



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor práce: Bc. Iryna Yurchuk

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Tháškurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: YURCHUK Jméno: Iryna Osobní číslo: 396392
Zadávající katedra: Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Divadlo České Budějovice
Název diplomové práce anglicky: Theatre České Budějovice

Pokyny pro vypracování:

Návrh a posouzení ocelové konstrukce divadla včetně řešení prostorové tuhosti - ztužidla, řešení všech významných detailů, kotvení, výkresová dokumentace v obvyklém rozsahu (dispoziční výkresy 1:100, 1:200) a výkresy řešených detailů 1:10, technická zpráva.

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího diplomové práce: Doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 3.10.2016 Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2017
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje.

V Praze dne 6.1.2017

.....

podpis autora
Bc. Iryna Yurchuk

Anotace

Diplomová práce se zabývá návrhem a posouzením nosné ocelové konstrukce divadla. Objekt se nachází v lokalitě Českých Budějovic. Půdorysné rozměry objektu jsou 30x48 m. Konstrukce se skládá z prostřední části o rozměrech 18x24 m. Hlavními nosnými prvky této části je vazník s obloukovým horním pásem a plnostěnné sloupy vetknuté v příčném směru. Výška ve vrcholu střechy je 12,8 m. Osová vzdálenost příčných vazeb je 6m. Krajiní části konstrukce jsou tvořeny stropnicemi, průvlaky a spřaženou stropní betonovou deskou s trapézovým plechem.

Klíčová slova

Ocelová konstrukce, sloup, obloukový příhradový vazník, vaznice, vetknutá patka, spřažená betonová deska

Anotation

The master's thesis deals with the design and appreciation load-bearing steel structure of a theatre. The object is situated on the locality České Budějovice. Plan dimensions of the object are 30x48 m. The structure consist of the central part with dimensions 18x24 m. The main load-bearing elements of this part is girder with arched upper beam and restrained columns. Height at the top of the structure is 12,8 m. The distance between the main girders and columns is 6 m.

The outer side consists of girders and interlocked concrete in trapezoid metal plate.

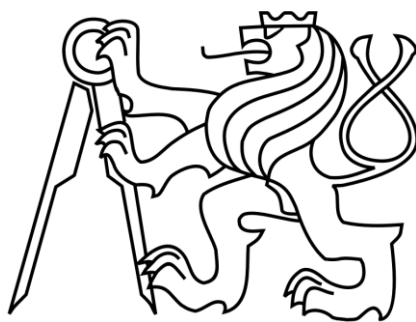
Keywords

Steel structure, column, arch panel girder, purlin, restrained flap, interlocked concrete plate.

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí mé diplomové práce doc. Ing. Martině Eliášové, CSc. za její pomoc, ochotu, trpělivost a cenné rady při zpracování této práce.

Iryna Yurchuk



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

DIPLOMOVÁ PRÁCE
TECHNICKÁ ZPRÁVA

Autor práce: Bc. Iryna Yurchuk

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

OBSAH

1. Úvod.....	2
2. Normy a literatura.	2
3. Popis konstrukce	2
3.1. Bazilika – prostřední část	3
3.2. Krajní části	3
4. Návrh a posouzení konstrukcí.....	4
5. Materiály.....	4
6. Provádění a montáž konstrukce.....	4
7. Protikoroziční ochrana	4
8. Ochrana ocelové konstrukce proti požáru	4

1. Úvod

Předmětem mé práce je návrh nosné ocelové konstrukce objektu divadla v Českých Budějovicích. Objekt má obdélníkový půdorysný tvar o rozměrech 30x48 m. Přední část objektu slouží jako hlavní vstup. Prostřední část objektu, kterou tvoří rovinná příčná vazba, bude sloužit pro pořádání kulturních akcí a divadelních představení. Půdorysné rozměry této části jsou 18x24 m. V zádni části objektu se bude nacházet prostor pro technické zázemí.

2. Normy a literatura.

- | | |
|-----------------------|--|
| ČSN EN 1993-1-1 | Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby |
| ČSN 73 1991-1-1 | Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb |
| ČSN 73 1991-1-3 | Zatížení konstrukcí Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem |
| ČSN 73 1991-1-4 | Zatížení konstrukcí Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem |
| ISBN978-80-01-04368-4 | Vraný T., Jandera M., Eliášová M. : Ocelové konstrukce 2. Cvičení, ČVUT Praha, 2011 |
| ISBN978-80-01-05815-2 | Studnička J., Holický M., Marková J. : Ocelové konstrukce 2 – zatížení, ČVUT Praha |
| ISBN978-80-01- | Vraný T., Wald F.: Ocelové konstrukce – Tabulky, ČVUT Praha, 2009 |
| ISBN978-80-904535-0-0 | WALD, František. Základy navrhování ocelových konstrukcí podle ČSN EN 1993-1-1 a ČSN EN 1993-1-8. Ostrava: Česká asociace ocelových konstrukcí, 2010 |

3. Popis konstrukce

Jedná se o konstrukci obdélníkového tvaru o půdorysných rozměrech 30x48 m. Prostřední část konstrukce tvoří rovinná příčná vazba o rozměrech 18x24 m a celkové výšce 12,8 m. Krajní části konstrukce jsou tvořeny průvlaky a stropnicemi kloubově připojenými ke sloupům. Celková výška je 10,9m.

Konstrukce je označena osami a to tak, že v příčném směru osami 1-9 a v podélném směru A-F.

Jako materiál nosné konstrukce je použita ocel S355.

3.1. Bazilika – prostřední část

Hlavní nosnou konstrukci baziliky tvoří rovinná příčná vazba. Příčnou vazbu představuje obloukový vazník s obloukovým horním pásem. Vzdálenost horního a spodního pásu v prostřední části je rovna 1,8 m. K hornímu pásu jsou připojeny plnostěnné vaznice z válcovaného profilu IPE 160. Osová vzdálenost vaznic je 2,25 m. Horní zaoblený pás vazníku je z profilu TR 102x4, dolní pás je z profilu TR 140x4, diagonály jsou z TR 60,3x3,2 a svislice z TR 44,5x3,2. Vzpěrné délky horního pásu z roviny jsou zajištěny pomocí vaznic. U dolního pásu vzpěrná délka je zajištěna pomocí podélného střešního ztužidla, které se nachází v polovině rozpětí vazníku.

Vazník je kloubově uložený na sloupech o profilu HEB 300. Tyto sloupy jsou navrženy jako vetknuté do betonové patky. Výška těchto sloupů činí 12,1 m, osová vzdálenost je 6m.

Vazník je rozdělen na dva montážní celky. Montážní spoje jsou šroubové, pomocí čelních desek. Pro spoje vazníku jsou použity šrouby druhu M16 5.6.

3.2. Krajiní části

V přední části konstrukce krajní sloupy a příčle tvoří rámovou konstrukci. Sloupy jsou z profilu HEB 200 a příčle z IPE 180. Sloupy jsou uloženy kloubově. Příčle jsou spojené se sloupy pomocí čelních desek o tloušťce 20 mm. Osová vzdálenost sloupů je 6m. Délka příčle je 6m.

Dále přední část, stejně jako krajní a zadní části konstrukce, je rozdělena na 2 patra. Stropní konstrukce běžných podlaží tvoří spřažené stropnice z profilu IPE 160, trapézového plechu TR 50/250 a betonové vrstvy o tloušťce 80mm. Délka stropnic je 6 m. Stropní konstrukce je nesená průvlaky z profilu IPE 270 o délce 6m. Průvlaky jsou kloubově spojeny se sloupy z profilu HEB 200, které jsou uloženy kloubově. Střešní konstrukce těchto částí je také tvořena spřaženými stropnicemi z profilu IPE 160 a průvlaky z profilu 270.

3.3. Ztužení konstrukce

Prostorová tuhost konstrukce je zajištěna železobetonovými jádry, v kterých se bude nacházet schodiště a výtahové šachty.

V prostřední části konstrukce ve válcové střeše jsou navržena příčná střešní ztužidla, která jsou umístěna v krajních polích střechy. Diagonály tvoří systém DETAN o průměru 6mm. Svislice ztužidel jsou současně plnostěnné vaznice. Také v krajních částech a uprostřed vazníku je tuhost zajištěna pomocí podélných střešních ztužidel.

4. Návrh a posouzení konstrukcí

Nosné konstrukce byly navrženy podle norem ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí.

Při návrhu byl využit program SCIA. Program byl použit pro výpočet vnitřních sil, průhybu na vazníku, průvlacích a stropnicích a deformaci sloupů. Výstupy z programu jsou uvedeny ve statickém výpočtu. Zbytek výpočtů byl prováděn ručním výpočtem.

Pro výpočet vnějšího zatížení byly použity následující normy:

ČSN EN 1991-1-1, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-3, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-4, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – zatížení větrem

5. Materiály

Jako základní materiál pro výrobu nosné ocelové konstrukce bude použita ocel kvality S355. Šrouby jsou navrženy z oceli jakosti 5.6., u rámového spoje jsou šrouby kvality 8.8.

6. Provádění a montáž konstrukce

Prvky ocelové konstrukce budou vyráběny z válcovaných profilů. Styky ocelové konstrukce jsou navrženy šroubované nebo svařované, montážní spoje jsou pouze šroubované.

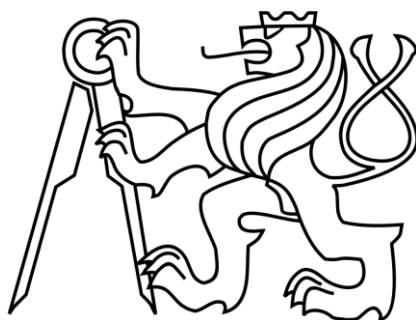
Montáž ocelové konstrukce proběhne na stavbě. Vazník pro prostřední část je rozdělen na dvě montážní části. Montážní spoje vazníku je ze šroubových spojů, pomocí čelní desky. Spoje se nachází v polovině vazníku, v horním pásu, dolním a diagonále. Šrouby pro montážní spoje jsou M16 5.6.

7. Protikorozní ochrana

Protikorozní ochrana ocelové konstrukce je zajištěna pomocí nátěru konstrukce.

8. Ochrana ocelové konstrukce proti požáru

Ochrana ocelové konstrukce je zajištěna pomocí protipožárnímu nátěru.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

DIPLOMOVÁ PRÁCE
STATICKÝ VÝPOČET

Autor práce: Bc. Iryna Yurchuk

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

Obsah

1. Úvod.....	1
1.1. Popis konstrukce.....	1
1.2. Materiál.....	1
1.3. Schémata konstrukce.....	1
2. Zatížení.....	4
2.1. Stálé.....	4
2.2. Proměnné.....	6
2.2.1. Sníh.....	6
2.2.2. Vítr.....	8
3. Vaznice.....	21
3.1. Vaznice – bazilika.....	21
3.1.1. Zatížení na vaznici.....	21
3.1.2. Kombinace zatížení.....	22
3.1.3. Vnitřní síly.....	23
3.1.4. Posouzení vaznice MSÚ.....	26
3.1.5. Posouzení vaznice MSP.....	28
3.1.6. Posouzení vaznice – sání.....	29
4. Trapézový plech.....	34
4.1. Zatížení.....	34
4.2. Vnitřní síly.....	35
4.3. Posouzení MSÚ.....	35
4.4. Posouzení MSP.....	36
5. Stropnice – plochá střecha.....	37
5.1. Zatížení.....	37
5.2. Kombinace zatížení.....	38
5.3. Posouzení stropnice MSÚ.....	39
5.4. Posouzení stropnice MSP.....	45
6. Stropnice – běžné podlaží.....	47
6.1. Vnitřní síly.....	47
6.2. Posouzení MSÚ.....	47
6.3. Posouzení MSP.....	53

7. Průvlak.....	55
7.1. Zatížení.....	55
7.2. Posouzení MSÚ.....	57
7.3. Posouzení MSP.....	61
8. Vazník.....	64
8.1. Zatížení.....	64
8.1.1. Zatěžovací stavy.....	64
8.1.2. Kombinace zatížení.....	69
8.1.3. Normálové síly ve vazníku.....	70
8.2. Posouzení prutů vazníku.....	75
8.2.1. Horní pás.....	75
8.2.2. Posouzení horního pásu.....	76
8.2.3. Spodní pás.....	77
8.2.4. Posouzení spodního pásu.....	78
8.2.5. Diagonála.....	80
8.2.6. Posouzení diagonály.....	81
8.2.7. Svislice.....	81
8.2.8. Posouzení svislice.....	82
8.2.9. Posouzení vazníku MSP.....	83
9. Sloupy.....	84
9.1. Sloup vnitřní.....	84
9.1.1. Zatížení.....	84
9.1.2. Posouzení.....	87
9.2. Sloup krajní.....	89
9.2.1. Zatížení.....	89
9.2.2. Kombinace zatěžovacích stavů.....	91
9.2.3. Vnitřní síly.....	91
9.2.4. Posouzení sloupu MSÚ.....	96
9.2.5. Posouzení sloupu MSP.....	101
9.3. Příčle – krajní sloup.....	102
9.3.1. Vnitřní síly.....	102
9.3.2. Posouzení příčle.....	103
9.4. Sloup bazilika.....	109

9.4.1.	Kombinace zatěžovacích stavů.....	111
9.4.2.	Vnitřní síly.....	111
9.4.3.	Posouzení sloupu MSÚ.....	116
9.4.4.	Posouzení sloupu MSP.....	121
10.	Patky.....	122
10.1.	Patka – sloup vnitřní.....	122
10.2.	Patka – sloup krajní.....	124
10.3.	Patka – sloup bazilika.....	125
10.3.1.	Posouzení patky.....	130
10.3.2.	Připojení podélných výztuh k patnímu plechu.....	130
10.3.3.	Kotevní šrouby.....	132
10.3.4.	Kotevní příčník.....	133
11.	Střešní ztužidlo – bazilika.....	136
11.1.	Diagonála.....	137
11.2.	Svislice.....	137
12.	Přípoje stropních nosníků.....	140
12.1.	Přípoj stropnice na průvlak.....	140
12.2.	Přípoj stropnice na sloup.....	141
12.3.	Přípoj průvlaku na sloup.....	142
13.	Montážní styky.....	143
13.1.	Horní pás.....	143
13.2.	Spodní pás.....	144
13.3.	Diagonála.....	145
14.	Rámový roh.....	145



1. ÚVOD

1.1. Popis konstrukce

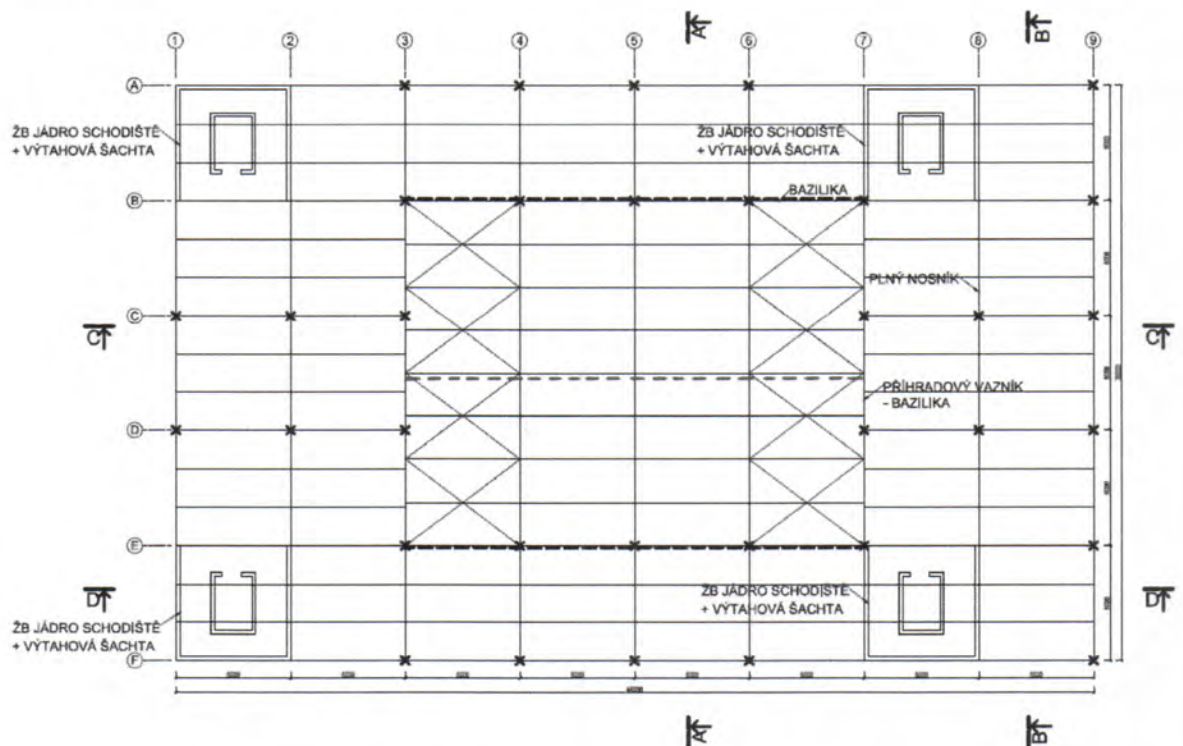
Objekt se nachází v lokalitě České Budějovice. Objekt má obdélníkový půdorysný tvar o rozměrech 30 x 48m. Celková výška objektu je 12,8 m. Hlavní nosnou konstrukci prostřední částí objektu tvoří rovinná příčná vazba. Příčná vazba se skládá z příhradového obloukového vazníku, který je kloubově uložený na ocelových sloupech. Konstrukce krajních částí objektu jsou tvořeny plnými průvlaky kloubově připojenými k ocelovým sloupům. Osová vzdálenost vazníků je 6m.

1.2. Materiál

Jako základní materiál pro výrobu nosné ocelové konstrukce je použita ocel kvality S355.

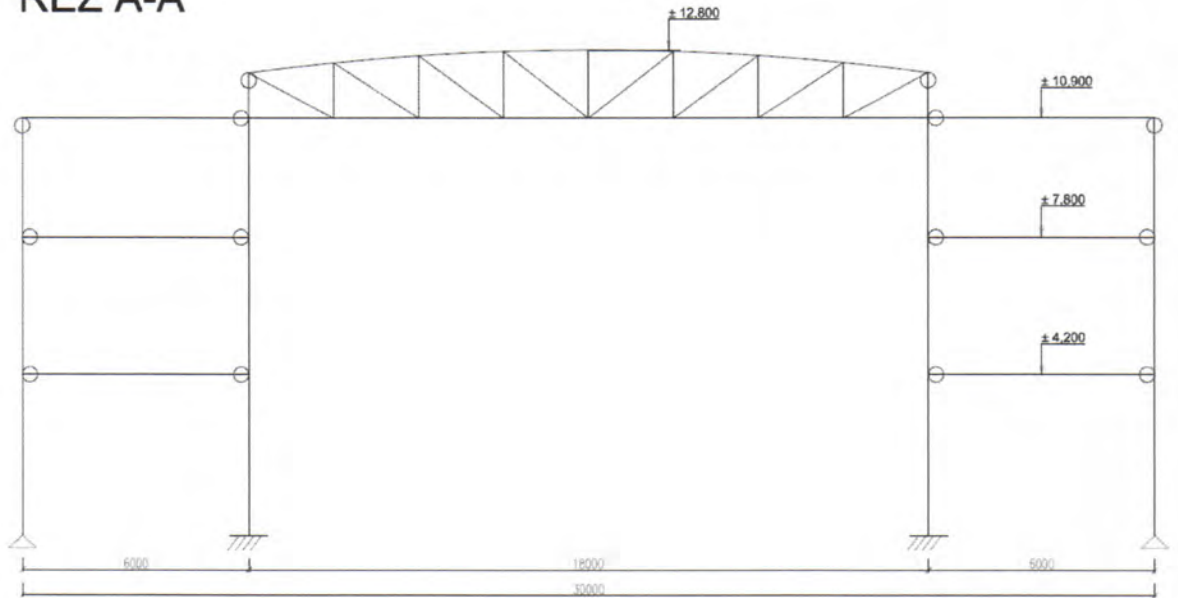
1.3. Schémata konstrukce

PŮDORYS

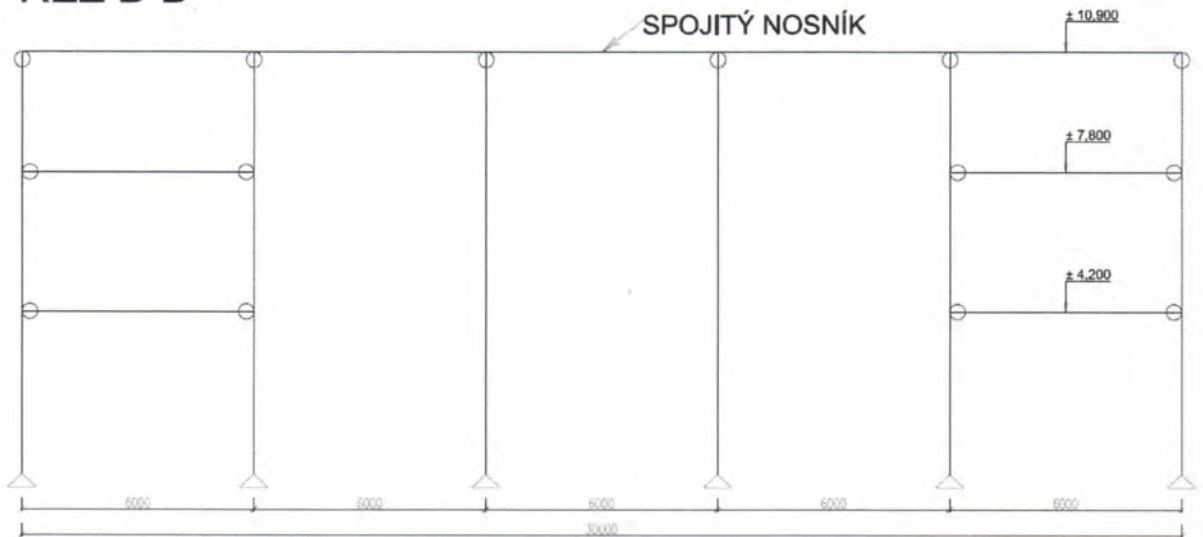




ŘEZ A-A



ŘEZ B-B

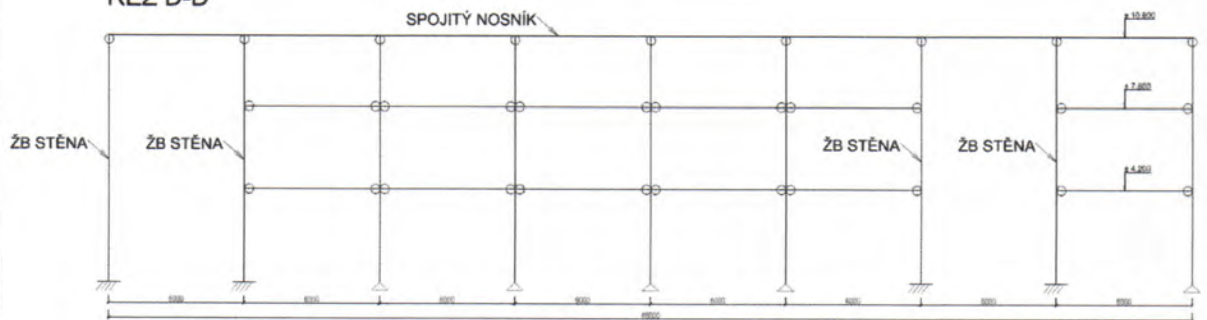




ŘEZ C-C



ŘEZ D-D





2. ZATÍŽENÍ

2.1. STÁLÉ

- Součinitel zatížení: $\gamma = 1,35$

STROPNÍ KONSTRUKCE

VRSTVA	gk [kN/m ²]	$\gamma =$ 1,35	gd [kN/m ²]
Nášlapná vrstva	0,3	1,35	0,405
Betonová vrstva s kari sítí - 60mm	1,25	1,35	1,688
Kročejová izolace - tl.40mm	0,016	1,35	0,022
Beton - tl.= $80 + 50 * \frac{54+30,5}{250} =$ 0,1 m	2,5	1,35	3,375
Trapézový plech TR 50/250	0,1	1,35	0,135
Podhled - SDK	0,01	1,35	0,014
Σ	4,18		5,64

STŘEŠNÍ KONSTRUKCE (BAZILIKA)

VRSTVA	gk [kN/m ²]	$\gamma =$ 1,35	gd [kN/m ²]
Střešní krytina Kalzip	0,05	1,35	0,068
Isover minerální desky - tl. 80mm	$0,08 * 1,75 = 0,14$	1,35	0,189
Isover minerální desky - tl. 140mm	0,245	1,35	0,331
Trapézový plech TR 50/250	0,1	1,35	0,135
Σ	0,54		0,73



STŘEŠNÍ KONSTRUKCE (PLOCHÁ STŘECHA)

VRSTVA	gk [kN/m ²]	γ = 1,35	gd [kN/m ²]
Střešní krytina Kalzip	0,05	1,35	0,068
Spádové klíny EPS 100 S - tl.100-200mm	0,048	1,35	0,065
Isover P - tl. 80	0,118	1,35	0,159
Beton - tl.= $80 + 50 * \frac{54+30,5}{250} =$ 0,1 m	2,5	1,35	3,375
Trapézový plech TR 50/250	0,1	1,35	0,135
Podhled - SDK	0,01	1,35	0,014
Σ	2,83		3,83

OBVODOVÝ PLÁŠŤ

VRSTVA	gk [kN/m ²]	γ = 1,35	gd [kN/m ²]
AGROB BUCHTAL konstrukční hm. = 32 kg/m ²	0,32	1,35	0,432
Isover FASSIL tl. = 140 mm	$0,5 * 0,14 =$ 0,07	1,35	0,095
Zdivo YTONG P1 8- 300,	$4,5 * 0,3 =$ 1,35	1,35	1,823
Vnitřní omítka	0,18	1,35	0,243
Σ	1,92		2,59

FASÁDA (HLAVNÍ VCHOD) + STŘECHA

Skleněná – gk = 0,5 kN/m²

$$gd = 0,675 \text{ Kn/m}^2$$

VLASTNÍ TÍHA KONSTRUKCE

Vlastní tíha konstrukce je generována programem Scia Engineer.



2.2. PROMĚNNÉ

- součinitel zatížení - $\gamma_Q = 1,5$

2.2.1. S_{NIH}

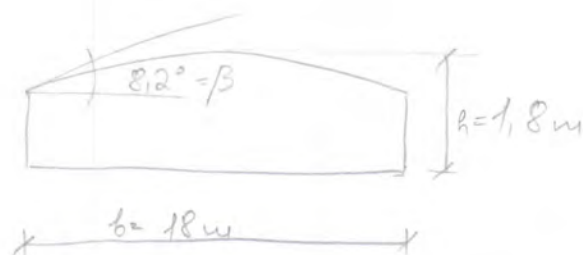
- lokalita: České Budějovice
- suchová oblast: II.
- charakteristické zat. suchem - $S_k = 1 \text{ kPa}$
- součinitel expozice: $C_e = 1$
- Tepelný součinitel: $C_t = 1$
- Trvalý součinitel: $\mu = 0,8$ (válečné střechy)

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

a) S_{NIH} NENAVĚTY



b) S_{NIH} NAVĚTY



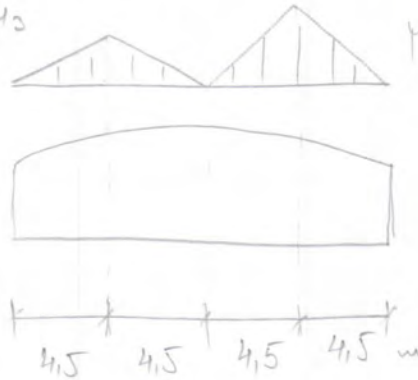


$$\beta \leq 60^\circ \Rightarrow \mu_3 = 0,2 + 10 \cdot h/b =$$

$$= 0,2 + 10 \cdot \frac{1,8}{18} = 1,2$$

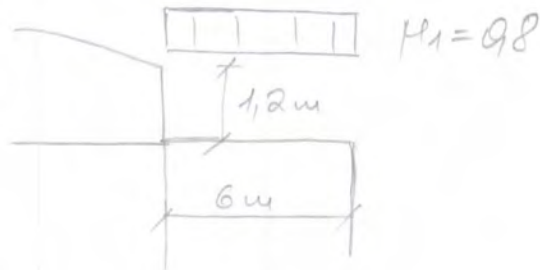
$$0,5 \cdot \mu_3 = 0,6$$

$$\mu_3 = 1,2$$



• PLOCHA ČISTÉ STŘECHY

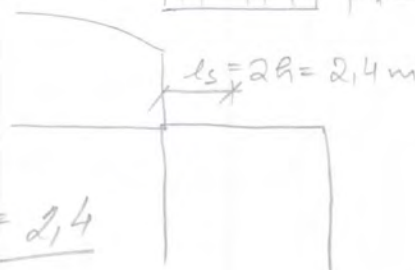
a) SNÍH NENAVĚTY



b) SNÍH NAVĚTY

$$\mu_2$$

$$\mu_1 = 0,8$$



$$\mu_2 = s \cdot h / s_n$$

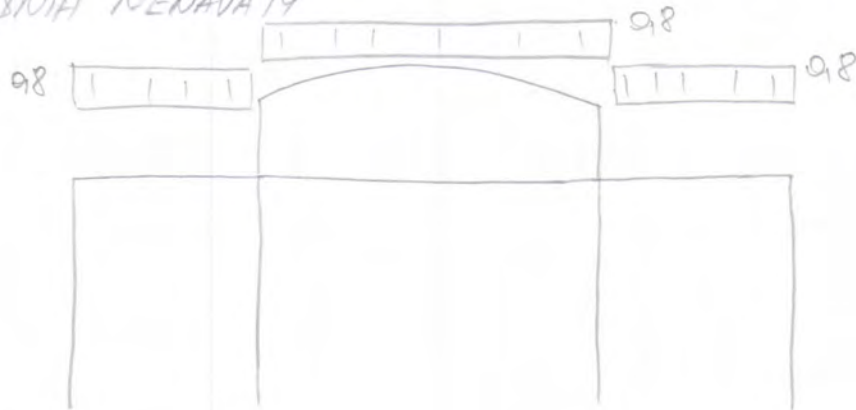
$$= 2 \cdot 1,2 / 1 = \underline{2,4}$$

(h_h sněhu)

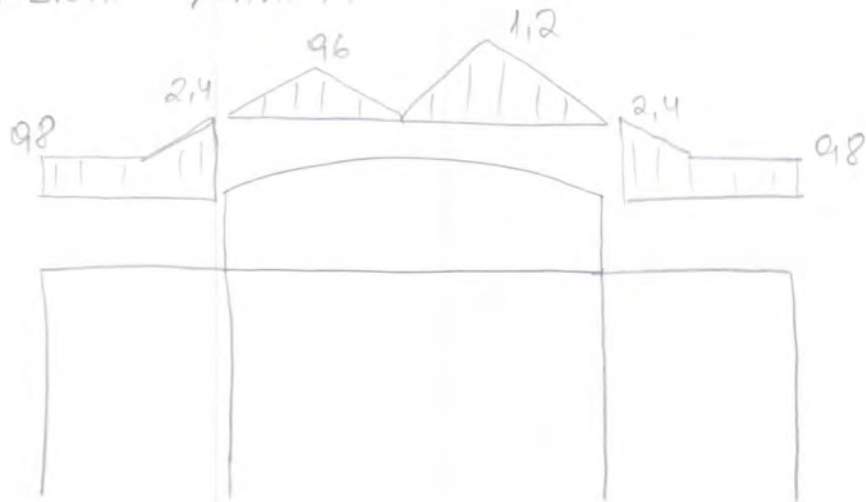


• ZATĚŽOVACÍ SCHEMA PRO CELOU KONSTRUKCI

a) SNÍH NENAVALÍ

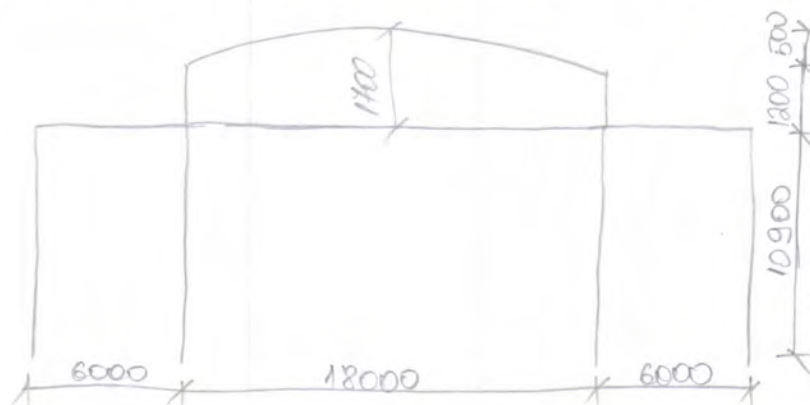


b) SNÍH NAVAŽÍ



2.2.2. VĚTR

- lokalita: České Budějovice
- větrná oblast: II.
- základní rychlost větru: $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$





• kategorie terénu - II.

$$Z_0 = 0,05 \text{ m}$$

$$Z_{\text{min}} = 2 \text{ m}$$

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

• max. výška konstrukce

$$Z = 12,7 \text{ m.}$$

• Za hladiní rychlost větru:

$$V_0 = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{0,0}$$

$$C_{dir} = 1 \quad - \text{souč. směru větru}$$

$$C_{season} = 1 \quad - \text{souč. ročního období}$$

$$V_0 = 1 \cdot 1 \cdot 25 = 25 \text{ m/s}$$

• Střední rychlost větru

$$V_{m(z)} = C_{m(z)} \cdot C_{or(z)} \cdot V_0$$

$$C_{m(z)} = k_2 \cdot \ln\left(\frac{z}{Z_0}\right) = 0,19 \cdot \ln\left(\frac{12,7}{0,05}\right) = 1,052$$

$$k_2 = 0,19 \left(\frac{Z_0}{Z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 \left(\frac{0,05}{0,05}\right)^{0,07} = 0,19$$

$$C_{or(z)} = 1 \quad - \text{souč. orografie}$$

$$V_{m(z)} = 1,052 \cdot 1 \cdot 25 = 26,3 \text{ m/s}$$



• Intenzita turbulence

$$I(z) = \frac{h_1}{C_{wz} \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{14,7}{0,05}\right)} = 0,181$$

$h_1 = 1$ - souč. turbulence

• Max. dynamický tlak

$$q_{p(z)} = [1 + 7 \cdot I(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$$

