Vzdálenost osy betonu od horního okraje průřezu: $x_c = 0,06 \text{ m}$

Vzdálenost osy ocelového průřezu od horního okraje průřezu: $x_a = 0,22 \text{ m}$

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_a \cdot x_a + \frac{1}{n} \cdot A_c \cdot x_c}{A_a + \frac{1}{n} \cdot A_c} = \frac{2,85 \cdot 10^{-3} \cdot 0,22 + \frac{1}{13,77} \cdot 0,156 \cdot 0,06}{2,85 \cdot 10^{-3} + \frac{1}{13,77} \cdot 0,156} = 0,092 \text{ m} = 92 \text{ mm}$$

Výpočet momentu setrvačnosti spřaženého průřezu:

$$I_1 = I_a + A_a \cdot z_a^2 + \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot b_{eff} \cdot t_c^2 + t_c \cdot b_{eff} \cdot z_c^2 \right)$$

$$z_a = x_a - x = 0,22 - 0,092 = 0,128 \text{ m}$$

$$z_c = x - x_c = 0,092 - 0,06 = 0,032 \text{ m}$$

$$I_1 = 1,94 \cdot 10^{-5} + 2,85 \cdot 10^{-3} \cdot 0,128^2 + \frac{1}{13,77} \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 1,3 \cdot 0,12^3 + 0,12 \cdot 1,3 \cdot 0,032^2 \right) = 9,13 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

Výpočet momentu setrvačnosti spřaženého průřezu:

$$\delta_{2,2} = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_{k2} \cdot L^4}{E_a \cdot I_a} = \frac{5}{384} \cdot \frac{10,72 \cdot 10^3 \cdot 5,2^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 9,13 \cdot 10^{-5}} = 0,005 \text{ m} = 5 \text{ mm}$$

2.7.5 Sloup 1 (HEB 300)

Lineární výpočet, Extrém : Globální
Výběr : Vše
Kombinace : CO3
Průřez : Sloup 1 - HEB300

Prvek	dx [m]	Stav	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	fix [mrad]	fiy [mrad]	fiz [mrad]	Výslednice [mm]
B679	3,000	CO3/36	-3,5	-3,0	-0,3	1,1	-0,6	-0,3	4,6
B66	0,000	CO3/41	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0
B678	3,000	CO3/36	-3,4	-3,1	-0,3	-1,4	0,6	-0,3	4,6
B710	3,000	CO3/31	-3,4	4,1	-0,5	-1,4	-0,6	0,3	5,4
B715	2,400	CO3/42	-2,5	2,2	-1,0	-0,4	-0,1	0,1	3,5
B675	2,400	CO3/30	-2,6	-1,6	0,7	-1,2	0,0	-0,1	3,1
B170	3,000	CO3/37	-2,5	-1,9	0,2	-1,5	0,4	-0,5	3,1
B719	3,000	CO3/43	-1,5	-0,2	-0,1	3,9	0,0	0,0	1,6
B702	3,000	CO3/32	-3,4	4,0	0,4	-1,3	-0,7	0,3	5,3
B199	0,000	CO3/36	-0,2	0,0	-0,3	1,6	0,9	0,0	0,3
B179	1,800	CO3/36	-1,7	-1,1	-0,1	-0,3	0,0	-0,6	2,0
B189	1,800	CO3/31	-1,7	1,6	-0,1	-0,3	0,1	0,8	2,3

Výsledná deformace:

$$\delta_2 = 5,4 \text{ mm}$$

$$\delta_2 \leq \frac{L}{150} = \frac{3000}{150} = 20 \text{ mm}$$

5,4 mm < 20 mm ... vyhovuje

2.7.6 Sloup 2 (HEB 260)

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Vše

Kombinace : CO3

Průřez : Sloup 2 - HEB260

Prvek	dx [m]	Stav	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	fix [mrad]	fiy [mrad]	fiz [mrad]	Výslednice [mm]
B1526	3,000	CO3/32	-5,3	11,7	0,5	0,6	1,0	2,1	12,9
B144	0,000	CO3/44	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,2	0,0
B1406	3,000	CO3/37	-2,4	-8,1	0,3	-0,9	1,4	-1,5	8,4
B1422	3,000	CO3/32	-1,7	13,5	0,8	0,3	-1,2	2,8	13,6
B1415	3,000	CO3/31	-1,0	-6,3	-2,6	0,3	0,9	-1,1	6,9
B1592	1,800	CO3/30	-1,5	5,6	2,0	3,2	-0,1	2,2	6,1
B1185	3,000	CO3/31	-2,3	6,4	-0,4	-1,4	-0,5	1,4	6,8
B1418	3,000	CO3/31	-3,4	3,8	-2,6	8,4	0,2	0,7	5,8
B1501	3,000	CO3/39	-2,5	12,8	0,1	-1,3	-1,6	2,8	13,1
B1585	3,000	CO3/39	-3,4	7,9	-0,7	2,0	2,1	2,7	8,7
B1409	3,000	CO3/38	-2,0	-7,8	0,4	-0,5	1,6	-1,6	8,1
B1429	3,000	CO3/45	-2,4	12,9	1,4	-0,6	-1,6	3,0	13,2

Výsledná deformace:

$$\delta_2 = 13,6 \text{ mm}$$

$$\delta_2 \leq \frac{L}{150} = \frac{3000}{150} = 20 \text{ mm}$$

13,6 mm < 20 mm ... vyhovuje

2.7.7 Celková deformace

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Pojmenovaný výběr - Bez stropnic

Kombinace : ÚÚ1

Uzel	Stav	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]
N1145	CO1/1	-19,0	0,6	-22,9
N1060	ÚÚ1/9	11,3	-0,6	-10,8
N1169	CO1/55	-16,3	-2,5	-1,4
N1084	CO1/1	-1,9	3,5	-4,4
N1073	CO1/7	-18,8	-1,8	-23,2
N46	CO1/18	0,0	0,0	0,0

Výsledná deformace:

$$\delta_2 = 23,2 \text{ mm}$$

$$\delta_2 \leq \frac{h}{500} = \frac{19230}{500} = 38,46 \text{ mm}$$

23,2 mm < 38,46 mm ... vyhovuje

2.8 MSÚ – Posouzení požární odolnosti

2.8.1 Průvlak 1 – IPE 360

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Průvlak_1 - IPE360

EN 1993-1-2 posudek požární odolnosti

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B1639	7,800 m	IPE360	S 355	CO1/1	0,91 -
--------------------	----------------	---------------	--------------	--------------	---------------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25
Gamma M,fi for resistance to fire	1,00

