



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: HOLÁ Jméno: Kristýna Osobní číslo: 424351

Zadávací katedra: Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Autosalon Citroen

Název bakalářské práce anglicky: Citroen car showroom

Pokyny pro vypracování:

Návrh a posouzení nosné ocelové konstrukce autosalonu včetně zázemí a vestavby - dispoziční řešení, ztužidla + návrh a posouzení významných konstrukčních detailů (statický výpočet); výkresová dokumentace - dispoziční výkresy v obvyklém rozsahu a výkresy detailů; technická zpráva.

Seznam doporučené literatury:

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

Datum zadání bakalářské práce: 23.2.2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 28.5.2017

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské 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“.

23.2.2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
Autosalon Citroen

jméno: Kristýna Holá

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

Praha 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne

.....

Kristýna Holá

Autosalon Citroen
Car showroom Citroen

Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucí mé bakalářské práce doc. Ing. Martině Eliášové, CSc. za její trpělivý a odborný dohled a cenné rady při zpracovávání této práce.

Anotace

Tématem této bakalářské práce je návrh ocelové konstrukce autosalonu a navazující haly firmy Citroen. Cílem je návrh a posouzení ocelových prvků objektu a významných detailů. Část objektu, která je navrhovaná jako autosalon, je čtvrtkruhového půdorysu. Základním nosným prvkem objektu jsou příhradové vazníky. Výpočet byl proveden dle příslušných norem ČSN EN, pro stanovení vnitřních sil byl využit program SCIA Engineer. Výsledkem je navržená a posouzená ocelová nosná konstrukce a výkresová dokumentace.

Klíčová slova

Ocelová konstrukce, autosalon, hala, příhradový vazník, ztužidla, vetknutá patka

Abstract

The goal of this bachelor thesis is a design of a steel structure of a car showroom and adjoining industrial hall for Citroen. The aim is a design and an assessment of the steel elements and joints. The part of this structure intended as the car showroom is a quadrant in floor plan. The main load-bearing elements are girder trusses. The structural design is in accordance with ČSN EN and the internal forces were determined with the use of a software SCIA Engineer. The result is a designed and assessed steel structure and drawings.

Keywords

Steel structure, car showroom, industrial hall, girder truss, bracing, fixed steel column base

Obsah bakalářské práce

1. Technická zpráva
2. Statický výpočet
3. Výkresová dokumentace

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autosalon Citroen

1. TECHNICKÁ ZPRÁVA

1. TECHNICKÁ ZPRÁVA

Úvod

Cílem práce je návrh a posouzení ocelové konstrukce objektu autosalonu a navazující haly firmy Citroen.

Normy a literatura

ČSN EN 1993-1-8 Navrhování ocelových konstrukcí –

Část 1.1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1993-1-8 Navrhování ocelových konstrukcí –

Část 1.8: Navrhování styčníků

ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí –

Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí –

Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí –

Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem

MACHÁČEK, Josef. *Navrhování ocelových konstrukcí: příručka k ČSN EN 1993-1-1 a ČSN EN 1993-1-8 ; Navrhování hliníkových konstrukcí : příručka k ČSN EN 1999-1*. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2009. Technická knižnice (ČKAIT). ISBN 978-80-87093-86-3.

WALD, František. *Ocelové konstrukce 10: tabulky*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1999. ISBN 80-01-01952-7.

VRANÝ, Tomáš, Michal JANDERA a Martina ELIÁŠOVÁ. *Ocelové konstrukce 2*. Vyd. 2., přeprac. V Praze: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 978-80-01-04368-4.

<http://www.tension.cz/produkty/tahla-macalloy>

Popis konstrukce

Autosalon je půdorysně navržen jako čtvrtkruh o poloměru 24 m s kuželovitou střechou, navazující hala má půdorysné rozměry 24x48 m s pultovou střechou.

Konstrukční řešení autosalonu sestává ze 4 vazníků vějířovitě po 30° vycházející ze středního sloupu kruhového profilu TR 406x16. Na vnější straně jsou vazníky uloženy na sloupy HEB 240. Vazníky jsou příhradové, prostě uložené na sloupy.

V polovině rozpětí vazníků jsou uloženy výměny, které jsou navrženy jako příhradové nosníky, působící jako prosté nosníky, které slouží pro uložení vedlejších vazníků.

Vedlejší vazníky mají rozpětí 12 m, jsou navrženy jako příhradové, prostě uložené a na vnější straně jsou uloženy na sloup profilu HEB 240.

Střešní plášť je uložen na prostě podepřených plnostěnných vaznicích profilu HEB 120, které jsou od sebe osově vzdálené 3 m. Plášť je zvolen skládaný, kvůli atypickému kuželovitému tvaru střechy.

Příčné ztužení autosalonu se nachází v krajních polích, svislé ztužení je navrženo ve vnějších krajích vazníků.

Konstrukční řešení haly je založeno na příhradových vaznicích osově vzdálených 6 m, které jsou navrženy ve shodných dimenzích jako v autosalonu.

Na obou koncích jsou prostě podepřeny sloupy HEB 240, vrcholový sloup výšky 8 m a druhý výšky 6,8 m.

Vaznice profilu HEB 120, které působí jako prosté nosníky, podpírají skládaný střešní plášť sedlové střechy se sklonem 5%. Horní hrana vaznic lícuje s horní hranou vazníků.

Ztužení haly je navrženo v příčném i podélném směru i v rovině střechy. Příčné ztužení tvoří táhla Macalloy M16, podélné ztužení je navrženo z trubek TR 70x5.

Sloupy jsou navrženy vetknuté s patním plechem S235 na železobetonové patce, kotevní šrouby M20 S235 jsou lepené do vrtaných otvorů. Střední sloup autosalonu má patku navrženou se zarážkou profilu HEB 100, s kotevními šrouby M36x3 S235 lepenými do vrtaných otvorů, s výztuhami a patním plechem S355.

Návrh a posouzení konstrukce

Nosné konstrukce byly navrženy dle norem ČSN EN 1993–1–1, pro návrh přípoju byla použita norma ČSN EN 1993–1–8.

Při návrhu byl použit program SCIA Engineer 16.0, z kterého byli získány vnitřní síly a deformace určitých částí konstrukce.

Pro posouzení příhradových vazníků a patek sloupu byl využit program Microsoft Excel 2016.

Zatížení konstrukce bylo provedeno dle ČSN EN 1991–1 Zatížení konstrukcí, součinitel pro stálé zatížení byl uvažován $\gamma_G=1,35$ a pro nahodilé $\gamma_Q=1,50$.

Zatížení sněhem je bráno jako nahodilé krátkodobé a je stanoveno dle ČSN EN 1991–1–3 Zatížení sněhem. Objekt se nachází ve II. sněhové oblasti.

Zatížení větrem je stanoveno dle ČSN EN 1991–1–4 Zatížení větrem. Konstrukce se nachází ve II. větrné oblasti, kategorie terénu III.

Zatěžovací stavy byly pro návrh uvažovány:

- 1) Stálé
- 2) Minimální stálé
- 3) Sníh
- 4) Vítr příčný 1
- 5) Vítr příčný 2
- 6) Vítr podélný 1
- 7) Vítr podélný 2

Kombinace zatěžovacích stavů pro návrh vazníků:

1. Stálé + Sníh
2. Minimální stálé + vítr příčný 1

3. Minimální stálé + vítr příčný 2
4. Minimální stálé + vítr podélný 1
5. Minimální stálé + vítr podélný 2

Kombinace zatěžovacích stavů pro návrh vaznic, výměny:

1. Stálé + sníh
2. Minimální stálé + sání větru

Materiály

V projektu je použita pro všechny nosné konstrukce ocel S235J0, výjimku tvoří patní plech a výztuhy patky sloupu autosalonu, kde je navržena ocel S355J2.

Použité šrouby jsou jakosti 5.6.

Betonové konstrukce základových patek jsou z betonu C16/20, kotevní šrouby M20 i M36x3, lepené do vrtaných otvorů, jsou z oceli S235.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autosalon Citroen

2. STATICKÝ VÝPOČET

OBSAH

1. Úvod	1
2. Zatížení	2
2.1. Stálé	3
2.2. Proměnné: sníh, vítr	3
3. Vaznice	6
4. Vedlejší vazník	8
5. Výměna	20
6. Vazník: showroom, hala	25
7. Sloup	41
8. Střední sloup	45
9. Patka sloupu	47
10. Patka středního sloupu	52
11. Montážní styk	57
12. Ztužení	66
12.1 Příčné ztužení	66
12.2 Podélné ztužení	68

1. Úvod

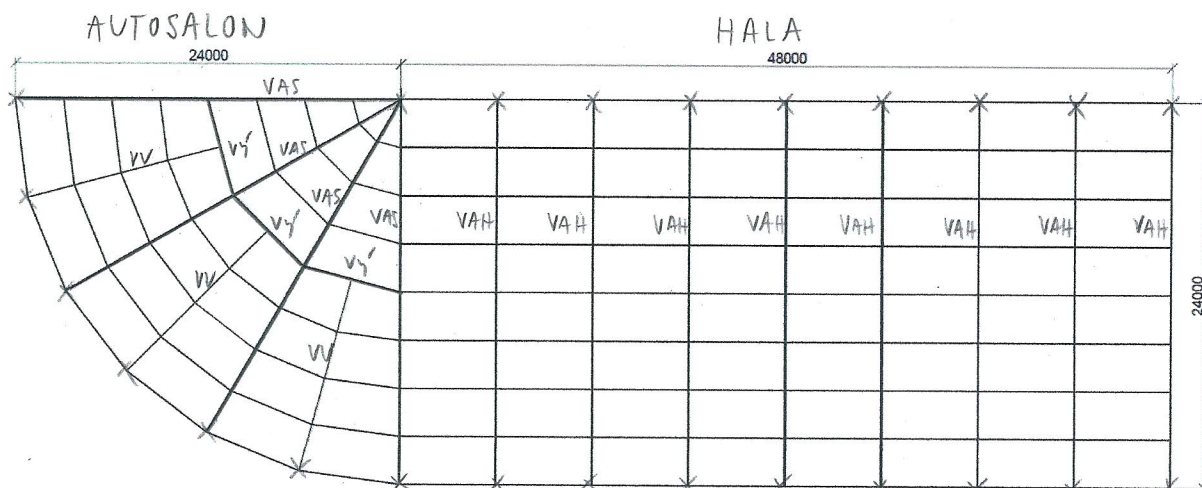
Předmětem této bakalářské práce je návrh a posouzení ocelových nosných prvků autosalonu a navazující haly firmy Citroen. Hlavní nosná konstrukce je navržena z oceli pevnosti S235 ($f_{yd}=235$ MPa).

Autosalon je v půdoryse čtvrtkruh s poloměrem 24 metrů se čtvrtkuželovitou střechou, jako hlavní nosný prvek jsou navrženy 4 příhradové vazníky (VAS), dále je navržena výměna (VÝ) v polovině rozpětí kvůli zvětšující se vzdálenosti vazníků s postupem od středu. Dále je navržen vedlejší příhradový vazník (VV), který je uložen na jedné straně na výměně.

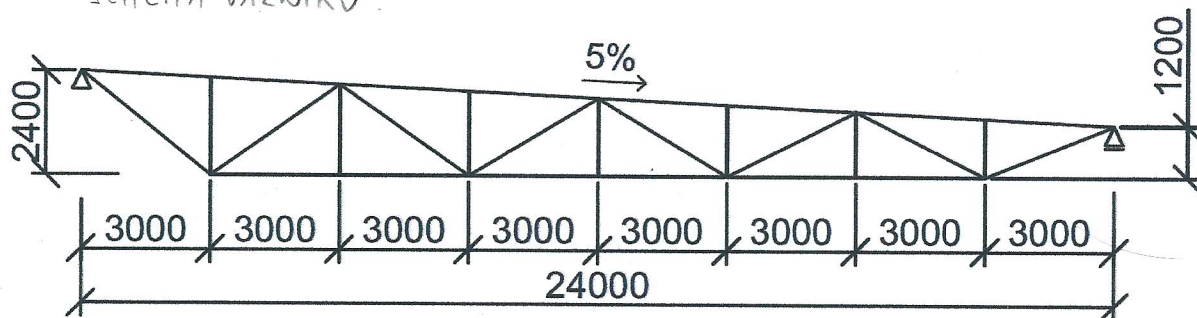
Střešní plášť je navržen jako skládaný kvůli atypickému tvaru střechy autosalonu. Uložen je na válcovaných vaznicích prostě uložených na vaznících.

Hala má půdorysné rozměry 24x48 metrů s pultovou střechou. Příhradové vazníky (VAH) jsou osově vzdáleny 6 metrů, k nim jsou připojeny ve stejné výšce horních pásnic válcované vaznice po 3 metrech.

Sloupy jsou navrženy jako vetknuté, prostě podepírající vazníky.



SCHEMA VAZNIKU



2. ZATÍŽENÍ

2.1 Střeší

- součinitel zatížení $\gamma_G = 1,35$

STŘEŠNÍ PLOŠTĚ

- pozinkovaný plech tl. 0,6 mm 50 kg/m^2 $0,50 \text{ kN/m}^2$
- tepelná izolace EPS tl. 100 mm 20 kg/m^2 $0,20 \text{ kN/m}^2$
- OSB deska tl. 23 mm 650 kg/m^2 $0,15 \text{ kN/m}^2$

$$g_E = 0,85 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{Ed} = \gamma_F \cdot g_E = 1,35 \cdot 0,85 = 1,15 \text{ kN/m}^2$$

2.2 Proměnné- součinitel zatížení $\gamma_a = 1,50$ SNÍH- sněhová oblast II ... $s_e = 1,0 \text{ kN/m}^2$ - sklon střechy $\alpha = 5^\circ \sim 3^\circ$... tvar. součinitel $\mu_{r1} = 0,8$ $\mu_{r2} \dots$ není- součinitel expozice $C_e = 1,0$ - tepelný součinitel $C_t = 1,0$

$$s_i = \mu_{r1} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_e = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0$$

$$s_i = 0,8 \text{ kN/m}^2$$

$$s_{Ed} = \gamma_a \cdot s_i = 1,5 \cdot 0,8$$

$$s_{Ed} = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

VÍTR- II. větrná oblast ... $v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$ - součinitel směru větru $C_{dir} = 1,0$ - součinitel ročního období $C_{season} = 1,0$ → základní rychlost větru v_b

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25,0$$

$$v_b = 25 \text{ m/s}$$

→ základní tlak větru q_b

$$q_b = 0,5 \rho v_b^2$$

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

$$q_b = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2$$

$$q_b = 390,6 \text{ N/m}^2 = 0,391 \text{ kN/m}^2$$

→ max. dynamický tlak q_p

$$q_p = C_{e(z)} \cdot q_b$$

 $C_{e(z)} \dots$ součinitel expozice - kategorie terénu III ... $z_0 = 0,3 \text{ m}$ - výška nad terénem $z = 8 \text{ m}$ → $C_{e(z)} = 1,5$

$$q_p = 1,5 \cdot 0,391$$

$$q_p = 0,587 \text{ kN/m}^2$$

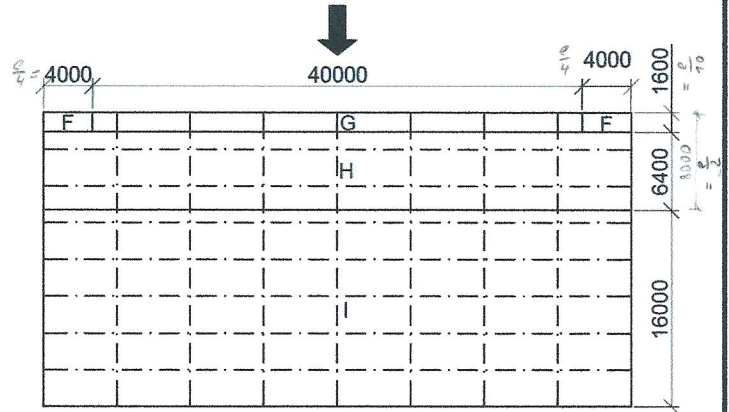
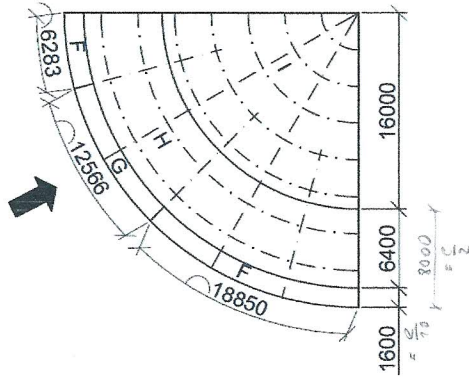
→ tlak větru na vnější povrch w_e

$$w_e = q_p(z_{ref}) \cdot C_{pe}$$

C_{pe} ... souč. vnějšího aerodyn. tlaku - záteř. plocha > 10m² ... $C_{pe,10}$

Střecha - oblasti $C_{pe,10}$

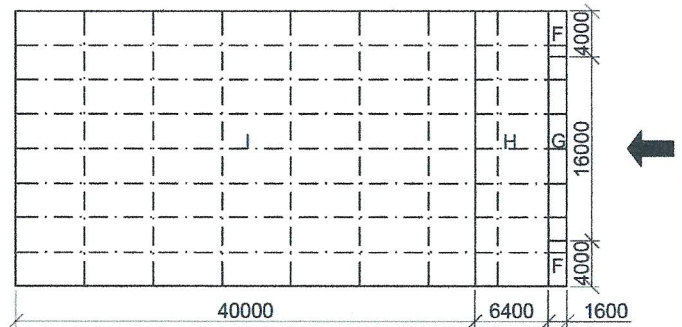
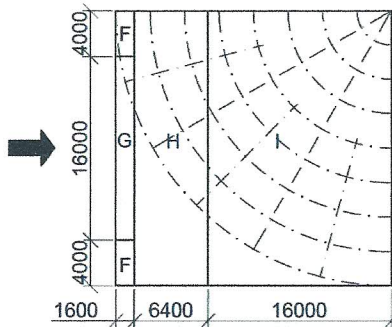
VÍTR PŘÍČNÝ



$$e = \min \{6, 2h\} = \min \{24, 76\} = 16 \text{ m}$$

oblasti: F = -1,8	$w_e = 0,587 \cdot (-1,8) = -1,06 \text{ kN/m}^2$
G = -1,2	$w_e = 0,587 \cdot (-1,2) = -0,70 \text{ kN/m}^2$
H = -0,7	$w_e = 0,587 \cdot (-0,7) = -0,41 \text{ kN/m}^2$
I ↙ 0,2	$w_e = 0,587 \cdot 0,2 = 0,12 \text{ kN/m}^2$
↘ -0,2	$w_e = 0,587 \cdot (-0,2) = -0,12 \text{ kN/m}^2$

VÍTR PODÉLNÝ

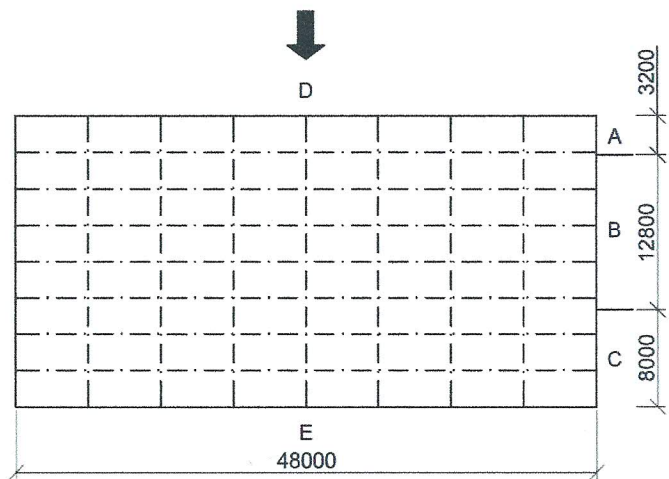
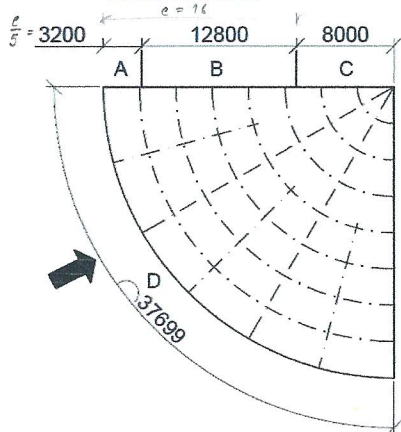


$$e = \min \{6, 2h\} = \min \{48, 76\} = 16 \text{ m}$$

oblasti: F, G, H, I viz. vítr příčný

Svislé stěny - oblasti

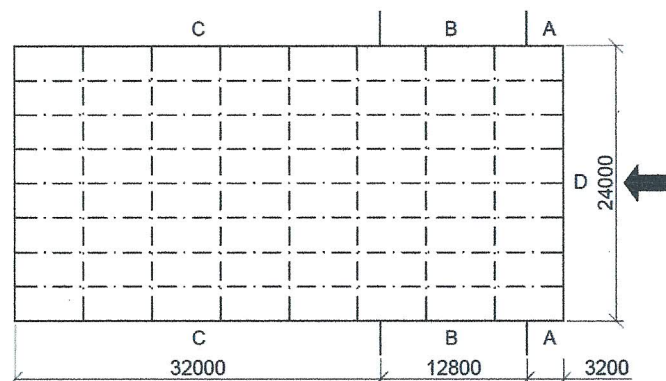
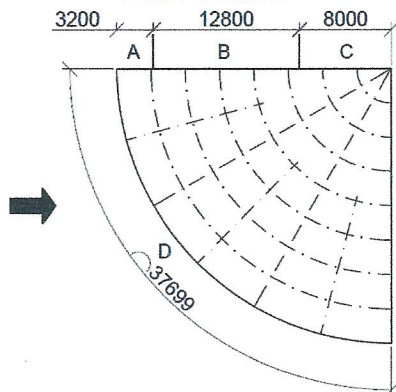
VÍTR PŘÍČNÝ



$$\frac{h}{d} = \frac{8000}{24000} = 0,33$$

oblasti: A = -1,2 ...	$w_e = 0,587 \cdot (-1,2) = -0,70 \text{ kN/m}^2$
B = -0,8	$w_e = 0,587 \cdot (-0,8) = -0,47 \text{ kN/m}^2$
C = -0,5	$w_e = 0,587 \cdot (-0,5) = -0,29 \text{ kN/m}^2$
D = 0,7	$w_e = 0,587 \cdot 0,7 = 0,41 \text{ kN/m}^2$
E = -0,32	$w_e = 0,587 \cdot (-0,32) = -0,19 \text{ kN/m}^2$

VÍTR PODÉLNÝ



$$\frac{h}{d} = \frac{8000}{48000} = 0,16$$

oblasti: A = -1,2 ...	$w_e = 0,587 \cdot (-1,2) = -0,70 \text{ kN/m}^2$
B = -0,8	$w_e = 0,587 \cdot (-0,8) = -0,47 \text{ kN/m}^2$
C = -0,5	$w_e = 0,587 \cdot (-0,5) = -0,29 \text{ kN/m}^2$
D = 0,7	$w_e = 0,587 \cdot 0,7 = 0,41 \text{ kN/m}^2$

3. VAZNICE

• návrh vaznice



zatěžovací šířka 3m

$$\text{komb. zatř. 1) střechní pláště } 0,85 \cdot 3 = 2,55 \text{ kN/m}$$

$$\text{vl. tíha (odhad) } 0,15 \text{ kN/m}$$

$$g_e = 2,7 \text{ kN/m}$$

$$g_d = 2,7 \cdot 1,35 = 3,65 \text{ kN/m}$$

$$\text{sníh } 0,8 \cdot 3 \quad 2,4 \text{ kN/m}$$

$$g_e = 2,4 \text{ kN/m}$$

$$g_d = 2,4 \cdot 1,5 = 3,60 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} (g_d + q_d) L^2 = \frac{1}{8} (3,65 + 3,60) \cdot 6^2$$

$$M_{Ed} = 32,63 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y \geq M_{Ed}$$

$$\rightarrow W_{pl,y} \geq \frac{M_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{32,63 \cdot 10^6}{235}$$

$$W_{pl,y} \geq 138\,830 \text{ mm}^3$$

návrh HEB 120

$$W_{pl,y} = 165\,200 \text{ mm}^3$$

$$G = 26,7 \text{ kg/m} = 0,27 \text{ kN/m}$$

$$\text{komb. zatř. 2) min. střeš. vl. tíha vaznice } 0,27 \text{ kN/m} + 1 \text{ plech } 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 3\text{m} = 1,5 \text{ kN/m}$$

$$g_e = 1,77 \text{ kN/m} \quad \gamma_G = 1 \dots g_d = 1,77 \text{ kN/m}$$

$$\text{sání větru } -1,06 \cdot 3 = -3,18 \text{ kN/m}$$

$$g_e = -3,18 \text{ kN/m} \quad \gamma_G = 1,5 \quad q_d = -4,77 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} (g_d + q_d) L^2 = \frac{1}{8} (1,77 - 4,77) \cdot 6^2$$

$$M_{Ed} = -13,50 \text{ kNm}$$

$$M_{0,Rd} = \alpha_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$\alpha_{LT} \dots \lambda_1 \quad 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{\lambda_1}} = 93,9 \sqrt{\frac{235}{\lambda_1}}$$

$$\lambda_1 = 93,9$$

$$\lambda_2 = \frac{L_{cr,2}}{i_y} \quad L_{cr,2} = 6\text{m}$$

$$i_y = 50,4 \text{ mm}$$

$$\lambda_2 = \frac{6000}{50,4} = 119$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{119}{93,9}$$

$$\bar{\lambda} = 1,27 \dots \text{vyboč. kolmo k ose } z\text{-} \frac{h}{5} = \frac{120}{5} = 24, \quad t = 11 \text{ mm} < 100 \text{ mm} \rightarrow \text{bř. C}$$

$$\rightarrow \alpha_{LT} = 0,39$$

$$M_{y,rd} = 0,39 \cdot 165 \cdot 200 \cdot 235$$

$$M_{y,rd} = 15,77 \text{ kNm} > |M_{ed}| = 13,50 \text{ kNm} \quad \checkmark$$

MSP

průhyb - stále + sníž

$$f_{max} = \frac{5 q L^3}{384 \cdot EI}$$

$$E = 210\,000 \text{ MPa}$$

$$I = 8,643 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$f_{max} = \frac{5 \cdot 5,70 \cdot 6000^3}{384 \cdot 210000 \cdot 8,643 \cdot 10^6}$$

$$f_{max} = 47,47 \text{ mm} > f_{lim} = \frac{L}{200} = \frac{6000}{200} = 30 \text{ mm} \quad \times$$

→ nový návrh

HEB 140

$$W_{y,pl} = 245 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

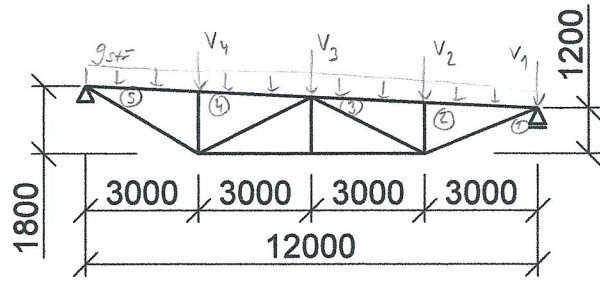
$$G = 33,7 \text{ kg/m} = 0,34 \text{ kN/m}$$

$$I_y = 15,09 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

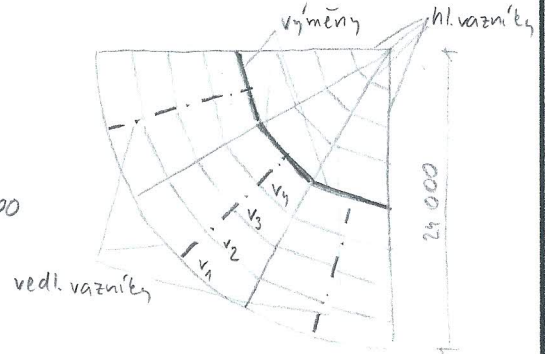
$$f_{max} = \frac{5 \cdot 5,70 \cdot 6000^3}{384 \cdot 210000 \cdot 15,09 \cdot 10^6}$$

$$f_{max} = 27,76 \text{ mm} < f_{lim} = 30 \text{ mm} \quad \checkmark$$

4. VEDLEJŠÍ VAZNÍK - SHOWROOM



1:200



zatížení

→ zatížení vaznicemi - vl. tíha $0,34 \text{ kN/m}$

- V_1 ... délka $6,265 \text{ m}$
 $V_1 = 0,34 \cdot 6,265 = \underline{2,13 \text{ kN}}$
- V_2 ... délka $5,482 \text{ m}$
 $V_2 = 0,34 \cdot 5,482 = \underline{1,86 \text{ kN}}$
- V_3 ... délka $4,699 \text{ m}$
 $V_3 = 0,34 \cdot 4,699 = \underline{1,60 \text{ kN}}$
- V_4 ... délka $3,916 \text{ m}$
 $V_4 = 0,34 \cdot 3,916 = \underline{1,33 \text{ kN}}$