$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ - průměrná hustota vzduchu

$$q_{p(z)} = [1 + 7 \cdot 0,181] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 26,3^2 = 547,73 \text{ N/m}^2$$

$$q_{p(z)} = \underline{0,548 \text{ kN/m}^2}$$

• Tlak větru na vnější povrchy - obecný vztah

$$W_e = q_{p(z)} \cdot C_{pe}$$

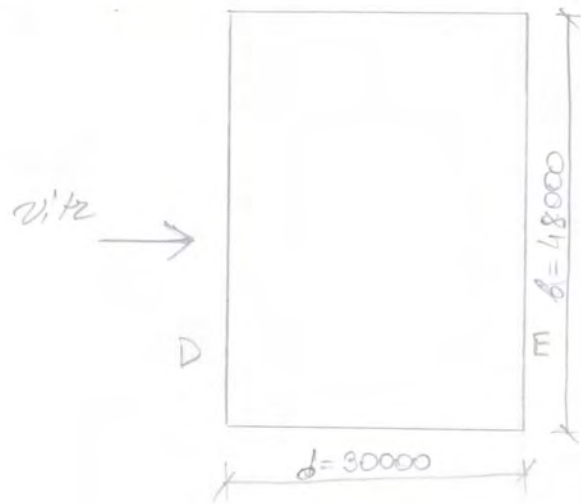
C_{pe} - souč. vnějšího tlaku větru



• STANOVENÍ SOUČINITELŮ VNEJŠÍHO TLAKU VĚTRU

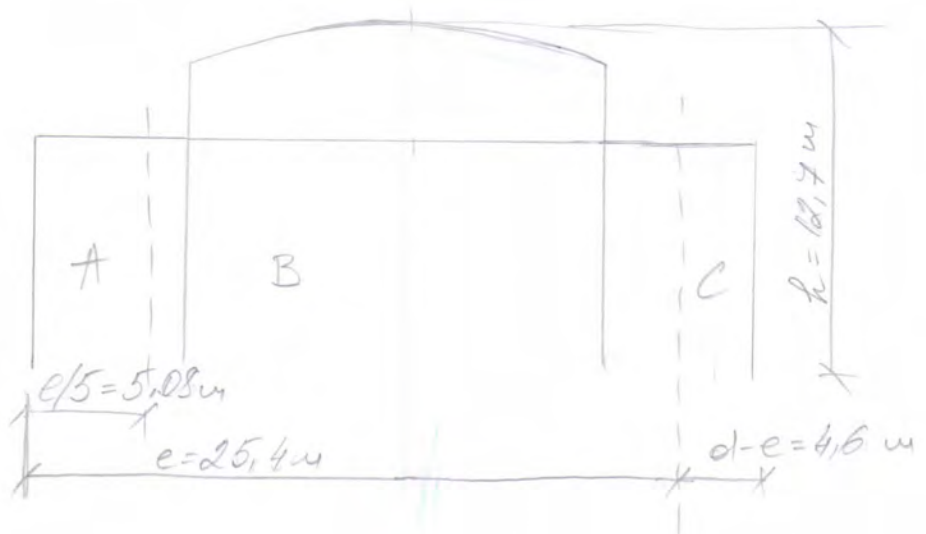
STĚNY

a) Boční vítr



$$h = 12,4 \text{ m}$$
$$d = 30 \text{ m}$$
$$b = 48 \text{ m}$$

$$e = \min(b; d \cdot h) = (48; 25,9)$$
$$e = 25,4 \text{ m}$$

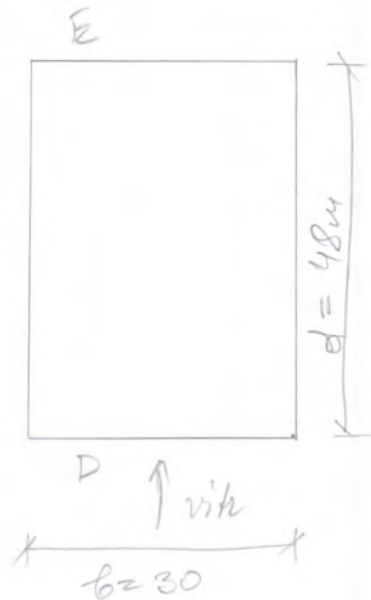




$$\bullet h/d = 12,7/30 = 0,43$$

	A	B	C	D	E
$C_{pe,10}$	-1,2	-0,95	-0,5	0,43	-0,35

b) čelní víte



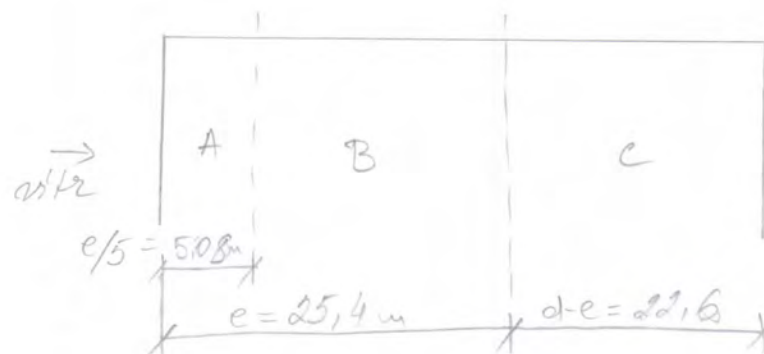
$$h = 12,7 \text{ m}$$

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$d = 48 \text{ cm}$$

$$e = \min(b; 2h) = (30; 25,4)$$

$$e = 25,4 \text{ cm}$$



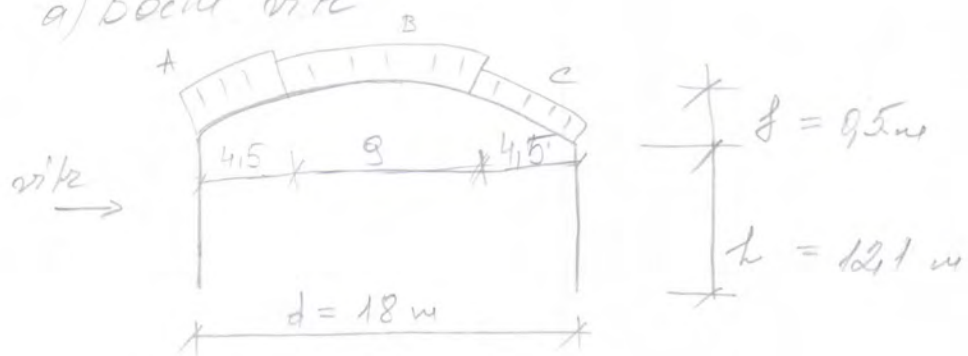


$$\bullet h/d = 12,1/48 = 0,27$$

	A	B	C	D	E
$C_{pe,10}$	-1,2	-0,824	-0,5	0,404	-0,308

STŘECHA

a) Boční vítr



$$h = 12,1 \text{ m}$$

$$f = 0,5 \text{ m}$$

$$d = 18 \text{ m}$$

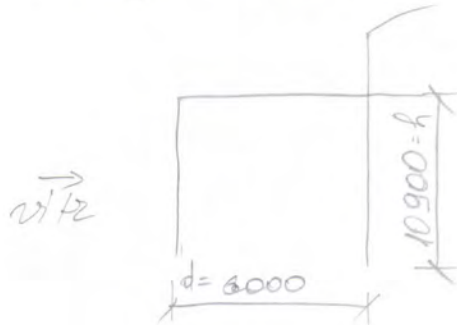
$$\bullet h/d = 12,1/18 = 0,69$$

$$\bullet f/d = 0,5/18 = 0,03$$

	A	B	C
$C_{pe,10}$	-1	-0,79	-0,5



• krajní část



$$b = 48 \text{ m}$$

$$d = 6 \text{ m}$$

$$h = 10,9 \text{ m}$$

$$e = \min(b; 2h) = 21,8 \text{ m}$$

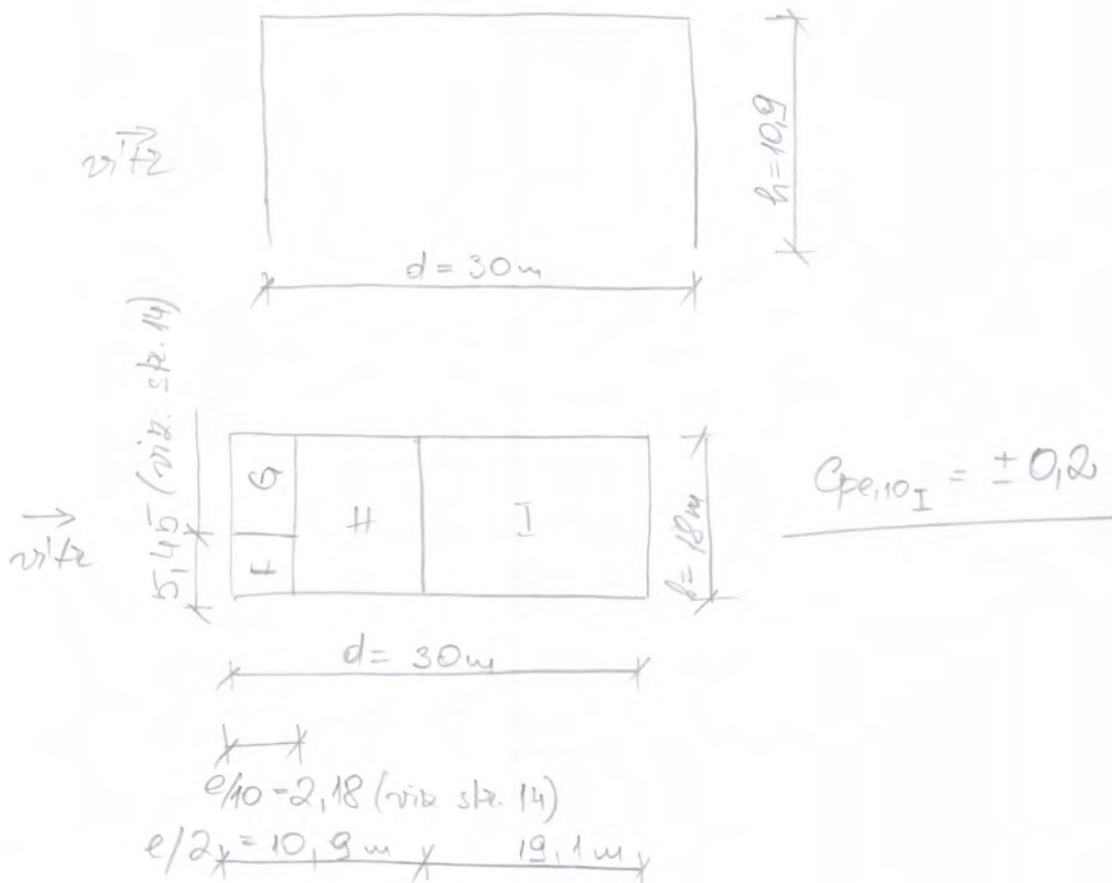
• Rozdělení na oblasti



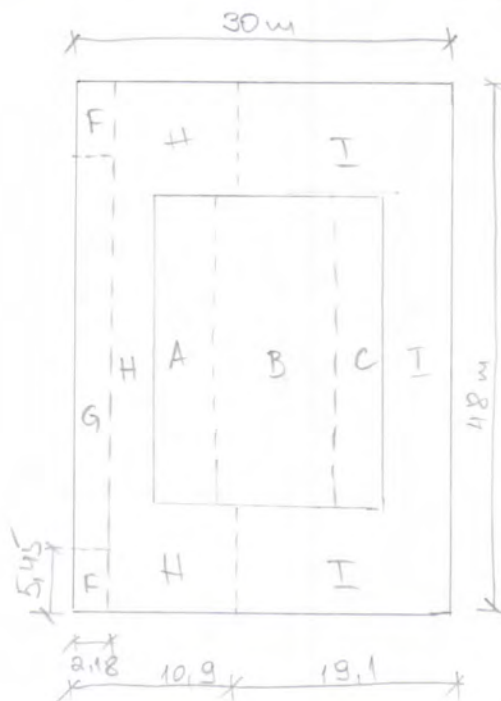
	F	G	H
$\sigma_{pe,10}$	-1,8	-1,2	-0,7



• přední část



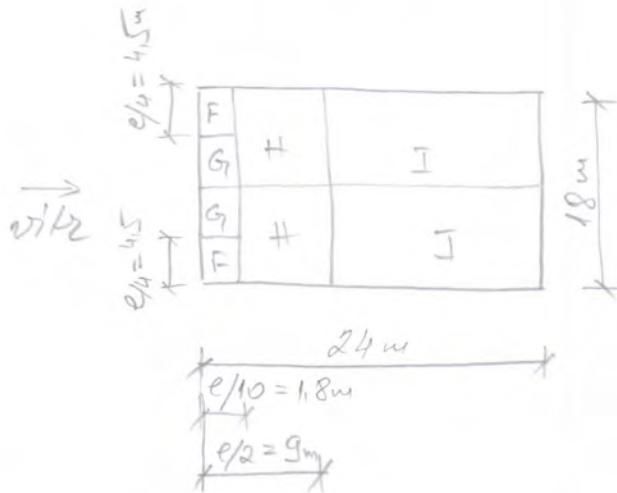
• celkové schéma střechy





b) Čelní vltz

• Bazilika



$$b = 18 \text{ m}$$

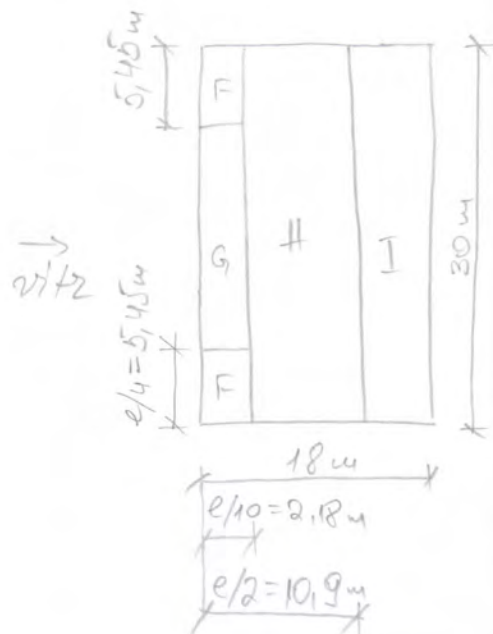
$$d = 24 \text{ m}$$

$$h = 18,7 \text{ m}$$

$$e = \min(b; 2h) = 18 \text{ m}$$

	F	G	H	I
$G_{pe,10}$ $\alpha = 5^\circ$	-1,6	-1,3	-2,7	-9,6

• přechův část



$$b = 30 \text{ m}$$

$$d = 18 \text{ m}$$

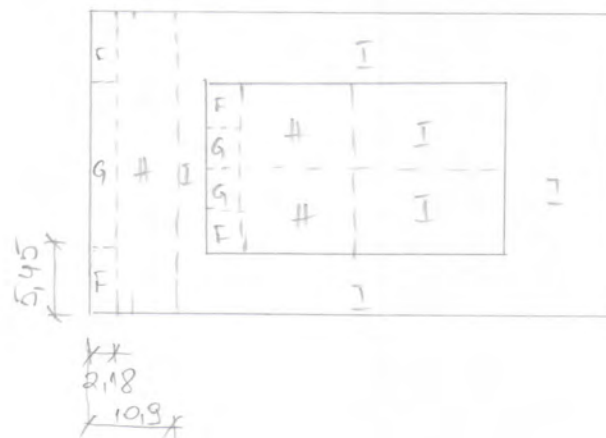
$$h = 19,9 \text{ m}$$

$$e = \min(b; 2h) = 21,8 \text{ m}$$



	F	G	H	I
$C_{pe,10}$	-1.8	-1.2	-0.7	0.2

- Celkové schéma střechy



- Konečná hodnota vnějšího tlaku:

$$q_p(s) = 0,548 \text{ kN/m}^2$$

$$\underline{w_e = q_p(s) \cdot C_{pe,10}}$$



BOČNÍ VÍTR

a) Stěny

$C_{pe,10}$ - tab. viz str. 12.

$$A: w_{eA} = 0,548 \cdot (-1,2) = -0,66 \text{ kN/m}^2$$

$$B: w_{eB} = 0,548 \cdot (-0,95) = -0,52 \text{ kN/m}^2$$

$$C: w_{eC} = 0,548 \cdot (-0,5) = -0,27 \text{ kN/m}^2$$

$$D: w_{eD} = 0,548 \cdot (+0,73) = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

$$E: w_{eE} = 0,548 \cdot (-0,35) = -0,19 \text{ kN/m}^2$$

b) Střecha

$C_{pe,10}$ - tab. viz str. 13.

$$A: w_{eA} = -0,548 \text{ kN/m}^2$$

$$B: w_{eB} = -0,43 \text{ kN/m}^2$$

$$C: w_{eC} = -0,274 \text{ kN/m}^2$$

$$F: w_{eF} = -0,99 \text{ kN/m}^2$$

$$G: w_{eG} = -0,66 \text{ kN/m}^2$$

$$H: w_{eH} = -0,38 \text{ kN/m}^2$$

$$I: w_{eI} = \pm 0,11 \text{ kN/m}^2$$



CELNÍ VĚTR

a) Stěny

$C_{pe,10}$ - viz tab str. 13.

$$A: w_{eA} = -0,66 \text{ kN/m}^2$$

$$B: w_{eB} = -0,45 \text{ kN/m}^2$$

$$C: w_{eC} = -0,274 \text{ kN/m}^2$$

$$D: w_{eD} = 0,39 \text{ kN/m}^2$$

$$E: w_{eE} = -0,17 \text{ kN/m}^2$$

b) Střecha

$C_{pe,10}$ - viz tab str 16.

$$F: w_{eF} = -0,88 \text{ kN/m}^2$$

$$G: w_{eG} = -0,71 \text{ kN/m}^2$$

$$H: w_{eH} = -0,38 \text{ kN/m}^2$$

$$I: w_{eI} = -0,33 \text{ kN/m}^2$$

$C_{pe,10}$ - viz tab str. 17 (plocha $S_{0,8}$)

$$F: w_{eF} = -0,99 \text{ kN/m}^2$$

$$G: w_{eG} = -0,66 \text{ kN/m}^2$$

$$H: w_{eH} = -0,38 \text{ kN/m}^2$$

$$I: w_{eI} = \pm 0,11 \text{ kN/m}^2.$$



2.2.3. UŽITNÉ ZATÍŽENÍ - BĚŽNÉ PODLAŽÍ

VRSTVA	qk [kN/m ²]	$\gamma =$ 1,35	qd [kN/m ²]
Kategorie C - plochy kde dochází ke shromáždování lidí	5	1,5	7,500
Přídavné užité zat za přemístitelné příčky ≤ 2 kN/m ²	0,8	1,5	1,200
Σ	5,80		8,70



3. VAZNICE

3.1. VAZNICE - BAZILIKA

- plastická vaznice - IPE 160
- katežovací síťka - $b = 2,25 \text{ m}$

3.1.1. Zatížení na vaznici

STÁLÉ : $g_{nat} = 0,54 \text{ kN/m}^2$ (střešní plošty)
 $0,158 \text{ kN/m}$ (odhad vlastní tíhy
vaznice)

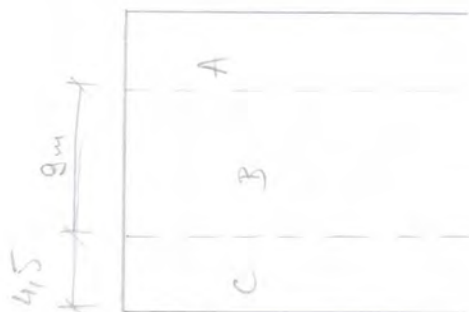
$$g_k = 0,54 \cdot 2,25 + 0,158 = \underline{1,4 \text{ kN/m}}$$

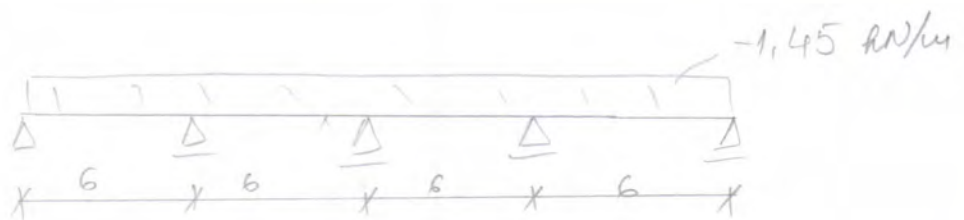
PROMĚNNÉ : 1) Sníh
- vybrán nejnepříkrmější katežovací
stav $\rightarrow 1,2 \text{ kN/m}^2$

$$g_{snih} = 1,2 \cdot 2,25 = \underline{2,7 \text{ kN/m}}$$

- 2) Vítr
- Boční

$$\text{oblast B-C : } w_k = -0,49 \cdot 1,125 - 0,5 \cdot 1,125 = \\ = \underline{-1,45 \text{ kN/m}}$$





• Celá

Oblast F-G : $w_k = -1,6 \cdot 1,125 - 1,3 \cdot 1,125 =$
 $= -3,26 \text{ kN/m}$

Oblast H : $w_k = -0,7 \cdot 2,25 = -1,58 \text{ kN/m}$

oblast I : $w_k = -0,6 \cdot 2,25 = -1,35 \text{ kN/m}$



3.1.2. Kombinace zatížení

1) Stále + sníh

$$G \cdot \gamma_{Gmax} + S \cdot \gamma_S$$

$\hookrightarrow 1,35 \quad \hookrightarrow 1,5$

2) Min. stále + vítr

$$G \cdot \gamma_{Gmin} + W \cdot \gamma_W$$

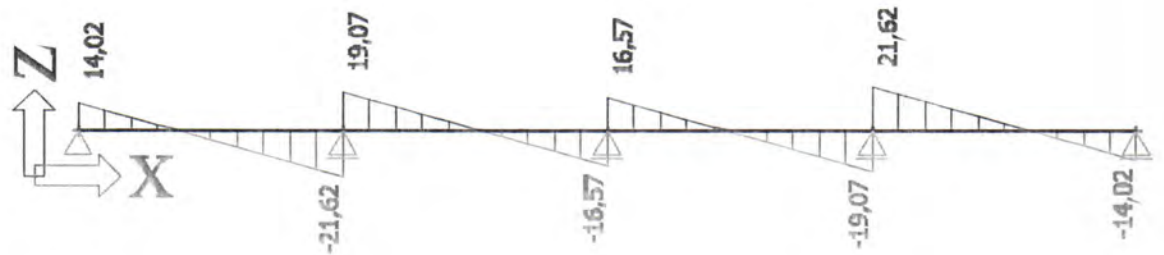
$\hookrightarrow 0,9 \quad \hookrightarrow 1,5$



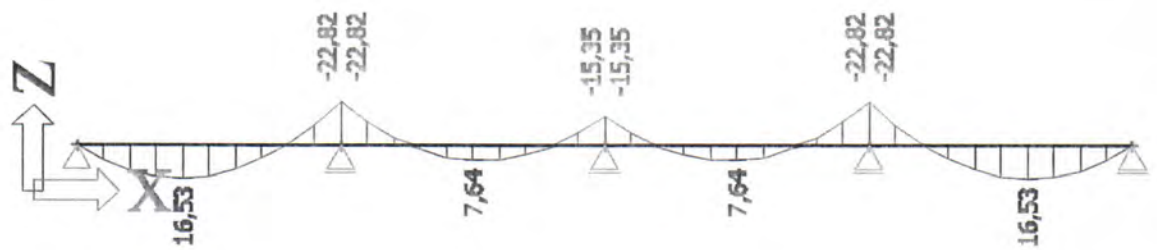
3.1.3. Vnitřní síly

1) Stálé + sníh

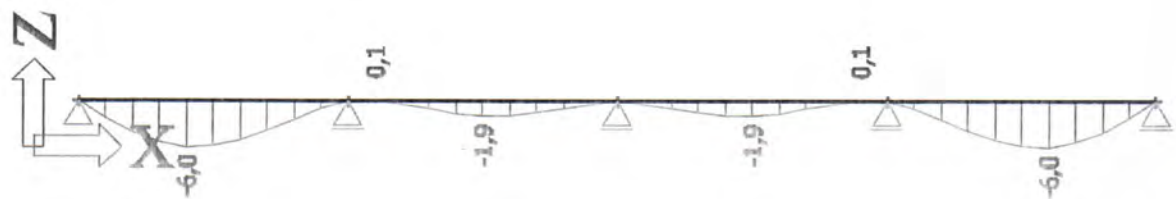
Vz



My



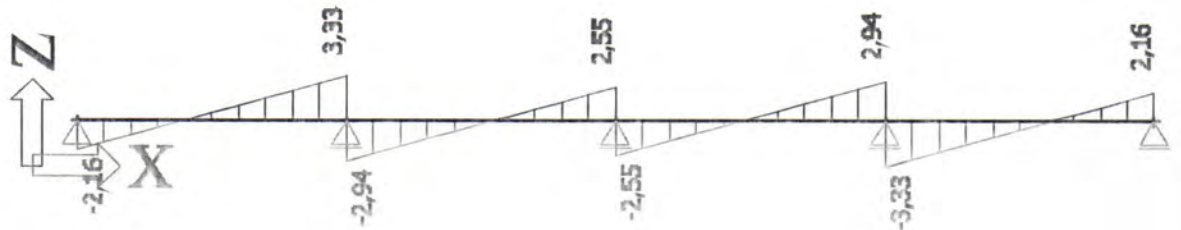
Průhyb



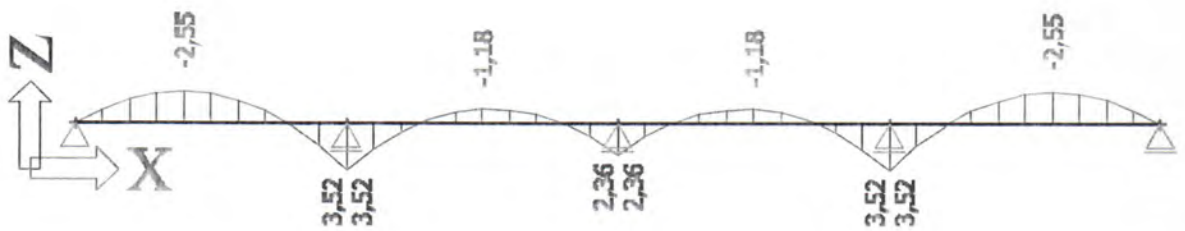


2) Min stálé + boční vítr

Vz



My



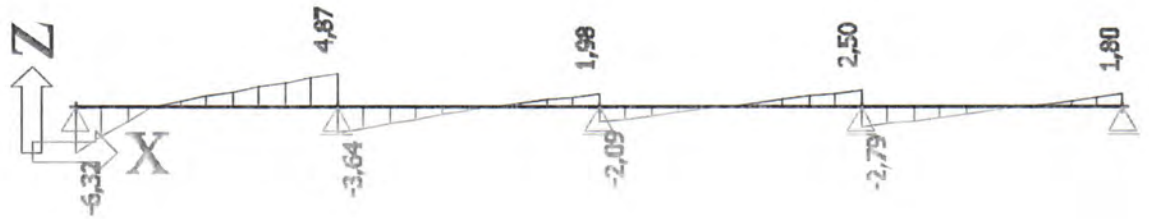
Průhyb



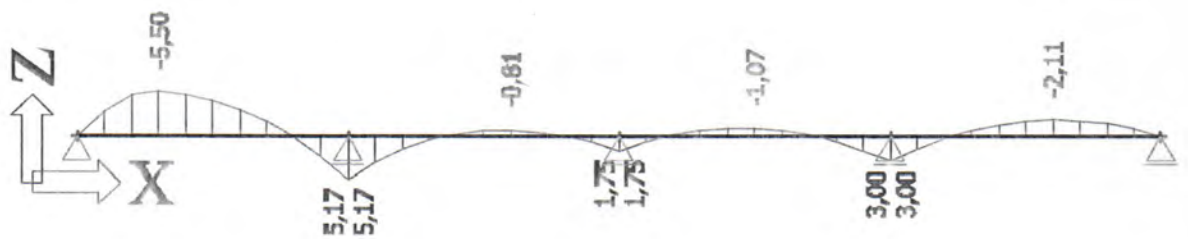


3) Min stálé + čelní vítr

Vz



My



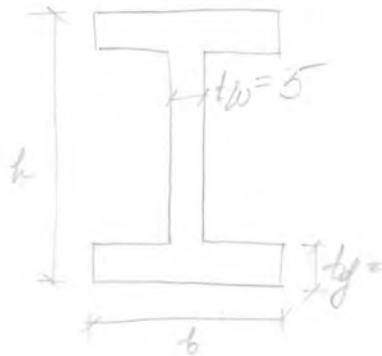
Průhyb





3.1.4 Posouzení vaznice MSU - - KOMBINACE 1

IPE 160



$$h = 160 \text{ mm}$$

$$b = 74 \text{ mm}$$

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

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

$$I_y = 8,693 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$W_{pl,y} = 1,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$A = 2,009 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I_t = 3,58 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$I_w = 3,96 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4$$

$$I_p = 6,83 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$$

Zabředení průřezu

Poměrné přetvození: $\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,81$

Pásmice:

$$c = \frac{b - t_w}{2} = \frac{74 - 5}{2} = 34,5 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t_f} = \frac{34,5}{7,4} = 4,66 < 9 \cdot \epsilon = 9 \cdot 0,81 = 7,29$$

\Rightarrow 1. TŘÍDA PŘŮŘEZU



Stojina:

$$h_w = h - 2 \cdot t_f = 160 - 2 \cdot 7,4 = 145,2 \text{ mm}$$

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{145,2}{5} = 29,04 < \lambda_{cr} = 58,32$$

\Rightarrow 1. TŘÍDA PRŮŘEZU

ÚNOSNOST VE SMYKU (kombinace 1 - Stále + Sm'h)

$$\begin{aligned} A_v &= A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f = \\ &= 2009 - 2 \cdot 22 \cdot 7,4 + (5 + 2 \cdot 9) \cdot 7,4 = 965,6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$V_{pl,rd} = \frac{A_v \cdot t_f}{\sqrt{3} \cdot f_u} = \frac{965,6 \cdot 10^{-6} \cdot 355 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 197,91 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 21,62 \text{ kN (kombinace 1)}$$

$$V_{pl,rd} > V_{ed}$$

$$\underline{197,91 > 21,62 \text{ [kN]}}$$

\Rightarrow Vyhovuje.



DHYBOVA' ÚNASNOST

$$M_{pl,Ed} \geq M_{Ed}$$

$$M_{pl,Ed} = \frac{w_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M_0}} = \frac{1,24 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6}{1} = 44,02 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 22,82 \text{ kNm} \quad (\text{Kombinace 1.})$$

$$\underline{44,02 > 22,82 \text{ [kNm]}}$$

\Rightarrow vyhovuje

3.1.5. Rozsazení varnice MSP - kombinace 1

• Od vesterého kat. ($\gamma_f = 1,0$)

$$\delta = 6 \text{ mm} \quad - \text{ (výstup v programu SCIA
viz str. 23.)}$$

$$\delta_{lim} = \frac{L}{200} = \frac{6000}{200} = 30 \text{ mm}$$

$$\underline{\delta_{min} < 30 \text{ mm}}$$

\Rightarrow vyhovuje



3.1.6. Posouzení vaznice MSÚ -
KOMBINACE 3.

ÚNOSNOST VE SMYKU:

$$A_v = 965,6 \text{ mm}^2 \text{ (viz. str. 24)}$$

$$V_{ed,y} = 6,32 \text{ kN}$$

$$V_{pl,yd} = 194,91 \text{ kN}$$

$$\underline{\underline{194,91 > 6,32}}$$

\Rightarrow vyhovuje

OHYBOVÁ ÚNOSNOST:

$$M_{pl,yd} > M_{ed}$$

$$M_{pl,yd} = 44,02 \text{ kNm} \text{ (viz. str. 24)}$$

$$M_{ed} = 5,5 \text{ kNm}$$

$$\underline{\underline{44,02 > 5,5 \text{ [kNm]}}}$$

\Rightarrow vyhovuje



KLOPENÍ

$$M_{ed} = 5,5 \text{ kNm}$$

$$L_{02} = 6 \text{ m}$$

Vypočet kritického momentu:

$$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{E I_y G I_t}}{L}$$

$$E = 210 \text{ GPa}$$

$$I_y = 6,88 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$I_t = 3,58 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$I_w = 3,96 \cdot 10^{-9} \text{ m}^6$$

$$G = 81 \text{ GPa}$$

$$L = 6 \text{ m}$$

Bezrozměrný kritický moment

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_2} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wz}^2} + (C_2 I_y - G I_t) \right] \cdot (C_2 I_y - G I_t)$$

Parametr kroucení:

$$\kappa_{wz} = \frac{\pi}{L} \sqrt{\frac{E I_w}{G I_t}}$$

$$= \frac{\pi}{1,6} \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 3,96 \cdot 10^{-9}}{81 \cdot 10^9 \cdot 3,58 \cdot 10^{-8}}} = 0,28$$



parametr působivé zatížení:

$$J_g = \frac{H \cdot z_g}{k_2 \cdot L} \sqrt{\frac{E J_k}{G I_t}}$$

$$z_g = 20 \text{ mm}$$

$$J_g = \frac{11 \cdot 0,08}{1 \cdot 6} \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 6,83 \cdot 10^{-7}}{81 \cdot 10^9 \cdot 3,58 \cdot 10^{-8}}} = 0,29$$

$$c_1 = 1,132 \quad (\text{podle tvaru momentového obrazce})$$

$$c_2 = 0,46 \quad (\psi = 0 - \text{dvojřez symetrický průřez})$$

$$k_2 = 1$$

$$\begin{aligned} M_{ez} &= \frac{c_1}{k_2} \cdot \left[\sqrt{1 + \alpha_{kz}^2 + (c_2 J_g)^2} - (c_2 J_g) \right] F \\ &= \frac{1}{1} \left[\sqrt{1 + (0,28)^2 + (0,46 \cdot 0,29)^2} - (0,46 \cdot 0,29) \right] F \\ &= 1,03 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ez} &= 1,03 \cdot \frac{11 \cdot \sqrt{210 \cdot 10^9 \cdot 6,83 \cdot 10^{-7} \cdot 81 \cdot 10^9 \cdot 3,58 \cdot 10^{-8}}}{6} = \\ &= \underline{\underline{10,999 \text{ kNm}}} \end{aligned}$$



Ručníková šiklost při klopení

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{N_{pl,y} \cdot l_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1,24 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^3}{10,999}} =$$
$$= 2,0$$

$$\frac{h}{b} = \frac{160}{82} = 1,95 \leq 2 \Rightarrow \text{břívka klopení}$$

a

$$\Rightarrow \alpha = 0,21$$

$$\phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] =$$
$$= 0,5 [1 + 0,21 (2,0 - 0,2) + 2,0^2] =$$
$$= 2,69$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{2,69 + \sqrt{2,69^2 - 2,0^2}} =$$
$$= 0,22$$

Návrhový moment únosnosti na klopení

$$M_{e,rd} = \chi_{LT} \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M_1}} = 0,22 \frac{1,24 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^3}{1} =$$
$$= \underline{\underline{9,68 \text{ kNm}}}$$



$$M_{ed} = 5,5 \text{ kNm}$$

$$M_{brd} = 9,68 \text{ kNm}$$

$$M_{brd} > M_{ed}$$

$$\underline{9,68 > 5,5 \text{ [kNm]}}$$

⇒ vyhovuje

3.1.7 Posouzení varnice MSP - kombinace 3

$\delta = 1,1 \text{ mm}$ - (výstup z prog. SCIA
viz. str. 25)

$$\delta_{lim} = \frac{L}{200} = \frac{6000}{200} = 30 \text{ mm}$$

$$\underline{1,1 < 30 \text{ [mm]}}$$

⇒ vyhovuje



4. TRAPÉZOVÝ PLECH

4.1. Zajištění - stropní konstrukce

- uvažuje se šířka 1m

STALÉ: vlastní tíha betonu + st. tíha plechu

$$g_d = (2,5 + 0,1) \cdot 1,35 = \underline{3,51 \text{ kN/m}^2}$$

PROMĚNNÉ: Montážní stav

- zvětšené (působí na čtverci 3x3m)

$$g_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

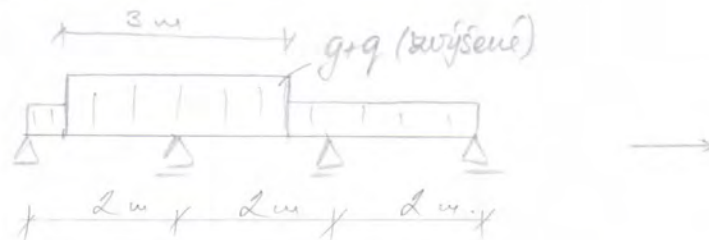
$$g_d = \underline{2,25 \text{ kN/m}^2}$$

- rovnoměrné

$$g_k = 0,45 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d = \underline{1,125 \text{ kN/m}^2}$$

• Schéma



→ Zjednodušené (po celé délce):





4.2. Vnitřní síly

- Největší moment v místě vnitřní podpory

$$M_{\text{ed}} = \frac{1}{10} (q_d + q_d) \cdot l^2 = \frac{1}{10} \cdot 5,76 \cdot 2^2 = 2,3 \text{ kNm/m}$$

NAVRH:

TR 50/250, ocel S 235

$$f_y = 235 \text{ MPa}$$

$$W_{\text{eff, min}} = 12,83 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_{\text{eff}} = 9,413 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

4.3. Provedení HSL

$$M_{\text{red}} = \frac{W_{\text{eff, min}} \cdot f_y}{\gamma_{M_1}} = \frac{12830 \cdot 235 \cdot 10^{-6}}{1,0} = 3,02 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{ed}} > M_{\text{red}}$$

$$\underline{3,02 > 2,3 \text{ [kNm]}}$$

\Rightarrow vyhovuje



4.4. Posouzení MSP

- Max průhyb v krajním poli



$$M_{kx} = -\frac{1}{10} q_k \cdot l^2 = -\frac{1}{10} \cdot 2,146 \cdot 2^2 = -0,8584 \text{ kNm/m}$$

$$\delta = \frac{1}{E \cdot I_{eff}} \left(\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot l^4 + \frac{1}{16} M_{kx} \cdot l^3 \right) =$$

$$= \frac{1}{210 \cdot 10^3 \cdot 9,413 \cdot 10^6} \left(\frac{5}{384} \cdot 2,36 \cdot 2000^4 + \frac{1}{16} \cdot 0,9984 \cdot 10^6 \cdot 2000^3 \right)$$

$$\delta = 2,83 \text{ mm} < \frac{t_{deska}}{10} = \frac{84}{10} = 8,4 \text{ mm}$$

⇒ vybitlový efekt není
nutno uvažovat

⇒ TR 50/250 vyhovuje.

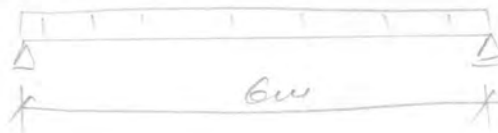


5. STROPNICE - PLOCHA' STŘECHA

- Stropnice při betonáži podepřena.
- zatěšovací síťka - $b = 2 \text{ m}$
- profil - IPE 160

5.1. Zatížení na stropnici

PROSTÝ NOSNÍK:



STA'LÉ: $g_{\text{stř}} = 1,83 \text{ kN/m}$ (střešní ploš')
odhad vl. hly: $0,158 \text{ kN/m}$
 $g_k = 1,83 \cdot 2 + 0,158 = \underline{5,82 \text{ kN/m}}$

PROMĚNNÉ: 1) SálH

- nejnebezpečnější zatěšovací stav:



$$g_{\text{stř}} = 1,1 \cdot 2 = \underline{2,2 \text{ kN/m}}$$



2) Vítěz

• Boční:

$$\text{Oblast H: } w_k = -0,38 \cdot 2 = \underline{-0,76 \text{ kN/m}}$$

• Čelní:

$$\text{oblast F: } w_k = -0,99 \cdot 2 = \underline{-1,98 \text{ kN/m}}$$

$$\text{oblast H: } w_k = -0,38 \cdot 2 = \underline{-0,76 \text{ kN/m}}$$

$$\text{oblast J: } w_k = -0,11 \cdot 2 = \underline{-0,22 \text{ kN/m}}$$

5.2. Kombinace zatížení

1) Stále + Sníh → ROZHODUJE

$$G_{k,max} + S_{k0}$$

$\hookrightarrow 1,30 \qquad \hookrightarrow 1,5$

2) Min. stále + vítr

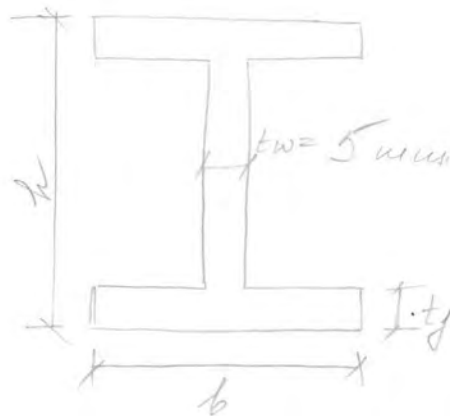
$$G_{k,min} + w_{k0}$$

$\hookrightarrow 0,9 \qquad \hookrightarrow 1,5$



5.3. Posouzení stropnice HSLA

IPE 160



$$h = 160 \text{ mm}$$

$$b = 82 \text{ mm}$$

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

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

$$I \cdot t_f = 7,4 \text{ mm}$$

$$I_y = 2693 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$W_{pl,y} = 1,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$A = 2,009 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I_t = 3,58 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$I_w = 3,96 \cdot 10^{-9} \text{ m}^6$$

$$I_\phi = 683 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

Zatřídění průřezu

$$\text{Poměrné přetvoření: } \epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,81$$

$$\text{Pásmice: } c = \frac{b - t_w}{2} = \frac{82 - 5}{2} = 38,5 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t_f} = \frac{38,5}{7,4} = 5,2 < 9 \cdot \epsilon = 9 \cdot 0,81 = 7,29$$

\Rightarrow 1. TŘÍDA PŘŮŘEZU



Stěpina:

$$h_{ms} = h - 2t_f = 180 - 2 \cdot 17 = 146 \text{ mm}$$

$$\frac{h_{ms}}{t_w} = \frac{146}{5} = 29,2 < 72 \cdot \epsilon = 58,32$$

⇒ 1. TŘÍDA PRŮŘEZU

Průřezové a materiálové charakteristiky:

Ocel: S 355 $f_y = 355 \text{ MPa}$
 $f_a = 40$

Beton: C 25/30 $f_{ct} = 25 \text{ MPa}$
 $f_c = 1,5$
 $f_{ed} = 0,85 \cdot \frac{f_{ct}}{f_c} = 0,85 \cdot \frac{25}{1,5} = 14,2 \text{ MPa}$

• Deska: trapézový plech 7R 50/250
celková tloušťka 130 mm

• Účinná šířka desky

$$b_{eff} = \min\left(2 \cdot \frac{l}{8}; \text{vzdálenost stropnic}\right) = \min\left(2 \cdot \frac{6}{8}; 2\right) = 1,5 \text{ m}$$

• Rozhodující kombinace:
kombinace 1 - Stále + sniž.