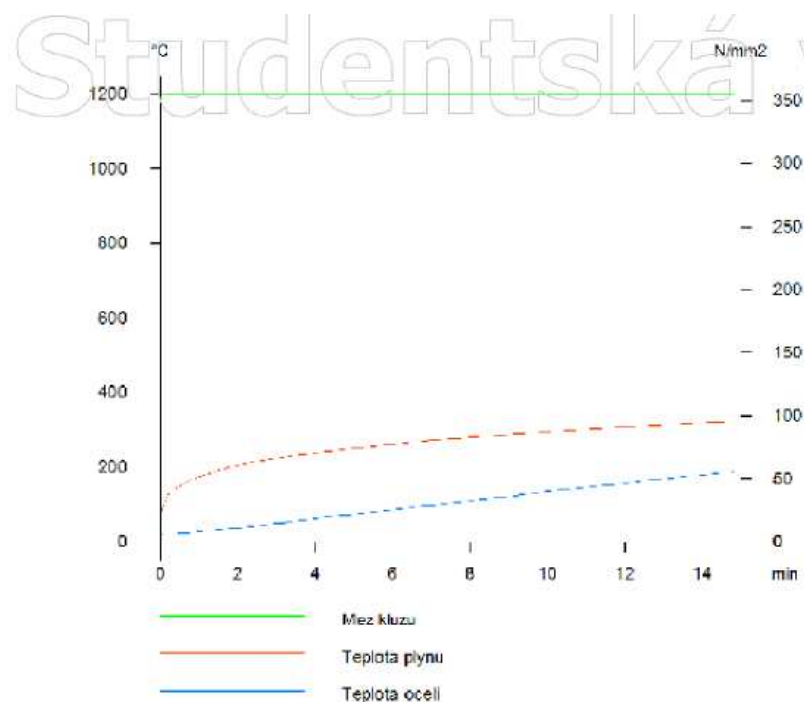
Materiál		
Mez kluzu fy	355,0	MPa
Mezní pevnost fu	490,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

Požární odolnost

Posouzení v oblasti pevnosti podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Požární odolnost		
Křivka teplota - čas	Křivka pomalého zahřívání	
Součinitel přenosu tepla prouděním alpha,c	25,00	W/m²K
Emisivita vztažená k požárnímu úseku epsilon,f	1,00	
Emisivita vztažená k povrchu materiálu epsilon,m	0,70	
Polohový faktor toku tepla sáláním phi	1,00	
Požadovaná požární odolnost R	15,00	min
Teplota plynu theta,g	323,07	°C
Teplota materiálu theta,a,t	189,24	°C
Expozice nosníku	3 strany	
Krytá pásnice	Horní pásnice	
Adaptační součinitel pro průřez kappa,1	0,70	
Adaptační součinitel pro nosník kappa,2	1,00	
Součinitel průřezu pro nechráněné ocelové dílce Am/V	1,6272e+02	l/m
Opravný součinitel pro efekt stínu k,sh	0,68	
Redukční součinitel pro mez kluzu k,y,theta	1,00	
Redukční součinitel pro modul E k,E,theta	0,91	

Výsledky posudků uvedených níže jsou uvedeny v požadovaném čase t = 15,00 min.



....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	37,33
Třída 1 limit	45,29
Třída 2 limit	52,15
Třída 3 limit	78,47

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	4,96
Třída 1 limit	6,22
Třída 2 limit	6,92
Třída 3 limit	9,59

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N _{fi} ,Ed	-71,31	kN
V _{yfi} ,Ed	-1,75	kN
V _{zfi} ,Ed	136,04	kN
T _{fi} ,Ed	0,18	kNm
M _{yfi} ,Ed	-223,41	kNm
M _{zfi} ,Ed	3,00	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.2 a rovnice (4.5)

A	7,2700e-03	m ²
N _{fi} ,t,Rd	2580,85	kN
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek ohybového momentu pro My

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.10)

W _{pl,y}	1,0190e-03	m ³
M _{pl,y} ,Rd	361,75	kNm
M _{yfi} ,theta,Rd	361,75	kNm
M _{yfi} ,t,Rd	516,78	kNm
Jedn. posudek	0,43	-

Posudek ohybového momentu pro Mz

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.10)

W _{pl,z}	1,9100e-04	m ³
M _{pl,z} ,Rd	67,81	kNm
M _{zfi} ,theta,Rd	67,81	kNm
M _{zfi} ,t,Rd	96,86	kNm
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.16)

Eta	1,20	
Av	4,5260e-03	m ²
V _{pl,y} ,Rd	927,65	kN
V _{yfi} ,t,Rd	927,65	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.16)

Eta	1,20	
Av	3,5108e-03	m ²
V _{pl,z} ,Rd	719,57	kN
V _{zfi} ,t,Rd	719,57	kN
Jedn. posudek	0,19	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Podle EN 1993-1-1 článku 7.2.6 a rovnice (6.23)

Tau _t ,fi,Ed	6,2	MPa
Tau _{fi} ,t,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,03	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)

$M_y, f_{t,Rd}$	516,78	kNm
Alfa	2,00	
$M_z, f_{t,Rd}$	96,86	kNm
Beta	1,00	

Jednotkový posudek (4.9) = $0,19 + 0,03 = 0,22$ -

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.33) i (6.34) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy y-y se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.35) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy z-z se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	37,33
Třída 1 limit	45,29
Třída 2 limit	52,15
Třída 3 limit	78,47

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	4,96
Třída 1 limit	6,22
Třída 2 limit	6,92
Třída 3 limit	9,59

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.2 a rovnice (4.5)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčnic	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	7,800	2,600	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	7,800	2,600	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	5542,65	3197,84	kN
Štíhlost Lambda	52,14	68,64	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,68	0,90	
Poměrná štíhlost Lambda,rel,theta	0,72	0,94	
Imperfekce Alfa	0,53	0,53	
Redukční součinitel Chi,fi	0,64	0,52	
Únosnost na vzpěr Nb,fi,t,Rd	1652,16	1341,95	kN

Posudek rovinného vzpěru

Průřezová plocha A	7,2700e-03	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,fi,t,Rd	1341,95	kN
Jedn. posudek	0,05	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.2 a rovnice (4.5)

Poznámka: Pro tento I průřez je únosnost na prostorový vzpěr vyšší než únosnost na rovinný vzpěr. Prostorový vzpěr proto není ve výstupu uveden.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.11)

Parametry klopení		
Plastický modul průřezu Wpl,y	1,0190e-03	m ³
Pružný kritický moment Mcr	1539,63	kNm
Poměrná štíhlost Lambda,rel,LT	0,48	
Poměrná štíhlost Lambda,rel,LT,theta	0,51	
Imperfekce Alpha,LT	0,53	
Redukční součinitel Chi,LT,fi	0,75	
Návrhová únosnost na vzpěr Mb,fi,t,Rd	271,36	kNm
Jedn. posudek	0,82	-