→ zatížení stří. pláštěm - vl. tíha $g_{str,1k} = 0,85 \text{ kN/m}^2$

- bezpečně na nejdelší sířku $6,265 \text{ m}$

$$g_{str,1k} = 0,85 \cdot 6,265 = \underline{5,33 \text{ kN/m}}$$

další zatížení

→ min. stálek ... vl. tíha vazníku (dle programu SCIA Engineer) + 1 plech $0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 6,265 \text{ m} = \underline{3,13 \text{ kN/m}}$

→ sníh $0,8 \text{ kN/m}^2 \cdot 6,265 \text{ m} = \underline{5,01 \text{ kN/m}}$

→ vítr příčný ... uzel ①
 zatěž. plocha $10,14 \text{ m}^2$
 oblast G $-0,70 \text{ kN/m}^2$
 $W_{p1,1} = -0,7 \cdot 10,14 = \underline{-7,10 \text{ kN}}$

uzel ②
 zatěž. plocha $16,03 \text{ m}^2$
 oblast H $-0,47 \text{ kN/m}^2$
 $W_{p1,2} = -0,47 \cdot 16,03 = \underline{6,57 \text{ kN}}$

uzel ③
 zatěž. plocha $13,79 \text{ m}^2$
 oblast H $-0,47 \text{ kN/m}^2$
 $W_{p1,3} = -0,47 \cdot 13,79 = \underline{5,63 \text{ kN}}$

uzel ④ zateř. plocha $11,77 \text{ m}^2$
 oblast I $\pm 0,12 \text{ kN/m}^2$
 $w_{př,4} = \pm 0,12 \cdot 11,77 = \pm 1,41 \text{ kN}$

uzel ⑤ zateř. plocha $5,27 \text{ m}^2$
 oblast I $\pm 0,12 \text{ kN/m}^2$
 $w_{př,5} = \pm 0,12 \cdot 5,27 = \pm 0,63 \text{ kN}$

→ vítr podélný... uzel ① oblast H $-0,41 \text{ kN/m}^2$
 $w_{p0,1} = -0,41 \cdot 10,14 = -4,16 \text{ kN}$

uzel ②-③ viz: vítr příčný

- kombinace ...
- 1) stálé. $1,35 + sn/h$ $1,5$
 - 2) min. stálé. $1,0 +$ vítr příčný 1 $1,5$
 - 3) — " — + vítr příčný 2 $1,5$
 - 4) min. stálé. $1,0 +$ vítr podélný 1 $1,5$
 - 5) — " — + vítr podélný 2 $1,5$

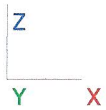
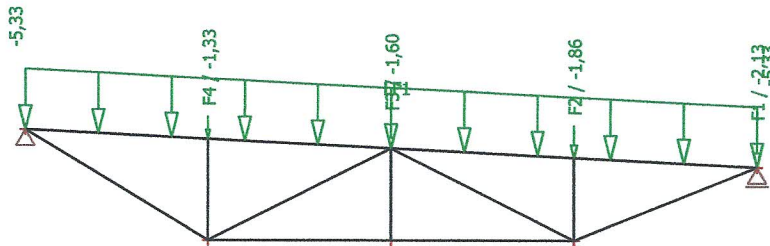
výpočet proveden v programu SCIA Engineer

... MSP

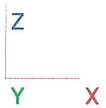
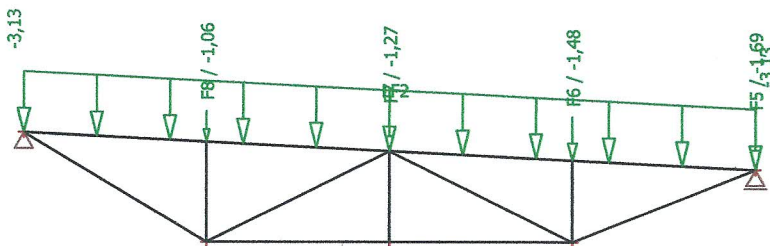
• průhyb - stálé + sn/h

$$s_{\max} = 14,0 \text{ mm} < s_{\text{lim}} = \frac{L}{250} = \frac{12000}{250} = 48 \text{ mm} \checkmark$$

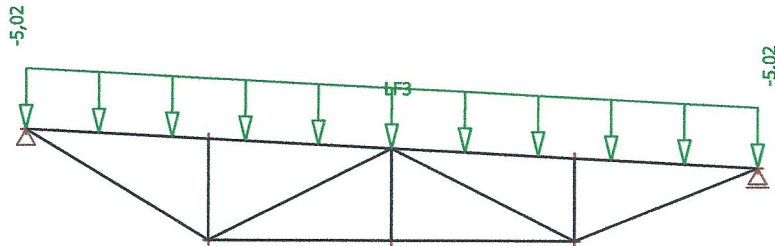
1. ZATÍŽENÍ vaznice + střešní plášť



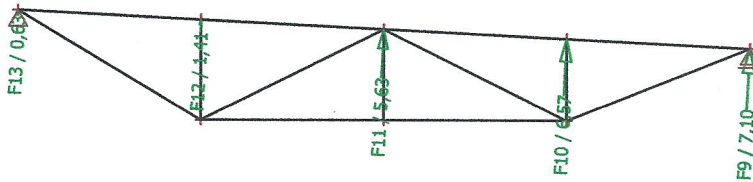
2. ZATÍŽENÍ min. stálé



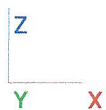
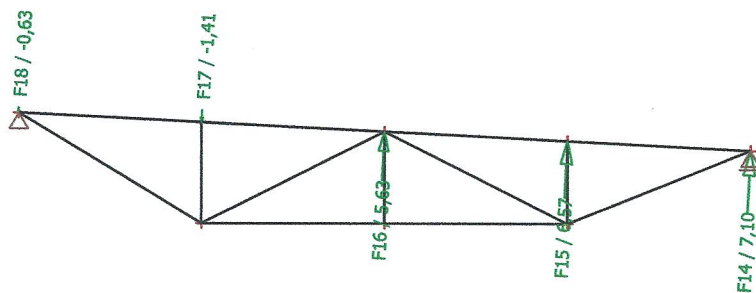
3. ZATÍŽENÍ sních



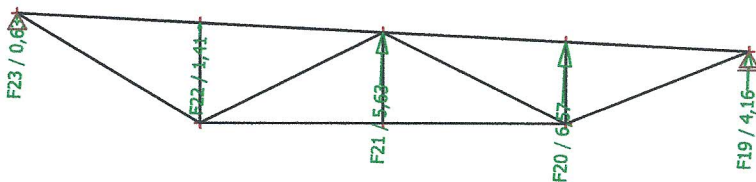
4. ZATÍŽENÍ vítr příčný 1



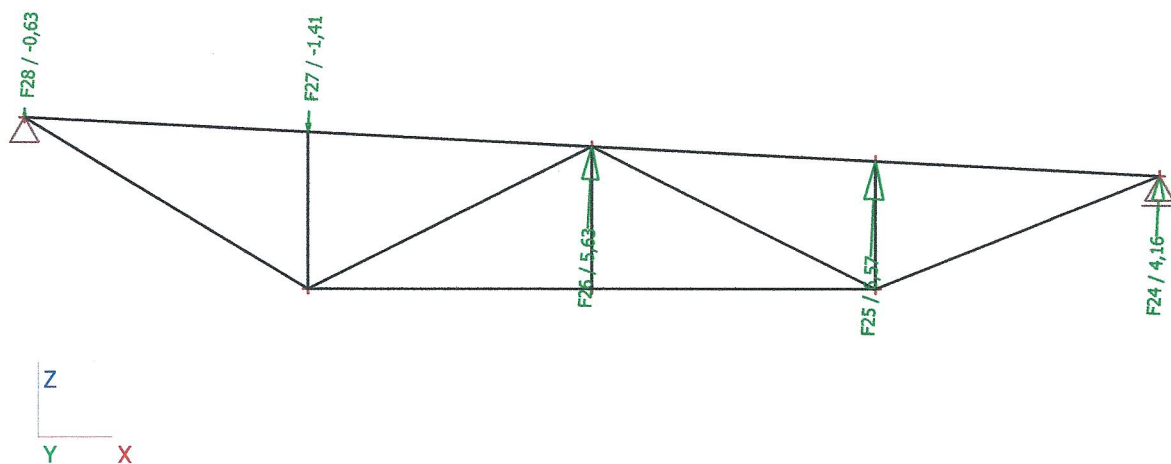
5. ZATÍŽENÍ vítr příčný 2



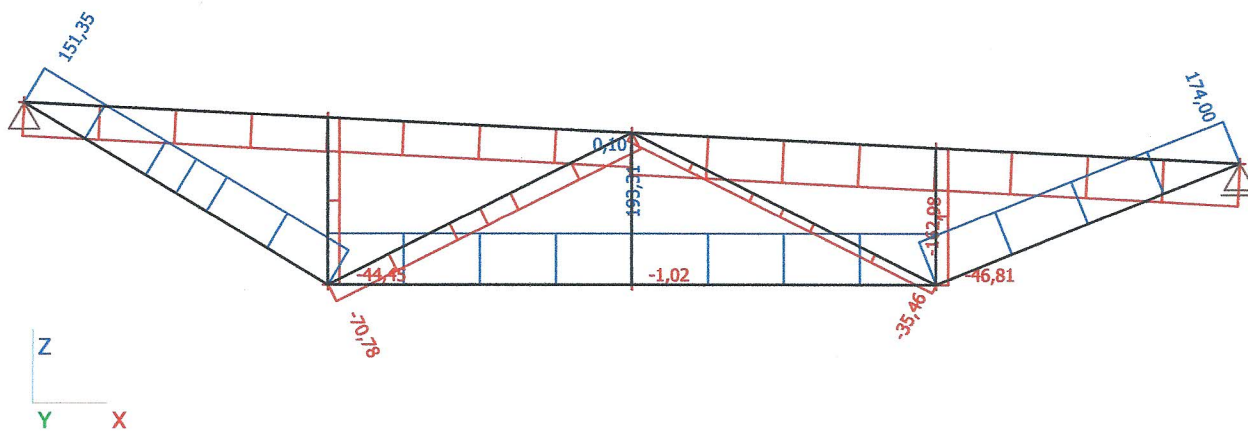
6. ZATÍŽENÍ vítr podélný 1



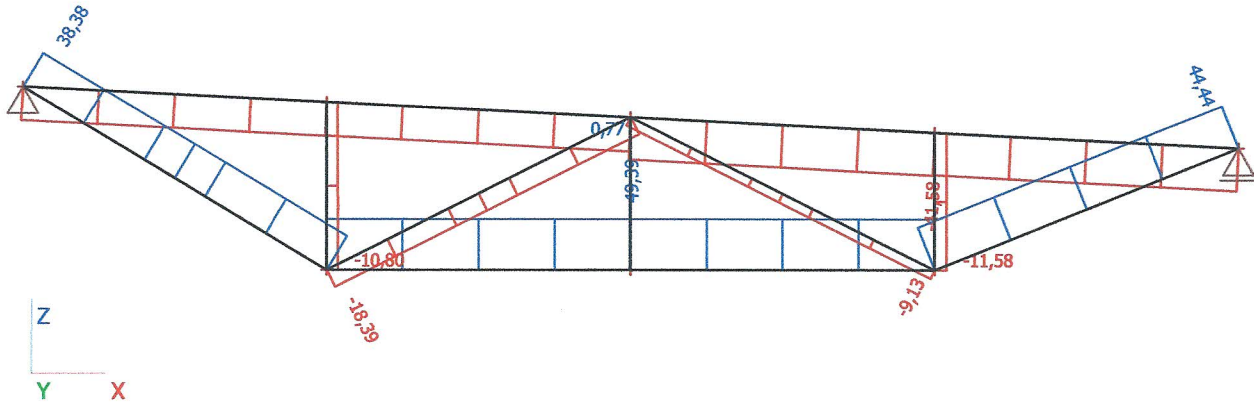
7. ZATÍŽENÍ vítr podélný 2



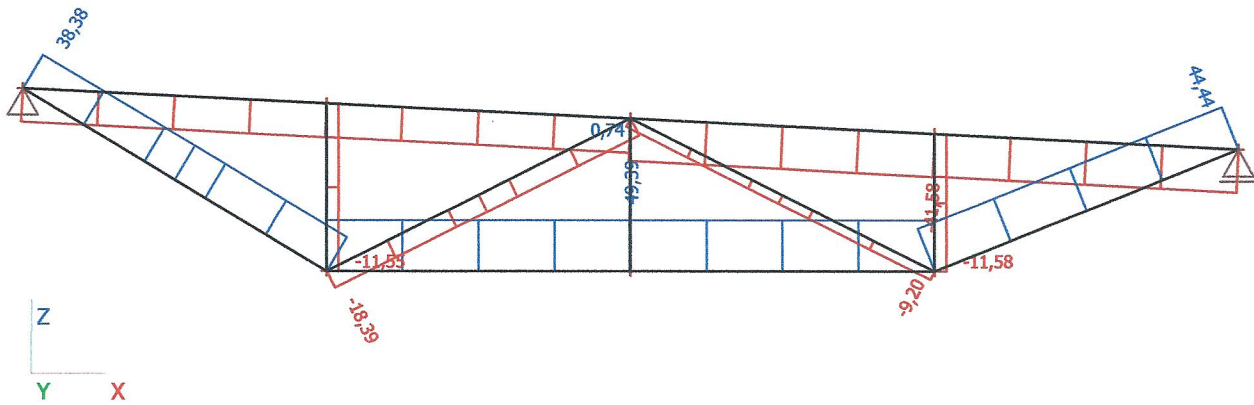
8. N stálé + sněž



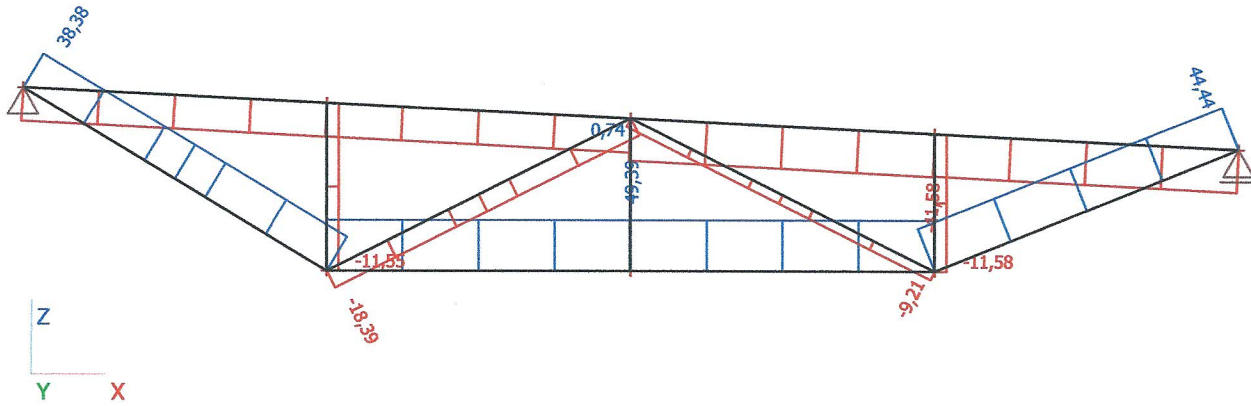
9. N min.stálé + vítr příčný 1



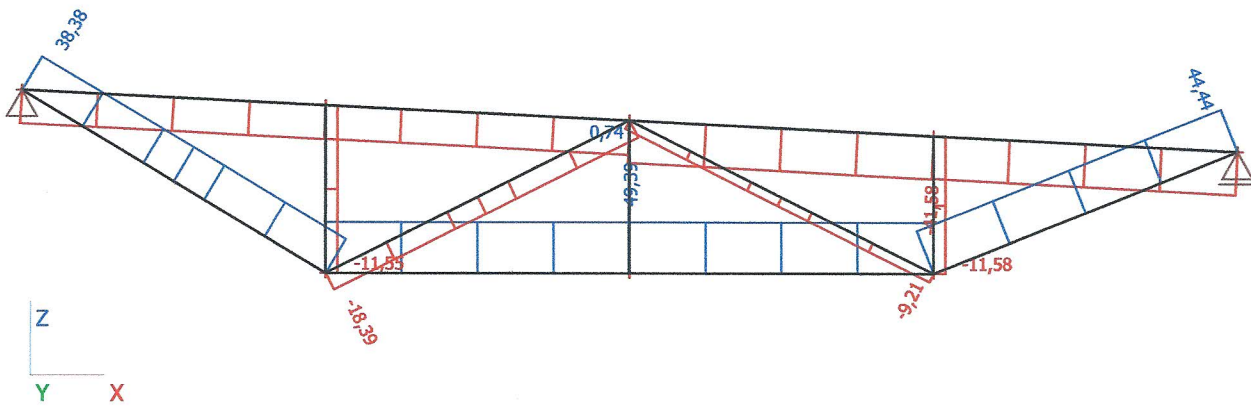
10. N min. stálé + vítr příčný 2



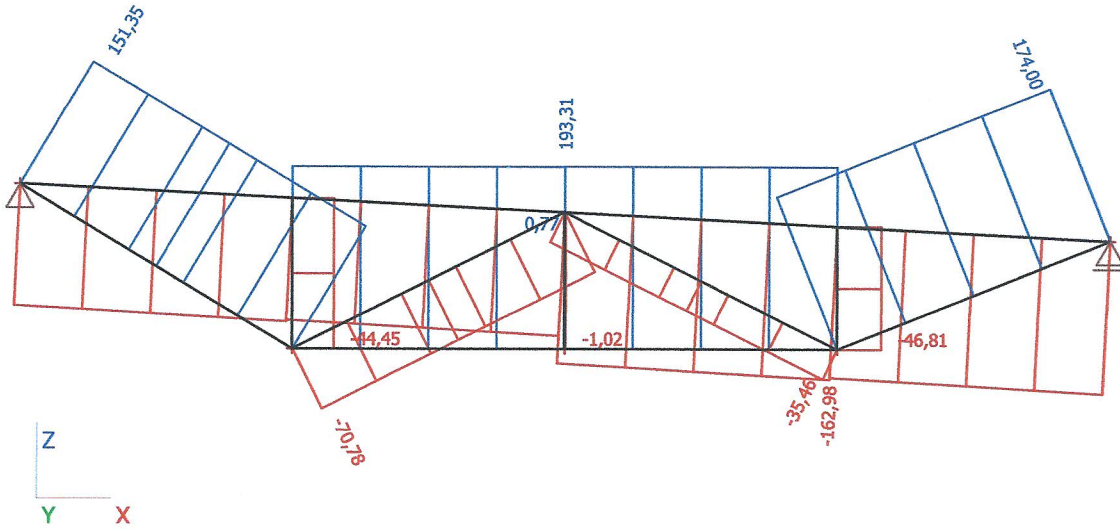
11. N min. stálé + vítr podélný 1



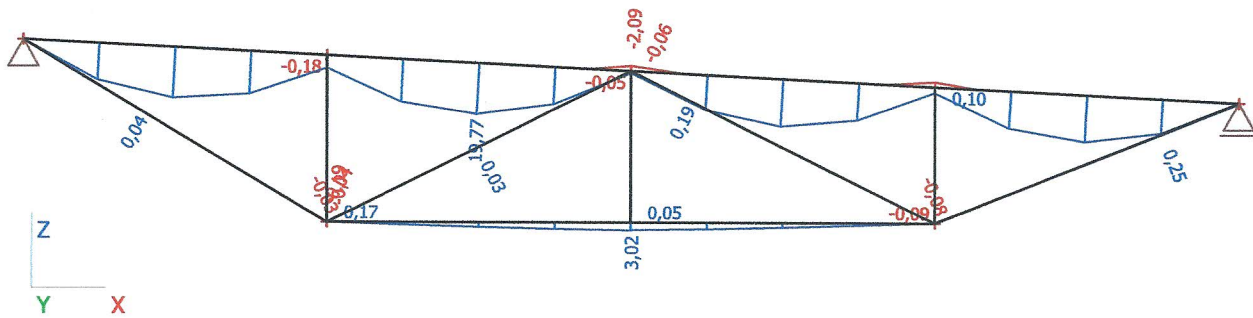
12. N min. stálé + vítr podélný 2



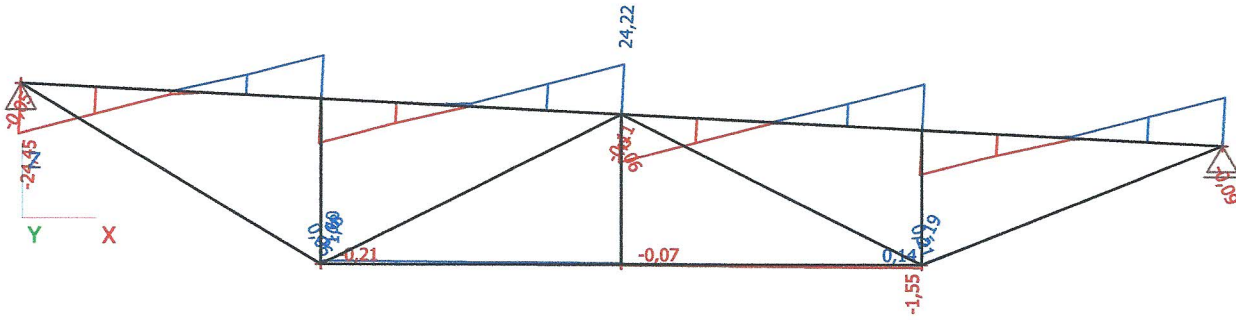
13. MAX N



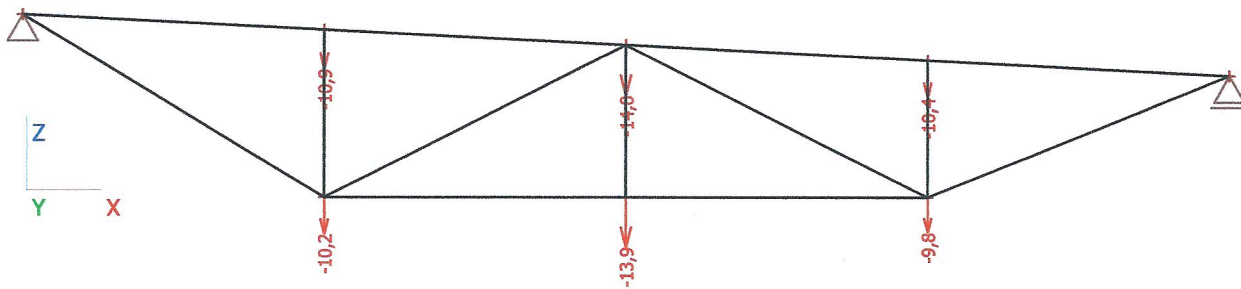
14. MAX M



15. MAX V



16. MSP průhyb



Posouzení prutů vedlejšího vazníku: TAH

prut	NEd [kN]	Profil	A [mm ²]	iy [mm]	iz [mm]	f _{yd} [MPa]	Nt,Rd [kN]	NEd/Nt,Rd		vyhovuje?
H	-					235				
S	193,31	HEB 120	3401	50,4	30,6	235	799,24	0,24	<1	OK
D1	151,35	TR 89x3,6	966	30,2		235	227,01	0,67	<1	OK
D2	-					235				
D3	-					235				
D4	174,00	TR 89x3,6	966	30,2		235	227,01	0,77	<1	OK
V1	-					235				
V2	0,77	TR 40x3,2	370	13,1		235	86,95	0,01	<1	OK
V3	-					235				

použité vzorce:

 $N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$

Posouzení prutů vedlejšího vazníku: TLAK

prut	N _{Ed} [kN]	Profil	A [mm ²]	i _y [mm]	i _z [mm]	f _{yd} [MPa]	L _{teor.} [mm]	L _{cr,y} [mm]	L _{cr,z} [mm]	λ _y	λ _z	λ ₁	λ _{rel}	křivka	X	N _{b,Rd} [kN]	N _{Ed} /N _{b,Rd}	vyhovuje?		
H	162,98	IPE 270	4594	112,3	30,2	235	12015	3004	3004	26,75	99,47	93,90	1,06	b		0,65	701,73	0,23	<1	OK
S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D1	-	-	-	-	-	235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D2	70,78	TR 89x3,6	966	30,2	30,2	235	3354	3019	3354	99,95	111,06	93,90	1,18	a		0,53	120,32	0,59	<1	OK
D3	35,46	TR 89x3,6	966	30,2	30,2	235	3354	3019	3354	99,95	111,06	93,90	1,18	a		0,53	120,32	0,29	<1	OK
D4	-	-	-	-	-	235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V1	44,45	TR 89x3,6	966	30,2	30,2	235	1650	1485	1650	49,17	54,64	93,90	0,58	a		0,88	199,77	0,22	<1	OK
V2	1,02	TR 40x3,2	370	13,1	13,1	235	1500	1350	1500	103,05	114,50	93,90	1,22	a		0,52	45,21	0,02	<1	OK
V3	46,81	TR 40x3,2	370	13,1	13,1	235	1350	1215	1350	92,75	103,05	93,90	1,10	a		0,60	52,17	0,90	<1	OK

použité vzorce:

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_{yd}$$

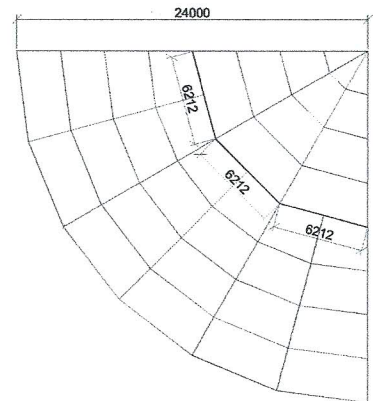
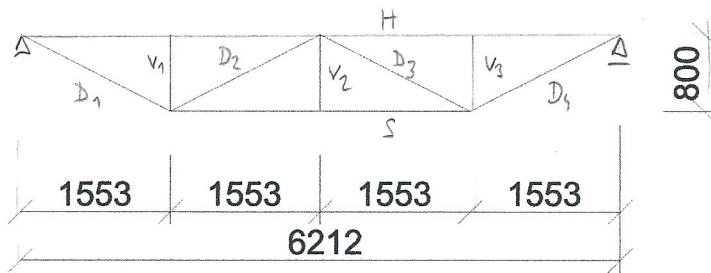
χ...

$$\lambda_{rel} = \lambda_y / z / \lambda_1$$

$$\lambda_1 = 93,9 * \sqrt{235 / f_{yd}}$$

λ_{rel} dle tabulek... X

5. VÝMĚNA



zateř vřřka 3m

reakce od vedl. vřřnřk $R_w = 95,42 \text{ kN}$ Zatřzenř

→ střeř - str. plořřř: $0,85 \text{ kN/m}^2 \cdot 3 \text{ m} = \underline{2,55 \text{ kN/m}}$
 - vedl. vřřnřk $95,42 \text{ kN}$

→ min. střeř - vl. třřha (dle SJA Eng.)
 - 1 plech $0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 3 \text{ m} = \underline{1,5 \text{ kN/m}}$

→ vřřř \oplus - vřřměna se přř větrn přřtěněm ě podořlněm nachřřzřř v oblasti I
 $0,12 \text{ kN/m}^2 \cdot 3 \text{ m} = \underline{0,36 \text{ kN/m}}$

→ vřřř \ominus - $-0,12 \text{ kN/m}^2 \cdot 3 \text{ m} = \underline{-0,36 \text{ kN/m}}$

