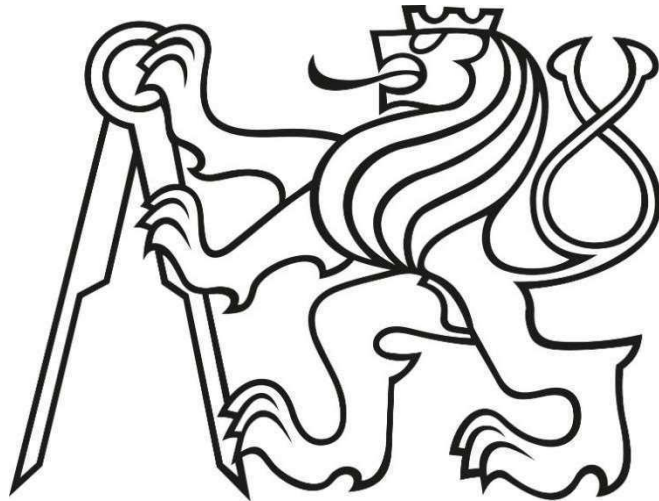


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

ŠKODA AUTOSALON

Autor práce: Jaroslav Janda

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

Praha 2018



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: JANDA

Jméno: Jaroslav

Osobní číslo: 426353

Zadávací katedra: Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Škoda autosalon

Název bakalářské práce anglicky: Škoda car showroom

Pokyny pro vypracování:

Návrh a posouzení ocelové konstrukce autosalonu: dispoziční řešení včetně ztužidel, posouzení hlavních nosných prvků příčné vazby (vaznice, příhradový nosník, sloup, kyvná stojka) včetně řešení významných detailů (kotvení sloupu, uložení vazníku na sloup, připojení kyvné stojky) + výkresová dokumentace: dispoziční výkresy 1:100 a 1:200 a výkresy řešených detailů 1:10, technická zpráva.

Seznam doporučené literatury:

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

Datum zadání bakalářské práce: 20.2.2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 27.5.2018

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

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“.

20.2.2018

Datum převzetí zadání

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Škoda autosalon vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a pramenů.

V Praze dne 22.5.2018

.....
Jaroslav Janda

Poděkování

Chtěl bych poděkovat své vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Martině Eliášové, CSc. za její odborné vedení, za pomoc a rady při zpracovávání této bakalářské práce.

ŠKODA AUTOSALON

ŠKODA CAR SHOWROOM

Anotace

Tématem této bakalářské práce je zpracování návrhu nosné ocelové konstrukce Škoda autosalonu. Objekt je rozdělen na dvě části, a to na část výstavní, a část servisní. Hlavním nosným prvkem objektu je obloukový příhradový vazník, který je uložený na vetknutých sloupech a kyvných stojkách. Ztužení haly je zajištěno příčnými příhradovými ztužidly v rovině střechy a svislými ztužidly v podélném směru. Návrh objektu byl proveden dle příslušných norem ČSN EN.

Klíčová slova

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

Summary

The subject of this bachelor thesis is a design of a steel structure Škoda car showroom. The building is split into two parts, an exhibition part and a service part. The main supporting element of the building is an arched truss which is laid on fixed columns and swinging uprights. The bracing of the building is secured by transverse bracing trusses in the roof plane and vertical bracings in the longitudinal direction. The design of the building was carried out according to the relevant ČSN EN standards.

Key words

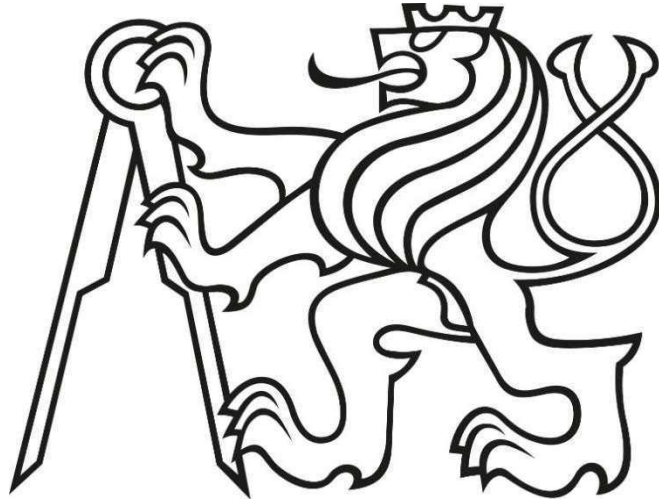
Steel structure, Škoda car showroom, truss girder, fixed steel column base, bracing

Obsah bakalářské práce

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

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



ŠKODA AUTOSALON

1. TECHNICKÁ ZPRÁVA

Autor práce: Jaroslav Janda

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

Praha 2018

Obsah:

1. <u>Úvod</u>	2
2. <u>Normy a literatura</u>	2
3. <u>Popis objektu</u>	3
4. <u>Popis konstrukce</u>	3
5. <u>Návrh a posouzení konstrukce</u>	3
6. <u>Použité materiály</u>	4

1. Úvod

Předmětem tohoto statického výpočtu je návrh a posouzení konstrukce ocelové haly Škoda autosalonu. Statický výpočet je zpracován v rozsahu pro provedení stavby s respektováním ČSN EN norem. Ve statickém výpočtu jsou doloženy nutné výstupy pro posouzení konstrukcí a úplnost statického výpočtu.

2. Normy a literatura

Normy

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

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: Navrhovaná styčnicků

Literatura

VRANÝ, Tomáš a František WALD. Ocelové konstrukce: tabulky. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03140-3.

STUDNIČKA, Jiří. Ocelové konstrukce: normy. 2. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2014. ISBN 978-80-01-05489-5.

ELIÁŠOVÁ, Martina a Zdeněk SOKOL. Ocelové konstrukce 1: příklady. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05214-3.

Webové stránky

<http://www.tension.cz>

<https://www.kingspan.com>

<http://www.lindab.com>

<http://www.skylux.be>

3. Popis objektu

Autosalon se nachází v Praze – Černý Most. Dispozice haly se člení na dvě části a to na část výstavní a servisní. Pro obě části haly je použita jednotná ocelová konstrukce a oblouková střecha. Osou stavby je centrální světlík. Stavba je jednopodlažní.

Základem celého objektu je ocelová konstrukce. Oblouková symetrická hala je tvořena systémem sloupů a příhradových vazníků s vrcholovým světlíkem. Rozpětí nosných sloupů je 21 m, dále je v části autosalonu rozšíření o přístřešky po obou stranách. Přístřešky jsou podporovány šikmými kruhovými sloupy ve vzdálenosti 4,5 m. Příčné vazby jsou ve vzdálenosti 6 m.

Střešní vazník je tvořen obloukovými pásnicemi (horní i dolní). Vazník je uložen kloubově na dvou vetknutých sloupech. V případě, kdy je vazník rozšířen o přístřešek, je dále kloubově podepřen dalšími dvěma sloupy. Prostorová tuhost haly je zajištěna příčnými a podélnými ztužidly.

4. Popis konstrukce

Střešní plášť je navržen ze sendvičových střešních panelů KS100 RW 120. Tloušťka střešního panelu je 155 mm. Panely o rozponu 3 m jsou mechanicky kotveny k ocelovým vaznicím.

Střešní vaznice jsou navrženy z tenkostěnných profilů Z 300 tl. 3,0 mm Typ B FeE 350G. Vaznice jsou ukládány na příčné vazby příhradových vazníků. Rozpon vaznice je 6 m.

Nosná konstrukce střechy je navržena ze dvou obloukových příhradových vazníků. Střešní vazníky jsou kloubově uloženy na ocelových sloupech. Vazníky se skládají z obloukových pásnic a vnitřních prutů. Horní pás vazníku je navržen z ocelového profilu HEA120 S235. Spodní pás je navržen z ocelového kruhového profilu TR140 tl. 8,0 mm S235. Vnitřní pruty jsou navrženy z ocelových trubek. Rozpon vazníku je 21 m.

Sloupy jsou navrženy z ocelových profilů HEB260 S235 o výšce 7,8 m. Sloupy jsou vetknuty do základové patky. Sloupy jsou v podélném směru rozmístěny po 6 m. Kyvné pruty jsou navrženy z ocelových kruhových profilů TR89 tl 5 mm. Pruty podpírají přesahy příhradových vazníků V2 a s konstrukcemi jsou spojeny pomocí čepových spojů. Pruty jsou mírně nakloněny, rozdíl hlavy a paty prutu je 0,5 m.

Prostorová tuhost haly je zajištěna příčnými ztužidly v rovině střešního pláště a podélnými svislými ztužidly.

5. Návrh a posouzení konstrukce

Výpočet zatížení konstrukce bylo provedeno dle ČSN EN 1991-1 Zatížení konstrukcí. Součinitel pro stálé zatížení byl uvažován $\gamma_g = 1,35$, pro užité zatížení

$\gamma_q = 1,50$.

Stálé zatížení bylo stanoveno na základně vlastní tíhy prvků konstrukce dle ČSN EN 1991-1-1 Objemové tíhy, vlastní tíha a užité zatížení pozemních konstrukcí.

Zatížení sněhem bylo navrženo jako nahodilé krátkodobé a je stanoveno dle ČSN EN 1991-1-3 Zatížení sněhem. Objekt se nachází ve sněhové oblasti I.

Zatížení větrem bylo navrženo dle ČSN EN 1991-1-4 Zatížení větrem. Objekt se

nachází ve věrné oblasti I.

Pro návrh byly uvažovány tyto zatěžovací stavy:

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

Kombinace zatěžovacích stavů byly pro jednotlivé konstrukční prvky voleny tak, aby reprezentovaly maximální možné zatížení. Popis jednotlivých zatěžovacích kombinací viz statický výpočet.

Nosné konstrukce byly navrženy dle normy ČSN EN 1993-1-1, pro návrh přípojí byla použita norma ČSN EN 1993-1-8.

Při návrhu byl použit program SCIA Engineer 16 pro výpočet vnitřních sil a deformací konstrukcí. Při posuzování konstrukcí byl použit program Microsoft Excel.

6. Použité materiály

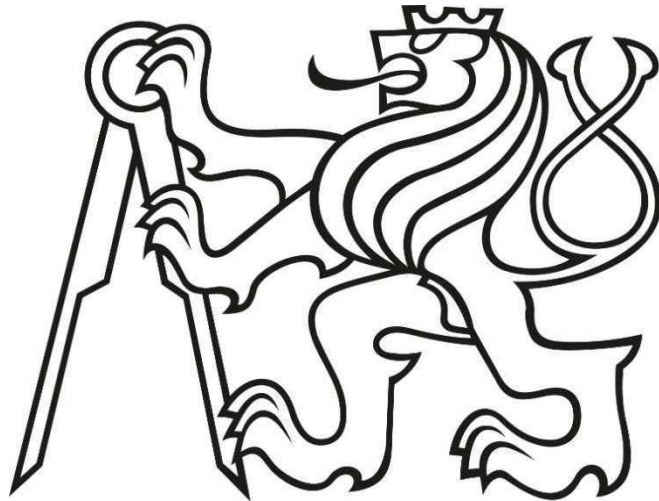
Nosné konstrukce jsou navrženy z oceli S235. Kotvící prvky a čepy jsou navrženy také z oceli S235.

Šrouby jsou navrženy jakosti 5.6 a 4.8.

Základové konstrukce jsou navrženy z betonu C16/20

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



ŠKODA AUTOSALON
2. STATICKÝ VÝPOČET

Autor práce: Jaroslav Janda
Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

Praha 2018

Obsah:

1	<u>Úvod</u>	5
1.1	Popis objektu	5
1.2	Schéma – půdorys	5
1.3	Schéma – příčný řez	6
2	<u>Zatížení</u>	6
2.1	Stálé zatížení	6
2.1.1	Střešní plášť	6
2.1.2	Světlík	6
2.1.3	Obvodový plášť – podélný	6
2.1.4	Obvodový plášť – příčný	6
2.2	Proměnné zatížení	7
2.2.1	Zatížení sněhem	7
2.2.2	Zatížení větrem	8
3	<u>Střešní plášť</u>	14
3.1	Zatížení střešního panelu	14
3.1.1	Zatížení stálé	14
3.1.2	Zatížení proměnné	14
3.2	Návrh střešního panelu	14
3.3	Posouzení střešního panelu	14
4	<u>Vaznice</u>	15
4.1	Zatížení vaznice	15
4.1.1	Zatížení stálé	15
4.1.2	Zatížení proměnné	16
4.2	Kombinace zatížení na vaznici	16
4.2.1	Charakteristické kombinace zatížení	16
4.2.2	Návrhové kombinace zatížení	17
4.3	Výpočet vnitřních sil	17
4.4	Návrh vaznice	17
4.5	Posouzení vaznice	18
5	<u>Vazník – V1</u>	18
5.1	Statické schéma vazníku	18
5.2	Zatížení vazníku	18
5.2.1	Zatížení stálé	18
5.2.2	Zatížení proměnné	19
5.3	Kombinace zatížení na vazník	20
5.3.1	Charakteristické kombinace zatížení	20
5.3.2	Návrhové kombinace zatížení	21
5.4	Vnitřní síly	21
5.5	Návrh	21
5.6	Posouzení	22
5.6.1	Posouzení MSÚ – tlakové síly	22
5.6.2	Posouzení MSÚ – tahové síly	23
5.6.3	Posouzení MSP - svislý posun	24
5.6.4	Vyhodnocení posouzení	24

6	<u>Vazník – V1</u>	24
6.1	Statické schéma vazníku	24
6.2	Zatížení vazníku	25
6.2.1	Zatížení stálé	25
6.2.2	Zatížení proměnné	25
6.3	Kombinace zatížení na vazník	27
6.3.1	Charakteristické kombinace zatížení	27
6.3.2	Návrhové kombinace zatížení	27
6.4	Vnitřní síly	27
6.5	Návrh	28
6.6	Posouzení	29
6.6.1	Posouzení MSÚ – tlakové síly	29
6.6.2	Posouzení MSÚ – tahové síly	30
6.6.3	Posouzení MSP - svislý posun	30
6.6.4	Vyhodnocení posouzení	31
7	<u>Montážní styky</u>	31
7.1	Vazník V1	31
7.1.1	Horní pás	31
7.1.2	Spodní pás	32
7.1.3	Diagonála se spodním pásem	34
7.1.4	Diagonála s horním pásem	35
7.1.5	Posouzení	35
7.2	Vazník V2	36
8	<u>Sloup S1</u>	36
8.1	Statické schéma sloupu S1	36
8.2	Zatížení sloupu S1	37
8.2.1	Zatížení stálé	37
8.2.2	Zatížení proměnné – svislé	37
8.2.3	Zatížení proměnné vodorovné	37
8.3	Kombinace zatížení na sloup	37
8.3.1	Charakteristické kombinace zatížení	37
8.3.2	Návrhové kombinace zatížení	38
8.4	Zatěžovací schéma	38
8.5	Výpočet vnitřních sil	38
8.5.1	Tabulka výsledků jednotlivých KZS	38
8.5.2	Normálové síly – KZS5	39
8.5.3	Posouvající síly – KZS5	39
8.5.4	Ohybové momenty – KZS5	39
8.6	Návrh sloupu S1	39
8.7	Posouzení sloupu S1	40
8.7.1	Posouzení MSÚ	40
8.7.1.1	Posouzení na vzpěr	40
8.7.1.2	Posouzení na ohyb	40
8.7.1.3	Interakce N+M	41
8.7.2	Posouzení MSP	42
9	<u>Sloup S2</u>	42
9.1	Statické schéma sloupu S2	42
9.2	Zatížení sloupu S2	43
9.2.1	Zatížení stálé	43

9.2.2	Zatížení proměnné – svislé	43
9.2.3	Zatížení proměnné – vodorovné	43
9.3	Kombinace zatížení na sloup	44
9.3.1	Charakteristické kombinace zatížení	44
9.3.2	Návrhové kombinace zatížení	44
9.4	Zatěžovací schéma	44
9.5	Výpočet vnitřních sil	45
9.5.1	Tabulka výsledků jednotlivých KZS	45
9.5.2	Normálové síly – KZS5	45
9.5.3	Posouvající síly – KZS5	45
9.5.4	Ohybové momenty – KZS5	46
9.6	Návrh sloupu S1	46
9.7	Posouzení sloupu S1	46
9.7.1	Posouzení MSÚ	46
9.7.1.1	Posouzení na vzpěr	46
9.7.1.2	Posouzení na ohyb	47
9.7.1.3	Interakce N+M	47
9.7.2	Posouzení MSP	48
10	<u>Sloup S3</u>	49
10.1	Statické schéma sloupu S3	49
10.2	Zatížení sloupu S3	50
10.2.1	Zatížení stálé	50
10.2.2	Zatížení proměnné	50
10.3	Kombinace zatížení na sloup	50
10.3.1	Charakteristické kombinace zatížení	50
10.3.2	Návrhové kombinace zatížení	50
10.4	Zatěžovací schéma	51
10.5	Výpočet vnitřních sil	51
10.5.1	Tabulka výsledků jednotlivých KZS	51
10.5.2	Normálové síly – KZS3	52
10.5.3	Normálové sály – KZS4	52
10.6	Návrh sloupu S3	52
10.7	Posouzení sloupu S3	53
10.7.1	Posouzení MSÚ	53
10.7.1.1	Posouzení na vzpěrný tlak	53
10.7.1.2	Posouzení na tah	53
10.7.2	Posouzení MSP	54
11	<u>Základová patka pod sloupy S1 a S2 varinata 1</u>	54
11.1	Reakce v patce	54
11.2	Návrh geometrie patky	55
11.2.1	Geometrie ocelové patky	55
11.2.2	Geometrie betonové patky	56
11.2.3	Namáhání patní spáry a průřezu patky	57
11.3	Průřez patky	58
11.4	Pružné posouzení patky	58
11.5	Návrh připojení výztuh k patnímu plechu	59
11.6	Návrh kotevních šroubů	60
11.7	Návrh kotevních příčníků	61
11.8	Přenos vodorovné posouvající síly do betonové patky	62
11.9	Shrnutí posouzení	62

12	<u>Základová patka pod sloupy S1 a S2 varianta 2</u>	62
12.1	Reakce v patce	62
12.2	Návrh geometrie patky	62
12.2.1	Geometrie ocelové patky	62
12.2.2	Geometrie betonové patky	63
12.3	Namáhání patní spáry	64
12.4	Návrh kotevních šroubů	65
12.5	Návrh připojení sloupu k patnímu plechu	65
12.6	Přenos vodorovné posouvající síly do betonové patky	66
12.7	Shrnutí posouzení	66
13	<u>Základová patka pod sloup S3</u>	66
13.1	Reakce v patce	66
13.2	Návrh čepového spoje	66
13.2.1	Návrh geometrie čepového spoje	66
13.2.2	Posouzení čepového spoje	67
13.3	Geometrie ocelové patky	68
13.4	Geometrie betonové patky	68
13.5	Únosnost patky	69
13.6	Návrh kotevních šroubů	69
13.7	Připojení sloupu k patnímu plechu	69
13.8	Shrnutí posouzení	70
14	<u>Ztužení haly</u>	70
14.1	Příčné ztužidlo ve střešní rovině – servisní část haly	70
14.1.1	Statické schéma ztužidla	70
14.1.2	Zatížení ztužidla	70
14.1.3	Vnitřní síly	70
14.1.4	Návrh	70
14.2	Příčné ztužidlo ve střešní rovině – výstavní část haly	71
14.2.1	Statické schéma ztužidla	71
14.2.2	Zatížení ztužidla	71
14.2.3	Vnitřní síly	71
14.2.4	Návrh	72
14.3	Podélné svislé ztužidlo	73
14.3.1	Statické schéma ztužidla	73
14.3.2	Zatížení ztužidla	73
14.3.3	Vnitřní síly	73
14.3.4	Návrh	73
14.3.5	Návrh přípoje	74
15	<u>Normy a literatura</u>	74
16	<u>Přílohy</u>	75
16.1	Seznam příloh	75

1 Úvod

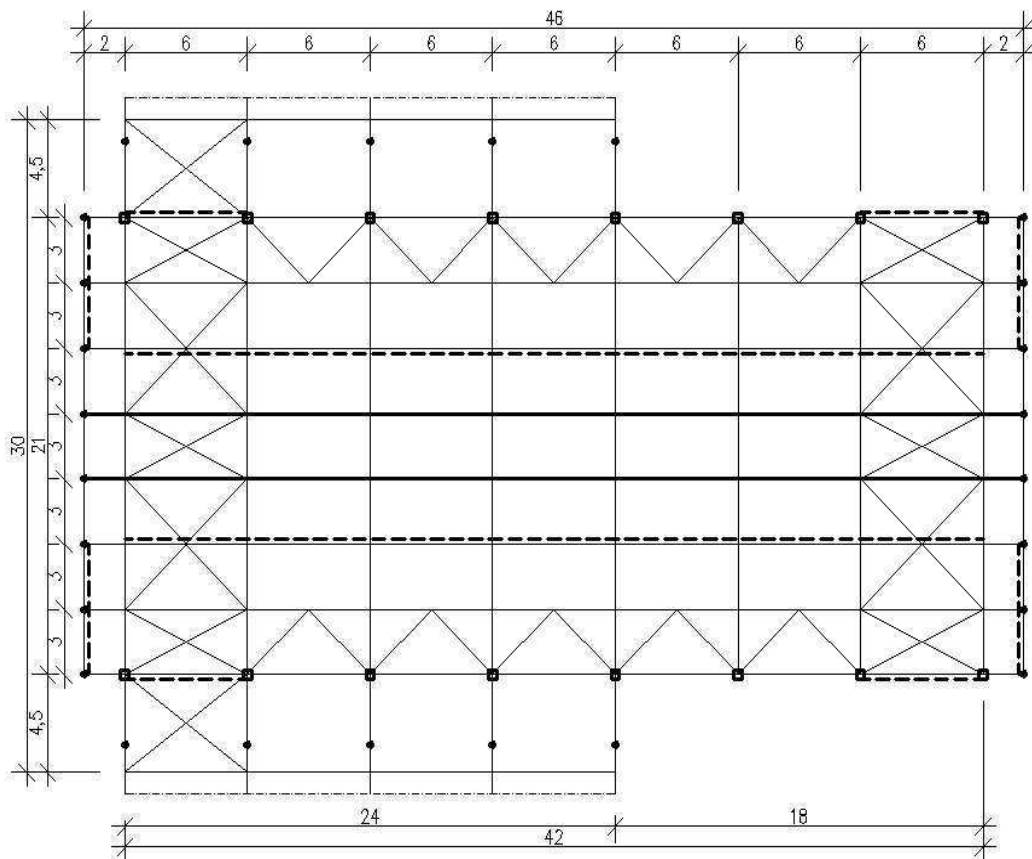
1.1 Popis objektu

Autosalon se nachází v Praze – Černý Most. Dispozice haly se člení na dvě části, a to na část výstavní a část servisní. Pro obě části haly je použita jednotná ocelová konstrukce a oblouková střecha. Osou stavby je centrální světlík. Stavba je jednopodlažní.

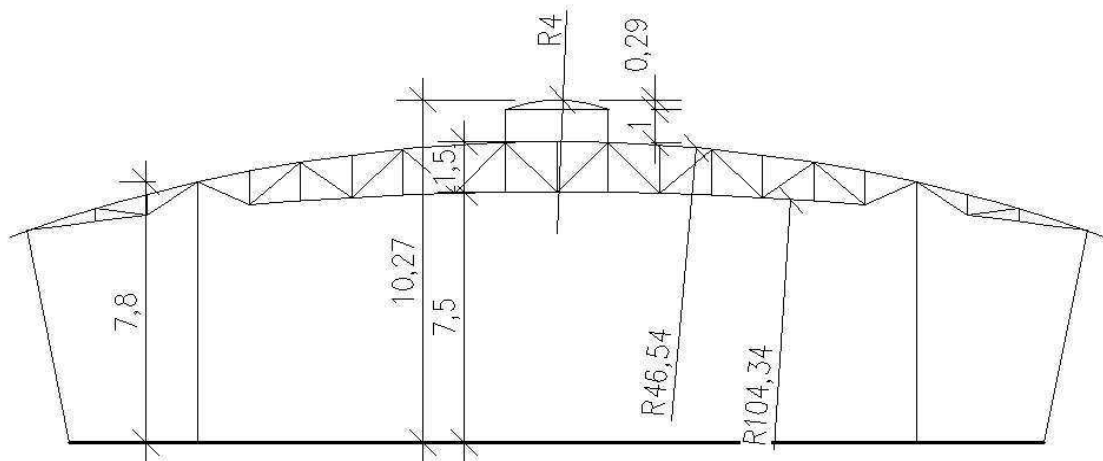
Základem celého objektu je ocelová konstrukce. Oblouková symetrická hala je tvořena systémem sloupů a příhradových vazníků s vrcholovým světlíkem. Rozpětí nosných sloupů je 21 m, dále je v části autosalonu rozšíření přístřešky po obou stranách. Přístřešky jsou podporovány šikmými kruhovými sloupy ve vzdálenosti 4,5 m. Příčné vazby jsou ve vzdálenosti 6 m.

Střešní vazník je tvořen obloukovými pásnicemi (horní i dolní). Vazník je uložen kloubově na dvou vetknutých sloupech. V případě, kdy je vazník rozšířen o přístřešek, je dále kloubově podepřen dalšími dvěma sloupy. Prostorová tuhost haly je zajištěna ztužidly.

1.2 Schéma – půdorys



1.3 Schéma – příčný řez



2 Zatížení

2.1 Stálé zatížení

2.1.1 Střešní plášť

Název	Plošná hmotnost [kg/m ²]	Stálé zatížení gk [kN/m ²]
Střešní panel KS100 RW 120, tl. 155 mm	12,23	0,12
SDK podhled Rigips 12,5	14	0,14

2.1.2 Světlík

Název	Plošná hmotnost [kg/m ²]	Stálé zatížení gk [kN/m ²]
Citrnalux alu 16	3,3	0,03

2.1.3 Obvodový plášť – podélný

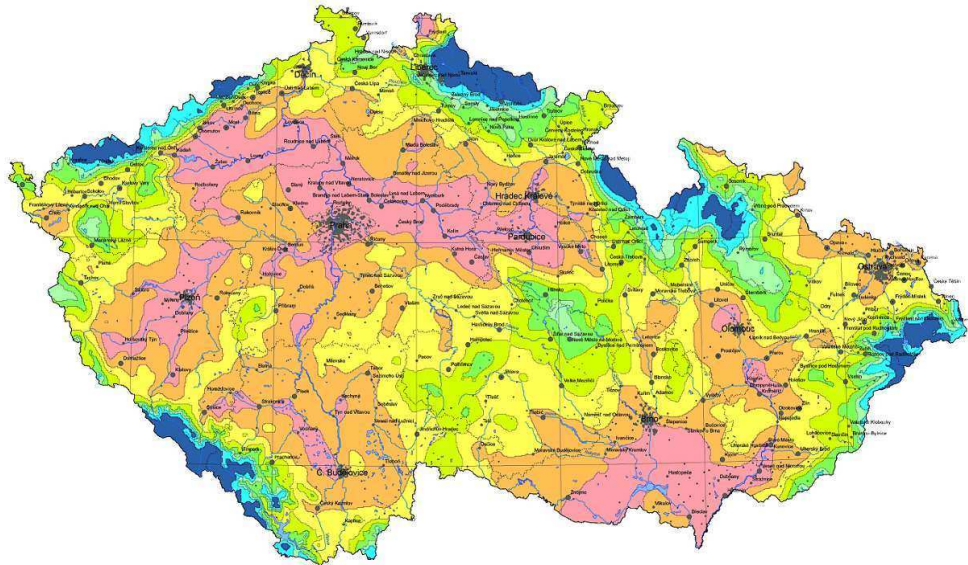
Název	Plošná hmotnost [kg/m ²]	Stálé zatížení gk [kN/m ²]
Stěnový izolační panel KS1000 AWP 120, tl. 120 mm	13,57	0,14

2.1.4 Obvodový plášť – příčný

Název	Plošná hmotnost [kg/m ²]	Stálé zatížení gk [kN/m ²]
Prosklená hliníková fasáda Schüco FWS 60	150	1,50

2.2 Proměnné zatížení

2.2.1 Zatížení sněhem



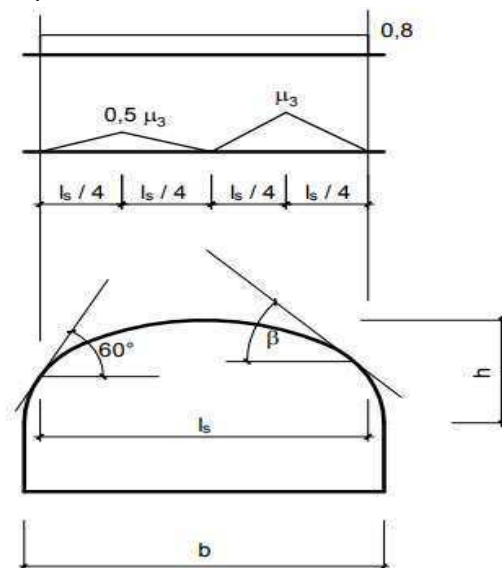
Sněhová oblast I

$$s = \mu * C_e * C_t * s_k$$

$$s_k = 0,7 \text{ kPa}$$

$$C_e = 1$$

$$C_t = 1$$



$0,5 * \mu_3$ = Navátý sníh - A

μ_3 = Navátý sníh - B

SERVISNÍ ČÁST HALY:

A) ZATÍŽENÍ NENAVÁTÝM SNĚHEM

$$s = \mu_1 * C_e * C_t * S_k = 0,8 * 1 * 1 * 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

B) ZATÍŽENÍ NAVÁTÝM SNĚHEM

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

$$b = 21 \text{ m}$$

$$\mu_3 = 0,2 + 10h/b = 0,2 + 10 * 1,2/21 = 0,77$$

$$s_a = 0,5 * \mu_3 * C_e * C_t * S_k = 0,5 * 0,77 * 1 * 1 * 0,7 = 0,27 \text{ kN/m}^2$$

$$s_b = \mu_3 * C_e * C_t * S_k = 0,77 * 1 * 1 * 0,7 = 0,54 \text{ kN/m}^2$$

VÝSTAVNÍ ČÁST HALY:

A) ZATÍŽENÍ NENAVÁTÝM SNĚHEM

$$s = \mu_1 * C_e * C_t * S_k = 0,8 * 1 * 1 * 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

B) ZATÍŽENÍ NAVÁTÝM SNĚHEM

$$h = 2,66 \text{ m}$$

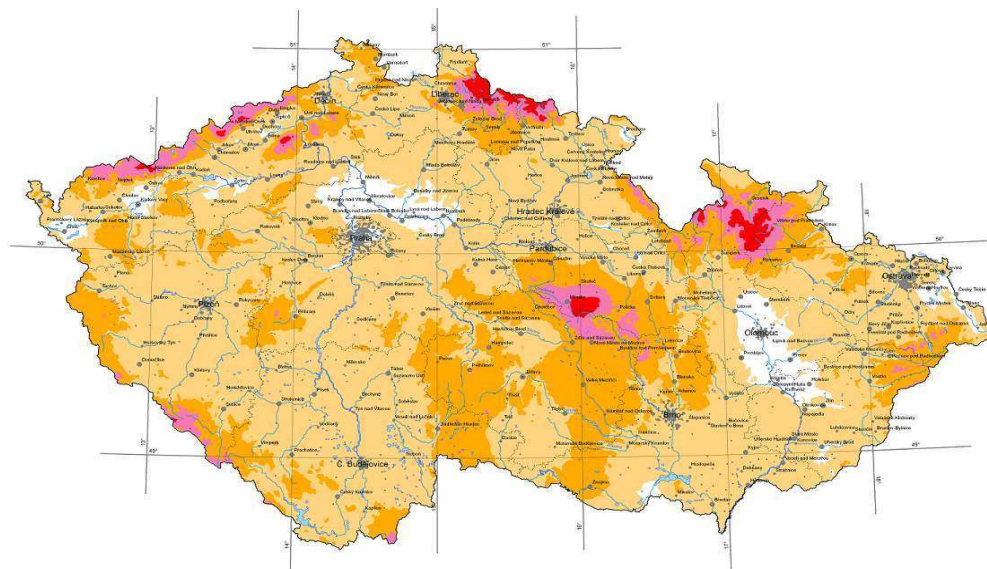
$$b = 30 \text{ m}$$

$$\mu_3 = 0,2 + 10h/b = 0,2 + 10 * 2,66/30 = 1,09$$

$$s_a = 0,5 * \mu_3 * C_e * C_t * S_k = 0,5 * 1,09 * 1 * 1 * 0,7 = 0,38 \text{ kN/m}^2$$

$$s_b = \mu_3 * C_e * C_t * S_k = 1,09 * 1 * 1 * 0,7 = 0,76 \text{ kN/m}^2$$

2.2.2 Zatížení větrem



Větrná oblast I

Základní rychlost větru:

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0}$$

$$v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

$$C_{dir} = 1$$

$$C_{season} = 1$$

$$v_b = 1 * 1 * 25 = 25 \text{ m/s}$$

Kategorie terénu III

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$

$$z_{min} = 5 \text{ m}$$

$$z_{max} = 200 \text{ m}$$

$$z_{min} = 5 \text{ m} < z = 10 \text{ m} < z_{max} = 200 \text{ m}$$

Střední rychlost větru:

$$v_m(z) = c_r(z) * c_o(z) * v_b$$

$$c_r(z=10,3) = k_r * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,215 * \ln\left(\frac{10,3}{0,3}\right) = 0,76$$

$$k_r = 0,19 \left(\frac{z_0}{z_{o,II}}\right) = 0,19 * \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,215$$

$$c_o(z=10,3) = 1$$

$$v_m(z=10,3) = 0,76 * 1 * 22,5 = 17,1 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence:

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m}(z) = \frac{k_1}{c_o(z) * \ln(z * z_0)} = \frac{1}{1 * \ln\left(\frac{10,3}{0,3}\right)} = 0,283$$

$$k_1 = 1$$

Maximální dynamický tlak:

$$q_p(z) = [1 + 7 * I_v(z)] * \left(\frac{1}{2}\right) * \rho * v_m^2$$

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$q_p(z=10,3) = [1 + 7 * 0,283] * \left(\frac{1}{2}\right) * 1,25 * 17,1^2 = 544,8 \text{ N/m}^2 = 0,545 \text{ kN/m}^2$$

Tlak větru na vnější povrchy:

$$w_e = q_p(z=10,3) * c_{pe} = 0,545 * c_{pe} \text{ kN/m}^2$$

SVISLÉ STĚNY:

A) VÍTR PODÉLNÝ

$$b = 21 \text{ m}$$

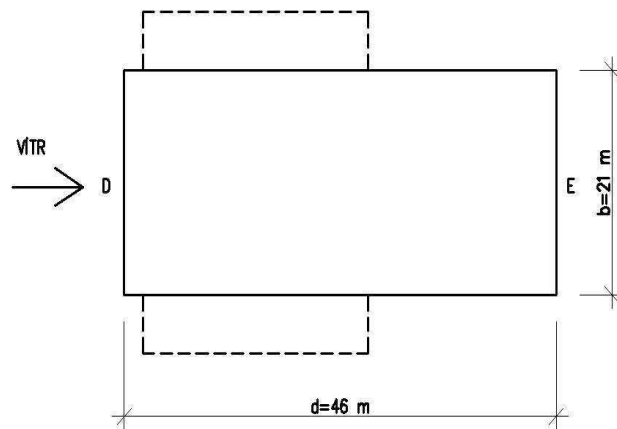
$$d = 46 \text{ m}$$

$$e = 2h = 20,6 \text{ m}$$

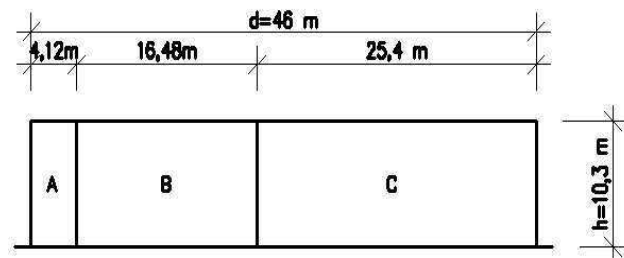
$$e = 20,6 \text{ m} < d = 46 \text{ m}$$

$$\frac{h}{d} = \frac{10,3}{46} = 0,224$$

Půdorys oblastí:



Pohled oblastí:



OBLAST	VÍTR PODÉLNÝ	
	$C_{pe,10}$	W_e [kN/m ²]
A	-1,2	-0,65
B	-0,8	-0,44
C	-0,5	-0,27
D	0,7	0,38
E	-0,3	-0,16

B) VÍTR PŘÍČNÝ

$$b = 46 \text{ m}$$

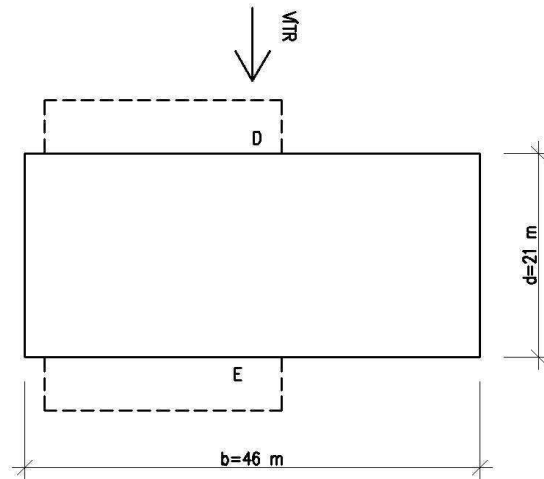
$$d = 21 \text{ m}$$

$$e = 2h = 20,6 \text{ m}$$

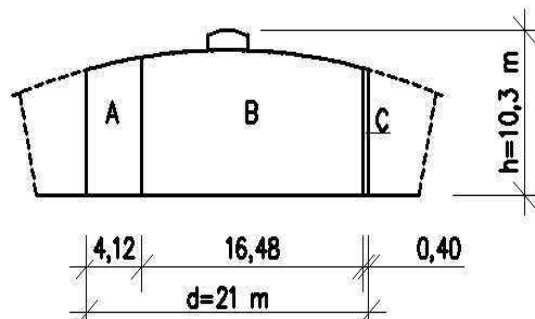
$$e = 20,6 \text{ m} < d = 21 \text{ m}$$

$$\frac{h}{d} = \frac{10,3}{21} = 0,49$$

Půdorys oblastí:



Pohled oblastí:



OBLAST	VÍTR PŘÍČNÝ	
	$C_{pe,10}$	W_e [kN/m ²]
A	-1,2	-0,65
B	-1,0	-0,55
C	-0,5	-0,27
D	0,8	0,44
E	-0,3	-0,16

STŘECHA

A) VÍTR PODÉLNÝ

$\theta = 90^\circ$

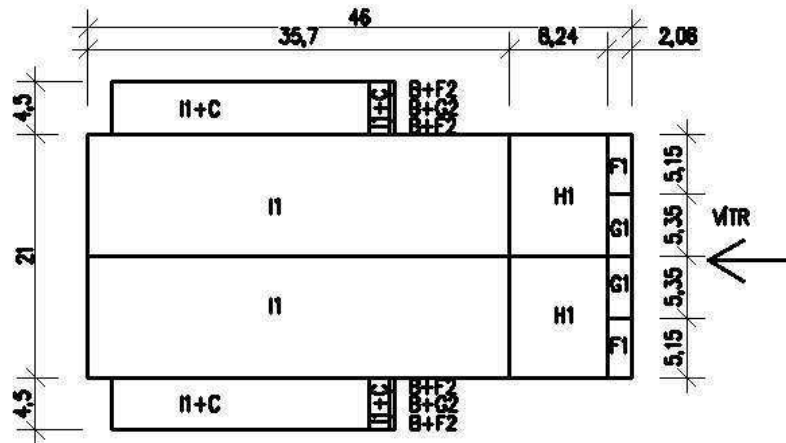
$b_1 = 21\text{m}$

$b_2 = 4,5\text{m}$

$2h = e_1 = 20,6\text{m}$

$b_2 = e_2 = 4,5\text{m}$

Půdorys oblastí:



$\theta = 270$

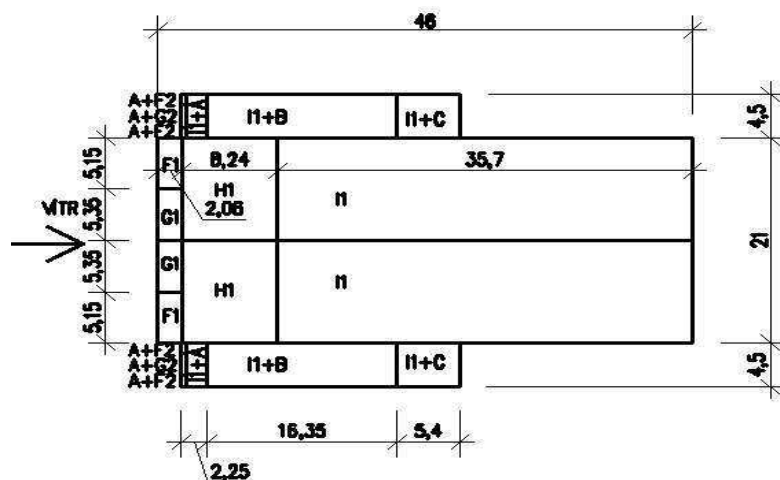
$b_1 = 21\text{m}$

$b_2 = 4,5\text{m}$

$2h = e_1 = 20,6\text{m}$

$b_2 = e_2 = 4,5\text{m}$

Půdorys oblastí:



OBLAST	VÍTR PODÉLNÝ	
	$C_{pe,10}$	W_e [kN/m ²]
F1	-1,7	-0,93
G1	-1,2	-0,65
H1	-0,6	-0,33
I1	-0,6	-0,33
F2	-2,1	-1,14
G2	-1,8	-0,98
H2	-0,6	-0,33
I2	-0,5	-0,27
A	-1,2	-0,65
B	-0,8	-0,44
C	-0,5	-0,27

B) VÍTR PŘÍČNÝ

SERVISNÍ ČÁST HALY:

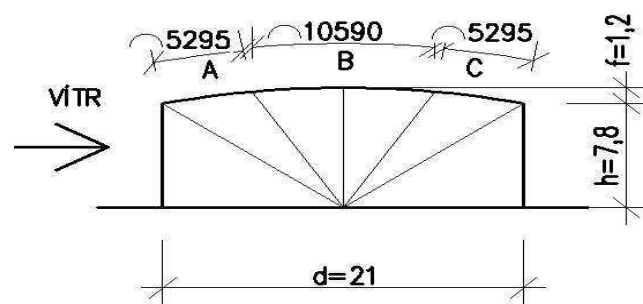
$$h = 7,8 \text{ m}$$

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

$$d = 21 \text{ m}$$

$$\frac{h}{d} = \frac{7,8}{21} = 0,371$$

$$\frac{f}{d} = \frac{1,2}{21} = 0,057$$



OBLAST	VÍTR PŘÍČNÝ	
	$C_{pe,10}$	W_e [kN/m ²]
A	0,11	0,06
B	-0,76	-0,41
C	-0,51	-0,28

VÝSTAVNÍ ČÁST HALY:

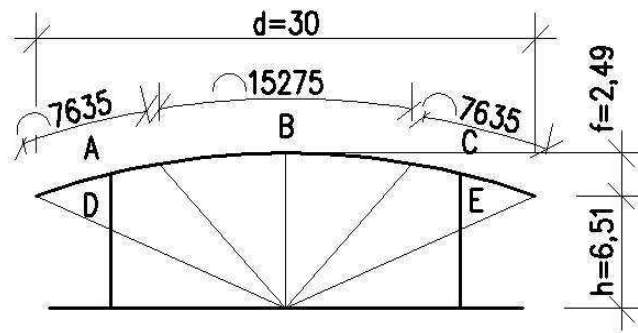
$$h = 6,51 \text{ m}$$

$$f = 2,49 \text{ m}$$

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

$$\frac{h}{d} = \frac{6,51}{30} = 0,217$$

$$\frac{f}{d} = \frac{2,49}{30} = 0,083$$



OBLAST	VÍTR PŘÍČNÝ	
	$C_{pe,10}$	W_e [kN/m ²]
A	0,15	0,08
B	-0,79	-0,43
C	-0,41	-0,22
D	0,8	0,44
E	-0,3	-0,16

3 Střešní plášť

Střešní opláštění je navrženo ze sendvičových střešních panelů. Střešní panely jsou mechanicky kotveny k ocelovým vaznicím. Panely budou kladeny jako prostý nosník s délkou pole 3 m.

3.1 Zatížení střešního panelu

3.1.1 Zatížení stálé

Název	Charakteristické zatížení g_k [kN/m ²]	Bezpečnostní součinitel γ [-]	Návrhové zatížení g_d [kN/m ²]
Střešní panel KS100 RW 120	0,12	1,35	0,16

3.1.2 Zatížení proměnné (nejkritičtější oblast)

Název	Charakteristické zatížení q_k [kN/m ²]	Bezpečnostní součinitel γ [-]	Návrhové zatížení g_d [kN/m ²]
Sníh – navátý (b)	0,76	1,5	1,14
Vítr – sání (podélný vítr)	1,63		2,45
Vítr – tlak	0,06		0,09

(pozn.: sníh str.8, vítr str.13)

3.2 Návrh střešního panelu

Střešní plášť je navržen ze střešních panelů **KS1000 RW 120**

3.3 Posouzení střešního panelu

Posouzení střešního viz tabulky únosnosti od výrobce. Výpočty únosnosti jsou v souladu s ČSN EN 14509

Charakteristické zatížení sněhem je 0,76 kN/m². Charakteristické zatížení větrem (sání) je 1,79 kN/m².

Únosnost charakteristického zatížení střešního panelu (3 m):

Únosnost sněhu = 1,5 kN/m² > Zatížení sněhem = 0,76 kN/m²

Únosnost větru = 3,25 kN/m² > Zatížení větrem = 1,63 kN/m²

Navržený panel KS1000 RW 120 VYHOVUJE

Tabulka únosnosti střešního panelu KS1000 RW 120 viz příloha č. 1

4 Vaznice

Tenkostěnné vaznice jsou navrženy z profilu Z. Jsou ukládány na příčné vazby příhradových nosníků. Rozpon vaznice je 6 m. Při návrhu vaznice je kladen i důraz na minimální šířku uložení střešního panelu.

4.1 Zatížení vaznice

4.1.1 Zatížení stálé

Název	Char. zatížení g_k [kN/m ²]	Zatěžovací šířka B_{zat} [m]	Ch. zat. Liniové g_d [kN/m ²]	γ_g [-]	Návrhové liniové z. g_d [kN/m]
Střešní panel KS100 RW 120	0,12	3	0,36	1,35	0,49
SDK podhled Rigips 12,5	0,14		0,42		0,57

4.1.2 Zatížení proměnné (nejkritičtější oblast)

Název	Char. zatížení q_k [kN/m ²]	Zatěžovací šířka B_{zat} [m]	Návrhové plošné z. g_d [kN/m ²]	γ_q [-]	Návrhové liniové z. g_d [kN/m]
Sníh – navátý (b)	0,76	3	2,28	1,5	3,42
Vítr – sání	1,63		4,89		7,34
Vítr – tlak	0,06		0,18		0,27

(pozn.: sníh str.8, vítr str.13)

4.2 Kombinace zatížení na vaznici

4.2.1 Charakteristické kombinace zatížení

A) KZS1 – Kombinace stálé, sníh, vítr (tlak)

$$f_{k,1} = \sum g_k + q_{k,s} + q_{k,v} \cdot \psi_0$$

$$f_{k,1} = (0,36 + 0,42) + 2,28 + 0,18 \cdot 0,6 = 3,17 \text{ kN/m}$$

B) KZS2 – Kombinace stálé, vítr (tlak), sníh

$$f_{k,2} = \sum g_k + q_{k,s} \cdot \psi_0 + q_{k,v}$$

$$f_{k,2} = (0,36 + 0,42) + 2,28 \cdot 0,7 + 0,18 = 2,56 \text{ kN/m}$$

C) KZS3 – Kombinace stálé, vítr (sání)

$$f_{k,3} = \sum g_k + q_{k,v}$$

$$f_{k,3} = (0,36 + 0,42) - 4,89 = -4,11 \text{ kN/m}$$

4.2.2 Návrhové kombinace zatížení

A) KZS1 – Kombinace stálé, sníh, vítr (tlak)

$$f_{d.1} = \gamma_g^* \Sigma g_k + \gamma_q^* (q_{k.s} + q_{k.v}^* \psi_0)$$

$$f_{d.1} = (0,49 + 0,57) + 3,42 + 0,27 * 0,6 = 4,64 \text{ kN/m}$$

B) KZS2 – Kombinace stálé, vítr (tlak), sníh

$$f_{k.2} = \gamma_g^* \Sigma g_k + \gamma_q^* (q_{k.s}^* \psi_0 + q_{k.v})$$

$$f_{k.2} = (0,49 + 0,57) + 3,42 * 0,7 + 0,27 = 3,72 \text{ kN/m}$$

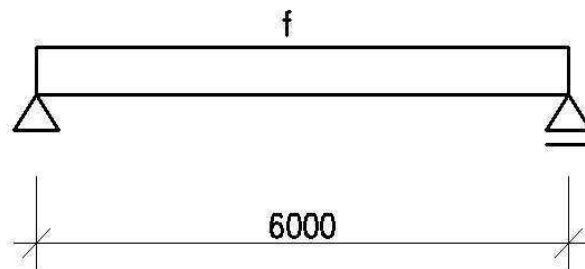
C) KZS3 – Kombinace stálé, vítr (sání)

$$f_{k.3} = \gamma_g^* \Sigma g_k + \gamma_q^* q_{k.v}$$

$$f_{k.3} = (0,49 + 0,57) - 7,34 = - 6,28 \text{ kN/m}^2$$

4.3 Výpočet vnitřních sil

Statické schéma vaznice:



Zatížení - Návrhová kombinace KZS1

$$M_1 = \frac{1}{8} f_{d.1} * l^2 = \frac{1}{8} * 4,64 * 6^2 = 20,88 \text{ kN/m}$$

$$V_1 = \frac{1}{2} f_{d.1} * l = \frac{1}{2} * 4,64 * 6 = 13,92 \text{ kN/m}$$

Zatížení – Návrhová kombinace KZS3

$$M_2 = \frac{1}{8} f_{d.1} * l^2 = \frac{1}{8} * 6,28 * 6^2 = 28,26 \text{ kN/m}$$

$$V_1 = \frac{1}{2} f_{d.1} * l = \frac{1}{2} * 6,28 * 6 = 18,84 \text{ kN/m}$$

Pozn.: Vlastní tíha vaznic je zanedbána

4.4 Návrh vaznice

Vaznice je navržena jako tenkostěnná vaznice **Z300 tl. 3,0 mm Typ B FeE 350G**

4.5 Posouzení vaznice

Posouzení tenkostěnné vaznice viz tabulky únosnosti od výrobce. Výpočty únosnosti jsou v souladu s ČSN PENV 1993-1-3 s uvážením součinitele $\gamma_{M1}=1,15$.

Vlastní tíha vaznice při výpočtu vnitřních sil je zanedbána, je zahrnuta v únosnosti průřezu viz tabulky výrobce.

$$M_{\text{eff.Rd}} = 34,18 \text{ kNm} < M.2 = 28,26 \text{ kNm} < M.1 = 20,88 \text{ kNm}$$

$$V_{\text{b.Rd}} = 81,90 \text{ kN} < V_2 = 18,84 \text{ kN} < V_1 = 13,92 \text{ kN}$$

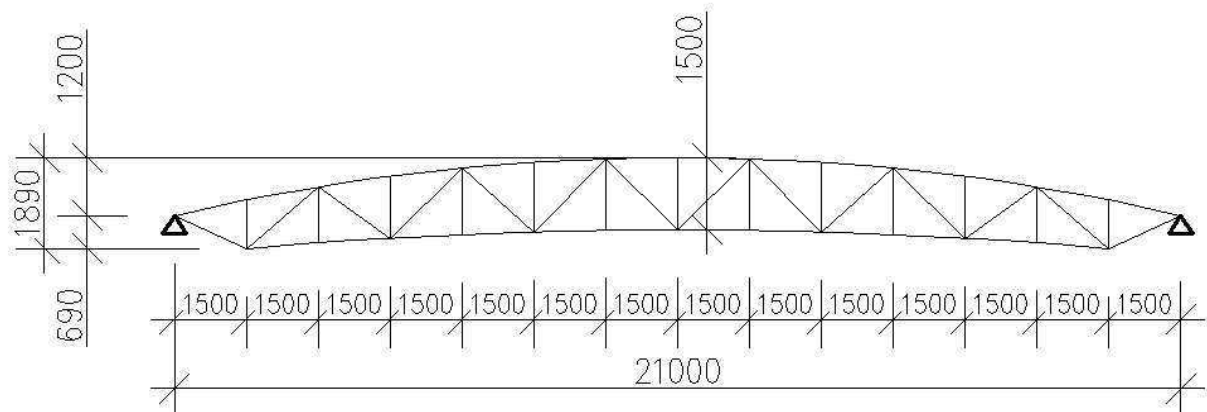
Navržená tenkostěnná vaznice Z300 tl. 3,0 mm Typ B FeE 350G VYHOVUJE

Tabulka únosnosti tenkostěnné vaznice Z viz příloha č.2

5 Vazník - V1

Střešní vazník se skládá z obloukových pásnic a vnitřních prutů. Horní pás je navržen z I profilu, spodní pás a vnitřní pruty z kruhových trubek. Vazník V1 je kloubově uložen na ocelových sloupech a nachází se v servisní části haly. Rozpětí vazníku je 21 m.

5.1 Statické schéma vazníku

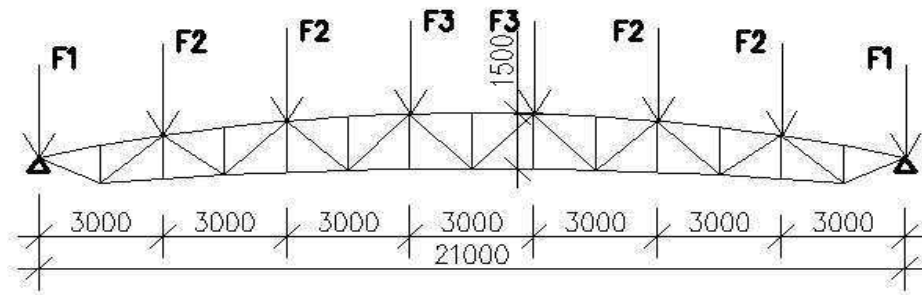


5.2 Zatížení vazníku

5.2.1 Zatížení stálé

Název	Char. zatížení g_k [kN/m ²]	Zatěžovací plocha A_{zat} [m ²]	Bodové zatížení G_k [kN]	γ_g [-]	Návrhová síla G_d [kN]
Střešní panel KS100 RW 120	0,12	18	2,16	1,35	2,92
SDK podhled Rigips 12,5	0,14		2,52		3,40
Citrnalux alu 16	0,03		0,27		0,37

Zatěžovací schéma – stálé zatížení



$$F1 = 2,16 + 2,52 = 4,68 \text{ kN}$$

$$F2 = 1/2(2,16 + 2,52) = 2,34 \text{ kN}$$

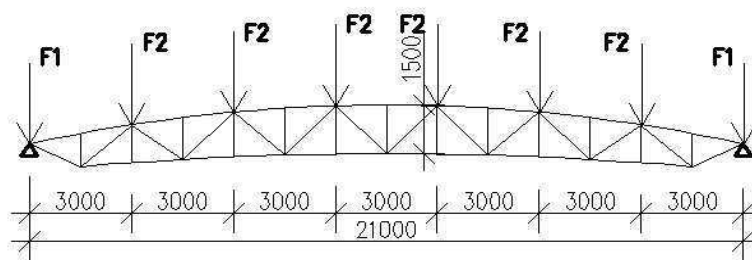
$$F3 = 1/2(2,16 + 2,52) + 0,27 = 2,61 \text{ kN}$$

5.2.2 Zatížení proměnné

Název	Char. zatížení q_k [kN/m ²]	Zatěžovací plocha A_{zat} [m ²]	Bodové zatížení Q_k [kN]	γ_q [-]	Návrhová síla Q_d [kN]
Sníh – nenavátý	0,56	18	10,08	1,5	15,12
Vítr – F1 (podélný)	-0,93		-16,74		-25,11
Vítr – G1 (podélný)	-0,65		-11,70		-17,55
Vítr – A (příčný)	0,06		1,08		1,62
Vítr – B (příčný)	-0,41		-7,38		-11,07
Vítr – C (příčný)	-0,28		-5,04		-7,38

(pozn.: sníh str.8, vítr str.13)

Zatěžovací schéma – sníh

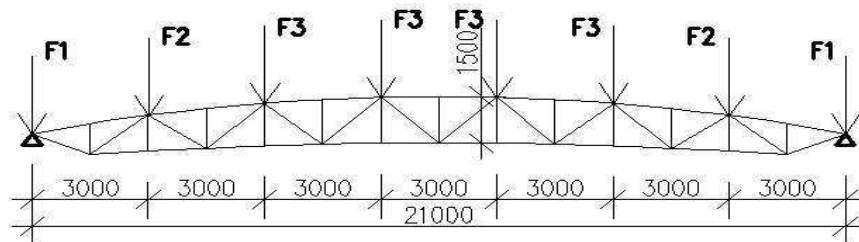


$$F1 = 5,04 \text{ kN}$$

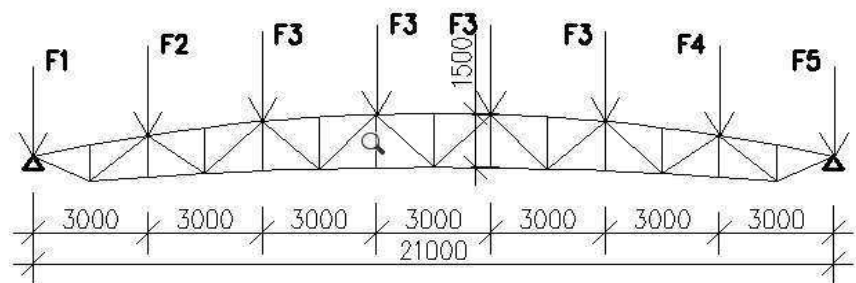
$$F2 = 10,08 \text{ kN}$$

Zatěžovací schéma – vítr podélný

$$\begin{aligned} F1 &= -8,37 \text{ kN} \\ F2 &= -16,74 \text{ kN} \\ F3 &= -11,70 \text{ kN} \end{aligned}$$



Zatěžovací schéma – vítr příčný



$$\begin{aligned} F1 &= 0,54 \text{ kN} \\ F2 &= 1,08 \text{ kN} \\ F3 &= -7,38 \text{ kN} \\ F4 &= -5,04 \text{ kN} \\ F5 &= -2,52 \text{ kN} \end{aligned}$$

5.3 Kombinace zatížení na vazník

5.3.1 Charakteristické kombinace zatížení

A) KZS1 – stálé+sníh+vítr(příčný)

$$G_k + Q_{k.snih} + \psi_0 * Q_{k.vitr}$$

$$G_k + Q_{k.snih} + 0,6 * Q_{k.vitr}$$

B) KZS2 – stálé + vítr (podélný)

$$G_k + Q_{k.vitr}$$

C) KZS3 – stálé + sníh

$$G_k + Q_{k.snih}$$

5.3.2 Návrhové kombinace zatížení

A) KZS4 – stálé+sníh+vitr(příčný)

$$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k,\text{sníh}} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k,\text{vitr}}$$

$$1,35 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,\text{sníh}} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k,\text{vitr}}$$

B) KZS5 – stálé + vitr (podélný)

$$G_k + \gamma_q \cdot Q_{k,\text{vitr}}$$

$$G_k + 1,5 \cdot Q_{k,\text{vitr}}$$

C)KZS6 – stálé + sníh

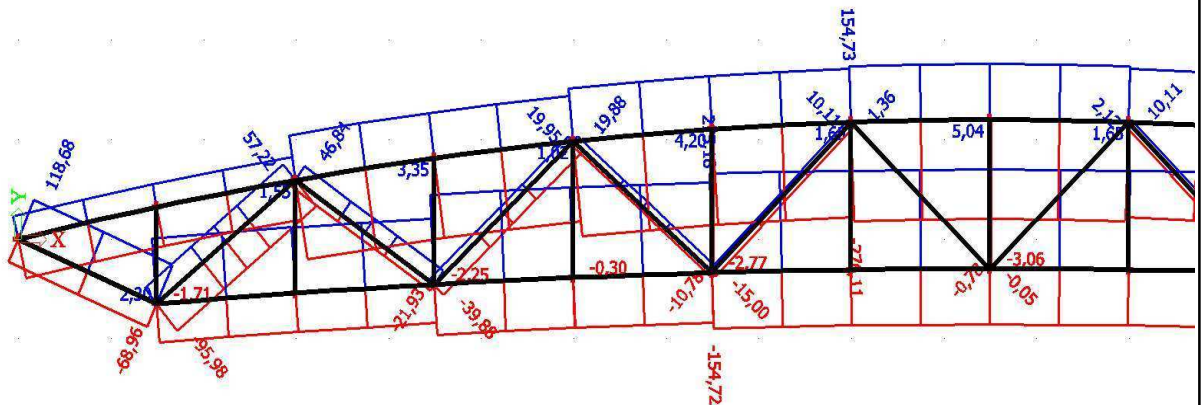
$$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k,\text{sníh}}$$

$$1,35 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,\text{sníh}}$$

5.4 Vnitřní síly

Vnitřní síly jsou vypočítány pomocí softwaru SCIA Engineer 16

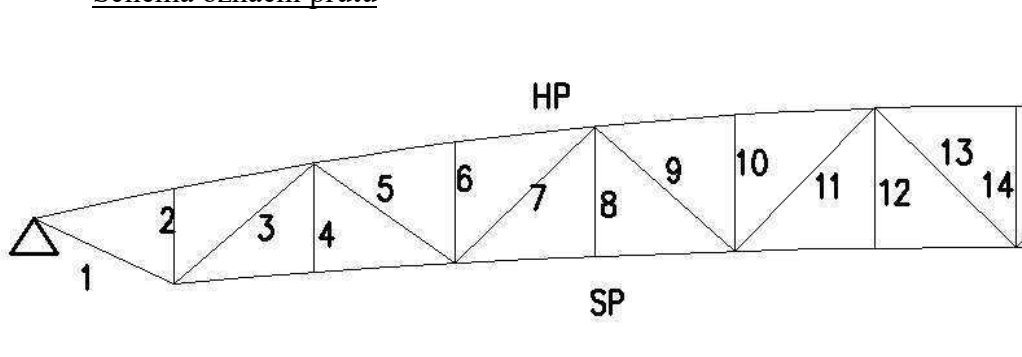
Obálka vnitřních sil MSÚ



5.5 Návrh

Prvky jsou navrženy z oceli S235. Profil jednotlivých prvků viz tabulka návrhu prutů.

Schéma označí prutů



Tabulka návrhu prutů

PRUT	Profil
HP	HEA120
SP	TR140 tl. 8,0
1	TR54 tl. 6,3
2	TR54 tl. 2,6
3	TR54 tl. 6,3
4	TR54 tl. 2,6
5	TR54 tl. 2,6
6	TR54 tl. 2,6
7	TR54 tl. 2,6
8	TR54 tl. 2,6
9	TR54 tl. 2,6
10	TR54 tl. 2,6
11	TR54 tl. 2,6
12	TR54 tl. 2,6
13	TR54 tl. 2,6
14	TR54 tl. 2,6

5.6 Posouzení

Prvky jsou navrženy z oceli S235. Profily a dimenze jednotlivých prvků viz tabulka posouzení prutů.

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

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_m} = \frac{235}{1} = 235 \text{ MPa}$$

5.6.1 Posouzení MSÚ – tlakové síly

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

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot \sqrt{235/f_y} = 93,9 \cdot \sqrt{235/235} = 93,9$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}/i}{\lambda_1}$$

$$\lambda \rightarrow \chi \text{ (tab. Součinitele vzpěrnosti)}$$

Tabulka posouzení prutů – tlak

PRUT	N_{Ed} [kN]	Profil	A [mm ²]	i_y [mm]	i_z [mm]	L_{teor} [m]	$L_{cr,y}$ [m]	$L_{cr,z}$ [m]	$L_{cr,z}/i_z$	$L_{cr,y}/i_y$	λ $\Delta_{1=93,9}$	χ	N_{Rd} [kN]	N_{Ed}/N_{Rd}	Posudek
HP	-276,11	HEA120	2530	48,9	30,2	21,18	1,5	3	99,34	30,67	1,06	0,559	332,35	0,83	VYHOVUJE
SP	-154,72	TR140 tl. 8,0	3318	46,8	46,8	18,02	1,5	9	192,31	32,05	2,05	0,213	166,08	0,93	VYHOVUJE
1	-68,96	TR54 tl. 6,3	944	17	17	1,64	1,64	1,64	96,47	96,47	1,03	0,645	143,09	0,48	VYHOVUJE
2	-	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	0,98	0,98	0,98	53,85	53,85	0,57	0,901	88,93	-	VYHOVUJE
3	-95,98	TR54 tl. 6,3	944	17	17	1,95	1,95	1,95	114,71	114,71	1,22	0,518	114,91	0,84	VYHOVUJE
4	-	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	1,14	1,14	1,14	62,64	62,64	0,67	0,861	84,98	-	VYHOVUJE
5	-21,93	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	1,83	1,83	1,83	100,55	100,55	1,07	0,617	60,9	0,36	VYHOVUJE
6	-	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	1,27	1,27	1,27	69,78	69,78	0,74	0,828	81,72	-	VYHOVUJE
7	-39,88	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	2,08	2,08	2,08	114,29	114,29	1,22	0,518	51,13	0,78	VYHOVUJE
8	-	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	1,37	1,37	1,37	75,27	75,27	0,8	0,796	78,57	-	VYHOVUJE
9	-10,78	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	2	2	2	109,89	109,89	1,17	0,549	54,19	0,2	VYHOVUJE
10	-	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	1,44	1,44	1,44	79,12	79,12	0,84	0,772	76,2	-	VYHOVUJE
11	-15	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	2,13	2,13	2,13	117,03	117,03	1,25	0,499	49,25	0,3	VYHOVUJE
12	-	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	1,49	1,49	1,49	81,87	81,87	0,87	0,753	74,32	-	VYHOVUJE
13	-	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	2,1	2,1	2,1	115,38	115,38	1,23	0,511	50,44	-	VYHOVUJE
14	-3,06	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	1,5	1,5	1,5	82,42	82,42	0,88	0,747	73,73	0,04	VYHOVUJE

5.6.2 Posouzení MSÚ - tahové síly

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

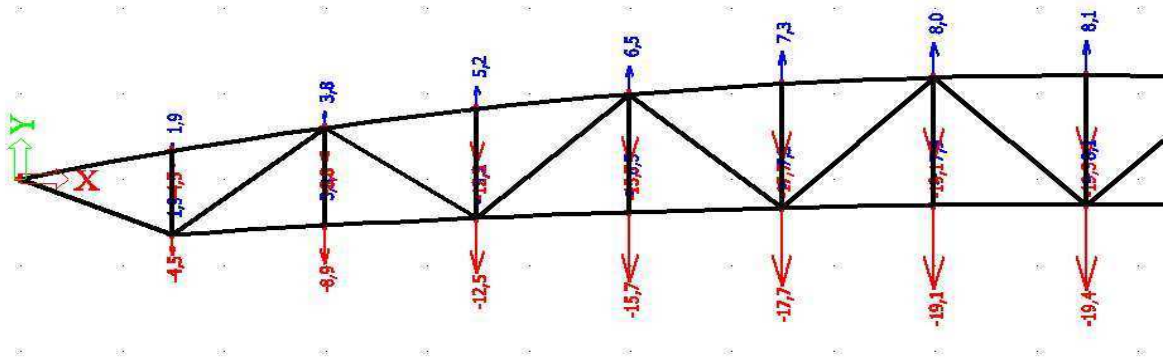
Tabulka posouzení prutů – tah

PRUT	N_{Ed} [kN]	Profil	A [mm ²]	N_{Rd} [kN]	N_{Ed}/N_{Rd}	Posudek
HP	154,73	HEA120	2530	594,55	0,26	VYHOVUJE
SP	275,18	TR140 tl. 8,0	3318	779,73	0,35	VYHOVUJE
1	118,68	TR54 tl. 6,3	944	221,84	0,53	VYHOVUJE
2	-	TR54 tl. 2,6	420	98,7	-	VYHOVUJE
3	57,22	TR54 tl. 6,3	944	221,84	0,26	VYHOVUJE
4	-	TR54 tl. 2,6	420	98,7	-	VYHOVUJE
5	46,84	TR54 tl. 2,6	420	98,7	0,47	VYHOVUJE
6	-	TR54 tl. 2,6	420	98,7	-	VYHOVUJE
7	19,95	TR54 tl. 2,6	420	98,7	0,2	VYHOVUJE
8	-	TR54 tl. 2,6	420	98,7	-	VYHOVUJE
9	19,88	TR54 tl. 2,6	420	98,7	0,2	VYHOVUJE
10	-	TR54 tl. 2,6	420	98,7	-	VYHOVUJE
11	10,11	TR54 tl. 2,6	420	98,7	0,1	VYHOVUJE
12	-	TR54 tl. 2,6	420	98,7	-	VYHOVUJE
13	-	TR54 tl. 2,6	420	98,7	-	VYHOVUJE
14	5,04	TR54 tl. 2,6	420	98,7	0,05	VYHOVUJE

5.6.3 Posouzení MSP – svislý posun

Výpočet deformací vazníku je proveden pomocí softwaru SCIA Engineer 16. Pro výpočet byla použita kombinace KZS1.

$$\delta_{\text{limit}} = \frac{L}{350} = \frac{21}{350} = 0,06 \text{ m} = 60 \text{ mm}$$



$$\delta_{\text{limit}} = 60 \text{ mm} > \delta_{\text{max}} = 19,4 \text{ mm}$$

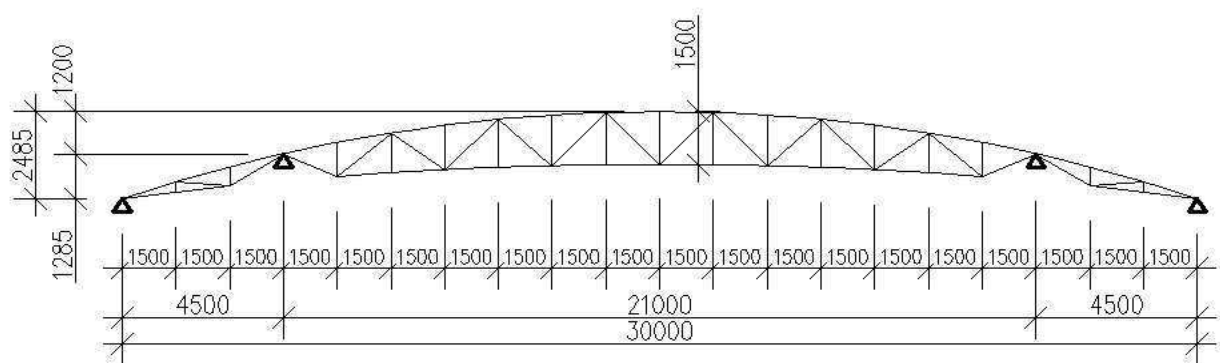
5.6.4 Vyhodnocení posouzení

Navržený vazník V1 VYHOVUJE ve všech posuzovaných stavech – MSÚ, MSP.

6 Vazník – V2

Střešní vazník se skládá z obloukových pásnic a vnitřních prutů. Horní pás je navržen z I profilu, spodní pás a vnitřní pruty z kruhových trubek. Vazník V2 je kloubově uložen na ocelových sloupech o vzdálenosti 21m a na koncích je podepřen kloubově stojkami. Vazník V2 se nachází ve výstavní části haly. Celkové rozpětí vazníku je 30 m.