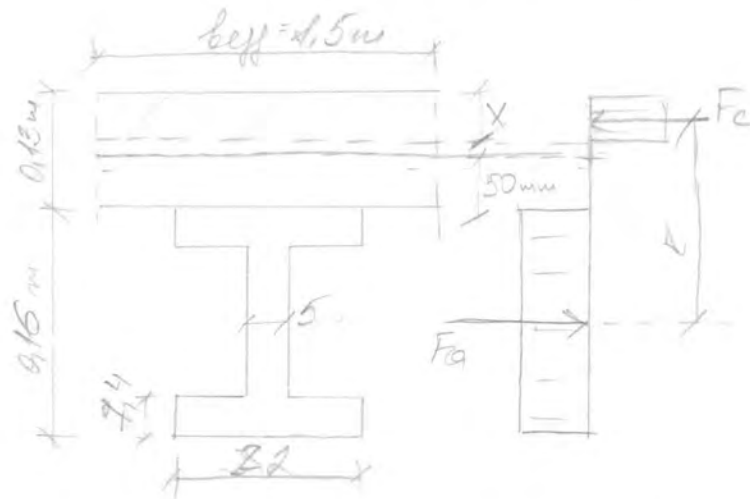


• Vnitřní síly:

$$M_{pl,ed} = \frac{1}{8} (q_d + q_d) \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot (4,86 + 3,3) \cdot 6^2 = 59,22 \text{ kNm}$$

$$V_{pl,ed} = \frac{1}{2} (q_d + q_d) \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 11,16 \cdot 6 = 33,48 \text{ kN}$$

Poloha neutrální osy:



- předpoklad: neutrální osa leží v let desce

$$F_g = F_e$$

$$A_g \cdot f_{yd} = x \cdot l_{eff} \cdot 0,85 \cdot f_{cd}$$

$$x = \frac{A_g \cdot f_{yd}}{l_{eff} \cdot 0,85 \cdot f_{cd}} = \frac{2009 \cdot 355}{1500 \cdot 0,85 \cdot 16,67} = \underline{\underline{33,56}} < 80 \text{ [mm]}$$

\Rightarrow neutrální osa leží v desce.



MOMENTOVÁ ÚNOSNOST:

$$M_{pl,rd} = F_g \cdot z = A_g \cdot f_{yd} \cdot z = 2009 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 \cdot 0,1932$$

$$z = H - \frac{t_f}{2} - \frac{z}{2} = 290 - \frac{160}{2} - \frac{33,56}{2} = 193,21 \text{ mm}$$

$$M_{pl,rd} = 137,49 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,rd} > M_{pl,ed}$$

$$\underline{137,49 > 50,22 \text{ [kNm]}}$$

⇒ vyhovuje.

SMYKOVÁ ÚNOSNOST:

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot t_e) \cdot t_f =$$
$$= 2009 - 2 \cdot 82 \cdot 7,4 + (5 + 2 \cdot 9) \cdot 7,4 = 965,6 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,rd} = A_v \cdot \frac{f_{td}}{\sqrt{3}} = 965,6 \cdot \frac{355}{\sqrt{3}} = 197,91 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 33,48 \text{ kN}$$

$$V_{pl,rd} > V_{ed}$$

$$\underline{197,91 \text{ kN} > 33,48 \text{ kN}}$$

⇒ vyhovuje



NAVRH SPŘAŽENÍ:

$$\begin{aligned} \text{žemy: } \phi &= 22 \text{ mm} \\ h &= 100 \text{ mm} \\ f_u &= 360 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$h_{sc} > 4d \Rightarrow \alpha = 1$$

$$\text{beton: } E_{cm} = 395 \text{ GPa}$$

ÚNOSNOST SPŘAŽOVACÍCH TENŮ:

$$P_{ek} = \min \left\{ 0,8 \cdot f_u \cdot \frac{\pi d^2}{4}; 0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \sqrt{f_u \cdot E_{cm}} \right\}$$

$$P_{ek} = \min \left\{ 0,8 \cdot 360 \cdot \frac{\pi \cdot 22^2}{4}; 0,29 \cdot 1 \cdot 22^2 \sqrt{25 \cdot 395000} \right\}$$

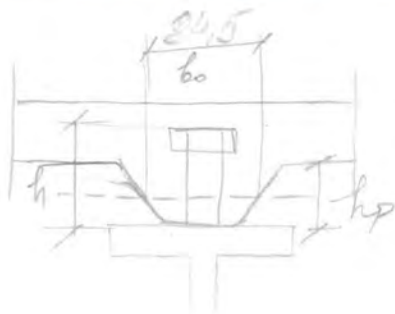
$$P_{ek} = \min \{ 109,48; 122,56 \} = 109,48 \text{ kN}$$

• Nejvhodnější únosnost

$$P_{kd} = \frac{\min P_{ek}}{\gamma_v} = \frac{109,48}{1,25} = 87,58 \text{ kN}$$

• Redukční součinitel

$$k_s = \frac{0,7}{\sqrt{m_2}} \cdot \frac{b_0}{b_p} \cdot \left(\frac{f_p}{f_p} - 1 \right)$$



$$k_z = \frac{0,7}{\sqrt{1}} \cdot \frac{24,5}{50} \cdot \left(\frac{100}{50} - 1\right) = 1,2 \quad ; \quad k_z \leq 0,75 \\ \Rightarrow \underline{k_z = 0,75}$$

$$P_{ed} = P_{ed} \cdot k_z = 87,58 \cdot 0,75 = 65,7 \text{ kN}$$

- Síla na sprážení na jedné polovině nosníku:

$$N_y = N_c = N_a = A_{net} \cdot f_{yd} = 2009 \cdot 355 = 713,2 \text{ kN}$$

- Potřebný počet tení na polovině nosníku:

$$n_y = \frac{N_y}{P_{ed}} = \frac{713,2}{65,7} = 10,86 \Rightarrow \underline{11 \text{ tení}}$$

- Max. množství tení na polovině nosníku:

TR 50/250 modulová šířka žebra 250mm

$$\frac{l}{2} = \frac{6000}{2} = 3000 \text{ mm}$$

$$\frac{3000}{250} = \underline{12 \text{ tení}}$$

\Rightarrow Potřebný počet tení je menší než maximální

\Rightarrow úplně sprážení vyhoví



5.4. Posouzení HSP

$$E_{cw} = 30,5 \text{ GPa}$$

- Modul pružnosti s vlivem deformační a smršťování

$$E_c' = \frac{E_{cw}}{2} = \frac{30,5}{2} = 15,25 \text{ GPa}$$

- Pracovní souč.

$$n = \frac{E_g}{E_c'} = \frac{210}{15,25} = 13,77$$

- Pružovací charakteristiky ideálního průřezu:

$$A_i = A_g + \frac{A_c}{n} = 2009 + \frac{20 \cdot 1500}{13,77} = 10723,6 \text{ mm}^2$$

- Těžiště ideálního průřezu:

$$z_i = \frac{A_g \cdot z_g + \frac{A_c \cdot z_c}{n}}{A_i} = \frac{2009 \cdot 20 + \frac{20 \cdot 1500 (100 + 50 \cdot \frac{20}{2})}{13,77}}{10723,6}$$
$$= 218,15 \text{ mm}$$

- Moment setrvačnosti ideálního průřezu

$$I_i = (I_g + A_g \cdot z_g^2) + \left(\frac{I_c + A_c \cdot z_c^2}{n} \right) = 8,693 \cdot 10^6 + 2009 \cdot (218,15 - 20)^2 +$$
$$+ \left(\frac{\frac{1}{12} \cdot 1500 \cdot 80^3 + 1500 \cdot 80 (230 - 218,15)^2}{13,77} \right) = 96,67 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$



- Největší napětí v ocelovém proflu-u ve spodních vlákních

$$M_{ed} = \frac{1}{8} \cdot (g_k + q_k) l^2 = \frac{1}{8} \cdot 8,02 \cdot 6^2 = 36,1 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{s,max} = \frac{M_{ed}}{I_s} \cdot y_d = \frac{36,1 \cdot 10^6}{96,67 \cdot 10^6} \cdot 218,15 =$$
$$= 22,74 \text{ MPa} < f_{yk} = 355 \text{ MPa}$$

- Největší napětí v betonové desce:

$$\sigma_{c,max} = \frac{M_{ed}}{n \cdot I_s} \cdot y_c = \frac{36,1 \cdot 10^6}{13,77 \cdot 96,67 \cdot 10^6} \cdot (290 - 218,15) =$$

$$= 1,95 \text{ MPa} < 0,85 \cdot f_{ck} = 0,85 \cdot 25 = 21,25 \text{ MPa}$$

=> není k prasknutí
při provozním zatížení

- Hodnota průhybu od větševého zatížení:

$$\delta_g = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l^4}{E \cdot I_s} = \frac{5}{384} \cdot \frac{3,02 \cdot 6000^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 96,67 \cdot 10^6} = 6,67 \text{ mm}$$

$$6,67 \text{ mm} < \frac{l}{200} = \frac{6000}{200} = 30 \text{ mm}$$

=> vyhovuje



6. STROPNICE - BĚŽNÉ PODLAŽÍ

- profil : IPE 160
- zatěžovací síla : $b = 2m$

6.1. Vnitřní síly

• zatížení viz str. 4.

STATĚ : $g_k = 4,18 \cdot 2 + 0,158 = 8,52 \text{ kN/m}$
 $g_d = 8,52 \cdot 1,35 = 11,5 \text{ kN/m}$

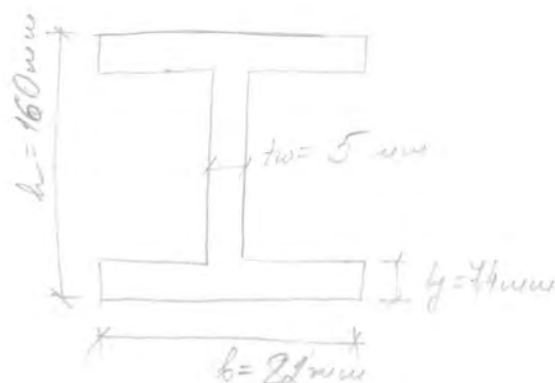
UŽITNÉ : $q_k = 5,8 \cdot 2 = 11,6 \text{ kN/m}$
 $q_d = 11,6 \cdot 1,5 = 17,4 \text{ kN/m}$

$$M_{před} = \frac{1}{8} \cdot (g_d + q_d) \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 28,9 \cdot 6^2 = \underline{130,1} \text{ kNm}$$

$$V_{před} = \frac{1}{2} \cdot (g_d + q_d) \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 28,9 \cdot 6 = \underline{86,7} \text{ kN}$$

6.2. Posouzení stropnice MSÚ

IPE 160



$$I_y = 2,693 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$W_{ply} = 1,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$A = 2,009 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I_t = 3,58 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$I_w = 3,96 \cdot 10^{-9} \text{ m}^6$$



Zatřídění průřezu

Pásnice \Rightarrow 1. TŘÍDA
Stojina \Rightarrow 1. TŘÍDA (viz. str. 39, 40)

Průřezové a materiálové charakteristiky:

- Ocel: S 355 $f_y = 355 \text{ MPa}$
 $\gamma_a = 1,0$
- Beton: C 25/30 $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
 $\gamma_c = 1,5$
 $f_{cd} = 14,2 \text{ MPa}$
- Deska: trapézový plech 50/250
celková tloušťka 100mm
- Účinná šířka desky
 $b_{eff} = 2 \cdot \frac{6}{8} = 1,5 \text{ m}$



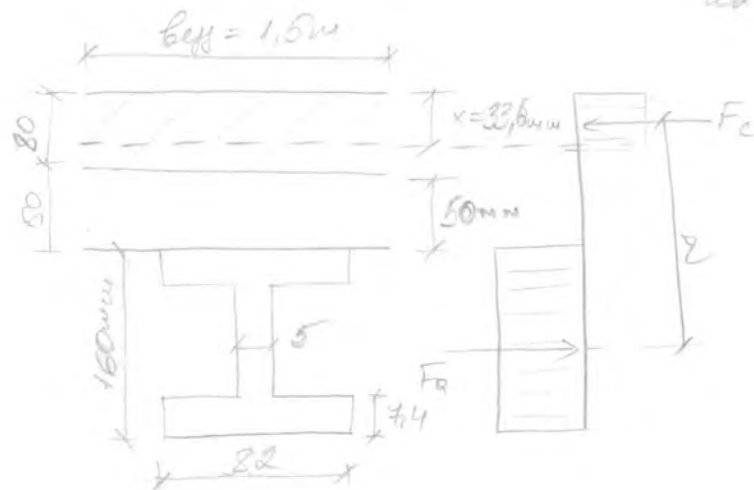
Poloha neutrální osy:

$$F_a = F_c$$

$$A_a \cdot f_{yd} = x \cdot b_{eff} \cdot \rho_{s,red} \cdot f_{cd}$$

$$x = \frac{A_a \cdot f_{yd}}{b_{eff} \cdot \rho_{s,red} \cdot f_{cd}} = \frac{2009 \cdot 355}{1500 \cdot 0,85 \cdot 1667} = \underline{\underline{33,6 \text{ mm} < 80 \text{ mm}}}$$

\Rightarrow neutrální osa
leží v desce.



MOHENTOVÁ ÚNOSNOST:

$$M_{pl,rd} = F_a \cdot z = A_a \cdot f_{yd} \cdot z = 2,009 \cdot 10^{-2} \cdot 355 \cdot 10^3 \cdot 0,1932 = \underline{\underline{137,79 \text{ kNm}}}$$

$$z = h - \frac{h}{2} - \frac{x}{2} = 190 - \frac{160}{2} - \frac{33,6}{2} = 193,2 \text{ mm}$$

$$M_{pl,rd} > M_{p,rd}$$

$$\underline{\underline{137,79 > 130,1 \text{ [kNm]}}}$$

\Rightarrow vyhovuje.



SMYKOVÁ ÚNASNOST:

$$A_v = 965,6 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,red} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 965,6 \cdot \frac{355}{\sqrt{3}} = 197,9 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 86,58 \text{ kN}$$

$$V_{pl,red} > V_{ed}$$

$$\underline{230,7 > 86,7 \text{ [kN]}}$$

\Rightarrow vyhovuje

NAVREH SPŘAŽENÍ:

• teny: $\Phi = 22 \text{ mm}$
 $h = 100 \text{ mm}$
 $f_{ct} = 360 \text{ MPa}$

$$h_{sc} > 4d \Rightarrow \alpha = 1$$

• beton: $E_{cm} = 30,5 \text{ GPa}$



ÚNOSNOST SPŘAŽOVACÍCH TRNŮ:

$$P_{Rk} = \min \left\{ 0,8 \cdot f_u \cdot \frac{\pi \cdot d^3}{4}; 0,29 \cdot d \cdot d^2 \cdot \sqrt{f_{yk} \cdot E_{cm}} \right\}$$

$$P_{Rk} = \min \left\{ 0,8 \cdot 36 \cdot \frac{\pi \cdot 22^3}{4}; 0,29 \cdot 11 \cdot 22^2 \cdot \sqrt{25 \cdot 39500} \right\}$$

$$P_{Rk} = \min \{ 109,48; 122,56 \} = 109,48 \text{ kN}$$

• Návrhová únosnost

$$P_{ed} = \frac{\min P_{Rk}}{\gamma_v} = \frac{109,48}{1,25} = 87,58 \text{ kN}$$

• Redukční součinitel

$$k_t = \frac{0,4}{\sqrt{M_2}} \cdot \frac{l_0}{l_{fp}} \cdot \left(\frac{l_0}{l_{fp}} - 1 \right) =$$

$$= \frac{0,4}{\sqrt{1}} \cdot \frac{84,5}{50} \cdot \left(\frac{100}{50} - 1 \right) = 1,2; \quad k_t \leq 0,75 \\ \Rightarrow \underline{k_t = 0,75}$$

$$P_{ed}^i = P_{ed} \cdot k_t = 87,58 \cdot 0,75 = 65,7 \text{ kN}$$

• Síla na spřažení na jedné polovině nosníku:

$$N_{ej} = N_e = N_a = A_{ace} \cdot f_{yd} = 2009 \cdot 255 = 513,2 \text{ kN}$$



- Potřebný počet tenů na polovině nosníku

$$n_y = \frac{N_y}{P_{td}} = \frac{713,2}{65,6} = 10,9 \Rightarrow \underline{11 \text{ tenů}}$$

- Max. množství tenů na polovině nosníku.:

TR 50/250 - modulová šířka žebra 250mm

$$\frac{L}{2} = \frac{6000}{2} = 3000 \text{ mm}$$

$$\frac{3000}{250} = \underline{12 \text{ tenů}}$$

⇒ Potřebný počet tenů je menší než
maximální počet.

⇒ úplné sprášení vyhoví



6.3. Posouzení MSP

$$E_{ov} = 30,5 \text{ GPa}$$

$$\bullet E_c' = \frac{E_{ov}}{2} = \frac{30,5}{2} = 15,25 \text{ GPa}$$

$$\bullet \alpha = \frac{F_g}{E_c'} = \frac{210}{15,25} = 13,77$$

• Přířezové charakteristiky ideálního přířezu:

$$A_i = A_g + \frac{A_c}{\alpha} = 2009 + \frac{80 \cdot 1500}{13,77} = 10723,6 \text{ mm}^2$$

$$z_i = \frac{A_g \cdot z_g + \frac{A_c \cdot z_c}{\alpha}}{A_i} = \frac{2009 \cdot 80 + \frac{80 \cdot 1500 (160 + 50 + \frac{80}{2})}{13,77}}{10723,6} = 218,15 \text{ mm}$$

$$I_i = \left(I_g + A_g \cdot z_g^2 + \left(\frac{I_c + A_c \cdot z_c^2}{\alpha} \right) \right) = 8,693 \cdot 10^6 + 2009 \cdot (218,15 - 80)^2 + \left(\frac{\frac{1}{12} \cdot 1500 \cdot 80^3 + 1500 \cdot 80 (290 - 218,15)^2}{13,77} \right) = 96,67 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\bullet M_{Ed} = \frac{1}{8} (q_k + q_{k2}) \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 20,12 \cdot 6^2 = 90,54 \text{ kNm}$$

$$\bullet \sigma_{s,max} = \frac{M_{Ed}}{I_i} \cdot z_d = \frac{90,54 \cdot 10^6}{96,67 \cdot 10^6} \cdot 218,15 = 204,3 \text{ MPa}$$

$$204,3 \text{ MPa} < f_y = 355 \text{ MPa}$$



$$\begin{aligned} \sigma_{c, \max} &= \frac{M_{\text{ek}}}{n \cdot I_i} \cdot \gamma_R = \frac{99,54 \cdot 10^6}{13,74 \cdot 96,67 \cdot 10^6} (280 - 218,15) \\ &= \underline{4,89 \text{ MPa}} < 0,85 \cdot f_{ct} = 21,25 \text{ MPa} \end{aligned}$$

⇒ namyk působí pružně
při provozním zat.

• Hodnota průhybu od věškerého zatížení:

$$\begin{aligned} \xi_2 &= \frac{5}{384} \cdot \frac{q_m \cdot L^4}{E \cdot I_i} = \frac{5}{384} \cdot \frac{20,12 \cdot 6000^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 96,67 \cdot 10^6} = \\ &= 16,72 \text{ mm} \end{aligned}$$

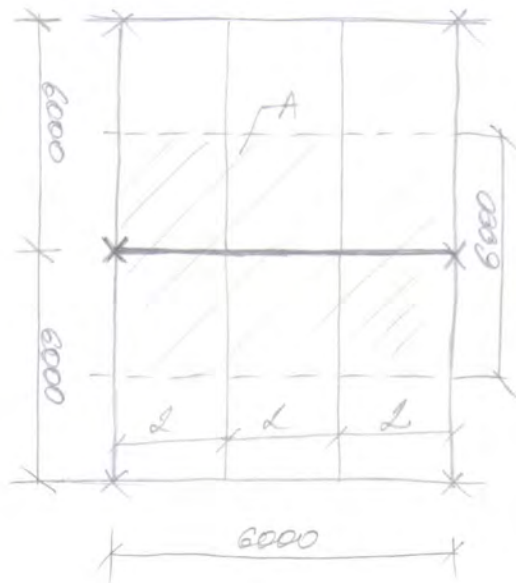
$$\underline{16,72 \text{ mm}} < \frac{L}{200} = \frac{6000}{200} = 30 \text{ mm}$$

⇒ vyhovuje



7. PRŮVLAK

- Průvlak při betonáři podepřen.
- Návrh stropního průvlatu



7.1. Zatížení

STALÉ: $g_k = 4,18 \text{ kN/m}^2$ (viz str. 4)
 $g_d = 5,64 \text{ kN/m}^2$

vl. tíha stropnice - $0,158 \text{ kN/m}$

PROMĚNNÉ: $q_k = 5,8 \text{ kN/m}^2$
 $q_d = 8,4 \text{ kN/m}^2$



• Reakce ze stropnic

$$F_{Ex} = ((g_k + q_k) \cdot 2 + g_{k1}) \cdot 25 = \\ = ((4,18 + 5,8) \cdot 2 + 0,108) \cdot 6 = \underline{120,71 \text{ kN}}$$

$$F_{Ed} = ((5,64 + 8,4) \cdot 2 + 0,213) \cdot 6 = \underline{143,36 \text{ kN}}$$

• Vlastní tíha příbalku

$$g_k = 0,361 \text{ kN/m}$$

$$g_d = 0,361 \cdot 1,35 = 0,49 \text{ kN/m}$$

• Reakce:

$$R_{ed} = V_{ed} = 143,36 + 949 \cdot 3 = 144,83 \text{ kN}$$

• Ohybový moment:

$$M_{ed} = 144,83 \cdot 2 + \frac{1}{8} \cdot 0,57 \cdot 6^2 = 352,23 \text{ kNm}$$

• Potřebný průřezový moment:

$$W_{req} = \frac{M_{ed}}{f_{yd}} = \frac{352,23 \cdot 10^6}{355} = 992,22 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

NAVŮRHI: IPE 240

• Přenesl moment menší než M_{ed} .
Celý moment M_{ed} má přenést
ocelobetonový průřez.



• Průřezové charakteristiky

$$A = 4,590 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$W_{pl,y} = 4,84 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 5,79 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$A_{\text{oz}} = 1,914 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$m = 36,1 \text{ kg/m}$$

7.2. Posouzení MSÚ

• Účinná šířka desky:

$$b_{\text{eff}} = a \cdot b_e = \frac{L}{4} = \frac{6000}{4} = 1500 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff}} < B = (6000 + 6000) / 2 = 6000 \text{ mm} \text{ (málo přivláčí)}$$

• Předpoklad: neutrální osa leží v bet. desce.

$$x = \frac{A_a \cdot f_{yd}}{b_{\text{eff}} \cdot f_{cd}} = \frac{4590 \cdot 355}{1500 \cdot 14,2} = \underline{\underline{111,5 \text{ mm} < 80 \text{ mm}}}$$

⇒ neutrální osa
prochází betonovou
deskou.



MOMENTOVÁ ÚNOSNOST:

$$z = \frac{240}{2} + 50 + 80 - \frac{46,5}{2} = 226,75 \text{ mm}$$

$$M_{p,rd} = F_a \cdot z = A_a \cdot f_{yd} \cdot z = 4,590 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 \cdot 0,22675 = \\ = \underline{\underline{369,89 \text{ kNm}}}$$

$$M_{p,rd} > M_{ed}$$

$$\underline{\underline{369,89 > 352,23 \text{ [kNm]}}}$$

⇒ vyhovuje

SMYKOVÁ ÚNOSNOST:

$$A_v = 1914 \text{ mm}^2$$

$$V_{p,rd} = A_v \cdot \frac{f_{vd}}{13} = 1914 \cdot \frac{355}{13} = 392,29 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 174,83$$

$$V_{p,rd} > V_{ed}$$

$$\underline{\underline{392,29 > 174,83 \text{ [kN]}}}$$

⇒ vyhovuje



NAVRH SPŘAŽENÍ:

tzvny : stejné jako u stropnice (viz str. 52)

$$\phi = 22 \text{ mm}$$

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

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

• Únosnost jednoho tmu P_{rd} je
shodná jako u stropnice

$$P_{rd} = \underline{84,58 \text{ kN}} \quad (\text{viz str. 52})$$

• Redukční součinitel

- Pro tmu v ševové desce s ševy rovnoúhelnými
s nosníkem:

$$k_t = 0,6 \cdot \frac{b_0}{b_p} \left(\frac{h_e}{h_p} - 1 \right) = 0,6 \cdot \frac{84,5}{50} \left(\frac{100}{50} - 1 \right) =$$

$$= 1,01 ; k_t < 1,0$$

$$\Rightarrow \underline{k_t = 1}$$

$$P_{rd} = P_{rd} \cdot k_t = 1 \cdot 84,58 = \underline{84,58 \text{ kN}}$$



- Síla na sprášení na jedné polovině nosníku.

$$N_y = N_c = x \cdot k_{eff} \cdot f_{cd} = 46,5 \cdot 1500 \cdot 14,2 = 1629,45 \text{ kN}$$

- Potřebný počet tenů na jedné polovině nosníku

$$n_y = \frac{F_{cd}}{P_{td}} = \frac{1629,45}{84,58} = 18,61 \Rightarrow 19 \text{ tenů}$$

- Vzdálenost tenů

$$\frac{L/2}{n_y} = \frac{3000}{19} = 158 \text{ mm} \Rightarrow \underline{150 \text{ mm}}$$

- min. vzdálenost tenů $5 \cdot d = 5 \cdot 22 = 110 \text{ mm}$

\Rightarrow NÁVRH: teny d2/100 po 150 mm.



7.3. Posouzení MSP

- Veškeré zatížení přemáší správný ocelobetonový nosník
- souč. zatížení $f_g = f_{g2} = 1,0$

$$M_{Ex} = 129,41 \cdot 2 + \frac{1}{8} \cdot 8,361 \cdot 6^2 = 243,04 \text{ kNm}$$

- Parametry ideálního průřezu

$$E_c' = 15,25 \text{ GPa}$$

$$n = 13,77$$

- Plocha ideálního průřezu

$$A_i = A_g + \frac{A_c}{n} = 4590 + \frac{80 \cdot 1500}{13,77} = 13304,6 \text{ mm}^2$$

- Težiště

$$z_i = \frac{A_g \cdot z_g + \frac{A_c \cdot z_c}{n}}{A_i} = \frac{4590 \cdot 138 + \frac{80 \cdot 1500 \cdot (160 + 50 + \frac{80}{2})}{13,77}}{13304,6}$$
$$= 210,33 \text{ mm}$$



• Moment setrvačnosti

$$\begin{aligned} I_i &= (I_a + A_a \cdot z_a^2) + \left(\frac{I_c + A_c \cdot z_c^2}{n} \right) = \dots \\ &= 5,49 \cdot 10^7 + 4590 \cdot (219,33 - 135)^2 + \\ &+ \left(\frac{\frac{1}{12} \cdot 1500 \cdot 135^3 + 1500 \cdot 80 (400 - 210,33)^2}{13,77} \right) = \\ &= 394,62 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

• Největší napětí v ocelovém profilu je ve spodních vláknech:

$$\begin{aligned} \sigma_{a, \max} &= \frac{M_{\max}}{I_i} \cdot z_d = \frac{243,04 \cdot 10^6}{394,62 \cdot 10^6} \cdot 219,33 = \\ &= \underline{\underline{128,6 \text{ MPa} < f_y = 355 \text{ MPa}}} \end{aligned}$$

• Největší napětí v betonové desce:

$$\begin{aligned} \sigma_{c, \max} &= \frac{M_{\max}}{n \cdot I_i} \cdot z_h = \frac{243,04 \cdot 10^6}{13,77 \cdot 394,62 \cdot 10^6} \cdot (400 - 210,33) = \\ &= 8,42 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\underline{\underline{8,42 \text{ MPa} < 0,85 \cdot f_{ct} = 0,85 \cdot 25 = 21,25 \text{ MPa}}}$$

⇒ Napětí při provozním zatížení působí průměrně.



• Přesýb od vstředního rozbíjení:

$$F_{EK} = 120,71 \text{ kN} \quad (\text{viz str. 56.})$$

$$\begin{aligned} \sum_{2} &= \frac{23}{648} \cdot \frac{F_{EK} \cdot L^3}{E \cdot I_i} = \frac{23}{648} \cdot \frac{120,71 \cdot 10^3 \cdot 6000^3}{210 \cdot 10^3 \cdot 397,62 \cdot 10^6} = \\ &= 11,1 \text{ mm} \end{aligned}$$

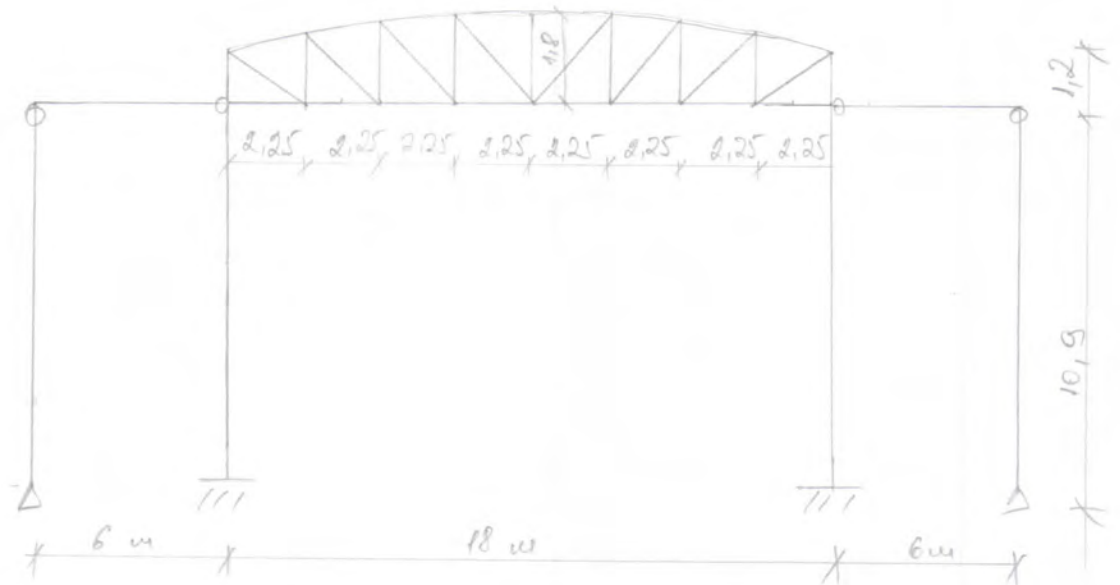
$$\underline{\underline{11,1 \text{ mm} < \frac{L}{200} = \frac{6000}{200} = 30 \text{ mm}}}$$

⇒ vyhovuje



8. VAZNIK

Schéma:



8.1. Zatížení

8.1.1. Zatěžovací sloupy

1. Stále
2. Hin. stálé
3. Sníh
4. Vítr boční
5. Vítr čelní



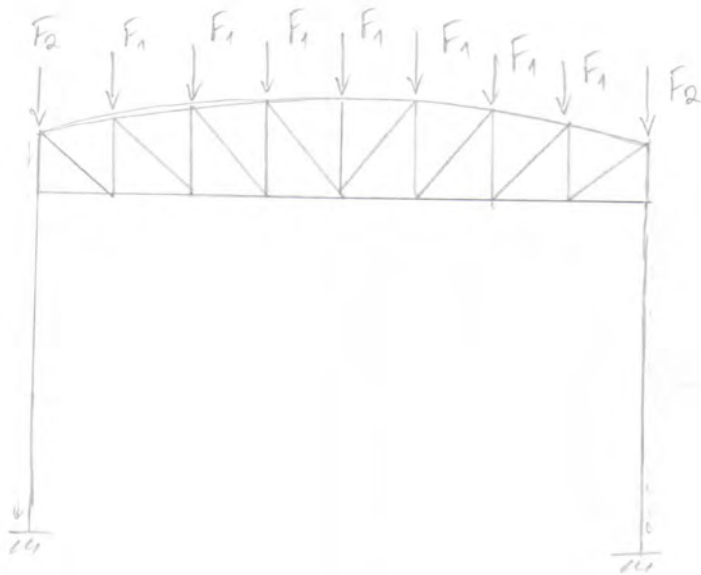
1. Střeše

odhad st. tíhy vazníku

$$g_k = \frac{l}{76} \sqrt{q \cdot B} = \frac{18}{76} \sqrt{(9,54 + 9,18/2,25 + 0,8) \cdot 6} \Rightarrow$$

q - tíhové zatížení střechy (střešní ploš + sněh)
(viz. str. 4.)

$$\Rightarrow g_k = 9,69 \text{ kN/m}$$



Sily :

$$F_1: \text{ - ploš } - 1,4 \cdot 6 = 8,4 \text{ kN}$$

\hookrightarrow (viz zat na vaznici
str 21.)

- st. tíha vazníku

$$- 9,69 \cdot 2,25 = 21,80 \text{ kN}$$

$$\underline{F_1 = 30,20 \text{ kN}}$$



• Krajní síla - uvažuju přesah střechy 0,3 m.
za osu sloupu

$$\Rightarrow z_5 = 1,125 + 0,3 = 1,425 \text{ m}$$

F_2 : - plášť

$$(0,54 \cdot 1,425 + 0,108) \cdot 6 = 5,57 \text{ kN}$$

- vl. tíha vazníku

$$0,69 \cdot 1,125 = 0,78 \text{ kN}$$

$$F_2 = 6,35 \text{ kN}$$

2. Min. střeše:

Dolejší odhad vl. tíhy vazníku:

$$g_{k, \text{min}} \approx 0,5 \cdot g_k = 0,5 \cdot 0,69 = 0,35 \text{ kN/m}$$

Síly do uzelů vazníku:

F_1 : - plášť 8,4 kN

- vl. tíha
vazníku $0,35 \cdot 2,25 = 0,79 \text{ kN}$

$$F_1 = 9,19 \text{ kN}$$



$$F_2: \begin{array}{ll} \text{- plášť} & 5,57 \text{ kN} \\ \text{- vl. tíha} & \\ \text{ varučky} & 0,35 \cdot 1,125 = 0,39 \text{ kN} \end{array}$$

$$\underline{F_2 = 5,96 \text{ kN}}$$

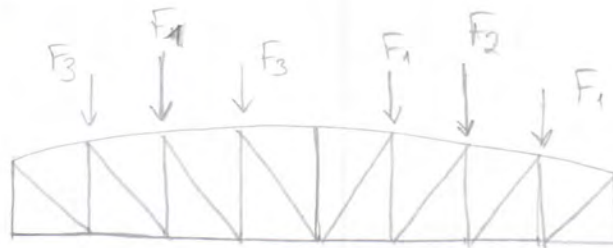
3. Sněž

PLNÝ:

$$F_1 = 98 \cdot 2,25 \cdot 6 = 1296 \text{ kN}$$

$$F_2 = 98 \cdot 1,425 \cdot 6 = 831 \text{ kN}$$

NAVA'TY':



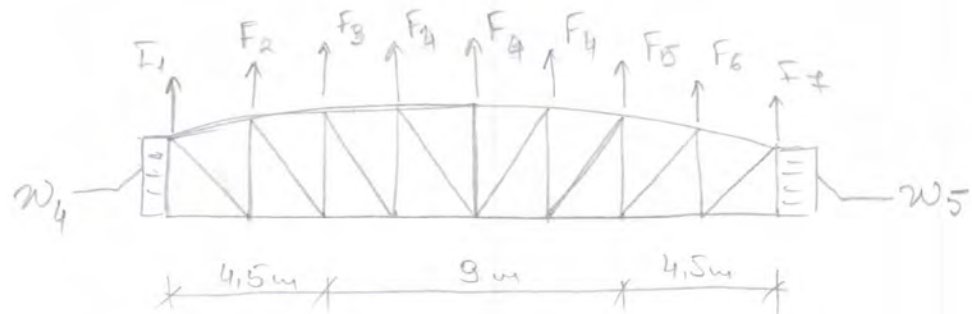
$$F_1 = 0,6 \cdot 2,25 \cdot 6 = 8,1 \text{ kN}$$

$$F_2 = 1,2 \cdot 2,25 \cdot 6 = 16,2 \text{ kN}$$

$$F_3 = 0,3 \cdot 2,25 \cdot 6 = 4,05 \text{ kN}$$



4. Víte bání



$$w_1 = w_{e1} \cdot b = -0,548 \cdot 6 = -3,29 \text{ kN/m}$$

$$w_2 = w_{e2} \cdot b = -0,43 \cdot 6 = -2,58 \text{ kN/m}$$

$$w_3 = w_{e3} \cdot b = -0,274 \cdot 6 = -1,64 \text{ kN/m}$$

$$F_1 = w_1 \cdot 1,125 = -3,29 \cdot 1,125 = -3,7 \text{ kN}$$

$$F_2 = w_1 \cdot 2,25 = -3,29 \cdot 2,25 = -7,4 \text{ kN}$$

$$F_3 = w_1 \cdot 1,125 + w_2 \cdot 1,125 = -3,29 \cdot 1,125 - 2,58 \cdot 1,125 = -6,6 \text{ kN}$$

$$F_4 = w_2 \cdot 2,25 = -2,58 \cdot 2,25 = -5,81 \text{ kN}$$

$$F_5 = (w_2 + w_3) \cdot 1,125 = (-2,58 - 1,64) \cdot 1,125 = -4,75 \text{ kN}$$

$$F_6 = w_3 \cdot 2,25 = -1,64 \cdot 2,25 = -3,69 \text{ kN}$$

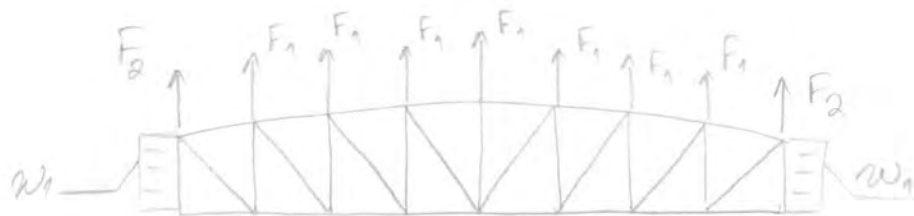
$$F_7 = w_3 \cdot 1,125 = -1,64 \cdot 1,125 = -1,85 \text{ kN}$$

$$w_4 = w_{e4} \cdot b = +0,4 \cdot 6 = 2,4 \text{ kN/m}$$

$$w_5 = w_{e5} \cdot b = -0,19 \cdot 6 = -1,14 \text{ kN/m}$$



5. Vítr želvi



Přídorys:



posuzovaný rozvrh

$$F_2 = w_{ch} \cdot 6 \cdot 1,125 = -0,38 \cdot 6 \cdot 1,125 = -2,57 \text{ kN}$$

$$F_1 = w_{ch} \cdot 6 \cdot 2,25 = -0,38 \cdot 6 \cdot 2,25 = -5,13 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} w_1 &= w_{ca} \cdot 2,08 + w_{ce} \cdot (3 + 0,92) = \\ &= -0,66 \cdot 2,08 - 0,45 \cdot 3,92 = -3,14 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

8.1.2. Kombinace zatížení

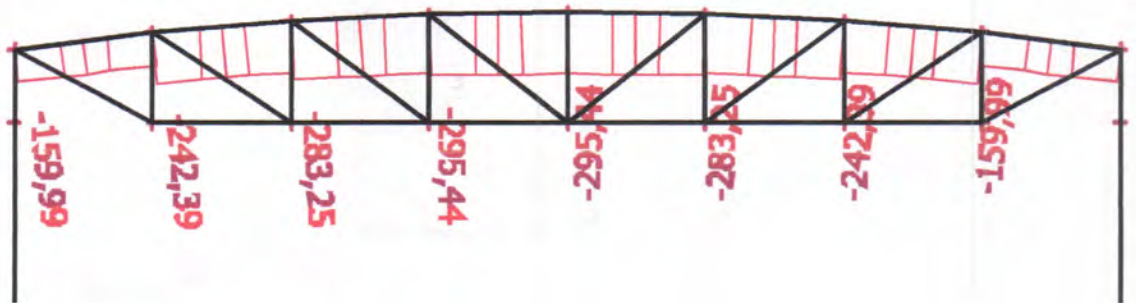
- K1. Stálé + plný sníh
- K2. Stálé + namrzlý sníh
- K3. Min. stálé + vítr bádů
- K4. Min stálé + vítr želvi.