→ snřřh - $0,8 \text{ kN/m}^2 \cdot 3 \text{ m} = \underline{2,40 \text{ kN/m}}$

Kombinace

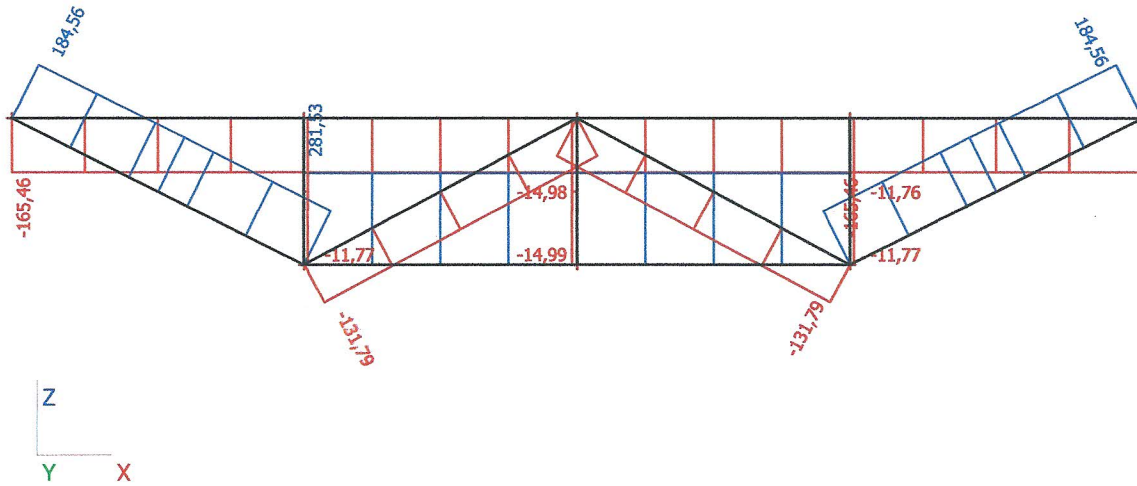
- 1) střeř: $1,35 + \text{snřřh } 1,5$
- 2) min. střeř: $1,0 + \text{vřřř } \oplus, 1,5$
- 3) min. střeř: $1,0 + \text{vřřř } \ominus, 1,5$

MSP

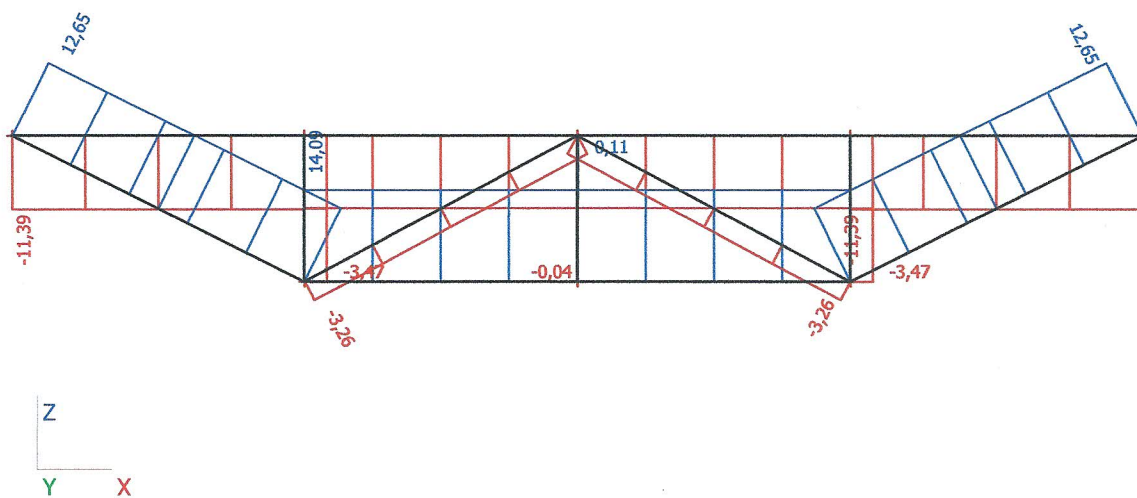
- přřřhřb - střeř + snřřh

$$s_{\text{max}} = 29,4 \text{ mm} \leq s_{\text{lim}} = \frac{L}{200} = \frac{6212}{200} = 31,1 \text{ mm} \checkmark$$

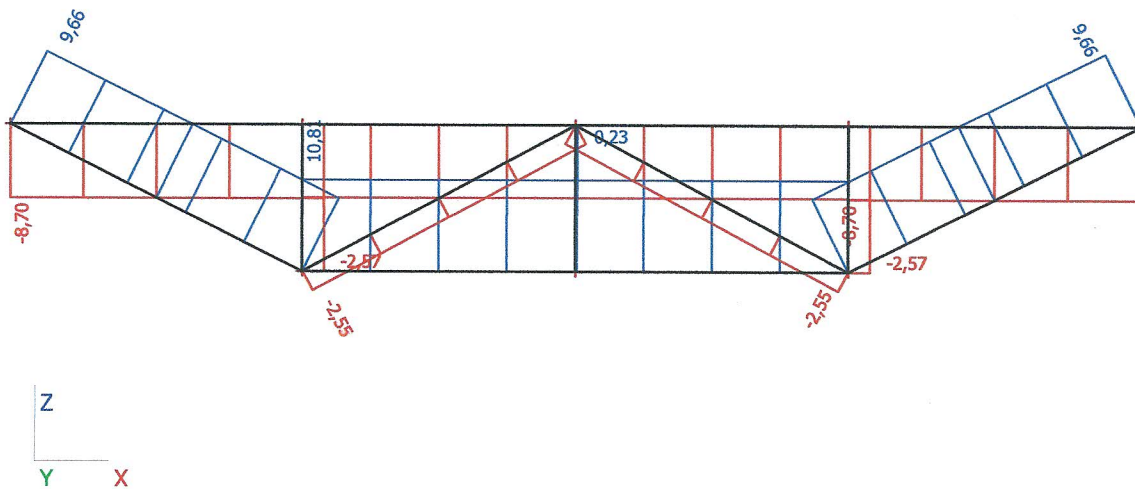
1. N stálé+sníh



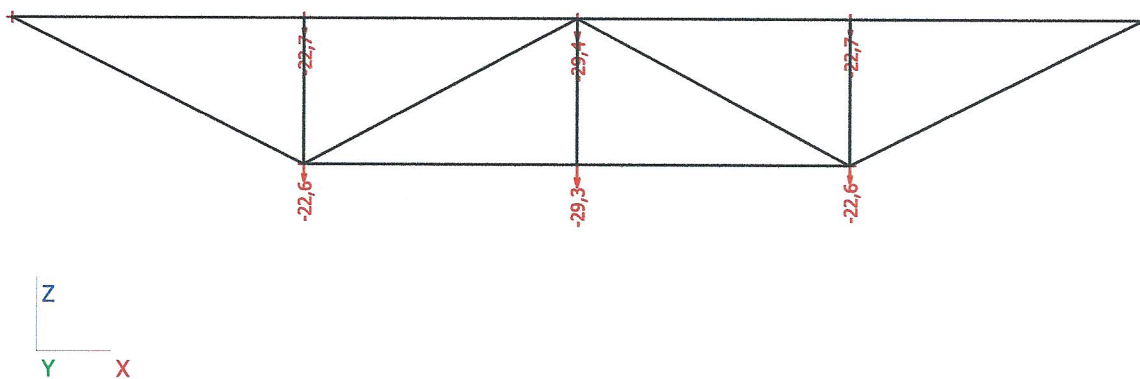
2. N min.stálé+vítr ⊕



3. N min.stálé+vitr



4. MSP průhyb



Posouzení prutů výměny: TAH

prut	NEd [kN]	Profil	A [mm ²]	iy [mm]	iz [mm]	f _{yd} [MPa]	N _{t,Rd} [kN]	NEd/N _{t,Rd}		vyhovuje?
H	-					235				
S	281,53	HEB 100	2604	41,6	25,3	235	611,94	0,46	<1	OK
D1	184,56	TR 89x3,6	966	30,2		235	227,01	0,81	<1	OK
D2	-					235				
D3	-					235				
D4	184,56	TR 89x3,6	966	30,2		235	227,01	0,81	<1	OK
V1	-					235				
V2	-					235				
V3	-					235				

použité vzorce:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

Posouzení prutů výměny: TLAK

prut.	N _{Ed} [kN]	Profil	A [mm ²]	i _y [mm]	i _z [mm]	f _{yd} [MPa]	L _{teor.} [mm]	L _{cr,y} [mm]	L _{cr,z} [mm]	λ _y	λ _z	λ ₁	A _{rel}	křivka	X	N _{b,Rd} [kN]	N _{Ed} /N _{b,Rd}	vyhovuje?	
H	165,46	IPE 200	2848	82,6	22,4	235	6212	6212	3106	75,21	138,66	93,90	1,48	c	0,35	234,25	0,71	<1	OK
S	-	-	-	-	-	235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D1	-	-	-	-	-	235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D2	131,79	TR 89x3,6	966	30,2	-	235	1704	1534	1704	50,78	56,42	93,90	0,60	a	0,88	199,77	0,66	<1	OK
D3	131,79	TR 89x3,6	966	30,2	-	235	1704	1534	1704	50,78	56,42	93,90	0,60	a	0,88	199,77	0,66	<1	OK
D4	-	-	-	-	-	235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V1	11,77	TR 28x2,9	229	8,9	-	235	800	720	800	80,90	89,89	93,90	0,96	a	0,67	36,06	0,33	<1	OK
V2	14,98	TR 28x2,9	229	8,9	-	235	800	720	800	80,90	89,89	93,90	0,96	a	0,67	36,06	0,42	<1	OK
V3	11,77	TR 28x2,9	229	8,9	-	235	800	720	800	80,90	89,89	93,90	0,96	a	0,67	36,06	0,33	<1	OK

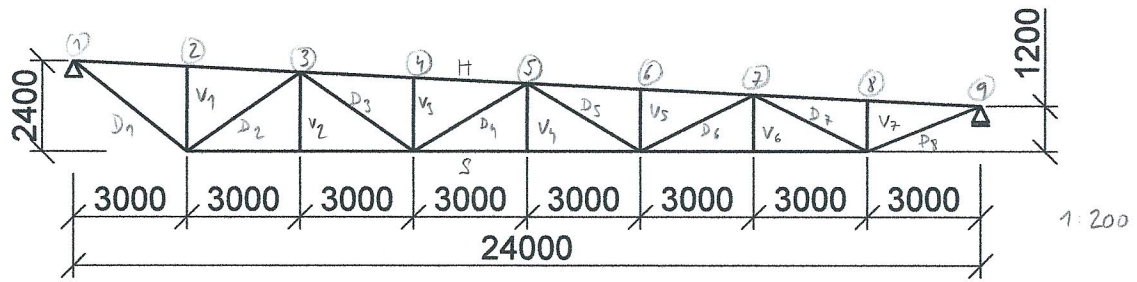
použité vzorce:
N_{b,Rd}=X*A*f_{yd}

X...
λ_{rel}=λ_{y/z}/λ₁

λ₁=93,9*√(235/f_{yd})
dle tabulek... X

A_{rel}

6. VAZNÍK - SHOWROOM

Zatížení

→ važnice - vl. tíha $0,34 \text{ kN/m}$

uzel ① ~~S~~

$$\textcircled{2} \quad 1,552 \text{ m} \cdot 0,34 \text{ kN/m} = \underline{0,53 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{3} \quad 3,106 \text{ m} \cdot 0,34 \text{ kN/m} = \underline{1,06 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{4} \quad 4,658 \text{ m} \cdot 0,34 \text{ kN/m} = \underline{1,58 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{5} \quad 3,106 \text{ m} \cdot 0,34 \text{ kN/m} = \underline{1,06 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{6} \quad 3,916 \text{ m} \cdot 0,34 \text{ kN/m} = \underline{1,33 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{7} \quad 4,699 \text{ m} \cdot 0,34 \text{ kN/m} = \underline{1,60 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{8} \quad 5,482 \text{ m} \cdot 0,34 \text{ kN/m} = \underline{1,86 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{9} \quad 6,265 \text{ m} \cdot 0,34 \text{ kN/m} = \underline{2,13 \text{ kN}}$$

→ str. pleť - vl. tíha $0,85 \text{ kN/m}^2$

- bezpečně na nejdelší str. $6,265 \text{ m}$

$$g_{str, k} = 0,85 \cdot 6,265 = \underline{5,33 \text{ kN/m}}$$

→ min. stře - vl. tíha vazníka (dle programu SCIA Engineer) + 7 pleť $0,85 \text{ kN/m}^2 \cdot 6,265 \text{ m} = \underline{3,13 \text{ kN}}$

→ sníh - $s = 0,8 \text{ kN/m}^2$

$$\text{uzel ①} \quad 0,52 \text{ m}^2 \cdot 0,8 \text{ kN/m}^2 = \underline{0,42 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{2} \quad 4,20 \text{ m}^2 \cdot 0,8 \text{ kN/m}^2 = \underline{3,36 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{3} \quad 8,40 \text{ m}^2 \cdot 0,8 \text{ kN/m}^2 = \underline{6,72 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{4} \quad 12,60 \text{ m}^2 \cdot 0,8 \text{ kN/m}^2 = \underline{10,08 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{5} \quad 11,75 \text{ m}^2 \cdot 0,8 \text{ kN/m}^2 = \underline{9,40 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{6} \quad 11,75 \text{ m}^2 \cdot 0,8 \text{ kN/m}^2 = \underline{9,40 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{7} \quad 13,74 \text{ m}^2 \cdot 0,8 \text{ kN/m}^2 = \underline{10,99 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{3} \quad 16,03 \text{ m}^2 \cdot 0,8 \text{ kN/m}^2 = \underline{12,82 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{4} \quad 10,14 \text{ m}^2 \cdot 0,8 \text{ kN/m}^2 = \underline{8,11 \text{ kN}}$$

→ vítr příčný ... uzel ① oblast I $\pm 0,12 \text{ kN/m}^2$
 $0,52 \text{ m}^2 \cdot \pm 0,12 = \underline{\pm 0,06 \text{ kN}}$

$$\textcircled{2} \quad \text{oblast I } \pm 0,12 \text{ kN/m}^2$$

$$4,20 \text{ m}^2 \cdot \pm 0,12 = \underline{\pm 0,50 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{3} \quad \text{oblast I } \pm 0,12 \text{ kN/m}^2$$

$$8,70 \text{ m}^2 \cdot \pm 0,12 = \underline{\pm 1,01 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{4} \quad \text{oblast I } \pm 0,12 \text{ kN/m}^2$$

$$12,60 \text{ m}^2 \cdot \pm 0,12 = \underline{\pm 1,51 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{5} \quad \text{oblast I } \pm 0,12 \text{ kN/m}^2$$

$$14,75 \text{ m}^2 \cdot \pm 0,12 = \underline{\pm 1,77 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{6} \quad \text{oblast I } \pm 0,12 \text{ kN/m}^2$$

$$11,75 \text{ m}^2 \cdot \pm 0,12 = \underline{\pm 1,41 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{7} \quad \text{oblast H } -0,47 \text{ kN/m}^2$$

$$13,74 \text{ m}^2 \cdot -0,47 = \underline{5,63 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{8} \quad \text{oblast H } -0,47 \text{ kN/m}^2$$

$$16,03 \text{ m}^2 \cdot -0,47 = \underline{6,57 \text{ kN}}$$

$$\textcircled{9} \quad \text{oblast G } -0,70 \text{ kN/m}^2$$

$$10,14 \text{ m}^2 \cdot -0,70 = \underline{7,10 \text{ kN}}$$

→ vítr podélný ... uzel ①-⑥ oblast I ... viz vítr příčný

⑦-⑧ oblast H ... viz vítr příčný

$$\textcircled{9} \quad \text{oblast H } -0,47 \text{ kN/m}^2$$

$$10,14 \text{ m}^2 \cdot -0,47 = \underline{4,76 \text{ kN}}$$

→ výměna - vl. tíha $0,39 \text{ kN/m}$

- délka $6,292 \text{ m}$

$$0,692 \cdot 0,39 = \underline{3,09 \text{ kN}}$$

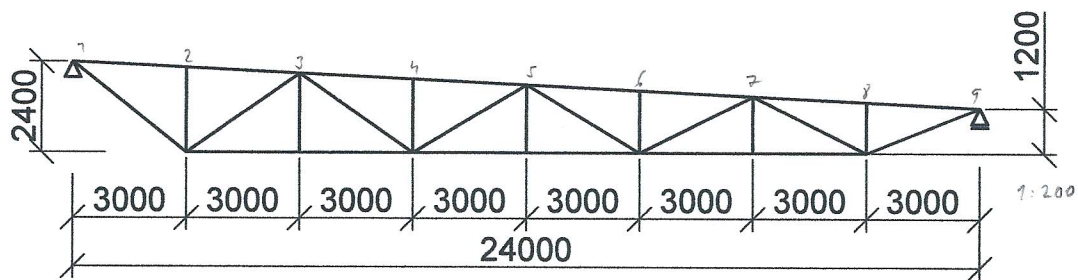
výpočet proveden v pr. SCIA Engineer

MSP

- průhyb - stáhnutí

$$f_{\max} = 45,2 \text{ mm} < f_{\text{lim}} = \frac{L}{250} = \frac{24000}{250} = 96 \text{ mm} \checkmark$$

VAZNIK - HALA

zatížení

→ važnice - vl. tíha $0,33 \text{ kN/m}$

- délka 3 m

$$0,33 \cdot 3 = \underline{1,02 \text{ kN}}$$

→ str. plášť - vl. tíha $0,85 \text{ kN/m}^2$

- zátež šířka 3 m

$$0,85 \cdot 3 = \underline{2,55 \text{ kN/m}}$$

→ min. střeš. ... vl. tíha važnic (dle pr. SCIA Engineer) + 1 plech $0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 3 \text{ m} = \underline{1,5 \text{ kN/m}}$

→ sníh - $s = 0,8 \text{ kN/m}^2$

uzel ①-② $1,5 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} \cdot 0,8 \text{ kN/m}^2 = \underline{3,6 \text{ kN}}$

uzel ②-③ $3 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} \cdot 0,8 \text{ kN/m}^2 = \underline{7,2 \text{ kN}}$

→ vítr přičiny ... uzl ① oblast F $-0,06 \text{ kN/m}^2$

$$1,5 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} \cdot -0,06 \text{ kN/m}^2 = \underline{4,77 \text{ kN}}$$

②-③ oblast H $-0,47 \text{ kN/m}^2$

$$3 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} \cdot -0,47 \text{ kN/m}^2 = \underline{3,69 \text{ kN}}$$

④-⑤ oblast I $\pm 0,72 \text{ kN/m}^2$

$$3 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} \cdot \pm 0,72 \text{ kN/m}^2 = \underline{\pm 1,08 \text{ kN}}$$

⑥ oblast I $\pm 0,72 \text{ kN/m}^2$

$$1,5 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} \cdot \pm 0,72 \text{ kN/m}^2 = \underline{\pm 0,54 \text{ kN}}$$

→ vítr podélný ... uzel ①, ② oblast F $-1,06 \text{ kN/m}^2$; oblast H $-0,47 \text{ kN/m}^2$
 $1,5 \text{ m} \cdot 1,6 \text{ m} \cdot -1,06 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \text{ m} \cdot 1,4 \text{ m} \cdot -0,47 \text{ kN/m}^2 = 3,77 \text{ kN}$

uzel ②, ③ oblast F $-1,06 \text{ kN/m}^2$; oblast H $-0,47 \text{ kN/m}^2$
 $3 \text{ m} \cdot 1,6 \text{ m} \cdot -1,06 \text{ kN/m}^2 + 3 \text{ m} \cdot 1,4 \text{ m} \cdot -0,47 \text{ kN/m}^2 = 6,87 \text{ kN}$

uzel ④-⑦ oblast G $-0,7 \text{ kN/m}^2$; oblast H $-0,47 \text{ kN/m}^2$
 $3 \text{ m} \cdot 1,6 \text{ m} \cdot -0,7 \text{ kN/m}^2 + 3 \text{ m} \cdot 1,4 \text{ m} \cdot -0,47 \text{ kN/m}^2 = 5,08 \text{ kN}$

Kombinace - VAZNIK SHOWROOM, VAZNIK HALA

- 1) stálek: 1,35 + sníh: 1,5
- 2) min. stálek: 1,0 + vítr příčný 1. 1,5
- 3) min. stálek: 1,0 + vítr příčný 2. 1,5
- 4) min. stálek: 1,0 + vítr podélný 1. 1,5
- 5) min. stálek: 1,0 + vítr podélný 2. 1,5

výpočet proveden v programu SCIA Engineer

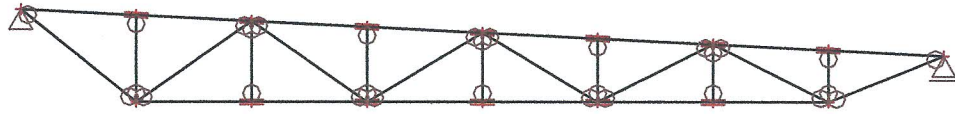
MSP

- průhyb - stálek + sníh

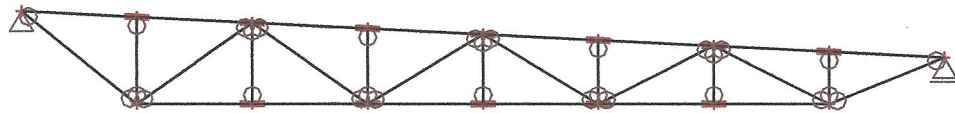
$$s_{\max} = 27,6 \text{ mm} < s_{\text{lim}} = \frac{L}{250} = \frac{24000}{250} = 96 \text{ mm} \quad \checkmark$$