6.1 Statické schéma vazníku

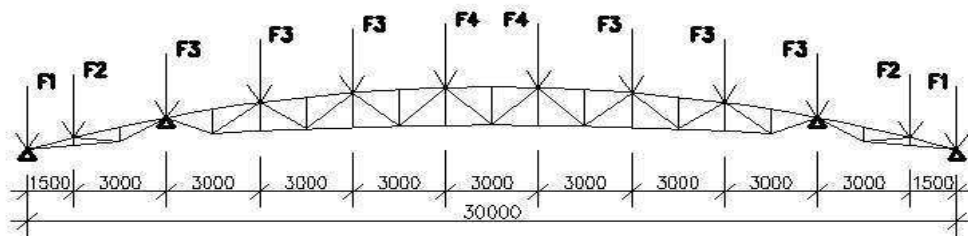


6.2 Zatížení vazníku

6.2.1 Zatížení stálé

Název	Char. zatížení g_k [kN/m ²]	Zatěžovací plocha A_{zat} [m ²]	Bodové zatížení G_k [kN]	γ_g [-]	Návrhová síla G_d [kN]
Střešní panel KS100 RW 120	0,12	18	2,16	1,35	2,92
SDK podhled Rigips 12,5	0,14		2,52		3,40
Citnalux alu 16	0,03	9	0,27		0,37

Zatěžovací schéma – stálé zatížení



$$F1 = 1,17 \text{ kN}$$

$$F2 = 3,51 \text{ kN}$$

$$F3 = 4,68 \text{ kN}$$

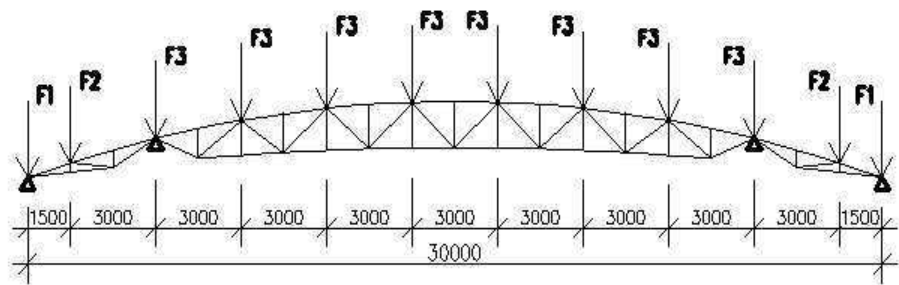
$$F4 = 2,61 \text{ kN}$$

6.2.2 Zatížení proměnné

Název	Char. zatížení q_k [kN/m ²]	Zatěžovací plocha A_{zat} [m ²]	Bodové zatížení Q_k [kN]	γ_q [-]	Návrhová síla Q_d [kN]
Sníh – nenavátý	0,56	18	10,08	1,5	15,12
Vítr – F1 (podélný)	-0,93	18	-16,74		-25,11
Vítr – G1 (podélný)	-0,65	18	-11,70		-17,55
Vítr – A+F2 (pode.)	-1,79	4,5	-8,06		-12,08
Vítr – A+G2 (pode.)	-1,63	13,5	-22,01		-33,01
Vítr – A+D (příčný)	-0,36	4,5	-1,62		-2,43
Vítr – A (příčný)	0,08	18	1,44		2,16
Vítr – B (příčný)	-0,43	18	-7,74		-11,61
Vítr – C (příčný)	-0,22	18	-3,96		-5,94
Vítr – C+E (příčný)	-0,06	4,5	-0,27		-0,41

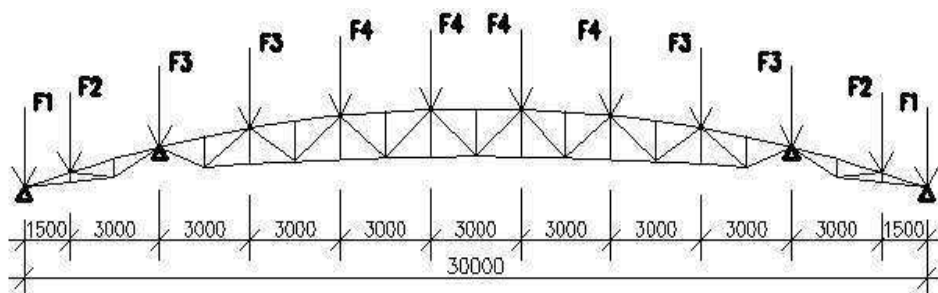
(pozn.: sníh str.8, vítr str.13)

Zatěžovací schéma – sníh



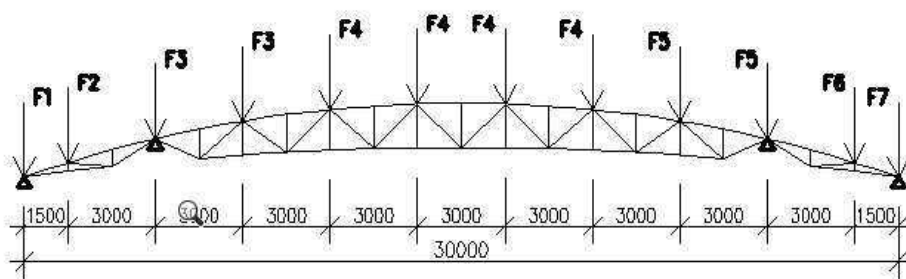
$F1 = 2,52 \text{ kN}$
 $F2 = 7,56 \text{ kN}$
 $F3 = 10,08 \text{ kN}$

Zatěžovací schéma – vítr podélný



$F1 = -8,06 \text{ kN}$
 $F2 = -22,01 \text{ kN}$
 $F3 = -16,74 \text{ kN}$
 $F4 = -11,70 \text{ kN}$

Zatěžovací schéma – vítr příčný



$F1 = -1,62 \text{ kN}$
 $F2 = -4,86 \text{ kN}$
 $F3 = 1,44 \text{ kN}$
 $F4 = -7,74 \text{ kN}$
 $F5 = -3,94 \text{ kN}$
 $F6 = -0,81 \text{ kN}$
 $F7 = -0,27 \text{ kN}$

6.3 Kombinace zatížení na vazník

6.3.1 Charakteristické kombinace zatížení

A) KZS1 – stálé+sníh+vítr(příčný)

$$G_k + Q_{k,\text{sníh}} + \psi_0 * Q_{k,\text{vitr}}$$

$$G_k + Q_{k,\text{sníh}} + 0,6 * Q_{k,\text{vitr}}$$

B) KZS2 – stálé + vítr (podélný)

$$G_k + Q_{k,\text{vitr}}$$

C)KZS3 – stálé + sníh

$$G_k + Q_{k,\text{sníh}}$$

6.3.2 Návrhové kombinace zatížení

A) KZS4 – stálé+sníh+vítr(příčný)

$$\gamma_g * G_k + \gamma_q * Q_{k,\text{sníh}} + \gamma_q * \psi_0 * Q_{k,\text{vitr}}$$

$$1,35 * G_k + 1,5 * Q_{k,\text{sníh}} + 1,5 * 0,6 * Q_{k,\text{vitr}}$$

B) KZS5 – stálé + vítr (podélný)

$$G_k + \gamma_q * Q_{k,\text{vitr}}$$

$$G_k + 1,5 * Q_{k,\text{vitr}}$$

C)KZS6 – stálé + sníh

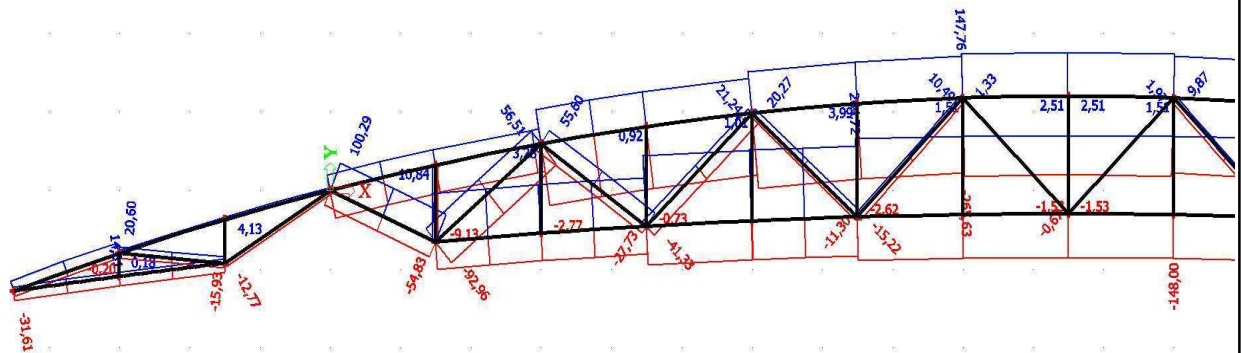
$$\gamma_g * G_k + \gamma_q * Q_{k,\text{sníh}}$$

$$1,35 * G_k + 1,5 * Q_{k,\text{sníh}}$$

6.4 Výpočet vnitřních sil

Vnitřní síly jsou vypočítány pomocí softwaru SCIA Engineer 16

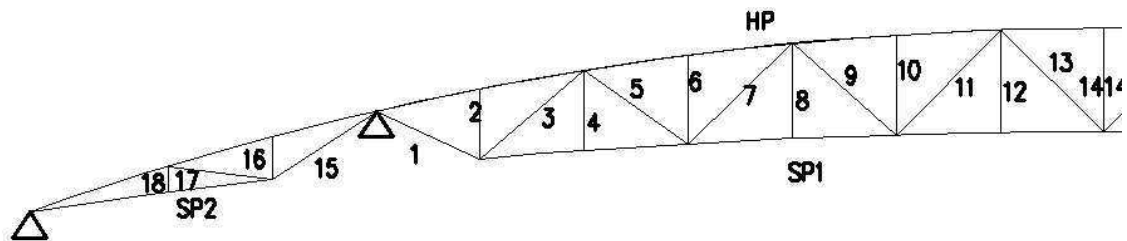
Obálka vnitřních sil MSÚ



6.5 Návrh

Prvky jsou navrženy z oceli S235. Profily jednotlivých prvků viz tabulka návrhu prutů.

Schéma označení prutů



Tabulka návrhu prutů

PRUT	Profil
HP	HEA120
SP1	TR140 tl. 8,0
SP2	TR140 tl. 8,0
1	TR54 tl. 6,3
2	TR54 tl. 2,6
3	TR54 tl. 6,3
4	TR54 tl. 2,6
5	TR54 tl. 2,6
6	TR54 tl. 2,6
7	TR54 tl. 2,6
8	TR54 tl. 2,6
9	TR54 tl. 2,6
10	TR54 tl. 2,6
11	TR54 tl. 2,6
12	TR54 tl. 2,6
13	TR54 tl. 2,6
14	TR54 tl. 2,6
15	TR54 tl. 2,6
16	TR54 tl. 2,6
17	TR54 tl. 2,6
18	TR54 tl. 2,6

6.6 Posouzení

Prvky jsou navrženy z oceli S235. Profily a dimenze jednotlivých prvků viz tabulka posouzení prutů.

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

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_m} = \frac{235}{1} = 235 \text{ MPa}$$

6.6.1 Posouzení MSÚ – tlakové síly

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

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot \sqrt{235/f_y} = 93,9 \cdot \sqrt{235/235} = 93,9$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}/i}{\lambda_1}$$

$\lambda \rightarrow \chi$ (tab. Součinitele vzpěrnosti)

Tabulka posouzení prutů – tlak

PRUT	N_{Ed} [kN]	Profil	A [mm ²]	i_y [mm]	i_z [mm]	L_{teor} [m]	$L_{cr,y}$ [m]	$L_{cr,z}$ [m]	$L_{cr,z}/i_z$	$L_{cr,y}/i_y$	λ $\Delta_{1=93,9}$	χ	N_{Rd} [kN]	N_{Ed}/N_{Rd}	Posudek
HP	-265,53	HEA120	2530	48,9	30,2	30,56	1,5	3	99,34	30,67	1,06	0,559	332,35	0,8	VYHOVUJE
SP1	-148	TR140 tl. 8,0	3318	46,8	46,8	18,02	1,5	9	192,31	32,05	2,05	0,213	166,08	0,89	VYHOVUJE
SP2	-31,61	TR140 tl. 8,0	944	17	17	3,02	1,5	3,02	177,65	88,24	0,94	0,707	156,84	0,2	VYHOVUJE
1	-54,83	TR54 tl. 6,3	944	17	17	1,64	1,64	1,64	96,47	96,47	1,03	0,645	143,09	0,38	VYHOVUJE
2	-9,13	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	0,98	0,98	0,98	53,85	53,85	0,57	0,901	88,93	0,1	VYHOVUJE
3	-92,96	TR54 tl. 6,3	944	17	17	1,95	1,95	1,95	114,71	114,71	1,22	0,518	114,91	0,81	VYHOVUJE
4	-	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	1,14	1,14	1,14	62,64	62,64	0,67	0,861	84,98	-	VYHOVUJE
5	-27,73	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	1,83	1,83	1,83	100,55	100,55	1,07	0,617	60,9	0,46	VYHOVUJE
6	-	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	1,27	1,27	1,27	69,78	69,78	0,74	0,828	81,72	-	VYHOVUJE
7	-41,33	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	2,08	2,08	2,08	114,29	114,29	1,22	0,518	51,13	0,81	VYHOVUJE
8	-	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	1,37	1,37	1,37	75,27	75,27	0,8	0,796	78,57	-	VYHOVUJE
9	-11,3	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	2	2	2	109,89	109,89	1,17	0,549	54,19	0,21	VYHOVUJE
10	-	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	1,44	1,44	1,44	79,12	79,12	0,84	0,772	76,2	-	VYHOVUJE
11	-15,22	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	2,13	2,13	2,13	117,03	117,03	1,25	0,499	49,25	0,31	VYHOVUJE
12	-	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	1,49	1,49	1,49	81,87	81,87	0,87	0,753	74,32	-	VYHOVUJE
13	-	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	2,1	2,1	2,1	115,38	115,38	1,23	0,511	50,44	-	VYHOVUJE
14	-	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	1,5	1,5	1,5	82,42	82,42	0,88	0,747	73,73	-	VYHOVUJE
15	-12,77	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	1,76	1,76	1,76	96,7	96,7	1,03	0,645	63,66	0,2	VYHOVUJE
16	-	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	0,56	0,56	0,56	30,77	30,77	0,33	0,970	95,74	-	VYHOVUJE
17	-15,93	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	1,51	1,51	1,51	82,97	82,97	0,88	0,747	73,73	0,22	VYHOVUJE
18	-	TR54 tl. 2,6	420	18,2	18,2	0,3	0,3	0,3	16,48	16,48	0,18	1,000	98,7	-	VYHOVUJE

6.6.2 Posouzení MSÚ – tahové síly

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

Tabulka posouzení prutů – tah

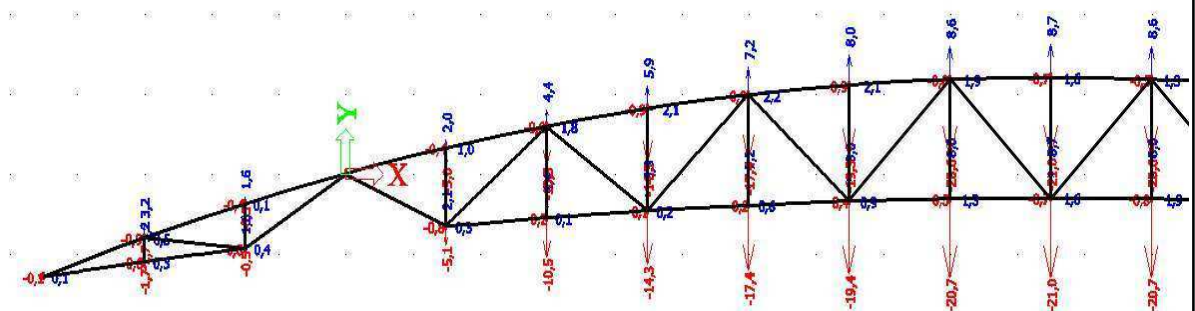
PRUT	N _{Ed} [kN]	Profil	A [mm ²]	N _{Rd} [kN]	N _{Ed} /N _{Rd}	Posudek
HP	147,76	HEA120	2530	594,55	0,25	VYHOVUJE
SP1	264,72	TR140 tl. 8,0	3318	779,73	0,34	VYHOVUJE
SP2	14,31	TR140 tl. 8,0	944	221,84	0,06	VYHOVUJE
1	100,29	TR54 tl. 6,3	944	221,84	0,45	VYHOVUJE
2	10,84	TR54 tl. 2,6	420	98,7	0,11	VYHOVUJE
3	56,51	TR54 tl. 6,3	944	221,84	0,25	VYHOVUJE
4	-	TR54 tl. 2,6	420	98,7	-	VYHOVUJE
5	55,6	TR54 tl. 2,6	420	98,7	0,56	VYHOVUJE
6	-	TR54 tl. 2,6	420	98,7	-	VYHOVUJE
7	21,24	TR54 tl. 2,6	420	98,7	0,22	VYHOVUJE
8	-	TR54 tl. 2,6	420	98,7	-	VYHOVUJE
9	20,27	TR54 tl. 2,6	420	98,7	0,21	VYHOVUJE
10	-	TR54 tl. 2,6	420	98,7	-	VYHOVUJE
11	10,49	TR54 tl. 2,6	420	98,7	0,11	VYHOVUJE
12	-	TR54 tl. 2,6	420	98,7	-	VYHOVUJE
13	-	TR54 tl. 2,6	420	98,7	-	VYHOVUJE
14	-	TR54 tl. 2,6	420	98,7	-	VYHOVUJE
15	-	TR54 tl. 2,6	420	98,7	-	VYHOVUJE
16	4,13	TR54 tl. 2,6	420	98,7	0,04	VYHOVUJE
17	20,6	TR54 tl. 2,6	420	98,7	0,21	VYHOVUJE
18	-	TR54 tl. 2,6	420	98,7	-	VYHOVUJE

6.6.3 Posouzení MSP – svislý posun

Výpočet deformací vazníku je proveden pomocí softwaru SCIA Engineer 16. Pro výpočet byla použita kombinace KZS1.

$$\delta_{\text{limit}} = \frac{L}{350} = \frac{21}{350} = 0,06 \text{ m} = 60 \text{ mm}$$

pozn.: uvažováno 21m – největší rozpětí podpor



$$\delta_{\text{limit}} = 60 \text{ mm} > \delta_{\text{max}} = 20,7 \text{ mm}$$

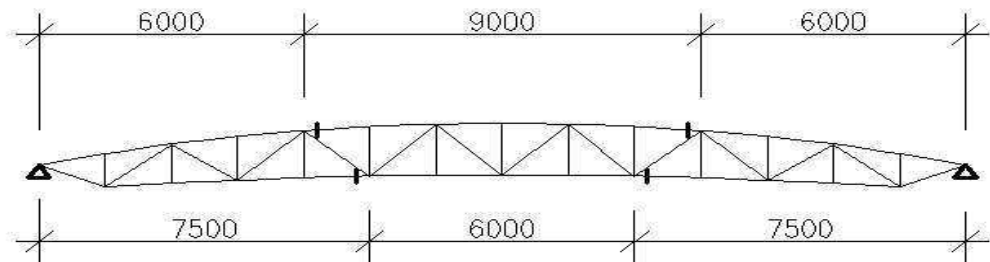
6.6.4 Vyhodnocení posouzení

Navržený vazník V1 VYHOVUJE ve všech posuzovaných stavech – MSÚ, MSP.

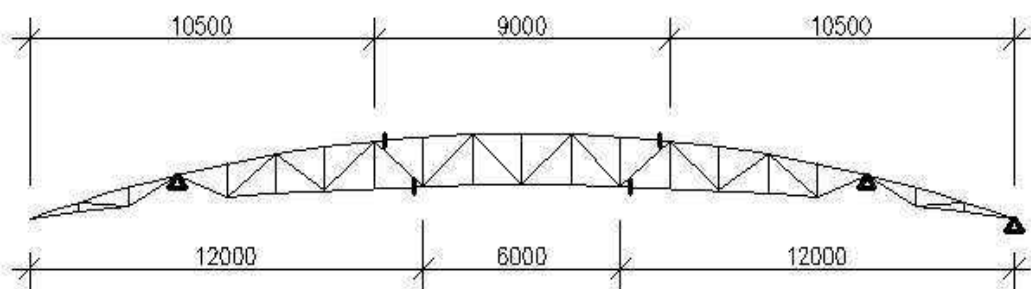
7 Montážní styky

Schéma umístění montážních styků

Vazník V1



Vazník V2



7.1 Vazník V1

7.1.1 Horní pás

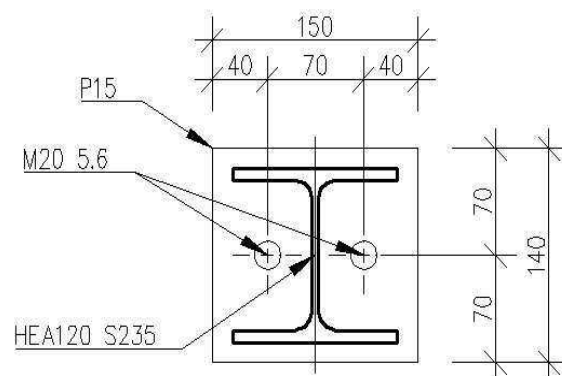
Kontaktní styk s čelními deskami s opracováním styčných spár.

Profil HEA 120

$$N_{Ed,max.1} = -276,11 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,max.2} = 154,73 \text{ kN}$$

Návrh spoje viz schéma:



Posouzení:

Posouzení šroubů vlivem páčení

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 500 \cdot 314,159}{1,25} = 113097 \text{ N} = 113,1 \text{ kN}$$

$$a = 40 \text{ mm}$$

$$b = \frac{70}{2} - \frac{t_w}{2} = \frac{70}{2} - \frac{5}{2} = 32,5 \text{ mm}$$

$$t_e = 4,3 \cdot (b \cdot d^2 / a)^{\frac{1}{3}} = 4,3 \cdot (32,5 \cdot 20^2 / 40)^{\frac{1}{3}} = 29,564 \text{ mm}$$

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \frac{t_e^3 - t^3}{d^2} = 1 + 0,005 \frac{29,564^3 - 10^3}{20^2} = 1,31$$

$\gamma_p \cdot N_{Ed,max,tah} = 1,31 \cdot 154,73 \text{ kN} = 202,77 \text{ kN} < 2 \cdot F_{t,Rd} = 226,2 \text{ kN}$
Navržené šrouby vyhovují.

Posouzení svaru I profilu k čelní desce

$$\tau_k = \sigma_k = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{N_{Ed}}{a l} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{154730}{[3 \cdot (2 \cdot 120)]} = 151,96 = \text{MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_k^2 + 3 \cdot (\tau_k^2 + \tau_r^2)} = \sqrt{151,96^2 + 3 \cdot (151,96^2 + 0)} = 303,92 \text{ MPa}$$

$$303,92 \text{ MPa} < \frac{f_u}{(\beta_w \gamma_w)} = \frac{360}{(0,8 \cdot 1,25)} = 360 \text{ MPa}$$

Navržený svar vyhovuje

Montážní styk horního pásu VYHOVUJE.

7.1.2 Spodní pás

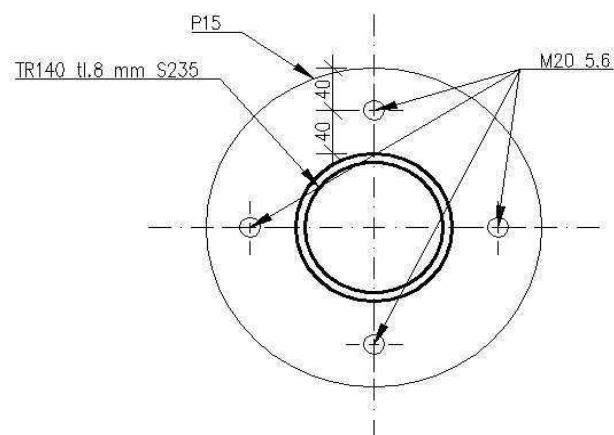
Kontaktní styk s čelními deskami s opracováním styčných spár.

Profil TR140 tl. 8 mm

$$N_{Ed,max,1} = -154,72 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,max,2} = 275,18 \text{ kN}$$

Návrh spoje viz schéma:



Posouzení:

Posouzení šroubů vlivem páčení

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 500 \cdot 314,159}{1,25} = 113097N = 113,1 \text{ kN}$$

$$a = 40 \text{ mm}$$

$$b = 40 \text{ mm}$$

$$t_e = 4,3 \cdot (b \cdot d^2 / a)^{\frac{1}{3}} = 4,3 \cdot (40 \cdot 20^2 / 40)^{\frac{1}{3}} = 31,68 \text{ mm}$$

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \frac{t_e^3 - t^3}{d^2} = 1 + 0,005 \frac{31,68^3 - 15^3}{20^2} = 1,355$$

$$\gamma_p \cdot N_{Ed,max,tah} = 1,355 \cdot 275,18 \text{ kN} = 372,94 \text{ kN} < 4 \cdot F_{t,Rd} = 452,4 \text{ kN}$$

Navržené šrouby vyhovují.

Posouzení svaru I profilu k čelní desce

$$\tau_k = \sigma_k = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{N_{Ed}}{al} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{275180}{[3 \cdot (\pi \cdot 140)]} = 147,47 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_k^2 + 3 \cdot (\tau_k^2 + \tau_r^2)} = \sqrt{147,47^2 + 3 \cdot (147,47^2 + 0)} = 294,94 \text{ MPa}$$

$$294,94 \text{ MPa} < \frac{f_u}{(\beta_w \gamma_w)} = \frac{360}{(0,8 \cdot 1,25)} = 360 \text{ MPa}$$

Navržený svar vyhovuje.

Montážní styk spodního pásu VYHOVUJE.

7.1.3 Diagonála se spodním pásem

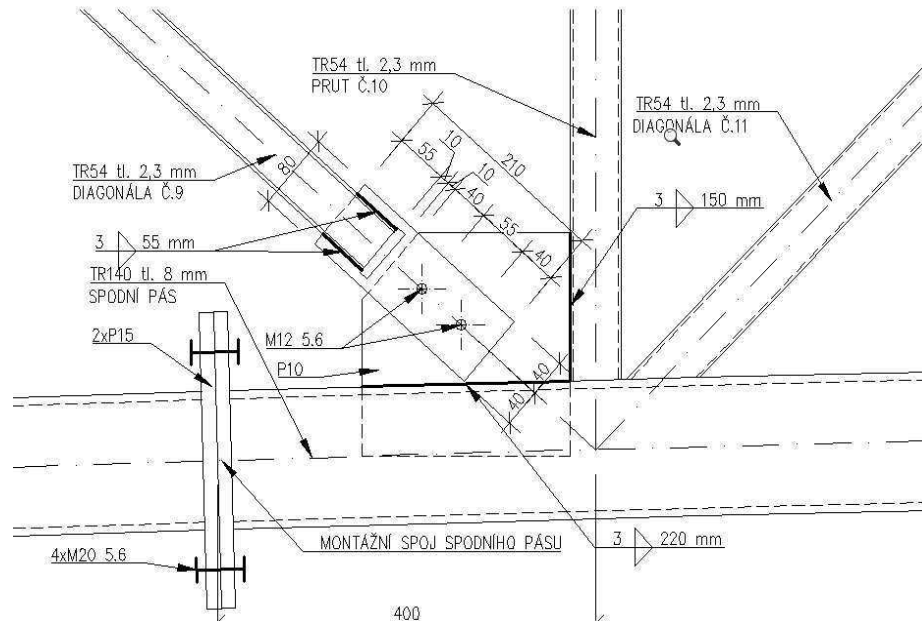
Posuzovaný spoj diagonály č.9 a spodního pásu.

Diagonála je připojena pomocí styčnickového plechu ke spodnímu pásu.

$$N_{Ed,max.1} = -10,78 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,max.2} = 19,88 \text{ kN}$$

Návrh spoje viz schéma:



Posouzení:

Posouzení šroubů 2xM12 5.6 – stříh

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 500 \cdot 113}{1,25} = 27120 \text{ N} = 27,12 \text{ kN}$$

$$F_{v,Ed} = 19,88 \text{ kN} < 2 \cdot F_{v,Rd} = 54,24 \text{ kN}$$

Navržené šrouby vyhovují.

Posouzení šroubů 2xM12 5.6 – otláčení

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,76 \cdot 500 \cdot 12 \cdot 10}{1,25} = 91200 = 91,20 \text{ kN}$$

$$F_{b,Ed} = 19,88 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 91,20 \text{ kN}$$

Navržené šrouby vyhovují.

Posouzení koutového svaru a=3 mm

$$\tau_r = \frac{N_{Ed}}{(a \cdot l)} = \frac{19880}{(4 \cdot 3 \cdot 55)} = 30,12 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_k^2 + 3 \cdot (\tau_k^2 + \tau_r^2)} = \sqrt{0 + 3 \cdot (0 + 30,12^2)} = 52,17 \text{ MPa}$$

$$52,17 \text{ MPa} < \frac{f_u}{(\beta_w \cdot \gamma_w)} = \frac{360}{(0,8 \cdot 1,25)} = 360 \text{ MPa}$$

Navržené svar vyhovuje.

Montážní styk diagonály a spodního pásu VYHOVUJE.

7.1.4 Diagonála s horním pásem

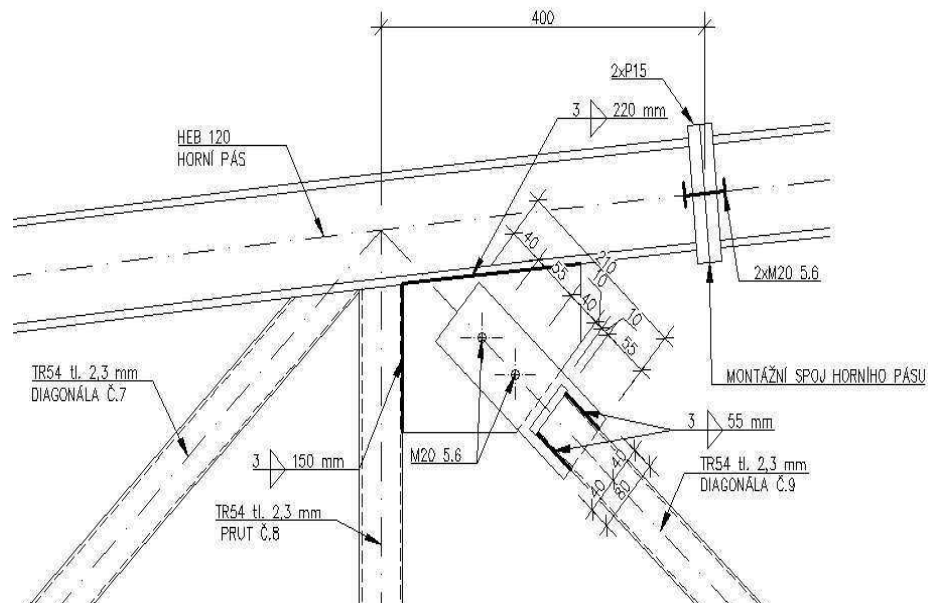
Posuzovaný spoj diagonály č.9 a horního pásu.

Diagonála je připojena pomocí styčnickového plechu ke spodnímu pásu.

$$N_{Ed,max.1} = -10,78 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,max.2} = 19,88 \text{ kN}$$

Návrh spoje viz schéma:



7.1.5 Posouzení:

Posouzení šroubů 2xM12 5.6 – střih

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 500 \cdot 113}{1,25} = 27120 \text{ N} = 27,12 \text{ kN}$$

$$F_{v,Ed} = 19,88 \text{ kN} < 2 \cdot F_{v,Rd} = 54,24 \text{ kN}$$

Navržené šrouby vyhovují.

Posouzení šroubů 2xM12 5.6 – otláčení

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,76 \cdot 500 \cdot 12 \cdot 10}{1,25} = 91200 = 91,20 \text{ kN}$$

$$F_{b,Ed} = 19,88 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 91,20 \text{ kN}$$

Navržené šrouby vyhovují.

Posouzení koutového svaru a=3 mm

$$\tau_r = \frac{N_{Ed}}{(a \cdot 1)} = \frac{19880}{(4 \cdot 3 \cdot 55)} = 30,12 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_k^2 + 3 \cdot (\tau_k^2 + \tau_r^2)} = \sqrt{0 + 3 \cdot (0 + 30,12^2)} = 52,17 \text{ MPa}$$

$$52,17 \text{ MPa} < \frac{f_u}{(\beta_w \gamma_w)} = \frac{360}{(0,8 \cdot 1,25)} = 360 \text{ MPa}$$

Navržené svar vyhovuje.

Montážní styk diagonály a horního pásu VYHOVUJE.

7.2 Vazník V2

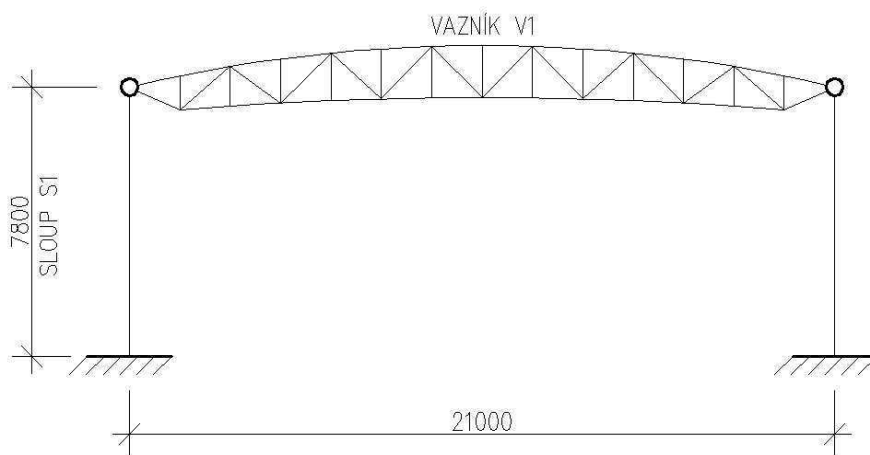
Montážní spoje vazníku V2 jsou navrženy stejně jako montážní spoje vazníku V1. Spoje není třeba posuzovat, jelikož vnitřní síly v prutech jsou menší.

8 Sloup S1

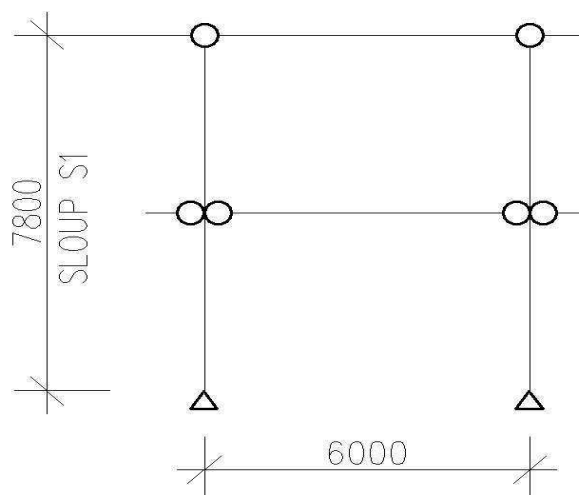
Ocelový sloup S1 je navržen z I profilu. Sloup je vetknutý do základové patky a nese vazníky V1, které jsou uloženy kloubově. Sloup je vysoký 7,8 m.

8.1 Statické schéma sloupu S1

Příčný směr



Podélný směr



8.2 Zatížení sloupu S1

8.2.1 Zatížení stálé

Název	Charakteristická síla [kN]	γ_g [-]	Návrhová síla G_d [kN]
Reakce od stálého zatížení	21,66	1,35	29,24

8.2.2 Zatížení proměnné – svislé

Název	Charakteristická síla [kN]	γ_q [-]	Návrhová síla Q_d [kN]
Reakce od zatížení sněhem	35,28	1,5	63,50
Reakce od zatížení příčným větrem	-24,45		-36,68

8.2.3 Zatížení proměnné – vodorovné

Název	Char. zatížení q_k [kN/m ²]	Zatěžovací šířka B_{zat} [m]	Liniové zatížení q_k [kN/m]	γ_q [-]	Návrhová zatížení q_d [kN/m]
Vítr příčný - D	0,44	6	2,64	1,5	3,96
Vítr příčný - E	-0,16		0,96		-1,44

8.3 Kombinace zatížení na sloup

8.3.1 Charakteristické kombinace zatížení

A) KZS1 – stálé+sníh+vítr(příčný)

$$G_k + Q_{k,snih} + \psi_0 * Q_{k,vitr}$$

$$G_k + Q_{k,snih} + 0,6 * Q_{k,vitr}$$

B) KZS2 – stálé + vítr (příčný) + sníh

$$G_k + Q_{k,vitr} + Q_{k,snih} * \psi_0$$

$$G_k + Q_{k,vitr} + Q_{k,snih} * 0,7$$

C) KZS3 – stálé + vítr (příčný)

$$G_k + Q_{k,vitr}$$

8.3.2 Návrhové kombinace zatížení

A) KZS4 – stálé+sníh+vítr(příčný)

$$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k,\text{sníh}} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k,\text{vítr}}$$

$$1,35 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,\text{sníh}} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k,\text{vítr}}$$

B) KZS5 – stálé + vítr (příčný) + sníh

$$G_k \cdot \gamma_g + Q_{k,\text{vítr}} \cdot \gamma_q + Q_{k,\text{sníh}} \cdot \gamma_q \cdot \psi_0$$

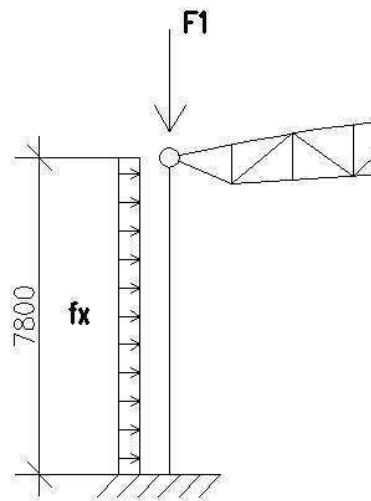
$$G_k \cdot 1,35 + Q_{k,\text{vítr}} \cdot 1,5 + Q_{k,\text{sníh}} \cdot 1,5 \cdot 0,7$$

C) KZS6 – stálé(min)+ vítr/ (příčný)

$$G_k + Q_{k,\text{vítr}} \cdot \gamma_q$$

$$G_k + Q_{k,\text{vítr}} \cdot 1,5$$

8.4 Zatěžovací schéma



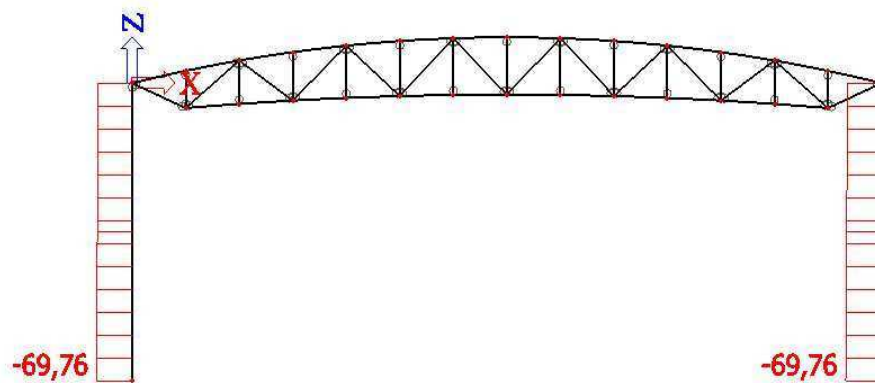
8.5 Výpočet vnitřních sil

Vnitřní síly jsou vypočítány pomocí softwaru SCIA Engineer 16.

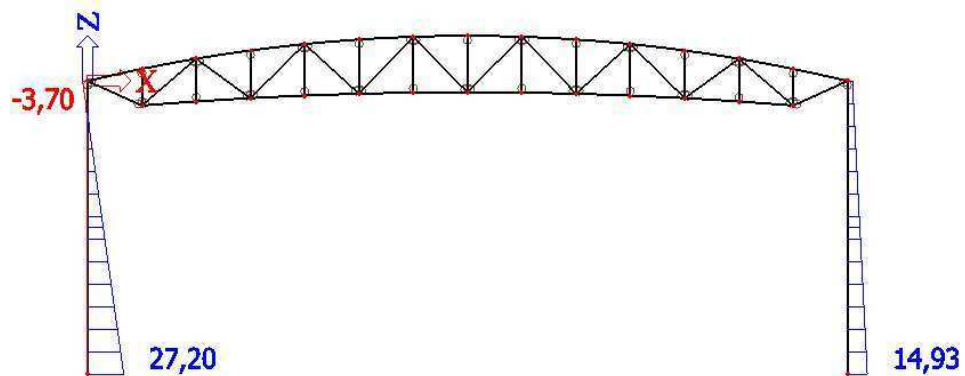
8.5.1 Tabulka výsledků jednotlivých KZS

Název	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
KZS1	-59,52	10,88	36,66
KZS2	-48,93	18,13	61,14
KZS3	-24,24	18,13	61,14
KZS4	-85,64	16,32	55
KZS5	-69,76	27,20	91,72
KZS6	-24,24	27,21	91,75

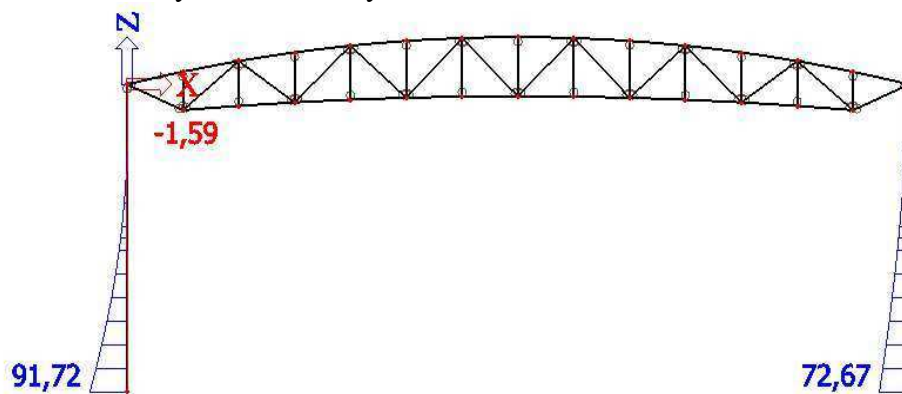
8.5.2 Normálové síly – KZS5



8.5.3 Posouvající síly – KZS5



8.5.4 Ohybové momenty – KZS5



8.6 Návrh sloupu S1

Sloup S1 je navržen z oceli S235. Profil prvku HEB 260.

8.7 Posouzení sloupu S1

8.7.1 Posouzení MSÚ

8.7.1.1 Posouzení na vzpěr

Maximální normálová síla:

$$N_{Ed,max} = 85,64 \text{ kN}$$

Vzpěrná délka v rovině rámu:

$$L_{cr,y} = 2 * L = 2 * 7,8 = 15,6 \text{ m}$$

Vzpěrná délka z roviny rámu:

$$L_{cr,z} = 0,5 * L = 0,5 * 7,8 = 3,9 \text{ m}$$

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

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{15600}{112,3} = 138,91$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{3900}{65,9} = 59,18$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{138,91}{93,9} = 1,48 \rightarrow \chi_y = 0,350$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{59,18}{93,9} = 0,63 \rightarrow \chi_z = 0,767$$

$$N_{b,Rd,y} = \chi_y * A * f_{yd} = 0,350 * 11840 * 235 = 973840 \text{ N} = 973,84 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,y} = 973,84 \text{ kN} > N_{Ed,max} = 85,64 \text{ kN}$$

Posouzení na vzpěr vyhovuje.