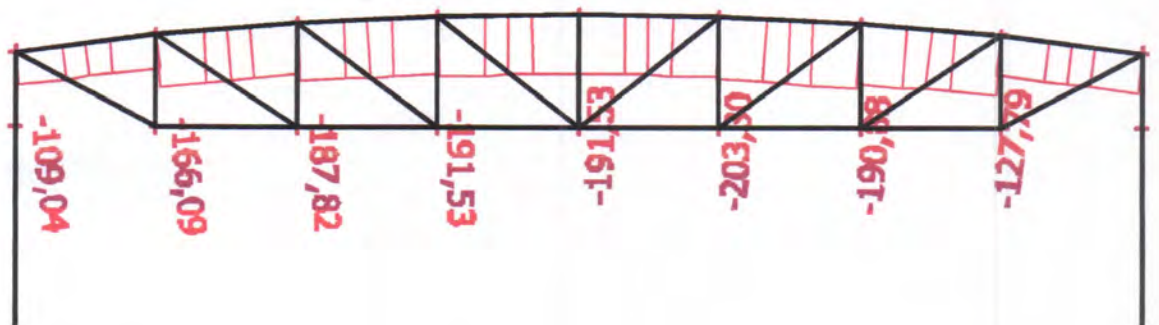
8.1.3. Normálové síly ve vazníku

HORNÍ PÁS:

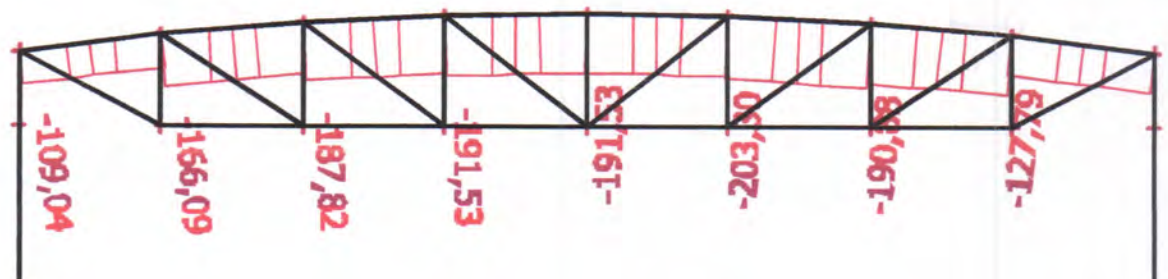
K1 – Stále + sníh plný



K2 – Stále + sníh navátý

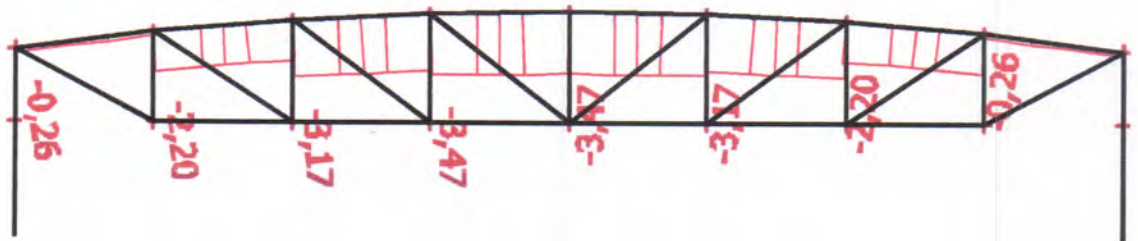


K3 – min. stálé + boční vítr



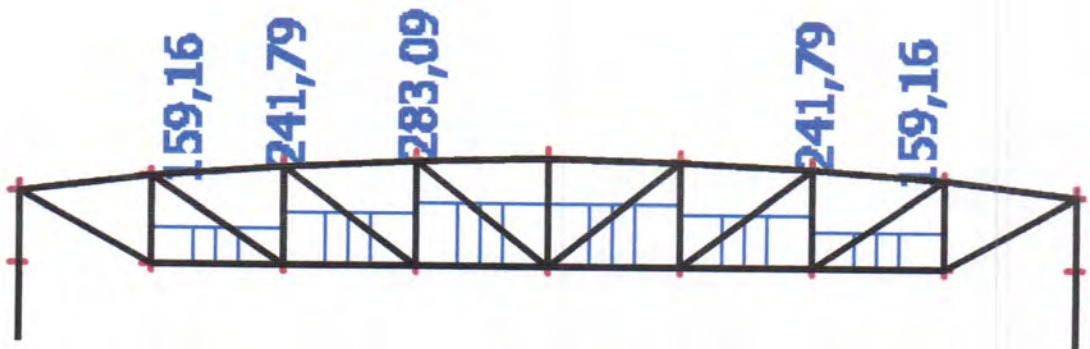


K4 – min. stálé + čelní vítr

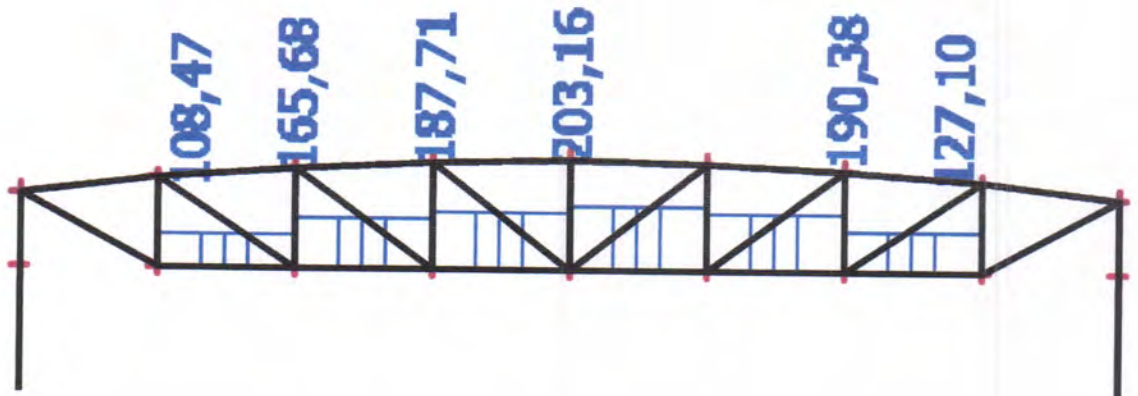


DOLNÍ PÁS:

K1 – Stále + sníh plný

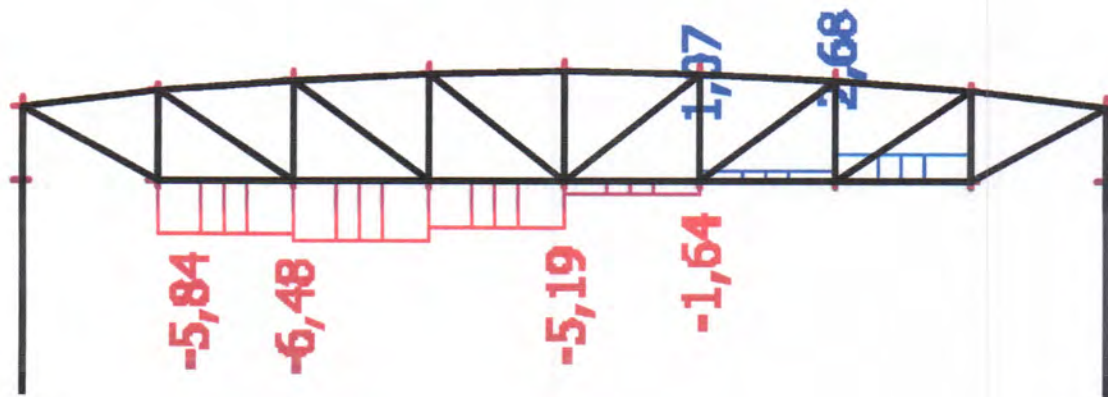


K2 – Stále + sníh navátý

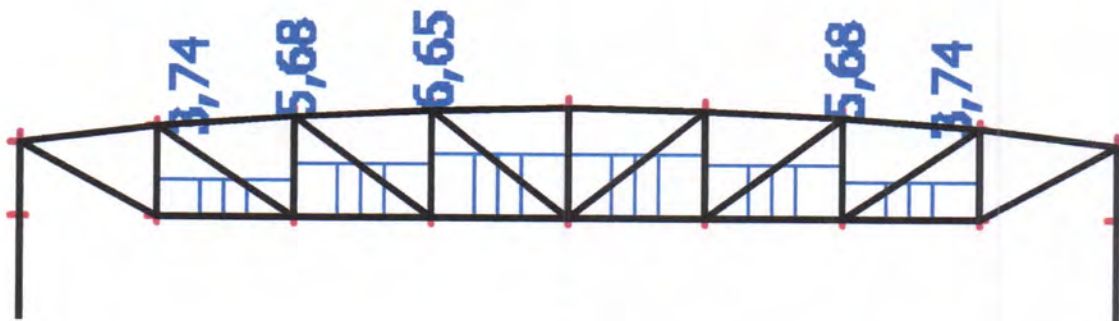




K3 – min. stálé + boční vítr



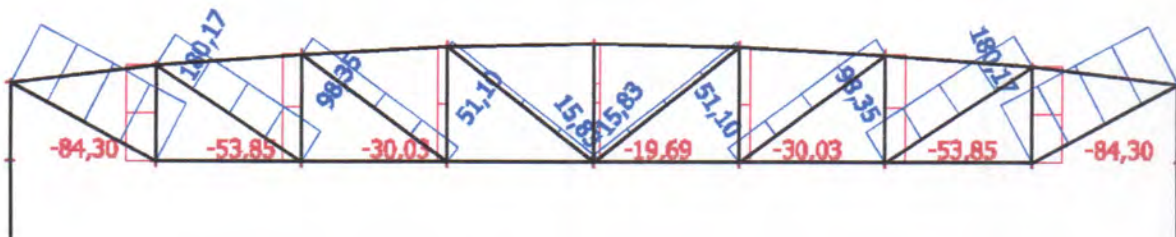
K4 – min. stálé + čelní vítr



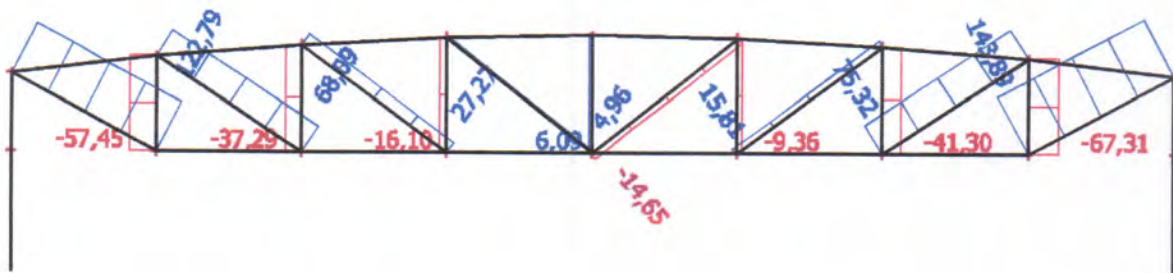


DIAGONÁLY A SVISLICE:

K1 – Stále + sníh plný



K2 – Stále + sníh navátý





3.2. Rozsahem prutu rozvětlu

3.2.1. Horní pás

- Největší $N_{ed} = -295,44 \text{ kN}$
- kombinace K1 - střešní + sníh plný.
- Návrh: TR 102x4
- Ocel S355
- Průřezové charakteristiky:

$$A = 1232 \text{ mm}^2$$

$$i = 34,7 \text{ mm}$$

- Zatržďení průřezu

$$\frac{d}{t} = \frac{102}{4} = 25,5 \leq 50 \cdot \varepsilon = 50 \cdot 0,81 = 40,5$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,81$$

⇒ TRÍDA 1.



2.2.2. Posouzení horního pásu

VÝPĚRNA LÍNEKNEST:

$$\cdot N_{Ed} = 295,44 \text{ kN}$$

$$\cdot \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} \leq 1,0$$

$$\cdot N_{Rd} = \chi \cdot A \cdot \frac{f_t}{\gamma_{M1}}$$

$$\cdot L = 2258 \text{ mm}$$

$$L_{cr} = 0,9 \cdot L = 0,9 \cdot 2258 = 2032,2 \text{ mm}$$

$$\cdot \lambda = \frac{L_{cr}}{i} = \frac{2032,2}{34,7} = 58,56$$

$$\cdot \lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 0,81 = 76,06$$

$$\cdot \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{58,56}{76,06} = 0,77$$

• křivka výpěrné pevnosti $\alpha \Rightarrow \alpha = 0,21$

$$\begin{aligned} \cdot \phi &= 0,5 [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] = \\ &= 0,5 [1 + 0,21(0,77 - 0,2) + 0,77^2] = \\ &= 0,856 \end{aligned}$$

$$\cdot \chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,856 + \sqrt{0,856^2 - 0,77^2}} = 0,813$$



$$\begin{aligned} \bullet N_{Ed} &= \gamma \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M_0}} = 0,813 \cdot \frac{1,232 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1} = \\ &= \underline{295,54 \text{ kN}} \end{aligned}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Ed}} \leq 1,0$$

$$\frac{295,44}{355,54} = 0,83 \leq 1,0$$

⇒ vyhovuje

8.2.3. Spodní pás

- $N_{Ed} = 289,09 \text{ kN}$

- Kombinace K1 - stálé + svůj plyný

- Návrh : TR 140 × 4,5

- Ocel S355

- Průřezové charakteristiky:

$$A = 1916 \text{ mm}^2$$

$$i = 47,9 \text{ mm}$$

- Zařídění průřezu:

⇒ TRÍDA 1 - stejná jako u horního pásu viz str. 75.



8.2.4. Posouzení spodního pásu

VÝPĚRNA' ÚNOSNOST:

- $N_{ed} = 6,48 \text{ kN}$
- $L = 18 \text{ m}$
- Výpěrná délka
- úprava dle rozvazky - ztužidlo
 $\Rightarrow L_{ex,z} = L \cdot 0,5 = 9 \text{ m}$
 $\Rightarrow L_{ex,y} = 2,25 \text{ m}$
- $I_y = \frac{L_{ex,y}}{i} = \frac{2250}{47,9} = 46,97 < 200$
- $I_z = \frac{L_{ex,z}}{i} = \frac{9000}{47,9} = 187,9 < 200$
- $\sigma_1 = 93,9 \cdot e = 93,9 \cdot 0,814 = 76,4$
- $\bar{I}_y = \frac{I_y}{\sigma_1} = \frac{46,97}{76,4} = 0,61$
- $\bar{I}_z = \frac{I_z}{\sigma_1} = \frac{187,9}{76,4} = 2,46$
- $\phi_y = 0,5 [1 + \alpha (\bar{I}_y - 0,2) + \bar{I}_y^2] =$
 $= 0,5 [1 + 0,21 (0,61 - 0,2) + 0,61^2]$
 $= 0,73$



$$\begin{aligned} \cdot \phi_x &= 0,5 \left[1 + \alpha(\bar{\lambda}_x - 0,2) + \bar{\lambda}_x^2 \right] \\ &= 0,5 \left[1 + 0,21(2,46 - 0,2) + 2,46^2 \right] \\ &= 3,76 \end{aligned}$$

$$\cdot \chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,43 + \sqrt{0,43^2 - 0,61^2}} = 0,88$$

$$\cdot \chi_x = \frac{1}{\phi_x + \sqrt{\phi_x^2 - \bar{\lambda}_x^2}} = \frac{1}{3,76 + \sqrt{3,76^2 - 2,46^2}} = 0,15$$

$$\Rightarrow \chi_{\min} = \chi_x = 0,15$$

$$\begin{aligned} \cdot N_{\text{red}} &= \chi \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M_1}} = 0,15 \cdot \frac{1,916 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1} = \\ &= 102,03 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\underline{102,03 \text{ kN} > N_{\text{ed}} = 6,48 \text{ kN}}$$

\Rightarrow vyhovuje



TAH:

$$\cdot N_{ed} = 283,09 \text{ kN}$$

$$\cdot N_{t,rd} = \frac{A \cdot f_t}{\gamma_{M_1}} = \frac{1,916 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1} = 680,18 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{t,rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{283,09}{680,18} = \underline{\underline{0,42}} \leq 1,0$$

\Rightarrow vyhovuje

8.2.5. Diagonála

- Největší normálová síla $N_{ed} = 180,17 \text{ kN}$
- Rozhodující kombinace K1 - stálá + sněž. plný

• Návrh: TR 603 x 3,2

• Délka 3355

• Přířezové charakteristiky:

$$A = 574 \text{ mm}^2$$

$$i = 20,2 \text{ mm}$$



• Zatřídění průřezu:

$$\frac{d}{t} = \frac{60,3}{3,2} = 18,84 \leq 50 \cdot \varepsilon = 50 \cdot 0,81 = 40,5$$

\Rightarrow TŘÍDA 1.

• 8.2.6. Posouzení diagonály

TAH:

• $N_{ed} = 180,17 \text{ kN}$

• $N_{t,rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,574 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1} = 203,47 \text{ kN}$

$$\frac{N_{ed}}{N_{t,rd}} = \frac{180,17}{203,47} = 0,88 \leq 1,0$$

\Rightarrow vyhovuje

• 8.2.7. Svislice

• $N_{ed} = -84,9 \text{ kN}$

- Rozhodující kombinace K1 - stře + svah + pluv

• Návrh: TR 44,5 x 9,2

• Průřezové charakteristiky:

$A = 415 \text{ mm}^2$

$i = 14,6 \text{ mm}$



• Tabulování průřezu:

$$\frac{d}{t} = \frac{44,5}{3,2} = 13,91 \leq 50 \cdot \varepsilon = 40,5$$

=> TŘÍDA 1.

8.2.8. Posouzení svíslice

• VÝPĚRNA ÚNOSNOST

• $N_{ed} = -84,3 \text{ kN}$

• $L = 1463 \text{ mm}$

• $L_{ex} = 0,75 \cdot L = 0,75 \cdot 1463 = 1097,3 \text{ mm}$

• $\lambda = \frac{L_{ex}}{i} = \frac{1097,3}{14,6} = 75,16$

• $\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 0,81 = 76,06$

• $\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{75,16}{76,06} = 0,988$

• křivka výpěrné pevnosti $\alpha \Rightarrow \alpha = 0,21$

• $\phi = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] =$
 $= 0,5 [1 + 0,21 (0,988 - 0,2) + 0,988^2] =$
 $= 1,06$



$$\cdot \lambda = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{1,06 + \sqrt{1,06^2 - 0,988^2}} = 0,693$$

$$\cdot N_{e,rd} = \lambda \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M_1}} = 0,693 \cdot \frac{0,415 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{1} = 102,1 \text{ kN}$$

$$\cdot \frac{N_{ed}}{N_{e,rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{84,3}{102,1} = 0,83 \leq 1,0$$

\Rightarrow vyhovuje.

8.2.9. Posouzení vazníku - MSP

• Největší průhyb vzniká u zten od průměrného zatížení (swih).

$$\cdot \lambda_F = 1,0$$

$$\cdot \delta = 16,6 \text{ mm} - \text{viz str. 74.}$$

$$\cdot \delta_{q,lim} = \frac{L}{250} = \frac{18000}{250} = 72 \text{ mm}$$

$$\underline{16,6 \text{ mm} < 72 \text{ mm}}$$

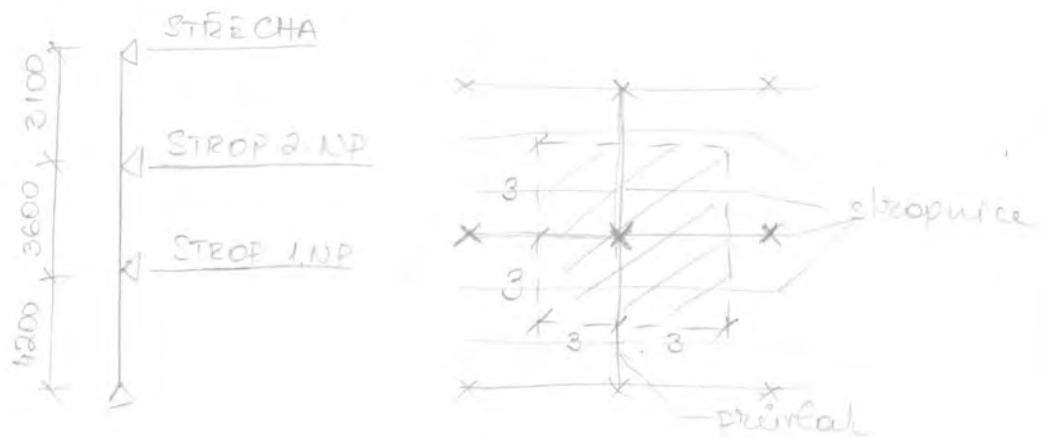
\Rightarrow vyhovuje.



9. SLOUPY

9.1. SLOUP VYTĚŽENÍ

- Sloup 8C - viz schéma str. 1.



- Zatěžovací plocha:

$$A = 6 \cdot 6 = 36 \text{ m}^2$$

9.1.1. Zatížení

- Strop těžného podlaží

STĚLÉ:	F_{EK} [kN]	γ_G	F_{ed}
Kalkulační tíha stropu $4,18 \text{ kN/m}^2$ $\cdot 36 \text{ m}^2$	150,48	1,35	203,15
Stropnice a průvlaky $3 \cdot 9,158 \text{ kN/m} \cdot 6 \text{ m} + 9,361 \cdot 6 \text{ m}$	5,01	1,35	6,76

$$F_{EK} = 155,49 \text{ kN}$$

$$F_{ed} = 209,91 \text{ kN}$$



PROMĚNNÉ :

	$F_{EK} [kN]$	δ_G	$F_{Ed} [kN]$
užitné $5 kN/m^2 \cdot 36 m^2$	180	1,5	270
převyšitelné přičty $0,8 kN/m^2 \cdot 36 m^2$	28,8	1,5	43,2

$$F_{EK} = 208,8 \text{ kN}$$

$$F_{Ed} = 313,2 \text{ kN}$$

• Střecha

STALÉ :

	$F_{EK} [kN]$	δ_G	$F_{Ed} [kN]$
tíha střechy $2,89 kN/m^2 \cdot 36 m^2$	104,88	1,35	137,54
střopnice a příklady $3 \cdot 0,188 \cdot 6 + 0,361 \cdot 6 m$	5,01	1,35	6,76

$$F_{EK} = 109,89 \text{ kN}$$

$$F_{Ed} = 144,3 \text{ kN}$$

PROMĚNNÉ :

$$S_{uik} \quad 0,8 kN/m^2 \cdot 36 m^2$$

$$F_{EK} = 28,8 \text{ kN}$$

$$F_{Ed} = 28,8 \cdot 1,5 = 43,2 \text{ kN}$$



- vlastní tíha sloupů

$$g_k = 9613 \text{ kN/m}$$

$$g_d = 9613 \cdot 1,35 = 13077,45 \text{ kN/m}$$

- celková vlastní tíha ve sloupu:

$$N_{ed} = g_d \cdot \text{výška sl.} + 2 \cdot F_{cezná\ podl.} + F_{cezná} + F_{svět}$$

$$N_{ed} = 983 \cdot 199 + 2 \cdot (109,91 + 313,2) + 144,3 + 43,2 =$$
$$= \underline{\underline{1242,77 \text{ kN}}}$$



STROP 1. NP

konstrukční výška 1. NP

=
výpěrná délka prutu

- součinitel výpěrnosti $\beta = 1$.

$$\Rightarrow l_{cr,y} = l_{cr,z} = 4,2 \text{ m}$$

- Nominální průřez: HEB 200

Průřezové charakteristiky:

$$m = 64,3 \text{ kg/m}$$

$$A = 7810 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 57 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 20 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

- ocel S 355



• Katřídění průřezů:

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

$$t_w = 9,0 \text{ mm}$$

$$b_e = 200 \text{ mm}$$

$$t_f = 15 \text{ mm}$$

$$d = 134 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,81$$

$$\frac{c}{t_f} = \frac{100/2}{15} = 3,33 < 9 \cdot \varepsilon = 7,29$$

⇒ TRÍDA 1.

$$\frac{d}{t_w} = \frac{134}{9} = 14,89 < 33 \cdot \varepsilon = 26,73$$

⇒ TRÍDA 1.

9.1.2. Posouzení sloupu

VRPĚRNA ÚNOVNOST:

$$l_{ex,y} = l_{ex,z} = 4,1 \text{ m}$$

- Při stejné vřpěrné délce k oběma osám rozhoduje vybrazení k ose z.
→ menší moment setrvačnosti

$$I_z = 20 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$



• Kritická síla

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{eff,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 20 \cdot 10^6}{4200^2} =$$
$$= 2349,91 \text{ kN}$$

• Poměrná štíhlost

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{7810 \cdot 355}{2349,91 \cdot 10^3}} = 1,1$$

• Vybocení k ose z - křivka vřpvnosti c

$$\Rightarrow \alpha = 0,49$$

$$\cdot \phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] =$$
$$= 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (1,1 - 0,2) + 1,1^2] =$$
$$= 1,33$$

$$\cdot \chi_z = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{1,44 + \sqrt{1,44^2 - 1,201^2}} =$$
$$= 0,48$$

$$\cdot N_{b,rd} = \chi_z \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,48 \cdot 7810 \cdot \frac{355}{1} = 1330,8 \text{ kN}$$

$$N_{ed} < N_{b,rd}$$

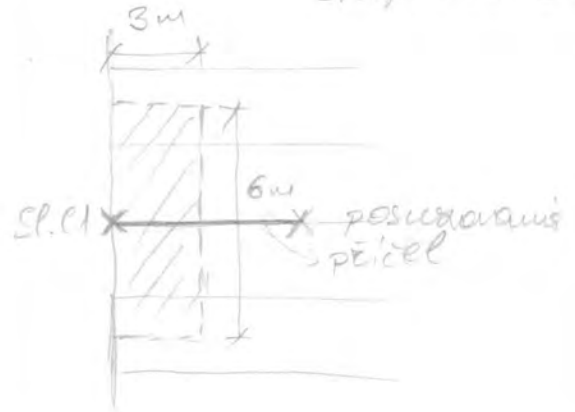
$$\underline{1242,7 \text{ kN} < 1330,8 \text{ kN}}$$

\Rightarrow vyhovuje



9.2. SLOUP KRAJINÍ

- Sloup C1 - viz schéma str. 1.
- nejhorší případ z krajních sloupů - není dřen stropní konstrukcí



- Zatežovací plocha:

$$A = 3 \cdot 6 = 18 \text{ m}^2$$

9.2.1. Zatežování

- Střecha - prosklená $\rightarrow 0,5 \text{ kN/m}^2$

STATĚ:

	$F_{EK} [\text{kN}]$	γ_G	$F_{Ed} [\text{kN}]$
tíha střechy $0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 18 \text{ m}^2$	9	1,25	12,15
stropnice a příruby $0,152 \text{ kN/m} \cdot 3,3 \text{ m} + 9,361 \cdot 6 \text{ m}$	5,01	1,35	6,76

$$F_{EK} = 11,01 \text{ kN}$$

$$F_{Ed} = 18,91 \text{ kN}$$



Obradový plášť:

$$\text{Prosklení fasáda} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 6 = 3 \text{ kN/m}$$

$$F_{Ek} = 3 \text{ kN/m}$$

$$F_{Ed} = 4,05 \text{ kN/m}$$

PROHĚNNÉ:

$$\bullet \text{ Sníh} = 0,8 \text{ kN/m}^2 \cdot 18 \text{ m}^2 =$$

$$\rightarrow F_{Ek} = 14,4 \text{ kN}$$

$$F_{Ed} = 21,6 \text{ kN}$$

• Zatížení sloupi větrou:

Závní vítr:

$$w_{e3} = -0,52 \text{ kN/m}^2 \text{ (viz str. 18)}$$

$$w_{h,3} = -0,52 \cdot 6 = -3,12 \text{ kN/m}$$

$$w_{d,3} = -1,5 \cdot 3,12 = -4,68 \text{ kN/m}$$

Čelní vítr:

$$w_{e0} = 0,32 \text{ kN/m}^2 \text{ (viz str. 19)}$$

$$w_{h,0} = 0,32 \cdot 6 = 1,92 \text{ kN/m}$$

$$w_{d,0} = 2,88 \text{ kN/m}$$

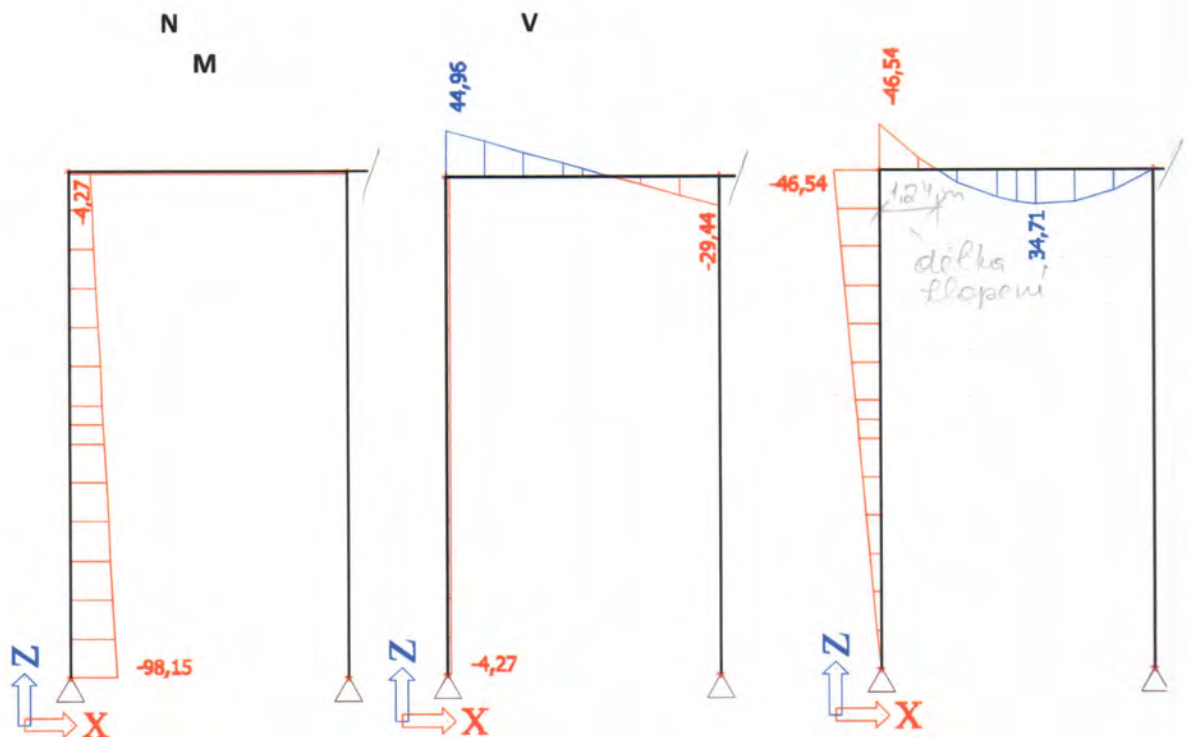


9.2.2 Kombinace zatěžovacích stavů

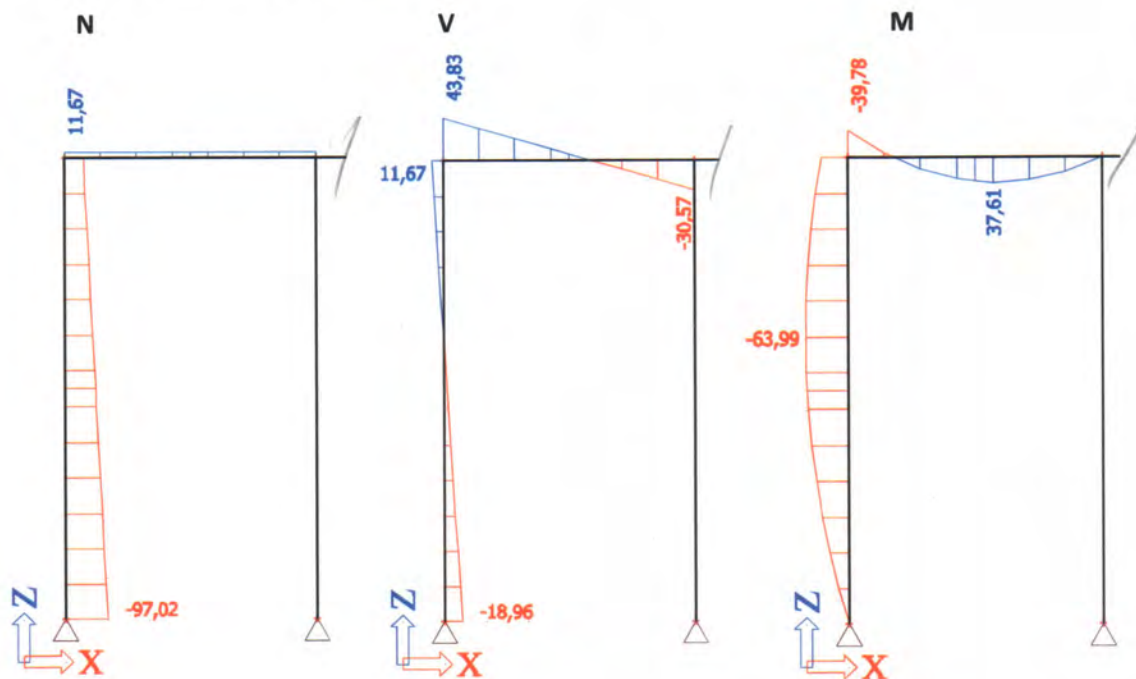
1. Stále + sníh
2. Stálé + sníh + ψ_0 boční vítr ($\psi_0=0,6$, pro vítr)
3. Stálé + boční vítr + ψ_0 sníh ($\psi_0=0,5$, pro sníh)
4. Min. stálé + boční vítr
5. Min. stálé + čelní vítr