1. Výpočtový model

HALA

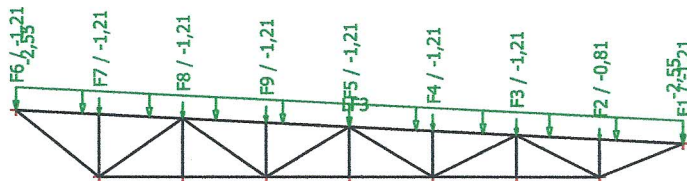


SHOWROOM

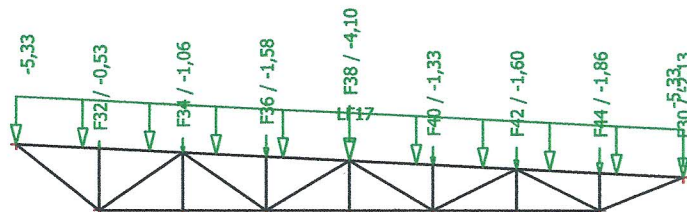


2. ZS2 střešní plášť+vaznice

HALA

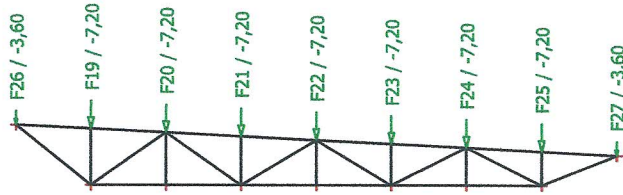


SHOWROOM

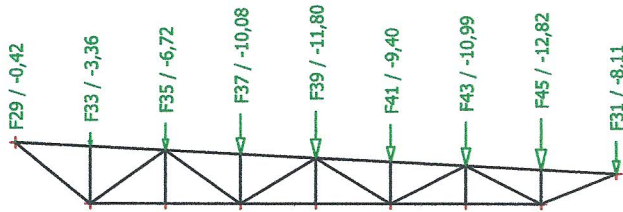


3. ZS3 sníh

HALA

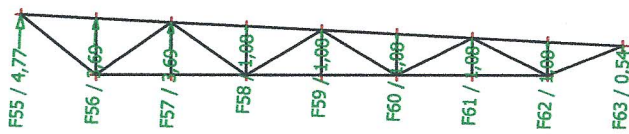


SHOWROOM

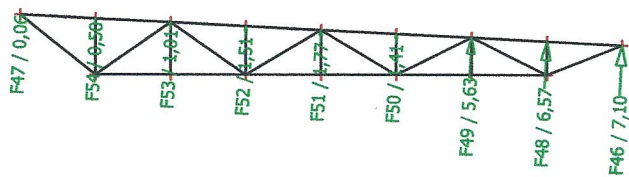


4. ZS4 vítr příčný 1

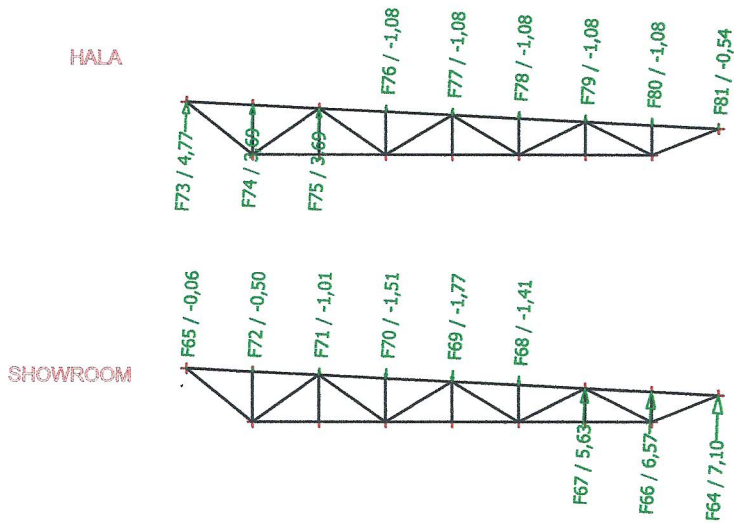
HALA



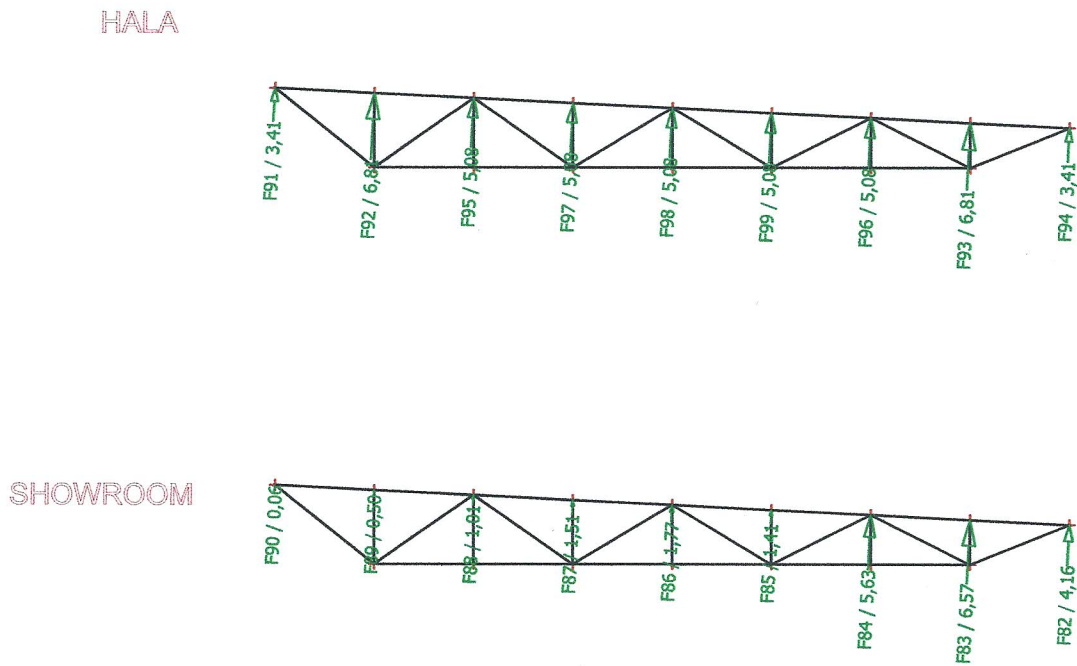
SHOWROOM



5. ZS5 vítr příčný 2

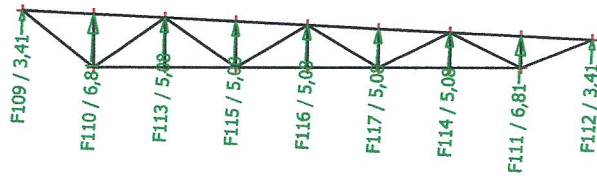


6. ZS6 vítr podélný 1

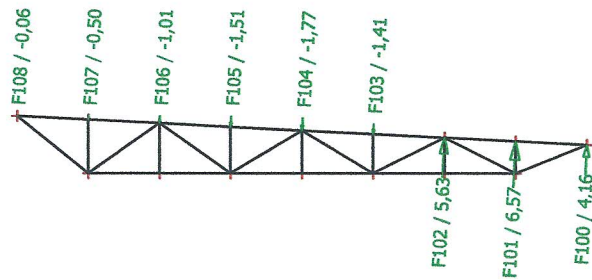


7. ZS7 vítr podélný 2

HALA

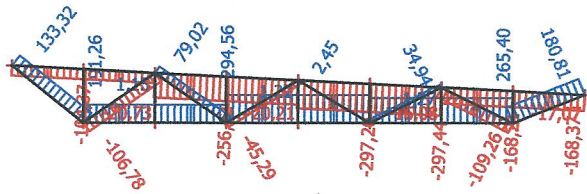


SHOWROOM

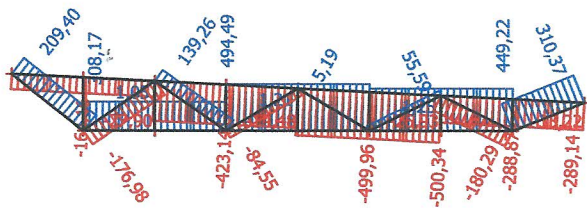


8. N stálé, sníh

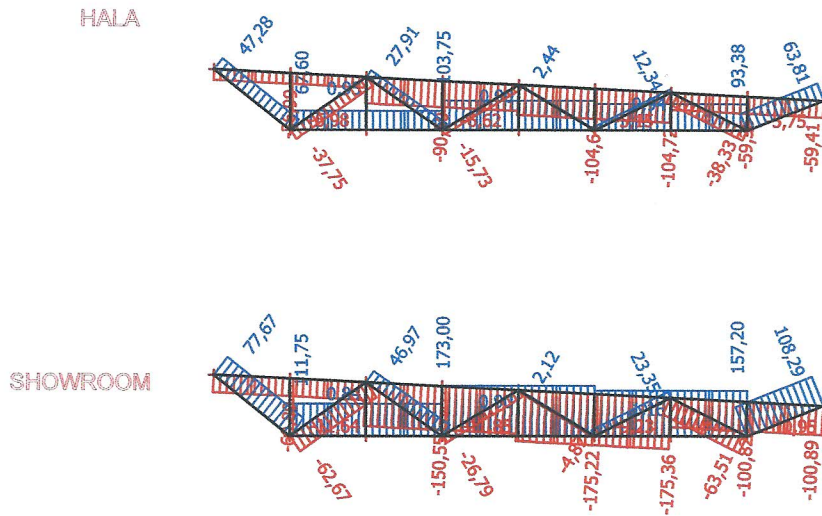
HALA



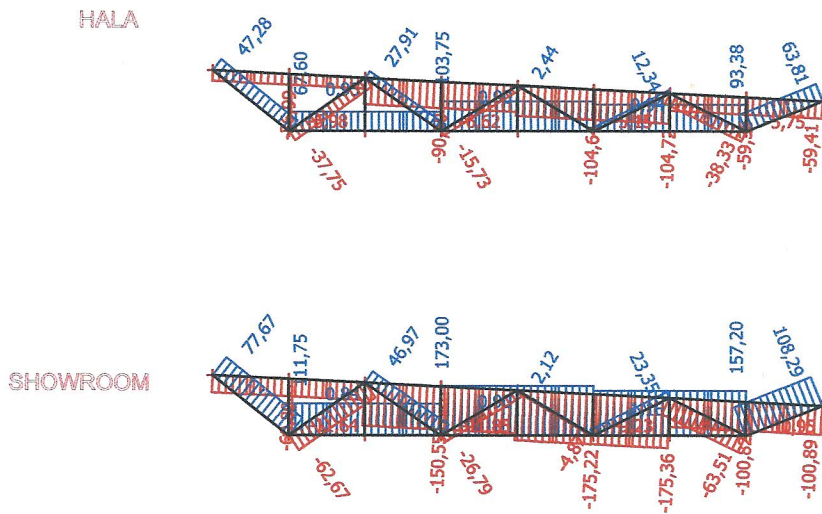
SHOWROOM



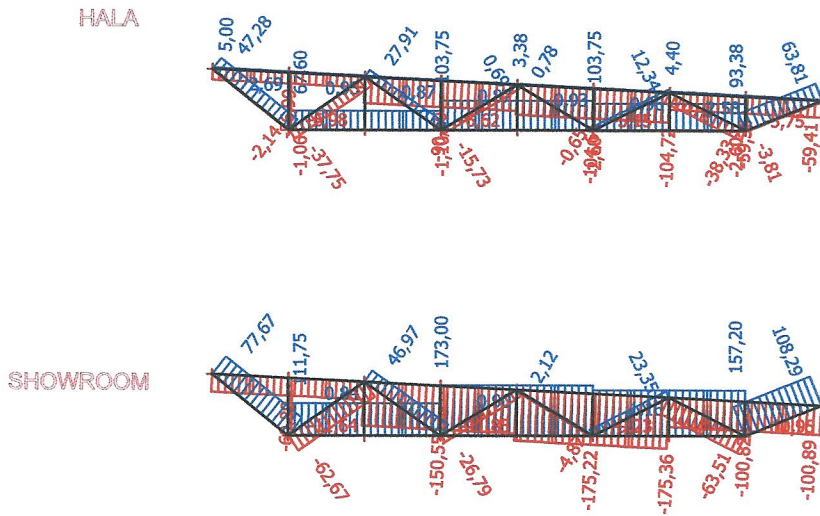
9. N stálé min., vítr příčný



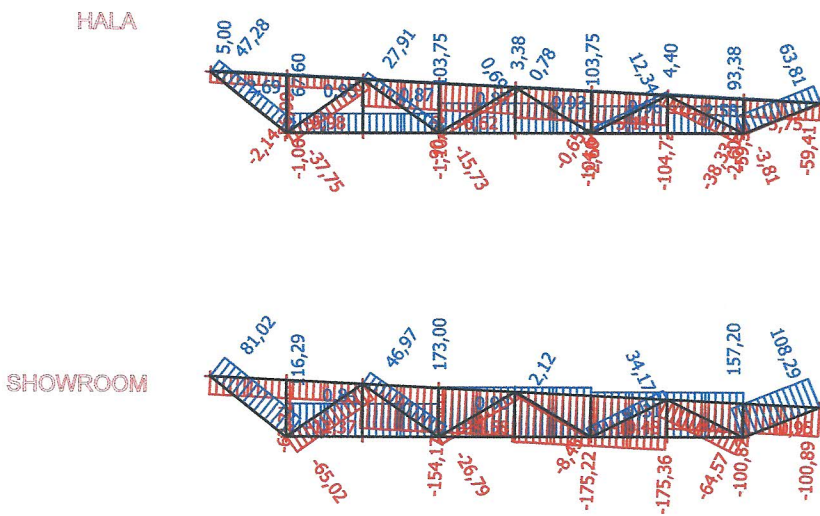
10. N stálé min., vítr příčný 2



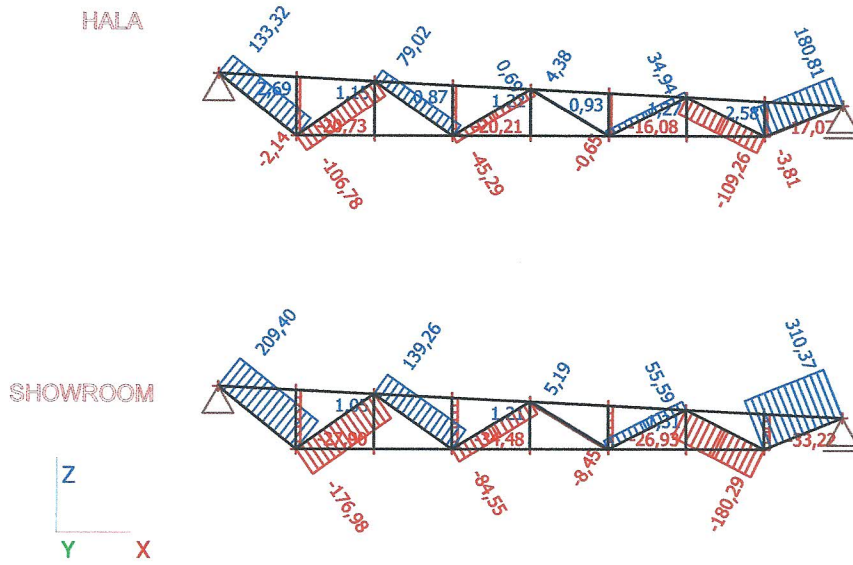
11. N stálé min., vítr podélný 1



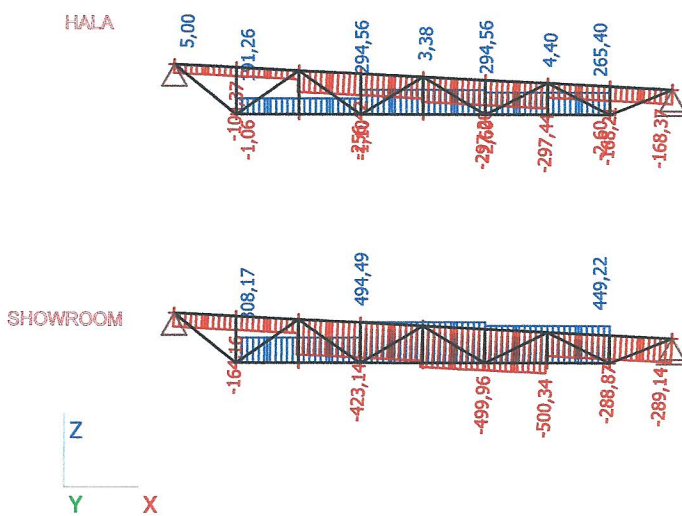
12. N stálé min., vítr podélný 2



13. MAX N diagonály

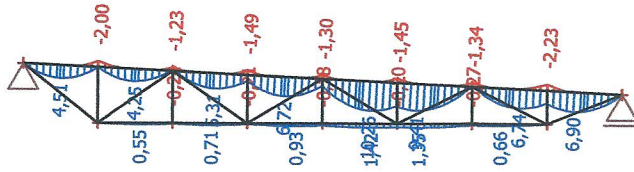


14. MAX N pásy

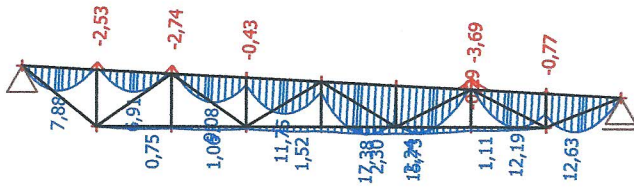


15. MAX M pásy

HALA

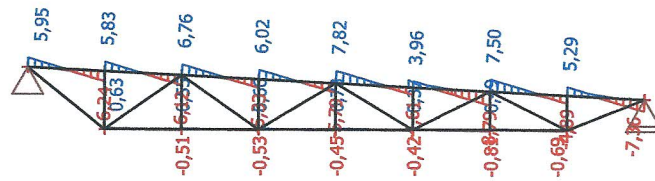


SHOWROOM

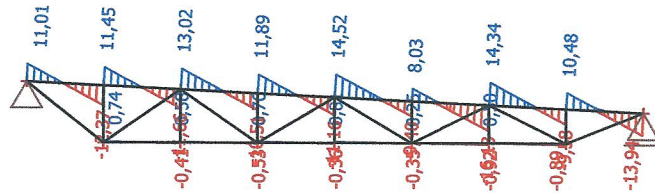


16. MAX V pásy

HALA

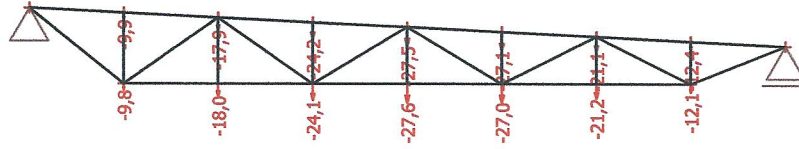


SHOWROOM

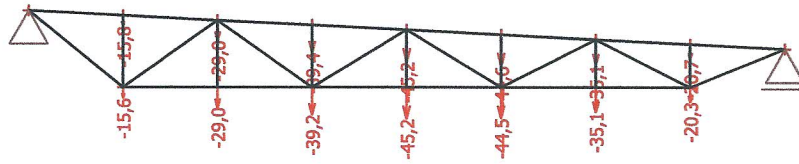
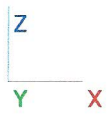


17. MSP průhyb

HALA



SHOWROOM



Posouzení prutů vazníku: TAH

rozhodující jsou vn. síly ve vazníku-showroom

prut	NEd [kN]	Profil	A [mm ²]	iy [mm]	iz [mm]	f _{yd} [MPa]	Nt,Rd [kN]	NEd/Nt,Rd		vyhovuje?
H	-					235				
S	494,49	HEB 120	3401	50,4	30,6	235	799,24	0,62	<1	OK
D1	209,40	TR 89x6,3	1637	29,3		235	384,70	0,54	<1	OK
D2	-					235				
D3	139,26	TR 89x6,3	1637	29,3		235	384,70	0,36	<1	OK
D4	-					235				
D5	5,19	TR 40x3,2	370	13,1		235	86,95	0,06	<1	OK
D6	55,59	TR 40x3,2	370	13,1		235	86,95	0,64	<1	OK
D7	-					235				
D8	310,37	TR 89x6,3	1637	29,3		235	384,70	0,81	<1	OK
V1	2,69	TR 40x3,2	370	13,1		235	86,95	0,03	<1	OK
V2	1,15	TR 40x3,2	370	13,1		235	86,95	0,01	<1	OK
V3	0,87	TR 89x6,3	1637	29,3		235	384,70	0,00	<1	OK
V4	1,22	TR 40x3,2	370	13,1		235	86,95	0,01	<1	OK
V5	0,93	TR 89x6,3	1637	29,3		235	384,70	0,00	<1	OK
V6	1,31	TR 40x3,2	370	13,1		235	86,95	0,02	<1	OK
V7	2,58	TR 40x3,2	370	13,1		235	86,95	0,03	<1	OK

použité vzorce:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

Posouzení prutů vazníků: TLAK

prut	N _{Ed} [kN]	Profil	A [mm ²]	i _v [mm]	i _z [mm]	f _{yd} [MPa]	L _{teor.} [mm]	L _{cr,y} [mm]	L _{cr,z} [mm]	λ _y	λ _z	λ ₁	A _{rel}	křivka X	N _{b,Rd} [kN]	N _{Ed} /N _{b,Rd}	vyhovuje?
H	500,34	IPE 270	4594	112,3	30,2	235	24030	3004	3004	26,75	99,47	93,90	1,06	b	615,37	0,81	<1 OK
S	-	-	-	-	-	235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D1	-	-	-	-	-	235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D2	176,98	TR 89x8,0	2036	28,8	-	235	3662	3296	3662	114,44	127,15	93,90	1,35	a	215,31	0,82	<1 OK
D3	-	-	-	-	-	235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D4	84,55	TR 89x6,3	1637	29,3	-	235	3499	3149	3499	107,48	119,42	93,90	1,27	a	184,65	0,46	<1 OK
D5	-	-	-	-	-	235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D6	-	-	-	-	-	235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D7	180,29	TR 89x6,3	1637	29,3	-	235	3354	3019	3354	103,02	114,47	93,90	1,22	a	200,04	0,90	<1 OK
D8	-	-	-	-	-	235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V1	27,90	TR 89x6,3	1637	29,3	-	235	2250	2025	2250	69,11	76,79	93,90	0,82	a	303,91	0,09	<1 OK
V2	0,39	TR 40x3,2	370	13,1	-	235	2100	1890	2100	144,27	160,31	93,90	1,71	a	26,09	0,01	<1 OK
V3	34,48	TR 89x6,3	1637	29,3	-	235	1950	1755	1950	59,90	66,55	93,90	0,71	a	326,99	0,11	<1 OK
V4	0,02	TR 40x3,2	370	13,1	-	235	1800	1620	1800	123,66	137,40	93,90	1,46	a	33,91	0,00	<1 OK
V5	26,93	TR 40x3,2	370	13,1	-	235	1650	1485	1650	113,36	125,95	93,90	1,34	a	40,00	0,67	<1 OK
V6	-	-	-	-	-	235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V7	33,22	TR 40x3,2	370	13,1	-	235	1350	1215	1350	92,75	103,05	93,90	1,10	a	52,17	0,64	<1 OK

použité vzorce:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

X...

$$A_{rel} = A_{yz} / A_1$$

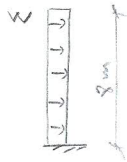
$$\lambda_{y/z} = L_{cr,y/z} / i$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \sqrt{(235 / f_{yd})}$$

dle tabulek... X

7. SLOUP

• návrh větveného sloupu



$$w_e \dots \text{příčný vítr } w_1 = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 6 \text{ m} = 2,52 \text{ kN/m}$$

$$w_2 = 0,19 \text{ kN/m}^2 \cdot 6 \text{ m} = 1,14 \text{ kN/m}$$

$$w_e = \frac{w_1 + w_2}{2} = \frac{2,52 + 1,14}{2} = 1,83 \text{ kN/m}$$

$$\frac{w_e H^4}{8EI_y} \leq \frac{H}{150}$$

$$\rightarrow I_y \geq \frac{150 w_e H^3}{8E} = \frac{150 \cdot 1,83 \cdot 8000^3}{8 \cdot 210000}$$

$$I_y \geq 83,66 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\dots \text{ návrh HEB 240 } \quad I_y = 112,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

• MSP

$$\text{dle SCIA Engineer } \delta_{\max} = 32,9 \text{ mm}$$

$$\delta_{\max} = 32,9 \text{ mm} < \delta_{\text{lim}} = \frac{H}{150} = \frac{8000}{150} = 53,3 \text{ mm} \checkmark$$

• MSÚ

$$\text{max. vnitřní síly } M_{Ed} = 85,70 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 143,31 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 25,83 \text{ kN}$$

$$L_{cr1} = 2,8 \text{ m} = 16 \text{ m}$$

$$L_{cr2} = 8 \text{ m}$$

→ posouzení - vzpěr

$$\lambda_y = \frac{L_{cr1}}{i_y}$$

$$\dots i_y = 103,7 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{16000}{103,7} = 155,2$$

$$\lambda_1 = 93,9 \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9 \sqrt{\frac{235}{235}} = 93,9$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{155,2}{93,9}$$

$$\bar{\lambda}_y = 1,65 \dots \text{číslo vzpěrné pevn. } b \rightarrow \alpha_y = 0,29 = \alpha_{\min}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z}$$

$$\dots i_z = 60,8 \text{ mm}$$

$$\lambda_z = \frac{8000}{60,8} = 131,6$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\alpha_1} = \frac{131,6}{93,9}$$

$$\bar{\lambda}_z = 1,40 \dots \text{břívka výpěrné pevn. } c \rightarrow \chi_z = 0,35$$

$$N_{g,rd} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$\dots A = 10600 \text{ mm}^2$$

$$N_{g,rd} = 0,29 \cdot 10600 \cdot 235$$

$$N_{g,rd} = 722,39 \text{ kN} > N_{Ed} = 143,39 \text{ kN} \quad \checkmark$$

→ posouzení - smyč

$$V_{pl,rd} = \frac{A_v \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$\dots A_v = 3320 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,rd} = \frac{3320 \cdot 235}{\sqrt{3}}$$

$$V_{pl,rd} = 450,45 \text{ kN} > V_{Ed} = 25,83 \text{ kN} \quad \checkmark$$

$$> 2 \cdot V_{Ed} = 51,66 \text{ kN} \quad \checkmark$$

→ posouzení - M+N

$$M_{N,rd} = M_{pl,rd} \left[1 - \left(\frac{N_{Ed}}{N_{pl,rd}} \right)^2 \right]$$

$$M_{pl,rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$W_{pl,y} = 1053 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$M_{pl,rd} = 1053 \cdot 10^6 \cdot 235 = 247,46 \text{ kNm} = M_{y,Re}$$

$$N_{pl,rd} = A \cdot f_{yd} = 10600 \cdot 235$$

$$N_{pl,rd} = 2497,0 \text{ kN} = N_{Re}$$

$$M_{N,rd} = 247,46 \cdot 10^6 \left[1 - \left(\frac{143310}{2497000} \right)^2 \right]$$

$$M_{N,rd} = 246,64 \text{ kNm} > M_{Ed} = 85,70 \text{ kNm} \quad \checkmark$$

→ posouzení - ohyb + tlak

• $M_{cr} \dots L = 8000 \text{ mm}$

$$k_z = 1,0$$

$$k_w = 0,7$$

$$c_{1,0} = 1,77$$

$$c_{1,1} = 1,85$$

$$K_{wt} = \frac{\pi}{2wL} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_T}}$$

$$\dots I_w = 486,9 \cdot 10^9 \text{ mm}^6$$

$$I_T = 1027 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$$

$$G = 81000 \text{ MPa}$$

$$K_{wt} = \frac{\pi}{0,7 \cdot 8000} \sqrt{\frac{210000 \cdot 486,9 \cdot 10^9}{81000 \cdot 1027 \cdot 10^3}}$$

$$K_{wt} = 0,622$$

$$c_1 = c_{1,0} + (c_{1,1} - c_{1,0}) K_{wt} = 1,77 + (1,85 - 1,77) \cdot 0,622$$

$$c_1 = 1,82$$

$$M_{cr} = \frac{c_1}{k_z} \sqrt{1 + K_{wt}^2} = \frac{1,82}{1,0} \sqrt{1 + 0,622^2}$$

$$M_{cr} = 2,14$$

$$M_{cr} = M_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_T}}{L}$$

$$\dots I_z = 39,23 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$M_{cr} = 2,14 \frac{\pi \sqrt{210000 \cdot 81000 \cdot 39,23 \cdot 10^6 \cdot 1027 \cdot 10^3}}{8000}$$

$$M_{cr} = 695,70 \text{ kNm}$$

$$\cdot \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1,053 \cdot 10^6 \cdot 235}{695,7 \cdot 10^6}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = 0,60 \dots \text{břívka vzpěrne' pruh} \dots h/b = 1 < 2 \dots a \rightarrow \underline{\lambda_{LT} = 0,89}$$

• souč. interakce k_{y_1}, k_{z_1}

$$c_{m_1} = 0,9$$

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

ψ ... poměr koncových momentů $\psi = 0$

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

$$\rightarrow k_{y_1} = c_{m_1} \left[1 + (\bar{\alpha}_1 - 0,2) \frac{N_{Ed}}{x_1 \cdot N_{RE}} \right] = 0,9 \left[1 + (1,65 - 0,2) \frac{143\,310}{0,29 \cdot 2491000} \right]$$

$$\underline{k_{y_1} = 1,16}$$

$$k_{y_1} \leq c_{m_1} \left[1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{x_1 \cdot N_{RE}} \right] = 0,9 \left[1 + 0,8 \frac{143\,310}{0,29 \cdot 2491000} \right]$$

$$\underline{k_{y_1} \leq 1,04}$$

$$\rightarrow \underline{k_{y_1} = 1,04}$$

$\rightarrow k_{z_1}$... pro průřez $t \cdot z_1$; $\bar{\alpha}_2 > 0,4$

$$k_{z_1} = \left[1 - \frac{0,1 \bar{\alpha}_2}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{x_2 \cdot N_{RE}} \right] = \left[1 - \frac{0,1 \cdot 1,4}{(0,6 - 0,25)} \cdot \frac{143\,310}{0,35 \cdot 2491000} \right]$$

$$\underline{k_{z_1} = 0,93}$$

$$k_{z_1} \geq \left[1 - \frac{0,1}{c_{mLT} - 0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{x_2 \cdot N_{RE}} \right] = \left[1 - \frac{0,1}{0,6 - 0,25} \cdot \frac{143\,310}{0,35 \cdot 2491000} \right]$$

$$\underline{k_{z_1} \geq 0,95}$$

$$\rightarrow \underline{k_{z_1} = 0,95}$$

$$\frac{N_{Ed}}{x_1 \cdot N_{RE}} + k_{y_1} \frac{M_{y,Ed}}{x_{LT} \cdot M_{y,RE}} \leq 1$$

$$\frac{143\,310}{0,29 \cdot 2491000} + 1,04 \frac{857 \cdot 10^6}{0,89 \cdot 24746 \cdot 10^6} \leq 1$$

$$\underline{0,60 < 1} \quad \checkmark$$

$$\frac{N_{Ed}}{x_2 \cdot N_{RE}} + k_{z_1} \frac{M_{z,Ed}}{x_{LT} \cdot M_{z,RE}} \leq 1$$

$$\frac{143\,310}{0,35 \cdot 2491000} + 0,95 \frac{857 \cdot 10^6}{0,89 \cdot 24746 \cdot 10^6} \leq 1$$

$$\underline{0,57 < 1} \quad \checkmark$$

8. STŘEDNÍ SLOUP - SHOWROOM

- většinou sloup kruhového průřezu

MSÚ

$$\begin{aligned} \text{max. vnitřní síly} \quad M_{Ed} &= 85,70 \text{ kNm} \\ N_{Ed} &= 4.134,28 \text{ kN} = 537,72 \text{ kN} \\ V_{Ed} &= 25,83 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$L_{cr} = 2,8 \text{ m} = 2800 \text{ mm}$$

návrh TR 406x16	$A = 19604 \text{ mm}^2$	$A_v = 12180 \text{ mm}^2$
	$I = 373,39 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$	
	$W = 1839,70^2 \text{ mm}^3$	
	$W_{pl} = 2435,70^2 \text{ mm}^3$	
	$i = 138 \text{ mm}$	

→ posouzení - vzpěr

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = \frac{28000}{138}$$

$$\lambda = 202,9$$

$$\lambda_1 = 93,9 \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9 \sqrt{\frac{235}{235}}$$

$$\lambda_1 = 93,9$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{202,9}{93,9}$$

$$\bar{\lambda} = 2,16 \dots \text{číslo vzpěrné pevn. a} \dots \alpha = 0,53$$

$$N_{b,rd} = \alpha A f_d = 0,53 \cdot 19604 \cdot 235$$

$$N_{b,rd} = 2447,68 \text{ kN} > N_{Ed} = 537,72 \text{ kN} \quad \checkmark$$

→ posouzení - smyč

$$V_{pl,rd} = \frac{A_v f_d}{\sqrt{3}} = \frac{12180 \cdot 235}{\sqrt{3}}$$

$$V_{pl,rd} = 1693,25 \text{ kN} > V_{Ed} = 25,83 \text{ kN} \quad \checkmark$$

→ posouzení - M+N

$$M_{N,rd} = M_{pl,rd} \left[1 - \left(\frac{N_{ed}}{N_{pl,rd}} \right)^2 \right]$$

$$M_{pl,rd} = W_{pl} \cdot f_{yd} = 2435000 \cdot 235$$

$$M_{pl,rd} = 572,23 \text{ kNm}$$

$$N_{pl,rd} = A \cdot f_{yd} = 19604 \cdot 235$$

$$N_{pl,rd} = 4606,91 \text{ kN}$$

$$M_{N,rd} = 572,23 \cdot 10^6 \left[1 - \left(\frac{537120}{4606910} \right)^2 \right]$$

$$M_{N,rd} = 564,45 \text{ kNm} > M_{Ed} = 85,70 \text{ kNm} \checkmark$$

MSP

- průhyb

$$s_{max} = \frac{w_e H^4}{8EI} = \frac{1,83 \cdot 8000^4}{8 \cdot 270000 \cdot 373,33 \cdot 10^6}$$

$$s_{max} = 48,8 \text{ mm} < s_{lim} = \frac{H}{250} = \frac{8000}{250} = 53,3 \text{ mm} \checkmark$$