8.7.1.2 Posouzení na ohyb

Maximální ohybový moment:

$$M_{Ed,max} = 91,72 \text{ kNm}$$

Výpočet kritického momentu M_{cr} :

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_{wt} * L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}} = \frac{\pi}{0,7 * 7800} \sqrt{\frac{210 * 10^3 * 1130 * 10^9}{81 * 10^3 * 1238 * 10^3}} = 0,885$$

$$C_{1,0} = 2,33; C_{1,1} = 2,68$$

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) * \kappa_{wt} = 2,33 + (2,68 - 2,33) * 0,885 = 2,64$$

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{K_z} * [\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_{2*} \xi_g - C_{3*} \xi_j)^2} - (C_{2*} \xi_g - C_{3*} \xi_j)]$$

$$\mu_{cr} = \frac{2,64}{0,7} * [\sqrt{1 + 0,885^2 + 0 - 0}] = 5,04$$

$$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L} = 5,04 \frac{\pi \sqrt{210 * 10^3 * 51,35 * 10^6 * 81 * 10^3 * 1238 * 10^3}}{7800}$$

$$M_{cr} = 2110,9 \text{ kNm}$$

Součinitel klopení:

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1283 \cdot 10^3 \cdot 235}{2110,9 \cdot 10^6}} = 0,378$$

$$\chi_{LT} = 0,959$$

Návrhový moment únosnosti:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 0,959 \cdot 1283 \cdot 10^3 \cdot 235 = 289,14 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,max} = 91,72 \text{ kNm} < M_{b,Rd} = 289,14 \text{ kNm}$$

Posouzení na ohyb vyhovuje.

8.7.1.3 Interakce N+M

Maximální vnitřní síly:

$$N_{Ed,max} = 69,76 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,max} = 91,72 \text{ kNm}$$

Výpočet interakčních součinitelů k_{ij} :

$$C_{my} = 0,95$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}}\right) = 0,95 \cdot \left(1 + 0,8 \frac{69,76}{973,84}\right) = 1,004$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1,004 = 0,602$$

Podmínky spolehlivosti osového tlaku a ohybu:

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

$$\frac{69,76}{973,84} + 1,004 \frac{91,72}{289,14} = 0,39 < 1$$

$$\frac{N_{Ed,max}}{N_{b,Rd,z}} + k_{zy} \frac{M_{Ed,max}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{69,76 \cdot 10^3}{0,767 \cdot 11840 \cdot 235} + 0,604 \frac{91,72}{289,14} = 0,223 < 1$$

Posouzení vyhovuje na kombinaci tlaku a ohybu.

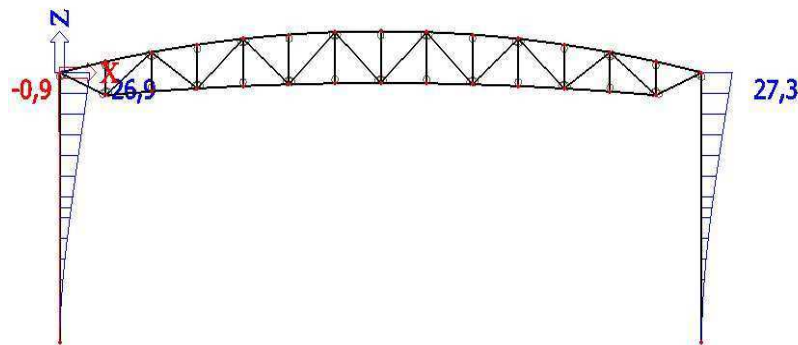
Navržený sloup z profilu HEB 260 VYHOVUJE na posouzení MSÚ.

8.7.2 Posouzení MSP

Výpočet deformací sloupu S1 je proveden pomocí softwaru SCIA Engineer 16. Pro výpočet byla použita kombinace KZS3 - nejkritičtější.

$$\delta_{\text{limit}} = \frac{L}{250} = \frac{7800}{250} = 31,20 \text{ mm}$$

Výsledná deformace sloupů



$$\delta_{\text{limit}} = 31,20 \text{ mm} > \delta_{\text{max}} = 27,3 \text{ mm}$$

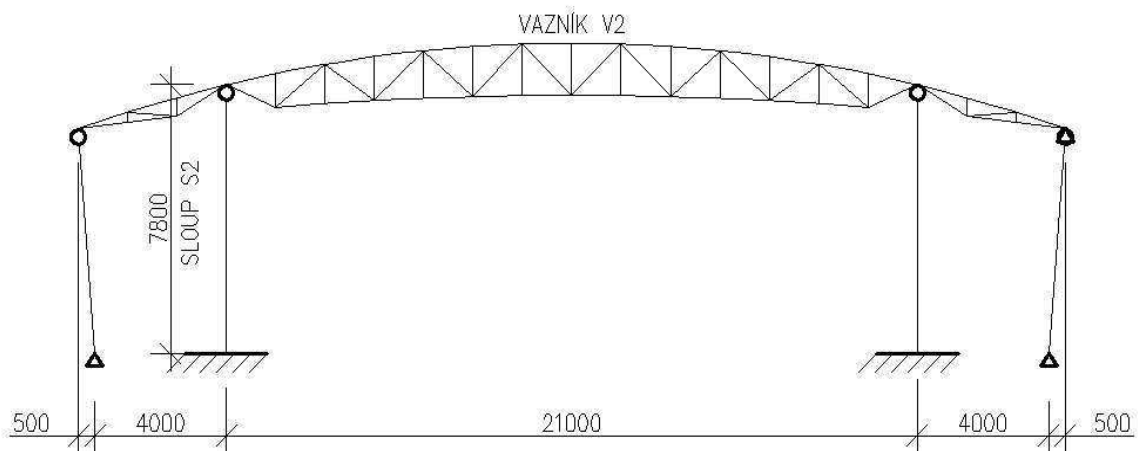
Navržený sloup S1 z profilu HEB 260 VYHOVUJE na posouzení MSP.

9 Sloup S2

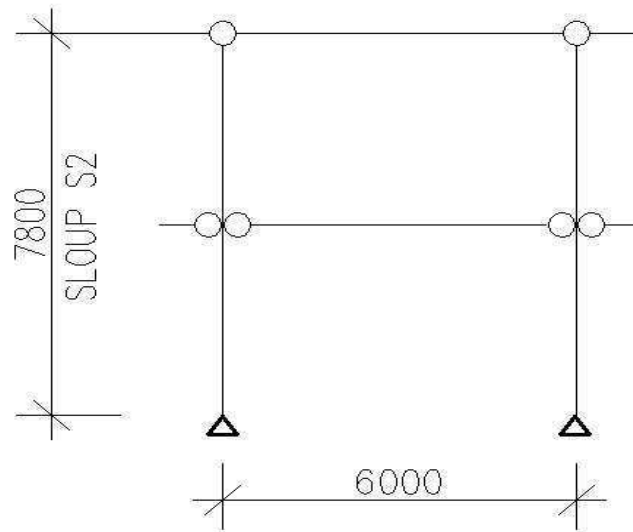
Ocelový sloup S2 je navržen z I profilu. Sloup je vetknutý do základové patky a nese vazníky V2, které jsou uloženy kloubově. Sloup je vysoký 7,8 m.

9.1 Statické schéma sloup S2

Příčný směr



Podélný směr



9.2 Zatížení sloupu S2

9.2.1 Zatížení stálé

Název	Charkateristická síla [kN]	γ_g [-]	Návrhová síla G_d [kN]
Reakce od stálého zatížení	25,25	1,35	34,09

9.2.2 Zatížení proměnné – svislé

Název	Charkateristická síla [kN]	γ_q [-]	Návrhová síla Q_d [kN]
Reakce od zatížení sněhem	41,55	1,5	62,33
Reakce od zatížení příčným větrem	-22,75		-34,125

9.2.3 Zatížení proměnné – vodorovné

Název	Char. zatížení q_k [kN/m ²]	Zatěžovací šířka B_{zat} [m]	Liniové zatížení q_k [kN/m]	γ_q [-]	Návrhová zatížení q_d [kN/m]
Vítr příčný - D	0,44	6	2,64	1,5	3,96
Vítr příčný - E	-0,16		0,96		-1,44

9.3 Kombinace zatížení na sloup

9.3.1 Charakteristické kombinace zatížení

A) KZS1 – stálé+sníh+vítr(příčný)

$$G_k + Q_{k.snih} + \psi_0 * Q_{k.vitr}$$

$$G_k + Q_{k.snih} + 0,6 * Q_{k.vitr}$$

B) KZS2 – stálé + vítr (příčný) + sníh

$$G_k + Q_{k.vitr} + Q_{k.snih} * \psi_0$$

$$G_k + Q_{k.vitr} + Q_{k.snih} * 0,7$$

C) KZS3 – stálé + vítr (příčný)

$$G_k + Q_{k.vitr}$$

9.3.2 Návrhové kombinace zatížení

A) KZS4 – stálé+sníh+vítr(příčný)

$$\gamma_g * G_k + \gamma_q * Q_{k.snih} + \gamma_q * \psi_0 * Q_{k.vitr}$$

$$1,35 * G_k + 1,5 * Q_{k.snih} + 1,5 * 0,6 * Q_{k.vitr}$$

B) KZS5 – stálé + vítr (příčný) + sníh

$$G_k * \gamma_g + Q_{k.vitr} * \gamma_q + Q_{k.snih} * \gamma_q * \psi_0$$

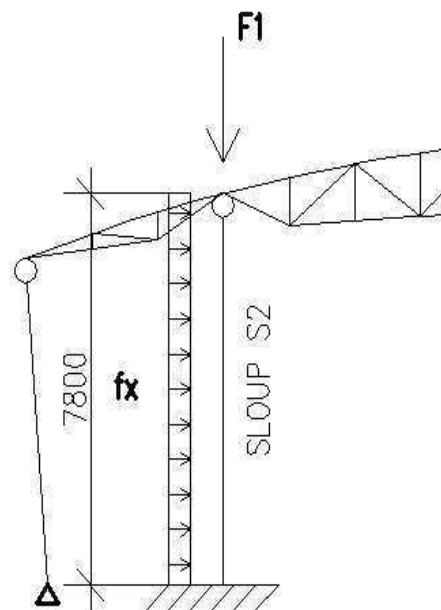
$$G_k * 1,35 + Q_{k.vitr} * 1,5 + Q_{k.snih} * 1,5 * 0,7$$

C) KZS6 – stálé(min)+ vítr (příčný)

$$G_k + Q_{k.vitr} * \gamma_q$$

$$G_k + Q_{k.vitr} * 1,5$$

9.4 Zatěžovací schéma



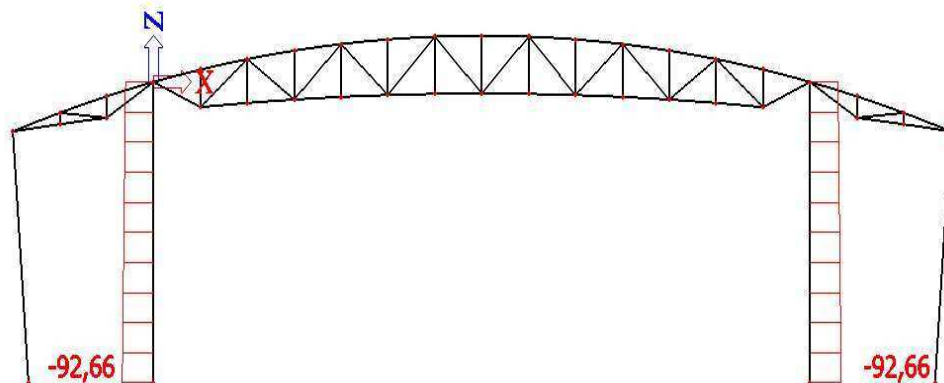
9.5 Výpočet vnitřních sil

Vnitřní síly jsou vypočítány pomocí softwaru SCIA Engineer 16.

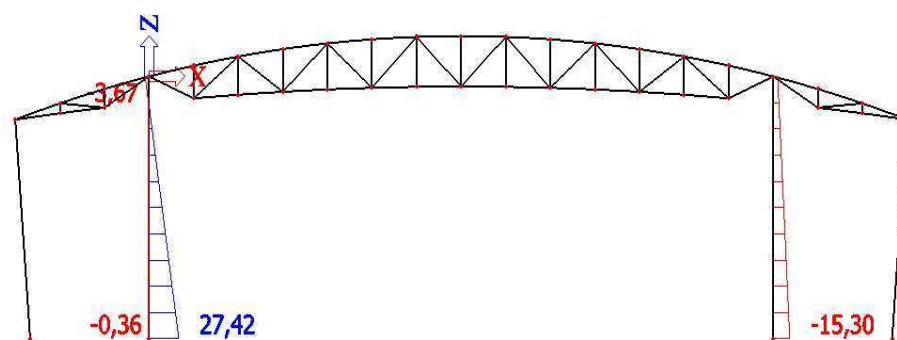
9.5.1 Tabulka výsledků jednotlivých KZS

Název	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
KZS1	-78,52	10,91	36,95
KZS2	-65,18	18,27	62,19
KZS3	-34,06	18,27	62,19
KZS4	-112,66	16,39	55,56
KZS5	-92,66	-27,42	93,41
KZS6	-64,99	-27,42	93,41

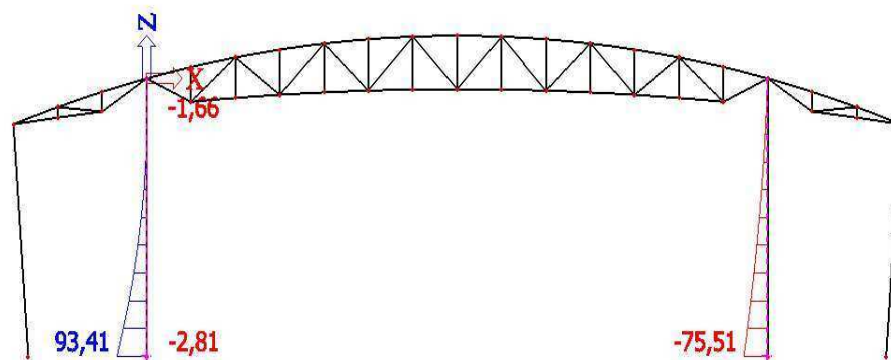
9.5.2 Normálové síly – KZS5



9.5.3 Posouvající síly – KZS5



9.5.4 Ohybové momenty – KZS5



9.6 Návrh sloupu S2

Sloup S2 je navržen z oceli S235. Profil prvku HEB 260.

9.7 Posouzení sloupu S2

9.7.1 Posouzení MSÚ

9.7.1.1 Posouzení na vzpěr

Maximální normálová síla:

$$N_{Ed,max} = 112,66 \text{ kN}$$

Vzpěrná délka v rovině rámu:

$$L_{cr,y} = 2 * L = 2 * 7,8 = 15,6 \text{ m}$$

Vzpěrná délka z roviny rámu:

$$L_{cr,z} = 0,5 * L = 0,5 * 7,8 = 3,9 \text{ m}$$

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

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{15600}{112,3} = 138,91$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{3900}{65,9} = 59,18$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{138,91}{93,9} = 1,48 \rightarrow \chi_y = 0,350$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{59,18}{93,9} = 0,63 \rightarrow \chi_z = 0,767$$

$$N_{b,Rd,y} = \chi_y * A * f_{yd} = 0,350 * 11840 * 235 = 973840 \text{ N} = 973,84 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,y} = 973,84 \text{ kN} > N_{Ed,max} = 112,66 \text{ kN}$$

Posouzení na vzpěr vyhovuje.

9.7.1.2 Posouzení na ohyb

Maximální ohybový moment:

$$M_{Ed,max} = 93,41 \text{ kNm}$$

Výpočet kritického momentu M_{cr} :

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}} = \frac{\pi}{0,7 \cdot 7800} \sqrt{\frac{210 \cdot 10^3 \cdot 1130 \cdot 10^9}{81 \cdot 10^3 \cdot 1238 \cdot 10^3}} = 0,885$$

$$C_{1,0} = 2,33; C_{1,1} = 2,68$$

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot \kappa_{wt} = 2,33 + (2,68 - 2,33) \cdot 0,885 = 2,64$$

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{K_z} \cdot [\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \cdot \xi_g - C_3 \cdot \xi_j)^2} - (C_2 \cdot \xi_g - C_3 \cdot \xi_j)]$$

$$\mu_{cr} = \frac{2,64}{0,7} \cdot [\sqrt{1 + 0,885^2 + 0 - 0}] = 5,04$$

$$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L} = 5,04 \frac{\pi \sqrt{210 \cdot 10^3 \cdot 51,35 \cdot 10^6 \cdot 81 \cdot 10^3 \cdot 1238 \cdot 10^3}}{7800}$$

$$M_{cr} = 2110,9 \text{ kNm}$$

Součinitel klopení:

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1283 \cdot 10^3 \cdot 235}{2110,9 \cdot 10^6}} = 0,378$$

$$\chi_{LT} = 0,959$$

Návrhový moment únosnosti:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 0,959 \cdot 1283 \cdot 10^3 \cdot 235 = 289,14 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,max} = 93,41 \text{ kNm} < M_{b,Rd} = 289,14 \text{ kNm}$$

Posouzení na ohyb vyhovuje.

9.7.1.3 Interakce N+M

Maximální vnitřní síly:

$$N_{Ed,max} = 92,66 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,max} = 93,41 \text{ kNm}$$

Výpočet interakčních součinitelů k_{ij} :

$$C_{my} = 0,95$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}}\right) = 0,95 \cdot \left(1 + 0,8 \frac{92,66}{973,84}\right) = 1,022$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1,022 = 0,613$$

Podmínky spolehlivosti osového tlaku a ohybu:

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

$$\frac{92,66}{973,84} + 1,022 \frac{93,41}{289,14} = 0,43 < 1$$

$$\frac{N_{Ed,max}}{N_{b,Rd,z}} + k_{zy} \frac{M_{Ed,max}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{92,66 \cdot 10^3}{0,767 \cdot 11840 \cdot 235} + 0,613 \frac{93,41}{289,14} = 0,24 < 1$$

Posouzení vyhovuje na kombinaci tlaku a ohybu.

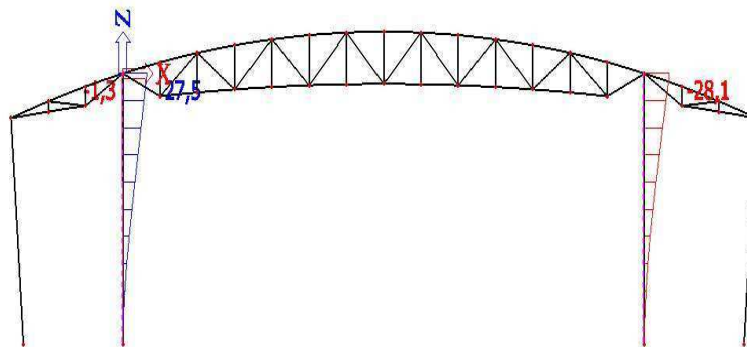
Navržený sloup z profilu HEB 260 VYHOVUJE na posouzení MSÚ.

9.7.2 Posouzení MSP

Výpočet deformací sloupu S2 je proveden pomocí softwaru SCIA Engineer 16. Pro výpočet byla použita kombinace KZS3 - nejkritičtější.

$$\delta_{limit} = \frac{L}{250} = \frac{7800}{250} = 31,20 \text{ mm}$$

Výsledná deformace sloupů



$$\delta_{limit} = 31,20 \text{ mm} > \delta_{max} = 28,1 \text{ mm}$$

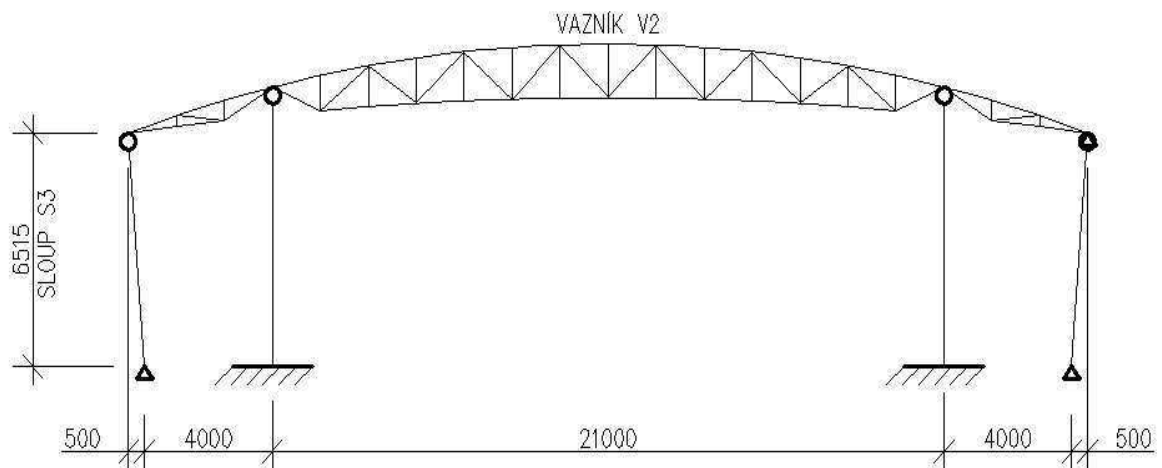
Navržený sloup S2 z profilu HEB 260 VYHOVUJE na posouzení MSP.

10 Sloup S3

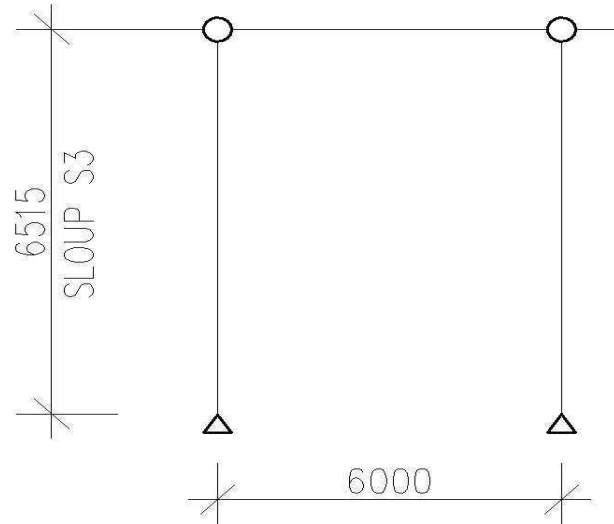
Ocelový sloup S3 je navržen jako kyvný prut z kruhového profilu. Sloup je kloubově uložený do základové patky a podpírá konce vazníků V2. Sloup je mírně nakloněný. Výška sloupu 6,515 m, délka 6,54 m a excentricita hlavy a paty je 0,5 m.

10.1 Statické schéma sloup S3

Příčný směr



Podélný směr



10.2 Zatížení sloupu S3

10.2.1 Zatížení stálé

Název	Charakteristická síla [kN]	γ_g [-]	Návrhová síla G_d [kN]
Reakce od stálého zatížení	4,69	1,35	6,33

10.2.2 Zatížení proměnné

Název	Charakteristická síla [kN]	γ_q [-]	Návrhová síla Q_d [kN]
Reakce od zatížení sněhem	8,85	1,5	13,28
Reakce od zatížení příčným větrem	-5,89		-8,84
Reakce od zatížení podélným větrem	-28,58		-42,87

10.3 Kombinace zatížení na sloup

10.3.1 Charakteristické kombinace zatížení

A) KZS1 – stálé+sněh

$$G_k + Q_{k,\text{sněh}}$$

B) KZS2 – stálé + vítr podélný

$$G_k + Q_{k,\text{vítr}}$$

10.3.2 Návrhové kombinace zatížení

A) KZS4 – stálé+sněh

$$\gamma_g^* G_k + \gamma_q^* Q_{k,\text{sněh}}$$

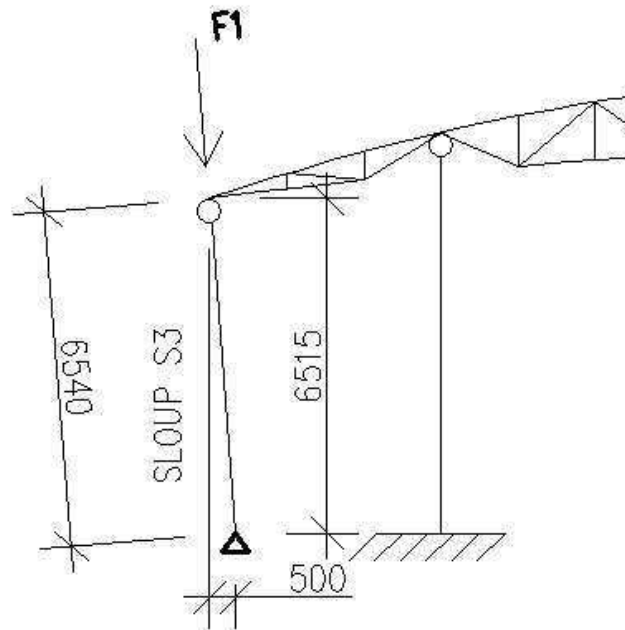
$$1,35^* G_k + 1,5^* Q_{k,\text{sněh}}$$

B) KZS5 – stálé min. + vítr podélný

$$G_k + Q_{k,\text{vítr}}^* \gamma_q$$

$$G_k + Q_{k,\text{vítr}}^* 1,5$$

10.4 Zatěžovací schéma



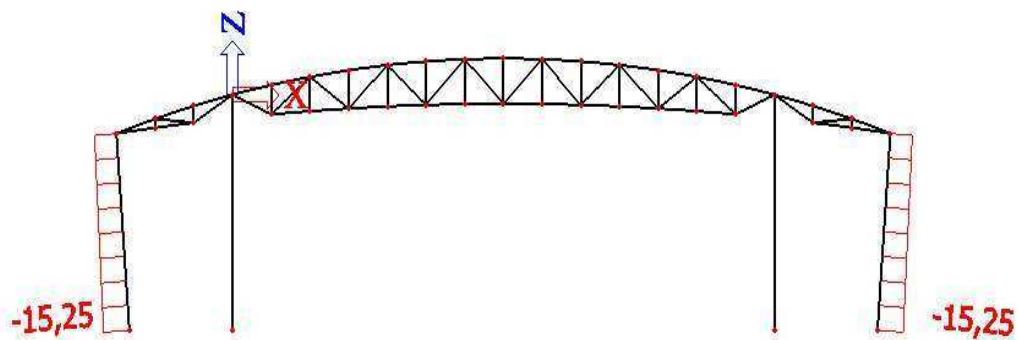
10.5 Výpočet vnitřních sil

Vnitřní síly jsou vypočítány pomocí softwaru SCIA Engineer 16.

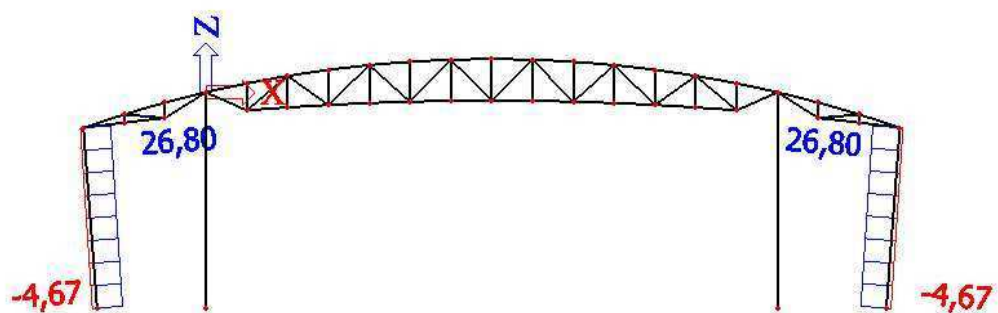
10.5.1 Tabulka výsledků jednotlivých KZS

Název	N [kN]
KZS1	-10,63
KZS2	16,86
KZS3	-15,25
KZS4	26,80

10.5.2 Normálové síly – KZS3



10.5.3 Normálové síly – KZS4



10.6 Návrh sloupu S3

Sloup S3 je navržen z oceli S235. Profil prvku TR89 tl. 5 mm.

10.7 Posouzení sloupu S3

10.7.1 Posouzení MSÚ

10.7.1.1 Posouzení na vzpěrný tlak

Maximální tlaková síla:

$$N_{Ed,max} = 15,25 \text{ kN}$$

Vzpěrná délka

$$L_{cr,y} = L_{cr,z} = 1 * L = 1 * 6,54 = 6,54 \text{ m}$$

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

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = \frac{6540}{29,8} = 219,46$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{219,46}{93,9} = 2,34 \rightarrow \chi = 0,166$$

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_{yd} = 0,166 * 1319 * 235 = 51454 \text{ N} = 51,45 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,y} = 51,45 \text{ kN} > N_{Ed,max} = 15,25 \text{ kN}$$

Posouzení na vzpěrný tlak vyhovuje.

10.7.1.2 Posouzení na tah

Maximální tahová síla:

$$N_{Ed,max} = 26,80 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = A * f_{yd} = 1319 * 235 = 309965 \text{ N} = 309,97 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,y} = 309,97 \text{ kN} > N_{Ed,max} = 26,80 \text{ kN}$$

Posouzení na tah vyhovuje.

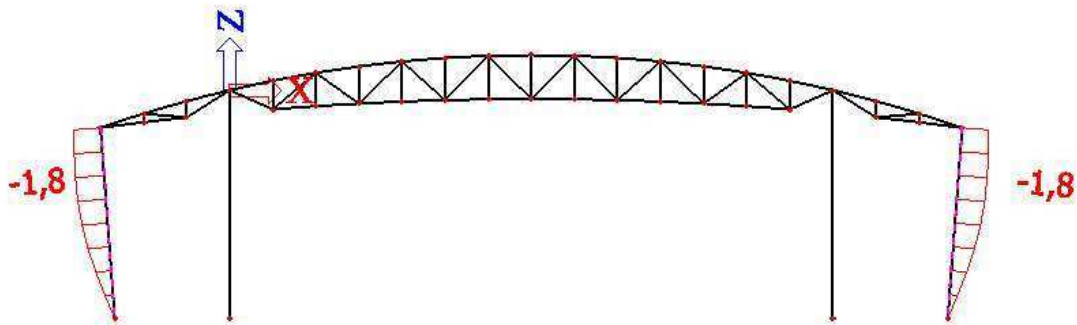
Navržený sloup z profilu TR89 tl. 5 mm VYHOVUJE na posouzení MSÚ.

10.7.2 Posouzení MSP

Výpočet deformací sloupu S3 je proveden pomocí softwaru SCIA Engineer 16. Pro výpočet byla použita kombinace KZS1 - nejkritičtější.

$$\delta_{\text{limit}} = \frac{L}{250} = \frac{6540}{250} = 26,16 \text{ mm}$$

Výsledná deformace sloupů



$$\delta_{\text{limit}} = 26,16 \text{ mm} > \delta_{\text{max}} = 1,8 \text{ mm}$$

Navržený sloup z profilu TR89 tl. 5 mm VYHOVUJE na posouzení MSP.

11 Základová patka pod sloupy S1 a S2 varianta 1

Patka je vetknutá s ocelovými příčnicíky. Zatížení patky je od reakcí ocelových sloupů S1 a S2. Patka je navržena pro nejkritičtější zatěžovací kombinaci sloupů S1 a S2.

11.1 Reakce v patce

Rekace sloupu S1

Zatěžovací stav	$N_{Ed} = R_z$ [kN]	$V_{Ed} = R_x$ [kN]	$M_{Ed} = M_y$ [kNm]
KZS4	91,76	-16,29	-54,78
KZS5	75,88	-27,22	-91,89
KZS6	28,77	-27,75	-92,12

Rekace sloupu S2

Zatěžovací stav	$N_{Ed} = R_z$ [kN]	$V_{Ed} = R_x$ [kN]	$M_{Ed} = M_y$ [kNm]
KZS4	112,67	-16,39	-55,56
KZS5	92,66	-27,42	-93,41
KZS6	45,98	-27,42	-93,41

11.2 Návrh geometrie patky

11.2.1 Geometrie ocelové patky

$$a = 870 \text{ mm}$$

$$b = 440 \text{ mm}$$

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

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

Schéma půdorysu ocelové patky:

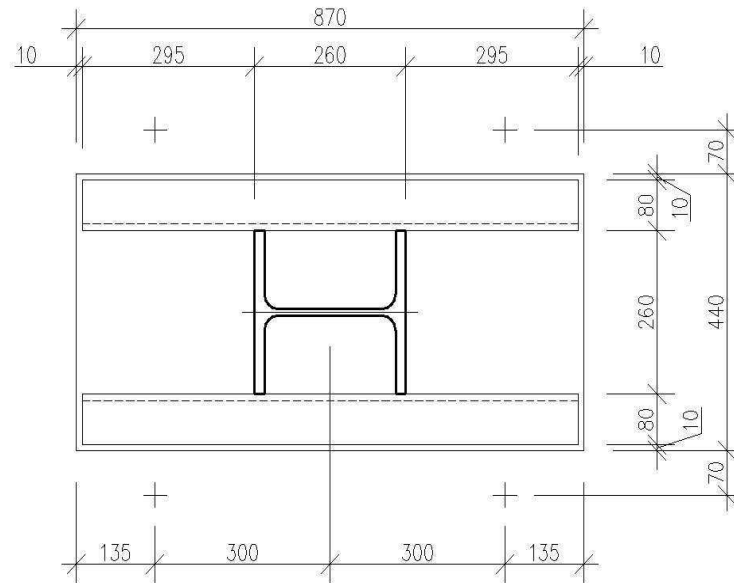
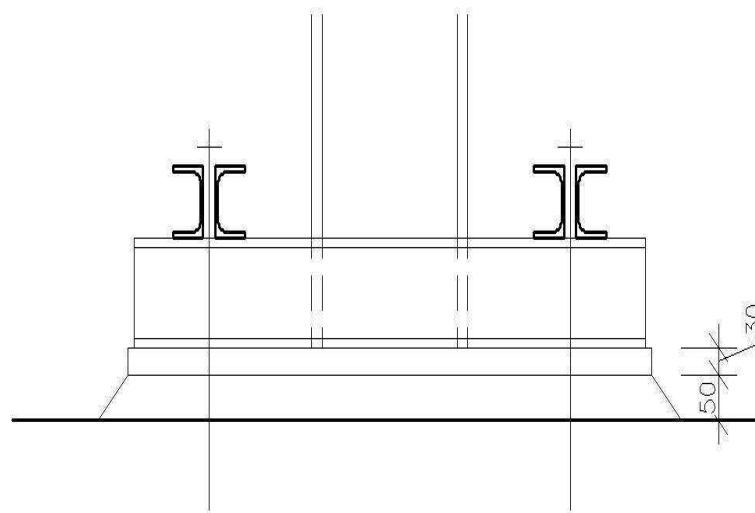


Schéma řezu ocelové patky:



11.2.2 Geometrie betonové patky

Beton C16/20

$$f_{ck} = 16 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

Výška betonové podlití = 50 mm

$$\text{min. podlití} = 0,1 * 440 = 44 \text{ mm}$$

Rozměry betonové patky :

$$a_c = 2000 \text{ mm}$$

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

$$h_c = 800 \text{ mm}$$

Započitatelné rozměry betonové patky:

$$a_1 = \min(a_c, 3a, a + h) = \min(2000, 3 * 870, 870 + 800) = 1670 \text{ mm}$$

$$b_1 = \min(b_c, 3b, b + h) = \min(1200, 3 * 440, 440 + 800) = 1240 \text{ mm}$$

Součinitel koncentrace napětí :

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 * b_1}{a * b}} = \sqrt{\frac{1670 * 1240}{870 * 440}} = 2,326$$

Návrhová pevnost betonu:

$$f_{jd} = \frac{2 k_j * f_{ck}}{3 \gamma_c} = \frac{2 * 2,326 * 16}{3 * 1,5} = 16,54 \text{ MPa}$$

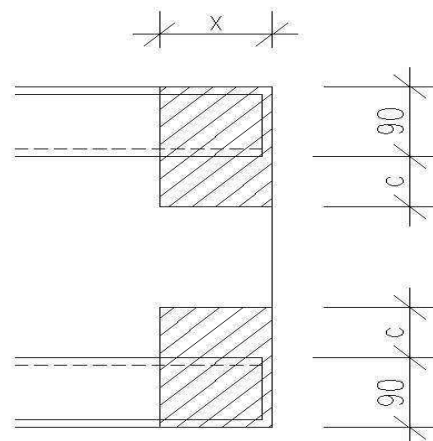
Přesah desky:

$$c = t_p * \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 f_{jd}}} = 30 * \sqrt{\frac{235}{3 * 16,54}} = 65,29 \text{ mm}$$

Účinná šířka patního plechu

$$b_{\text{eff}} = 2 * 90 + 2 * c = 2 * 90 + 2 * 65,29 = 310,58 \text{ mm}$$

Schéma účinné šířky patního plechu:



11.2.3 Namáhání patní spáry a průřezu patky

Veličiny	Jednotky	KZS4	KZS5	KZS6
M_{Ed}	kNm	55,56	93,41	93,41
N_{Ed}	kN	112,67	92,66	45,98
e	mm	493	1008	2032
x_1	mm	1445,94	1437,17	1441,03
$x_2=x$	mm	24,06	32,83	28,97
N_c	kN	123,60	168,65	148,82
T	kN	10,93	75,99	102,84

Excentricita působíště normálové síly:

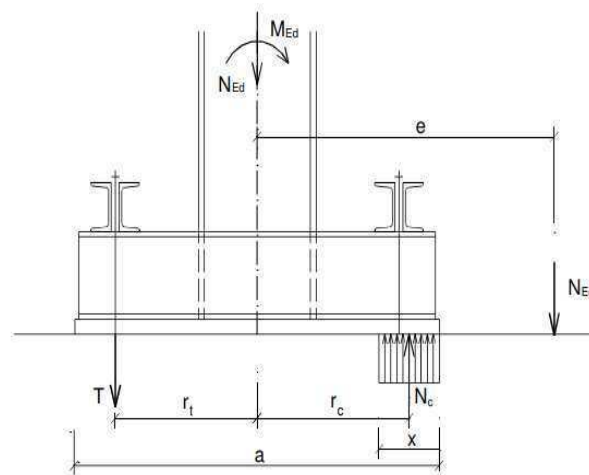
$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}}$$

Délka tlačené oblasti pod patním plechem:

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

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

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



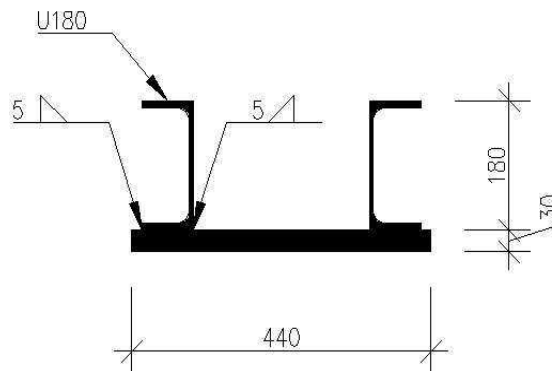
Síla v kotevních šroubech:

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

11.3 Průřez patky

Patní plech: 30x440 mm
Výztuhy: 2x U180

Schéma průřezu patky:



Průřezové charakteristiky patky:

$$A = 30 \cdot 440 + 2 \cdot 2,80 \cdot 10^3 = 18800 \text{ mm}^2$$

$$z_t = \frac{\sum A_i \cdot z_i}{A} = \frac{30 \cdot 440 \cdot 30/2 + 2 \cdot 2800 \cdot (30 + 180/2)}{18800} = 46,28 \text{ mm}$$

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot 440 \cdot 30^3 + 30 \cdot 440 \cdot (46,28 - 15)^2 + 13,5 \cdot 10^6 + 2800 \cdot (180/2 + 30 - 46,28)^2$$

$$I_y = 42,622 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Tlačená strana patky:
(rozhoduje KZS5)

$$M_p = N_c \cdot \left(0,3 - \frac{x}{2}\right) = 168,65 \cdot \left(0,305 - \frac{0,0328}{2}\right) = 48,67 \text{ kNm}$$

$$V_p = N_c = 168,65 \text{ kN}$$

Tažená strana patky:
(rozhoduje KZS6)

$$M_1 = T \cdot 0,17 = 102,84 \cdot 0,17 = 17,48 \text{ kNm}$$

$$V_1 = T = 102,84 \text{ kN}$$

11.4 Pružné posouzení patky

$$W_{y,h} = \frac{42,622 \cdot 10^6}{180 + 30 - 46,28} = 284,77 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{h,max} = \frac{M_{max}}{W_{y,h}} = \frac{48,37 \cdot 10^6}{284,77 \cdot 10^3} = 169,86 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{h,max} = 169,86 < f_{yd} = 235 \text{ MPa}$$

Normálové napětí vyhovuje.

$$\tau_{\max} = \frac{V_{\max}}{A_{vz}} = \frac{168,65 \cdot 10^3}{(2 \cdot 1509)} = 55,88 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\max} = 55,88 \text{ MPa} < \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = \frac{235}{\sqrt{3}} = 135,68 \text{ MPa}$$

Smykové napětí vyhovuje.

$$\tau_{\max} = 55,88 \text{ MPa} < \frac{f_{yd}}{2\sqrt{3}} = \frac{235}{2\sqrt{3}} = 67,84 \text{ MPa}$$

Jedná se o malé smykové napětí – vyhovuje.