Parametry M _{cr}		
Délka klopení L	2,600	m
Vliv pozice zatížení	stabilizující	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel kw	1,00	
Součinitel momentu na klopení C ₁	2,42	
Součinitel momentu na klopení C ₂	0,00	
Součinitel momentu na klopení C ₃	1,00	
Vzdálenost středu smyku d,z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	-180	mm
Konstanta monosymetrie beta,y	0	mm
Konstanta monosymetrie z,j	0	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.5 a rovnice (4.21a), (4.21b)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Průřezová plocha A	7,2700e-03	m ²
Plastický modul průřezu W _{pl,y}	1,0190e-03	m ³
Plastický modul průřezu W _{pl,z}	1,9100e-04	m ³
Návrhová tlaková síla N _{f,Ed}	71,31	kN
Návrhový ohybový moment M _{y,f,Ed}	-223,41	kNm
Návrhový ohybový moment M _{z,f,Ed}	3,00	kNm
Redukční součinitel χ _{i,min,fi}	0,52	
Redukční součinitel χ _{i,z,fi}	0,52	
Redukční součinitel χ _{i,LT,fi}	0,75	
Součinitel ekvivalentního momentu beta _{M,y}	1,30	
Součinitel μ _y	-0,86	
Interakční součinitel k _y	1,04	
Součinitel ekvivalentního momentu beta _{M,z}	2,16	
Součinitel μ _z	0,80	
Interakční součinitel k _z	0,96	
Součinitel ekvivalentního momentu beta _{M,LT}	2,20	
Součinitel μ _{LT}	0,16	
Interakční součinitel k _{LT}	0,99	

Jednotkový posudek (4.21a) = 0,05 + 0,64 + 0,04 = 0,74 -

Jednotkový posudek (4.21b) = 0,05 + 0,82 + 0,04 = 0,91 -

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	7,800	m
Stojina	nevyztužený	
Koncový pilíř	netuhy	
Výška stojiny h _w	335	mm
Tloušťka stojiny t	8	mm
Mez kluzu f _{yw}	355,0	MPa
Šířka pásnice b _f	170	mm
Tloušťka pásnice t _f	13	mm
Mez kluzu f _{yf}	355,0	MPa
Materiálový součinitel epsilon	0,69	
Součinitel smykové korekce Eta	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku		
Štíhlost stojiny h _w /t	41,83	
Limit štíhlosti stojiny	41,49	
Štíhlost desky λ _{bda,w,theta}	0,62	
Redukční součinitel χ _{i,w,fi}	1,20	
Příspěvek stojiny V _{bw,fi,t,Rd}	658,36	kN
Únosnost pásnice M _{f,fi,t,Rd}	253,80	kNm
Součinitel pásnice c	2,332	m
Příspěvek pásnice V _{bf,fi,t,Rd}	0,94	kN
Maximální únosnost V _{b,fi,t,Rd,limit}	658,36	kN
Únosnost V _{b,fi,t,Rd}	658,36	kN
Plastická únosnost M _{pl,fi,t,Rd}	361,75	kNm
Poměr smyku eta _{3,bar}	0,21	

Jednotkový posudek (5.10) = 0,21 -

Poznámka: Interakce mezi ohybem a ztrátou stability v důsledku smyku nemusí být ověřena, protože poměr smyku nepřesahuje hodnotu 0,5.

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

2.8.2 Průvlak 2 – IPE 330

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : C01

Průřez : Průvlak_2 - IPE330

EN 1993-1-2 posudek požární odolnosti

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B1630	5,500 m	IPE330	S 355	C01/1	0,95
--------------------	----------------	---------------	--------------	--------------	-------------

Dílič souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25
Gamma M,f for resistance to fire	1,00

Materiál		
Mez kluzu fy	355,0	MPa
Mezní pevnost fu	490,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

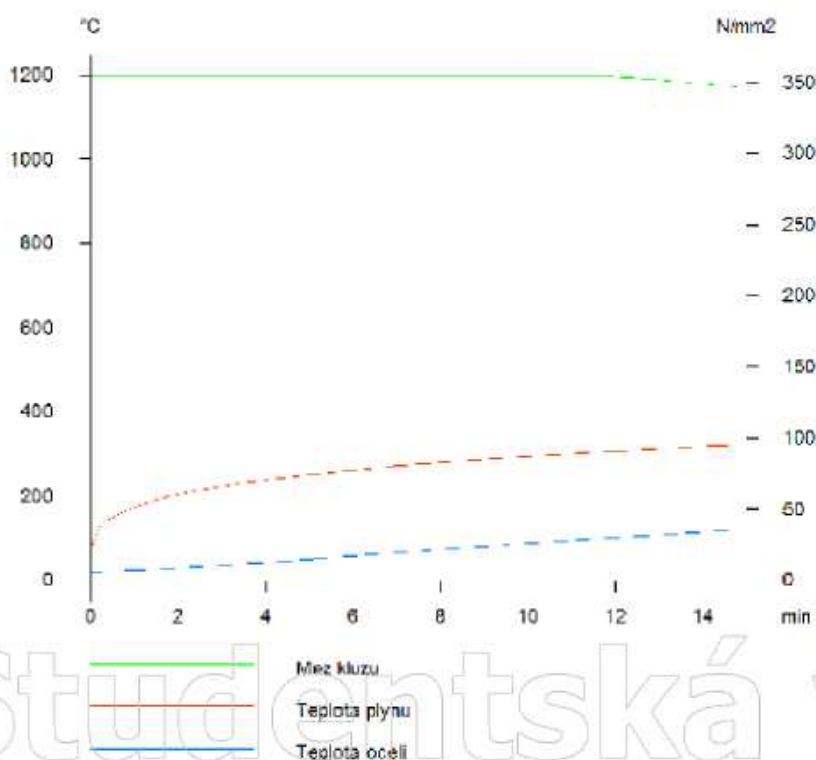
Požární odolnost

Posouzení v oblasti pevnosti podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Požární odolnost		
Křivka teplota - čas	Křivka pomalého zahřívání	
Součinitel přenosu tepla prouděním alpha,c	25,00	W/m²K
Emisivita vztažená k požárnímu úseku epsilon,f	1,00	
Emisivita vztažená k povrchu materiálu epsilon,m	0,70	
Polohový faktor toku tepla sáláním phi	1,00	
Požadovaná požární odolnost R	15,00	min
Teplota plynu theta,g	323,07	°C
Teplota materiálu theta,a,t	122,32	°C
Expozice nosníku	3 strany	
Krytá pásnice	Horní pásnice	
Adaptační součinitel pro průřez kappa,1	0,85	
Adaptační součinitel pro nosník kappa,2	1,00	
Redukční součinitel pro mez 0,2% k,0.2p,theta	0,98	
Redukční součinitel pro modul E k,E,theta	0,98	

Poznámka: Limitní teplota je určena podle metody české NP CSN-EN.

Výsledky posudků uvedené níže jsou uvedeny v požadovaném čase t = 15,00 min.