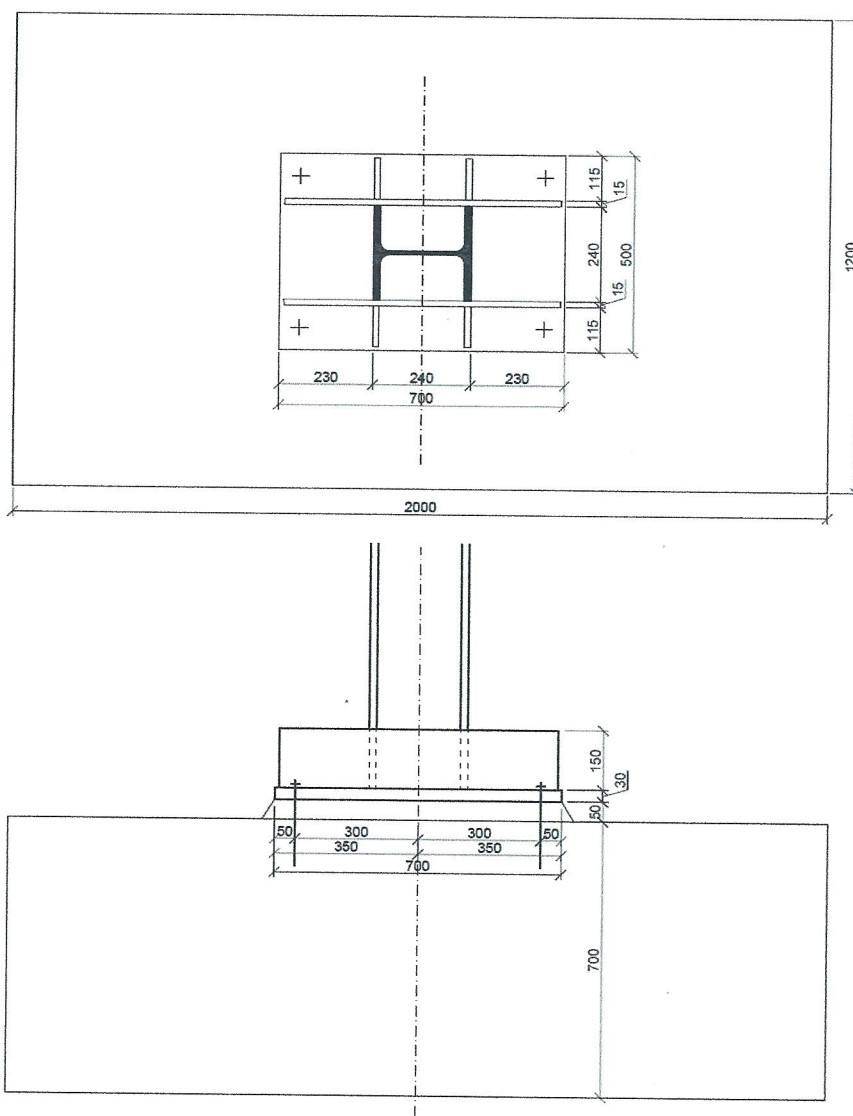
9. VETKNUTÁ PATKA SLOUPU

NEd 162,43 kN
MEd 85,70 kNm
VEd 25,83 kN

sloup HEA 240

Parametry patky:

betonová patka	ac	2000 mm
	bc	1200 mm
	h	700 mm
beton C16/20	f _{ck}	16 MPa
	γ _c	1,50
patní plech	a	700 mm
	b	500 mm
	t _p	30 mm
výztuhy	tv	15 mm



započítatelné rozměry bet. patky

$$a_1 = \min(ac; 3a; a+h)$$

$$a_1 = \min(2000 \quad 2100 \quad 1400)$$

$$a_1 = 1400 \text{ mm}$$

$$b_1 = \min(bc; 3b; b+h)$$

$$b_1 = \min(1200 \quad 1500 \quad 1200)$$

$$b_1 = 1200 \text{ mm}$$

součinitel koncentrace napětí

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 b_1}{ab}}$$

$$k_j = \sqrt{\frac{1400 \cdot 1200}{700 \cdot 500}}$$

$$k_j = 2,19$$

návrhová pevnost betonu

$$f_{jd} = \frac{2k_j f_{ck}}{3\gamma_c}$$

$$f_{jd} = \frac{2 \cdot 2,19 \cdot 16}{3 \cdot 1,5}$$

$$f_{jd} = 15,6 \text{ MPa}$$

přesah desky

$$c = t_p \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{3f_{jd}}}$$

$$c = 30 \cdot \sqrt{\frac{235}{3 \cdot 15,6}}$$

$$c = 67,3 \text{ mm}$$

účinná šířka patního plechu

$$b_{eff} = 2 \cdot t_v + 4 \cdot c$$

$$b_{eff} = 2 \cdot 15 + 4 \cdot 67,3$$

$$b_{eff} = 299 \text{ mm}$$

excentricita působíště normálové síly

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

$$e = \frac{85700000}{162430}$$

$$e = 528 \text{ mm}$$

délka tlačené oblasti x

$$N_{Ed}(e+r) = N_c(r+a/2-x/2)$$

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

$$b_{eff} f_{jd} x^2 - b_{eff} f_{jd} (2r+a)x + 2N_{Ed}(e+r) = 0$$

$$299 \cdot 15,6 \cdot x^2 - 299 \cdot 15,6 \cdot (2 \cdot 300 + 700) \cdot x + 2 \cdot 162430 \cdot (528 + 300) = 0$$

$$\rightarrow x = 45,99 \text{ mm}$$

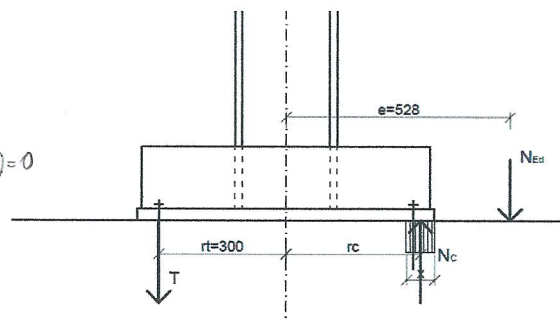
$$N_c = 299 \cdot 45,99 \cdot 15,6$$

$$N_c = 214,29 \text{ kN}$$

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

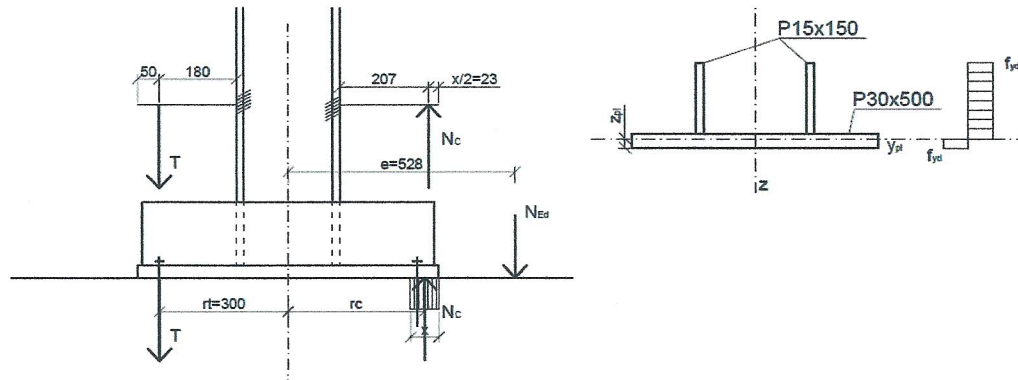
$$T = 214,29 - 162,43$$

$$T = 51,86 \text{ kN}$$



Únosnost šroubůnávrh **2xM20 S235** A_s 245 mm^2 *lepené do vrtaných otvorů*

únosnost jednoho šroubu v tahu

 $F_{t,Rd} = 0,8 A_s f_{yd}$ $F_{t,Rd} = 0,8 * 245 * 235$ $F_{t,Rd} \quad 46,06 \text{ kN} \quad \dots \quad 2 * F_{t,Rd} = \quad 92,12 \text{ kN} \quad > \quad T = \quad 51,86 \text{ kN} \quad \text{OK}$ Průřez patkyrozhoduje tlač. strana patky pro $N_c = 214,29 \text{ kN}$ $M_p = M_c = N_c * 0,207$ $M_p = M_c = 44,358 \text{ kNm}$ $V_p = N_c \quad 214,29 \text{ kN}$ $A = b * t_p + 2 * t_v * 150$ $A = 500 * 30 + 2 * 15 * 150$ $A \quad 19500 \text{ mm}^2$

plastická n.o.

 $Z_{pl} = A / 2 * b$ $Z_{pl} = 19500 / 2 * 500$ $Z_{pl} \quad 19,5 \text{ mm}$ zatřídění $c/t = 150/15$ $c/t \quad 10 \rightarrow$ tř. 2, lze počítat s plast. průř. modulem $W_{pl,y} = (z_{pl}^2 + (t_p - z_{pl})^2) * b / 2 + 2 * t_v * 150 * (150/2 + t_p - z_{pl})$ $W_{pl,y} = (19,5^2 + (30 - 19,5)^2) * 500 / 2 + 2 * 15 * 150 * (150/2 + 30 - 19,5)$ $W_{pl,y} \quad 507375 \text{ mm}^3$ $M_{pl,Rd} = W_{pl,y} f_{yd}$ $M_{pl,Rd} = 507375 * 235$ $M_{pl,Rd} \quad 119,23 \text{ kNm}$ $V_{pl,Rd} = (A_v f_{yd}) / \sqrt{3}$ $V_{pl,Rd} = (2 * 15 * 150 * 235) / \sqrt{3}$ $V_{pl,Rd} \quad 610,55 \text{ kN}$ Posouzení $V_{pl,Rd} = 610,55 \text{ kN} \quad > \quad V_p = 214,29 \text{ kN} \quad \text{OK}$ $V_{pl,Rd} = 610,55 \text{ kN} \quad > \quad 2 * V_p = 428,58 \text{ kN} \quad \text{OK, malý smyk}$ $M_{pl,Rd} = 119,23 \text{ kNm} \quad > \quad M_p = 44,358 \text{ kNm} \quad \text{OK}$

Připojení podélných výztuh k patnímu plechu

návrh koutové svary $a_w = 5$ mm
dva svary na jednu výztuhu P15

$$A_{we} = 4 \cdot 5 \cdot 630$$

$$A_{we} = 12\,600 \text{ mm}^2$$

$$I_{we} = (4 \cdot 5 \cdot 630^3) / 12$$

$$I_{we} = 416\,745\,000 \text{ mm}^4$$

pružné parametry průřezu patky

	A [mm ²]	z _i [mm]	I _{y,i} [mm ⁴]	A ² z _i [mm ³]	A(z _i -z _T) ² [mm ⁴]
patní plech	15000	15	1125000	225000	6470893,5
15*150	2250	105	42188	236250	10783784,03
Σ	17250		1167188	461250	17254677,53

$$z_T = 35,77 \text{ mm} \quad z \dots \text{ od spodní hrany}$$

$$I_y = 62\,550\,000 \text{ mm}^4$$

$$S_{f,y} = 500 \cdot 30 \cdot (35,77 - 15)$$

$$S_{f,y} = 311\,550 \text{ mm}^3$$

Napětí ve svarech v 1-1

$$\tau_{||} = \frac{V_{Ed}}{A_{we}} + \frac{V_p \cdot S_{f,y}}{I_y \cdot 4 \cdot a_{we}}$$

$$\tau_{||} = \frac{25830}{12600} + \frac{214290 \cdot 311550}{62550000 \cdot 4 \cdot 5}$$

$$\tau_{||} = 55,42 \text{ MPa}$$

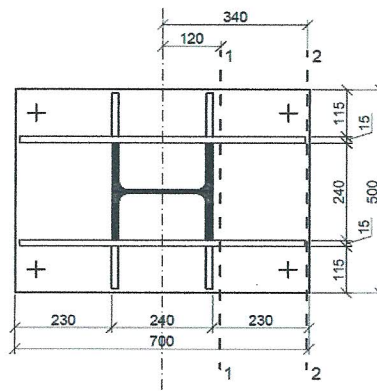
$$\sigma_{we} = \frac{N_{Ed}}{A_{we}} + \frac{M_{Ed} \cdot x_i}{I_{we}}$$

$$\sigma_{we} = \frac{162430}{12600} + \frac{85700000 \cdot 120}{416745000}$$

$$\sigma_{we} = 37,57 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = 37,57 / \sqrt{2}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = 26,56 \text{ MPa}$$



$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} = \sqrt{26,56^2 + 3 \cdot (26,56^2 + 55,42^2)} = 109,71 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 \cdot 1,25} = 360 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

Napětí ve svarech v 2-2

$$\tau_{||} = \frac{V_{Ed}}{A_{we}} + \frac{V_p \cdot S_{f,y}}{I_y \cdot 4 \cdot a_{we}}$$

$$\tau_{||} = \frac{25830}{12600} + 0$$

$$\tau_{||} = 2,05 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{we} = \frac{N_{Ed}}{A_{we}} + \frac{M_{Ed} \cdot x_i}{I_{we}}$$

$$\sigma_{we} = \frac{162430}{12600} + \frac{85700000 \cdot 340}{416745000}$$

$$\sigma_{we} = 82,81 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = 82,81 / \sqrt{2}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = 58,56 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} = \sqrt{58,56^2 + 3 \cdot (58,56^2 + 2,05^2)} = 117,16 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 \cdot 1,25} = 360 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

Přenos posouvající síly do betonové patky

přenos třením mezi plechem a betonem

souč. tření $\mu = 0,2$

$$\mu N_{Ed} = 0,2 * 162,43$$

$$\mu N_{Ed} \quad 32,486 \text{ kN} > V_{Ed} \quad 25,83 \text{ kN} \quad \text{OK, není potřeba navrhovat zarážku}$$

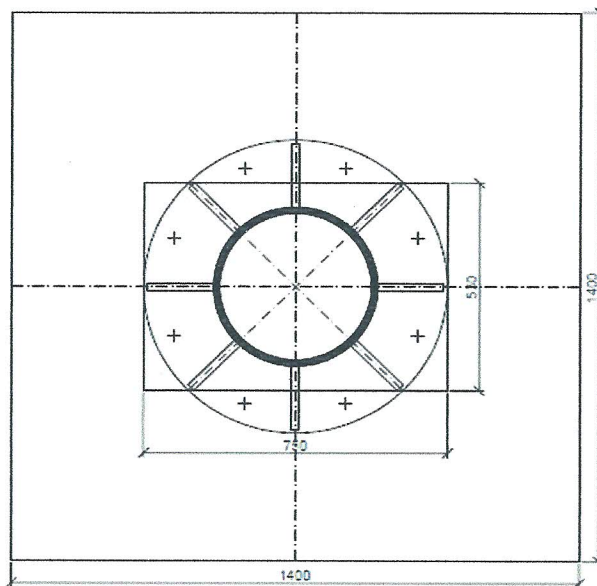
10. VETKNUTÁ PATKA STŘEDNÍHO SLOUPU - SHOWROOM

NEd 603,84 kN
MEd 128,08 kNm
VEd 31,13 kN

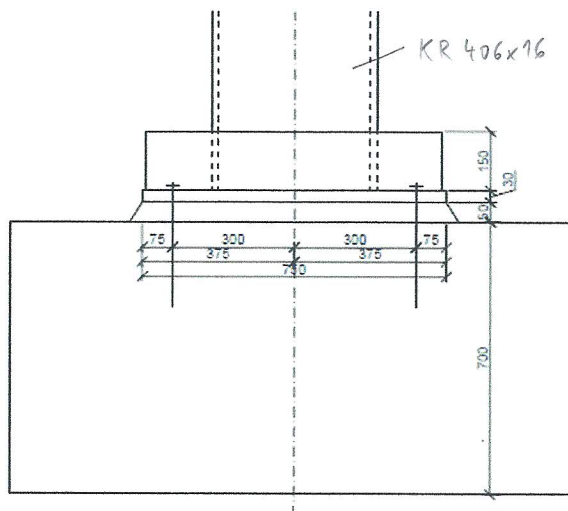
sloup Kř406X16

Parametry patky:

betonová patka	ac	1400 mm
	bc	1400 mm
	h	700 mm
	beton C16/20	f _{ck} 16 MPa
		γ _c 1,50
patní plech	a	750 mm
	b	530 mm
	t _p	30 mm
výztuhy	t _v	20 mm



→ zjednodušení - obdélníková patka



Únosnost šroubů

návrh **2xM27 S235** As 459 mm²

lepene do vrtaných otvorů

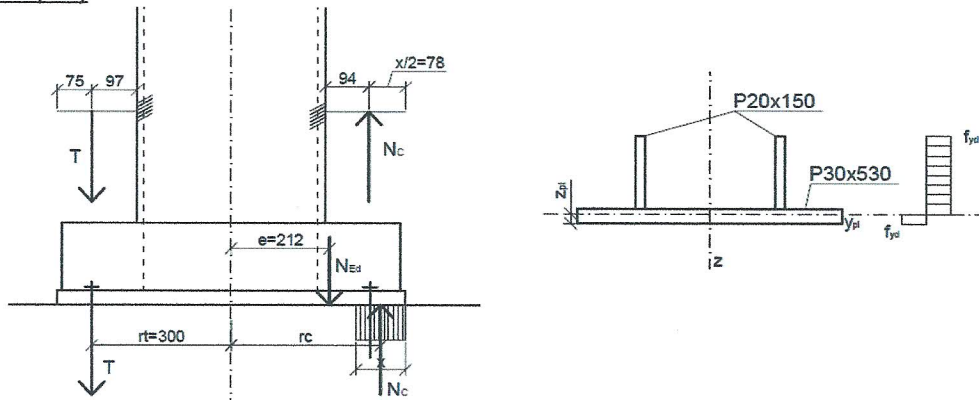
únosnost jednoho šroubu v tahu

$F_{t,Rd} = 0,8 A_s f_{yd}$

$F_{t,Rd} = 0,8 \cdot 459 \cdot 235$

$F_{t,Rd} = 86,29 \text{ kN} \quad \dots \quad 2 \cdot F_{t,Rd} = 172,58 \text{ kN} \quad > \quad T = 129,07 \text{ kN} \quad \text{OK}$

Průřez patky



rozhoduje tlač. strana patky pro $N_c = 732,91 \text{ kN}$

$M_p = M_c = N_c \cdot 0,094$

$M_p = M_c = 68,893 \text{ kNm}$

$V_p = N_c = 732,91 \text{ kN}$

$A = b \cdot t_p + 2 \cdot t_v \cdot 150$

$A = 530 \cdot 30 + 2 \cdot 20 \cdot 150$

$A = 21900 \text{ mm}^2$

plastická n.o.

$z_{pl} = A/2 \cdot b$

$z_{pl} = 21900/2 \cdot 530$

$z_{pl} = 20,66 \text{ mm}$

zatřídění

$c/t = 150/20$

$c/t = 7,5 \rightarrow$ tř. 1, lze počítat s plast. průř. modulem

$W_{pl,y} = (z_{pl}^2 + (t_p - z_{pl})^2) \cdot b/2 + 2 \cdot t_v \cdot 150 \cdot (150/2 + t_p - z_{pl})$

$W_{pl,y} = (20,66^2 + (30 - 20,66)^2) \cdot 530/2 + 2 \cdot 20 \cdot 150 \cdot (150/2 + 30 - 20,66)$

$W_{pl,y} = 642269 \text{ mm}^3$

$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$

$M_{pl,Rd} = 642269 \cdot 235$

$M_{pl,Rd} = 150,93 \text{ kNm}$

$V_{pl,Rd} = (A_v \cdot f_{yd})/3$

$V_{pl,Rd} = (2 \cdot 20 \cdot 150 \cdot 235)/3$

$V_{pl,Rd} = 814,06 \text{ kN}$

Posouzení

$V_{pl,Rd} = 814,06 \text{ kN} > V_p = 732,91 \text{ kN} \quad \text{OK}$

$V_{pl,Rd} = 814,06 \text{ kN} < 2 \cdot V_p = 1465,8 \text{ kN} \quad \text{OK, velký smyk}$

$M_{pl,Rd} = 150,93 \text{ kNm} > M_p = 68,893 \text{ kNm} \quad \text{OK}$

Připojení podélných výtuh k patnímu plechu

návrh koutové svary $a_w = 5$ mm
dva svary na jednu výtuhu P20

$$A_{we} = 4 \cdot 5 \cdot 680$$

$$A_{we} = 13\,600 \text{ mm}^2$$

$$I_{we} = (4 \cdot 5 \cdot 680^3) / 12$$

$$I_{we} = 524\,053\,333 \text{ mm}^4$$

pružné parametry průřezu patky

	A [mm ²]	z _i [mm]	I _{y,i} [mm ⁴]	A [*] z _i [mm ³]	A(z _i -z _T) ² [mm ⁴]
patní plech	15900	15	1192500	238500	9669038,04
20*150	3000	105	100000	315000	12807946,8
Σ	18900		1292500	553500	22476984,84

$$z_T = 39,66 \text{ mm} \quad z \dots \text{ od spodní hrany}$$

$$I_y = 82\,170\,000 \text{ mm}^4$$

$$S_{f,y} = 530 \cdot 30 \cdot (39,66 - 15)$$

$$S_{f,y} = 392\,094 \text{ mm}^3$$

Napětí ve svarech v 1-1

$$\tau_{||} = \frac{V_{Ed}}{A_{we}} + \frac{V_p \cdot S_{f,y}}{I_y \cdot 4 \cdot a_{we}}$$

$$\tau_{||} = \frac{31130}{13600} + \frac{732910 \cdot 392094}{82170000 \cdot 4 \cdot 5}$$

$$\tau_{||} = 177,15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{we} = \frac{N_{Ed}}{A_{we}} + \frac{M_{Ed} \cdot x_i}{I_{we}}$$

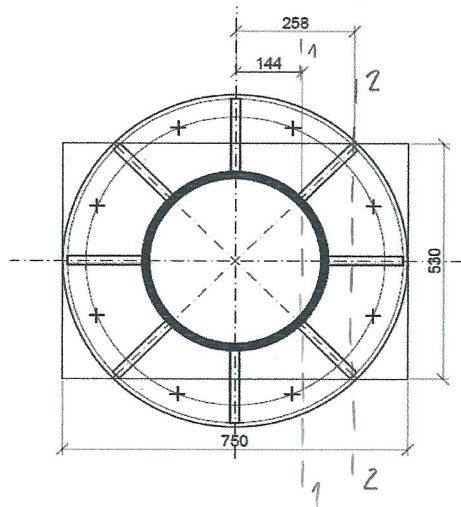
$$\sigma_{we} = \frac{603840}{13600} + \frac{128080000 \cdot 144}{524053333}$$

$$\sigma_{we} = 79,59 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = 79,59 / \sqrt{2}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = 56,28 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} = \sqrt{56,28^2 + 3 \cdot (56,28^2 + 177,15^2)} = 326,83 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 \cdot 1,25} = 360 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

**Napětí ve svarech v 2-2**

$$\tau_{||} = \frac{V_{Ed}}{A_{we}} + \frac{V_p \cdot S_{f,y}}{I_y \cdot 4 \cdot a_{we}}$$

$$\tau_{||} = \frac{31130}{13600} + 0$$

$$\tau_{||} = 2,29 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{we} = \frac{N_{Ed}}{A_{we}} + \frac{M_{Ed} \cdot x_i}{I_{we}}$$

$$\sigma_{we} = \frac{603840}{13600} + \frac{128080000 \cdot 258}{524053333}$$

$$\sigma_{we} = 107,46 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = 107,46 / \sqrt{2}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = 75,98 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} = \sqrt{75,98^2 + 3 \cdot (75,98^2 + 2,29^2)} = 152,02 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 \cdot 1,25} = 360 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

Smyková zarážka

HEB 100

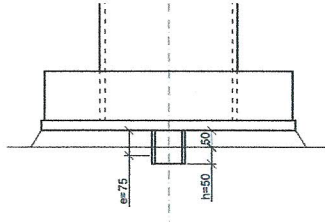
$A_{v,z} = 900 \text{ mm}^2$
 $W_{pl,y} = 104200 \text{ mm}^3$

potřebná délka smyk. zarážky

$h > \frac{F_{v,Ed}}{b \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}}$ b.. šířka pásnice zarážky
 $b = 100 \text{ mm}$

$h > \frac{31130}{100 \cdot \frac{16}{1,5}}$

$h > 29 \text{ mm}$
 $h = 50 \text{ mm}$



Posouzení smyk

$V_{Rd} = A_{vz} \cdot f_{yd} / \sqrt{3}$

$V_{Rd} = 900 \cdot 235 / \sqrt{3}$

$V_{Rd} = 122,11 \text{ kN} > V_{Ed} = 31,13 \text{ kN} \quad \text{OK}$

$V_{Rd} = 122,11 \text{ kN} > 2 \cdot V_{Ed} = 62,26 \text{ kN} \quad \text{OK, malý smyk}$

Posouzení ohyb

$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$

$M_{pl,Rd} = 24,49 \text{ kNm} > M_{Ed} = F_{v,Ed} \cdot e$

$M_{Ed} = 31130 \cdot (50 + 50/2)$

$M_{pl,Rd} = 24,49 \text{ kNm} > M_{Ed} = 2,33 \text{ kNm}$

Svarový přípoj zarážky k patnímu plechu

$I_w = 3,38E+09 \text{ mm}^6$

$a = 4 \text{ mm}$

posouzení v bodě 1

$l = 56 \text{ mm}$

$\tau_{||} = \frac{F_{v,Ed}}{2 \cdot a \cdot l}$

$\tau_{||} = \frac{31130}{2 \cdot 4 \cdot 56}$

$\tau_{||} = 69,49 \text{ MPa}$



$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{F_{v,Ed} \cdot e}{\sqrt{2} \cdot \frac{I_w}{z_1}}$

$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{31130 \cdot (50 + \frac{50}{2})}{\sqrt{2} \cdot \frac{3380000000}{56/2}}$

$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = 0,01 \text{ MPa}$

$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} = \sqrt{0,01^2 + 3 \cdot (0,01^2 + 69,49^2)} = 120,35 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,9 \cdot 1,25} = 500,00 \text{ MPa} \quad \text{OK}$

$\sigma_{\perp} = 0,01 \text{ MPa} \leq \frac{0,9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 360}{1,25} = 259,20 \text{ MPa} \quad \text{OK}$

posouzení v bodě 2

$l = 100 \text{ mm}$

$\tau_{||} = 0,00 \text{ MPa}$

$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{F_{v,Ed} \cdot e}{\sqrt{2} \cdot \frac{I_w}{z_2}}$

$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{31130 \cdot (50 + \frac{50}{2})}{\sqrt{2} \cdot \frac{3380000000}{100/2}}$

$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = 0,02 \text{ MPa}$

$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} = \sqrt{0,02^2 + 3 \cdot (0,02^2 + 0^2)} = 0,03 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,9 \cdot 1,25} = 500,00 \text{ MPa} \quad \text{OK}$

$\sigma_{\perp} = 0,02 \text{ MPa} \leq \frac{0,9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 360}{1,25} = 259,20 \text{ MPa} \quad \text{OK}$

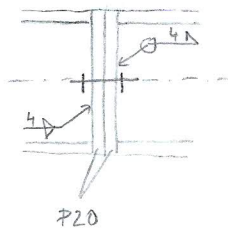
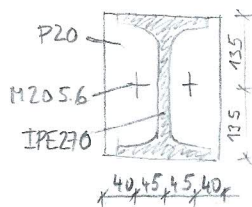
11. MONTÁŽNÍ STYK

→ Horní pás - IPE 270

 $N_{ed, max} = -500,34 \text{ kN}$, k tahu v záklne \rightarrow komb. medocházei

kontaktní styk s oprac. stýčnými ploch

návrh 2x M20 5.6

 $F_{y, RA, 2} = 50,7 \text{ kN}$ ún. v tahu

tlak se přenese kontaktem

tahu se v komb. neustýčuje $\rightarrow F_{y, RA} = 101,4 \text{ kN} > N_{ed, 10} = 0$ ✓

→ Dolní pás - HEB 120

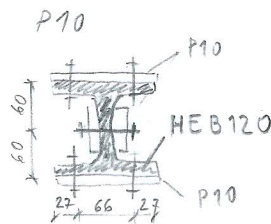
$$N_{Ed,max} = 499,49 \text{ kN}$$

příložkový styk

Šrouby M16 S.6

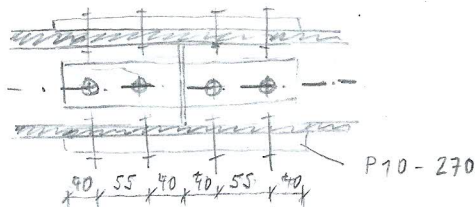
$$F_{y,Rd} = 32,5 \text{ kN} \text{ ún. ve střihu v zábitu, jednovrstř.}$$

$$F_{b,Rd} = 73,6 \text{ kN} \text{ ún. v otláčení, doporučené rozst.}$$



potřebný počet šroubů n

$$n = \frac{499,49}{32,5} = 15,2 \rightarrow \underline{20 \text{ šroubů}}$$



$$20 \cdot F_{y,Rd} \geq N_{Ed,max}$$

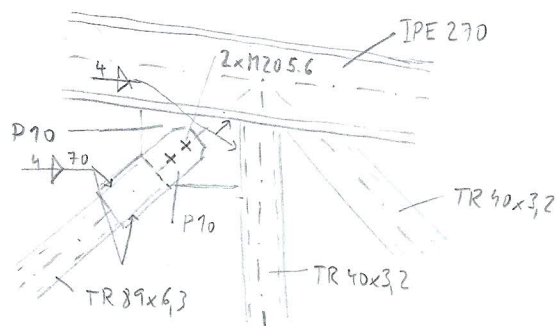
$$\underline{6500 \text{ kN} > 499,49 \text{ kN} \checkmark}$$