9.2.3. Vnitřní síly

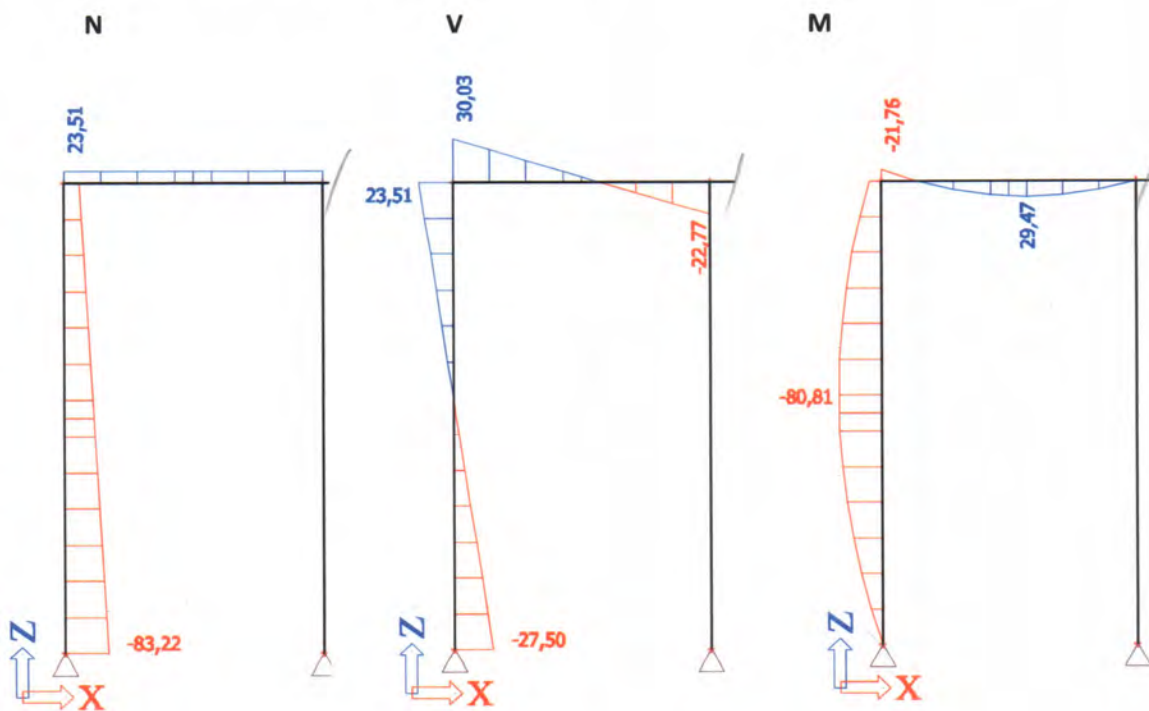
1. Stále + sníh



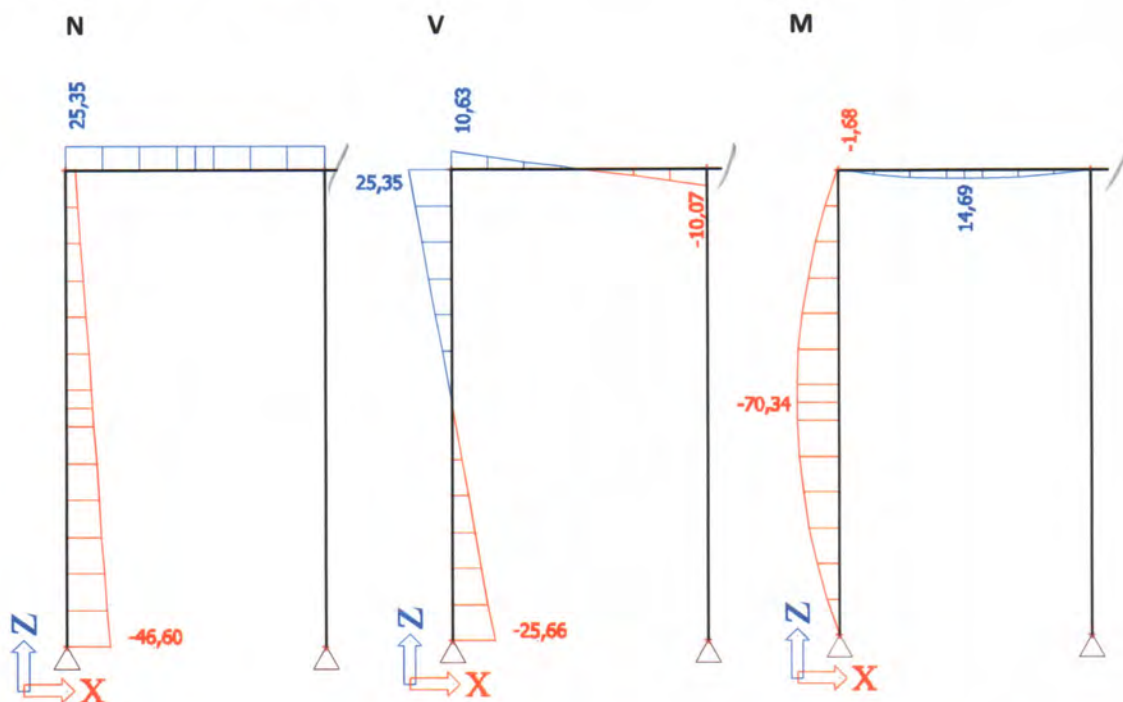
2. Stalé + sníh + ψ_0 boční vítr



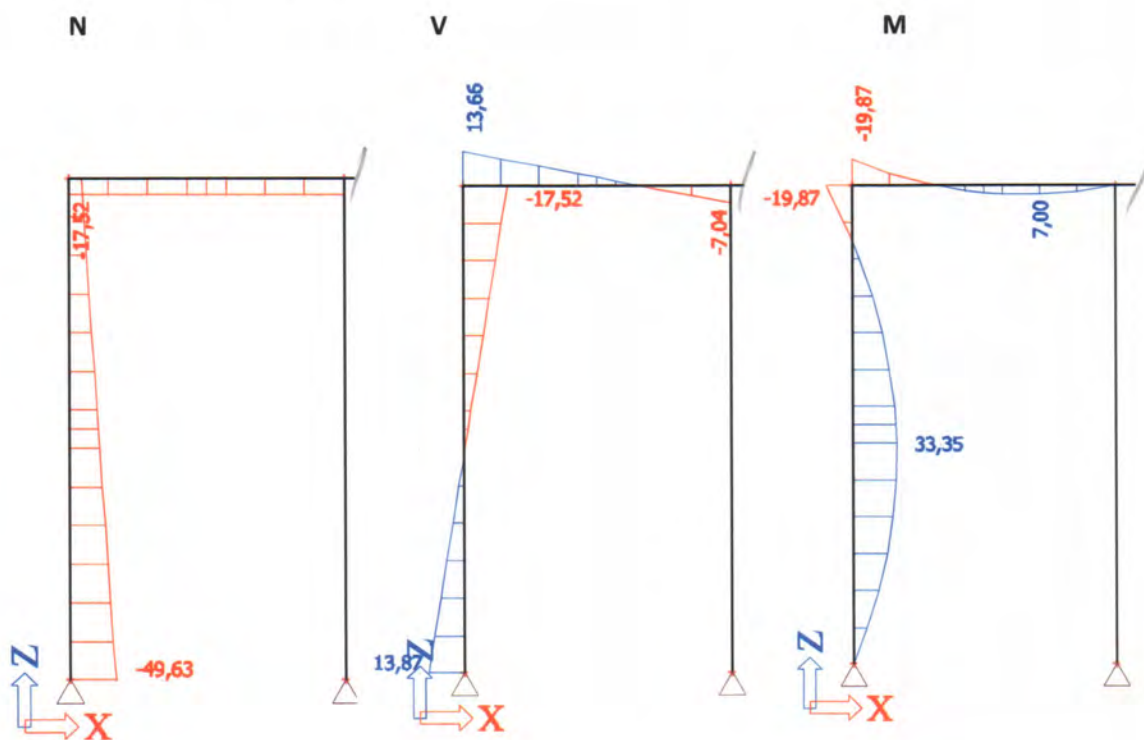
3. Stálé + boční vítr + ψ_0 sníh



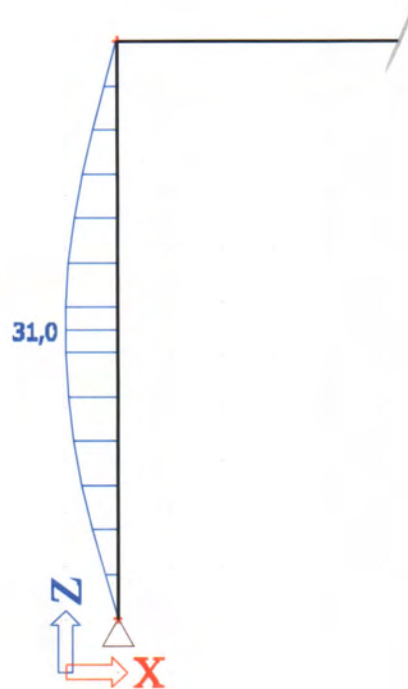
4. Min. stálé + boční vítr



5. Min. stálé + čelní vítr



6. Průhyb od vodorovného proměnného zatížení





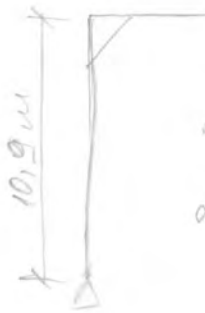
- Rozhodující kombinace - 3. Stále + bodní
vítěz + po směr

$$M_{ed} = -80,81 \text{ kNm}$$

$$N_{ed} = -54,58 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 0 \text{ kN}$$

- Vápná délka sloupů



$$L_{ay} = h_{sloup} = 10,9 \text{ m (stabilitní výpočet SCIA)}$$

$$L_{ex, z} = vzdálenost pářobíhů = 2,5 \text{ m}$$

- Název sloupů: HEB 200

Průřezové charakteristiky:

$$m = 61,3 \text{ kg/m} \quad A = 7810 \text{ mm}^2$$

$$h = 200 \text{ mm} \quad I_y = 5,7 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$b = 200 \text{ mm} \quad I_z = 2 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$t_w = 9 \text{ mm} \quad I_w = 1,41 \cdot 10^{11} \text{ mm}^6$$

$$t_f = 15 \text{ mm} \quad I_t = 5,96 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$d = 134 \text{ mm} \quad i_y = 85,4 \text{ mm}$$

$$W_{ply} = 6,142 \cdot 10^5 \text{ mm}^3 \quad i_z = 50,7 \text{ mm}$$



• Zařídění průřezu:

$$\frac{c}{t_f} = \frac{200/2}{15} = 6,67 < 9 \cdot \varepsilon = 7,29$$

⇒ TŘÍDA 1.

$$\frac{d}{t_w} = \frac{134}{9} = 14,89 < 33 \cdot \varepsilon = 26,43$$

⇒ TŘÍDA 1.

9.2.3. Posouzení sloupu. MSÚ

• VĚPÉR:

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}} = 76,4$$

$$\lambda_y = \frac{L_{0,y}}{i_y} = \frac{10,9}{85,4} \cdot 10^3 = 127,63 < 200$$

⇒ vyhoví na
stabilitu

$$\lambda_z = \frac{L_{0,z}}{i_z} = \frac{2,5}{50,7} \cdot 10^3 = 49,3 < 200$$

⇒ vyhoví na
stabilitu

$$\cdot \bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{127,63}{76,4} = 1,67$$

$$\cdot \bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{49,3}{76,4} = 0,65$$

• Součinitele imperfekce:

$$y-y - b \Rightarrow \alpha_y = 0,34$$

$$z-z - c \Rightarrow \alpha_z = 0,49$$



$$\begin{aligned}\phi_y &= 0,5 [1 + \alpha_y (\bar{J}_y - 0,2) + \bar{J}_y^2] = \\ &= 0,5 [1 + 0,34 (1,67 - 0,2) + 1,67^2] = \\ &= 2,14\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi_x &= 0,5 [1 + \alpha_x (\bar{J}_x - 0,2) + \bar{J}_x^2] = \\ &= 0,5 [1 + 0,49 (0,65 - 0,2) + 0,65^2] = \\ &= 0,82\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\chi_y &= \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{J}_y^2}} = \frac{1}{2,14 + \sqrt{2,14^2 - 1,67^2}} = \\ &= 0,29\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\chi_x &= \frac{1}{\phi_x + \sqrt{\phi_x^2 - \bar{J}_x^2}} = \frac{1}{0,82 + \sqrt{0,82^2 - 0,65^2}} = \\ &= 0,46\end{aligned}$$

$$\chi_{min} = \chi_y = 0,29$$

KLOPENÍ:

$$\begin{aligned}\kappa_{wt} &= \frac{\pi}{l_w \cdot l} \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G J_t}} = \frac{\pi}{1 \cdot 10900} \sqrt{\frac{210 \cdot 10^3 \cdot 1,41 \cdot 10^4}{81 \cdot 10^2 \cdot 5,96 \cdot 10^5}} = \\ &= 0,25\end{aligned}$$



$$\cdot J_g = \frac{\pi \cdot z_g}{k_2 \cdot L} \sqrt{\frac{E \cdot I_R}{G \cdot I_t}} = \frac{\pi \cdot 100}{1 \cdot 10900} \sqrt{\frac{210 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^4}{81 \cdot 10^3 \cdot 5,96 \cdot 10^5}}$$
$$z_g = \frac{h}{2} = \frac{200}{2} = 100$$

$$\Rightarrow J_g \approx 0,24$$

• Безразмерный параметр несимметричного профиля.

$$J_i = 0 \text{ мм}$$

$$\cdot C_{1,0} = 1,44$$

$$C_{1,1} = 1,85$$

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot \kappa_{\text{rot}} = 1,44 + (1,85 - 1,44) \cdot 0,25 =$$
$$= \underline{1,49} \leq C_{1,1} = 1,85$$

$$\cdot \mu_{\text{cr}} = \frac{C_1}{k_2} \cdot \sqrt{1 + \lambda_{\text{rot}}^2} = \frac{1,49}{1,0} \sqrt{1 + 0,25^2} = 1,85$$

$$\cdot M_{\text{cr}} = \mu_{\text{cr}} \cdot \frac{\pi \cdot \sqrt{E I_R \cdot G I_t}}{L} =$$
$$= 1,85 \cdot \frac{\pi \sqrt{210 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^4 \cdot 81 \cdot 10^3 \cdot 5,96 \cdot 10^5}}{10900} =$$
$$= 240,1 \text{ kNm}$$



- Poměrná štíhlost

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot \sigma_y}{M_{oe}}} = \sqrt{\frac{0,42 \cdot 10^5 \cdot 355}{240,1 \cdot 10^6}} = 0,97$$

- $h/b = 1 \Rightarrow k < 1$

brázdě napěrné pružnosti $a \Rightarrow \alpha_{LT} = 0,21$

- Součinitel klopení

$$\begin{aligned}\Phi_{LT} &= 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] \\ &= 0,5 [1 + 0,21 (0,97 - 0,2) + 0,97^2] \\ &= 1,05\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\chi_{LT} &= \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{1,05 + \sqrt{1,05^2 - 0,97^2}} = \\ &= 0,69\end{aligned}$$

TLAK + OHYB:

- $\alpha_k = 0$ (Poměry momentů)

$$\Rightarrow C_{my} = 0,9 + 0,1 \cdot \alpha_k = \underline{0,9}$$

- $C_{mLT} = 0,6 + 0,4 \psi^{-1} \geq 0,4$

$$C_{mLT} = \underline{0,6} > 0,4$$



$$\begin{aligned} \bullet \quad k_{yy} &= \min \left\{ \alpha_{mij} \left(1 + (\bar{\gamma}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M_1}} \right) \right. \\ &\quad \left. \alpha_{mij} \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M_1}} \right) \right\} = \\ &= \min \left\{ 0,9 \left(1 + (1,67 - 0,2) \cdot \frac{54,58 \cdot 10^3}{0,29 \cdot 4810 \cdot 355} \right) \right. \\ &\quad \left. 0,9 \left(1 + 0,8 \cdot \frac{54,58 \cdot 10^3}{0,29 \cdot 4810 \cdot 355} \right) \right\} = \\ &= \min \left\{ 0,99 \right. \\ &\quad \left. 0,95 \right\} = 0,95. \end{aligned}$$

$$\bullet \quad \text{Pro } \bar{\gamma}_z = 0,65 > 0,4$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \quad k_{zy} &= \max \left\{ 1 - \frac{0,1 \bar{\gamma}_z}{(\alpha_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M_1}} \right. \\ &\quad \left. 1 - \frac{0,1}{(\alpha_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M_1}} \right\} = \\ &= \max \left\{ 1 - \frac{0,1 \cdot 0,65}{(0,6 - 0,25)} \cdot \frac{54,58 \cdot 10^3}{0,46 \cdot 4810 \cdot 355} \right. \\ &\quad \left. 1 - \frac{0,1}{(0,6 - 0,25)} \cdot \frac{54,58 \cdot 10^3}{0,46 \cdot 4810 \cdot 355} \right\} = \\ &= \max \left\{ 0,9995 \right. \\ &\quad \left. 0,9993 \right\} = 0,9995 \end{aligned}$$



• Podmínky spolehlivosti

$$\frac{N_{ed}}{\gamma_g \cdot N_{Rk}} + k_{eff} \frac{M_{y,ed}}{\gamma_{LT} \cdot M_{y,Rk}} =$$

$$= \frac{54,58 \cdot 10^3}{0,29 \cdot 4810 \cdot 355 / 1,0} + 0,95 \cdot \frac{80,84 \cdot 10^6}{969 \cdot 642 \cdot 10^5 \cdot 355 / 1} =$$

$$= \underline{\underline{0,56 < 1}}$$

$$\frac{N_{ed}}{\gamma_g \cdot N_{Rk}} + k_{eff} \frac{M_{y,ed}}{\gamma_{LT} \cdot M_{y,Rk}} =$$

$$= \frac{54,58 \cdot 10^3}{0,46 \cdot 4810 \cdot 355 / 1,0} + 0,995 \cdot \frac{80,81 \cdot 10^6}{969 \cdot 642 \cdot 10^5 \cdot 355 / 1} =$$

$$= \underline{\underline{0,54 < 1}}$$

⇒ sloup vyhoví.

9.2.4 Posouzení sloupů MSP

• Průhyb od proměnného zatížení ($\gamma_F = 1,0$)
 $\delta = 30,4 \text{ mm}$ (viz str. 94)

$$\delta_{lim} = \frac{L}{150} = \frac{10900}{150} = 72,67$$

$$\underline{\underline{31 \text{ mm} < 72,67 \text{ mm}}}$$

⇒ vyhovuje.



9.3. PRÍČKA - KRAJNÍ STUP

9.3.1. Vnitřní síly

• Největší $M_{ed} = -46,54 \text{ kNm}$

→ kombinace 2 - stábe + $S_{w,k}$ + φ_0 boční vte
viz str. 91.

$$V_{ed} = 44,96 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = -4,27 \text{ kN}$$

• Návrh profilu: IPE 180.

Průřezové charakteristiky:

$$A = 3910 \text{ mm}^2$$

$$W_{pl,y} = 3,66 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 3,89 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_x = 2,83 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_w = 3,44 \cdot 10^{10} \text{ mm}^6$$

$$I_t = 1,31 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$i_y = 99,7 \text{ mm}$$

$$i_x = 26,9 \text{ mm}$$

$$t_w = 6,2 \text{ mm}$$

$$t_f = 9,8 \text{ mm}$$

$$h = 240 \text{ mm}$$

$$b = 120 \text{ mm}$$



• Zabrídění průřezu:

$$\cdot \varepsilon = 9,81$$

• Pásnice:

$$c = \frac{b - t_w}{2} = \frac{120 - 6,2}{2} = 56,9 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t_f} = \frac{56,9}{9,8} = 5,8 < 9 \cdot \varepsilon = 9 \cdot 9,81 = 72,9$$

\Rightarrow 1. TŘÍDA PRŮŘEZU

• Štěrpa:

$$h_w = h - 2 \cdot t_f = 240 - 2 \cdot 9,8 = 220,4 \text{ mm}$$

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{220,4}{6,2} = 35,5 < 72 \cdot \varepsilon = 58,32$$

\Rightarrow 1. TŘÍDA PRŮŘEZU.

2.3.2. Posouzení přičle

Účinnost ve smyku:

$$A_{v2} = 1914 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_2}} = \frac{1914 \cdot 355}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 392,3 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 44,96 \text{ kN}$$

$$V_{pl,rd} > V_{ed}$$

$$\underline{392,3 \text{ kN} > 44,96 \text{ kN}}$$

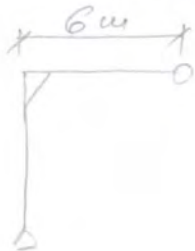
\Rightarrow vyhovuje.



• VĚPĚR:

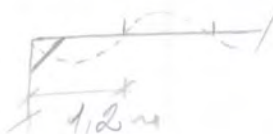
$$I_1 = 93,9 \cdot E = 76,4$$

• kritická délka



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

$$L_{cr,x} = 1,2 \text{ m} \text{ (vzdálenost pářelíků)}$$



$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{6000}{99,7} = 60,2 < 200$$

=> vyhoví na
stabilitu

$$\lambda_x = \frac{L_{cr,x}}{i_x} = \frac{1200}{26,9} = 44,6 < 200$$

=> vyhoví na
stabilitu

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{60,2}{76,4} = 0,79$$

$$\bar{\lambda}_x = \frac{\lambda_x}{\lambda_1} = \frac{44,6}{76,4} = 0,58$$

• Součinitelé imperfekce

$$y - y - b \Rightarrow \alpha_y = 0,34$$

$$x - x - c \Rightarrow \alpha_x = 0,49$$



$$\begin{aligned} \cdot \phi_y &= 0,5 [1 + \alpha_y (\bar{J}_y - 0,2) + \bar{J}_y^2] = \\ &= 0,5 [1 + 0,34 (0,49 - 0,2) + 0,49^2] = \\ &= 0,91 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cdot \phi_z &= 0,5 [1 + \alpha_z (\bar{J}_z - 0,2) + \bar{J}_z^2] = \\ &= 0,5 [1 + 0,49 (0,58 - 0,2) + 0,58^2] = \\ &= 0,76 \end{aligned}$$

$$\cdot \chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{J}_y^2}} = \frac{1}{0,91 + \sqrt{0,91^2 - 0,49^2}} = 0,73$$

$$\cdot \chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{J}_z^2}} = \frac{1}{0,76 + \sqrt{0,76^2 - 0,58^2}} = 0,8$$

$$\cdot \chi_{\min} = \min(\chi_y; \chi_z) = \chi_y = 0,73.$$

KLOPENÍ: ($l_{cr} = 1,24$ viz str. 91)

$$\begin{aligned} \cdot \kappa_{\text{rel}} &= \frac{\pi}{\lambda_{cr}} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{\pi}{1,240} \sqrt{\frac{210 \cdot 10^3 \cdot 3,74 \cdot 10^{10}}{81 \cdot 10^3 \cdot 1,31 \cdot 10^5}} = \\ &= 2,18 \end{aligned}$$

$$\cdot C_{10} = 1,44$$

$$C_{1,1} = 1,85$$

$$C_1 = C_{1,1} = 1,85 \Rightarrow \text{pro } \kappa_{\text{rel}} > 1$$



$$\mu_{\text{eff}} = \frac{C_1}{k_2} \sqrt{1 + \mu_{\text{eff}}^2} = \frac{1,85}{1} \sqrt{1 + 2,18^2} = 4,44$$

$$\begin{aligned} M_{\text{eff}} &= M_{\text{eff}} \cdot \frac{\pi \cdot \sqrt{E I_b \cdot G I_T}}{L} = 4,44 \cdot \frac{\pi \cdot \sqrt{210 \cdot 10^3 \cdot 2,83 \cdot 10^6 \cdot 81 \cdot 10^3}}{1240} \cdot 1,31 \cdot 10^5 \\ &= 893,3 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\bar{I}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot I_y}{M_{\text{eff}}}} = \sqrt{\frac{566 \cdot 10^5 \cdot 355}{893,3 \cdot 10^6}} = 0,38$$

• koeficient úpravné pevnosti $\alpha \Rightarrow \alpha_{LT} = 0,21$

$$\begin{aligned} \phi_{LT} &= 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{I}_{LT} - 0,2) + \bar{I}_{LT}^2 \right] \\ &= 0,5 \left[1 + 0,21 (0,38 - 0,2) + 0,38^2 \right] \\ &= 0,59 \end{aligned}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{I}_{LT}^2}} = \frac{1}{0,59 + \sqrt{0,59^2 - 0,38^2}} = 0,96$$

INTERAKCE TLAK + OHYB:

$$\begin{aligned} \alpha_k &= 0 \quad (\text{Poměr momentů}) \\ \Rightarrow C_{my} &= 0,9 + 0,1 \cdot \alpha_k = 0,9 \end{aligned}$$

$$C_{mLT} = 0,6 + 0,4 \cdot \psi^{-0} \geq 0,4$$

$$C_{mLT} = 0,6 > 0,4$$



$$\begin{aligned} \bullet h_{xy} &= \min \left\{ \begin{aligned} &C_{my} \left(1 + (\bar{\sigma}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{R_y \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \\ &C_{my} \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{R_y \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \end{aligned} \right\} \\ &= \min \left\{ \begin{aligned} &0,9 \cdot \left(1 + (0,49 - 0,2) \cdot \frac{4,27 \cdot 10^3}{0,73 \cdot 3910 \cdot 355} \right) \\ &0,9 \left(1 + 0,8 \cdot \frac{4,27 \cdot 10^3}{0,73 \cdot 3910 \cdot 355} \right) \end{aligned} \right\} = \\ &= \min \left\{ \begin{aligned} &0,902 \\ &0,903 \end{aligned} \right\} = 0,9 \end{aligned}$$

$$\bullet \text{Pro } \bar{\sigma}_x = 0,58 > 0,4$$

$$\Rightarrow h_{xy} = \max \left\{ \begin{aligned} &1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\sigma}_x}{C_{m1} - 0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{R_x \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \\ &1 - \frac{0,1}{C_{m1} - 0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{R_x \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \end{aligned} \right\}^{1,0}$$

$$h_{xy} = \max \left\{ \begin{aligned} &1 - \frac{0,1 \cdot 0,58}{(0,6 - 0,25)} \cdot \frac{4,27 \cdot 10^3}{0,8 \cdot 3910 \cdot 355} \\ &1 - \frac{0,1}{0,6 - 0,25} \cdot \frac{4,27 \cdot 10^3}{0,8 \cdot 3910 \cdot 355} \end{aligned} \right\}$$

$$h_{xy} = \max \left\{ \begin{aligned} &0,998 \\ &0,999 \end{aligned} \right\} = \underline{0,999}$$



• Podmínky spolehlivosti

$$\frac{N_{ed}}{R_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,ed}}{R_{LT} \cdot M_{y,Rk}} =$$
$$= \frac{4,27 \cdot 10^3}{0,73 \cdot 3910 \cdot 355} + 0,9 \cdot \frac{46,54 \cdot 10^6}{0,96 \cdot 3,66 \cdot 10^5 \cdot 355} =$$
$$= 0,34 < 1$$

⇒ vyhovuje

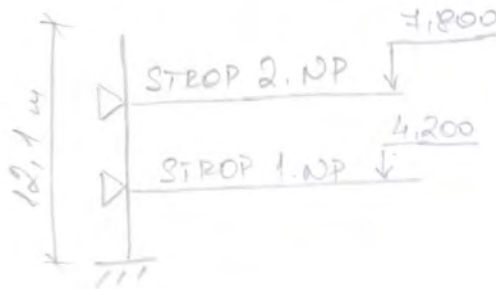
$$\frac{N_{ed}}{R_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,ed}}{R_{LT} \cdot M_{y,Rk}} =$$
$$= \frac{4,27 \cdot 10^3}{0,73 \cdot 3910 \cdot 355} + 0,999 \cdot \frac{46,54 \cdot 10^6}{0,96 \cdot 3,66 \cdot 10^5 \cdot 355} =$$
$$= 0,38 < 1$$

⇒ vyhovuje.



9.3. SLOUP BAZILIKA

- Sloup B5 - viz schéma str. 1.



- Zatešovací plocha

$$A = 3 \cdot 6 = 18 \text{ m}^2$$

9.3.1. Zatešeni

- Od rozvuku viz. str. 65-69.

Stále:

- tíha střechy: $2,83 \text{ kN/m}^2 \cdot 18 \text{ m}^2 = 50,94 \text{ kN}$
 $50,94 \cdot 1,35 = 68,77 \text{ kN}$
- Stropnice a příruby: $9,158 \text{ kN/m} \cdot 9,3 \text{ m} + 9,361 \cdot 6 \text{ m} = 5,01 \text{ kN}$
 $5,01 \cdot 1,35 = 6,76 \text{ kN}$

$$F_{EK} = 55,95 \text{ kN.}$$

$$F_{Ed} = 75,53 \text{ kN}$$



Proměnné :

$$\begin{aligned} S_{wh} & 0,8 \text{ kN/m}^2 \cdot 18 \text{ m}^2 = 14,4 \text{ kN} \\ & 14,4 \cdot 1,5 = 21,6 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$F_{EK} = 14,4 \text{ kN}$$

$$F_{Ed} = 21,6 \text{ kN}$$

• Strop běžného podlaží

Stále :

$$\begin{aligned} - \text{ tíha stropu: } & 4,18 \text{ kN/m}^2 \cdot 18 \text{ m}^2 = 75,24 \text{ kN} \\ & 75,24 \cdot 1,35 = 101,57 \\ - \text{ Stropnice a } & \\ \text{ příruby: } & 3 \cdot 0,158 \text{ kN/m} \cdot 6 \text{ m} + 0,361 \cdot 6 \text{ m} = 5,01 \text{ kN} \\ & 5,01 \cdot 1,35 = 6,76 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$F_{EK} = 80,25 \text{ kN}$$

$$F_{Ed} = 108,33 \text{ kN}$$

Proměnné :

$$\begin{aligned} - \text{ užité: } & 5 \text{ kN/m}^2 \cdot 18 \text{ m}^2 = 90 \text{ kN} \\ & 90 \cdot 1,5 = 135 \text{ kN} \\ - \text{ převážitelé přičty: } & 0,8 \cdot 18 = 14,4 \text{ kN} \\ & 14,4 \cdot 1,5 = 21,6 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$F_{EK} = 104,4 \text{ kN}$$

$$F_{Ed} = 156,6 \text{ kN}$$

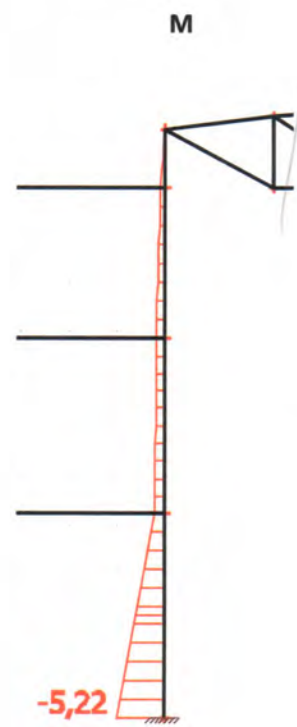
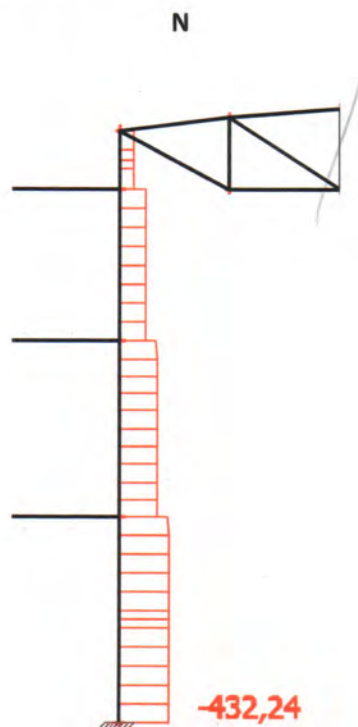


9.3.2. Kombinace zatěžovacích stavů

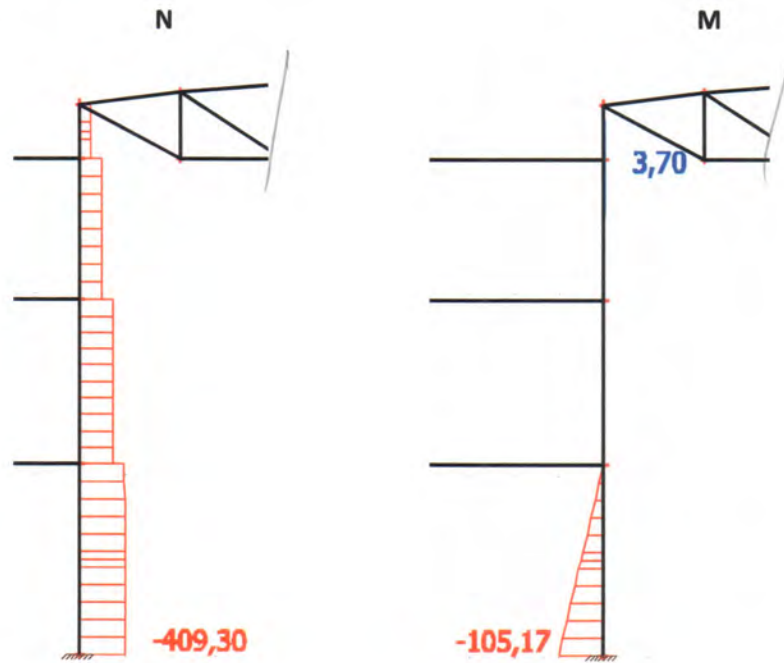
1. Stále + sníh
2. Stálé + sníh + ψ_0 boční vítr ($\psi_0=0,6$, pro vítr)
3. Stálé + boční vítr + ψ_0 sníh ($\psi_0=0,5$, pro sníh)
4. Min. stálé + boční vítr
5. Min. stálé + čelní vítr

9.3.3. Vnitřní síly

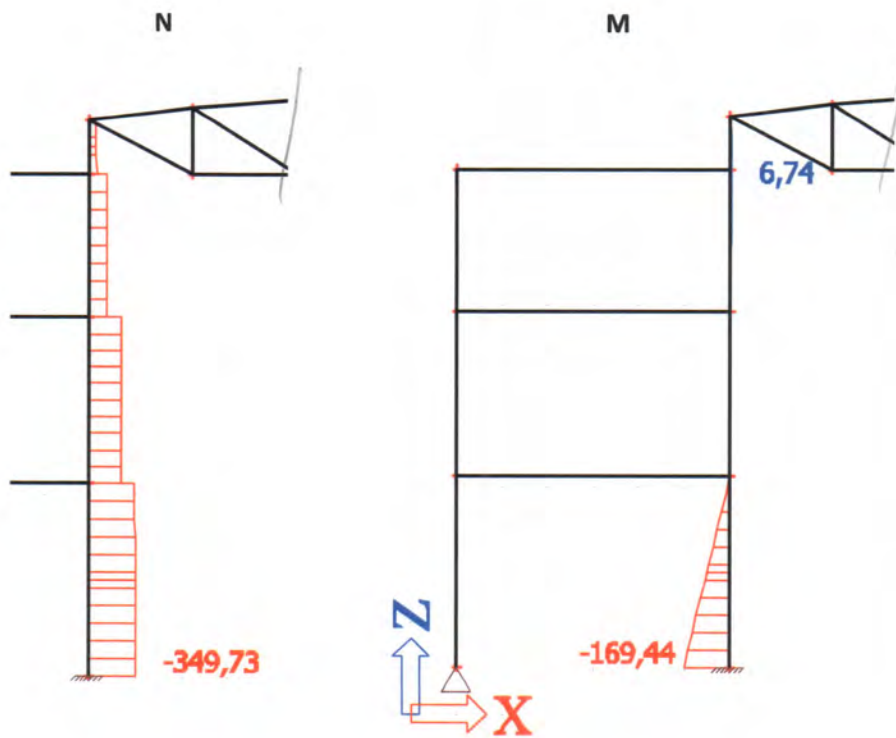
1. Stále + sníh



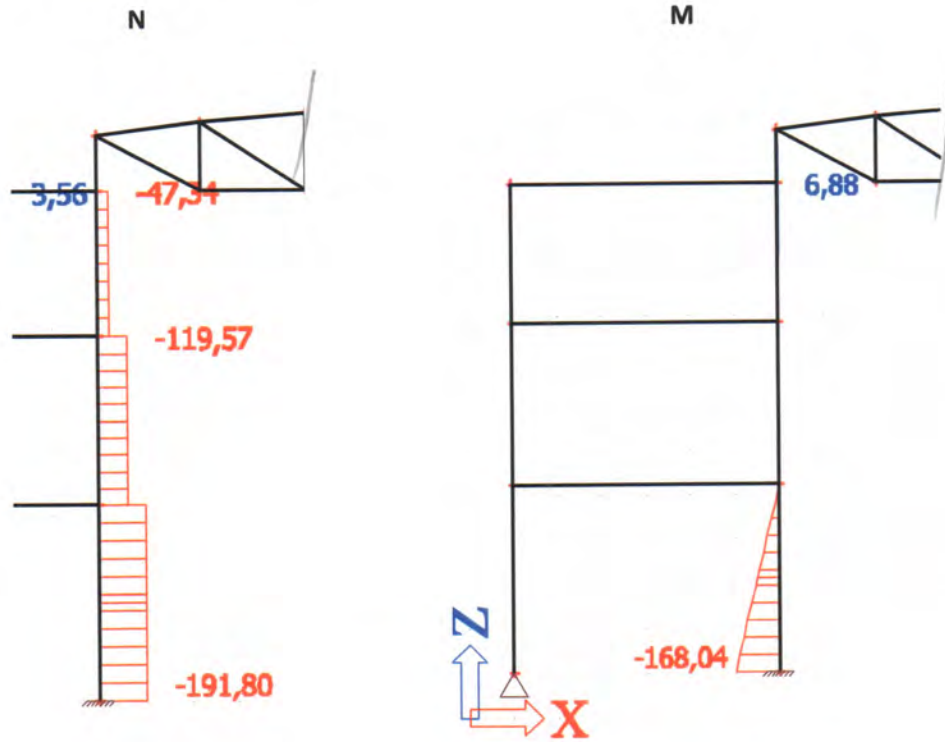
2. Stalé + sníh + ψ_0 boční vítr



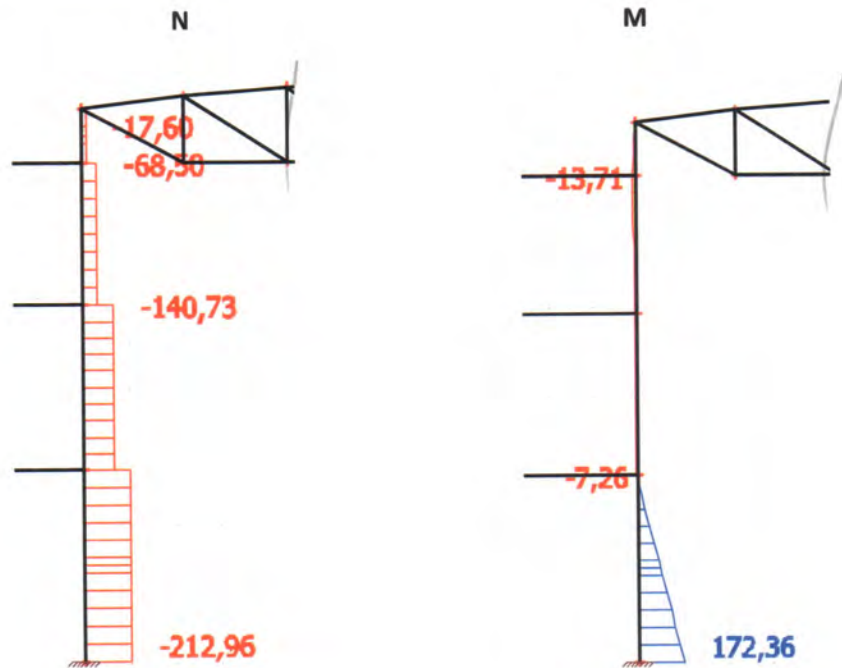
3. Stalé + boční vítr + ψ_0 sníh



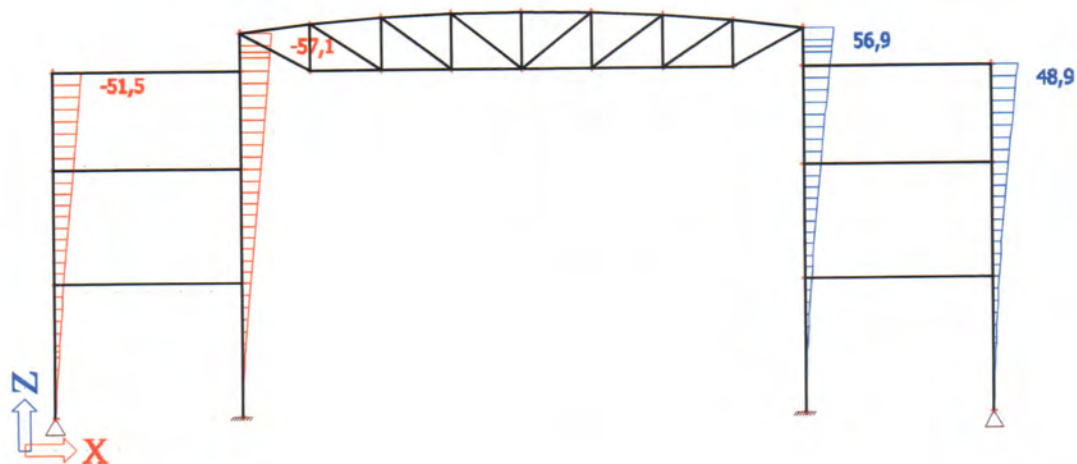
4. Min. stálé + boční vítr



5. Min. stálé + čelní vítr



6. Průhyb od vodorovného proměnného zatížení





- Rozhodující kombinace - 5.
- Min. slabe + celni vitez
 $M_{ed} = 172,36 \text{ kNm}$
 $N_{ed} = -212,96 \text{ kN}$

- Vazebná délka sloupu:



$$l_{cr,z} = 12,1 \text{ m (výška patra)}$$

$$l_{cr,y} = 2 \cdot 12,1 = 24,2 \text{ m}$$

- Název sloupu: HEB 300

Průřezové charakteristiky:

$$m = 117 \text{ kg/m}$$

$$A = 14900 \text{ mm}^2$$

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$I_y = 2,52 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$I_x = 8,56 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$t_w = 11 \text{ mm}$$

$$I_w = 1,69 \cdot 10^{12} \text{ mm}^6$$

$$t_f = 19 \text{ mm}$$

$$I_t = 1,88 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$d = 208 \text{ mm}$$

$$i_y = 130 \text{ mm}$$

$$W_{pl,y} = 1,87 \cdot 10^6$$

$$i_x = 75,8 \text{ mm}$$



• Zatřídění průřezu:

$$\frac{e}{2f} = \frac{300/2}{19} = 7,9 < 10 \cdot \varepsilon = 8,14$$

⇒ TŘÍDA 2.

$$\frac{d}{tw} = \frac{208}{11} = 18,9 < 33 \cdot \varepsilon = 26,73$$

⇒ TŘÍDA 1.