....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	36,13
Třída 1 limit	46,96
Třída 2 limit	54,08
Třída 3 limit	80,34

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	5,07
Třída 1 limit	6,22
Třída 2 limit	6,92
Třída 3 limit	9,62

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 5.500 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{fi,Ed}$	-36,83	kN
$V_{y,fi,Ed}$	2,38	kN
$V_{z,fi,Ed}$	-101,47	kN
$T_{fi,Ed}$	-0,04	kNm
$M_{y,fi,Ed}$	-151,41	kNm
$M_{z,fi,Ed}$	-3,00	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.2 a rovnice (4.5)

A	6,2600e-03	m ²
$N_{fi,t,Rd}$	2167,73	kN
Jedn. posudek	0,02	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.10)

$W_{pl,y}$	8,0400e-04	m ³
$M_{pl,y,Rd}$	285,42	kNm
$M_{y,fi,theta,Rd}$	278,41	kNm
$M_{y,fi,t,Rd}$	327,54	kNm
Jedn. posudek	0,46	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.10)

$W_{pl,z}$	1,5400e-04	m ³
$M_{pl,z,Rd}$	54,67	kNm
$M_{z,fi,theta,Rd}$	53,33	kNm
$M_{z,fi,t,Rd}$	62,74	kNm
Jedn. posudek	0,05	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.16)

Eta	1,20	
Av	3,8713e-03	m ²
$V_{pl,y,Rd}$	793,45	kN
$V_{y,fi,t,Rd}$	773,97	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.16)

Eta	1,20	
Av	3,0802e-03	m ²
$V_{pl,z,Rd}$	631,33	kN
$V_{z,fi,t,Rd}$	615,82	kN
Jedn. posudek	0,16	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Podle EN 1993-1-1 článku 7.2.6 a rovnice (6.23)

$\tau_{au,t,fi,Ed}$	1,7	MPa
$\tau_{au,fi,t,Rd}$	199,9	MPa
Jedn. posudek	0,01	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)

$M_y, f_{t,Rd}$	327,54	kNm
α_{ft}	2,00	
$M_z, f_{t,Rd}$	62,74	kNm
β	1,00	

Jednotkový posudek (4.9) = $0,21 + 0,05 = 0,26$

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.33) i (6.34) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy y-y se zanedbává.

Poznámka: Protože osová síla splňuje podmínku (6.35) z EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1(4)

její vliv na momentovou únosnost kolem osy z-z se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,950 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	36,13
Třída 1 limit	22,82
Třída 2 limit	26,28
Třída 3 limit	35,23

=> vnitřní tlačené části třída 4

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	5,07
Třída 1 limit	6,22
Třída 2 limit	6,92
Třída 3 limit	9,77

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh dílce na vzpěr

Výpočet vlastností účinné plochy přímou metodou.

Vlastnosti					
plocha průřezu A eff	5.8181e-03	m ²			
Smyk. plocha V _y eff	3.6800e-03	m ²	V _z eff	2.1381e-03	m ²
poloměr setrvačnosti I _y eff	138	mm	I _z eff	37	mm
moment setrvačnosti I _y eff	1.1145e-04	m ⁴	I _z eff	7.8615e-06	m ⁴
elastický modul průřezu W _y eff	6.7546e-04	m ³	W _z eff	9.8268e-05	m ³
Excentricita e _{ny}	0	mm	e _{nz}	0	mm

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.2 & příloha E a rovnice (4.5)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	5,500	2,600	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka L _{cr}	5,500	2,600	m
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr}	8064,36	2416,01	kN
Štíhlost Lambda	40,11	73,28	
Poměrná štíhlost Lambda _{rel}	0,51	0,92	
Poměrná štíhlost Lambda _{rel,theta}	0,51	0,92	
Imperfekce Alfa	0,53	0,53	
Redukční součinitel Chi _{fi}	0,75	0,53	
Únosnost na vzpěr N _{b,fi,t,Rd}	1513,83	1065,93	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Efektivní průřezová plocha A _{eff}	5,8181e-03	m ²
Únosnost na vzpěr N _{b,fi,t,Rd}	1065,93	kN
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.2 & příloha E a rovnice (4.5)

Poznámka: Pro tento I průřez je únosnost na prostorový vzpěr vyšší než únosnost na rovinný vzpěr. Prostorový vzpěr proto není ve výstupu uveden.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.4 & příloha E a rovnice (4.19)

Parametry klopení		
Efektivní modul průřezu $W_{eff,y}$	6,7546e-04	m ³
Pružný kritický moment M_{cr}	1156,32	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,46	
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT,\theta}$	0,45	
Imperfekce α_{LT}	0,53	
Redukční součinitel $\chi_{LT,f}$	0,78	
Návrhová únosnost na vzpěr $M_{b,f,t,Rd}$	181,79	kNm
Jedn. posudek	0,83	-

Parametry M_{cr}		
Délka klopení L	2,600	m
Vliv pozice zatížení	stabilizující	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení C_1	2,56	
Součinitel momentu na klopení C_2	0,00	
Součinitel momentu na klopení C_3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d_z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení z_g	-165	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,y}$	0	mm
Konstanta monosymetrie z_j	0	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.5 & příloha E a rovnice (4.21c), (4.21d)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Efektivní průřezová plocha A_{eff}	5,8181e-03	m ²
Efektivní modul průřezu $W_{eff,y}$	6,7546e-04	m ³
Efektivní modul průřezu $W_{eff,z}$	9,8268e-05	m ³
Návrhová tlaková síla $N_{fi,Ed}$	35,83	kN
Návrhový ohybový moment $M_{y,fi,Ed}$	-151,41	kNm
Návrhový ohybový moment $M_{z,fi,Ed}$	3,00	kNm

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Redukční součinitel $\chi_{l,min,fi}$	0,53	
Redukční součinitel $\chi_{l,z,fi}$	0,53	
Redukční součinitel $\chi_{l,LT,fi}$	0,78	
Součinitel ekvivalentního momentu $\beta_{a,M,y}$	1,31	
Součinitel $\mu_{a,y}$	-0,33	
Interakční součinitel k_y	1,01	
Součinitel ekvivalentního momentu $\beta_{a,M,z}$	2,46	
Součinitel $\mu_{a,z}$	0,80	
Interakční součinitel k_z	0,97	
Součinitel ekvivalentního momentu $\beta_{a,M,LT}$	2,31	
Součinitel $\mu_{a,LT}$	0,17	
Interakční součinitel k_{LT}	0,99	

Jednotkový posudek (4.21c) = 0,03 + 0,65 + 0,09 = 0,77 -

Jednotkový posudek (4.21d) = 0,03 + 0,83 + 0,09 = 0,95 -

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	5,500	m
Stojina	nevyztužený	
Výška stojiny h_w	307	mm
Tloušťka stojiny t	8	mm
Materiálový součinitel ϵ	0,69	
Součinitel smykové korekce η	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku	
Štíhlost stojiny h_w/t	40,93
Limit štíhlosti stojiny	41,49

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.