Průřez patky s výztuhami VYHOVUJE.

11.5 Návrh připojení výztuh k patnímu plechu

Návrh 2x koutový svar a = 5 mm
(dva svarny na jednu výztuhu U180)

$$N_{Ed} = 92,66 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 27,42 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 93,41 \text{ kNm}$$

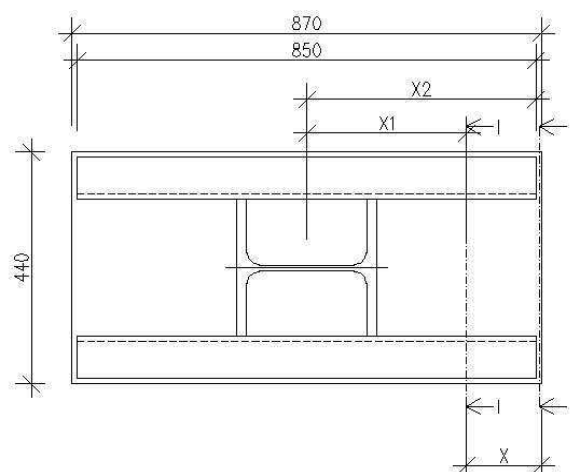
$$V_p = 168,65 \text{ kN}$$

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

$$l_w = 850 \text{ mm}$$

$$n = 4$$

Schéma posuzovaných řezů I-I a II-II:



Řez I-I

$$A_{we} = 4 \cdot 5 \cdot 850 = 17000 \text{ mm}^2$$

$$S_{f,y} = 440 \cdot 30 \cdot (46,28 - 30/2) = 412,9 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\tau_r = \frac{V_{Ed}}{A_{we}} + \frac{V_p \cdot S_{f,y}}{I_y \cdot 4 \cdot a_{we}} = \frac{27,42 \cdot 10^3}{17 \cdot 10^3} + \frac{168,65 \cdot 10^3 \cdot 412,9 \cdot 10^3}{42,622 \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot 5} = 83,3 \text{ MPa}$$

$$I_{we} = \frac{1}{12} \cdot 850^3 \cdot 5 \cdot 4 = 1023,54 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_{we} = \frac{N_{Ed}}{A_{we}} + \frac{M_{Ed}}{I_{we}} \cdot x_I = \frac{92,66 \cdot 10^3}{17 \cdot 10^3} + \frac{93,41 \cdot 10^6}{1023,54 \cdot 10^6} \cdot \left(\frac{870}{2} - 32,83\right) = 42,15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_k = \tau_k = \frac{\sigma_{we}}{\sqrt{2}} = \frac{42,15}{\sqrt{2}} = 29,81 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_k^2 + 3 \cdot (\tau_k^2 + \tau_r^2)} = \sqrt{29,81^2 + 3 \cdot (29,81^2 + 83,3^2)} = 156,11 \text{ MPa}$$

$$151,11 \text{ MPa} < \frac{f_u}{\beta \cdot \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 \cdot 1,25} = 360 \text{ MPa}$$

Napětí ve svaru v řezu I-I vyhovuje.

Řez II-II

$$\tau_r = \frac{V_{Ed}}{A_{we}} = \frac{27,42 \cdot 10^3}{17 \cdot 10^3} = 1,61 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{we} = \frac{N_{Ed}}{A_{we}} + \frac{M_{Ed}}{I_{we}} \cdot X_{II} = \frac{92,66 \cdot 10^3}{17 \cdot 10^3} + \frac{93,41 \cdot 10^6}{1023,54 \cdot 10^6} \cdot (850/2) = 44,24 \text{ MPa}$$

$$\sigma_k = \tau_k = \frac{\sigma_{we}}{\sqrt{2}} = \frac{44,24}{\sqrt{2}} = 31,28 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_k^2 + 3 \cdot (\tau_k^2 + \tau_r^2)} = \sqrt{31,28^2 + 3 \cdot (31,28^2 + 1,61^2)} = 62,62 \text{ MPa}$$

$$62,62 \text{ MPa} < \frac{f_u}{\beta \cdot \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 \cdot 1,25} = 360 \text{ MPa}$$

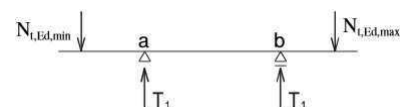
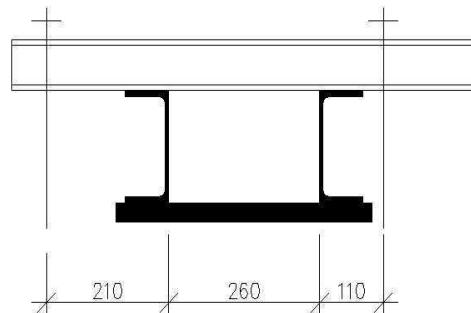
Napětí ve svaru v řezu II-II vyhovuje.

Návrh připojení výztuh k patnímu plechu vyhovuje.

11.6 Návrh kotveních šroubů

Při návrhu je respektována tolerance osazení šroubů ± 50 mm.

Schéma tolerance osazení šroubů:



$$T_1 = \frac{T_{\max}}{2} = \frac{102,84}{2} = 51,42 \text{ kN}$$
$$N_{t,Ed,\max} = \frac{51,42 \cdot 210 + 51,42 \cdot 470}{580} = 60,29 \text{ kN}$$
$$N_{t,Ed,\min} = 102,84 - 60,29 = 44,55 \text{ kN}$$

Návrh: M24 S235

Posouzení na porušení v místě závitů:

$$F_{t,Rd} = 0,8 \cdot A_s \cdot f_{yd} = 0,8 \cdot 353 \cdot 235 = 66,36 \text{ kN}$$
$$F_{t,Rd} = 66,36 \text{ kN} > N_{t,Ed,\max} = 60,29 \text{ kN}$$

Návrh kotevních šroubů M24 VYHOVUJE.

11.7 Návrh kotevních příčníků

Vnitřní síly kotevního příčnicku:

$$V_{l,Ed} = 44,55 \text{ kN}$$
$$V_{p,Ed} = 60,29 \text{ kN}$$
$$M_{l,Ed} = 0,21 \cdot 44,55 = 9,36 \text{ kNm}$$
$$M_{p,Ed} = 0,11 \cdot 60,29 = 6,63 \text{ kNm}$$

Kotevní příčník je navržen z profilů 2xU100

Posudek na ohyb:

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 2 \cdot 49,0 \cdot 10^3 \cdot 235 = 23,03 \text{ kNm}$$
$$M_{pl,Rd} = 23,03 > M_{l,Ed} = 9,36 \text{ kNm}$$
$$M_{pl,Rd} = 23,03 > M_{p,Ed} = 6,63 \text{ kNm}$$

Kotevní příčník vyhovuje na ohyb.

Posudek na smyk:

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 2 \cdot 646 \frac{235}{\sqrt{3}} = 175,3 \text{ kN}$$
$$V_{pl,Rd} = 175,3 \text{ kN} > V_{l,Ed} = 44,55 \text{ kN}$$
$$V_{pl,Rd} = 175,3 \text{ kN} > V_{p,Ed} = 60,29 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{pl,Rd}}{2} = \frac{175,3}{2} = 87,65 \text{ kN} > V_{p,Ed} = 60,29 \text{ kN} \rightarrow \text{malý smyk}$$

$$\frac{V_{pl,Rd}}{2} = 87,65 \text{ kN} > V_{l,Ed} = 44,55 \text{ kN} \rightarrow \text{malý smyk}$$

Kotevní příčník vyhovuje na ohyb.

Návrh příčnicku z profilů 2xU100 VYHOVUJE.

11.8 Přenos vodorovné posouvající síly do betonové patky

$$F_{y,Ed} = 27,42 \text{ kN}$$

$$N_c = 148,82 \text{ kN}$$

$$V_{Ed}' = \mu * N_c = 0,2 * 148,82 = 29,76 \text{ kN}$$

$$V_{Ed}' = 29,76 \text{ kN} > F_{y,Ed} = 27,42 \text{ kN}$$

Přenos vodorovné posouvající síly do betonové patky VYHOVUJE.

11.9 Shrnutí posouzení

Návrh vetknuté patky s ocelovými příčnicí VYHOVUJE.

12 Základová patka pod sloupy S1 a S2 varianta 2

Patka je vetknutá bez ocelových příčnic. Zatížení patky je od reakcí ocelových sloupů S1 a S2. Patka je navržena pro nejkritičtější zatěžovací kombinaci sloupů S1 a S2.

12.1 Reakce v patce

Reakce sloupu S1

Zatěžovací stav	$N_{Ed} = R_z$ [kN]	$V_{Ed} = R_x$ [kN]	$M_{Ed} = M_y$ [kNm]
KZS4	91,76	-16,29	-54,78
KZS5	75,88	-27,22	-91,89
KZS6	28,77	-27,75	-92,12

Reakce sloupu S2

Zatěžovací stav	$N_{Ed} = R_z$ [kN]	$V_{Ed} = R_x$ [kN]	$M_{Ed} = M_y$ [kNm]
KZS4	112,67	-16,39	-55,56
KZS5	92,66	-27,42	-93,41
KZS6	45,98	-27,42	-93,41

12.2 Návrh geometrie patky

12.2.1 Geometrie ocelové patky

$$a = 560 \text{ mm}$$

$$b = 360 \text{ mm}$$

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

$$r_t = 220 \text{ mm}$$

Schéma půdorysu ocelové patky:

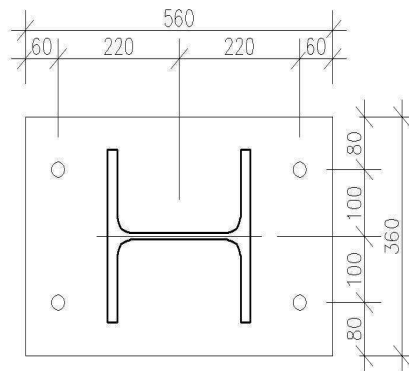
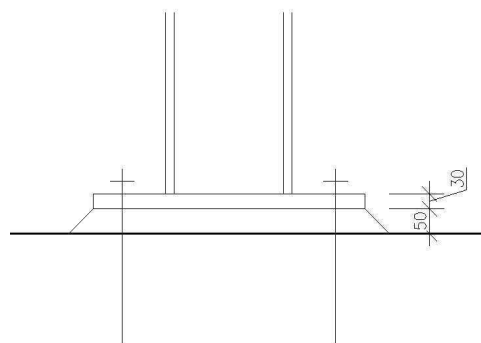


Schéma řezu ocelové patky:



12.2.2 Geometrie betonové patky

Beton C16/20
 $f_{ck} = 16 \text{ MPa}$
 $\gamma_c = 1,5$

Výška betonové podlití = 50 mm
min. podlití = $0,1 \cdot 360 = 36 \text{ mm}$

Rozměry betonové patky :

$a_c = 2000 \text{ mm}$
 $b_c = 1200 \text{ mm}$
 $h_c = 800 \text{ mm}$

Započitatelné rozměry betonové patky:

$a_2 = \min(a_c, 3a, a + h) = \min(2000, 3 \cdot 560, 560 + 800) = 1360 \text{ mm}$
 $b_2 = \min(b_c, 3b, b + h) = \min(1200, 3 \cdot 360, 360 + 800) = 1080 \text{ mm}$

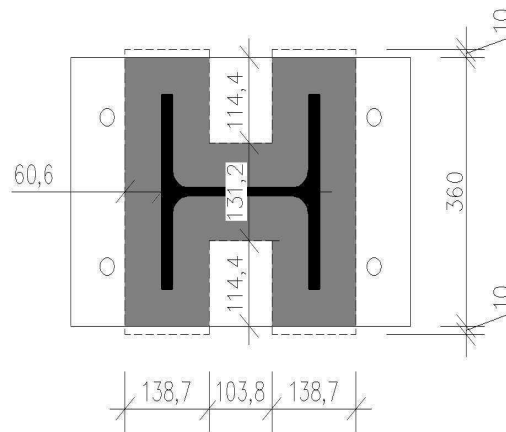
Návrhová pevnost betonu v tlaku pod patním plechem:

$$f_{jd} = \beta_j \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \beta_j \sqrt{\frac{a_2 \cdot b_2}{a_1 \cdot b_1}} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{1360 \cdot 1080}{560 \cdot 360}} \frac{16}{1,5} = 19,194 \text{ MPa}$$

Efektivní šířka patní desky:

$$c = t \sqrt{\frac{f_y}{3 \cdot f_{jd} \cdot \gamma_{M0}}} = 30 \sqrt{\frac{235}{3 \cdot 19,194 \cdot 1}} = 60,61 \text{ mm}$$

Schéma efektivní plochy:



12.3 Namáhání patní spáry

Veličiny	Jednotky	KZS4	KZS5	KZS6
M_{Ed}	kNm	55,56	93,41	93,41
N_{Ed}	kN	112,67	92,66	45,98
e	mm	493	1008	2032
x_1	mm	798,74	778,92	782,92
$x_2 = x$	mm	22,45	42,28	38,28
N_c	kN	155,13	292,15	264,51
T	kN	42,46	199,49	218,53

$$N_{Ed}(r+e) = N_c \left(r + \frac{b_{eff}}{2} - \frac{x}{2} \right)$$

$$N_{Ed}(r+e) - d_{eff} \cdot x \cdot f_{jd} \left(r + \frac{b_{eff}}{2} - \frac{x}{2} \right) = 0$$

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

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

12.4 Návrh kotevních šroubů

Návrh: 2xM30 S235

Posouzení na porušení v místě závitu:

$$F_{t,Rd} = 2 * 0,85 \frac{0,9 * A_s * f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 2 * 0,85 \frac{0,9 * 561 * 360}{1,25} = 232,66 \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = 232,66 \text{ kN} > T_{Max} = 199,49 \text{ kN}$$

Návrh kotevních šroubů 2xM30 VYHOVUJE.

12.5 Návrh připojení sloupu k patnímu plechu

Návrh 2x koutový svar a = 5 mm

$$N_{Ed} = 92,66 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 27,42 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 93,41 \text{ kNm}$$

$$V_p = 199,49 \text{ kN}$$

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

$$l_w = 460 \text{ mm}$$

$$n = 2$$

Napětí ve svaru:

$$A_{we} = 2 * 5 * 460 = 4600 \text{ mm}^2$$

$$I_{we} = \frac{1}{12} * 460^3 * 5 * 2 = 81,11 * 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\tau_r = \frac{V_{Ed}}{A_{we}} = \frac{27,42 * 10^3}{4,6 * 10^3} = 5,96 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{we} = \frac{N_{Ed}}{A_{we}} + \frac{M_{Ed}}{I_{we}} * x = \frac{92,66 * 10^3}{4,6 * 10^3} + \frac{93,41 * 10^6}{81,11 * 10^6} * (460/2) = 169,86 \text{ MPa}$$

$$\sigma_k = \tau_k = \frac{\sigma_{we}}{\sqrt{2}} = \frac{169,86}{\sqrt{2}} = 120,11 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_k^2 + 3 * (\tau_k^2 + \tau_r^2)} = \sqrt{120,11^2 + 3 * (120,11^2 + 5,96^2)} = 240,44 \text{ MPa}$$

$$240,44 \text{ MPa} < \frac{f_u}{\beta * \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 * 1,25} = 360 \text{ MPa}$$

Napětí ve svaru vyhovuje.

12.6 Přenos vodorovné posouvající síly do betonové patky

$$F_{y,Ed} = 27,42 \text{ kN}$$

$$N_c = 264,51 \text{ kN}$$

$$V_{Ed}' = \mu * N_c = 0,2 * 264,51 = 52,9 \text{ kN}$$

$$V_{Ed}' = 52,09 \text{ kN} > F_{y,Ed} = 27,42 \text{ kN}$$

Přenos vodorovné posouvající síly do betonové patky VYHOVUJE.

12.7 Shrnutí posouzení

Návrh vetknuté patky VYHOVUJE.

13 Základová patka pod sloup S3

Patka je navržena jako kloubové uložení z nevyztuženého patního plechu. Zatížení patky je od reakce ocelového sloupu S3. Patka je navržena pro nejkritičtější zatěžovací kombinaci.

13.1 Reakce v patce

Rekace sloupu S3

Zatěžovací stav	$N_{Ed} = R_z$ [kN]
KZS3	-15,25
KZS4	26,80

13.2 Návrh čepového spoje

Návrh: čep Ø24 mm S235

$$f_{v,Ed} = 26,80 \text{ kN}$$

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

$$d_0 = 24 + 2 = 26 \text{ mm}$$

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

13.2.1 Návrh geometrie čepového spoje

$$a_1 \geq \frac{F_{v,Ed} * \gamma_{M0}}{2t * f_y} + \frac{2 * d_0}{3} = \frac{26,8 * 10^3 * 1}{2 * 20 * 235} + \frac{2 * 26}{3} = 20,18 \text{ mm}$$

$$a_2 = 1,3 * d_0 = 1,3 * 26 = 33,8 \text{ mm}$$

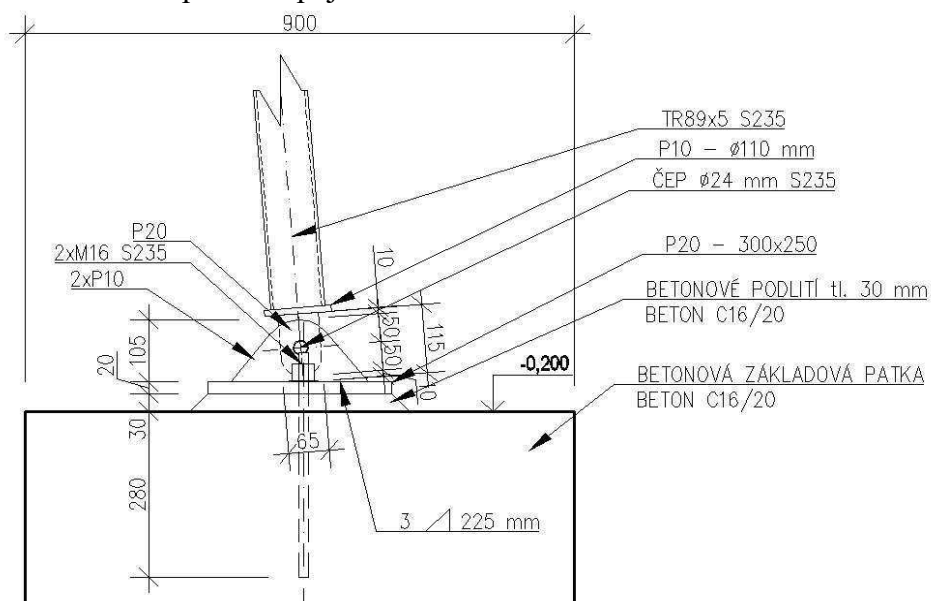
$$a = 35 \text{ mm}$$

$$c_1 \geq \frac{F_{v,Ed} * \gamma_{M0}}{2t * f_y} + \frac{d_0}{3} = \frac{26,8 * 10^3 * 1}{2 * 20 * 235} + \frac{26}{3} = 11,52 \text{ mm}$$

$$c_2 = 0,75 * d_0 = 0,75 * 26 = 19,5 \text{ mm}$$

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

Schéma čepového spoje:



13.2.2 Posouzení čepového spoje

Únosnost čepu ve stříhu:

$$F_{v,Rd} = 2 * 0,6 * A \frac{f_{up}}{\gamma_{M2}} = 2 * 0,6 \frac{\pi 24^2}{4} \frac{360}{1,25} = 156345 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} = 156,3 \text{ kN} > f_{v,Ed} = 26,8 \text{ kN}$$

Únosnost čepu ve stříhu vyhovuje.

Únosnost čepu v ohybu:

$$M_{Ed} = \frac{F_{v,Ed}}{8} (t + 4b + 2t_1) = \frac{26,8 * 10^3}{8} (20 + 4 * 1 + 2 * 10)$$

$$M_{Ed} = 143550 \text{ Nmm} = 0,14 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 1,5 W_{el} \frac{f_{yp}}{\gamma_{M0}} = 1,5 \frac{\pi * 24^3}{32} \frac{235}{1} = 478401 \text{ Nmm}$$

$$M_{Rd} = 0,48 \text{ kNm} > M_{Ed} = 0,14 \text{ kNm}$$

Únosnost čepu v ohybu vyhovuje.

Únosnost čepu v kombinaci ohybu a smyku:

$$\left[\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right]^2 + \left[\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right]^2 = \left[\frac{0,14}{0,48} \right]^2 + \left[\frac{26,8}{156,3} \right]^2 = 0,11 < 1$$

Únosnost čepu na kombinaci namáhání vyhovuje.

Otlačení desky a čepu

$$F_{b,Rd} = \frac{1,5 d * t * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,5 * 24 * 20 * 235}{1} = 169200 \text{ N} = 169,2 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = 169,2 \text{ kN} > F_{v,Ed} = 26,8 \text{ kN}$$

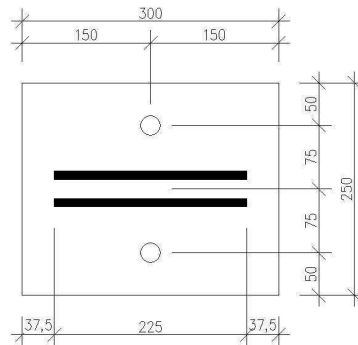
Otlačení desky vyhovuje.

Čepový spoj VYHOVUJE.

13.3 Geometrie ocelové patky

$$\begin{aligned} a &= 300 \text{ mm} \\ b &= 300 \text{ mm} \\ t_p &= 20 \text{ mm} \end{aligned}$$

Schéma půdorysu ocelové patky:



13.4 Geometrie betonové patky

Beton C16/20
 $f_{ck} = 16 \text{ MPa}$
 $\gamma_c = 1,5$

Výška betonového podlití = 30 mm
 min. podlití = $0,1 \cdot 300 = 30 \text{ mm}$

Rozměry betonové patky :

$$\begin{aligned} a_c &= 900 \text{ mm} \\ b_c &= 900 \text{ mm} \\ h_c &= 800 \text{ mm} \end{aligned}$$

Započitatelné rozměry betonové patky:

$$\begin{aligned} a_2 &= \min(a_c, 3a, a+h) = \min(900, 3 \cdot 300, 300+800) = 900 \text{ mm} \\ b_2 &= \min(b_c, 3b, b+h) = \min(900, 3 \cdot 300, 300+800) = 900 \text{ mm} \end{aligned}$$

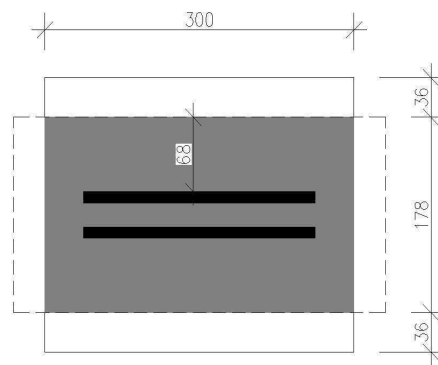
Návrhová pevnost betonu v tlaku pod patním plechem:

$$\begin{aligned} k_j &= \sqrt{\frac{a_c b_c}{a b}} = \sqrt{\frac{900 \cdot 900}{300 \cdot 300}} = 3 \\ f_{jd} &= \beta_j \frac{k_j \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{2}{3} \frac{3 \cdot 16}{1,5} = 21,33 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Účinná šířka patní desky:

$$c = t_p \sqrt{\frac{f_{yd}}{3f_{jd}}} = 20 \sqrt{\frac{235}{20,33}} = 68,0 \text{ mm}$$

Schéma účinné plochy:



Účinná plocha:

$$A_{\text{eff}} = 300 \cdot 178 = 53\,400 \text{ mm}^2$$

13.5 Únosnost patky

$$N_{\text{Rd}} = A_{\text{eff}} \cdot f_{\text{jd}} = 53\,400 \cdot 21,33 = 1\,139 \text{ kN}$$

$$N_{\text{Rd}} = 1\,139 \text{ kN} > N_{\text{ed}} = 15,25 \text{ kN}$$

Únosnost patky **VYHOVUJE**.

13.6 Návrh kotevních šroubů

Návrh: 2xM16 S235

Posouzení na porušení v místě závitu:

$$F_{\text{t,Rd}} = 2 \cdot 0,85 \frac{0,9 \cdot A_s \cdot f_{\text{ub}}}{\gamma_{\text{M2}}} = 2 \cdot 0,85 \frac{0,9 \cdot 157 \cdot 360}{1,25} = 69,18 \text{ kN}$$

$$F_{\text{t,Rd}} = 69,18 \text{ kN} > N_{\text{t,Ed}} = 26,80 \text{ kN}$$

Návrh kotevních šroubů 2xM16 VYHOVUJE.

13.7 Návrh připojení sloupu k patnímu plechu

Návrh 2x koutový svar a = 3 mm

$$N_{\text{Ed}} = 26,8 \text{ kN}$$

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

$$l_w = 225 \text{ mm}$$

$$n = 2$$

Napětí ve svaru:

$$A_{\text{we}} = 2 \cdot 3 \cdot 225 = 1\,350 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{\text{we}} = \frac{N_{\text{Ed}}}{A_{\text{we}}} = \frac{26,8 \cdot 10^3}{1\,350} = 19,85 \text{ MPa}$$

$$\sigma_k = \tau_k = \frac{\sigma_{\text{we}}}{\sqrt{2}} = \frac{19,85}{\sqrt{2}} = 14,04 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_k^2 + 3 \cdot (\tau_k^2 + \tau_r^2)} = \sqrt{14,04^2 + 3 \cdot (14,04^2 + 0^2)} = 28,08 \text{ MPa}$$

$$28,08 \text{ MPa} < \frac{f_u}{\beta^* \gamma_{\text{M2}}} = \frac{360}{0,8 \cdot 1,25} = 360 \text{ MPa}$$

Napětí ve svaru vyhovuje.

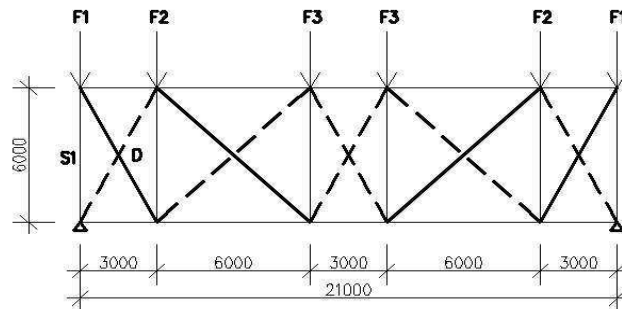
13.8 Shrnutí posouzení

Návrh kloubové patky s čepem VYHOVUJE.

14 Ztužení haly

14.1 Příčné ztužidlo ve střešní rovině – servisní část haly

14.1.1 Statické schéma ztužidla



14.1.2 Zatížení ztužidla

Vítr podélný – D

Název	$W_{e,k}$ [kN/m ²]	A_{zat} [m ²]	γ_q [-]	$W_{e,Ed}$ [kN/m ²]
F1	0,38	6,08	1,5	3,47
F2		19,58		11,16
F3		20,25		11,54

14.1.3 Vnitřní síly

Reakce $R = 26,17$ kN
 Diagonála $D = 25,48$ kN
 Svislice $S = R = 26,17$ kN

14.1.4 Návrh

Diagonála

Diagonála je navržena z ocelových lan.

Návrh: ocelové nerezové táhlo Macalloy 460 M12.

$$N_{t,Rd} = 36 \text{ kN (viz příloha č.3)}$$

$$N_{t,Rd} = 36 \text{ kN} > N_{Ed} = 25,48 \text{ kN}$$

Navržená diagonála z ocelového táhla Macalloy 460 M12 VYHOVUJE.

Svislice

Svislice je navržena z kruhového profilu.

Návrh: TR82,5 tl.4 mm

$$N_{Ed} = 26,17 \text{ kN}$$

$$L_{cr} = 6,0 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = \frac{6000}{27,8} = 215,83$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{215,83}{93,9} = 2,30 \rightarrow \chi = 0,172$$

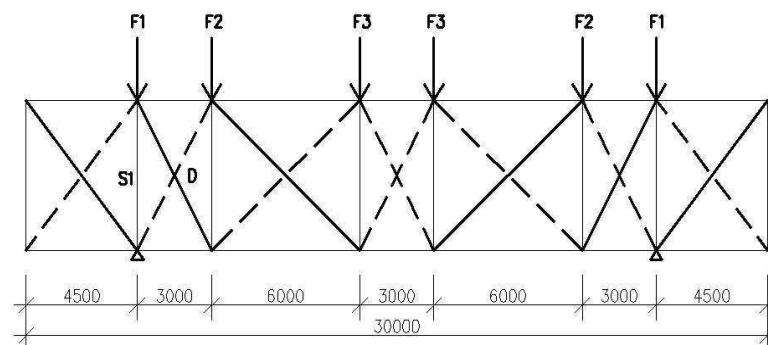
$$N_{Rd} = \chi * A * f_{yd} = 0,172 * 986 * 235 = 39,85 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 39,85 \text{ kN} > N_{Ed} = 26,17 \text{ kN}$$

Navržená svislice z profilu TR82,5 tl.4 mm vyhovuje.

14.2 Příčné ztužidlo ve střešní rovině – výstavní část haly

14.2.1 Statické schéma ztužidla



14.2.2 Zatížení ztužidla

Vítr podélný – D

Název	$W_{e,k}$ [kN/m ²]	A_{zat} [m ²]	γ_q [-]	$W_{e,Ed}$ [kN/m ²]
F1	0,38	6,08	1,5	3,47
F2		19,58		11,16
F3		20,25		11,54

14.2.3 Vnitřní síly

Reakce R= 26,17 kN
Diagonála D=25,48 kN
Svislice S=R=26,17 kN

14.2.4 Návrh

Diagonála

Diagonála je navržena z ocelových lan.

Návrh: ocelové nerezové táhlo Macalloy 460 M12.

$$N_{t,Rd} = 36 \text{ kN (viz příloha č.3)}$$

$$N_{t,Rd} = 36 \text{ kN} > N_{Ed} = 25,48 \text{ kN}$$

Navržená diagonála z ocelového táhla Macalloy 460 M12 VYHOVUJE.

Svislice

Svislice je navržena z kruhového profilu.

Návrh: TR82,5 tl.4 mm

$$N_{Ed} = 26,17 \text{ kN}$$

$$L_{cr} = 6,0 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = \frac{6000}{27,8} = 215,83$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{215,83}{93,9} = 2,30 \rightarrow \chi = 0,172$$

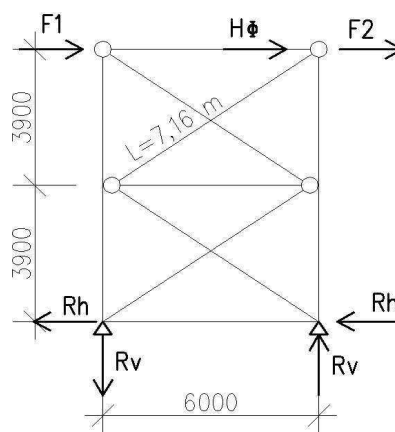
$$N_{Rd} = \chi * A * f_{yd} = 0,172 * 986 * 235 = 39,85 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 39,85 \text{ kN} > N_{Ed} = 26,17 \text{ kN}$$

Navržená svislice z profilu TR82,5 tl.4 mm VYHOVUJE.

14.3 Podélné ztužidlo

14.3.1 Statické schéma ztužidla



14.3.2 Zatížení ztužidla

Zatížení podélným větrem:

$$F_{1.Ed} = R_{Ed} = 26,17 \text{ kN}$$

$$F_{2.Ed} = F_{1.Ed} \frac{C_{pe.E.podél}}{C_{pe.D.podél}} = 26,17 \frac{0,3}{0,7} = 11,22 \text{ kN}$$

Zatížení vlivem rámových imperfekcí:

$$N_{Ed} = 112,66 \text{ kN}$$

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}} = \frac{2}{\sqrt{7,8}} = 0,716$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{m}\right)} = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{4}\right)} = 0,79$$

$$\phi = \phi_0 \alpha_h \alpha_m = \frac{1}{200} 0,716 * 0,79 = 2,828 * 10^{-3}$$

$$H\phi = \phi \Sigma N = 4 * 112,66 * 2,828 * 10^{-3} = 1,27 \text{ kN}$$

14.3.3 Vnitřní síly

Reakce

$$R_h = (26,17 + 11,22 + 1,27) / 2 = 19,33 \text{ kN}$$

$$R_v = \frac{\pm(26,17 + 11,22 + 1,27) * 7,8}{6} = \pm 50,26 \text{ kN}$$

Diagonála

$$D = R_h \frac{L}{6m} = 19,33 \frac{7,16}{6} = 23,08 \text{ kN}$$

14.3.4 Návrh

Diagonála je navržena z kruhového profilu.

Návrh: TR102 tl.4 mm

$$N_{Ed} = 23,8 \text{ kN}$$

$$L_{cr} = 7,16 * 0,5 = 3,58 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = \frac{3580}{34,7} = 103,17$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{103,17}{93,9} = 1,1 \rightarrow \chi = 0,596$$

$$N_{Rd} = \chi * A * f_{yd} = 0,596 * 1232 * 235 = 172,55 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 172,55 \text{ kN} > N_{Ed} = 26,17 \text{ kN}$$

Navržená diagonála z profilu TR102 tl.4 mm vyhovuje.

14.3.5 Návrh přípoje

Návrh: 2xM16 4.8

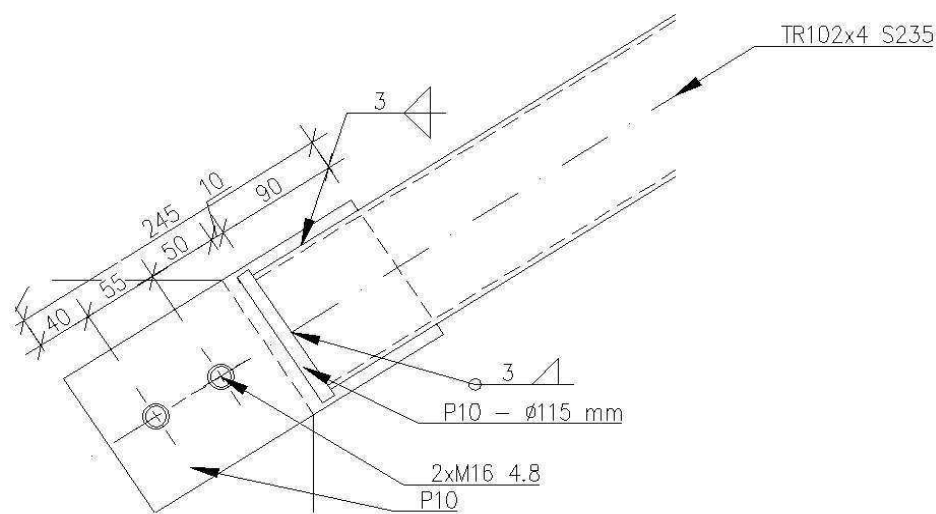
$$F_{v,Rd} = 37,7 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = 74,67 \text{ kN} (t = 10 \text{ mm, běžné rozteče})$$

$$F_{Rd} = 2 * F_{v,Rd} = 2 * 37,7 = 75,4 \text{ kN} > N_{Ed} = 26,17 \text{ kN}$$

Navržený přípoj 2xM16 4.8 vyhovuje.

Schéma přípoje



15 Normy a literatura

Normy

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

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: Navrhovaná styčniců

Literatura

VRANÝ, Tomáš a František WALD. Ocelové konstrukce: tabulky. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03140-3.

STUDNIČKA, Jiří. Ocelové konstrukce: normy. 2. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2014. ISBN 978-80-01-05489-5.