9.3.4. Posouzení sloupu HSLI

VÝPĚR:

$$\cdot \alpha_n = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}} = 76,4$$

$$\cdot \beta_y = \frac{d_{ex,y}}{i_y} = \frac{24200}{130} = 186,2 < 200$$

⇒ vyhoví na stihlost.

$$\cdot \beta_x = \frac{d_{ex,x}}{i_x} = \frac{12100}{75,8} = 159,6 < 200$$

$$\cdot \bar{\beta}_y = \frac{\beta_y}{\alpha_n} = \frac{186,2}{76,4} = 2,44$$

$$\cdot \bar{\beta}_x = \frac{\beta_x}{\alpha_n} = \frac{159,6}{76,4} = 2,09$$

• Součinitele imperfekce:

$$y-y - b \Rightarrow \alpha_y = 9,34$$

$$x-x - c \Rightarrow \alpha_x = 9,49$$



$$\begin{aligned} \cdot \phi_y &= 0,5 [1 + \alpha_y (\bar{y}_y - 0,2) + \bar{y}_y^2] = \\ &= 0,5 [1 + 0,34 (2,44 - 0,2) + 2,4^2] = \\ &= 3,76 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cdot \phi_z &= 0,5 [1 + \alpha_z (\bar{y}_z - 0,2) + \bar{y}_z^2] = \\ &= 0,5 [1 + 0,49 (2,09 - 0,2) + 2,09^2] = \\ &= 3,14 \end{aligned}$$

$$\cdot \lambda_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{y}_y^2}} = \frac{1}{3,76 + \sqrt{3,76^2 - 2,44^2}} = 0,15$$

$$\cdot \lambda_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{y}_z^2}} = \frac{1}{3,14 + \sqrt{3,14^2 - 2,09^2}} = 0,19$$

$$\cdot \lambda_{min} = \lambda_y = 0,15$$

KLOPENÍ:

$$\begin{aligned} \lambda_{krit} &= \frac{\pi}{\lambda_{min} \cdot l} \cdot \sqrt{\frac{EI_{min}}{G \cdot I_t}} = \frac{\pi}{24200} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^3 \cdot 1,69 \cdot 10^{12}}{81 \cdot 10^3 \cdot 4,88 \cdot 10^6}} = \\ &= 0,2 \end{aligned}$$



$$\bullet C_{1,0} = 1,44$$

$$C_{1,1} = 1,85$$

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot 0,2 = 1,44 + (1,85 - 1,44) \cdot 0,2 = 1,49$$

$$\underline{1,49 \leq C_{1,1} = 1,85}$$

$$\bullet \mu_{cr} = \frac{C_1}{k_0} \cdot \sqrt{1 + 2\mu_2^2} = \frac{1,49}{1} \sqrt{1 + 0,2^2} = 1,83$$

$$\bullet N_{cr} = \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \sqrt{E I_x B \bar{I}_x}}{L} =$$
$$= 1,83 \cdot \frac{\pi \cdot \sqrt{210 \cdot 10^3 \cdot 8,56 \cdot 10^4 \cdot 81 \cdot 10^3 \cdot 1,88 \cdot 10^6}}{24200} =$$
$$= 393,1 \text{ kN}$$

• Poměrná štíhlost:

$$\bar{\lambda}_{1,1} = \sqrt{\frac{N_{pry} \cdot \bar{I}_x}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{1,84 \cdot 10^6 \cdot 355}{393,1 \cdot 10^6}} = 1,9$$

• tlouška rozpěrné pruty $a \Rightarrow \alpha = 9,21$

$$\bullet \phi_{1,1} = 0,5 [1 + \alpha_{1,1} (\bar{\lambda}_{1,1} - 0,2) + \bar{\lambda}_{1,1}^2]$$
$$= 0,5 [1 + 9,21 (1,9 - 0,2) + 1,2^2]$$
$$= 1,46$$



$$\cdot \chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta_{LT}^2}} = \frac{1}{1,46 + \sqrt{1,46^2 - 1,3^2}} = 0,47$$

INTERAKCE TLAK + OHYB:

$$\cdot \alpha_k = 0 \text{ (Poměr momentů)}$$

$$\Rightarrow c_{my} = 0,9 + 0,1 \cdot \alpha_k = 0,9$$

$$\cdot c_{mLT} = 0,6 + 0,4 \cdot \psi^0 \geq 0,4$$

$$c_{mLT} = 0,6 \geq 0,4$$

$$\cdot k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} c_{my} \cdot \left[1 + (\beta_y - 0,8) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right] \\ c_{my} \left[1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right] \end{array} \right\}$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 0,9 \cdot \left[1 + (2,44 - 0,8) \cdot \frac{212,96 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 14900 \cdot 355} \right] \\ 0,9 \left[1 + 0,8 \cdot \frac{212,96 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 14900 \cdot 355} \right] \end{array} \right\}$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 1,11 \\ 1,1 \end{array} \right\} = \underline{\underline{1,1}} \quad , \quad k_{yy} \leq 1,8$$



• Pro $\bar{\alpha}_D = 0,43 > 0,4$

$$\Rightarrow k_{xy} = \max \left\{ 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\alpha}_D}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{R_d \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}}, 1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{R_d \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right\}$$

$$= \max \left\{ 1 - \frac{0,1 \cdot 0,43}{(0,6 - 0,25)} \cdot \frac{212,96 \cdot 10^3}{0,19 \cdot 14900 \cdot 355}, 1 - \frac{0,1}{(0,6 - 0,25)} \cdot \frac{212,96 \cdot 10^3}{0,19 \cdot 14900 \cdot 355} \right\}$$

$$= \max \left\{ 0,96, 0,94 \right\} = 0,96$$

• Podmínky spolehlivosti:

$$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M1} \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\gamma_{M1} \cdot M_{y,Rk}} =$$

$$= \frac{212,96 \cdot 10^3}{0,15 \cdot 14900 \cdot 355} + 1,1 \cdot \frac{142,36 \cdot 10^6}{0,47 \cdot 1184 \cdot 10^6 \cdot 355} =$$

$$= \underline{\underline{0,88}} \leq 1$$

\Rightarrow vyhovuje.



$$\begin{aligned} & \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_R \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} + \lambda_{ey} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \\ & = \frac{212,96 \cdot 10^3}{0,19 \cdot 14900 \cdot 355} + 0,96 \cdot \frac{142,36 \cdot 10^6}{0,47 \cdot 1,84 \cdot 10^6 \cdot 355} = \\ & = \underline{\underline{0,54}} < 1 \end{aligned}$$

\Rightarrow sloup vyhoví

9.2.5. Posouzení sloupů MSP

- Převýb od proměnné ho zat. ($\gamma_F = 1,0$)
- $\delta = 57,1$ mm viz výstup SCIA obr. 114.
- $\delta_{lim} = \frac{L}{150} = \frac{12100}{150} = 80,67$

$$\underline{\underline{57,1}} < 80,67$$

\Rightarrow vyhovuje.



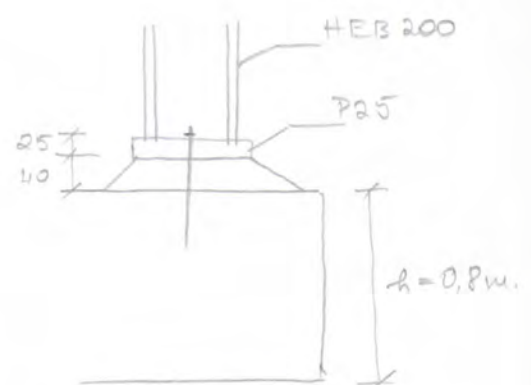
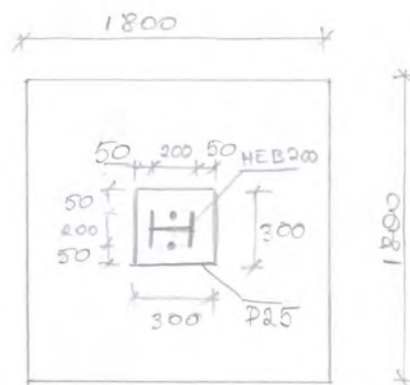
10. PATKY

10.1. PATKA - SLOUP VNITŘNÍ

- Sloup vnitřní 8C - viz str. 84.
- Normovaná síla v patce sloupu:
 $N_{Ed} = 1248,77 \text{ kN}$

- Kotevní šrouby: 2xM20 5.6.
- Betonová patka rozměry:

$$a_c = 1800 \text{ mm}$$
$$b_c = 1800 \text{ mm}$$
$$h = 800 \text{ mm.}$$



- Výpočtové rozměry betonové patky
 $a_1 = \min(3 \cdot a_0, a_0 + h, a_c) = (3 \cdot 300; 300 + 800, 1800) =$
 $= \min(900; 1100, 1800) = 900 \text{ mm.}$

$$b_1 = a_1 = 900 \text{ mm.}$$



• Součinitel koncentrace napětí

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a_0 \cdot b_0}} = \sqrt{\frac{900 \cdot 900}{300 \cdot 300}} = 3.$$

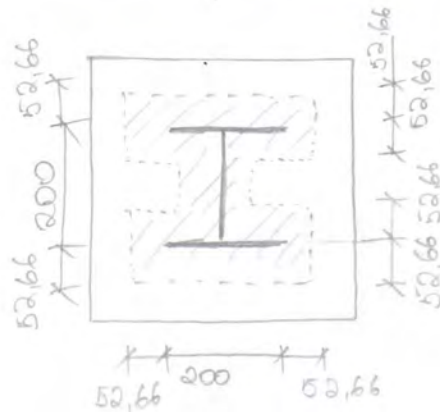
• Nárhová pevnost betonu

$$f_{jd} = \frac{\beta_j \cdot k_j \cdot f_{ek}}{\gamma_c} = \frac{1}{3} \cdot \frac{3 \cdot 20}{1,5} = 26,67 \text{ MPa}$$

• Účinná sířka patní desky

$$c = t_p \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}}} = 25 \cdot \sqrt{\frac{355}{3 \cdot 26,67}} = 52,66 \text{ mm}$$

• Účinná plocha



$$A_{eff} = 82436,5 \text{ mm}^2$$

• Únosnost patky:

$$N_{pd} = A_{eff} \cdot f_{jd} = 82436,5 \cdot 26,67 = 2198,58 \text{ kN}$$

$$N_{pd} > N_{ed}$$

$$2198,58 > 1242,77 \text{ [kN]}$$

⇒ Patka vyhoví



10.2. PATKA - SLOUP KRAJNÍ

- Sloup C1 - viz str. 89
- Normálová síla v patce
 $N_{ed} = -54,58 \text{ kN}$
- Normálová síla v patce sloupu C1
je mnohem menší než v patce sloupu
8C. $N_{edc1} = 54,58 \text{ kN}$ $N_{ed8c} = 1242,77 \text{ kN}$
Oba sloupy jsou z profilu HEB 200.
- Patka bude posouzena stejným
způsobem jako u sloupu 8C viz str. 122.



• Započítákové rozměry betonové patky:

$$a_1 = \min(a_c; 3a; a+h) = \min(2000; 2400; 1700) = 1700 \text{ mm}$$

$$b_1 = \min(b_c; 3b; b+h) = \min(1200; 1380; 1260) = 1200 \text{ mm}$$

• Součinitel koncentrace napětí:

$$k_1 = \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a \cdot b}} = \sqrt{\frac{1700 \cdot 1200}{900 \cdot 460}} = 2,22$$

• Návrhová pevnost betonu:

$$f_{td} = \frac{2}{3} \cdot \frac{k_1 f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{2}{3} \cdot \frac{2,22 \cdot 20}{1,5} = \underline{19,73 \text{ MPa}}$$

• Přesah desky:



$$c = t_p \cdot \sqrt{\frac{f_{td}}{3 \cdot f_{ctk}}} = 30 \cdot \sqrt{\frac{355}{3 \cdot 19,73}} = 43,5 \text{ mm}$$

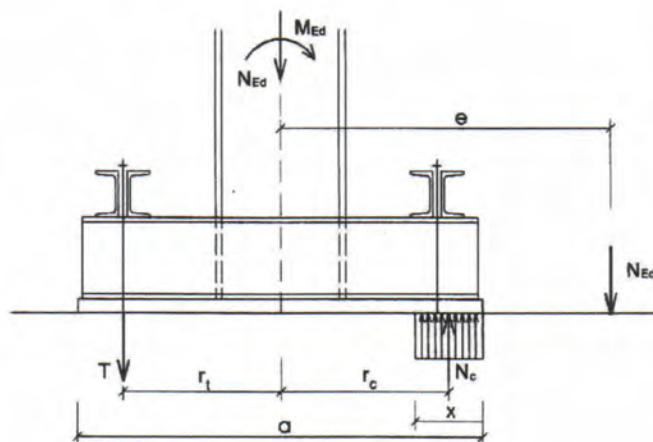
• Účinná šířka patního plechu

$$b_{eff} = 2 \cdot 80 + 2 \cdot c = 2 \cdot 80 + 2 \cdot 43,5 = 307 \text{ mm}$$



Namáhání patní spáry a průřezu patky

		KZS2	KZS3	KZS4	KZS5
Med	kNm	105,17	169,44	168,04	172,36
Ned	kN	409,3	349,73	191,8	212,96
e	mm	256,95	484,49	876,12	809,35
X ₁	mm	1449,00	1438,16	1449,55	1447,08
X ₂ =X	mm	50,997	61,84	50,45	52,92
N _c	kN	314,64	381,54	311,24	326,52
T	kN	-94,66	31,81	119,44	113,56



$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}}$$

• délka tlakové oblasti pod patním plečkem
x

$$\Rightarrow N_{Ed}(e + r_c) = N_c \left(r_c + \frac{a}{2} - \frac{x}{2} \right)$$

$$N_c = b_{eff} \cdot x \cdot f_{cd}$$

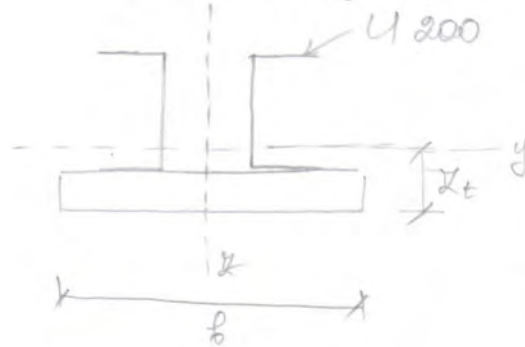
$$\Rightarrow b_{eff} \cdot f_{cd} \cdot x^2 - b_{eff} \cdot f_{cd} \cdot (2 \cdot r_c + a) \cdot x + 2 \cdot N_{Ed}(e + r_c) = 0$$
$$\Rightarrow \underline{x_1, x_2}$$

• síla do laterálních šroubků

$$T = N_c - N_{Ed}$$



• Průřez patky



• Patní plech : $30 \times 460 \text{ mm}$

• Výztuhy $2 \times U 200$: $A = 6440 \text{ mm}^2$

$$I_y = 2 \cdot 19,1 \cdot 10^6 = 38,2 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A_{xz} = 1771 \cdot 2 = 3542 \text{ mm}^2$$

• Svařený průřez:

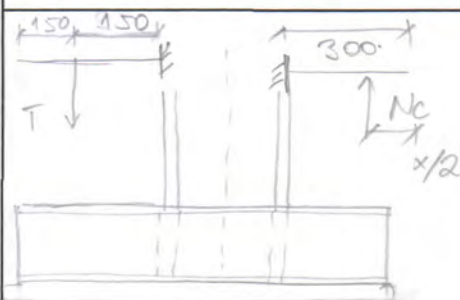
$$A = 30 \cdot 460 + 6440 = 20240 \text{ mm}^2$$

$$z_t = \frac{\sum A_i \cdot z_i}{A} = \frac{30 \cdot 460 \cdot 15 + 6440 \cdot (200/2 + 30)}{20240} =$$

$$= 51,6 \text{ mm}$$

$$I_y = \frac{30^3 \cdot 460}{12} + 30 \cdot 460 (51,6 - 15)^2 + 38,2 \cdot 10^6 +$$

$$+ 6440 (200/2 + 30 - 51,6)^2 = 97304772,4 \text{ mm}^4$$



• Tlačivá (prava) strana patky - vychoduje K223

$$M_p = N_c \left(0,3 - \frac{x}{2} \right) = 381,54 \cdot \left(0,3 - \frac{0,0618}{2} \right) = 102,67 \text{ kNm}$$

$$V_p = N_c = 381,54 \text{ kN viz tab. str 124}$$

• levá strana patky

$$M_e = T \cdot 0,15 = 119,44 \cdot 0,15 = 17,92 \text{ kNm}$$

$$V_e = N_c = 119,92 \text{ kN}$$

$$\bullet W_{y,h} = \frac{97304772,7}{200 + 30 - 51,6} = 545402,5 \text{ mm}^3$$

$$\bullet W_{y,d} = \frac{97304772,7}{51,6} = 1886083,7 \text{ mm}^3$$

$$\bullet \sigma_{h,max} = \frac{M_{max}}{W_{y,h}} = \frac{102,92 \cdot 10^3}{545402,5} = 188,24 \text{ MPa}$$

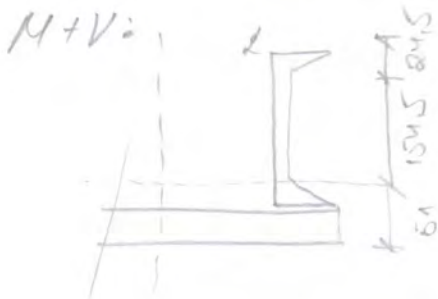
$$\angle \underline{\underline{f_y = 355}}$$

$$\bullet \tau_{max} \approx \frac{V_{max}}{A_{v2}} = \frac{381,54 \cdot 10^3}{3542} = 107,72 \text{ MPa}$$

$$\angle \underline{\underline{\frac{355}{13} = 204,96 \text{ MPa}}}$$



10.3.1. Posouzení patky



$$\sigma_2 = \frac{M_{\max}}{I_y} \cdot z_2 = \frac{102,67 \cdot 10^6}{94,305 \cdot 10^4} (200 - 51,6 - 24,5) = 130,73 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_2^2 + 3\tau^2} = \sqrt{130,73^2 + 3 \cdot 104,42^2} \approx 224,82 \text{ MPa}$$

$$\underline{224,82 \text{ MPa} < 355 \text{ MPa}}$$

=> přířez patky s výztuhami vyhoví.

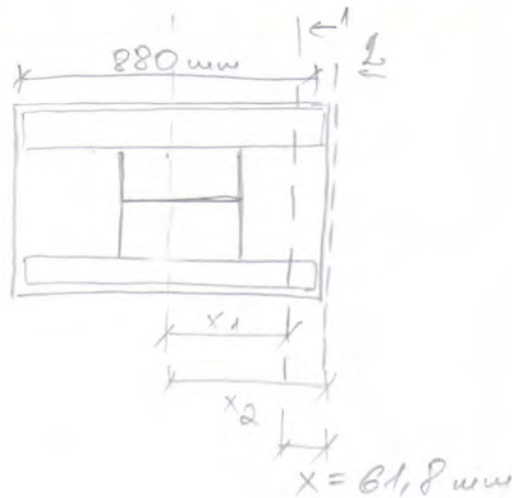
10.3.2. Připojení podélných výztuh k patnímu plecku.

- Koutové svary $a = 5 \text{ mm}$
- Prozkoumá kombinace 5. Min stře + čelní vte.
- Největší V_{ed} a M_{ed} .

$$N_{ed} = 242,96 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 43,14 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = 142,64 \text{ kNm}$$



$$A_{we} = 4 \cdot 5 \cdot 880 = 17600 \text{ mm}^2$$

$$I_{we} = \frac{4 \cdot 5}{12} \cdot 880^3 = 1136 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$S_{f,y} = 460 \cdot 30 (51,6 - 15) = 505080 \text{ mm}^3$$

• Napětí ve svarech:

Řez 1-1

$$\tau_{11} = \frac{V_{ed}}{A_{we}} + \frac{V_p \cdot S_{f,y}}{I_y \cdot 4 \cdot a_{we}} = \frac{43,14 \cdot 10^3}{17600} + \frac{381,54 \cdot 10^3 \cdot 505080}{97,305 \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot 5}$$

$$= 101,47 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{we} = \frac{N_{ed}}{A_{we}} + \frac{M_{ed}}{I_{we}} \cdot x_i = \frac{812,96 \cdot 10^3}{17600} + \frac{172,64 \cdot 10^6}{1136 \cdot 10^6} (450 - 61,8)$$

$$= 71,12 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{\pm 71,12}{\sqrt{2}} = 50,28 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{11}^2)} = \sqrt{50,28^2 + 3(50,28^2 + 101,47^2)} =$$

$$= 202,49 \text{ MPa}$$

$$202,49 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\alpha_w \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 \cdot 1,25} = 360 \text{ MPa}$$



• Řez 2-2.

$$\tau_{11} = \frac{V_{ed}}{A_{we}} + 0 = \frac{43,14 \cdot 10^3}{17600} = 2,45 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{we} = \frac{212,96 \cdot 10^3}{17600} + \frac{142,64 \cdot 10^6}{1136 \cdot 10^6} \cdot 4,40 = 42,9 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{42,9}{\sqrt{2}} = 30,3 \text{ MPa}$$

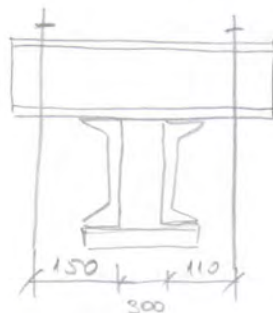
$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{11}^2)} = \sqrt{30,3^2 + 3(30,3^2 + 2,45^2)} = 103,13 \text{ MPa}$$

$$103,13 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 360 \text{ MPa}$$

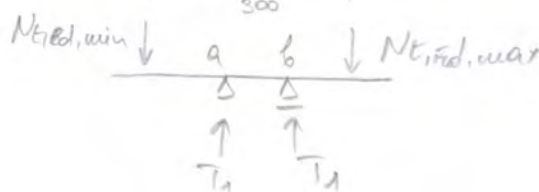
⇒ Svazy podélných
výžuků vyhoví

10.3.3 Kotevní šrouby

- Rozhoduje kombinace s největší silou do
kotevních šroubů T - K2S 4.



$$\begin{aligned} T_1 &= \frac{T_{max}}{2} = \frac{119,44}{2} = \\ &= 59,72 \text{ kN} \end{aligned}$$





$$\bullet N_{t,Ed,max} = \frac{59,72 \cdot 150 + 59,72 \cdot 450}{560} = 63,99 \text{ kN}$$

$$\bullet N_{t,Ed,min} = 119,44 - 63,99 = 55,45 \text{ kN}$$

Návrh: M24x3 $A_s = 353 \text{ mm}^2$

Posouzení:

$$F_{t,Rd} = 0,8 \cdot A_s \cdot f_{yd} = 0,8 \cdot 353 \cdot 355 = 100,3 \text{ kN}$$

$$\underline{\underline{100,3 > N_{t,Ed,max} = 63,99 \text{ kN}}}$$

Kotevní šroub
vyhoví!

10.3.4. Kotevní příčivník

$$V_{a,d} = 55,45 \text{ kN}$$

$$M_{a,d} = 55,45 \cdot 0,15 = 8,32 \text{ kNm}$$

$$V_{b,d} = 63,99 \text{ kN}$$

$$M_{b,d} = 63,99 \cdot 0,11 = 7,04 \text{ kNm}$$

Návrh: $2 \times U100$

$$W_{pl,y} = 2 \cdot 49 \cdot 10^3 = 98 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$A_{r,z} = 2 \cdot 646 = 1292 \text{ mm}^2$$



• Posouzení:

$$V_{pl,rd} = \frac{A_{wz} \cdot f_{y,d}}{\sqrt{3}} = \frac{1292 \cdot 355}{\sqrt{3}} = 264,81 \text{ kN}$$

$$264,81 \text{ kN} > V_{max,d} = 63,99 \text{ kN}$$

$$\underline{264,81 \text{ kN} > 2 \cdot V_{max,d} = 127,98 \text{ kN}}$$

\Rightarrow vyhoví no smyč

$$M_{pl,rd} = 98000 \cdot 355 = 34,79 \text{ kNm} > \underline{M_{Ed} = 8,32 \text{ kNm}}$$

• Průřez a:

$$\rho = \left(\frac{2 \cdot V_{a,d}}{V_{pl,rd}} - 1 \right)^2 = \left(\frac{2 \cdot 55,45}{264,81} - 1 \right)^2 = 0,34$$

$$\cdot M_{N,rd} = \left(W_{pl} - \frac{\rho \cdot A_w^2}{4 \cdot t_w} \right) \cdot f_{y,d} = \left(98 \cdot 10^3 - \frac{0,34 \cdot 1292^2}{4 \cdot 2 \cdot 6} \right) \cdot 355$$

$$= \underline{396 \text{ kNm} > 8,32 \text{ kNm}}$$

• Průřez b:

$$\rho = \left(\frac{2 \cdot 63,99}{264,81} - 1 \right)^2 = 0,27$$

$$\cdot M_{N,rd} = \left(98 \cdot 10^3 - \frac{0,27 \cdot 1292^2}{4 \cdot 2 \cdot 6} \right) \cdot 355 = 29,85 \text{ kNm}$$

$$\underline{29,85 \text{ kNm} > 4,04 \text{ kNm}}$$

\Rightarrow průřez vyhoví



10.3.5: Přenos vodorovné posouvající síly do betonové patky

- Rozhoduje kombinace s největší vodorovnou reakcí při nejmenší vodorovné síle. \Rightarrow MZS3

$$V_{Ed} = R_{y,Ed} = 39,84 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = R_{z,Ed} = -191,8 \text{ kN}$$

- Tlaková síla ve spáře mezi betonem a ocelí:

$$N_c = 381,54 \text{ kN}$$

- Smyková únosnost v místě patky

$$V_{Ed}' = \mu(N_c + R_{z,Ed}) = 0,2(381,54 - 191,8) = 37,95 \text{ kN}$$

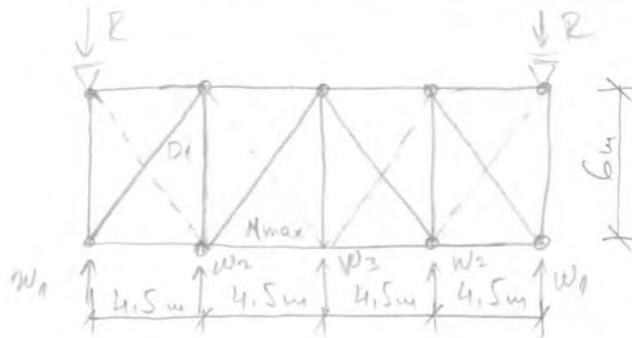
$$\underline{\underline{37,95 \text{ kN} < V_{Ed} = 39,84 \text{ kN}}}$$

\Rightarrow vyhoví

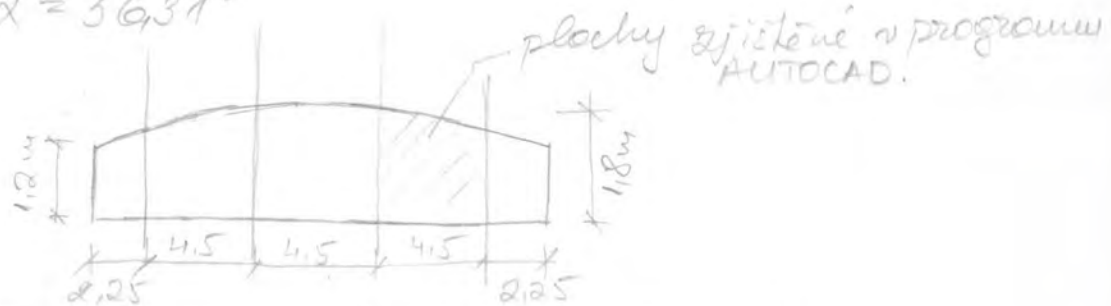
\Rightarrow není nutná varovka.



11. STŘEŠNÍ ŽLUBIDLO - BAZILIKA.



$$\alpha = 56,31^\circ$$



- Rozhoduje směr větru účelní vltz.

$$w_{ed} = -0,308 \cdot 1,5 = -0,462 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{1,ed} = 2,99 \cdot 0,462 = 1,38 \text{ kN}$$

$$w_{2,ed} = 7,23 \cdot 0,462 = 3,34 \text{ kN}$$

$$w_{3,ed} = 7,93 \cdot 0,462 = 3,66 \text{ kN}$$

- Vnitřní síly:

$$\text{Reakce } R_{ed} = 1,38 + 3,34 + \frac{3,66}{2} = 6,55 \text{ kN}$$

$$\text{Diagonála } D_1 = \frac{(6,55 - 1,38)}{\sin \alpha_{56,31}} = 6,21 \text{ kN}$$

$$\text{Pás } N_{max} = \frac{[(6,55 - 1,38) \cdot 9 - 3,34 \cdot 4,5]}{4,5} = 7 \text{ kN}$$



11.1. DIAGONÁLA

- Návrh diagonály ze systému DETAN
- $N_{Ed} = 6,21 \text{ kN}$
- Návrh: $\phi 6 \text{ mm}$
 $\Rightarrow N_{Rd} = 9,42 \text{ kN}$ viz příloha 1.

11.2. SVISLICE & TUŽIDLA

- Vaznice posuzovaná viz str. 21.
 \Rightarrow Přeposuzení vaznice na interakci M+N.
- Profil vaznice IPE 160.
- $M_{Ed} = -22,82 \text{ kNm}$ viz str. 23
 \rightarrow Při zadání vodorovného zatížení
 $w_{ed} = 3,66$ do 1. kombinace zatížení
vaznice se moment nemění.

• Posuzení M+N - kombinace 1. Stále + Suhl
poměr viz str. 28. - viz

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \left(\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right) \leq 1,0$$

$$\frac{7 \cdot 10^3}{A \cdot f_y / \gamma_{M2} \rightarrow 1} + \frac{22,82 \cdot 10^3}{44,02 \cdot 10^3} \leq 1,0$$

$$\frac{7 \cdot 10^3}{2009 \cdot 355} + 0,52 \leq 1,0$$

$$\underline{0,53 \leq 1,0}$$

\Rightarrow vyhoví



• Posouzení M+N-kombinace 3. Min. stálé - Vítr - silv klopení

• Vápná délka

$$L_{\alpha,y} = 6000 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{\alpha,y}}{i_y} = \frac{6000}{65,8} = 91,2 < 200$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{91,2}{76,4} = 1,2$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot 0,81 = 76,4$$

$$\begin{aligned} \phi_y &= 0,5 [1 + \alpha(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = \\ &= 0,5 [1 + 0,21(1,2 - 0,2) + 1,2^2] = \\ &= 1,33 \end{aligned}$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{1,33 + \sqrt{1,33^2 - 1,2^2}} = 0,53$$

$$\eta_{yy} = \min \left\{ \begin{aligned} & \eta_{yy}^{0,9} \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{crk}/\gamma_{M1}} \right) \\ & \eta_{yy} \left(1 + 0,8 \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{crk}/\gamma_{M1}} \right) \end{aligned} \right\} =$$



$$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,9(1 + (1,2-0,9) \cdot \frac{7000}{0,53 \cdot 713195}) \\ 0,9(1 + 0,8 \cdot \frac{7000}{0,53 \cdot 713195}) \end{array} \right\}$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 0,92 \\ 0,91 \end{array} \right\} = 0,91$$

• Posouzení:

$$\frac{N_{ed}}{R_{y, N_{ed}}} + k_{yy} \cdot \left(\frac{M_{ed}}{R_{y, M_{ed}}} \right) \leq 1,0$$

poměr viz str. 93.

$$\frac{7000}{0,53 \cdot 713195} + 0,91 \cdot 0,57 \leq 1,0$$

$$\underline{\underline{0,54 \leq 1,0}}$$



12. PŘÍPADY STROPNÍCH NOSNÍKŮ

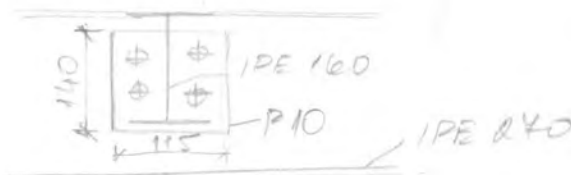
12.1. PŘÍPAD STROPNICE NA PŘÍVLAK

• Reakce z navížené stropnice:

$$R_{ed1} = 86,7 \text{ kN (viz str. 17)}$$

$$R_{ed2} = 86,7 \text{ kN}$$

• Návrh šroubů: M 16: 5-6 ($e_1 = 35; p_1 = 60$)
 $e_2 = 25; p_2 = 50$)



• Únosnost šroubu na stěh:

$$F_{t,rd} = \frac{0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 500 \cdot 157}{1,25} = 37,7 \text{ kN}$$

• Únosnost šroubu na otláčení:

$$F_{c,rd} = \frac{k_1 \cdot d \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t_w}{\gamma_{M2}} = \frac{2,19 \cdot 0,65 \cdot 355 \cdot 16 \cdot 9}{1,25} = 58,22 \text{ kN}$$

• Potřebný počet šroubů:

• Stěh $\frac{R_{ed}}{F_{t,rd}} = \frac{86,7}{37,7} = 2,3$

• Otláčení:

$$\frac{2 \cdot R_{ed}}{F_{c,rd}} = \frac{86,7 \cdot 2}{58,22} = 2,98$$



- Návrh: 4 šrouby M 16 5.6
- Návrh svaru: haukový svar $2 \times a = 4 \text{ mm}$,
délka $l_{we} = 119 \text{ mm}$ (svar na stojině)
- Návrhová pevnost: $f_{wd} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M2}} = \frac{510}{\sqrt{3} \cdot 29 \cdot 1,25} = 261,7 \text{ MPa}$
- Posouzení
 $\sigma_{II} = \frac{N_{Ed}}{2 \cdot a_w \cdot l_p} = \frac{2617 \cdot 10^3}{2 \cdot 4 \cdot 130} = 83,4 \text{ MPa}$
 $83,4 \text{ MPa} \leq 261,7 \text{ MPa}$

- Smyková únosnost oslabeného přířezu stropnice:

$$A_{v2} = t_w \cdot l_{we} = 5 \cdot 130 = 650 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,rd} = \frac{A_{v2} \cdot f_{y2}}{\sqrt{3}} = \frac{650 \cdot 355}{\sqrt{3}} = 133,2 \text{ kN} > R_{Ed} = 86,7 \text{ kN}$$

\Rightarrow Připoj vyhoví!