2.8.3 Sloup 1 – HEB 300

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Vyběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Sloup 1 - HEB300

EN 1993-1-2 posudek požární odolnosti

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B102 3,000 m HEB300 S 235 CO1/2 0,85 -

Dílič souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25
Gamma M,fi for resistance to fire	1,00

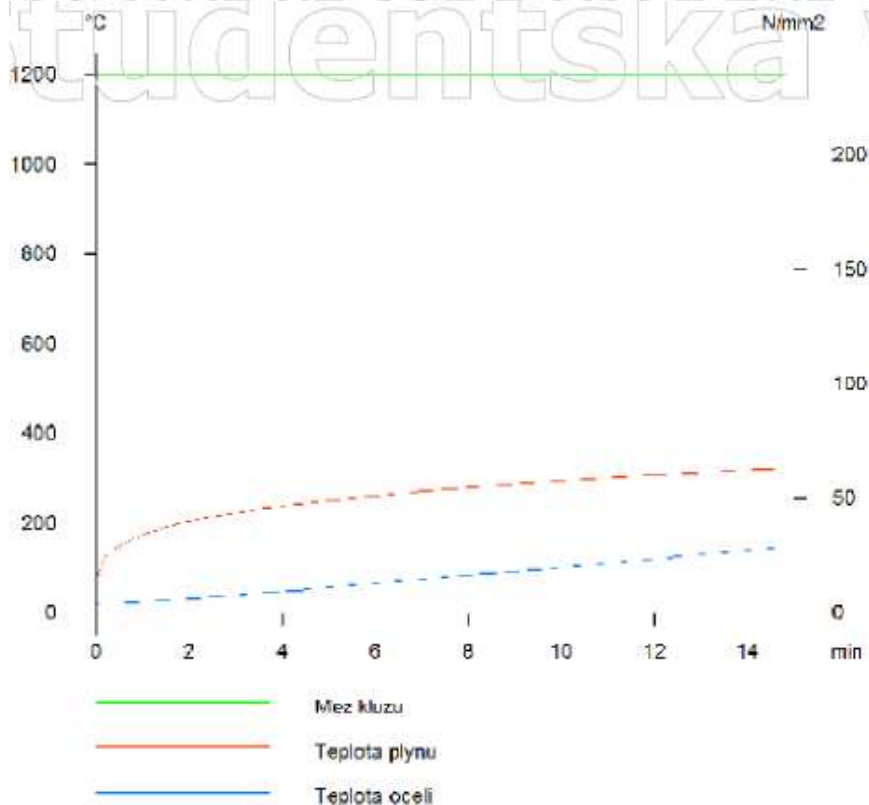
Materiál		
Mez kluzu f_y	235,0	MPa
Mezní pevnost f_u	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

Požární odolnost

Posouzení v oblasti pevnosti podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Požární odolnost		
Křivka teplota - čas	Křivka pomalého zahřívání	
Součinitel přenosu tepla prouděním α, c	25,00	W/m ² K
Emisivita vztažená k požárnímu úseku ϵ, f	1,00	
Emisivita vztažená k povrchu materiálu ϵ, m	0,70	
Polohový faktor toku tepla sáláním ϕ	1,00	
Požadovaná požární odolnost R	15,00	min
Teplota plynu $\theta_{g, t}$	323,07	°C
Teplota materiálu $\theta_{a, t}$	147,38	°C
Expozice nosníku	Všechny strany	
Adaptační součinitel pro průřez $\kappa_{a, 1}$	1,00	
Adaptační součinitel pro nosník $\kappa_{a, 2}$	1,00	
Součinitel průřezu pro nechráněné ocelové dílce A_m/V	1,1603e+02	1/m
Opravný součinitel pro efekt stínu $k_{s, sh}$	0,62	
Redukční součinitel pro mez kluzu $k_{y, \theta}$	1,00	
Redukční součinitel pro modul $E_{k, \theta}$	0,95	

Výsledky posudků uvedené níže jsou uvedeny v požadovaném čase $t = 15,00$ min.



...:POSUDEK PRŮŘEZU:...

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	18,91
Třída 1 limit	28,05
Třída 2 limit	32,30
Třída 3 limit	38,87

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	6,18
Třída 1 limit	7,65
Třída 2 limit	8,50
Třída 3 limit	11,76

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 3.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{fi,Ed}$	-1883,43	kN
$V_{y,fi,Ed}$	2,02	kN
$V_{z,fi,Ed}$	14,37	kN
$T_{fi,Ed}$	0,05	kNm
$M_{y,fi,Ed}$	43,11	kNm
$M_{z,fi,Ed}$	6,05	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.2 a rovnice (4.5)

A	1,4910e-02	m ²
$N_{fi,t,Rd}$	3503,85	kN
Jedn. posudek	0,54	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.10)

$W_{pl,y}$	1,8690e-03	m ³
$M_{pl,y,Rd}$	439,22	kNm
$M_{y,fi,theta,Rd}$	439,22	kNm
$M_{y,fi,t,Rd}$	439,22	kNm
Jedn. posudek	0,10	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.10)

$W_{pl,z}$	8,7010e-04	m ³
$M_{pl,z,Rd}$	204,47	kNm
$M_{z,fi,theta,Rd}$	204,47	kNm
$M_{z,fi,t,Rd}$	204,47	kNm
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.16)

Eta	1,20	
A_v	1,1818e-02	m ²
$V_{pl,y,Rd}$	1603,43	kN
$V_{y,fi,t,Rd}$	1603,43	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.16)

Eta	1,20	
A_v	4,7450e-03	m ²
$V_{pl,z,Rd}$	643,79	kN
$V_{z,fi,t,Rd}$	643,79	kN
Jedn. posudek	0,02	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Podle EN 1993-1-1 článku 7.2.6 a rovnice (6.23)

$\tau_{u,fi,Ed}$	0,5	MPa
$\tau_{u,fi,t,Rd}$	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)

$MN_{y,fi,t,Rd}$	230,27	kNm
Alfa	2,00	
$MN_{z,fi,t,Rd}$	172,55	kNm
Beta	2,69	

Jednotkový posudek (4.9) = $0,04 + 0,00 = 0,04$ **Poznámka:** Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

.....POSUDEK STABILITY.....**Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr**

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	18,91
Třída 1 limit	28,05
Třída 2 limit	32,30
Třída 3 limit	35,70

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	6,18
Třída 1 limit	7,65
Třída 2 limit	8,50
Třída 3 limit	11,90

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.2 a rovnice (4.5)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3,000	3,000	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka l _{cr}	3,000	3,000	m
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr}	57964,19	19719,80	kN
Štíhlost Lambda	23,09	39,59	
Poměrná štíhlost Lambda _{rel}	0,25	0,42	
Poměrná štíhlost Lambda _{rel,theta}	0,25	0,43	
Imperfekce Alfa	0,65	0,65	
Redukční součinitel Chi _{fi}	0,85	0,75	
Únosnost na vzpěr N _{b,fi,t,Rd}	2986,83	2641,13	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	1,4910e-02	m ²
Únosnost na vzpěr N _{b,fi,t,Rd}	2641,13	kN
Jedn. posudek	0,71	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.2 a rovnice (4.5)

Poznámka: Pro tento I průřez je únosnost na prostorový vzpěr vyšší než únosnost na rovinný vzpěr. Prostorový vzpěr proto není ve výstupu uveden.**Posudek klopení**

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.11)

Parametry klopení		
Plastický modul průřezu W _{pl,y}	1,8690e-03	m ³
Pružný kritický moment M _{cr}	5765,78	kNm
Poměrná štíhlost Lambda _{rel,LT}	0,28	
Poměrná štíhlost Lambda _{rel,LT,theta}	0,28	
Imperfekce Alpha _{LT}	0,65	
Redukční součinitel Chi _{LT,fi}	0,84	
Návrhová únosnost na vzpěr M _{b,fi,t,Rd}	366,94	kNm
Jedn. posudek	0,12	-