→ Diagonála

$$N_{Ed,max} = 5,79 \text{ kN}$$

šrouby 2x M20 S.6

→ bezpečně vyhoví ✓



PŘÍPOJ - diagonály

- přípoje svařované, bez stýčnicových plechů, provedené kant. svaz
- posouzení nejvíce namáhané diagonály D_8

$$N_{Ed} = D_8 = 319,37 \text{ kN}$$

$$TR 89 \times 6,3$$

délka svaru - elipsa

$$l \sim \pi \left[\frac{3}{4} (c+d) - \frac{1}{2} \sqrt{cd} \right]$$

$$c = \frac{d}{\sin \alpha} = \frac{89}{\sin 22^\circ}$$

$$c = 238 \text{ mm}$$

$$l = \pi \left[\frac{3}{4} (238 + 89) - \frac{1}{2} \sqrt{238 \cdot 89} \right]$$

$$l = 535 \text{ mm}$$

návrh. smyč. pevnost

$$f_{vwd} = \frac{f_v}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{360}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,25}$$

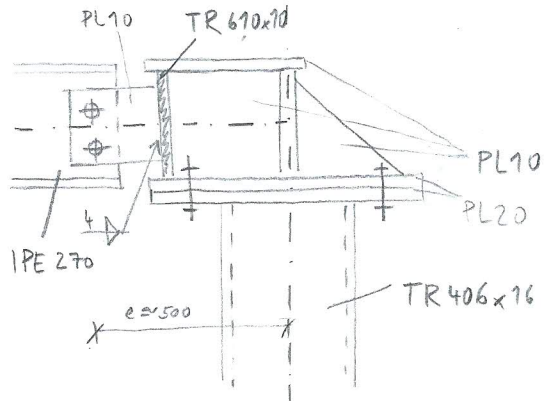
$$f_{vwd} = 183,75 \text{ MPa}$$

únosnost svaru

$$F_{v,rd} = a \cdot l \cdot f_{vwd} = 4 \cdot 535 \cdot 183,75$$

$$F_{v,rd} = 395,37 \text{ kN} > N_{Ed} = 319,37 \text{ kN} \checkmark$$

PŘÍPOJ - vazníky na střední sloup-showroom



posouzení stř. sloupu - přidavný M kvůli excentricitě přípoje

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Ra}} + \frac{N_{Ed} \cdot e}{M_{pl,Ra}} \leq 1$$

$$\frac{537120}{4606970} + \frac{537120 \cdot 500}{572230000} \leq 1$$

$$0,59 < 1 \quad \checkmark$$

přepočít vektanté' patky

přepočít: **VETKNUTÁ PATKA STŘEDNÍHO SLOUPU - SHOWROOM**

NEd 603,84 kN

MEd 396,64 kNm ... zvětrání Med ulivem exc. připoje varzníku

VEd 31,13 kN

sloup KR406X16

Parametry patky:

betonová patka ac 1600 mm

bc 1600 mm

h 700 mm

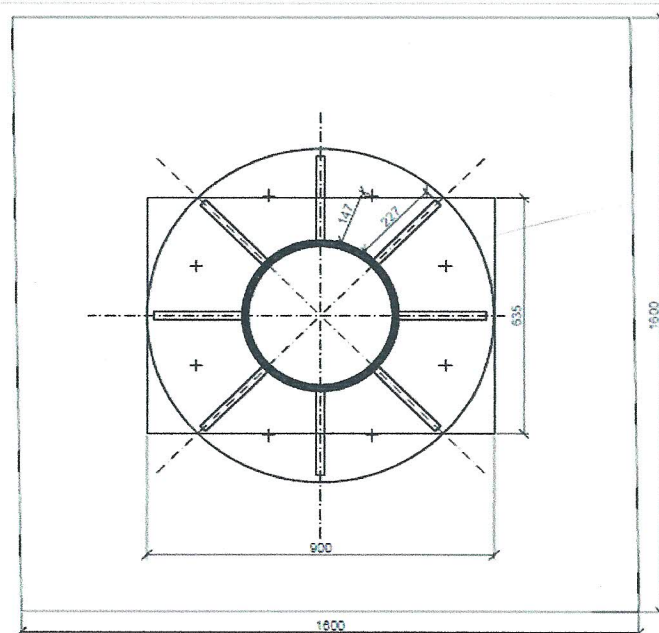
beton C16/20 fck 16 MPa

 γ_c 1,50patní plech a 950 mm S355 fu= ~~360~~⁵¹⁰ MPa

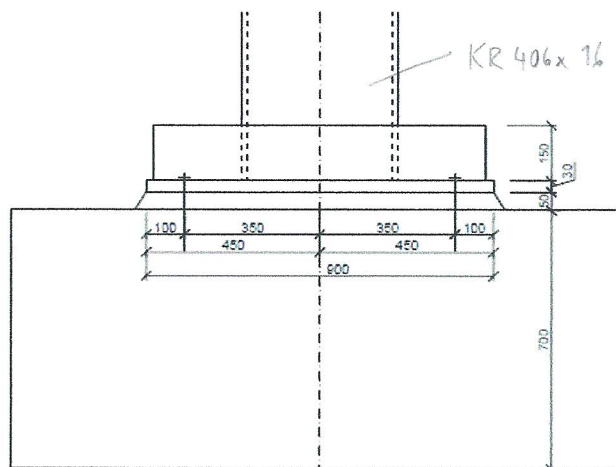
b 635 mm

tp 30 mm

výztuhy tv 20 mm



zjednod. → obdélníkový plech



započítatelné rozměry bet. patky

$$a_1 = \min(ac; 3a; a+h)$$

$$a_1 = \min(1600 \quad 2850 \quad 1650)$$

$$a_1 = 1600 \text{ mm}$$

$$b_1 = \min(bc; 3b; b+h)$$

$$b_1 = \min(1600 \quad 1905 \quad 1335)$$

$$b_1 = 1335 \text{ mm}$$

součinitel koncentrace napětí

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 b_1}{ab}}$$

$$k_j = \sqrt{\frac{1600 \cdot 1330}{950 \cdot 635}}$$

$$k_j = 1,88$$

návrhová pevnost betonu

$$f_{jd} = \frac{2k_j f_{ck}}{3\gamma_c}$$

$$f_{jd} = \frac{2 \cdot 1,88 \cdot 16}{3 \cdot 1,5}$$

$$f_{jd} = 13,4 \text{ MPa}$$

přesah desky

$$c = t_p \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{3f_{jd}}}$$

$$c = 30 \cdot \sqrt{\frac{235}{3 \cdot 13,4}}$$

$$c = 72,6 \text{ mm}$$

účinná šířka patního plechu

$$b_{eff} = 2 \cdot t_v + 4 \cdot c$$

$$b_{eff} = 2 \cdot 20 + 4 \cdot 72,6$$

$$b_{eff} = 330 \text{ mm}$$

excentricita působení normálové síly

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

$$e = \frac{396640000}{603840}$$

$$e = 657 \text{ mm}$$

délka tlačené oblasti x

$$N_{Ed}(e+r) = N_c(r+a/2-x/2)$$

$$N_c = b_{eff} \cdot f_{jd}$$

$$b_{eff} f_{jd} x^2 - b_{eff} f_{jd} (2r+a)x + 2N_{Ed}(e+r) = 0$$

$$330 \cdot 13,4 \cdot x^2 - 330 \cdot 13,4 \cdot (2 \cdot 350 + 950) \cdot x + 2 \cdot 603840 \cdot (657 + 350) = 0$$

$$\rightarrow x = 188,2 \text{ mm}$$

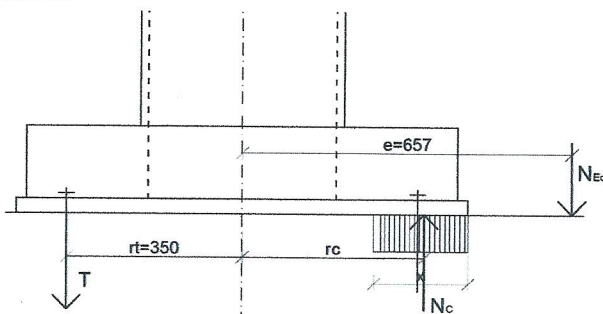
$$N_c = 330 \cdot 188,2 \cdot 13,4$$

$$N_c = 831,82 \text{ kN}$$

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

$$T = 831,82 - 603,84$$

$$T = 227,98 \text{ kN}$$



05/2017

Kristýna Holá

Doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

62

Datum / Date

Početila / Calculated by

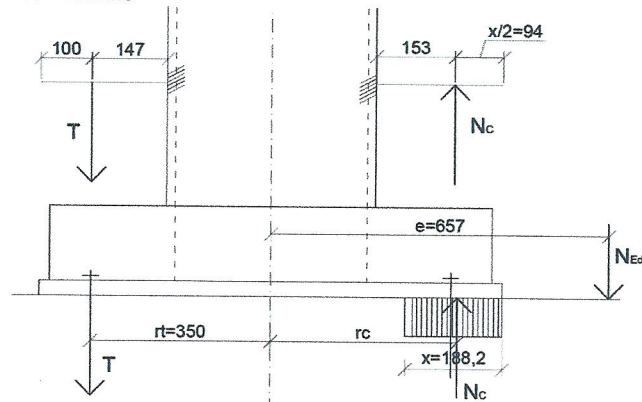
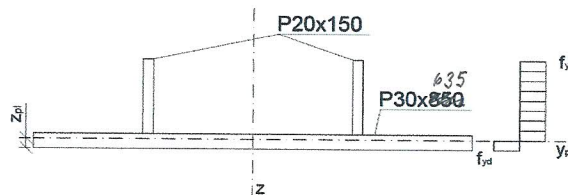
Kontrola / Checked by

Strana / Page

Únosnost šroubůnávrh 2x M 36x3 S235 As 865 mm²

lepenc' do vrtaných otvorů

únosnost jednoho šroubu v tahu

 $F_{t,Rd}=0,8 A_s f_{yd}$ $F_{t,Rd}=0,8 \cdot 865 \cdot 235$ $F_{t,Rd} \quad 162,62 \text{ kN} \quad \dots \quad 2 \cdot F_{t,Rd} = \quad 325,24 \text{ kN} \quad > \quad T = \quad 227,98 \text{ kN} \quad \text{OK}$ Průřez patkyrozhoduje tlač. strana patky pro $N_c=831,82 \text{ kN}$ $M_p=M_c= N_c \cdot 0,153$ $M_p=M_c= 127,27 \text{ kNm}$ $V_p=N_c \quad 831,82 \text{ kN}$ $A=b \cdot t_p + 2 \cdot t_v \cdot 150$ $A=635 \cdot 30 + 2 \cdot 20 \cdot 150$ $A \quad 25050 \text{ mm}^2$ 

plastická n.o.

 $z_{pl}=A/2 \cdot b$ $z_{pl}=25050/2 \cdot 635$ $z_{pl} \quad 19,72 \text{ mm} \quad \dots \text{ procházím patním plechem} \rightarrow \text{ sv. výtuhy rovnoměrně tlač.}$ zatřídění $c/t=150/20$ $c/t \quad 10 \leq 10\epsilon=10 \quad \rightarrow \text{ tř. 2, lze počítat s plast. průř. modulem}$ $W_{pl,y}=(z_{pl}^2+(t_p-z_{pl})^2) \cdot b/2 + 2 \cdot t_v \cdot 150 \cdot (150/2+t_p-z_{pl})$ $W_{pl,y}=(19,72^2+(30-19,72)^2) \cdot 635/2 + 2 \cdot 20 \cdot 150 \cdot (150/2+30-19,72)$ $W_{pl,y} \quad 668702 \text{ mm}^3$ $M_{pl,Rd}=W_{pl,y} f_{yd}$ $M_{pl,Rd}=668702 \cdot 355$ $M_{pl,Rd} \quad 237,39 \text{ kNm}$ $V_{pl,Rd}=(A_v f_{yd})/3$ $V_{pl,Rd}=(2 \cdot 20 \cdot 150 \cdot 355)/3$ $V_{pl,Rd} \quad 1229,8 \text{ kN}$ Posouzení $V_{pl,Rd}= 1229,8 \text{ kN} \quad > \quad V_p= 831,82 \text{ kN} \quad \text{OK}$ $V_{pl,Rd}= 1229,8 \text{ kN} \quad < \quad 2 \cdot V_p= 1663,6 \text{ kN} \quad \text{OK, velký smyk}$ $M_{pl,Rd}= 237,39 \text{ kNm} \quad > \quad M_p= 127,27 \text{ kNm} \quad \text{OK}$

Připojení podélných výztuh k patnímu plechu

návrh koutové svary $a_w = 7$ mm
dva svary na jednu výztuhu P20

$$A_{we} = 4 \cdot 7 \cdot 860$$

$$A_{we} = 24\,080 \text{ mm}^2$$

$$I_{we} = (4 \cdot 7 \cdot 860^3) / 12$$

$$I_{we} = 1\,484\,130\,667 \text{ mm}^4$$

pružné parametry průřezu patky

	A [mm ²]	z _i [mm]	I _{y,i} [mm ⁴]	A ² z _i [mm ³]	A(z _i -z _T) ² [mm ⁴]
patní plech	19050	15	1428750	285750	8863296,345
20*150	3000	105	100000	315000	14047994,7
Σ	22050		1528750	600750	22911291,05

$$z_T = 36,57 \text{ mm} \quad z \dots \text{ od spodní hrany}$$

$$I_{y,y} = 83\,065\,199 \text{ mm}^4$$

$$S_{r,y} = 635 \cdot 30 \cdot (36,57 - 15)$$

$$S_{r,y} = 410908,5 \text{ mm}^3$$

Napětí ve svarech v 1-1

$$\tau_{||} = \frac{V_{Ed}}{A_{we}} + \frac{V_p \cdot S_{f,y}}{I_y \cdot 4 \cdot a_{we}}$$

$$\tau_{||} = \frac{31130}{24080} + \frac{692940 \cdot 410909}{83065199 \cdot 4 \cdot 7}$$

$$\tau_{||} = 148,25 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{we} = \frac{N_{Ed}}{A_{we}} + \frac{M_{Ed} \cdot x_i}{I_{we}}$$

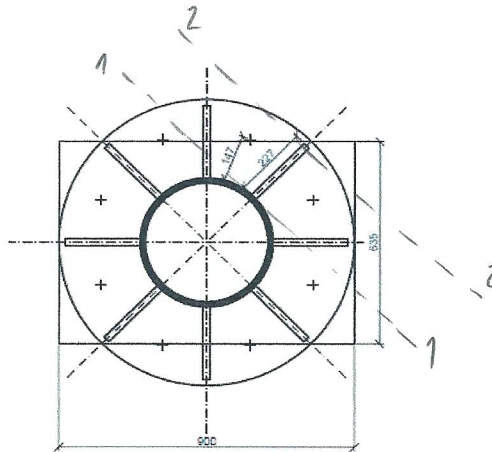
$$\sigma_{we} = \frac{603840}{24080} + \frac{396640000 \cdot 203}{83065199}$$

$$\sigma_{we} = 79,33 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = 79,33 / \sqrt{2}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = 56,09 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} = \sqrt{56,09^2 + 3 \cdot (56,09^2 + 148,25^2)} = 280,22 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{510}{0,9 \cdot 1,25} = 453,33 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$



Napětí ve svarech v 2-2

$$\tau_{||} = \frac{V_{Ed}}{A_{we}} + \frac{V_p \cdot S_{f,y}}{I_y \cdot 4 \cdot a_{we}}$$

$$\tau_{||} = \frac{31130}{24080} + 0$$

$$\tau_{||} = 1,29 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{we} = \frac{N_{Ed}}{A_{we}} + \frac{M_{Ed} \cdot x_i}{I_{we}}$$

$$\sigma_{we} = \frac{603840}{24080} + \frac{396640000 \cdot 430}{1484130667}$$

$$\sigma_{we} = 140,00 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = 140,00 / \sqrt{2}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = 98,99 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} = \sqrt{98,99^2 + 3 \cdot (98,99^2 + 1,29^2)} = 198,00 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{510}{0,9 \cdot 1,25} = 453,33 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

05/2017

Kristýna Holá

Doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

64

Datum / Date

Početila / Calculated by

Kontrola / Checked by

Strana / Page

Smyková zarážka

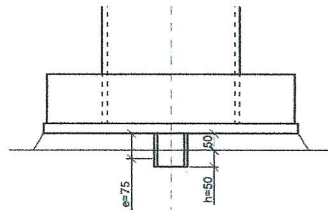
HEB 100 S235
 $A_{v,z} = 900 \text{ mm}^2$
 $W_{pl,y} = 104200 \text{ mm}^3$

potřebná délka smyk. zarážky

$h > \frac{F_{v,Ed}}{b \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}}$ b.. šířka pásnice zarážky
 $b = 100 \text{ mm}$

$$h > \frac{31130}{100 \cdot \frac{16}{1,5}}$$

$h > 29 \text{ mm}$
 $h = 50 \text{ mm}$



Posouzení smyk

$V_{Rd} = A_{vz} \cdot f_{yd} / \sqrt{3}$
 $V_{Rd} = 900 \cdot 235 / \sqrt{3}$
 $V_{Rd} = 122,11 \text{ kN} > V_{Ed} = 31,13 \text{ kN} \quad \text{OK}$
 $V_{Rd} = 122,11 \text{ kN} > 2 \cdot V_{Ed} = 62,26 \text{ kN} \quad \text{OK, malý smyk}$

Posouzení ohyb

$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$
 $M_{pl,Rd} = 24,49 \text{ kNm} > M_{Ed} = F_{v,Ed} \cdot e$
 $M_{Ed} = 31130 \cdot (50 + 50/2)$
 $M_{pl,Rd} = 24,49 \text{ kNm} > M_{Ed} = 2,33 \text{ kNm}$

Svarový přípoj zarážky k patnímu plechu

$I_w = 3,38E+09 \text{ mm}^6$
 $a = 4 \text{ mm}$

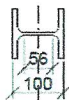
posouzení v bodě 1

$l = 56 \text{ mm}$

$$\tau_{||} = \frac{F_{v,Ed}}{2 \cdot a \cdot l}$$

$$\tau_{||} = \frac{31130}{2 \cdot 4 \cdot 56}$$

$\tau_{||} = 69,49 \text{ MPa}$



$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{F_{v,Ed} \cdot e}{\sqrt{2} \cdot \frac{I_w}{z_1}}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{31130 \cdot (50 + \frac{50}{2})}{\sqrt{2} \cdot \frac{3380000000}{56/2}}$$

$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = 0,01 \text{ MPa}$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} = \sqrt{0,01^2 + 3 \cdot (0,01^2 + 69,49^2)} = 120,35 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{510}{0,9 \cdot 1,25} = 453,33 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

$$\sigma_{\perp} = 0,01 \text{ MPa} \leq \frac{0,9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 510}{1,25} = 367,20 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

posouzení v bodě 2

$l = 100 \text{ mm}$

$\tau_{||} = 0,00 \text{ MPa}$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{F_{v,Ed} \cdot e}{\sqrt{2} \cdot \frac{I_w}{z_2}}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{31130 \cdot (50 + \frac{50}{2})}{\sqrt{2} \cdot \frac{3380000000}{100/2}}$$

$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = 0,02 \text{ MPa}$

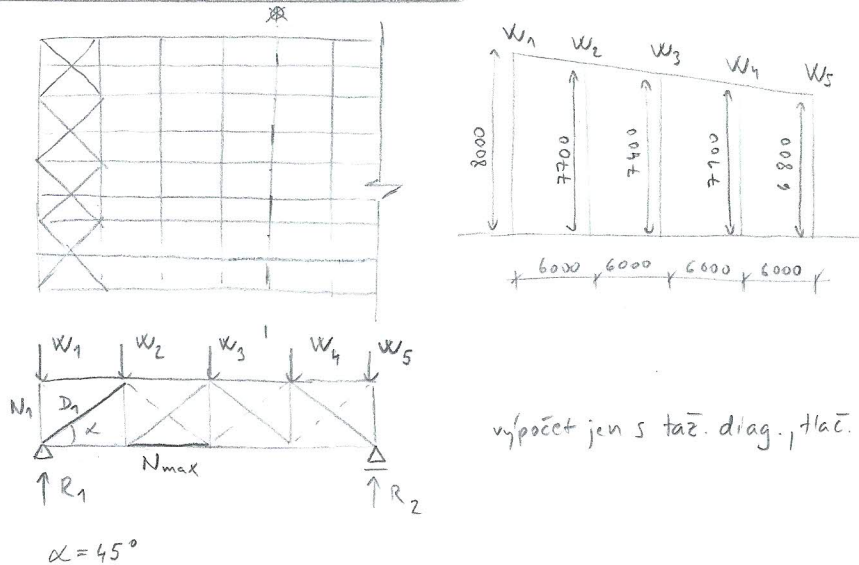
$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} = \sqrt{0,02^2 + 3 \cdot (0,02^2 + 0^2)} = 0,03 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{510}{0,9 \cdot 1,25} = 453,33 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

$$\sigma_{\perp} = 0,02 \text{ MPa} \leq \frac{0,9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 510}{1,25} = 367,20 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

12. ZTUŽENÍ HALY

- ztužení showroom není předmětem výpočtu

12.1 Příčné ztužení ve střešní rovině



výpočet jen s taž. diag., tláč. vnařujeme uypočtené

sálů větru - příčný vítr (dle zatížení - vítr - svisté stěny)

$$W_{1,Ed} = 1,5 \cdot 0,7 \text{ kN/m}^2 \cdot \frac{8\text{m}}{2} \cdot \frac{6\text{m}}{2}$$

$$W_{1,Ed} = 12,60 \text{ kN}$$

$$W_{2,Ed} = 1,5 \cdot 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot \frac{7,7\text{m}}{2} \cdot 6\text{m}$$

$$W_{2,Ed} = 17,33 \text{ kN}$$

$$W_{3,Ed} = 1,5 \cdot 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot \frac{7,9\text{m}}{2} \cdot 6\text{m}$$

$$W_{3,Ed} = 16,65 \text{ kN}$$

$$W_{4,Ed} = 1,5 \cdot 0,29 \text{ kN/m}^2 \cdot \frac{7,1\text{m}}{2} \cdot 6\text{m}$$

$$W_{4,Ed} = 9,27 \text{ kN}$$

$$W_{5,Ed} = 1,5 \cdot 0,29 \text{ kN/m}^2 \cdot \frac{6,8\text{m}}{2} \cdot 3\text{m}$$

$$W_{5,Ed} = 4,44 \text{ kN}$$

- vnitřní síly - dle programu SCIA Engineer

$$R_1 = 36,24 \text{ kN}$$

$$R_2 = 29,05 \text{ kN}$$

$$V_1 = -12,61 \text{ kN}$$

$$D_1 = -33,39 \text{ kN}$$

$$N_{\max} = 29,97 \text{ kN}$$

- návrh: tábla Macalloy 460 H16

$$N_{1,rd} = 69 \text{ kN} > D_1 = 33,39 \text{ kN} \quad \checkmark$$

vozniče HEB 140 \rightarrow posouzení H₁₆-vzpěr

$$L_{cr} = 6000 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = \frac{L_{cr}}{i_1} = \frac{6000}{59,3}$$

$$\lambda_1 = 101,2$$

$$\lambda_1 = 93,9 \sqrt{\frac{235}{E}} = 93,9 \sqrt{\frac{235}{210000}}$$

$$\lambda_1 = 93,9$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda_1}{\lambda_1} = \frac{101,2}{93,9}$$

$$\bar{\lambda} = 1,08 \dots \text{břívka c} \dots \chi = 0,62$$

$$N_{b,rd} = \chi A k_d = 0,62 \cdot 4296 \cdot 235$$

$$N_{b,rd} = 625,93 \text{ kN} > V_1 = 12,61 \text{ kN} \quad \checkmark$$

\rightarrow posouzení M+N na kombinaci stálé + sněž-větr



$$M_{Ed} = \frac{1}{8} (q_L \cdot 9,35 + S_k \cdot 9,5 + W_k \cdot 9,5) L^2 = \frac{1}{8} (0,85 \cdot 3 \cdot 9,35 + 0,8 \cdot 3 \cdot 9,5 + 1,06 \cdot 3 \cdot 9,5) 6^2$$

$$M_{Ed} = 10,23 \text{ kNm}$$

$$M_{N,rd} = M_{pl,rd} \left[1 - \left(\frac{N_{Ed}}{N_{pl,rd}} \right)^2 \right]$$

$$M_{pl,rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 245400 \cdot 235$$

$$M_{pl,rd} = 57,67 \text{ kNm}$$

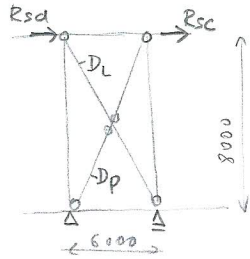
$$N_{pl,rd} = A \cdot k_d = 4296 \cdot 235$$

$$N_{pl,rd} = 1009,56 \text{ kN}$$

$$M_{N,rd} = 57,67 \cdot 10^6 \left[1 - \left(\frac{12610}{1009560} \right)^2 \right]$$

$$M_{N,rd} = 57,66 \text{ kNm} > M_{Ed} = 10,23 \text{ kNm}$$

12.2 Podélné ztužidlo

délka $D_L = D_P = 10 \text{ m}$

- vítr - podélný

$$R_{sd} = R_1 \cdot w_{e,1,3,d} = 36,24 \cdot 1,5 \cdot 0,42$$

$$R_{sd} = 22,83 \text{ kN}$$

$$R_{sc} = R_{sd} \cdot w_{e,1,3,d} = 22,83 \cdot 1,5 \cdot 0,42$$

$$R_{sc} = 14,38 \text{ kN}$$

- vnitřní síly - dle progr. SCIA Engineer

$$D_L = -22,42 \text{ kN}$$

$$D_P = 25,47 \text{ kN}$$

návrh TR 70x5,0

$$A = 1027 \text{ mm}^2$$

$$i = 23,0 \text{ mm}$$

- posouzení D_L

$$L_{cr} = \frac{10000}{2} = 5000 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = \frac{5000}{23}$$

$$\lambda = 217,4$$

$$\lambda_1 = 93,9$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{217,4}{93,9}$$

$$\bar{\lambda} = 2,32 \dots \text{tř. a} \dots \alpha = 0,17$$

$$N_{b,Rd} = 40,79 \text{ kN} > 22,42 \text{ kN} \checkmark$$

přípoj ... 2x M20 5.6

$$F_{v,Rd} = 50,7 \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = 91,7 \text{ kN}$$