ELIÁŠOVÁ, Martina a Zdeněk SOKOL. Ocelové konstrukce 1: příklady. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05214-3.

Webové stránky

<http://www.tension.cz>

<https://www.kingspan.com>

<http://www.lindab.com>

<http://www.skylux.be>

16 **Přílohy**

16.1 Seznám příloh

Příloha č.1: Tabulka únosnosti střešního pláště KS1000 RW

Příloha č.2: Z – Tenkostěnná vaznice

Příloha č.3: Technický list táhla Macalloy

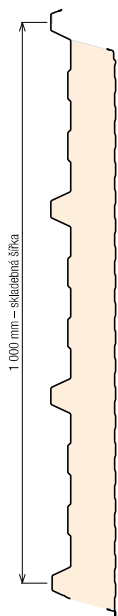
Příloha č.4: Technický list Cintralux 16 mm

Příloha č.5: Tabulka únosnosti stěnového panleu KS1000 AWP

PŘÍLOHA Č.1

Tabulky únosnosti

KS1000 RW



Střešní panel KS1000 RW 120

plech vnější/vnitřní 0,5 / 0,4 mm S280GD podle ČSN EN 14509

hodnota
zátížení

Systém	Skupina barev	charakteristické proměnné zatížení sněhem [kN/m ²]																			
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
Prostý nosník	I, II, III (f)	40	40	40	40	42	42	42	42	41	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
		60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
		7,51	6,40	5,52	4,59	3,89	3,33	2,88	2,50	2,18	1,93	1,73	1,56	1,43	1,32	1,24	1,16	1,10	1,04	1,00	0,96
Spojitý nosník o 2 polích	I (f)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
		60	60	60	60	60	60	62	64	67	69	72	74	76	75	75	75	76	76	77	77
		6,33	4,46	3,53	2,97	2,59	2,31	2,10	1,94	1,80	1,69	1,60	1,52	1,43	1,32	1,24	1,16	1,10	1,04	1,00	0,96
Spojitý nosník o 3 a více polích	II (f)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
		60	60	60	60	60	60	62	64	67	69	72	74	76	75	75	75	76	76	77	77
		6,33	4,46	3,53	2,97	2,59	2,31	2,10	1,94	1,80	1,69	1,60	1,52	1,43	1,32	1,24	1,16	1,10	1,04	1,00	0,96
Spojitý nosník o 3 a více polích	III (f)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
		60	60	60	60	60	60	62	64	67	69	72	74	76	75	75	75	76	76	77	77
		7,18	5,02	3,94	3,30	2,86	2,55	2,32	2,13	1,98	1,86	1,73	1,56	1,43	1,32	1,24	1,16	1,10	1,04	1,00	0,96
Spojitý nosník o 3 a více polích	II (f)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
		60	60	60	60	60	60	62	64	67	69	72	74	76	75	75	75	76	76	77	77
		7,18	5,02	3,94	3,30	2,86	2,55	2,32	2,13	1,98	1,86	1,73	1,56	1,43	1,32	1,24	1,16	1,10	1,04	1,00	0,96
Spojitý nosník o 3 a více polích	III (f)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
		60	60	60	60	60	60	62	64	67	69	72	74	76	75	75	75	76	76	77	77
		7,18	5,02	3,94	3,30	2,86	2,55	2,32	2,13	1,98	1,86	1,73	1,56	1,43	1,32	1,24	1,16	1,10	1,04	1,00	0,96

barevná skupina (zatláčení dle odstínu v RAL)
(f) – přípustná deformace pro krátkodobé zatížení L/200,
pro dlouhodobé L/100, kde L je rozpětí mezi podporami

AA – min. šířka krajní podpory

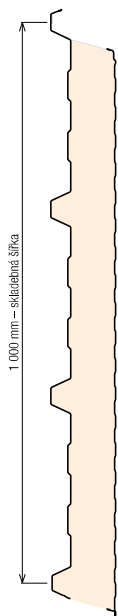
X,XX – max. rozpon

BB – min. šířka střední podpory

Tabulka platí pro běžná proměnná klimatická zatížení. Při jiných požadavcích (dlouhodobá zatížení, teplotní zatížení v chladírnách apod.) je třeba provést zvláštní výpočet. Výpočty jsou provedeny v souladu s ČSN EN 14509. Hodnoty mezních zatížení uvedené v tabulkách porovnávejte s charakteristickými hodnotami zatížení. Výpočty berou v úvahu vlastní hmotnost panelů. Možné chyby a opomenutí vyhrazeny. Mějte prosím na paměti, že tato tabulka nenahrazuje statický výpočet.

Tabulky únosnosti

KS1000 RW



Střešní panel KS1000 RW 120
plech vnější/vnitřní 0,5 / 0,4 mm S280GD podle ČSN EN 14509

hodnota
zátěžení

Systém	Skupina barev	charakteristické průměrné zátěžení, SÁNÍ větru [kN/m ²]																			
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
Prostý nosník	I, II, III (f)	7,76	6,63	5,90	5,37	4,90	4,54	4,25	4,00	3,80	3,61	3,44	3,28	3,13	2,99	2,87	2,76	2,66	2,53	2,40	2,29
	I (f)	10,62	7,11	4,89	3,83	3,20	2,78	2,48	2,24	2,06	1,91	1,78	1,67	1,58	1,50	1,43	1,37	1,31	1,26	1,22	1,17
	II (f)	10,62	6,64	4,56	3,58	3,00	2,62	2,34	2,13	1,96	1,82	1,70	1,61	1,52	1,45	1,38	1,32	1,27	1,22	1,18	1,14
Spojitý nosník o 2 polích	III (f)	10,62	5,90	4,05	3,21	2,72	2,39	2,15	1,97	1,82	1,70	1,60	1,52	1,44	1,37	1,32	1,26	1,22	1,17	1,13	1,10
	I (f)	12,01	8,37	5,71	4,41	3,64	3,12	2,75	2,47	2,25	2,08	1,93	1,81	1,71	1,62	1,54	1,47	1,41	1,36	1,31	1,26
	II (f)	12,01	8,04	5,47	4,22	3,48	2,98	2,63	2,37	2,16	2,00	1,86	1,75	1,65	1,57	1,49	1,43	1,37	1,32	1,28	1,23
Spojitý nosník o 3 a více polích	III (f)	12,01	7,54	5,09	3,92	3,23	2,78	2,46	2,22	2,03	1,88	1,76	1,66	1,57	1,49	1,43	1,37	1,32	1,27	1,23	1,19

Minimální šířka krajní podpory je 40 mm, minimální šířka střední podpory je 60 mm, nevyplyvá-li z tabulek pro zátěžení v tlaku šířka větší.

barevná skupina (zatržení dle odstínu v RAL)
(f) – přípustná deformace pro krátkodobé zátěžení L/200, pro dlouhodobé L/100, kde L je rozpětí mezi podporami

max. rozpon

Tabulka platí pro běžná průměrná klimatická zátěžení. Při jiných požadavcích (dlouhodobá zátěžení, teplotní zátěžení v chladících apod.) je třeba provést zvláštní výpočet. Výpočty jsou provedeny v souladu s ČSN EN 14509. Hodnoty mezních zátěžení uvedené v tabulkách porovnávejte s charakteristickými hodnotami zátěžení. Výpočty berou v úvahu vlastní hmotnost panelů. Možné chyby a opomenutí vyhrazeny. Mějte prosím na paměti, že tato tabulka nenahrazuje statický výpočet.

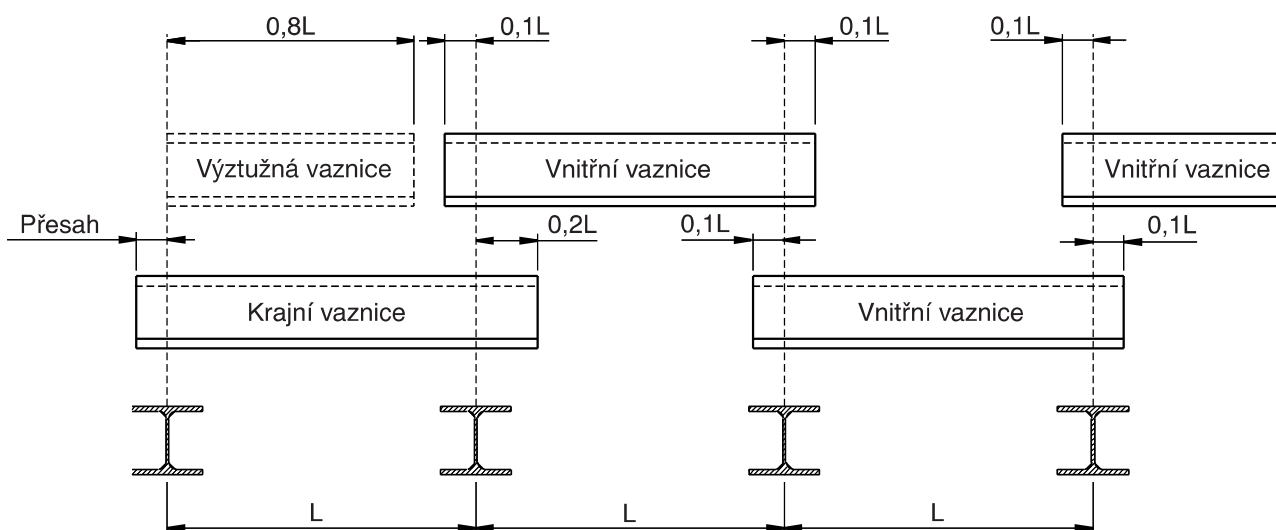
Spojování tenkostěnných vaznic Z

- stejné rozteče v každém poli

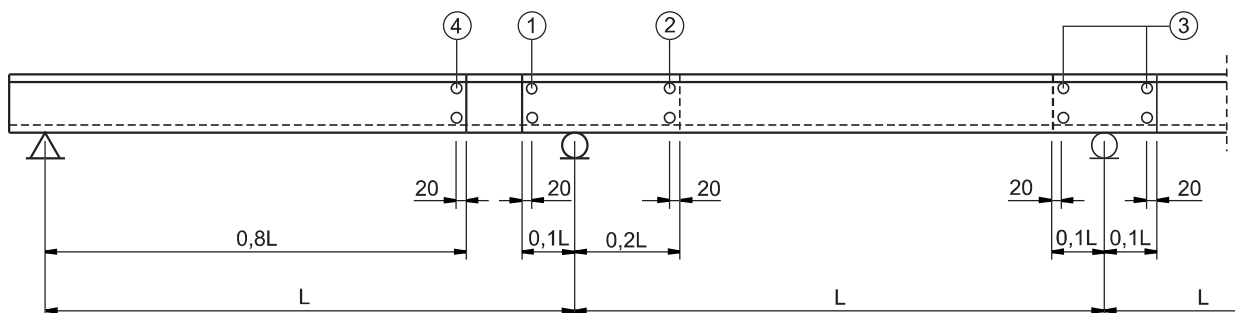
Tenkostěnné vaznice Z jsou spojovány s přesazením nad podporami a sešroubovány. Pro vyztužení krajního pole může být potřebná výztužná vaznice vložená do části krajního pole.

Délky vaznic

- Krajní vaznice: $1,2L + \text{přesah}$
- Výztužná vaznice: $0,8L$
- Vnitřní vaznice: $1,2L$



Umístění spojovacích elementů



V každém spoji se použijí nejméně dva šrouby. Jejich přesný počet je nutno zjistit statickým výpočtem na příslušné zatížení.

Příloha č.3

Napínání pomocí zařízení Macalloy TechnoTensioner

Společnost Macalloy byla vždy na vysoké technické úrovni v oblasti konstrukčních systémů předpjatých táhel a byla průkopníkem ve vývoji metod jejich předpínání. Jejich pracovníci si již dlouho uvědomovali potřebu měření velikosti předpětí v táhle a proto bylo vyvinuto pro praktické použití patentované zařízení Macalloy TechnoTensioner.

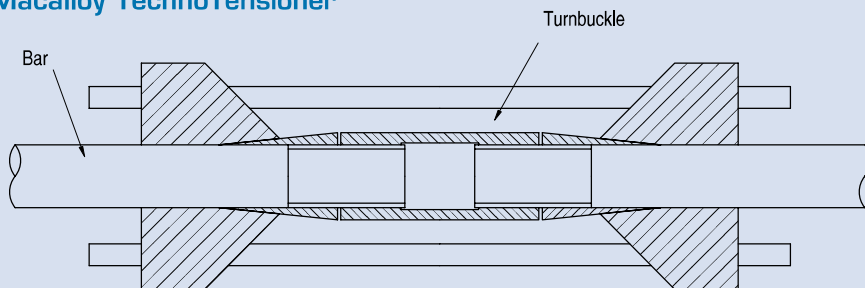
Hydraulická napínací jednotka může být umístěna na standardní napínákový spoj a je připevněna na kónickou pojistnou matici po obou stranách napínáku. Pomocí zařízení TechnoTensioner je pak do táhla vneseno předpětí, měřitelné s přesností $\pm 2,5\%$.

Zařízení TechnoTensioner je možno v případě potřeby pronajmout. Nutnou podmínkou jeho použití je ale dozor specialisty, vyškoleného přímo firmou Macalloy.



Zařízení TechnoTensioner na londýnském mostě Millennium Bridge, VB

Macalloy TechnoTensioner



Předpínací systém byl původně vyvinut pro projekt 88 Wood Street v Londýně v roce 1997. Od té doby byl úspěšně použit na četných projektech po celém světě např. u staveb:

- Multifunkční aréna Sazka v Praze
- londýnský most Millennium Bridge, VB
- mnichovské letištní středisko, Německo
- Terminal 2 mnichovského letiště, Německo
- most ve Wroclowě, Polsko
- budova Rady Tsing Yi, Hong Kong

- hlavní tribuna Newmarket, VK
- stadion Millennium Stadium, Cardiff, VB
- nádraží Flintholm, Dánsko
- pěší most v Dorenez, Švýcarsko
- pěší most River Tees, Stockton, VB
- velký dvůr Arundel, Londýn, VB
- Mid City Place, Londýn, VB
- centrum Deansgate Centre, Manchester, VB

Důležitá poznámka: pro nerezové systémy by TechnoTensioner měl být používán pouze po konzultaci se společností Macalloy.

Expo 2000 Brucken, Hannover

Foto:
Jurgen Schmidt

Architekt:
gmp, von Gerkan, Marg & Partner

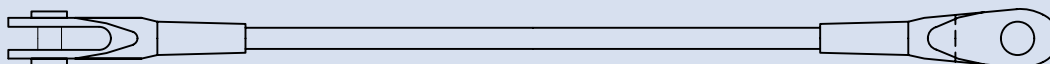
Projektant:
Schlaich, Bergermann & Partner

Dodavatel ocelové konstrukce:
Noell Stahl- und Maschinenbau GmbH



Tabulka 1: Vlastnosti táhla Macalloy ve standardním provedení a v nerez provedení

Závít	jednotka	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56	M64	M76	M85	M90*	M100*
Průměr táhla	mm	10	11	15	19	22	28	34	39	45	52	60	72	82	87	97
Minimální mez kluzu	kN	25	36	69	108	156	249	364	501	660	912	1204	1756	2239	2533	3172
Minimální mez pevnosti	kN	33	48	91	143	207	330	483	665	875	1209	1596	2329	2969	3358	4206
Hmotnost táhla	Kg/m	0,50	0,75	1,40	2,20	3,00	4,80	7,10	9,40	12,50	16,70	22,20	32,00	41,50	46,70	58,00



Technical file

Cintralux® 16 mm

General product description:

The barrel vault is made of extruded aluminum profiles (alloy AL-Mg-Si-0,5) with a solid plastic glazing. This glazing is composed of one multi-walled 16 mm polycarbonate sheet. The same plastic glazing is used in the transparent end pieces to obtain uniformity. The Cintralux® 16 mm barrel vault is produced as a fully finished entity and must be installed according to the Cintralux® mounting instructions.

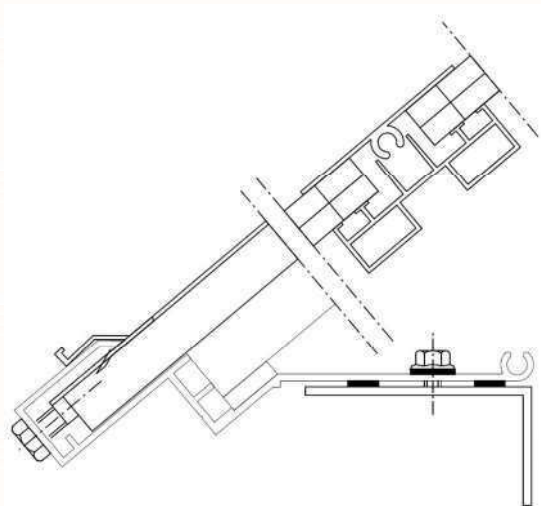


The glazing is bended between the upper scale and the supporting under scale. The bow profiles are only mounted at the ends on the horizontal longitudinal profile, which enables a quick installation and avoids differential tensions due to the dilatation of the plastic sheets. On request, rubber sealing can be used to diminish dilatation noise.

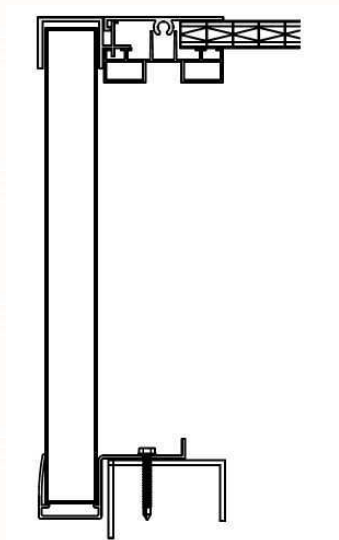
Advantages:

- Smooth light spread
- Quick installation
- Integration of opening parts (pneumatic or electric) for SHE (according to EN 12101-2:2003) and ventilation possibility
- CE according to EN 14963

Principle drawing:



section longitudinal profile*



section end piece*

*the presented sheet structures are only indicative and are subject to the chosen sheet type (see following page).

Specific characteristics of the polycarbonate glazing (see price list):

Chemical characteristics	Good resistance against chemical influences and weather conditions.
UV-stability	The polycarbonate sheets have a coextruded UV protection layer at the top side, which gives a durable optimal light transmission. (ask for our terms of guarantee).
Dilatation coefficient	0,065 mm/m°C
Functioning temperature	-30 à +115 °C

Sheet		Top-X 6X	Titan 16 mm	PC2600 3W
Overall size (m)		3,76 tot 5,66	3,76 till 5,66	3,76 till 5,66
Sheet thickness (mm)		16	16	16
Insulation value Ug (W/m².K)		1,8	2,1	2,4
EN ISO 6946				
Insulation value Uw (W/m².K)		2,62	2,35	2,62
EN ISO 6946				
Minimal cold bending radius (mm)		3500	2800	2400
Total light transmission (%)	opalin	40	32	62
EN ISO 13468	clair	59	62	74
g-value (%)	opalin	39	48	62
	clair	58	52	70
Sheet width (mm)		105	1050	1050
Axis distance (mm)		1072	1072	1072
Weight (g/m²)		2500	2500	2600

Form:

The standard barrel vault uses sheets with sheet width 1050 mm, which gives an axis distance of 1072 mm. 2 adaptor pieces are foreseen at the ends. The section of the profiles determines the span and the charge (V4). The height in the middle (barrel rise f) is standard 1/5 of the span.

Type under scale	Overall size B ^{***} (m)	Width upstand (mm)	Downward pressure P ^{***} (N/m²)
V4	3,76 tot 5,66	80	ca. 63

^{***}for a barrel vault of 4 x 30 m
^{***}see specifications curb

Optional surface treatment aluminum profiles:

Powder coating according to the Qualicoat label:

Class 1 : RAL 9010 white & RAL 8019 brown

Class 2 : color of your choice except RAL codes according to class 1 and class 3.

Class 3 : metallic RAL 9006 white aluminum & RAL 9007 grey aluminum

Anodisation: technical anodisation 15 µm.

Attestations and certificates:

- CE of the barrel vault according to EN 14963
- CE of the multi-walled sheet according to EN 16153
- Fire class: B1 according to DIN 4102
French norm M1
B, s1-d0
- Dop through www.cintralux.be

Opening parts:

Opening parts can be integrated in the barrel vault for ventilation or smoke and heat extraction according to EN 12101-2:2003. See technical file Cintramax® CE.



Specifications upstand and roof covering:

The essentially flat upstand may incline max 5° facing the horizontal because of the roof inclination. The upstand must be solid enough and minimal deformable (max 5 mm). It must be reinforced with crossbeams to meet the forces calculated with following formula. The upstand is made of timber or steel (min 3 mm thick) and will ideally incline approximately 1° to the outside. The height must be min 20 cm above the finished roof and the width is 65 mm and maximum 100 mm (top and bottom flange). The upstand and the roof covering are not included in the barrel vault and must be previously mounted by the contractor. The roof covering must also be fixed on the horizontal top side of the curb.

Every upstand is subject to horizontal and vertical forces:

The horizontal force **H** per running meter (= splash force to the outside) is calculated as following:

$$H = P \cdot B^2 / 8f$$

with
H = sidelong force per running metre (N/m)
P = snow load + own weight (N/m²) – see table
B = overall width (m)
f = barrel rise (m)

The vertical force **V** per running metre is calculated as following:

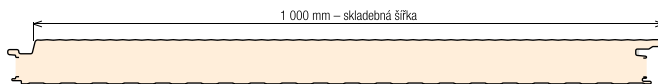
$$V = (P \times B) / 2$$

with
V = vertical force per running meter (N/m)

Maintenance:

The Cintralux® barrel vault must at least be cleaned once a year with tepid rain water and a soft sponge. If necessary use a soft neutral soap (no detergent). For tenacious stains, an iso-propanol solution (50% iso-propanol and 50% water) can be used. After cleaning, rinse abundantly and let dry. Do not rub dry because of the risk of scratches (consult the installation instructions on www.agplastics.com)

**Stěnový panel KS1000 AWP 120 – kotvení
ve skrytém spoji**

 plech vnější/vnitřní 0,6/0,4 mm, profilace M/Q, S280GD
podle ČSN EN 14509


TLAK										
systém	barevná skupina	charakteristické proměnné zatížení								[kN/m ²]
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	
prostý nosník 	I., II., III.	40	40	53	65	76	85	94	102	Význam hodnot v tabulce: AA min. šířka krajní podpory [mm] X,XX max. rozpon [m] BB min. šířka střední podpory [mm] Příklady začlenění odstínu do skupiny: I. barevná skupina RAL 1015, 7035, 9002, 9010 II. barevná skupina RAL 9006, 9007 III. barevná skupina RAL 8004, 3009, 5010, 6020, 7016, 3000 Přípustná deformace: – pro krátkodobé zatížení L/200 – pro dlouhodobá zatížení L/100 kde L je vzdálenost mezi podporami
		11,34	9,12	7,72	6,69	5,98	5,46	5,06	4,73	
spojitý nosník o 2 polích 	I.	40	40	40	43	53	64	73	82	
		8,28	6,38	5,53	5,02	4,67	4,40	4,17	3,97	
	II.	60	60	62	85	107	128	147	164	
		8,28	6,38	5,53	5,02	4,67	4,40	4,17	3,97	
	III.	60	60	62	85	107	128	147	164	
		8,28	6,38	5,53	5,02	4,67	4,40	4,17	3,97	
spojitý nosník o 3 polích 	I.	40	40	40	51	61	70	78	87	
		10,83	7,78	6,43	5,63	5,09	4,70	4,39	4,14	
	II.	60	60	80	102	122	140	157	173	
		10,83	7,78	6,43	5,63	5,09	4,70	4,39	4,14	
	III.	60	60	80	102	122	140	157	173	
		10,83	7,78	6,43	5,63	5,09	4,70	4,39	4,14	

SÁNÍ										
systém	barevná skupina	charakteristické proměnné zatížení								[kN/m ²]
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	
prostý nosník 	I.	10,40	6,75	4,50	3,38	2,70	2,25	1,93	1,69	Význam hodnot v tabulce: X,XX max. rozpon [m] Příklady začlenění odstínu do skupiny: I. barevná skupina RAL 1015, 7035, 9002, 9010 II. barevná skupina RAL 9006, 9007 III. barevná skupina RAL 8004, 3009, 5010, 6020, 7016, 3000 Přípustná deformace: – pro krátkodobé zatížení L/200 – pro dlouhodobá zatížení L/100 kde L je vzdálenost mezi podporami
	II.	10,40	6,75	4,50	3,38	2,70	2,25	1,93	1,69	
	III.	10,18	6,75	4,50	3,38	2,70	2,25	1,93	1,69	
spojitý nosník o 2 polích 	I.	10,01	4,73	3,12	2,38	1,95	1,67	1,47	1,31	
	II.	9,63	4,37	2,85	2,18	1,80	1,55	1,37	1,23	
	III.	8,99	3,76	2,31	1,85	1,59	1,39	1,24	1,12	
spojitý nosník o 3 polích 	I.	10,40	5,85	3,81	2,82	2,04	1,61	1,35	1,18	
	II.	10,40	5,71	3,68	2,69	2,04	1,61	1,35	1,18	
	III.	10,40	5,48	3,46	2,49	1,96	1,61	1,35	1,18	

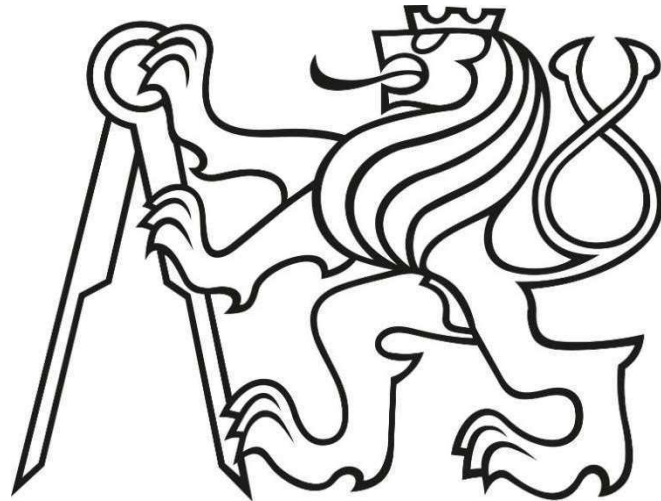
Minimální šířka krajní podpory je 40 mm, minimální šířka střední podpory je 60 mm, nevyplývá-li z tabulek pro zatížení v tlaku šířka větší.

Pozn.: Uvedené rozpory jsou vypočteny pro případ upevnění panelu ve skrytém spoji pomocí 2 šroubů s roznášecí podložkou Z15 a v místě každé podpory.

Tabulka platí pro běžná proměnná klimatická zatížení (typicky zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4). Pro jiné typy profilací, jiné tloušťky povrchových plechů a pro jiné požadavky zatížení (dlouhodobá zatížení, zatížení stálým teplotním gradientem v chladnách apod.) kontaktujte technické oddělení pro konkrétní statické posouzení. Výpočty jsou provedeny v souladu s ČSN EN 14509. Hodnoty mezních zatížení uvedené v tabulkách porovnávejte s charakteristickými hodnotami zatížení. Výpočty berou v úvahu vlastní hmotnost panelů. Možné chyby a opomenutí vyhrazeny. Mějte prosím na paměti, že tato tabulka nenahrazuje statický výpočet.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



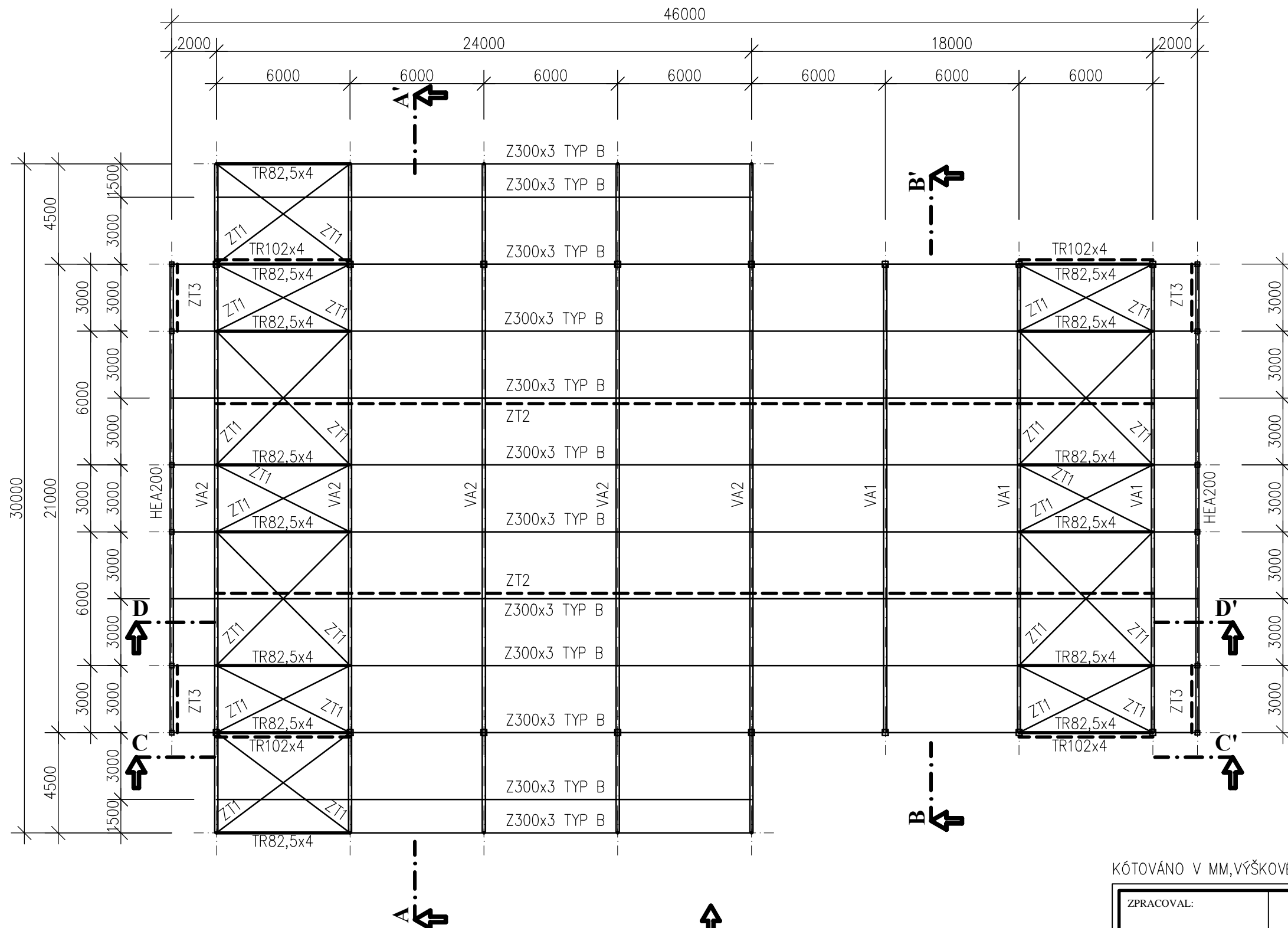
ŠKODA AUTOSALON
3. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Autor práce: Jaroslav Janda
Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

Praha 2018

OBSAH VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE

1	PŮDORYS HALY	1:200
2	ŘEZ OBJEKTEM A-A'	1:100
3	ŘEZ OBJEKTEM B-B'	1:100
4	ŘEZ C-C' A D-D'	1:200
5	DETAIL Č.1: VETKNUTÁ PATKA	1:10
6	DETAIL Č.2: KLOUBOVÁ PATKA	1:10
7	DETAIL Č.3: ULOŽENÍ VAZNÍKU V1	1:5
8	DETAIL Č.4: ULOŽENÍ VAZNÍKU V2	1:5
9	DETAIL Č.5: ULOŽENÍ KONCE VAZNÍKU V2	1:5
10	DETAIL Č.6: MONTÁŽNÍ STYK SVISLÝCH ZTUŽIDEL	1:5
11	DETAIL Č.7: MONTÁŽNÍ STYK HP	1:5
12	DETAIL Č.8: MONTÁŽNÍ STYK SP	1:5



↑
POHLED

LEGENDA ZNAČENÍ

- VA1 - PŘIHRADOVÝ VAZNÍK V1
- VA2 - PŘIHRADOVÝ VAZNÍK V2
- ZT1 - PŘÍČNÉ ZTUŽENÍ MACALLOY 460 M12
- ZT2 - PODÉLNÉ ZTUŽENÍ HALY TR54x5
- ZT3 - PODÉLNÉ ZTUŽENÍ HALY TR54x5

MATERIÁLY

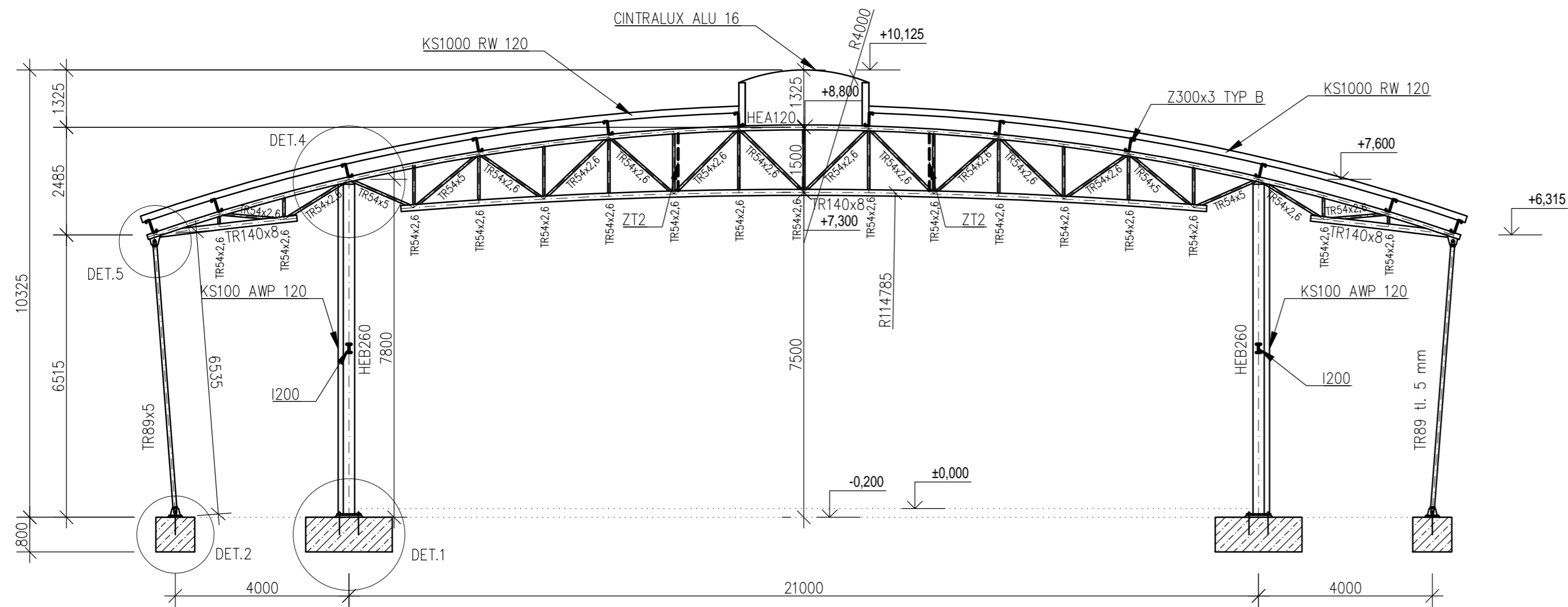
- VAZNÍK: S235J0
- SLOUPY: S235J0
- VAZNICE: FeE 350G
- ZÁKLADY: C16/20

POZNÁMKY

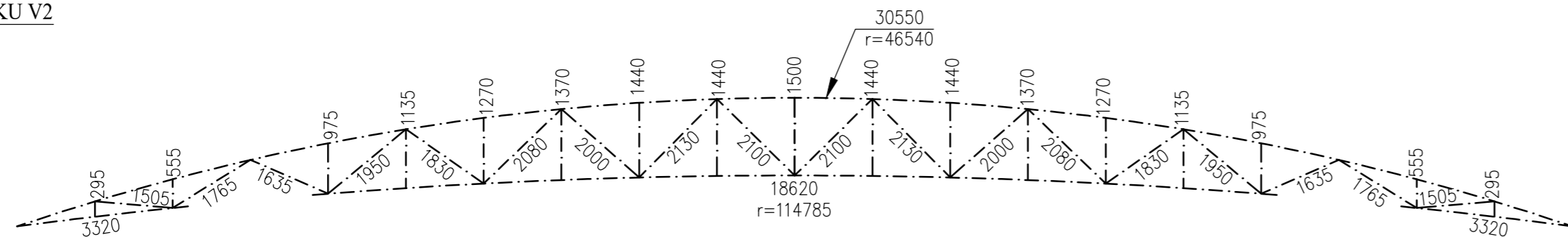
- HORNÍ PÁS V1 a V2 $r = 46,540$ m
- SPODNÍ PÁS V1 a V2 $r = 114,785$ m
- HEA240 $r = 46,540$ m
- SVĚTLÍK CINTRALUX ALU 16 $r = 4,000$ m

KÓTOVÁNO V MM, VÝŠKOVÉ KOTÝ V M

ZPRACOVAL:	Jaroslav Janda	Fakulta stavební ČVUT	
VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE ŠKODA AUTOSALON		ŠKOLNÍ ROK	2017/2018
		DATUM	5/2018
		MĚŘÍTKO	1:200
VÝKRES:	PŮDORYS HALY	Č.VÝKR.	1