Parametry M _{cr}		
Délka klopení L	3,000	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel kw	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,77	
Součinitel momentu na klopení C2	0,00	
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d _z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení z _g	0	mm
Konstanta monosymetrie beta _y	0	mm
Konstanta monosymetrie z _j	0	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.5 a rovnice (4.21a), (4.21b)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Průřezová plocha A	1,4910e-02	m ²
Plastický modul průřezu W _{pl,y}	1,8690e-03	m ³
Plastický modul průřezu W _{pl,z}	8,7010e-04	m ³
Návrhová tlaková síla N _{fi,Ed}	1883,43	kN
Návrhový ohybový moment M _{y,fi,Ed}	43,11	kNm
Návrhový ohybový moment M _{z,fi,Ed}	6,05	kNm
Redukční součinitel χ _{i,min,fi}	0,75	
Redukční součinitel χ _{i,z,fi}	0,75	
Redukční součinitel χ _{i,LT,fi}	0,84	
Součinitel ekvivalentního momentu β _{M,y}	1,80	
Součinitel μ _y	0,73	
Interakční součinitel k _y	0,54	
Součinitel ekvivalentního momentu β _{M,z}	1,80	
Součinitel μ _z	0,63	
Interakční součinitel k _z	0,55	
Součinitel ekvivalentního momentu β _{M,LT}	1,80	
Součinitel μ _{LT}	-0,03	
Interakční součinitel k _{LT}	1,00	

Jednotkový posudek (4.21a) = 0,71 + 0,05 + 0,02 = 0,78 -

Jednotkový posudek (4.21b) = 0,71 + 0,12 + 0,02 = 0,85 -

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	3,000	m
Stojina	nevyztužený	
Výška stojiny h _w	262	mm
Tloušťka stojiny t	11	mm
Materiálový součinitel ε	0,85	
Součinitel smykové korekce Eta	1,20	
Ověření ztráty stability od smyku		
Štíhlost stojiny h _w /t	23,82	
Limit štíhlosti stojiny	51,00	

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

2.8.4 Sloup 2 – HEB 260

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Sloup 2 - HEB260

EN 1993-1-2 posudek požární odolnosti

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Prvek B195	3,000 m	HEB260	S 235	CO1/1	0,73 -
------------	---------	--------	-------	-------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25
Gamma M,fi for resistance to fire	1,00

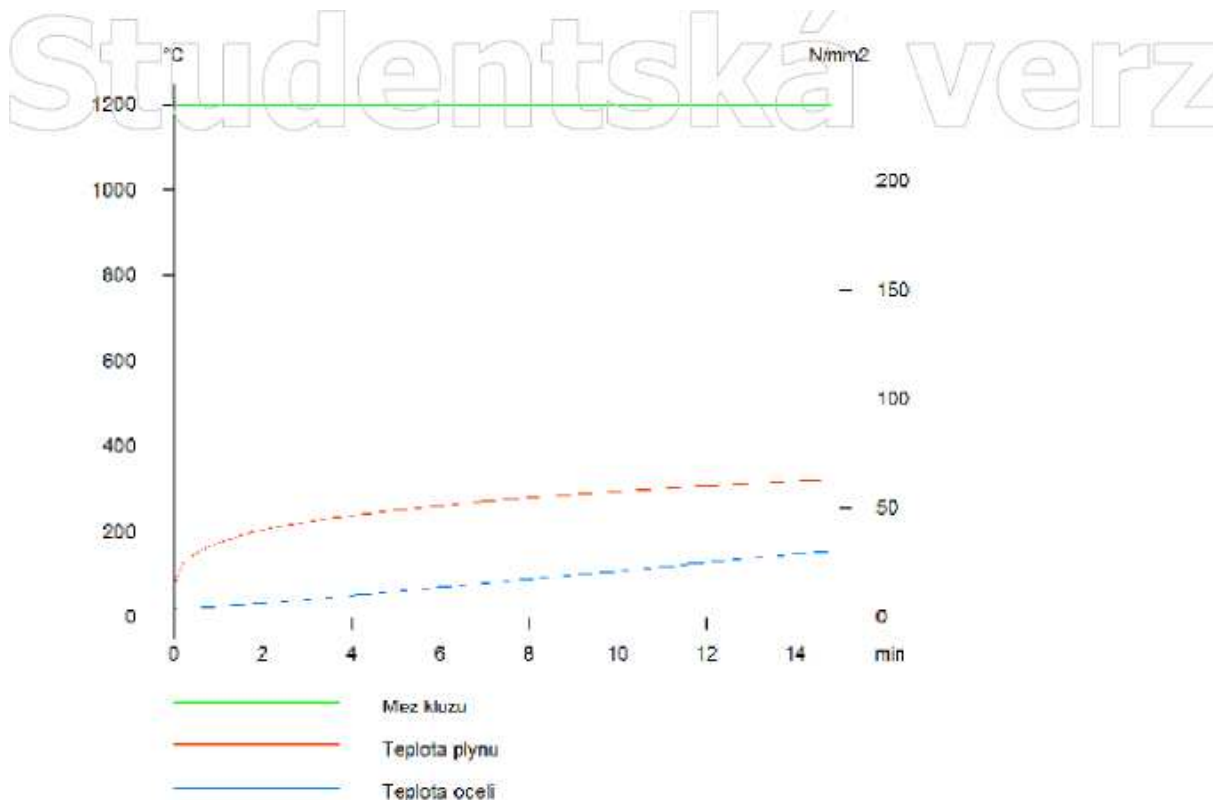
Materiál		
Mez kluzu fy	235,0	MPa
Mezní pevnost fu	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

Požární odolnost

Posouzení v oblasti pevnosti podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Požární odolnost		
Křivka teplota - čas	Křivka pomalého zahřívání	
Součinitel přenosu tepla prouděním alpha,c	25,00	W/m²K
Emisivita vztažená k požárnímu úseku epsilon,f	1,00	
Emisivita vztažená k povrchu materiálu epsilon,m	0,70	
Polohový faktor toku tepla sáláním phi	1,00	
Požadovaná požární odolnost R	15,00	min
Teplota plynu theta,g	323,07	°C
Teplota materiálu theta,a,t	155,65	°C
Expozice nosníku	Všechny strany	
Adaptační součinitel pro průřez kappa,1	1,00	
Adaptační součinitel pro nosník kappa,2	1,00	
Součinitel průřezu pro nechráněné ocelové dílce Am/V	1,2669e+02	1/m
Opravný součinitel pro efekt stínu k,sh	0,62	
Redukční součinitel pro mez kluzu k,y,theta	1,00	
Redukční součinitel pro modul E k,E,theta	0,94	

Výsledky posudků uvedených níže jsou uvedeny v požadovaném čase t = 15,00 min.