$$2 \cdot 50,7 = 101,4 \text{ kN} > 22,42 \text{ kN} \checkmark$$

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

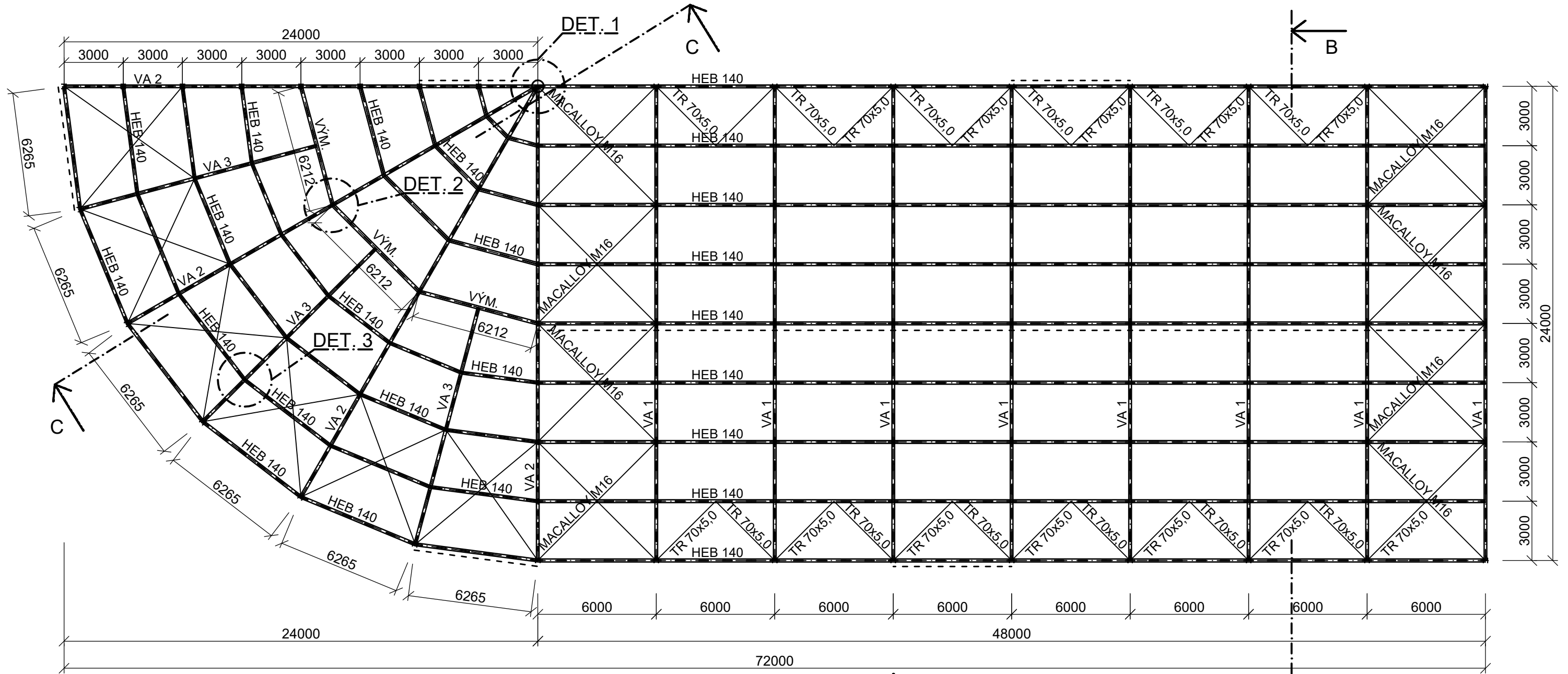
Autosalon Citroen

3. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

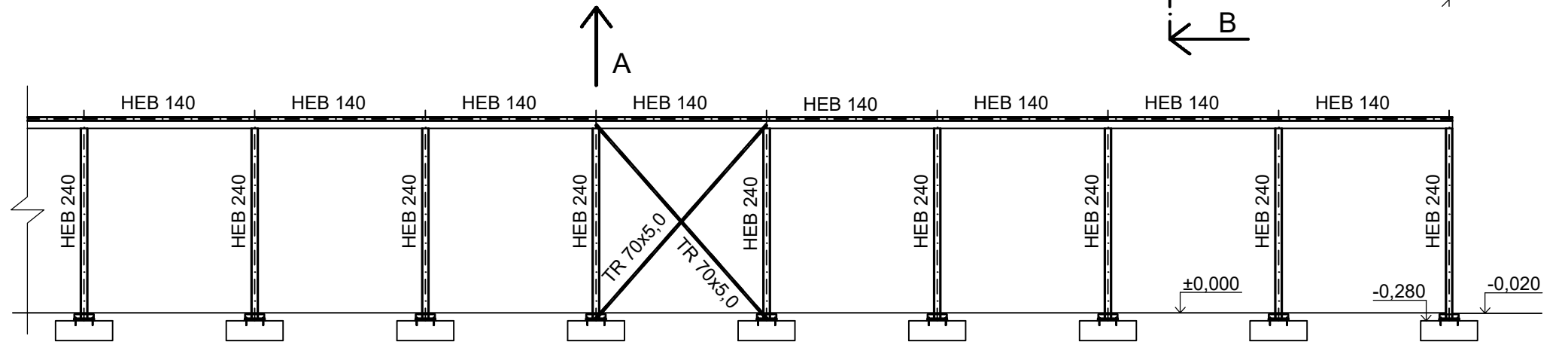
SEZNAM VÝKRESŮ

01)	Půdorys, pohled	1:200
02)	Příčný řez: vazník hala	1:100
03)	Příčný řez: vazník showroom	1:100
04)	Geom. schéma vazníků	1:100
05)	Detail 1	1:10
06)	Detail 2-5	1:10
07)	Detail 6: patka showroom	1:10
08)	Detail 7: patka sloupu	1:10
09)	Detail M: montážní styk	1:10

PŮDORYS 1:200



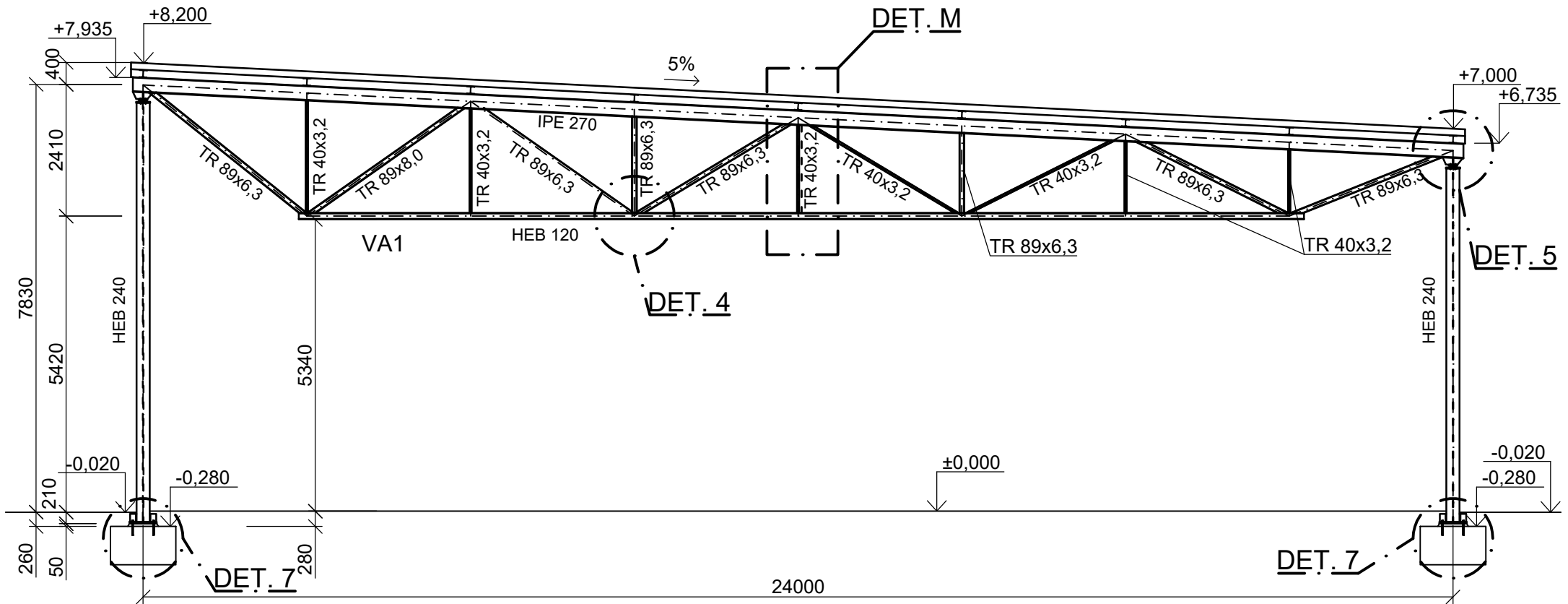
POHLED A 1:200



OCEL: S235J0 NENÍ-LI UVEDENO JINAK
 S355J2 PATNÍ PLECH, VÝZTUHY VETKN. PATKY
 SHOWROOM
 BETON: C16/20 ZÁKLADY
 TŘÍDA PROVEDENÍ EXC2


Zpracovala Kristýna Holá	Vedoucí práce doc. Ing. M. Eliášová, CSc.	Školní rok 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT
Předmět Bakalářská práce	Téma bakalářské práce Autosalon Citroen		Datum 22.5.2017
Výkres Půdorys, pohled A	Číslo výkresu 01	Měřítko 1:200	Formát A3

ŘEZ B-B: VAZNÍK HALA 1:100

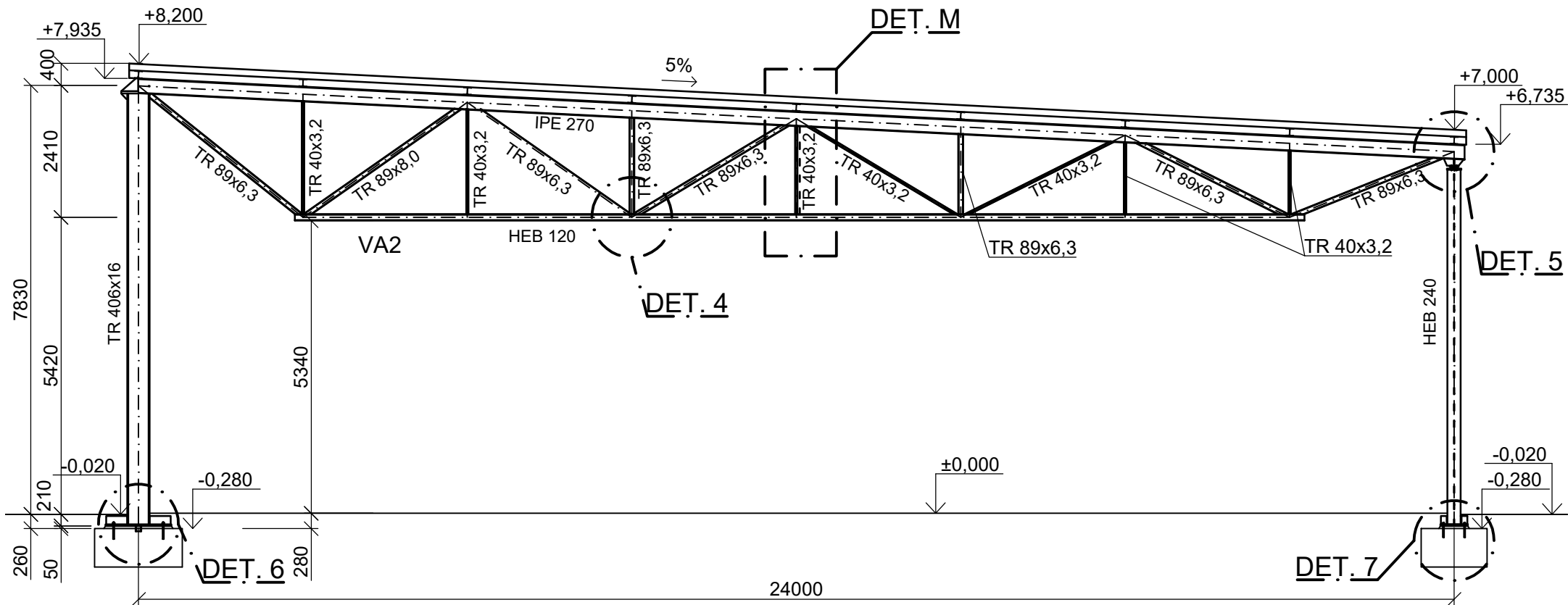


OCEL: S235J0
 KOTEVNÍ ŠROUBY M20 S235
 LEPENÉ DO VRTANÝCH OTVORŮ
 BETON: C16/20 ZÁKLADY

TŘÍDA PROVEDENÍ EXC2


Zpracovala	Vedoucí práce	Školní rok	Fakulta stavební		
Kristýna Holá	doc. Ing. M. Eliášová, CSc.	2016/2017	ČVUT 		
Předmět	Bakalářská práce				
Téma bakalářské práce	Autosalon Citroen			Datum	22.5.2017
Výkres	Řez B-B: Vazník hala	Číslo výkresu	02	Měřítko	1:100
				Formát	A4

ŘEZ C-C: VAZNÍK SHOWROOM 1:100



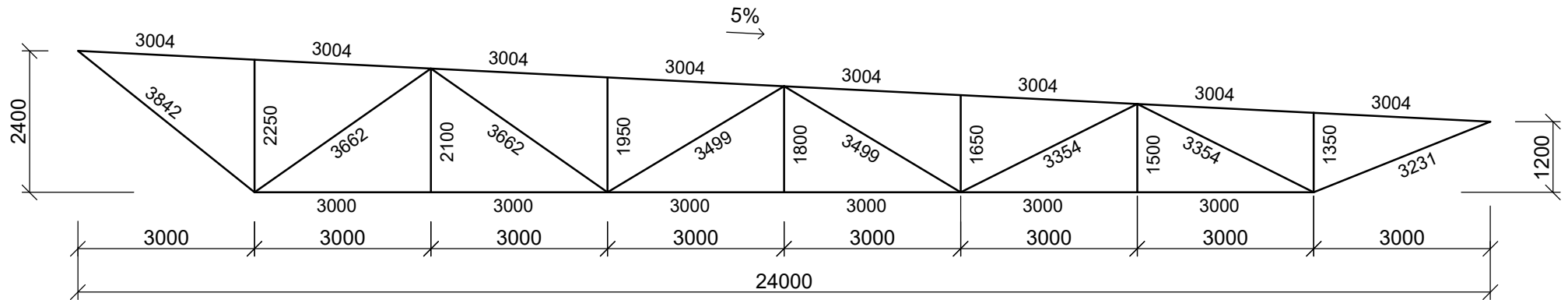
OCEL: S235J0 NENÍ-LI UVEDENO JINAK
 S355J2 PATNÍ PLECH, VÝZTUHY VETKN. PATKY
 SHOWROOM
 KOTEVNÍ ŠROUBY M24 S235
 LEPENÉ DO VRTANÝCH OTVORŮ
 BETON: C16/20 ZÁKLADY

TŘÍDA PROVEDENÍ EXC2

Zpracovala	Vedoucí práce	Školní rok	Fakulta stavební	
Kristýna Holá	doc. Ing. M. Eliášová, CSc.	2016/2017	CVUT 	
Předmět	Bakalářská práce			Datum
Téma bakalářské práce	Autosalon Citroen			22.5.2017
Výkres	Číslo výkresu	Měřítka	1:100	
Řez C-C: Vazník showroom	03	Formát	A4	

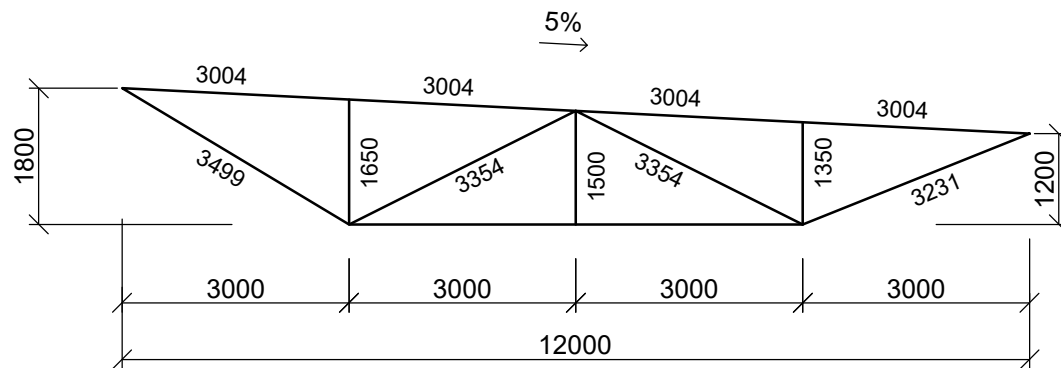
GEOMETRICKÉ SCHÉMA VAZNÍKU VA1=VA2

1:100



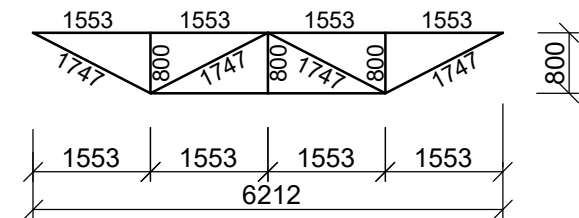
GEOMETRICKÉ SCHÉMA VAZNÍKU VA3


1:100



GEOMETRICKÉ SCHÉMA VÝMĚNY VÝM

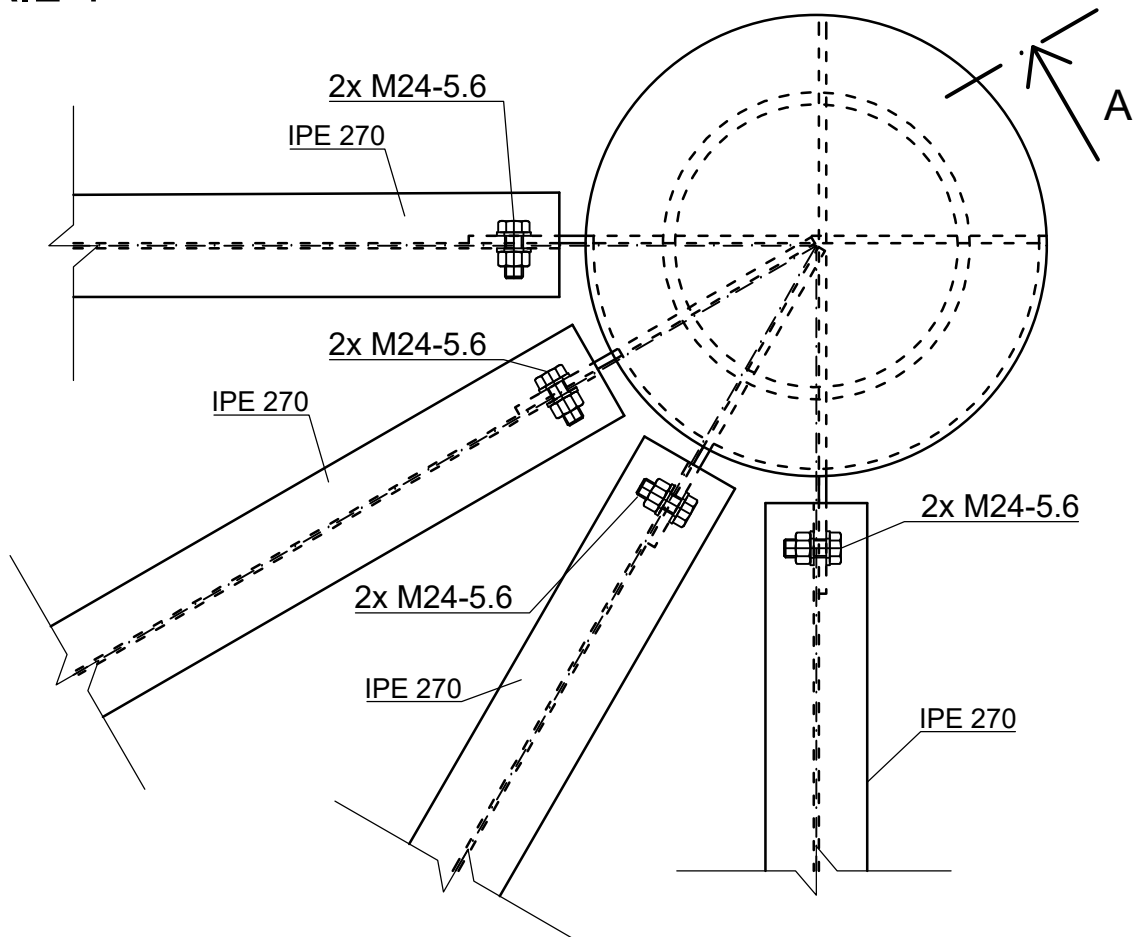
1:100



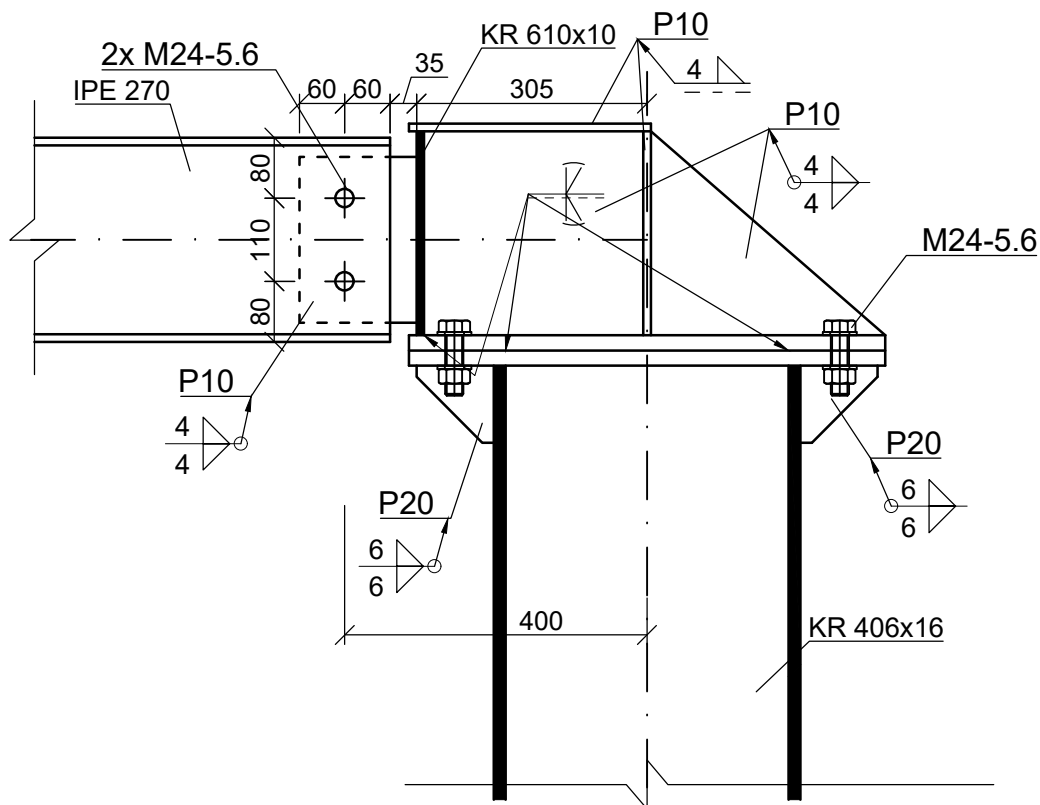
Zpracovala Kristýna Holá	Vedoucí práce doc. Ing. M. Eliášová, CSc.	Školní rok 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT 	
Předmět Téma bakalářské práce	Bakalářská práce Autosalon Citroen		Datum	22.5.2017
Výkres	Geom. schéma vazn., vým.	Číslo výkresu 04	Měřítko	1:100
			Formát	A4

DETAIL 1

1:10



ŘEZ A

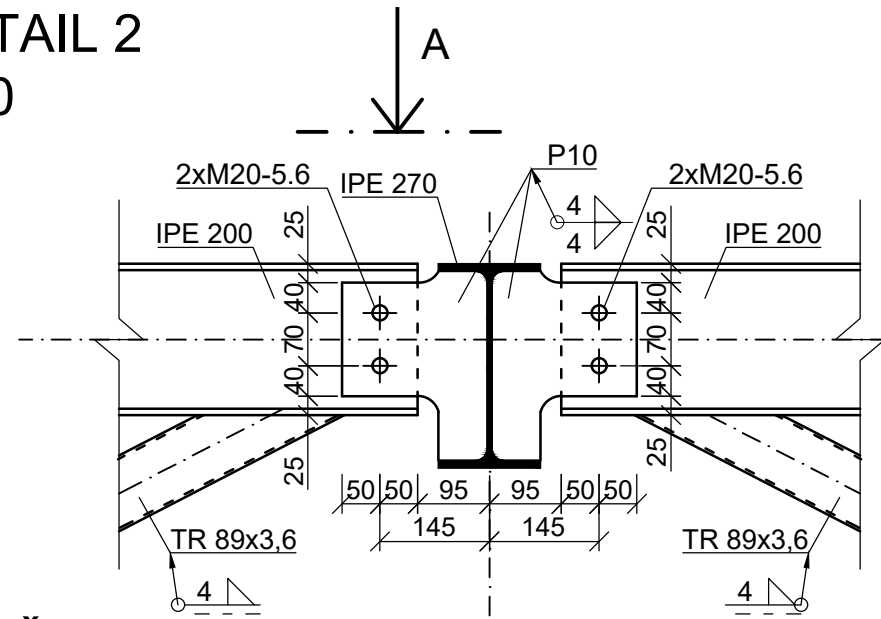


OCEL: S235J0
ŠROUBY 5.6

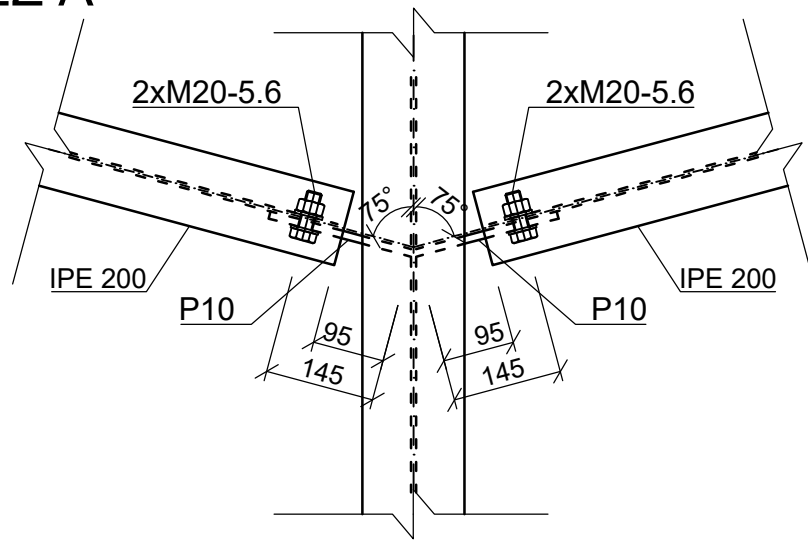
TŘÍDA PROVEDENÍ EXC2

Zpracovala Kristýna Holá	Vedoucí práce doc. Ing. M. Eliášová, CSc.	Školní rok 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT
Předmět Bakalářská práce			
Téma bakalářské práce Autosalon Citroen			Datum 22.5.2017
Výkres Detail 1: uložení VA2 na sloup	Číslo výkresu 05	Měřítko 1:10	Formát A4