GEOMETRICKÝ TVAR VAZNÍKU V2



LEGENDA ZNAČENÍ

ZT2 – PODÉLNÉ ZTUŽENÍ HALY TR54x5

MATERIÁLY

VAZNIK: S235J0
 SLOUPY: S235J0
 VAZNICE: FeE 350G
 ZÁKLADY: C16/20

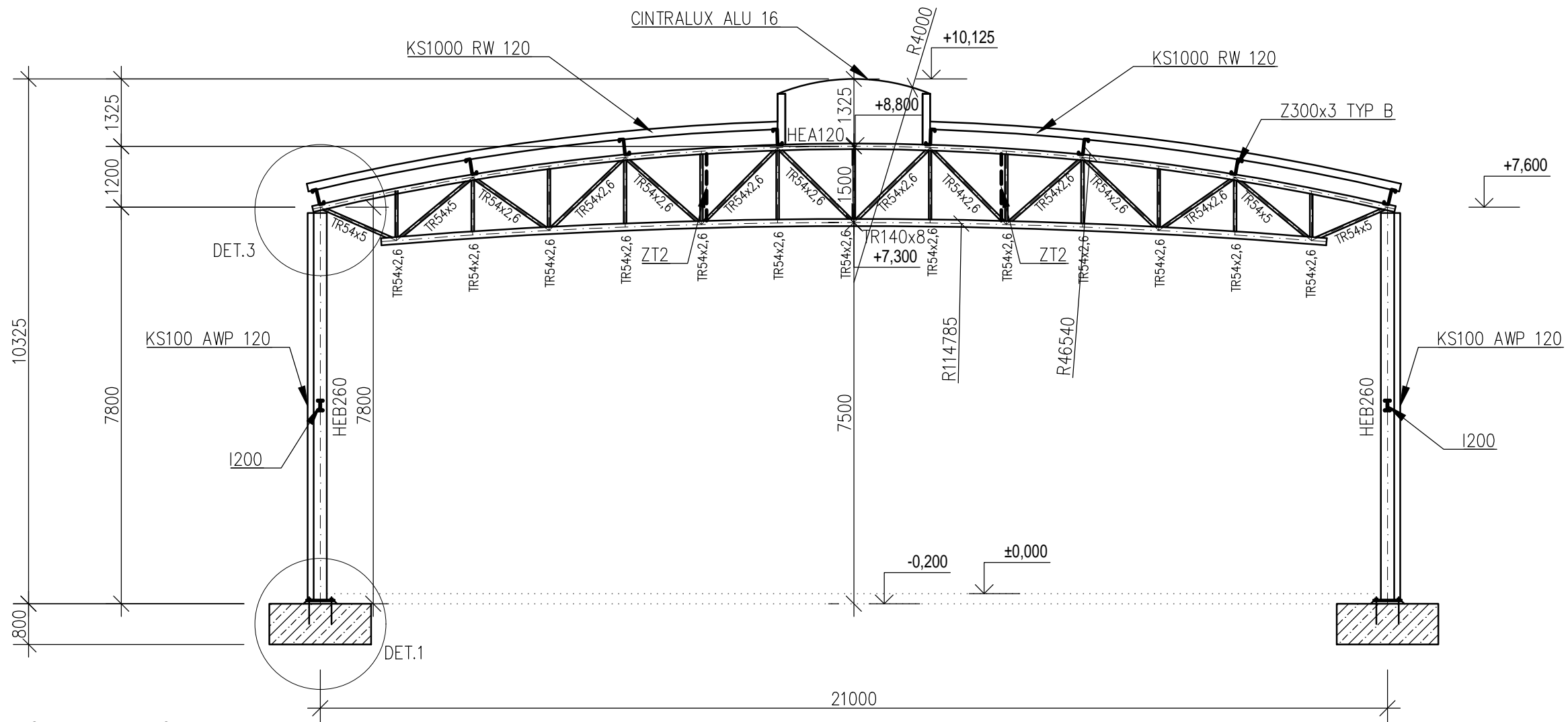
POZNÁMKY

HORNÍ PÁS $r = 46,540$ m
 SPODNÍ PÁS $r = 114,785$ m

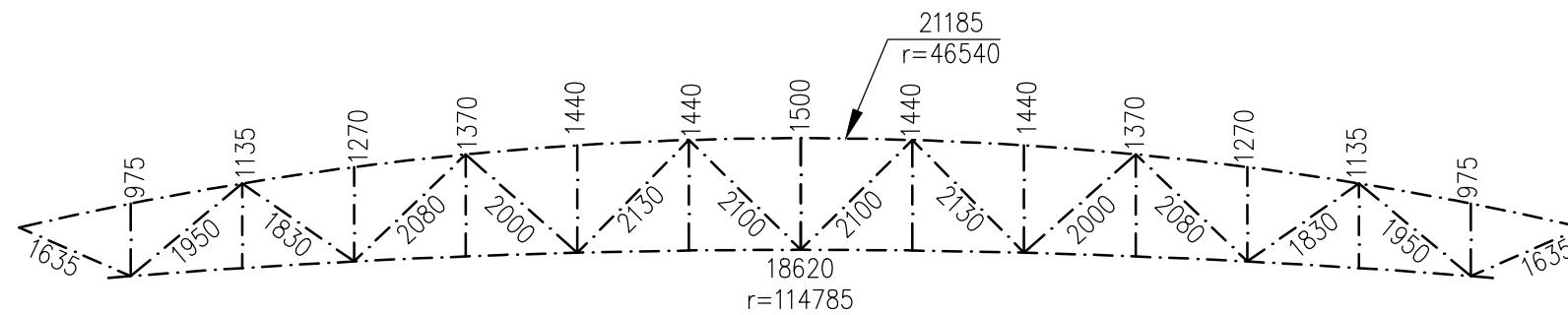
KÓTOVÁNO V MM, VÝŠKOVÉ KOTÝ V M

ZPRACOVAL:	Jaroslav Janda	Fakulta stavební	
VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	ČVUT	
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE ŠKODA AUTOSALON		ŠKOLNÍ ROK	2017/2018
		DATUM	5/2018
		MĚŘÍTKO	1:100
VÝKRES:	ŘEZ OBJEKTEM A-A'	Č.VÝKR. 2	

ŘEZ B-B'



GEOMETRICKÝ TVAR VAZNÍKU V1



LEGENDA ZNAČENÍ

ZT2 – PODÉLNÉ ZTUŽENÍ HALY TR54x5

MATERIÁLY

VAZNÍK: S235J0
 SLOUPY: S235J0
 VAZNICE: FeE 350G
 ZÁKLADY: C16/20

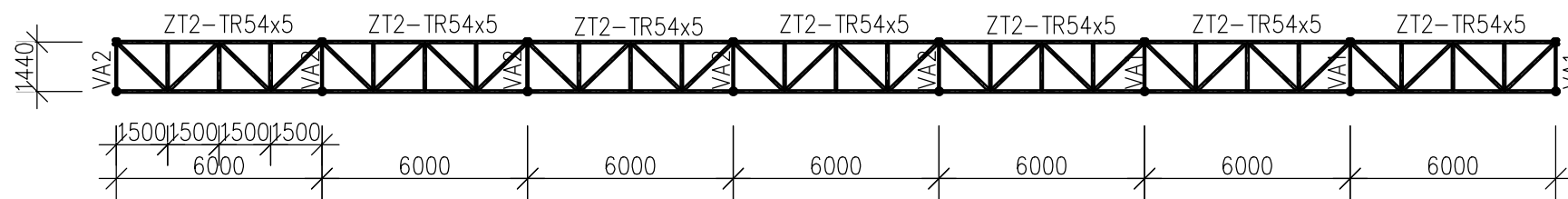
POZNÁMKY

HORNÍ PÁS $r = 46,540$ m
 SPODNÍ PÁS $r = 114,785$ m

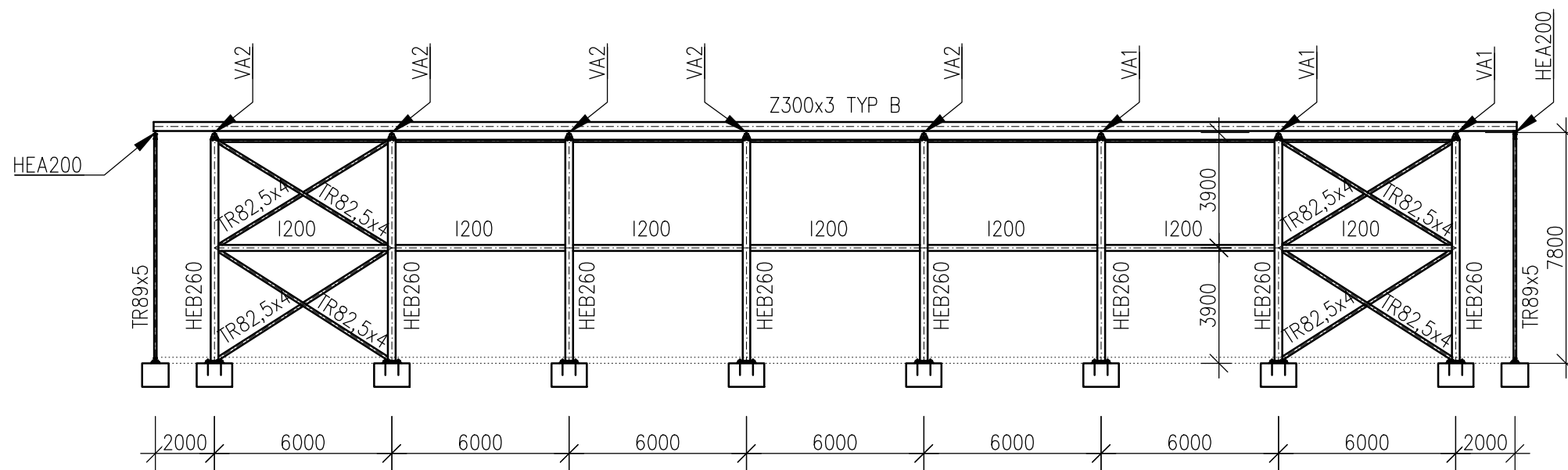
KÓTOVÁNO V MM, VÝŠKOVÉ KOTÝ V M

ZPRACOVAL:	Jaroslav Janda	Fakulta stavební ČVUT	
VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	ŠKOLNÍ ROK	2017/2018
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE ŠKODA AUTOSALON		DATUM	5/2018
		MĚŘÍTKO	1:100
		Č.VÝKR.	3
VÝKRES:	ŘEZ OBJEKTEM B-B'		

ŘEZ D-D' - ŘEZ PODÉLNÝM ZTUŽIDLEM ZT2



ŘEZ C-C' - PODÉLNÝ ŘEZ HALOU



LEGENDA ZNAČENÍ

- VA1 - PŘIHRADOVÝ VAZNÍK V1
- VA2 - PŘIHRADOVÝ VAZNÍK V2
- ZT2 - PODÉLNÉ ZTUŽENÍ HALY TR54x5

MATERIÁLY

- VAZNÍK: S235J0
- SLOUPY: S235J0
- VAZNICE: FeE 350G
- ZÁKLADY: C16/20

POZNÁMKY

- HORNÍ PÁS V1 a V2 $r = 46,540$ m
- SPODNÍ PÁS V1 a V2 $r = 114,785$ m
- HEA240 $r = 46,540$ m
- SVĚTLÍK CINTRALUX ALU 16 $r = 4,000$ m

KÓTOVÁNO V MM, VÝŠKOVÉ KOTÝ V M

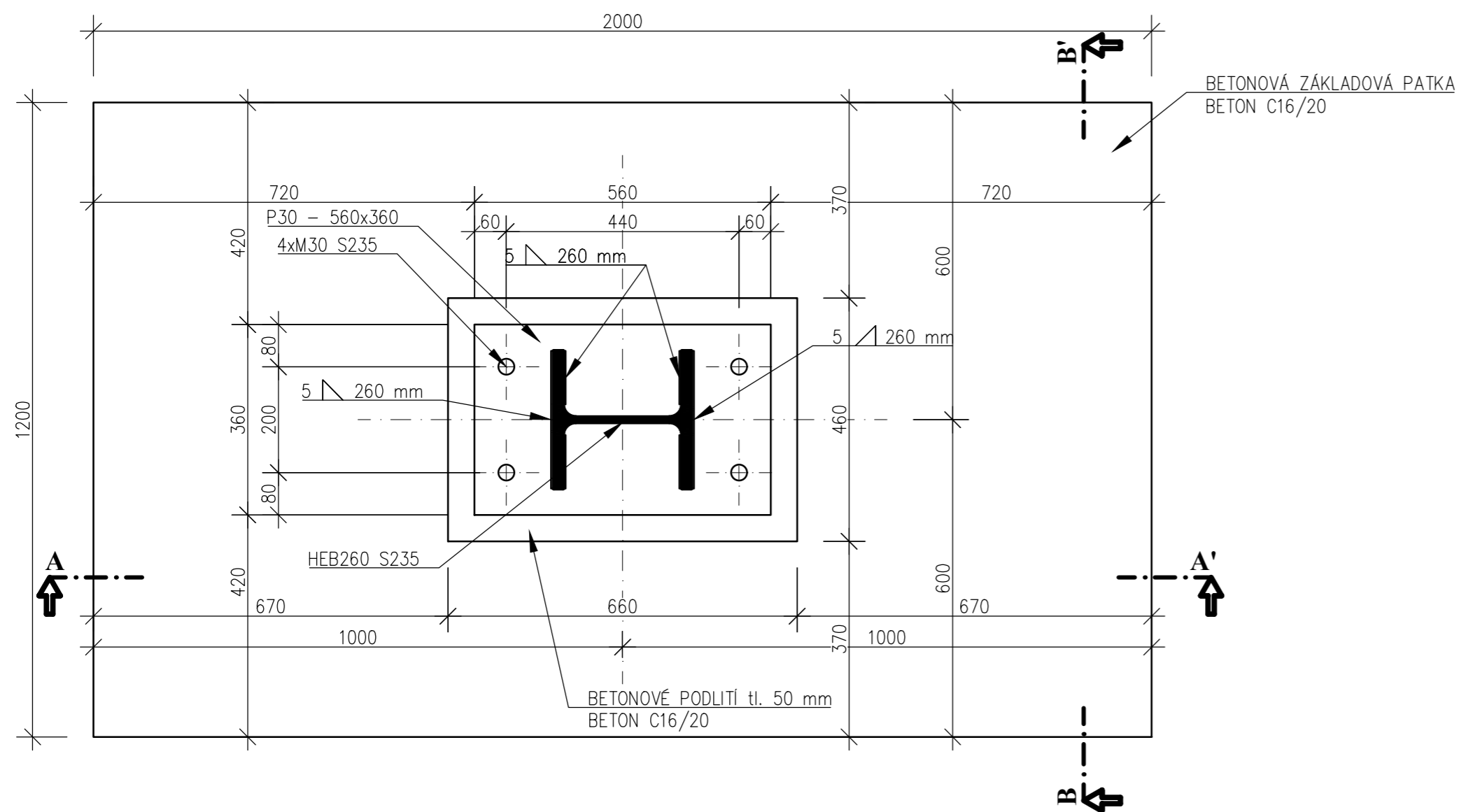


ŠKODA AUTOSALON

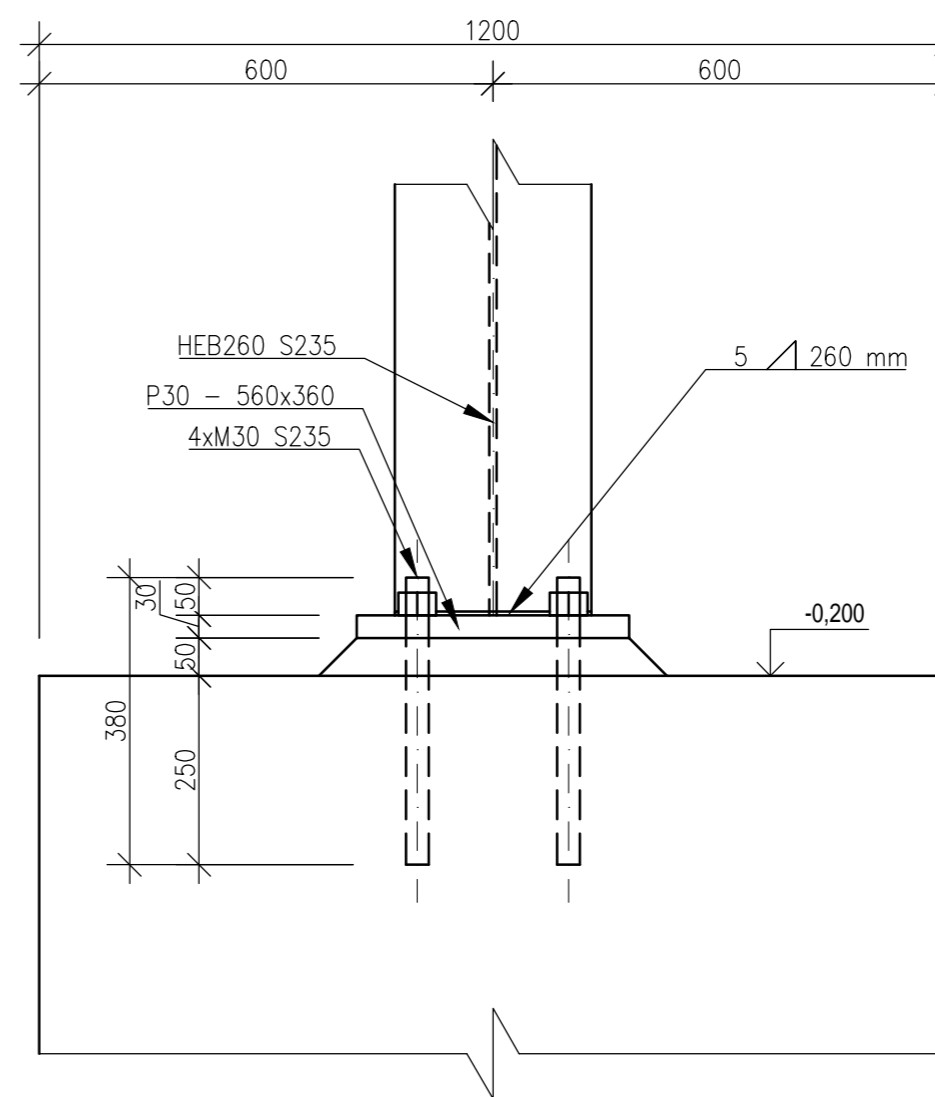
ZPRACOVAL:	Jaroslav Janda	Fakulta stavební ČVUT	
VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE ŠKODA AUTOSALON		ŠKOLNÍ ROK	2017/2018
		DATUM	5/2018
		MĚŘÍTKO	1:200
VÝKRES:	ŘEZ C-C' A D-D'	Č.VÝKR.	4

DETAIL Č. 1: VETKNUTÁ PATKA

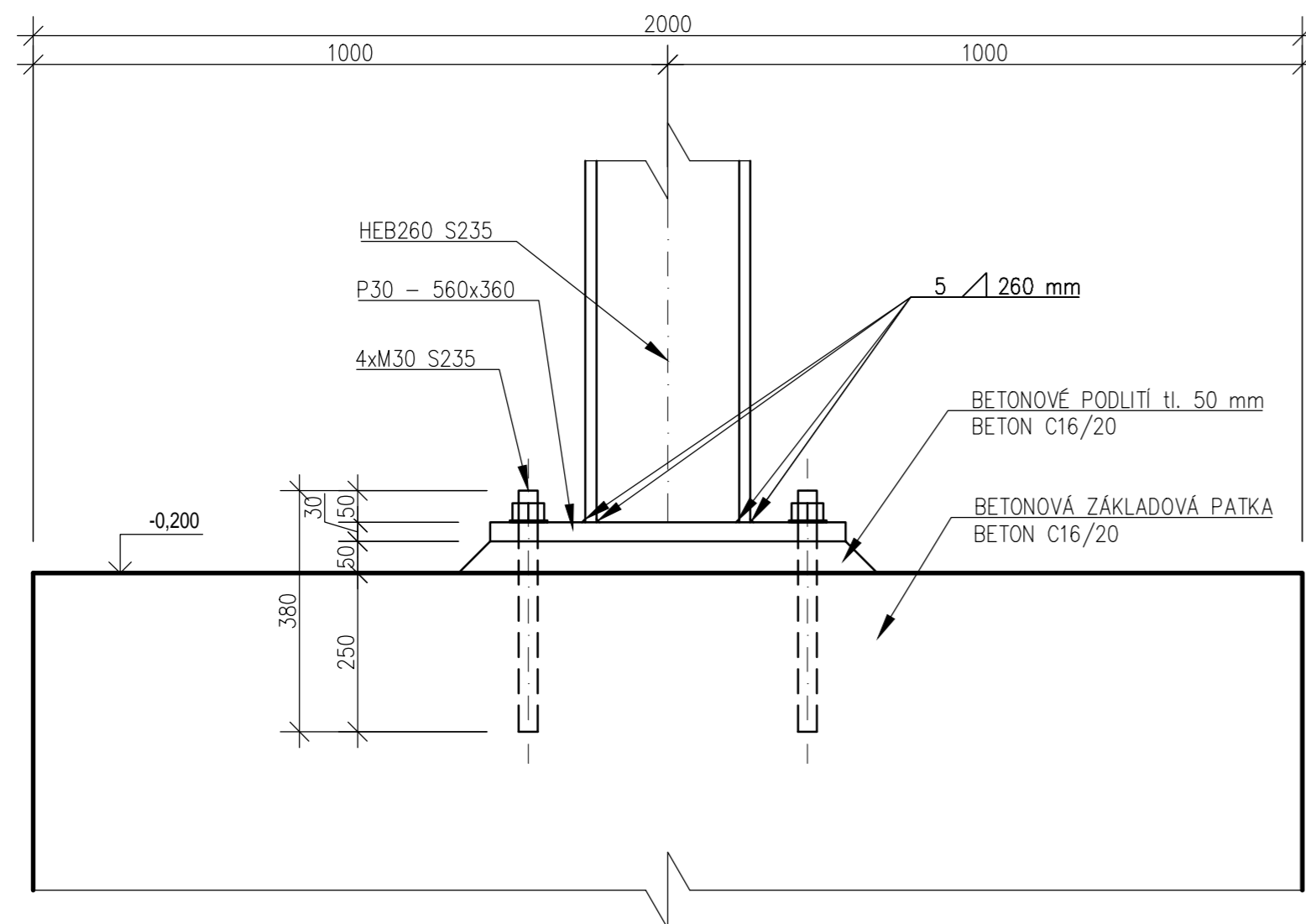
PŮDORYS VETKNUTÉ PATKY



ŘEZ B-B'



ŘEZ A-A'



MATERIÁLY

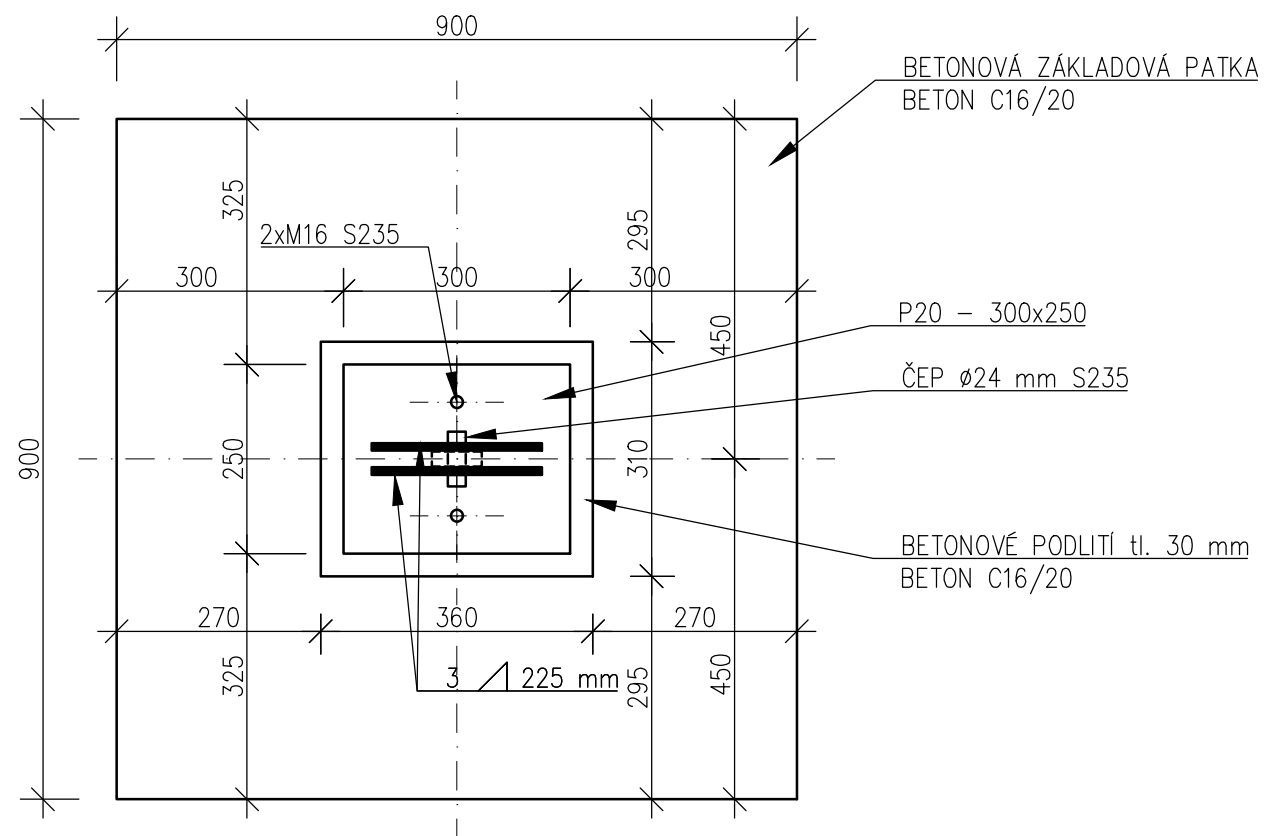
- SLOUP HEB260: OCEL S235J0
- PATNÍ PLECH P30: OCEL S235J0
- KOTVÍCI ŠROUBY M30: OCEL S235J0
- ZÁKLADOVÁ PATKA: BETON C16/20
- BETONOVÉ PODLITÍ: BETON C16/20

KÓTOVÁNO V MM, VÝŠKOVÉ KOTÝ V M

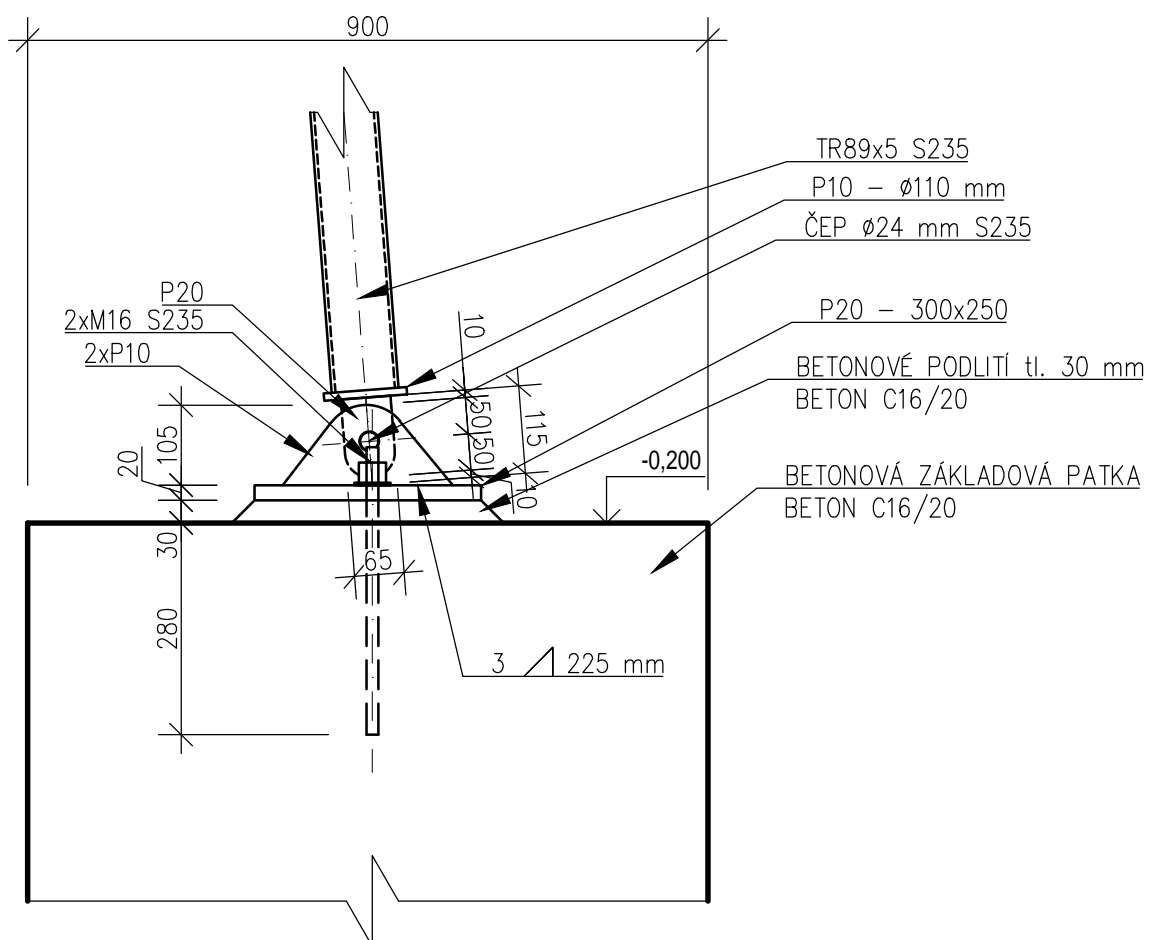
ZPRACOVAL:	Jaroslav Janda	Fakulta stavební ČVUT	
VEDOUČÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	ŠKOLNÍ ROK	2017/2018
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE ŠKODA AUTOSALON		DATUM	5/2018
		MĚŘÍTKO	1:10
		VÝKRES:	DETAIL Č.1: VETKNUTÁ PATKA
		Č.VÝKR.	5

DETAIL Č. 2: KLOUBOVÁ PATKA

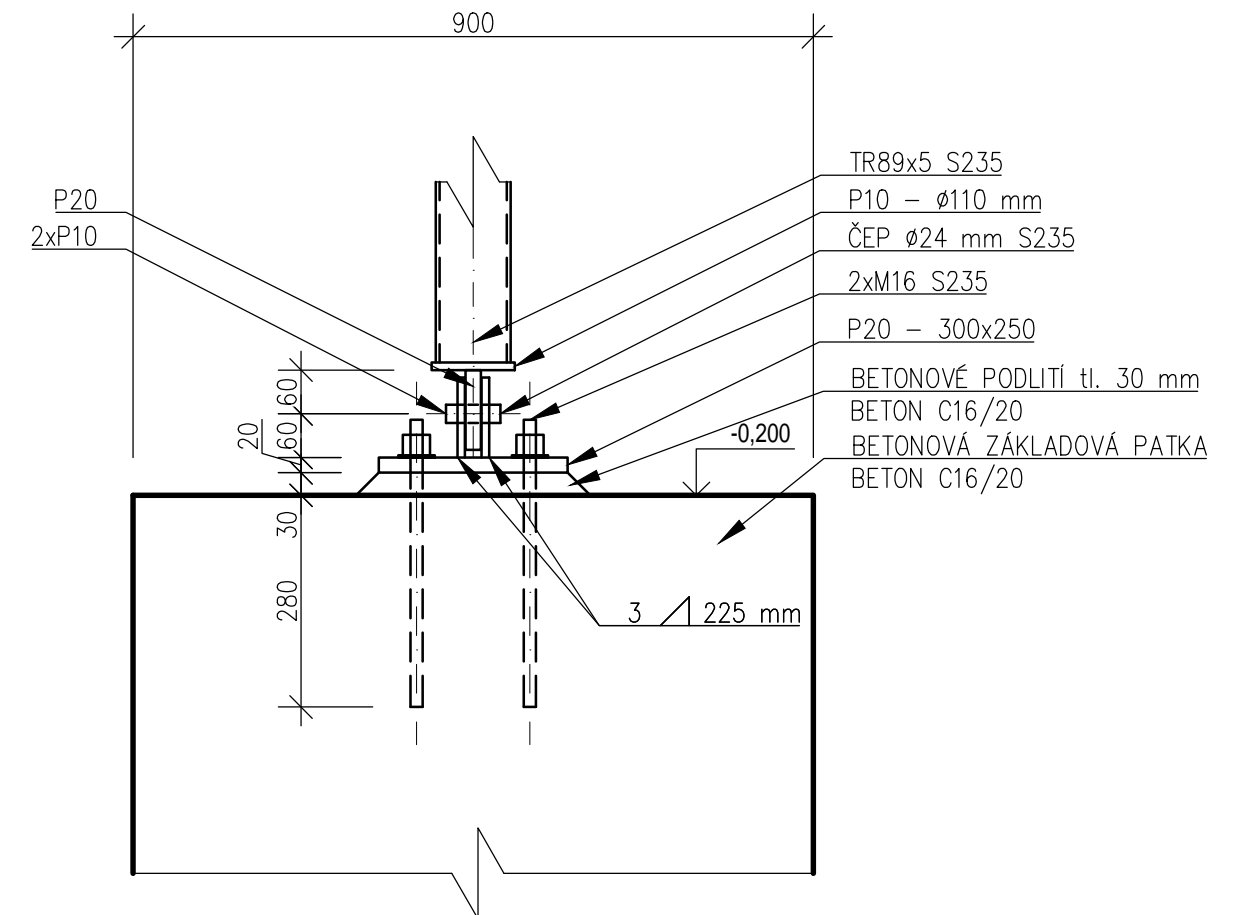
PŮDORYS KLOUBOVÉ PATKY



ŘEZ A-A'



ŘEZ B-B'



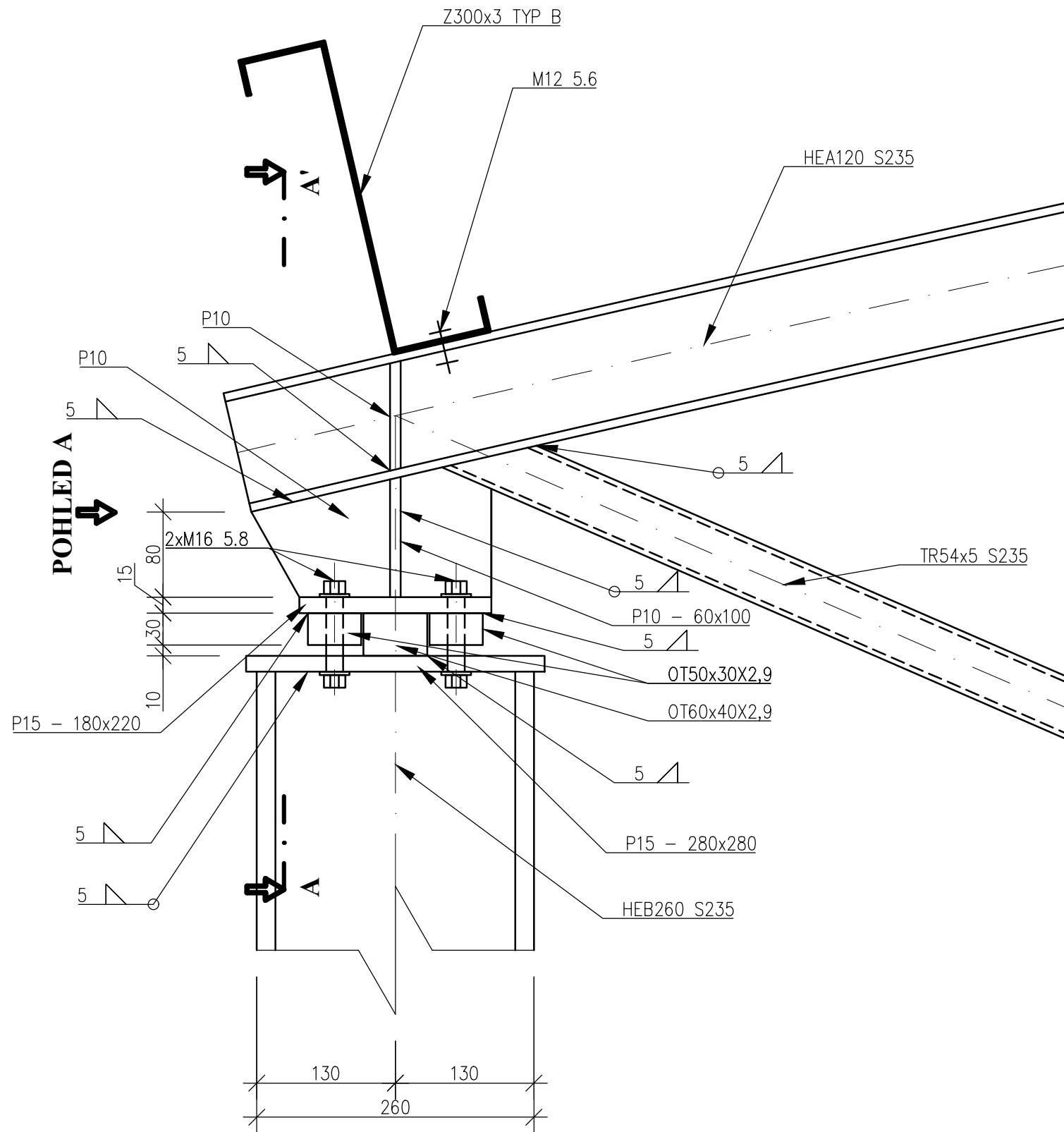
MATERIÁLY

SLOUP TR89x5:	OCEL S235J0
PLECHY P10,P20:	OCEL S235J0
KOTVÍCÍ ŠROUBY M16:	OCEL S235J0
ČEP ø24 mm:	OCEL S235J0
ZÁKLADOVÁ PATKA:	BETON C16/20
BETONOVÉ PODLITÍ:	BETON C16/20