....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	17,70
Třída 1 limit	28,05
Třída 2 limit	32,30
Třída 3 limit	44,56

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	5,77
Třída 1 limit	7,65
Třída 2 limit	8,50
Třída 3 limit	11,80

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
$N_{fi,Ed}$	-936,54	kN
$V_{y,fi,Ed}$	-0,93	kN
$V_{z,fi,Ed}$	35,09	kN
$T_{fi,Ed}$	0,03	kNm
$M_{y,fi,Ed}$	-57,50	kNm
$M_{z,fi,Ed}$	5,98	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.2 a rovnice (4.5)

A	1,1840e-02	m ²
$N_{fi,t,Rd}$	2782,40	kN
Jedn. posudek	0,34	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.10)

$W_{pl,y}$	1,2830e-03	m ³
$M_{pl,y,Rd}$	301,51	kNm
$M_{y,fi,theta,Rd}$	301,51	kNm
$M_{y,fi,t,Rd}$	301,51	kNm
Jedn. posudek	0,19	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.10)

$W_{pl,z}$	6,0220e-04	m ³
$M_{pl,z,Rd}$	141,52	kNm
$M_{z,fi,theta,Rd}$	141,52	kNm
$M_{z,fi,t,Rd}$	141,52	kNm
Jedn. posudek	0,04	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.16)

Eta	1,20	
Av	9,4400e-03	m ²
$V_{pl,y,Rd}$	1280,79	kN
$V_{y,fi,t,Rd}$	1280,79	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.16)

Eta	1,20	
Av	3,7550e-03	m ²
$V_{pl,z,Rd}$	509,47	kN
$V_{z,fi,t,Rd}$	509,47	kN
Jedn. posudek	0,07	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Podle EN 1993-1-1 článku 7.2.6 a rovnice (6.23)

$\tau_{u,t,fi,Ed}$	0,4	MPa
$\tau_{u,fi,t,Rd}$	135,7	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.41)

$MN_y, f_{t,Rd}$	226,19	kNm
Alfa	2,00	
$MN_z, f_{t,Rd}$	138,87	kNm
Beta	1,68	

Jednotkový posudek (4.9) = $0,06 + 0,01 = 0,07$

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	17,70
Třída 1 limit	28,05
Třída 2 limit	32,30
Třída 3 limit	44,56

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	5,77
Třída 1 limit	7,65
Třída 2 limit	8,50
Třída 3 limit	11,80

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.2 a rovnice (4.5)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	3,000	3,000	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka l_{cr}	3,000	3,000	m
Kritické Eulerovo zatížení N_{cr}	34359,38	11825,43	kN
Štíhlost Lambda	26,72	45,55	
Poměrná štíhlost Λ_{rel}	0,28	0,49	
Poměrná štíhlost $\Lambda_{rel, \theta}$	0,29	0,50	
Imperfekce Alfa	0,65	0,65	
Redukční součinitel χ_{fi}	0,83	0,72	
Únosnost na vzpěr $N_{b,fi,Rd}$	2309,19	1994,55	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	1,1840e-02	m ²
Únosnost na vzpěr $N_{b,fi,Rd}$	1994,55	kN
Jedn. posudek	0,47	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.2 a rovnice (4.5)

Poznámka: Pro tento I průřez je únosnost na prostorový vzpěr vyšší než únosnost na rovinný vzpěr. Prostorový vzpěr proto není ve výstupu uveden.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.11)

Parametry klopení		
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	1,2830e-03	m ³
Pružný kritický moment M_{cr}	4722,39	kNm
Poměrná štíhlost $\Lambda_{rel,LT}$	0,25	
Poměrná štíhlost $\Lambda_{rel,LT, \theta}$	0,26	
Imperfekce α_{LT}	0,65	
Redukční součinitel $\chi_{LT,fi}$	0,85	
Návrhová únosnost na vzpěr $M_{b,fi,Rd}$	255,67	kNm
Jedn. posudek	0,22	-

Parametry M_{cr}		
Délka klopení L	3,000	m
Vliv polohy zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	2,63	
Součinitel momentu na klopení C2	0,03	
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d,z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,y}$	0	mm
Konstanta monosymetrie z_j	0	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3.5 a rovnice (4.21a), (4.21b)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Průřezová plocha A	1,1840e-02	m ²
Plastický modul průřezu Wpl,y	1,2830e-03	m ³
Plastický modul průřezu Wpl,z	6,0220e-04	m ³
Návrhová tlaková síla N _{fi} ,Ed	936,54	kN
Návrhový ohybový moment My,fi,Ed	-57,50	kNm
Návrhový ohybový moment Mz,fi,Ed	5,98	kNm
Redukční součinitel Chi,min,fi	0,72	
Redukční součinitel Chi,z,fi	0,72	
Redukční součinitel Chi,LT,fi	0,85	
Součinitel ekvivalentního momentu beta,M,y	2,27	
Součinitel mu,y	0,80	
Interakční součinitel k,y	0,68	
Součinitel ekvivalentního momentu beta,M,z	1,43	
Součinitel mu,z	0,08	
Interakční součinitel k,z	0,96	
Součinitel ekvivalentního momentu beta,M,LT	2,27	
Součinitel mu,LT	0,02	
Interakční součinitel k,LT	0,99	

Jednotkový posudek (4.21a) = 0,47 + 0,13 + 0,04 = 0,64 -

Jednotkový posudek (4.21b) = 0,47 + 0,22 + 0,04 = 0,73 -

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	3,000	m
Stojina	nevyztužená	
Výška stojiny hw	225	mm
Tloušťka stojiny t	10	mm
Materiálový součinitel epsilon	0,85	
Součinitel smykové korekce Eta	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku	
Štíhlost stojiny hw/t	22,50
Limit štíhlosti stojiny	51,00

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

2.8.5 Stropnice 1 – IPE 270

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : Stropnice_1 - IPE270

EN 1993-1-2 posudek požární odolnosti

Národní dodatek: Česká ČSN-EN, NA

Dílicí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25
Gamma M, fi for resistance to fire	1,00

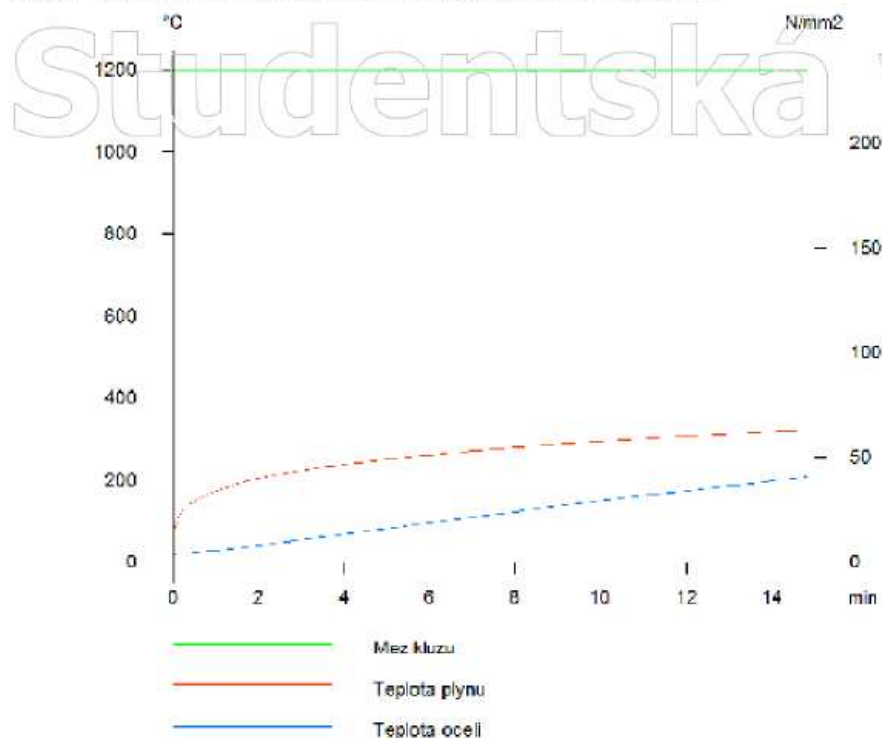
Materiál		
Mez kluzu fy	235,0	MPa
Mezní pevnost fu	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