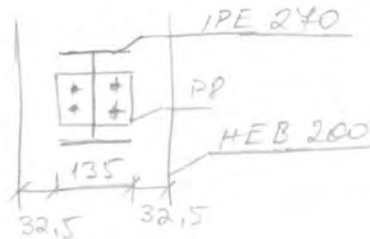
12.2. Připoj Stropnice na Sloup

- Profil stropnice - IPE 160
Sloupu - HEB 200 - $t_w = 9 \text{ mm}$
- Připoj proveden stejně jako připoj na prutal.
- Otláčení:

$$\frac{2R_{Ed}}{F_{b,rd}} = \frac{2 \cdot 86,7}{0,9 \cdot 58,22} = 3,31 \Rightarrow \text{Návrh: } \underline{4 \text{ šrouby M 16 5.6}}$$



12.1. PŘÍPOJ PRŮVLAKU NA SLOUP



Reakce průvlaku:

$$R_{ed} = 174,83 \text{ kN viz str. 56.}$$

Návrh šroubů: M 20 5.6. ($e_1 = 40$; $p_1 = 70$;
 $e_2 = 35$; $p_2 = 60$;

$$\bullet F_{v,red} = \frac{0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M_2}} \approx \frac{0,6 \cdot 500 \cdot 245}{1,25} \approx 58,8 \text{ kN}$$

$$\bullet F_{b,red} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot d \cdot t_w}{\gamma_{M_2}} = \frac{2,5 \cdot 0,61 \cdot 500 \cdot 20 \cdot 6,6}{1,25} \approx 80,52 \text{ kN.}$$

$$\bullet k_1 = \min \left\{ \frac{2,8 \cdot \left(\frac{e_2}{p_2} \right) - 1,7}{2,5} = 2,175 \right\} = 2,15$$

$$\bullet \alpha_b = \min \left\{ \begin{array}{l} e_1 / (3 \cdot d_0) = 0,61 \\ p_1 / (3 \cdot d_0) - (1/4) = 0,81 \\ f_{ub} / f_u = 2,1 \\ 1,0 \end{array} \right\} = 0,61$$

• Švih:

$$\frac{R_{ed}}{F_{v,red}} \approx \frac{174,83}{58,8} = 2,97$$

• Otláčením:

$$\frac{R_{ed}}{F_{b,red} \cdot t_w} \approx \frac{174,83}{0,66 \cdot 80,52} = 3,3$$



- Návrh svaru: $2 \times a = 4 \text{ mm}$, $l_{sw} = 150 \text{ mm}$

$$\tau_{II} = \frac{R_{ed}}{2 \cdot a \cdot l_p} \leq \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M2} \cdot \beta_w}$$

$$\frac{174,83 \cdot 10^3}{2 \cdot 4 \cdot 150} \leq \frac{510}{\sqrt{3} \cdot 1,25}$$

$$\underline{145,7 \text{ MPa} \leq 261,43 \text{ MPa}}$$

\Rightarrow svar vyhoví

- Smyková únosnost oslabeného průřezu:

$$A_{v2} = b_w \cdot l_{sw} = 6,6 \cdot 150 = 990 \text{ mm}^2$$

$$V_{p,rd} = \frac{A_{v2} \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}} = \frac{990 \cdot 355}{\sqrt{3}} = 202,91 \text{ kN} > R_{ed} = 174,83 \text{ kN}$$

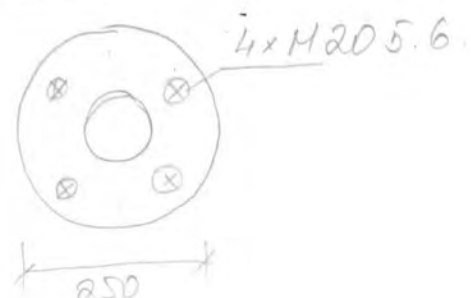
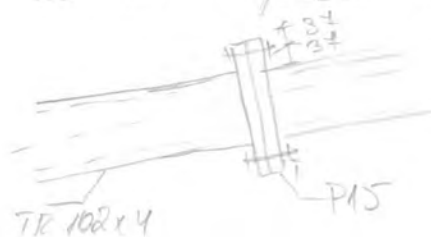
\Rightarrow přípoj vyhoví.

13. MONTÁŽNÍ STYKY

13.1. Horní pás

$$N_{max} = -295,44 \text{ kN (tlak)}$$

- Tlak se přenesl kontaktem. Tah v horním pásu nezruší.





13.2. SPORNÍ PA'S

$$N_{max,d} = 283,09 \text{ kN (tah)}$$

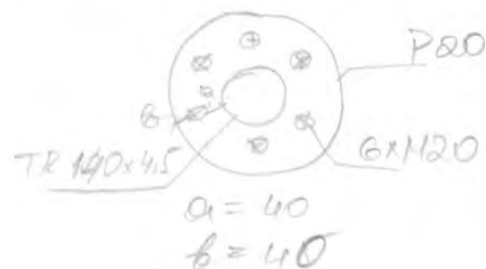
• Návěh: $6 \times M20 \ 5.6 \rightarrow F_{t,rd} = 88,2 \text{ kN}$

Nejmenší tloušťka, při které nastojí k páčev

$$t_e = 4,3 \cdot (b \cdot d^2 / a)^{1/3} =$$

$$= 4,3 (40 \cdot 20^2 / 40)^{1/3}$$

$$= 31,7 \text{ mm}$$



$$\cdot \gamma_P = 1 + 0,005 \frac{t_e^3 - t^3}{d^2} =$$

$$= 1 + 0,005 \cdot \frac{31,7^3 - 20^3}{20^2} \approx 1,3$$

• $\gamma_P \cdot N_{t,d} = 1,3 \cdot 283,09 = 368,02 \text{ kN}$

• $F_{t,rd} = 6 \cdot 88,2 = 529,2 \text{ kN}$

$$\underline{529,2 \text{ kN} > 368,02 \text{ kN}}$$

\Rightarrow Svarby vyhoví!

• Svar trubky k zemi desce

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{1 \cdot N_d}{\sqrt{2} \cdot a \cdot l} = \frac{1 \cdot 283,09 \cdot 10^3}{\sqrt{2} \cdot 4 \cdot 140} = 113,8 \text{ MPa}$$

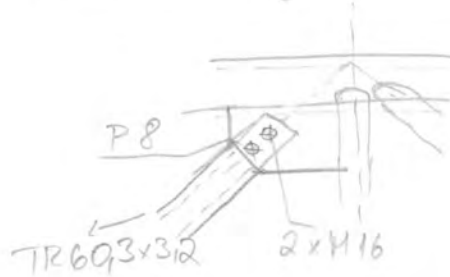
$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{113,8^2 + 3(113,8^2 + 0)} = 224,6 \text{ MPa}$$

$$224,6 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{510}{0,9 \cdot 1,25} = 453,3 \text{ MPa}$$

\Rightarrow Svar vyhoví!



13.3. Diagonála



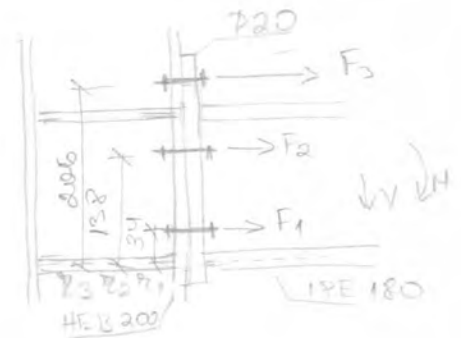
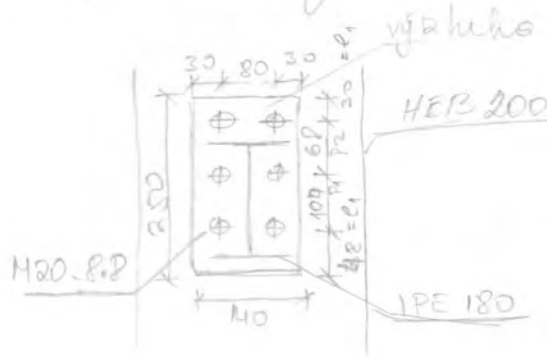
$$N_{\text{maxd}} = 15,83 \text{ kN}$$

$$F_{\text{t,rd}} = 56,5 \text{ kN}$$

2 x M16 5.6 → bezpečně vyhoví!

14. RÁMNOVÝ ROH

- Rámcový roh u krajního sloupu - C1
- Unikání síly viz str. 91.



- $V_{\text{ed}} = 44,96 \text{ kN}$
- $M_{\text{ed}} = 46,54 \text{ kNm}$

$$M_{\text{ed}} = 2 \cdot \sum F_i \cdot r_i = 2 \cdot (F_1 \cdot r_1 + F_2 \cdot r_2 + F_3 \cdot r_3)$$

$$F_1 = \frac{r_1 \cdot F_3}{r_3}; \quad F_2 = \frac{r_2 \cdot F_3}{r_3}$$

$$M_{\text{ed}} = 2 \left(\frac{r_1^2 \cdot F_3}{r_3} + \frac{r_2^2 \cdot F_3}{r_3} + F_3 \cdot r_3 \right)$$

$$46,54 = 2 \left(\frac{9034^2 \cdot F_3}{9206} + \frac{9138^2 \cdot F_3}{9206} + F_3 \cdot 9206 \right)$$



$$46,54 = 2 \cdot F_3 \cdot 0,384$$

$$F_3 = 76,55 \text{ kN} = F_{t,Ed} \text{ - tahová síla od momentu, v jednom šroubu a horní částě.}$$

• Posouzení šroubu na tah:

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 800 \cdot 245}{1,25} = 141,12 \text{ kN}$$

$$F_{t,Ed} < F_{t,Rd}$$

$$76,55 < 141,12 \text{ kN} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

• Posouzení únosnosti šroubu na otláčení

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot a_s \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 945 \cdot 20 \cdot 15 \cdot 360}{1,25} = 97,2 \text{ kN}$$

$$a_s = \min \left\{ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1,0 \right\} = \min \left\{ \frac{30}{3 \cdot 22}, \frac{800}{360}, 1 \right\} = 0,45$$

$$k_1 = \min \left\{ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\} = \min \left\{ \frac{2,8 \cdot 30}{22} - 1,7; 2,5 \right\} = 2,5$$

• Posouzení únosnosti šroubu na stisk

$$F_{v,Rd} = \frac{0,5 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{0,5 \cdot 245 \cdot 800}{1,25} = 78,4 \text{ kN}$$

$$\min \{ F_{b,Rd}; F_{v,Rd} \} = 78,4 \text{ kN} > 76,55 \text{ kN}$$

\Rightarrow vyhovuje
na otláčení a na stisk



- Posouzení únosnosti kombinace tahu a stěhu

$$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Ed}} \leq 1$$

$$\frac{44,96}{28,4} + \frac{76,55}{1,4 \cdot 141,12} = \underline{\underline{0,96}} \leq 1$$

=> vyhovuje

- Posouzení připoje v protlačení

$$B_{p,Rd} = 96 \cdot \pi \cdot d_{ur} \cdot t_p \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 0,6 \cdot \pi \cdot 25,9 \cdot 15 \cdot \frac{360}{1,25} = 210,9 \text{ kN}$$

$$d_{ur} = 25,9 \text{ mm}$$

$$B_{p,Rd} \geq F_{t,Rd}$$

$$\underline{\underline{210,9 \text{ kN} \geq 76,55}}$$

=> vyhovuje

- Navrh a posouzení koutových svarů zelní desky.
- Svar stojiny:

$$C_{II} = \frac{V_{Ed}}{A_w} = \frac{44,96 \cdot 10^3}{1312} = 34,3 \text{ MPa}$$

$$A_w = 2 \cdot a \cdot l = 2 \cdot 4 \cdot (180 - 2 \cdot 8) = 1312 \text{ mm}^2$$

$$I_w = 2 \left(\frac{1}{12} b a^3 + b a d_1^2 \right) + 4 \left(\frac{1}{12} \frac{b \cdot t_w}{2} a^3 + \frac{b \cdot t_w}{2} a \cdot d_2^2 \right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{12} a \cdot (h - 2 \cdot \frac{b}{2})^3 \right) =$$

$$= 2 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 91 \cdot 4^3 + 91 \cdot 4 \cdot 92^2 \right) + 4 \left(\frac{1}{12} \cdot 42,85 \cdot 4^3 + 42,85 \cdot 4 \cdot 88^2 \right) + 2 \left(\frac{1}{12} \cdot 4 \cdot 156^2 \right) = 19,7 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$



$$\cdot G_M = 2 \cdot \frac{M_{Ed}}{I_w} = 2 \cdot \frac{46,54 \cdot 10^6}{19,7 \cdot 10^6} = 193,42 \text{ MPa}$$

$$\cdot \sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{G_M}{\sqrt{2}} = \frac{193,4}{\sqrt{2}} = 136,98 \text{ MPa}$$

• Posouzení:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{136,98^2 + 3(136,98^2 + 34,3^2)} = 280,33 \text{ MPa}$$

$$280,33 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{360}{1,25} = 360 \text{ MPa}$$

\Rightarrow vyhovuje.

• Svar pásnice:

$$G_M = \frac{M_{Ed}}{I_w} \cdot z = \frac{46,54 \cdot 10^6}{19,7 \cdot 10^6} \cdot 94 = 222,1 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{G_M}{\sqrt{2}} = \frac{222,1}{\sqrt{2}} = 157,05 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\parallel} = 0$$

$$\cdot \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{157,05^2 + 3 \cdot 157,05^2} = 98,66 \text{ MPa}$$

$$\underline{98,66 \text{ MPa} < 360 \text{ MPa}}$$

\Rightarrow vyhovuje



PŘÍLOHA 1

DETAN STABSYSTEME

Zugstabsystem DETAN-E aus nichtrostendem Stahl, Europäische Technische Zulassung ETA-11/0311

Systembauteile – Werkstoffe und Ausführungen					
	Zugstab ②	Gabelstück ②	Muffen ③, Kontermuttern ④	Bolzen ⑤, Sicherungsringe ①	Kreisscheibe ⑥
System - Ø d _s [mm]	6 - 30	6 - 30	6 - 30	6 - 30	6 - 30
Werkstoff	Edelstahl	Edelstahl	Edelstahl	Edelstahl	Edelstahl
Ausführung	poliert	poliert	poliert	poliert	poliert

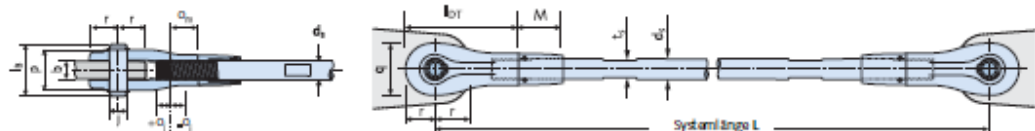
① Sicherungsringe gemäß DIN 471, Edelstahl 1.4568
 ② Werkstoff Edelstahl, Festigkeitsklasse S460
 ③ Werkstoff Edelstahl, Festigkeitsklasse S355
 ④ Werkstoff Edelstahl, Festigkeitsklasse S235
 Edelstahl gem. ETA 11/0311, Anlage 2 entspricht Korrosionswiderstandsklasse III der Zulassung Z.30.3-6.

Hinweis: Der Einsatz von DETAN-E ist hinsichtlich der Korrosionsbelastung bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen vom Planer in jedem Einzelfall zu prüfen.

Tragfähigkeiten, System – und lieferbare Stablängen; Material: Edelstahl									
System - Ø d _s [mm]	6	8	10	12	16	20	24	27	30
Bemessungswerte Tragfähigkeit									
Tragfähigkeit N _{Rd} [kN] ①	9,42	17,13	27,14	39,44	73,32	114,6	165,0	215,0	262,4
Lieferbare minimale Systemlänge L [mm]									
poliert	190	210	250	310	360	440	520	560	600
Lieferbare maximale Systemlänge L mit einem Stab [mm] ②									
poliert	3040	6050	6060	6070	6080	6100	6120	6140	6140
Lieferbare maximale Stablänge [mm]									
poliert	3000								

Der Teilsicherheitsbeiwert für oben stehende Tabelle wurde gemäß ETAZulassung 11/0311 mit $\gamma_{M1} = 1,1$ und $\gamma_{M2} = 1,25$ angenommen.
 Sollten andere Sicherheitsbeiwerte gelten, sind die Traglasten anhand der ETA-Zulassung 11/0311 zu ermitteln.
 ① N_{Rd}: Designlast gem. Typenprüfung SWUJE/120315 DETAN-E auf Basis der ETA-Zulassung 11/0311.
 ② Größere Systemlängen L aus mehreren Stäben mit Verbindungsmuffe möglich.

Gabelstück

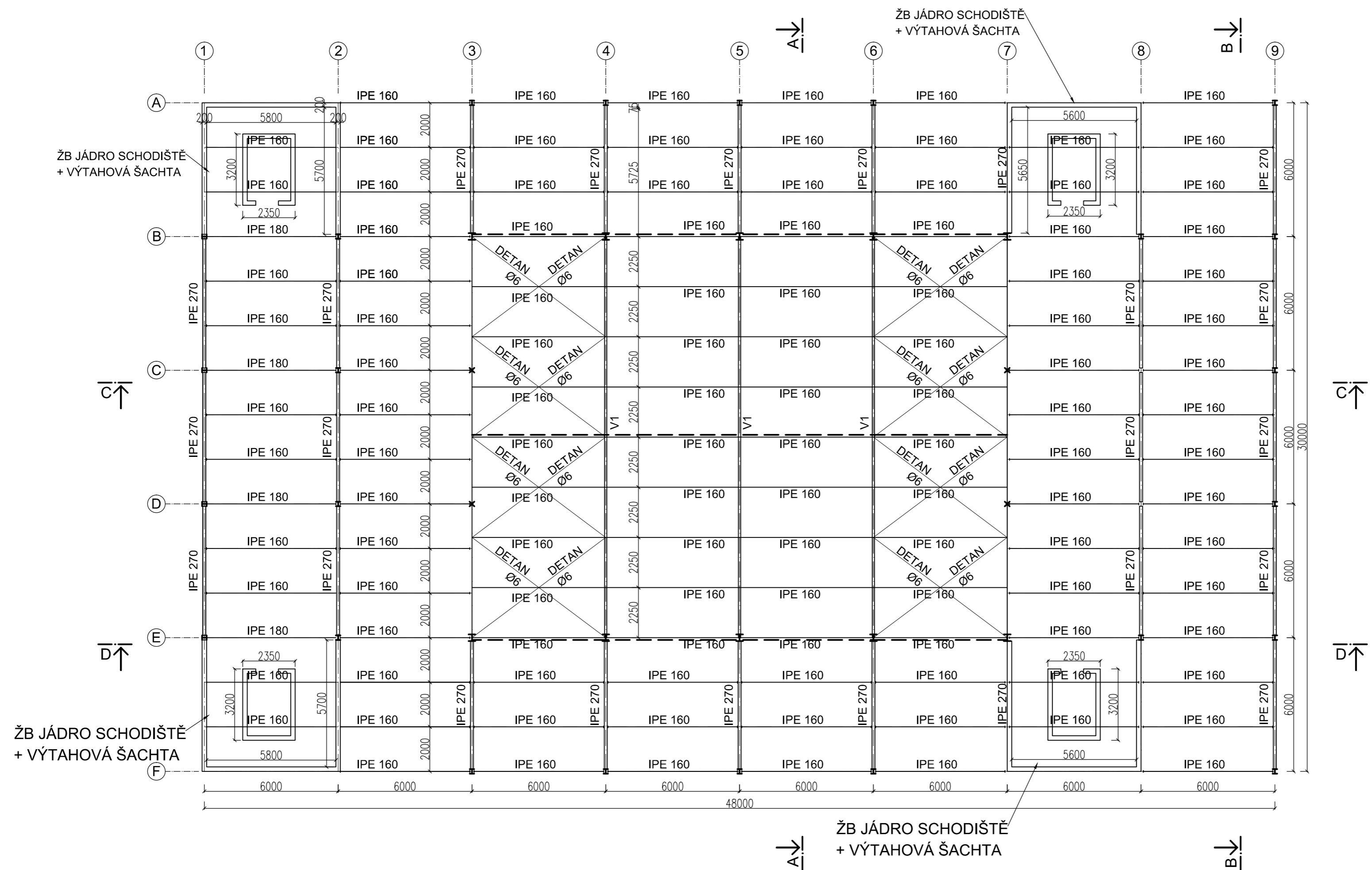


Systemmaße [mm]; Werkstoffe: siehe Tabelle oben										
System - Ø	d _s	6	8	10	12	16	20	24	27	30
Gabellänge	L _{DP}	42	50	60	73	89	110	133	147	160
Bolzenlänge	l _B	18	22	28	32	42	50	58	63	70
Gabelbreite	p	12	16	21	24	33	40	46	51	57
Gabelhöhe	q	17	21	26	31	41	51	61	69	75
Einschraubtiefe	a _m	10,5	12,5	15,0	18,5	22,5	27,0	34,0	37,5	42,5
Einsch.-Justiermaß	a _j	4,5	4,5	5,0	6,5	7,5	8,0	11,0	12,5	12,5
Länge Kontermutter	M	17,5	20,0	24,5	37,0	41,0	50,0	58,0	63,0	64,0
Zugstabsmontage: Schlüsselweite	t _s	5	6	8	10	14	18	21	24	27
Montage Kontermutter Größe Hakenschlüssel		Schonbackenzange verwenden				25 - 28	30 - 32	34 - 36	40 - 42	45 - 50
Randabstand	r									
Bohrung Ø	j	→ siehe Tabelle Anschlussblech-Maße, Seite 15								
Dicke Anschlussblech	b									


15. Literatura

- [1] Vraný T., Jandera M., Eliášová M. : Ocelové konstrukce 2. Cvičení, ČVUT Praha, 2011, ISBN 978-80-01-04368-4
- [2] Studnička J., Holický M., Marková J. : Ocelové konstrukce 2 – zatížení, ČVUT Praha, 2011 ISBN 978-80-01-05815-2
- [3] Vraný T., Wald F.: Ocelové konstrukce – Tabulky, ČVUT Praha, 2009, ISBN 978-80-01-03140-7
- [5] WALD, František. Základy navrhování ocelových konstrukcí podle ČSN EN 1993-1-1 a ČSN EN 1993-1-8. Ostrava: Česká asociace ocelových konstrukcí, 2010. ISBN 978-80-904535-0-0.
- [6] ČSN EN 1991-1-1, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [7] ČSN EN 1991-1-3, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – zatížení sněhem
- [8] ČSN EN 1991-1-4, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – zatížení větrem
- [9] ČSN EN 1993-1-1, Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [10] Mapa zatížení sněhem na zemi. Český hydrometeorologický ústav. Dostupné na: <http://snehovamapa.cz/>
- [11] Katalog HALFEN. Dostupný na: http://downloads.halfen.com/catalogues/de/media/catalogues/tensionrodsystem/DT_16.1.pdf

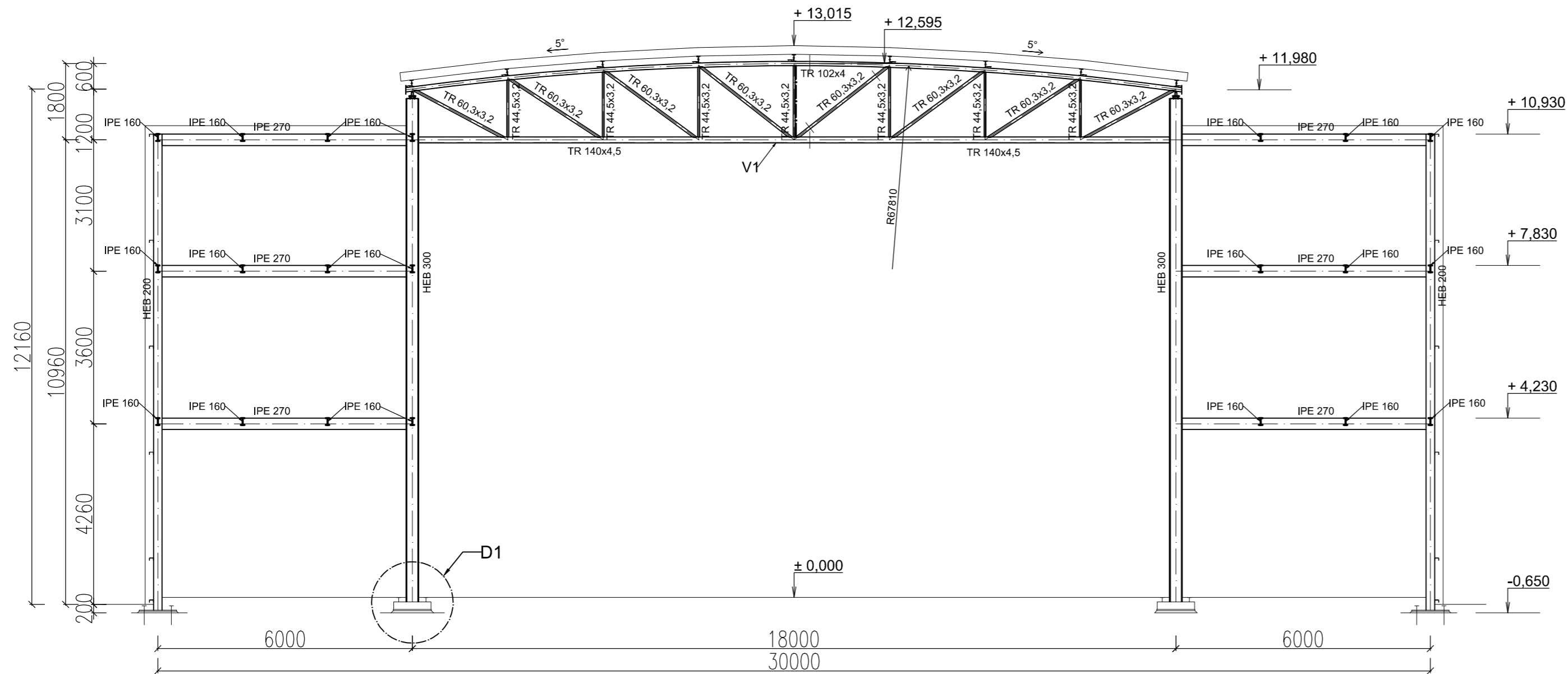
VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK



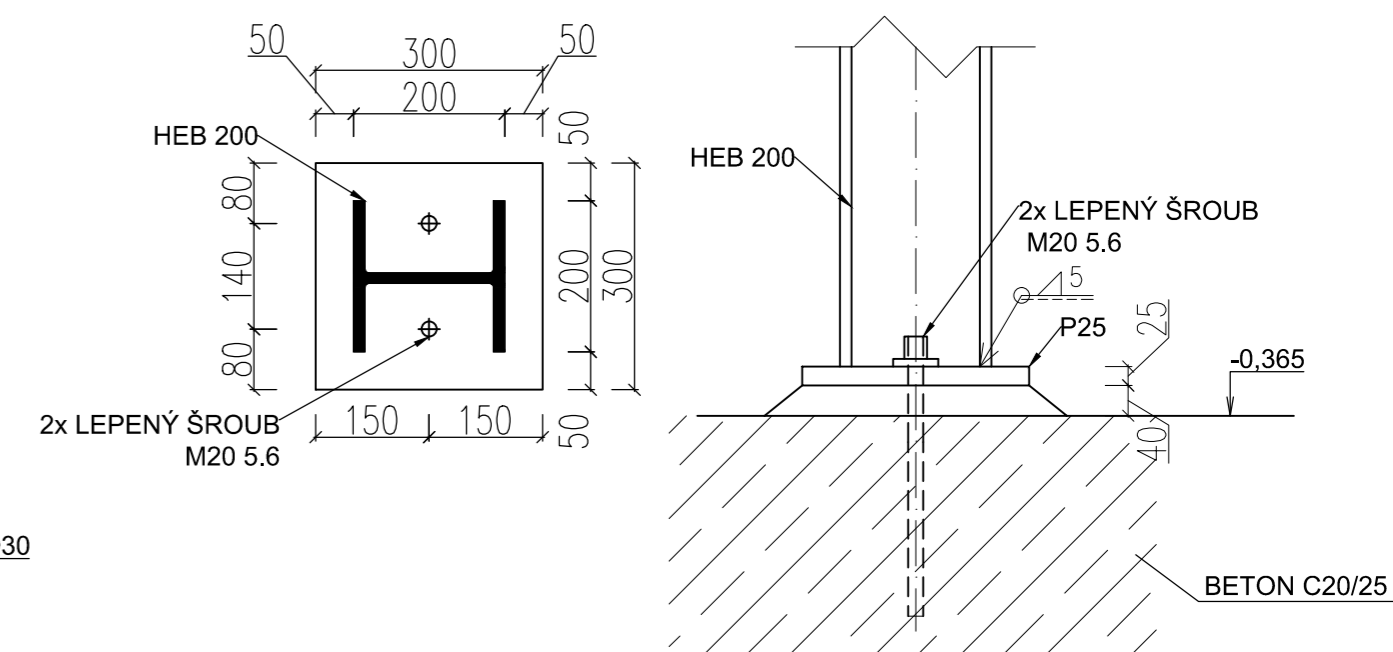
OCEL: S355
 BETON: C20/25.....ZÁKLADY
 ŠROUBY: 5.6, 8.8

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE			
FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ			
VYPRACOVALA: Bc. Iryna Yurchuk		VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE: Divadlo České Budějovice		MĚŘÍTKO: 1:150	DATUM: leden 2017
NÁZEV PŘÍLOHY: PŮDORYS		ČÍSLO PŘÍLOHY: 1	

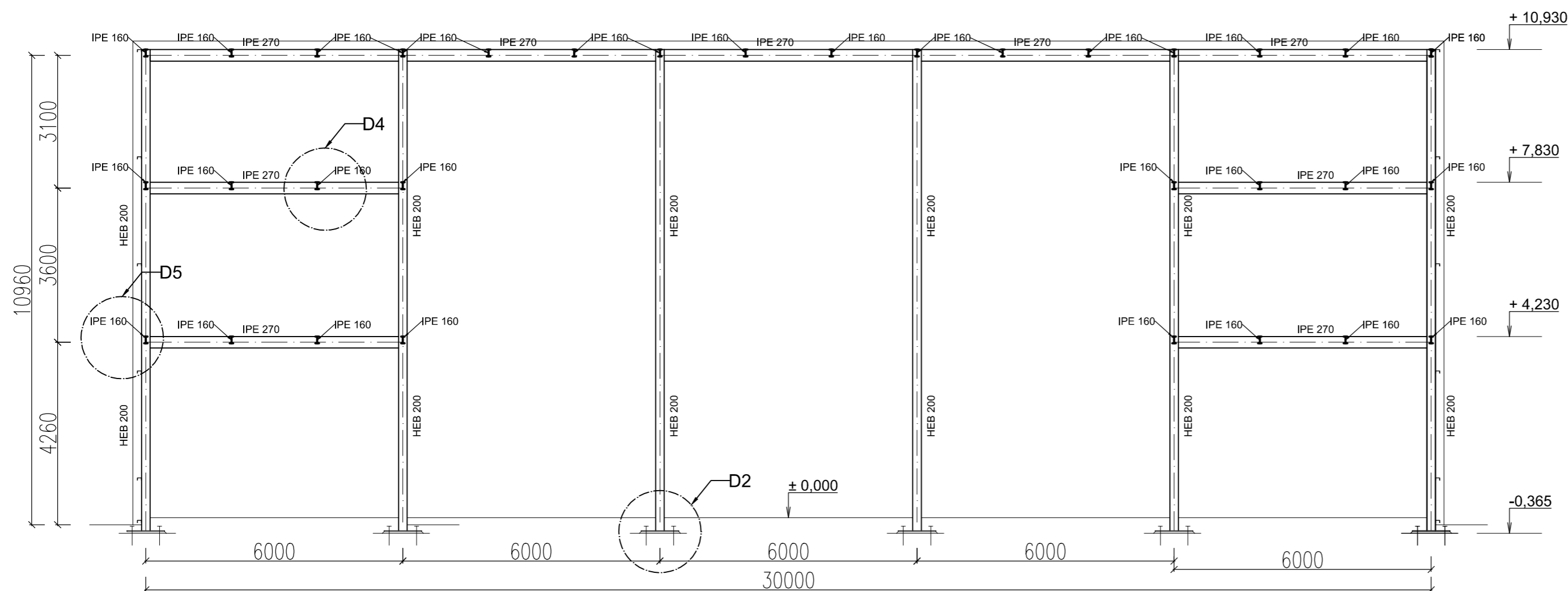
ŘEZ A-A



DETAIL D2
M 1:10



ŘEZ B-B



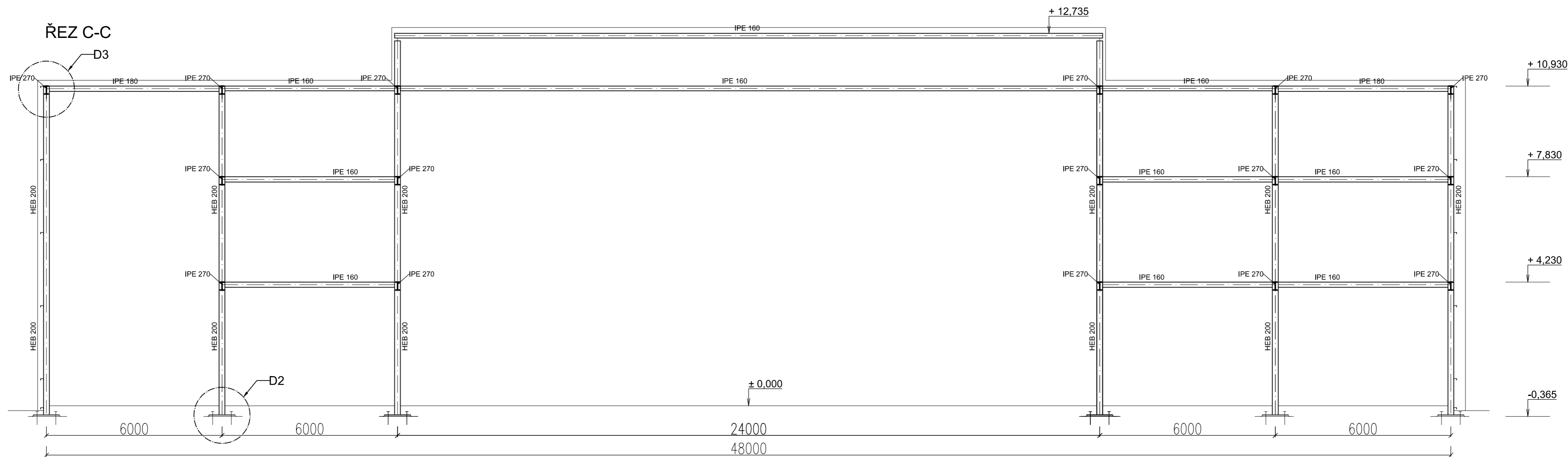
LEGENDA MATERIÁLŮ:

OCEL: S355

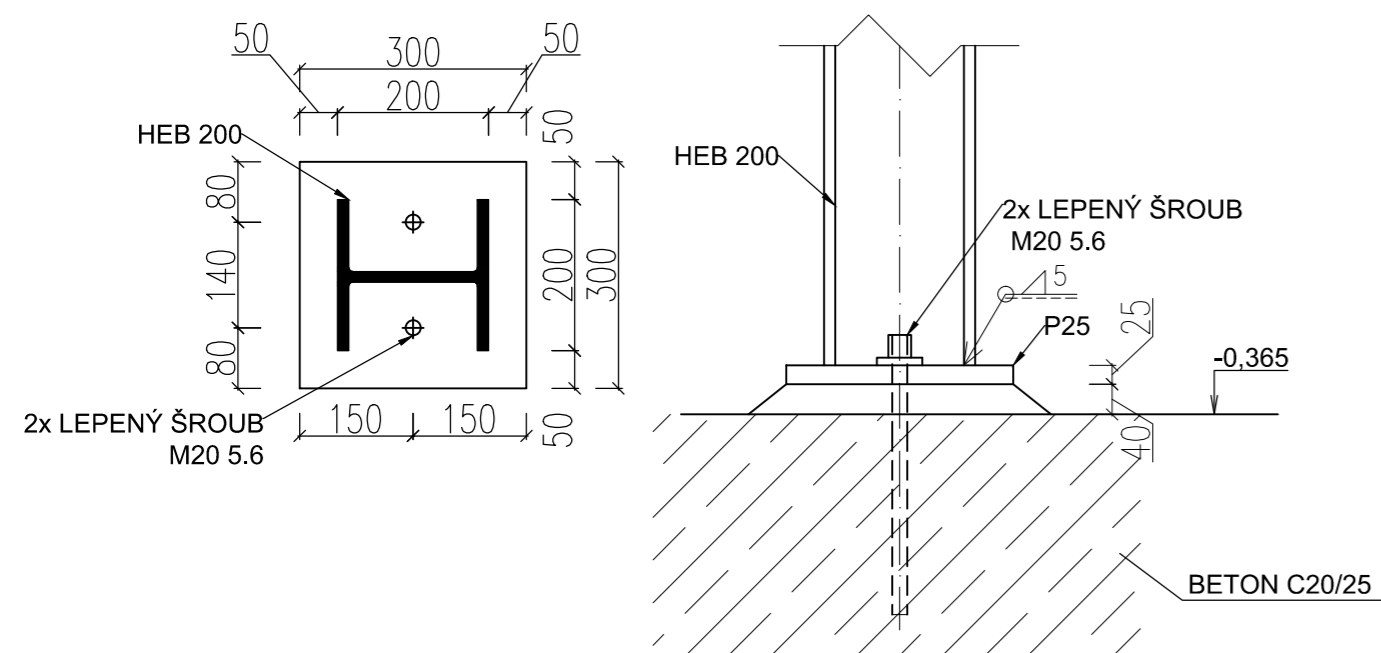
BETON: C20/25.....ZÁKLADY

ŠROUBY: 5.6, 8.8

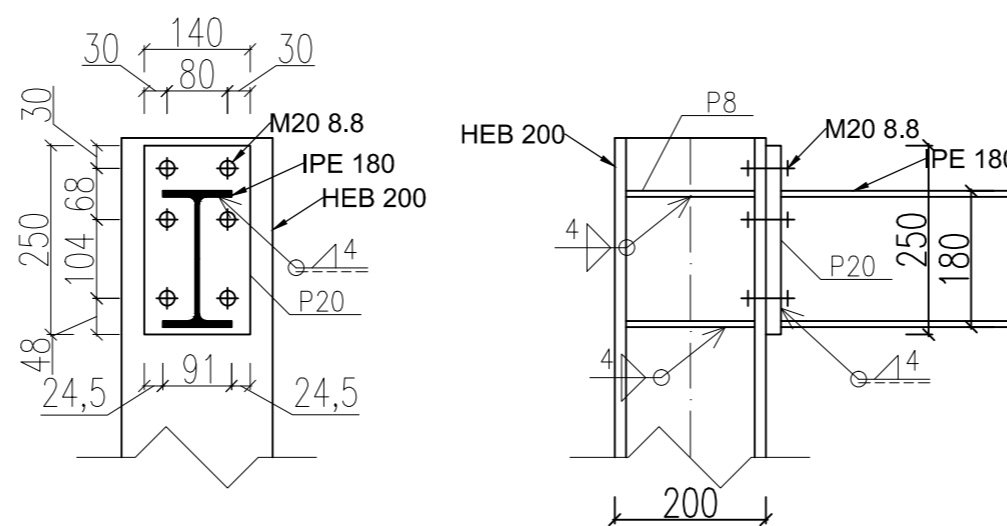
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE			
FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ			
VYPRACOVALA: Bc. Iryna Yurchuk	VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE Divadlo České Budějovice		MĚŘÍTKO: 1:100	
		DATUM: leden 2017	
NÁZEV PŘÍLOHY: ŘEZY A-A, B-B		ČÍSLO PŘÍLOHY: 2	