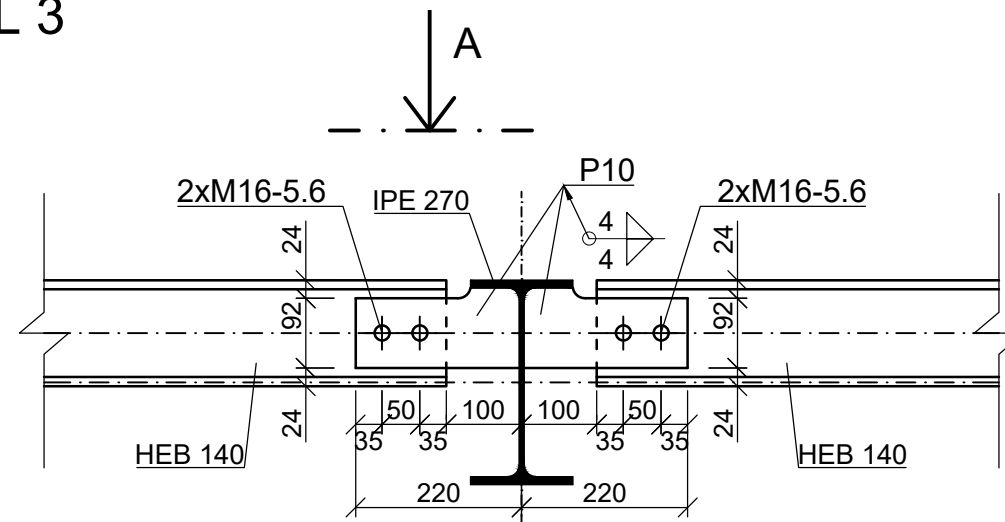
DETAIL 2
1:10



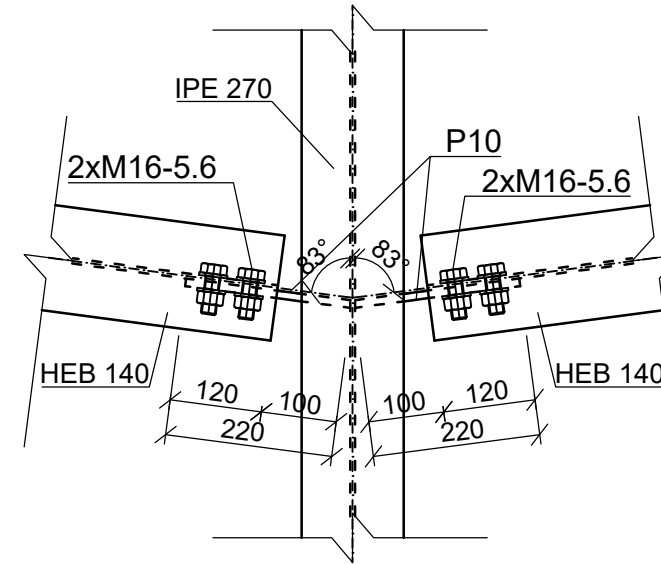
ŘEZ A



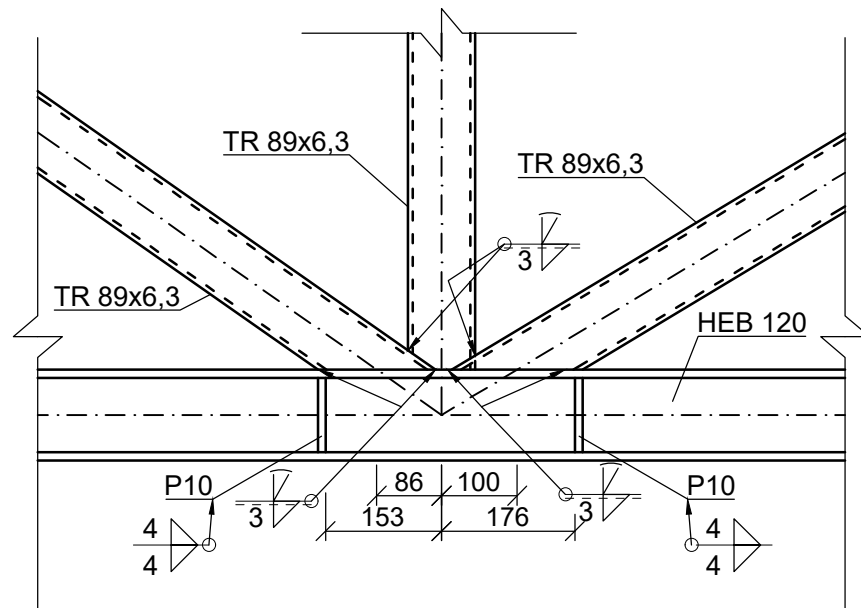
DETAIL 3
1:10



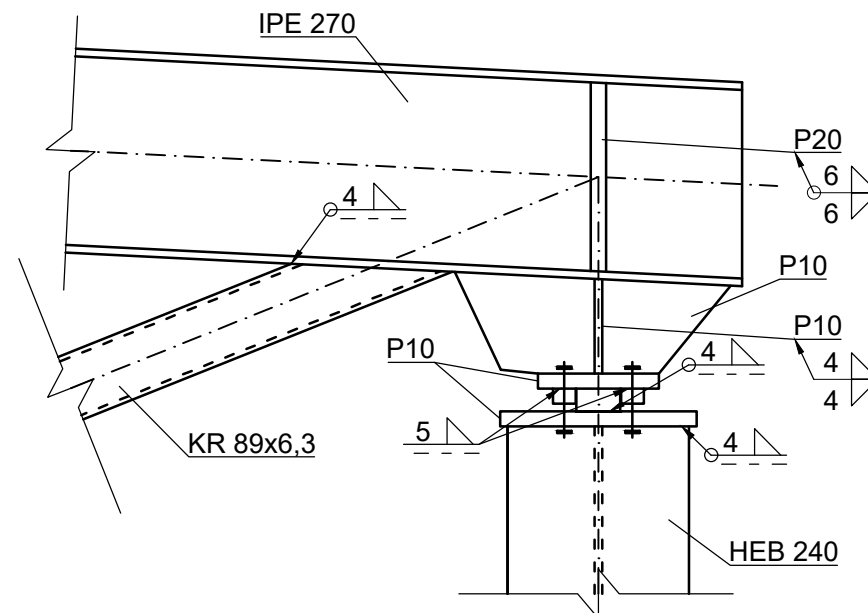
ŘEZ A



DETAIL 4
1:10



DETAIL 5
1:10

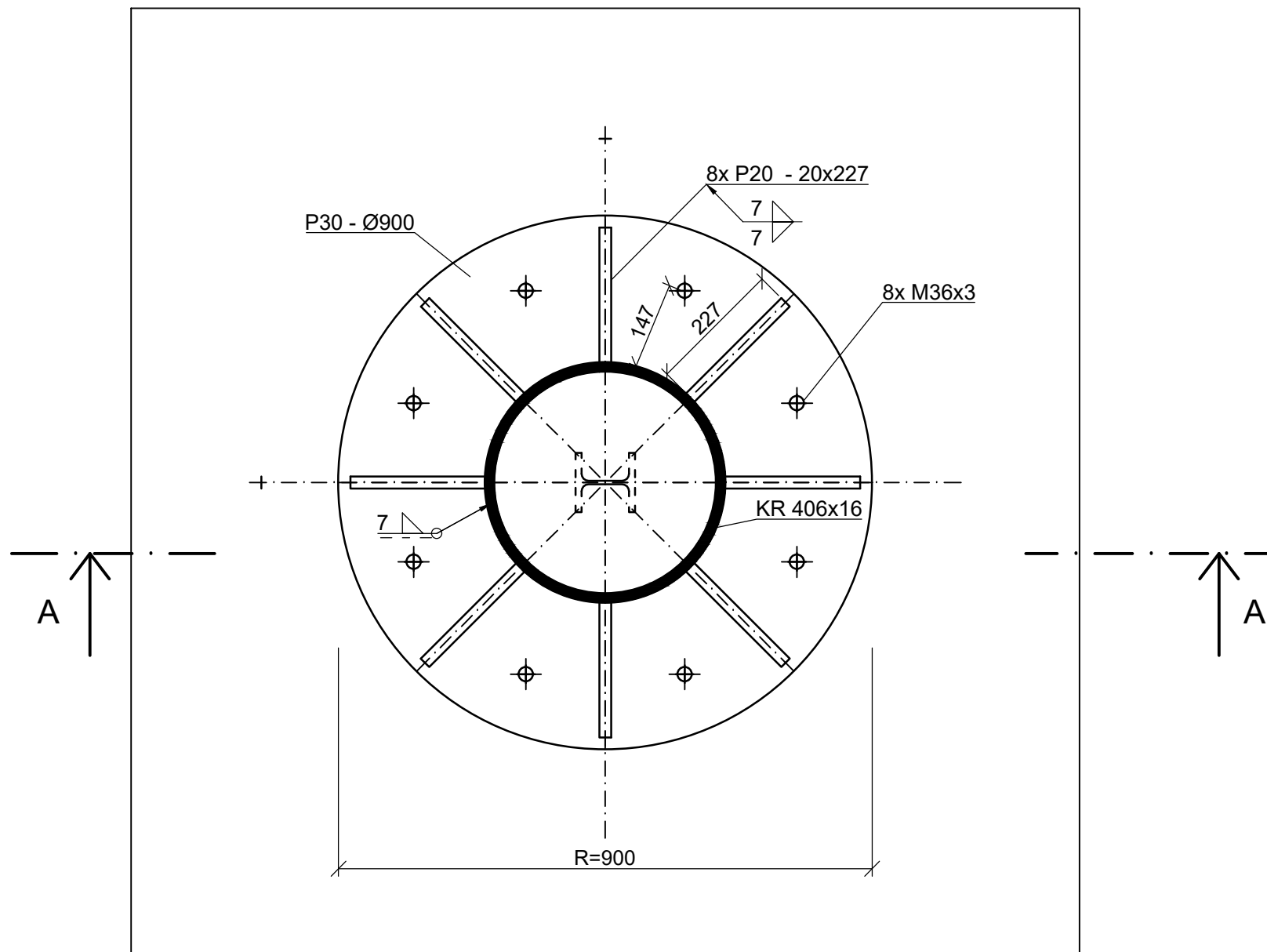


OCEL: S235J0
ŠROUBY 5.6

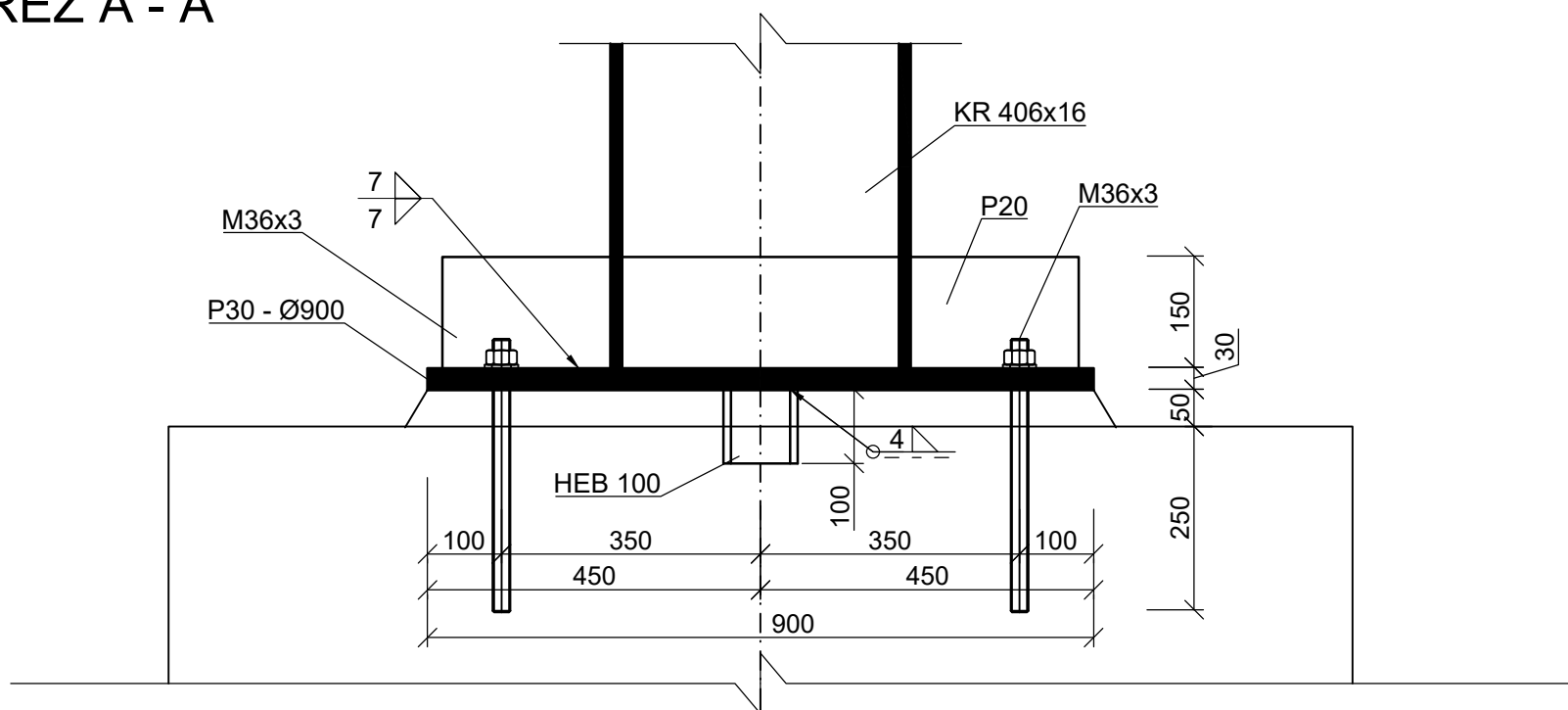
TŘÍDA PROVEDENÍ EXC2

Zpracovala	Vedoucí práce	Školní rok	Fakulta stavební
Kristýna Holá	doc. Ing. M. Eliášová, CSc.	2016/2017	CVUT
Předmět	Bakalářská práce		
Téma bakalářské práce	Autosalon Citroen		
Výkres	Číslo výkresu	Datum	22.5.2017
Detaily 2-5	06	Měřítko	1:10
		Formát	A3

DETAIL 6: VETKNUTÁ PATKA SLOUPU SHOWROOM 1:10



ŘEZ A - A



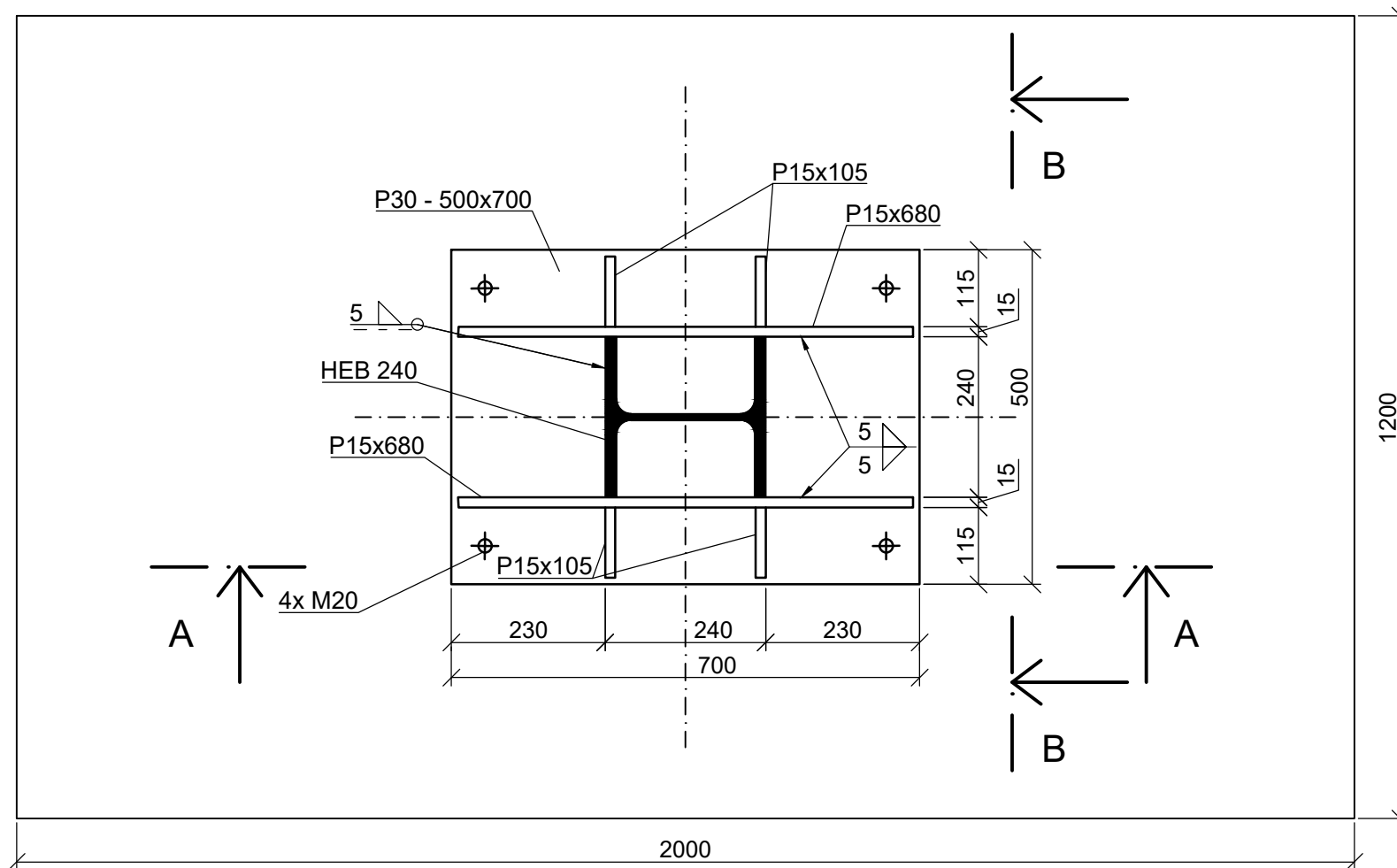
OCEL: S235J0 NENÍ-LI UVEDENO JINAK
S355J2 PATNÍ PLECH, VÝZTUHY VETKN. PATKY
SHOWROOM
KOTEVNÍ ŠROUBY M36x3 S235
LEPENÉ DO VRTANÝCH OTVORŮ
BETON: C16/20 ZÁKLADY

TŘÍDA PROVEDENÍ EXC2

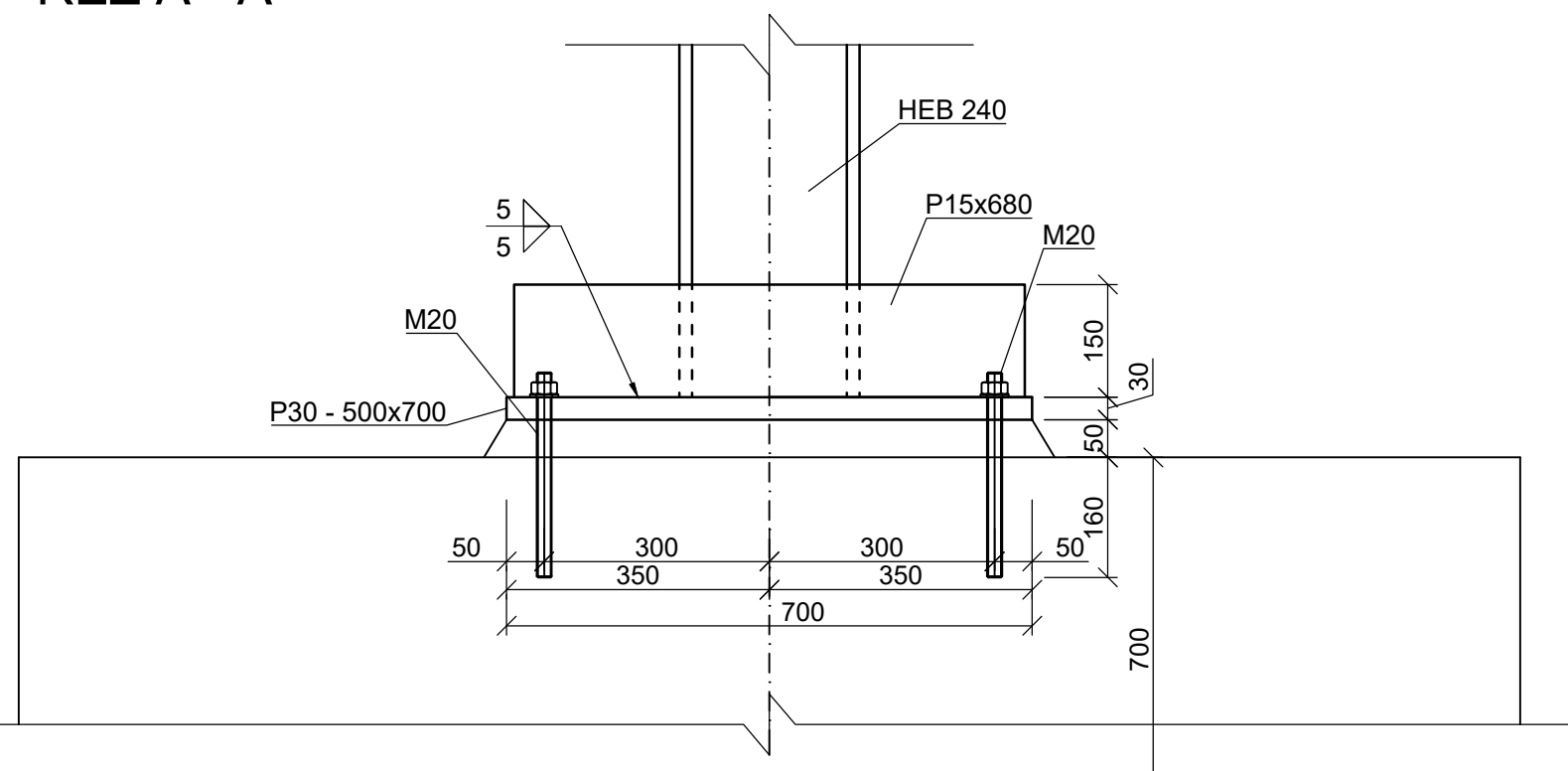
Zpracovala Kristýna Holá	Vedoucí práce doc. Ing. M. Eliášová, CSc.	Školní rok 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT
Předmět Bakalářská práce			Datum 22.5.2017
Téma bakalářské práce Autosalon Citroen			Měřítko 1:10
Výkres Detail 6: vetkn. patka showr.		Číslo výkresu 07	Formát A3

DETAIL 7: VETKNUTÁ PATKA SLOUPU

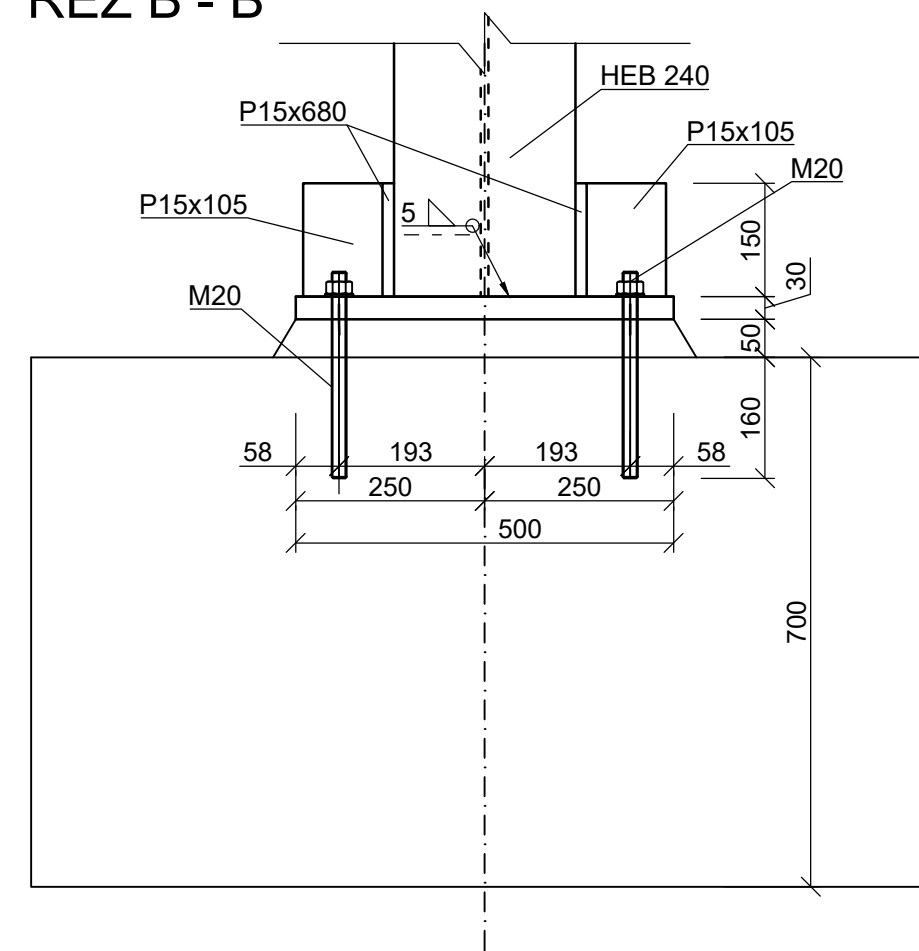
1:10



ŘEZ A - A



ŘEZ B - B



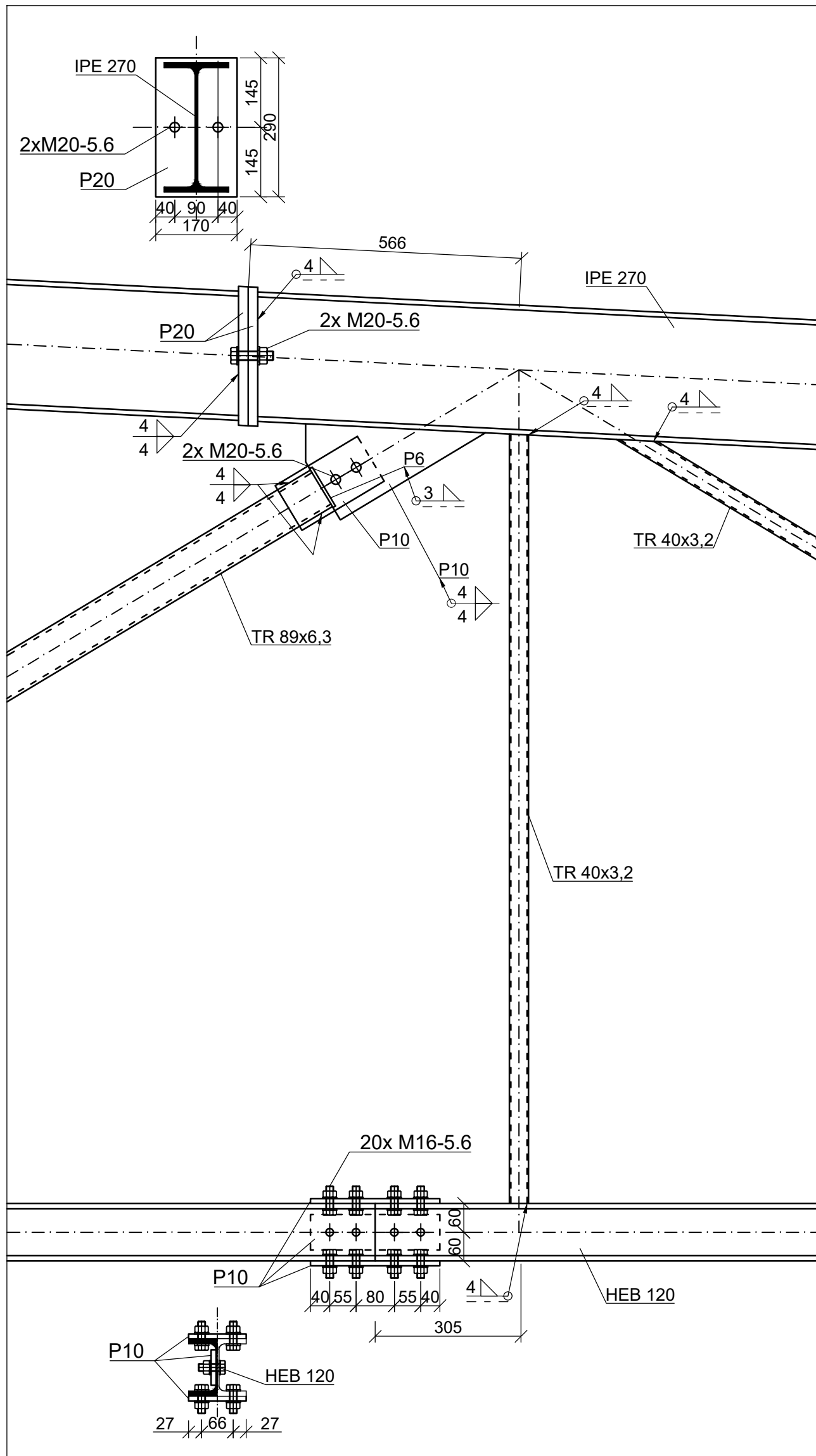
OCEL: S235J0
 KOTEVNÍ ŠROUBY M20 S235
 LEPENÉ DO VRTANÝCH OTVORŮ
 BETON: C16/20 ZÁKLADY

TŘÍDA PROVEDENÍ EXC2

Zpracovala	Vedoucí práce	Školní rok	Fakulta stavební
Kristýna Holá	doc. Ing. M. Eliášová, CSc.	2016/2017	ČVUT
Předmět	Bakalářská práce		
Téma bakalářské práce	Autosalon Citroen		Datum
			22.5.2017
Výkres	Číslo výkresu	Měřítko	Formát
Det. 7: vetkn. patka sloupu	08	1:10	A3

DETAIL M: MONTÁŽNÍ STYK

1:10



OCEL: S235J0
ŠROUBY 5.6

TŘÍDA PROVEDENÍ EXC2

Zpracovala Kristýna Holá	Vedoucí práce doc. Ing. M. Eliášová, CSc.	Školní rok 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT
Předmět Autosalon Citroen	Bakalářská práce		Datum 22.5.2017
Výkres Detail M: montážní styk	Číslo výkresu 09	Měřítko 1:10	Formát A3