Požární odolnost

Posouzení v oblasti pevnosti podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Požární odolnost		
Křivka teplota - čas	Křivka pomalého zahřívání	
Součinitel přenosu tepla prouděním alpha,c	25,00	W/m²K
Emisivita vztažená k požárnímu úseku epsilon,f	1,00	
Emisivita vztažená k povrchu materiálu epsilon,m	0,70	
Polohový faktor toku tepla sáláním phi	1,00	
Požadovaná požární odolnost R	15,00	min
Teplota plynu theta,g	323,07	°C
Teplota materiálu theta,a,t	208,60	°C
Expozice nosníku	3 strany	
Krytá pásnice	Horní pásnice	
Adaptační součinitel pro průřez kappa,1	0,70	
Adaptační součinitel pro nosník kappa,2	1,00	
Součinitel průřezu pro nechráněné ocelové dílce Am/V	1,9737e+02	1/m
Opravný součinitel pro efekt stínu k,sh	0,67	
Redukční součinitel pro mez kluzu k,y,theta	1,00	
Redukční součinitel pro modul E k,E,theta	0,89	

Výsledky posudků uvedených níže jsou uvedeny v požadovaném čase $t = 15,00$ min.



V čase $t = 15$ min je mez kluzu oceli $f_{yd} = 235$ MPa, tudíž posudek na požární odolnost je totožný s posudkem na MSÚ.

2.8.6 Stropnice 2 – IPE 200

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : C01

Průřez : Stropnice_2 - IPE200

EN 1993-1-2 posudek požární odolnosti

Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

Dílič souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25
Gamma M,fi for resistance to fire	1,00

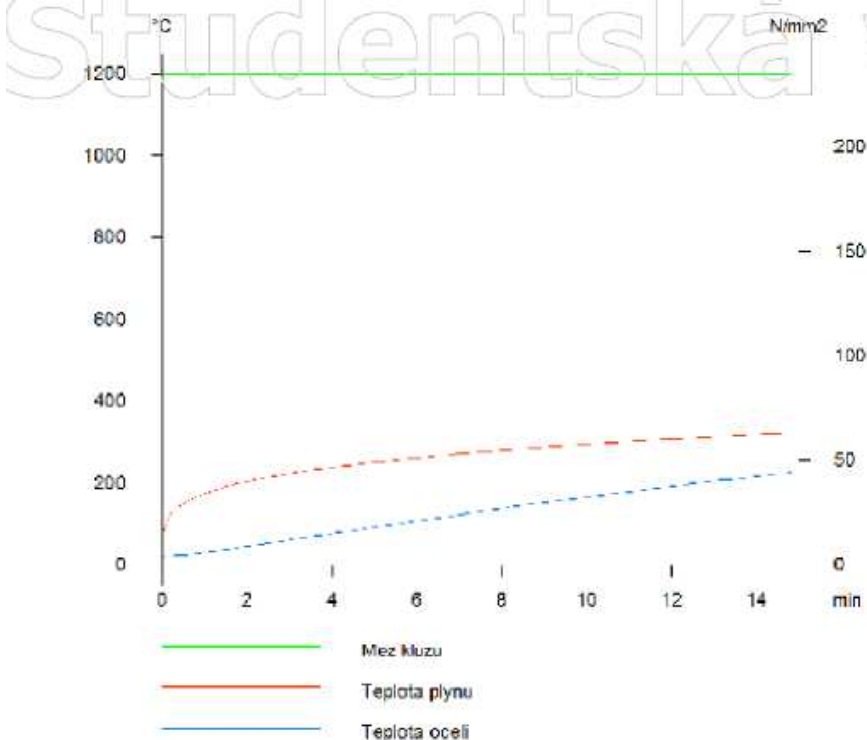
Materiál		
Mez kluzu f_y	235,0	MPa
Mezní pevnost f_u	360,0	MPa
Výroba	Válcovaný	

Požární odolnost

Posouzení v oblasti pevnosti podle EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Požární odolnost		
Křivka teplota - čas	Křivka pomalého zahřívání	
Součinitel přenosu tepla prouděním $\alpha_{p,c}$	25,00	W/m²K
Emisivita vztažená k požárnímu úseku $\epsilon_{f,s}$	1,00	
Emisivita vztažená k povrchu materiálu $\epsilon_{f,m}$	0,70	
Polohový faktor toku tepla sáláním ϕ	1,00	
Požadovaná požární odolnost R	15,00	min
Teplota plynu $\theta_{g,a}$	323,07	°C
Teplota materiálu $\theta_{s,a,t}$	227,09	°C
Expozice nosníku	3 strany	
Krytá pásnice	Horní pásnice	
Adaptační součinitel pro průřez $k_{\alpha,1}$	0,70	
Adaptační součinitel pro nosník $k_{\alpha,2}$	1,00	
Součinitel průřezu pro nechráněné ocelové dílce A_m/V	2,3442e+02	1/m
Opravný součinitel pro efekt stínu $k_{s,\theta}$	0,67	
Redukční součinitel pro mez kluzu $k_{y,\theta}$	1,00	
Redukční součinitel pro modul $E_{k,\theta}$	0,87	

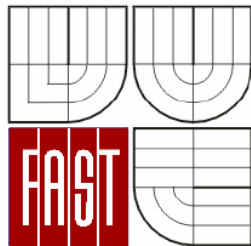
Výsledky posudků uvedené níže jsou uvedeny v požadovaném čase $t = 15,00$ min.



V čase $t = 15 \text{ min}$ je mez kluzu oceli $f_{yd} = 235 \text{ MPa}$, tudíž posudek na požární odolnost je totožný s posudkem na MSÚ.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE
PARKOVACÍ DŮM
E. Výkresy

AUTOR PRÁCE:

BC. IVO FRANK

1) PŮDORYS,	M1:100
2) PODÉLNÝ ŘEZ - ŘEZ A-A´	M1:100
3) PODÉLNÝ ŘEZ - ŘEZ B-B´	M1:100
4) PODÉLNÝ ŘEZ - ŘEZ C-C´	M1:100
5) PŘÍČNÝ ŘEZ - ŘEZ D-D´	M1:100
6) PŘÍČNÝ ŘEZ - ŘEZ E-E´	M1:100
7) PŘÍČNÝ ŘEZ - ŘEZ F-F´	M1:100
8) VÝKRES ZTUŽIDLOVÉHO POLE G-H, 7	M1:20
9) VÝKRES ZTUŽIDLOVÉHO POLE 3-4, I	M1:20