DETAIL D2
M 1:10



DETAIL D3
M 1:10



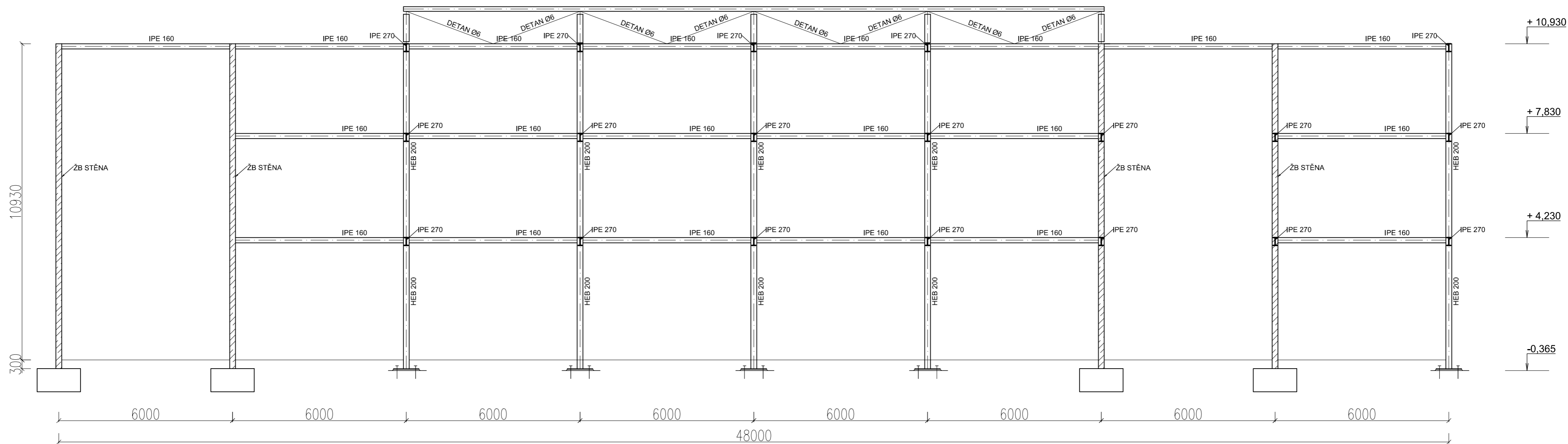
LEGENDA MATERIÁLŮ:

OCEL: S355

BETON: C20/25.....ZÁKLADY

ŠROUBY: 5.6, 8.8

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE			
FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ			
VYPRACOVALA: Bc. Iryna Yurchuk	VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE Divadlo České Budějovice	MĚŘÍTKO: 1:100	DATUM: leden 2017	
NÁZEV PŘÍLOHY: ŘEZ C-C	ČÍSLO PŘÍLOHY: 3		



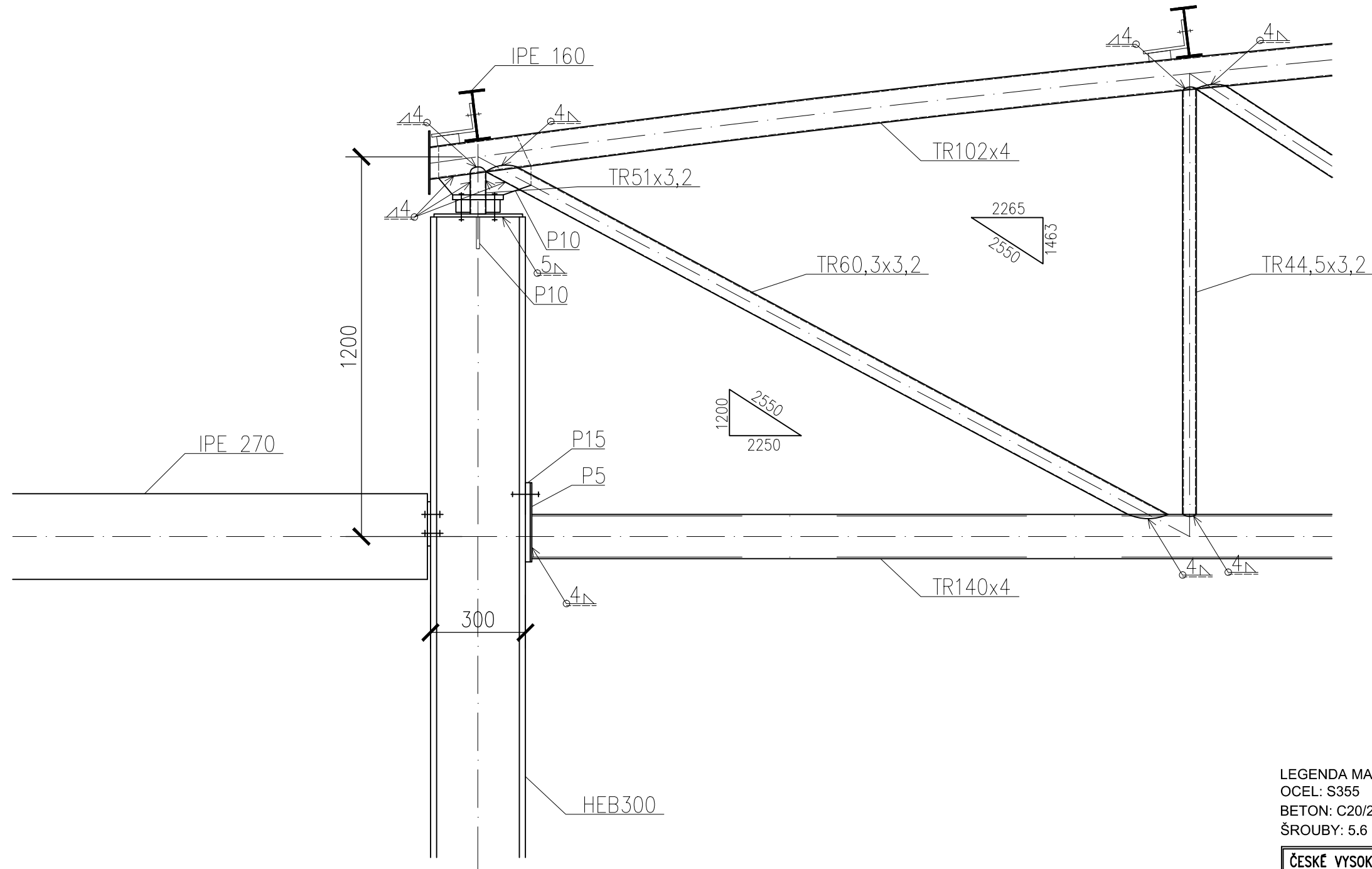
LEGENDA MATERIÁLŮ:

OCEL: S355

BETON: C20/25.....ZÁKLADY

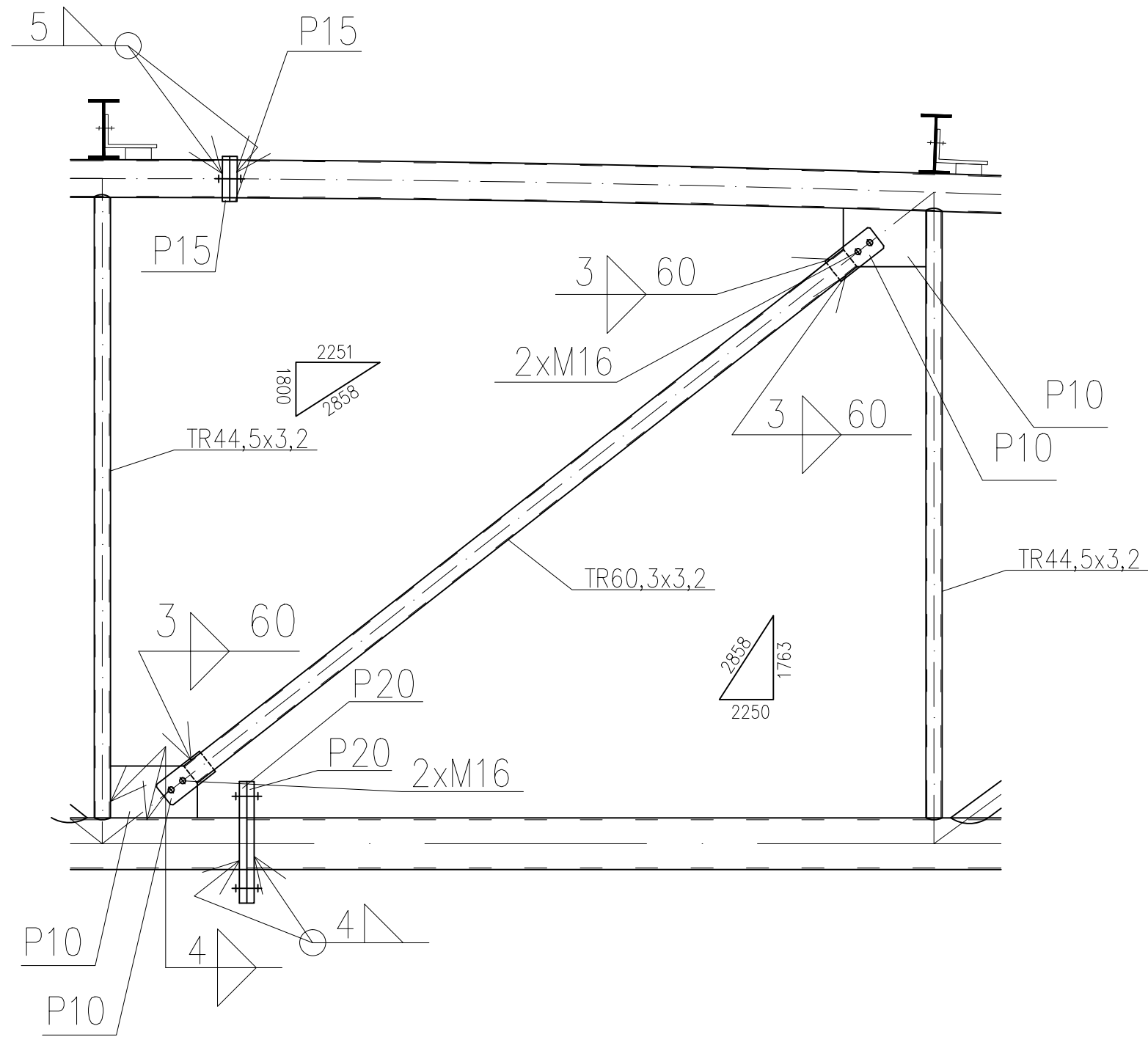
ŠROUBY: 5.6, 8.8

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE			
FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ			
VYPRACOVALA: Bc. Iryna Yurchuk	VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
TEMA DIPLOMOVÉ PRÁCE Divadlo České Budějovice		MĚŘÍTKO: 1:100	ČÍSLO PŘÍLOHY: 4
NÁZEV PŘÍLOHY: ŘEZ D-D		DATUM: leden 2017	



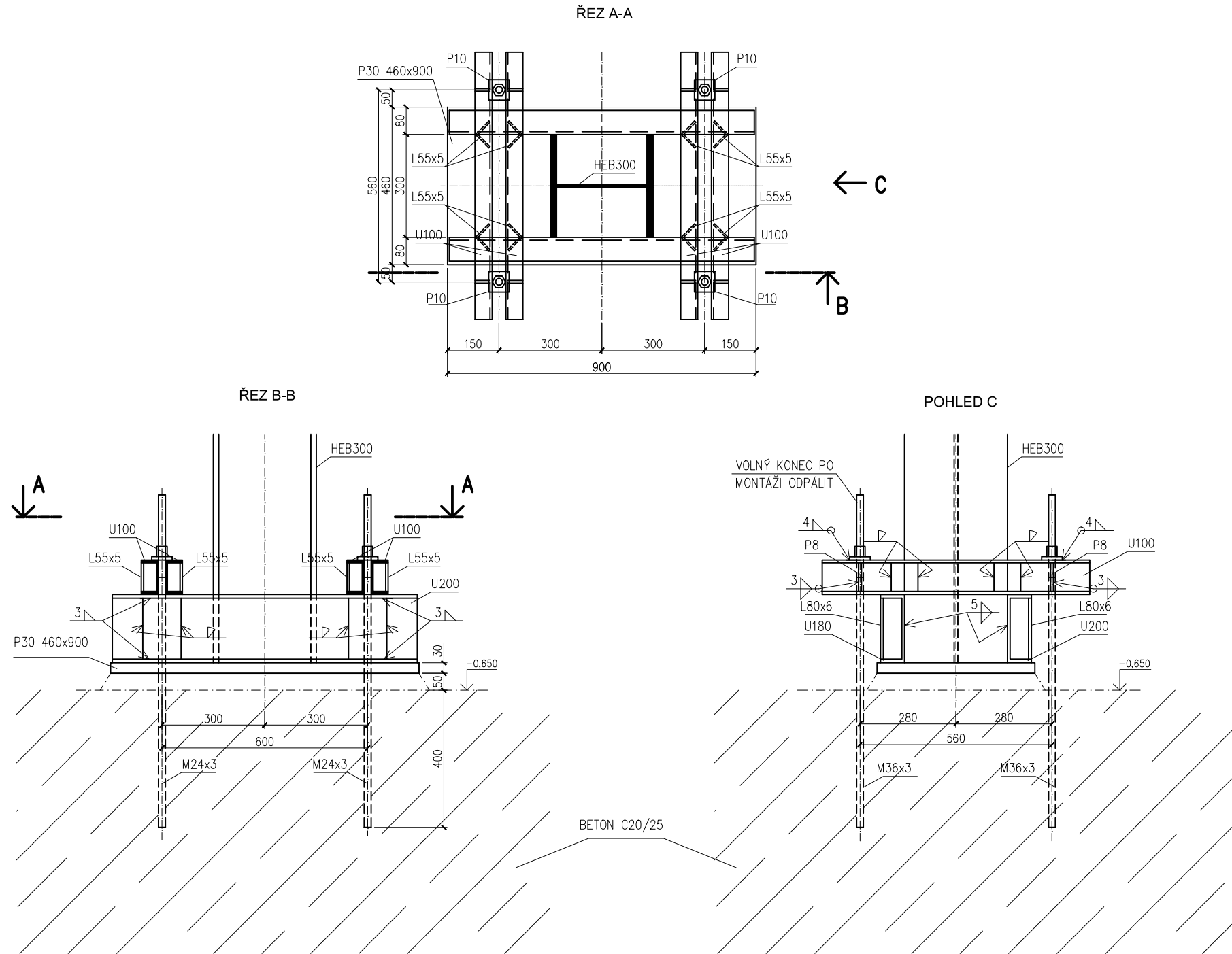
LEGENDA MATERIÁLŮ:
 OCEL: S355
 BETON: C20/25.....ZÁKLADY
 ŠROUBY: 5.6

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ			
VYPRACOVALA: Bc. Iryna Yurchuk	VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	měřítka:	1:20
TEMA DIPLOMOVÉ PRÁCE Divadlo České Budějovice		DATA:	leden 2017
NÁZEV PŘÍLOHY: DETAIL VAZNIKU		ČÍSLO PŘÍLOHY:	7



LEGENDA MATERIÁLŮ:
 OCEL: S355
 BETON: C20/25.....ZÁKLADY
 ŠROUBY: 5.6

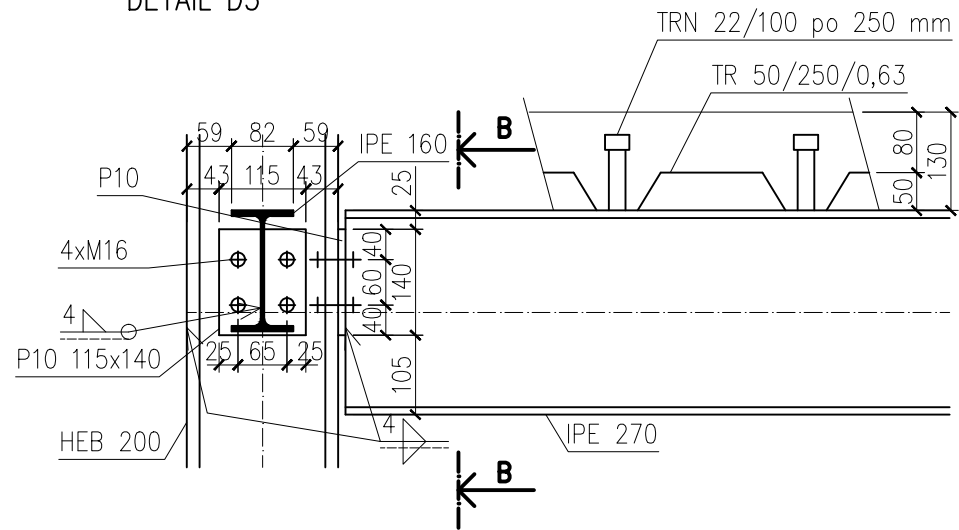
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ			
VYPRACOVALA: Bc. Iryna Yurchuk	VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	měřítka:	1:20
TEMA DIPLOMOVÉ PRÁCE Divadlo České Budějovice		DATA:	leden 2017
NÁZEV PŘÍLOHY: DETAIL VAZNIKU	ČÍSLO PŘÍLOHY:	8	



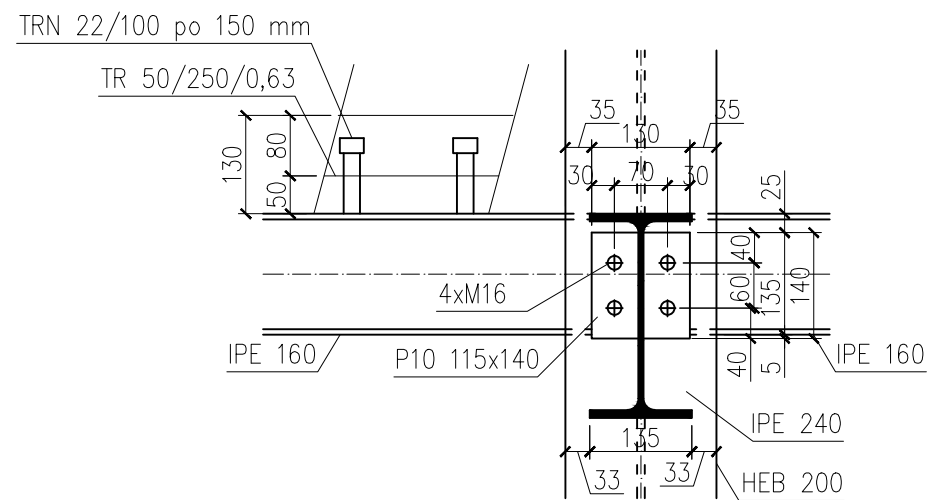
LEGENDA MATERIÁLŮ:
 OCEL: S355
 BETON: C20/25.....ZÁKLADY
 ŠROUBY: 5.6

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE			
FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ			
VYPRACOVALA:	Bc. Iryna Yurchuk	VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.
TEMA DIPLOMOVÉ PRÁCE:	Divadlo České Budějovice	MĚŘITKA:	1:10
		DATA:	leden 2017
NÁZEV PŘÍLOHY:	D1 - PATKA	ČÍSLO PŘÍLOHY:	1

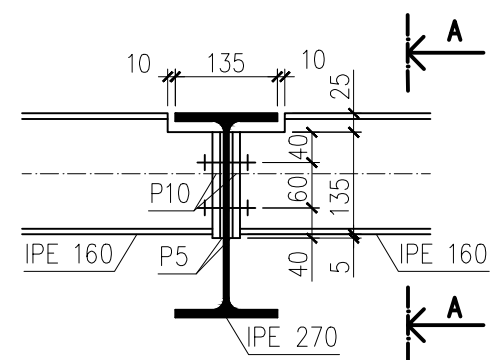
PŘÍPOJ STROPNICE A PRŮVLAK NA SLOUP
DETAIL D5



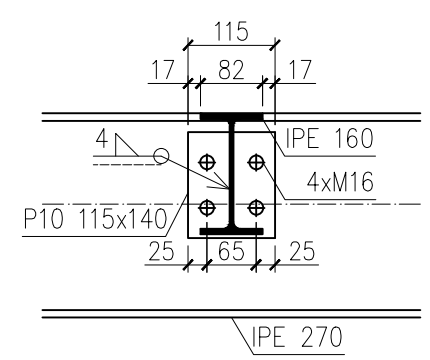
ŘEZ B-B




PŘÍPOJ STROPNICE NA PRŮVLAK
DETAIL D4



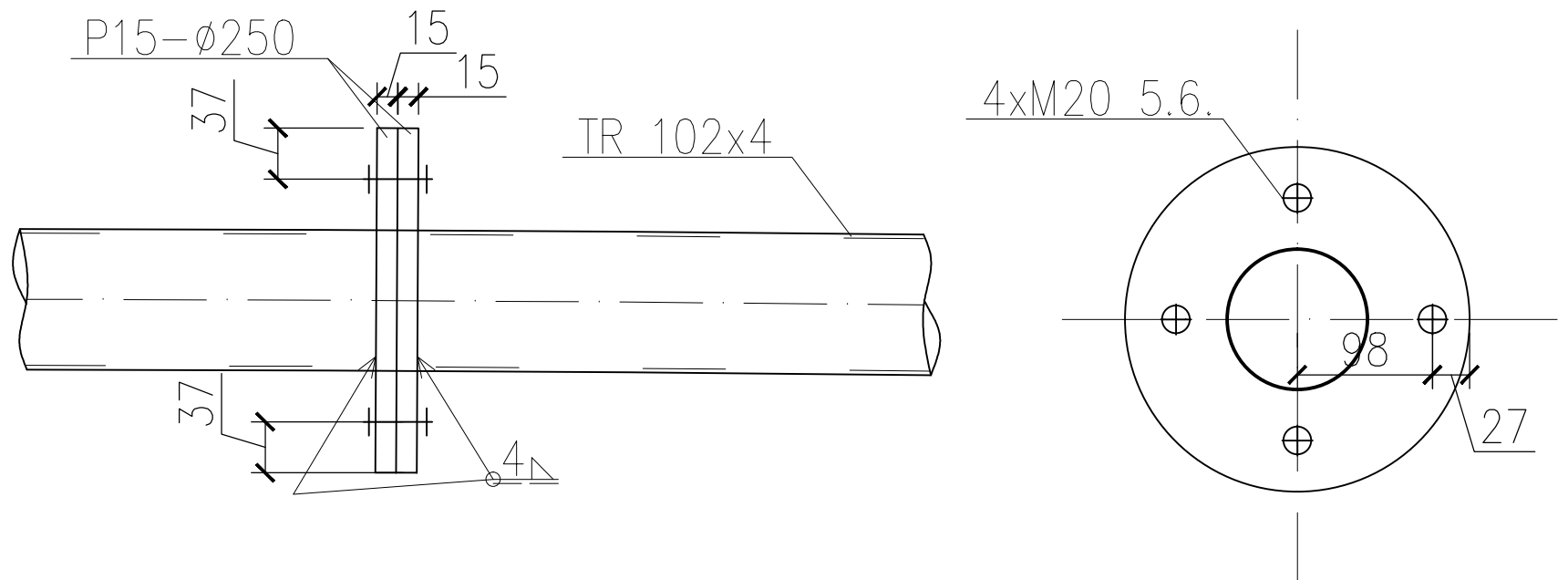
ŘEZ A-A



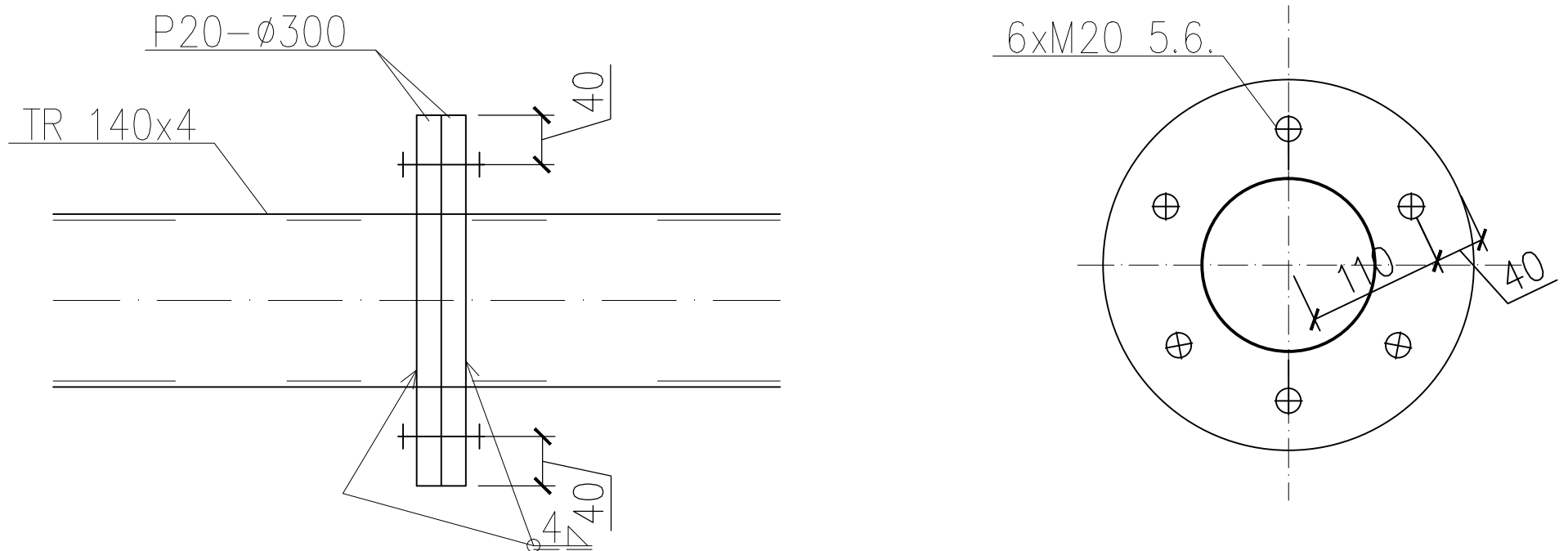
LEGENDA MATERIÁLŮ:
 OCEL: S355
 BETON: C20/25.....ZÁKLADY
 ŠROUBY: 5.6

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ			
VYPRACOVALA: Bc. Iryna Yurchuk		VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE: Divadlo České Budějovice		MĚRITKO: 1:10	DATUM: leden 2017
NÁZEV PŘÍLOHY: PŘÍPOJE NOSNÍKŮ - DETAILS		ČÍSLO PŘÍLOHY: 6	

MONTÁŽNÍ STYK HORNÍHO PÁSU VAZNÍKU



MONTÁŽNÍ STYK DOLNÍHO PÁSU VAZNÍKU




LEGENDA MATERIÁLŮ:

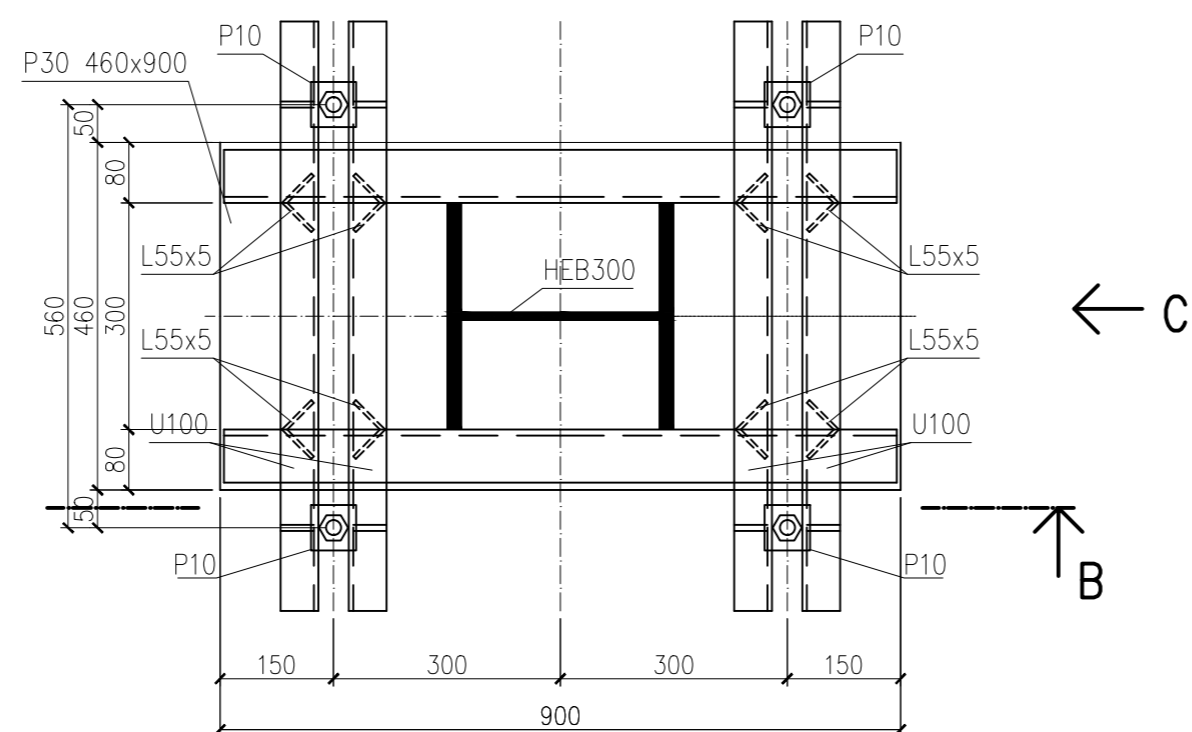
OCEL: S355

BETON: C20/25.....ZÁKLADY

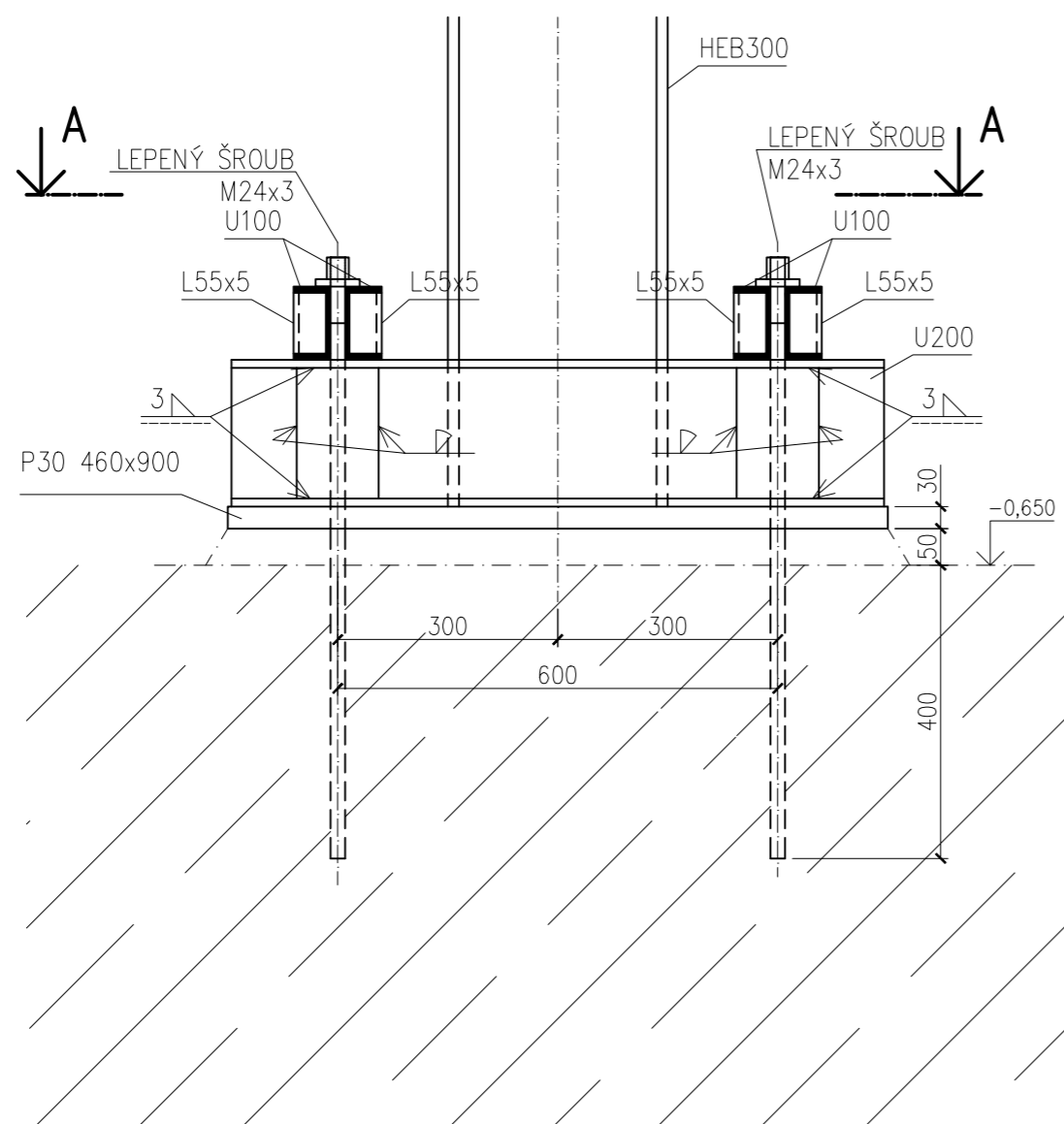
ŠROUBY: 5.6

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ			
VYPRACOVALA: Bc. Iryna Yurchuk		VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE Divadlo České Budějovice		MĚŘÍTKO:	1:5
		DATUM:	leden 2017
NÁZEV PŘÍLOHY: MONTÁŽNÍ STYKY VAZNÍKU		ČÍSLO PŘÍLOHY: 9	

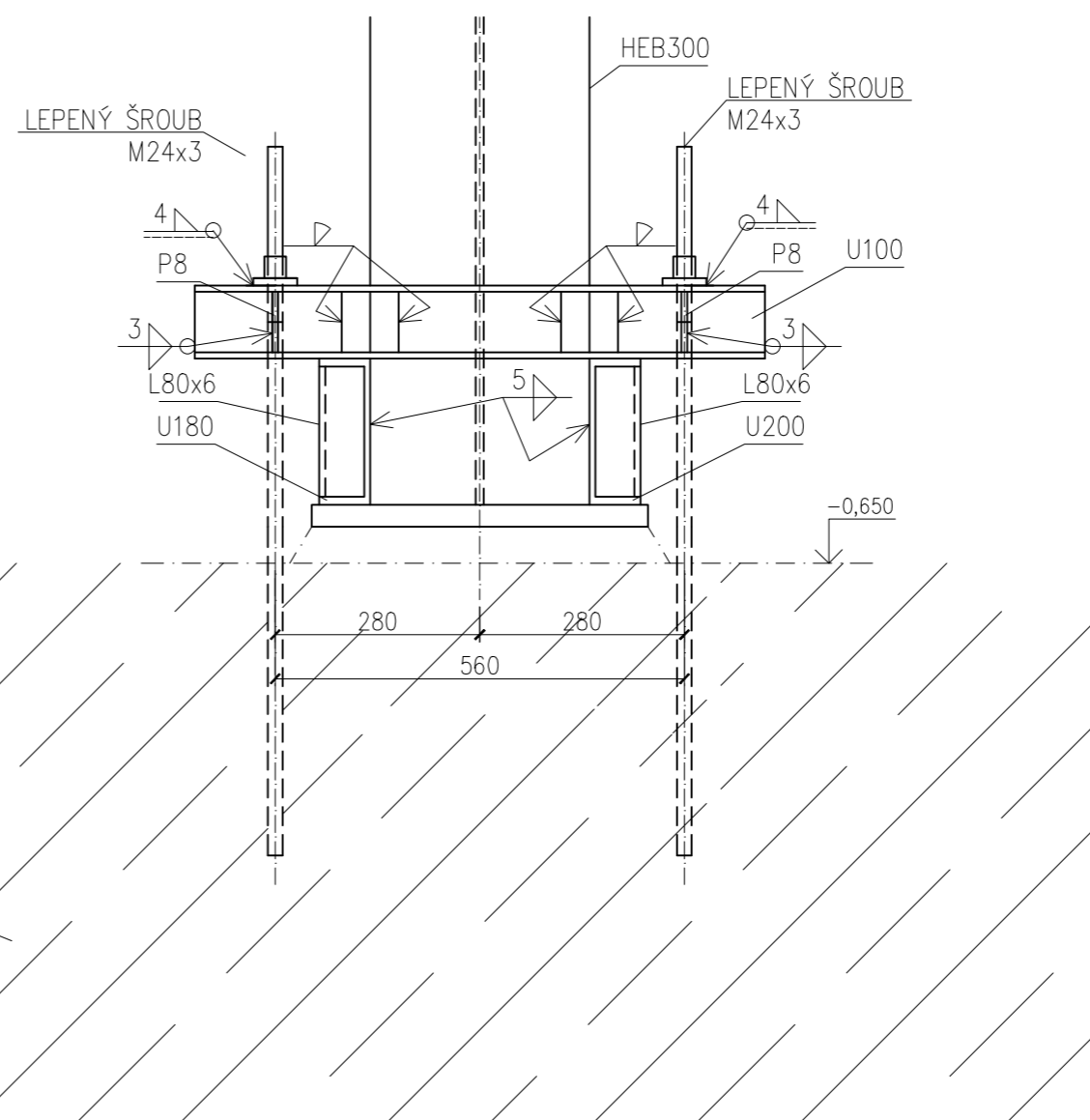
ŘEZ A-A



ŘEZ B-B



POHLED C



BETON C20/25

LEGENDA MATERIÁLŮ:
 OCEL: S355
 BETON: C20/25.....ZÁKLADY
 ŠROUBY: 5.6

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE			
FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ			
VYPRACOVALA: Bc. Iryna Yurchuk	VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE Divadlo České Budějovice		MĚŘITKO: 1:10	
		DATUM: leden 2017	
NÁZEV PŘÍLOHY: D1 - PATKA		ČÍSLO PŘÍLOHY: 5	