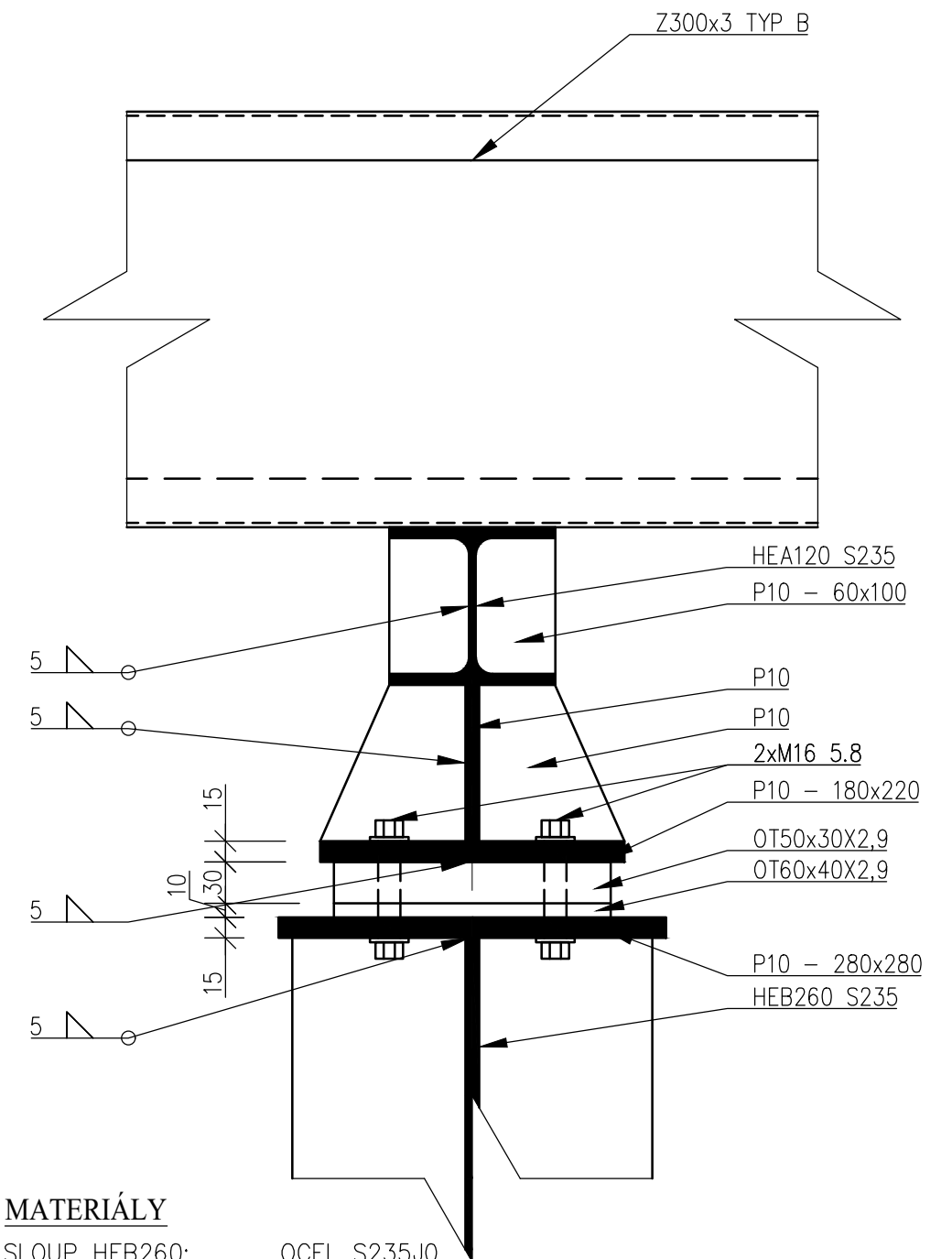
KÓTOVÁNO V MM,VÝŠKOVÉ KOTÝ V M

ZPRACOVAL:	Jaroslav Janda	Fakulta stavební ČVUT	
VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE ŠKODA AUTOSALON		ŠKOLNÍ ROK	2017/2018
		DATUM	5/2018
		MĚŘÍTKO	1:10
VÝKRES:	DETAIL Č.2: KLOUBOVÁ PATKA	Č.VÝKR.	6

DETAIL Č. 3: ULOŽENÍ VAZNÍKU V1 NA SLOUP



ŘEZ A-A'

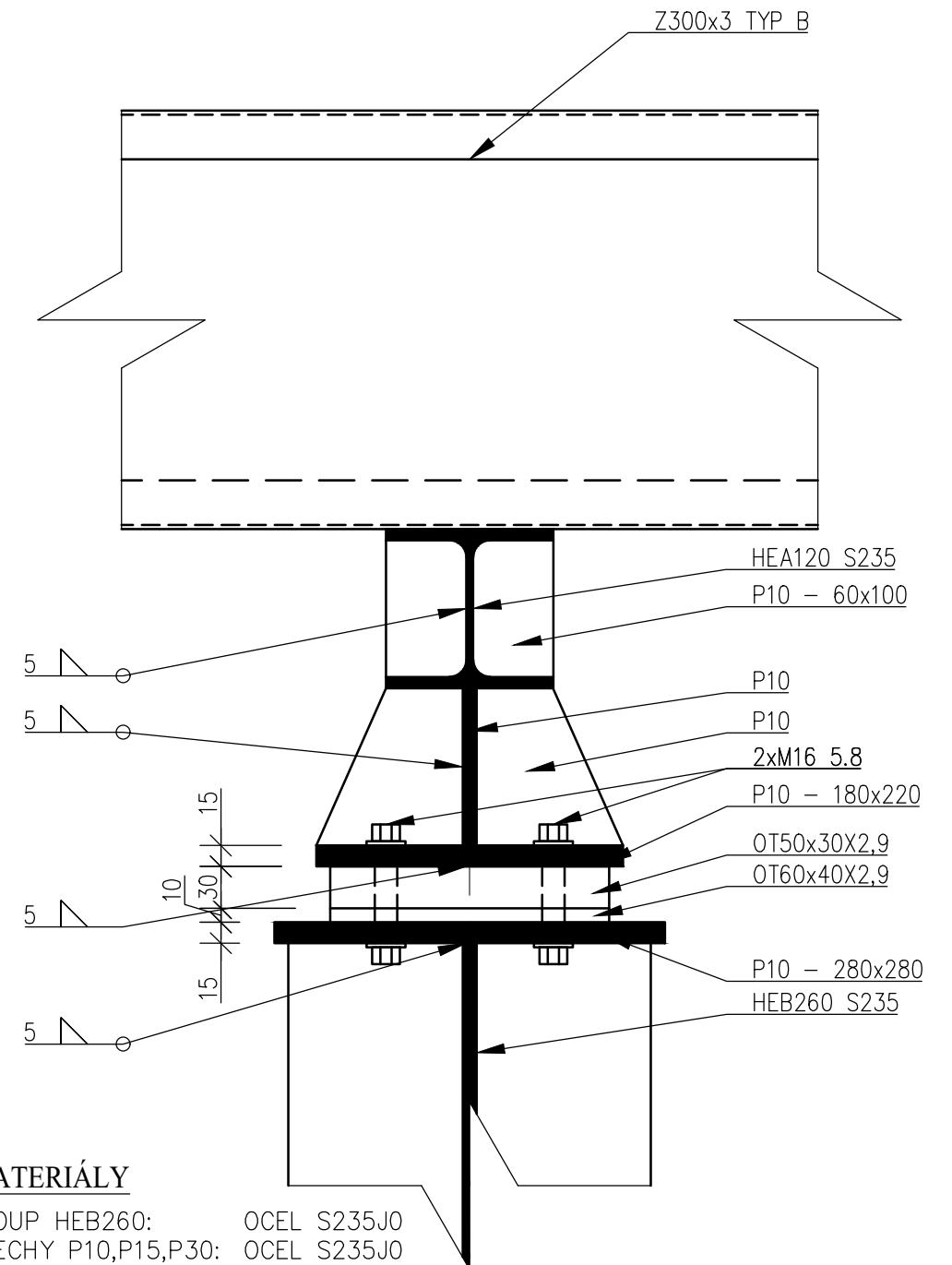
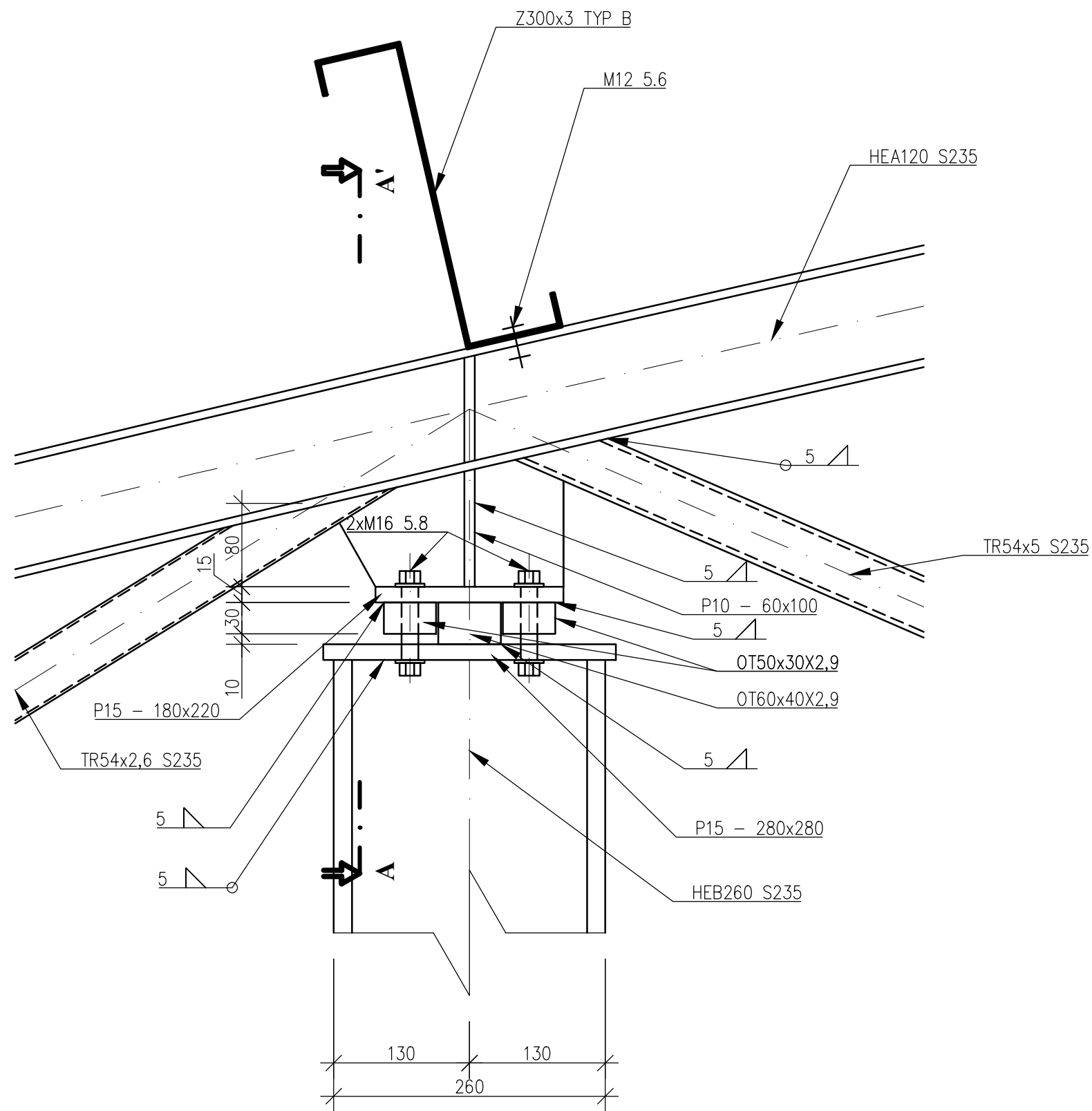


MATERIÁLY

SLOUP HEB260: OCEL S235J0
 PLECHY P10,P15,P30: OCEL S235J0
 VAZNÍK V1: OCEL S235J0
 KOTVÍCÍ PRVKY: OCEL S235J0
 VAZNICE Z300x3: FeE 350G

KÓTOVÁNO V MM,VÝŠKOVÉ KOTÝ V M

ZPRACOVAL:	Jaroslav Janda	Fakulta stavební ČVUT	
VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	ŠKOLNÍ ROK	2017/2018
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE ŠKODA AUTOSALON		DATUM	5/2018
		MĚŘÍTKO	1:5
VÝKRES:	DETAIL Č.3: ULOŽENÍ VAZNÍKU V1	Č.VÝKR.	7

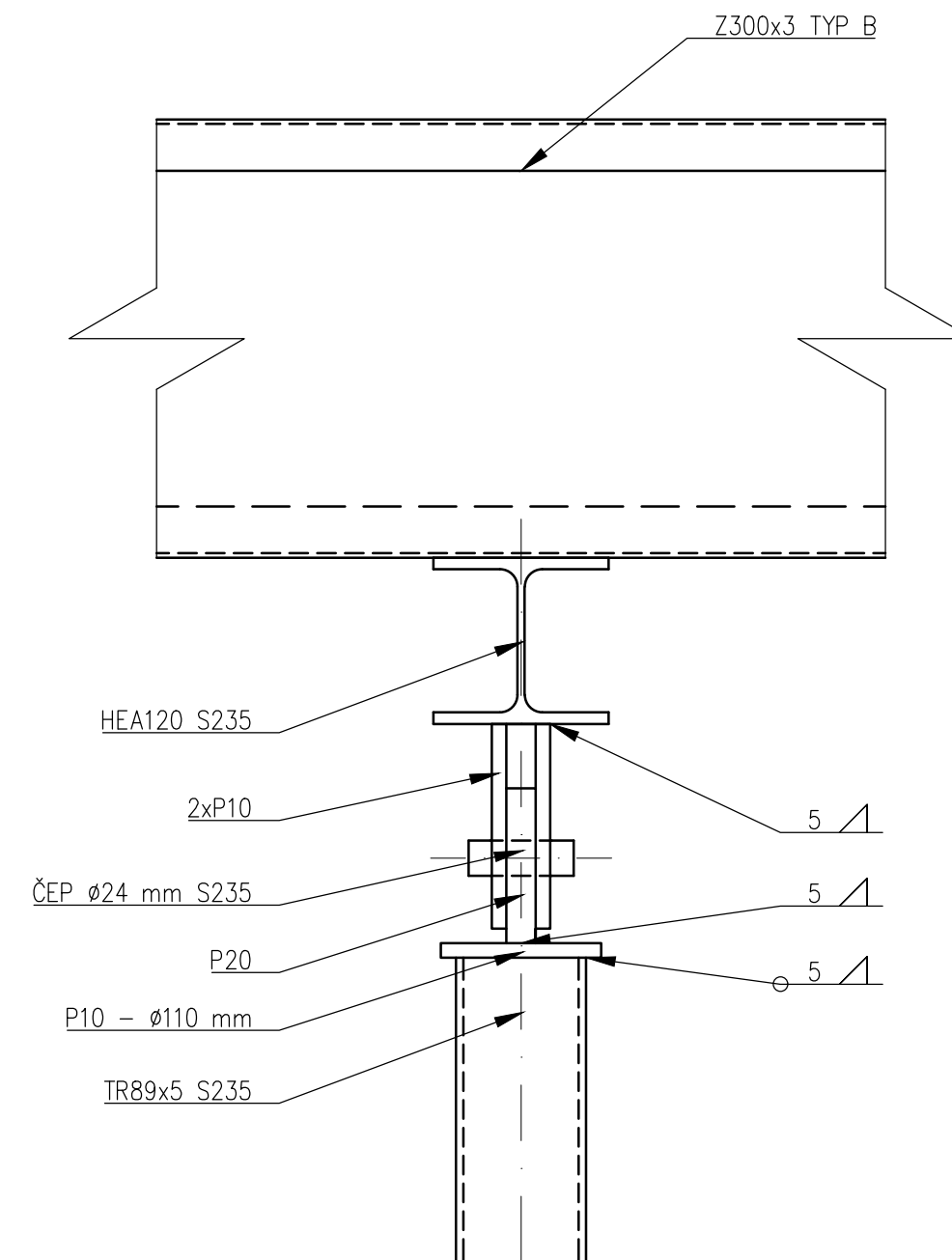
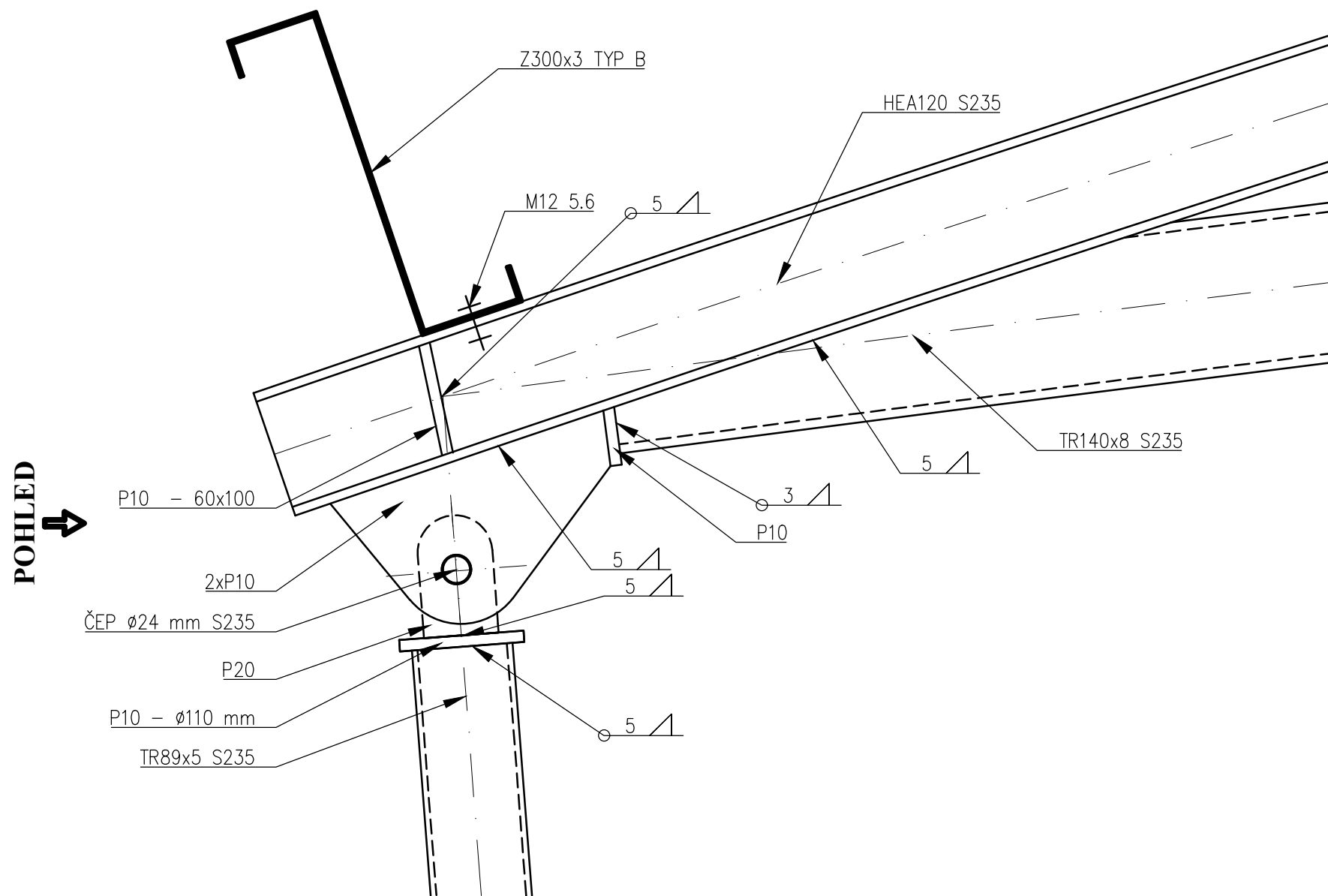


MATERIÁLY

- SLOUP HEB260: OCEL S235J0
- PLECHY P10,P15,P30: OCEL S235J0
- VAZNÍK V1: OCEL S235J0
- KOTVÍCÍ PRVKY: OCEL S235J0
- VAZNICE Z300x3: FeE 350G

KÓTOVÁNO V MM,VÝŠKOVÉ KOTÝ V M

ZPRACOVAL:	Jaroslav Janda	Fakulta stavební ČVUT	
VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	ŠKOLNÍ ROK	2017/2018
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE ŠKODA AUTOSALON		DATUM	5/2018
		MĚŘÍTKO	1:5
		Č.VÝKR. 8	
VÝKRES:	DETAIL Č.3: ULOŽENÍ VAZNÍKU V2		

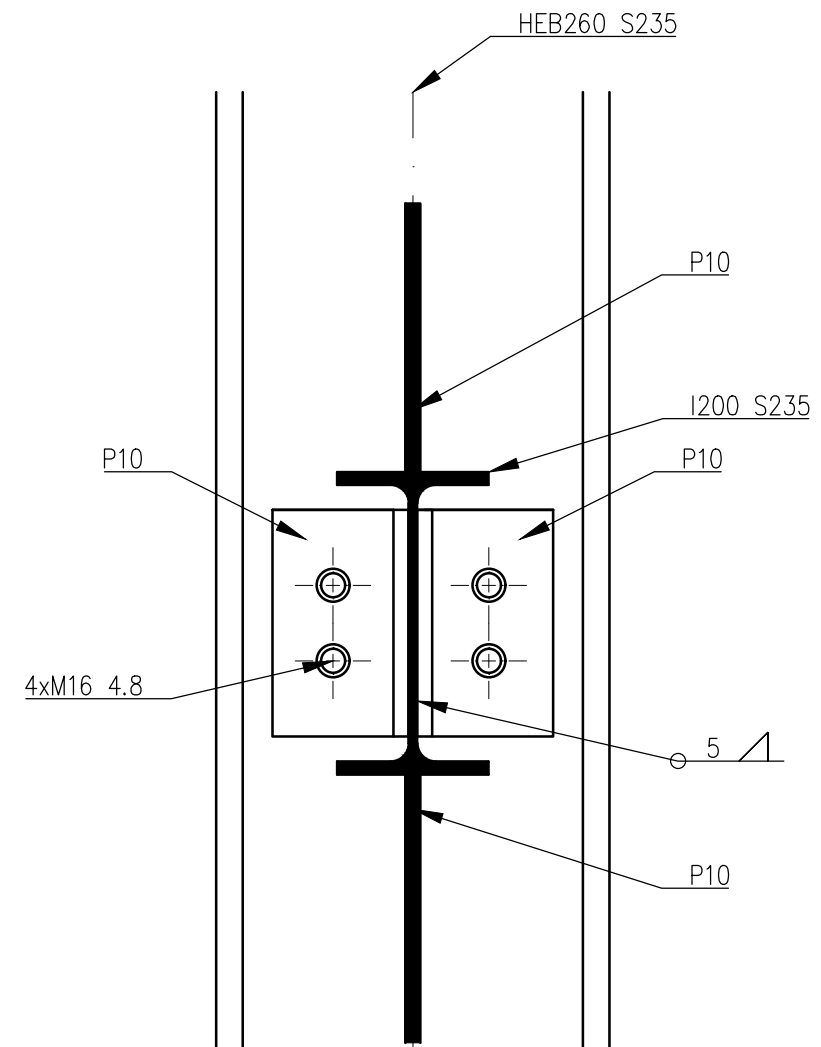
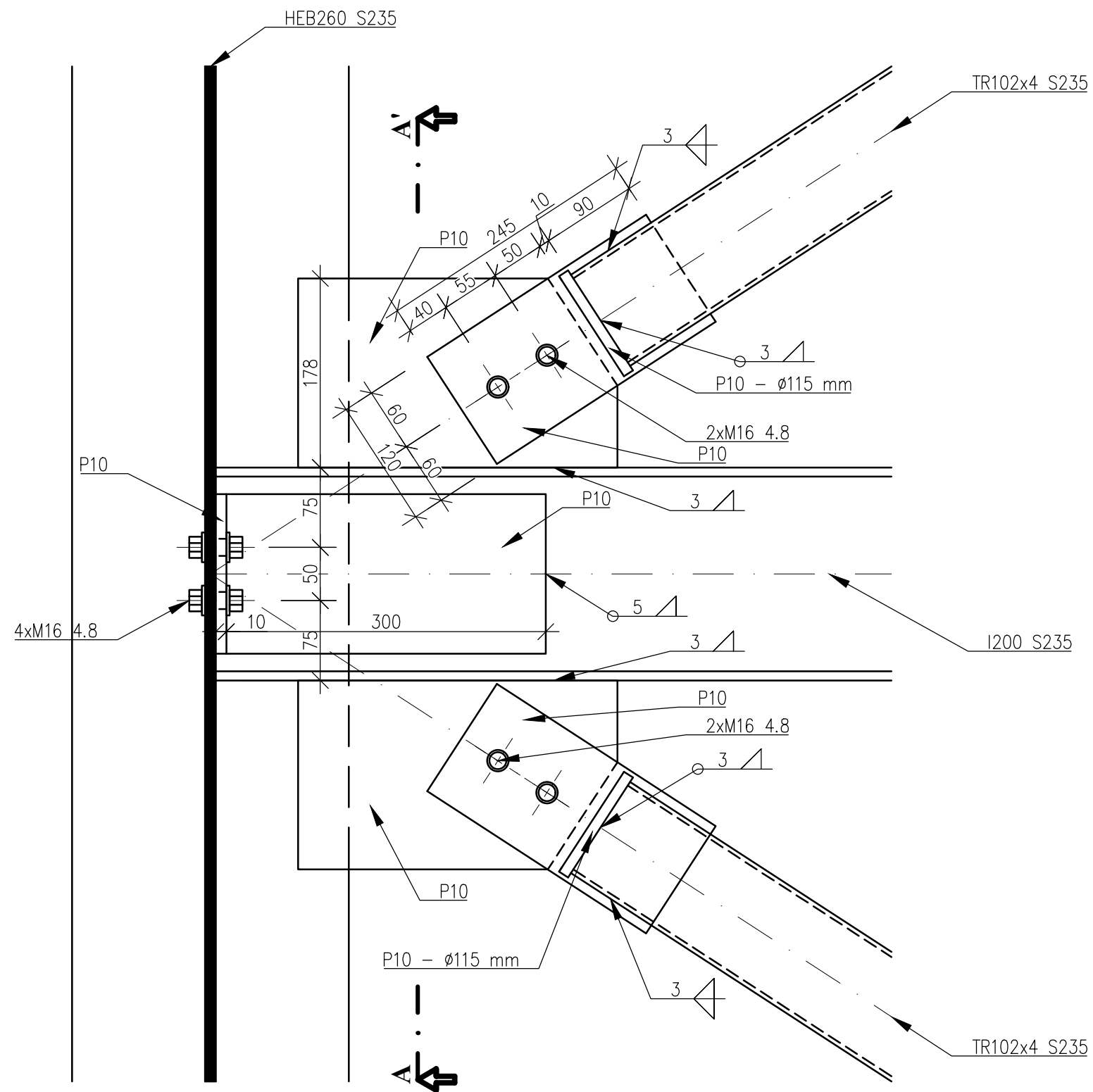


MATERIÁLY

SLOUP TR89x5: OCEL S235J0
 PLECHY P10,P15,P30: OCEL S235J0
 VAZNÍK V1: OCEL S235J0
 KOTVÍCÍ PRVKY: OCEL S235J0
 VAZNICE Z300x3: FeE 350G

KÓTOVÁNO V MM,VÝŠKOVÉ KOTÝ V M


ZPRACOVAL:	Jaroslav Janda	Fakulta stavební ČVUT	
VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	ŠKOLNÍ ROK	2017/2018
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE ŠKODA AUTOSALON		DATUM	5/2018
		MĚŘÍTKO	1:5
		Č.VÝKR. 9	
VÝKRES:	DETAIL Č.5: ULOŽENÍ KONCE VAZNÍKU V2		

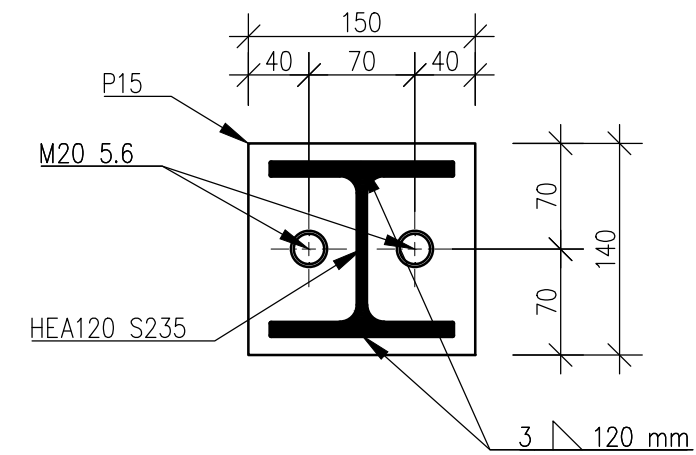
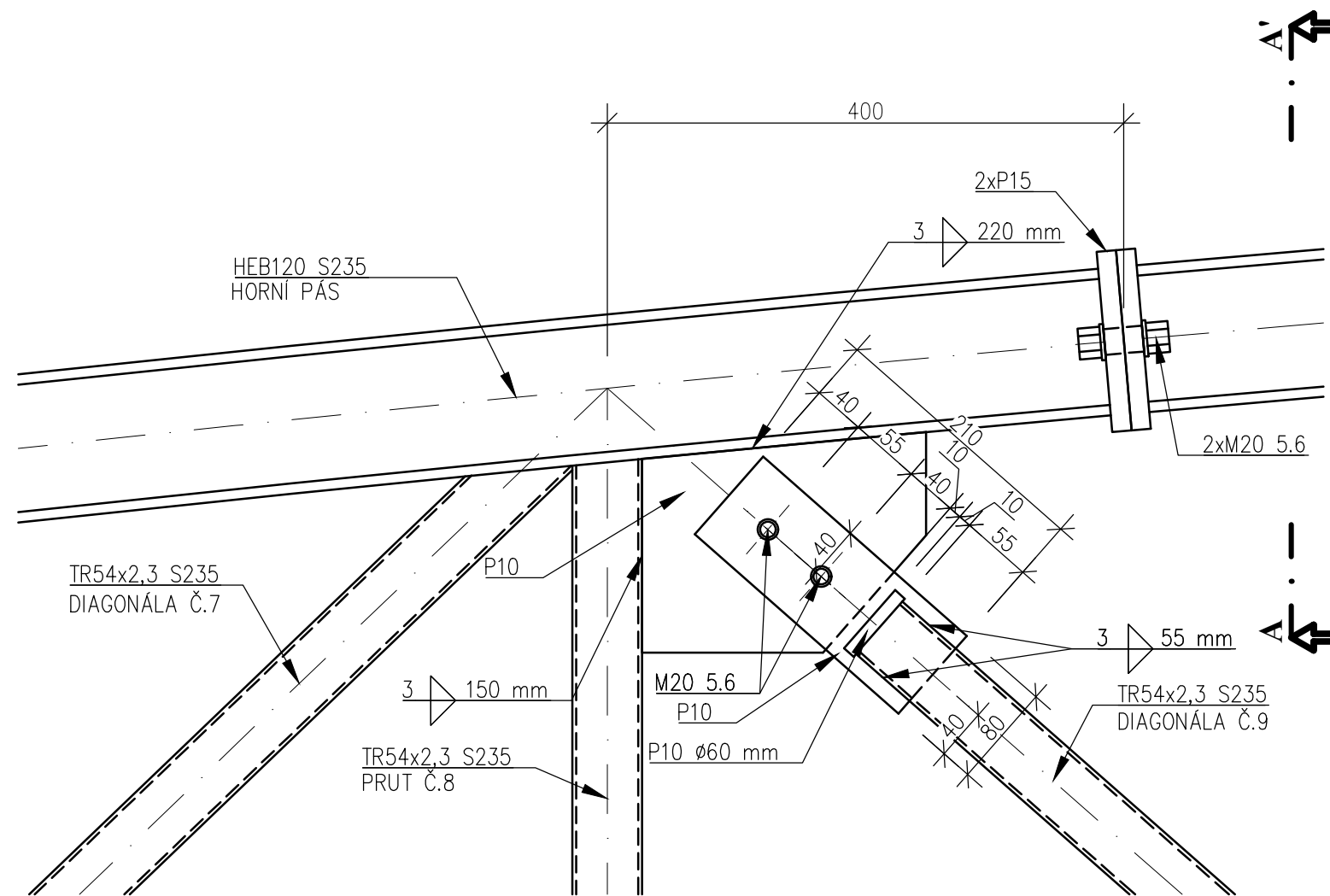


MATERIÁLY

SLOUP HEA260: OCEL S235J0
 PLECHY P10,P15,P30: OCEL S235J0
 I200: OCEL S235J0
 TR102x4: OCEL S235J0
 KOTVÍCÍ PRVKY: OCEL S235J0

KÓTOVÁNO V MM,VÝŠKOVÉ KOTÝ V M


ZPRACOVAL:	Jaroslav Janda	Fakulta stavební ČVUT 	
VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE ŠKODA AUTOSALON		ŠKOLNÍ ROK	2017/2018
		DATUM	5/2018
		MĚŘÍTKO	1:5
VÝKRES:	DETAIL Č.6: MONTÁŽNÍ STYK SVISLÝCH ZTUŽIDEL	Č.VÝKR. 10	

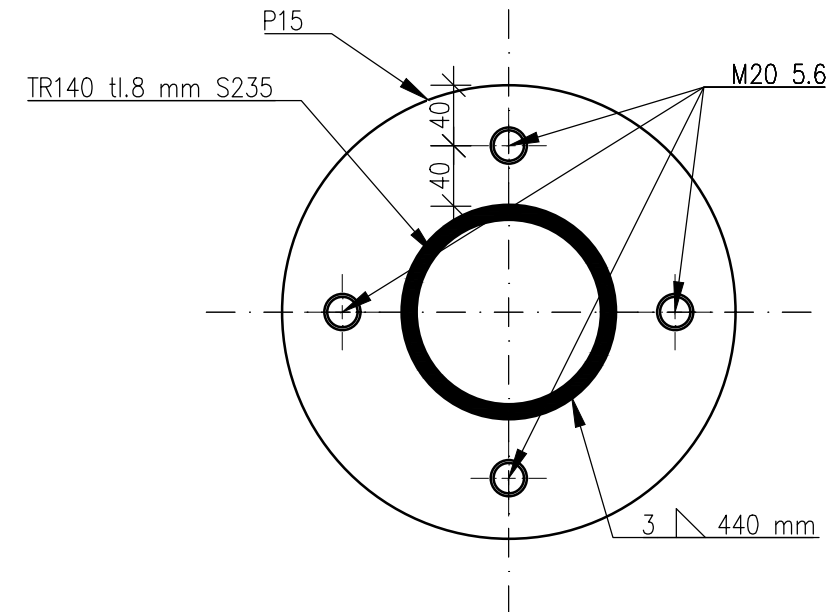
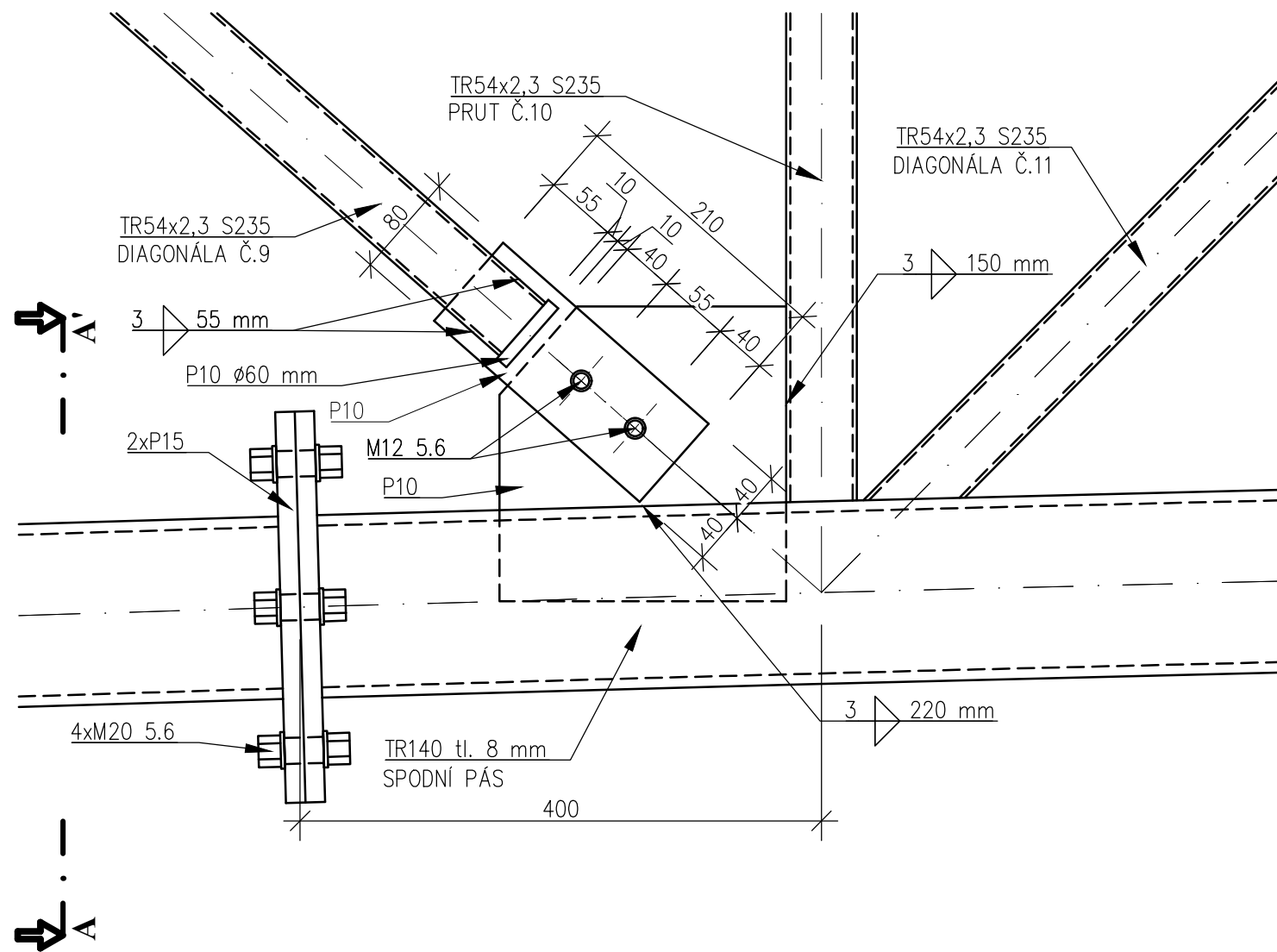


MATERIÁLY

VAZNÍK V1: OCEL S235J0
 KOTVÍCÍ PRVKY: OCEL S235J0
 PLECHY P10,P15: OCEL S235J0

KÓTOVÁNO V MM,VÝŠKOVÉ KOTÝ V M

ZPRACOVAL:	Jaroslav Janda	Fakulta stavební ČVUT 	
VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE ŠKODA AUTOSALON		ŠKOLNÍ ROK	2017/2018
		DATUM	5/2018
		MĚŘÍTKO	1:5
VÝKRES:	DETAIL Č.7: MONTÁŽNÍ STYK HP	Č.VÝKR. 11	



MATERIÁLY

VAZNÍK V1: OCEL S235J0
 KOTVÍCÍ PRVKY: OCEL S235J0
 PLECHY P10,P15: OCEL S235J0

KÓTOVÁNO V MM,VÝŠKOVÉ KOTÝ V M

ZPRACOVAL:	Jaroslav Janda	Fakulta stavební ČVUT	
VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	ŠKOLNÍ ROK	2017/2018
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE ŠKODA AUTOSALON		DATUM	5/2018
		MĚŘÍTKO	1:5
		Č.VÝKR. 12	
VÝKRES:	DETAIL Č.8: MONTÁŽNÍ STYK SP		