

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autosalon Škoda Mladá Boleslav

Autor práce: Michaela Zdražilová

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová CSc.

Praha 2017



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: ZDRAŽILOVÁ Jméno: Michaela Osobní číslo: 424440

Zadávající katedra: Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Autosalon Škoda Mladá Boleslav

Název bakalářské práce anglicky: Škoda car showroom in Mlada Boleslav

Pokyny pro vypracování:

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

Seznam doporučené literatury:

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

Datum zadání bakalářské práce: 23.2.2017 Termín odevzdání bakalářské práce: 28.5.2017

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

23.2.2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Autosalon Škoda Mladá Boleslav zpracovala samostatně za použití uvedené literatury a pramenů.

V Praze dne 20. 5.2017

.....
Michaela Zdražilová

Poděkování

Ráda bych poděkovala své vedoucí doc. Ing. Martině Eliášové CSc. za její odborné vedení, užitečné rady a trpělivost při zpracování této bakalářské práce.

AUTOSALON ŠKODA MLADÁ BOLESLAV

CAR SHOWROOM MLADA BOLESLAV

Anotace

Bakalářská práce se zabývá návrhem nosné konstrukce autosalonu v Mladé Boleslavi. Navržené půdorysné rozměry jsou 21x30m a výška ve vrcholu je 9,7m. Autosalon je rozdělen na dvě části – showroom a zázemí. Příčnou vazbu tvoří kloubově uložený příhradový vazník s obloukovým horním pásem. Sloupy jsou vetknuté do ocelové patky uložené na železobetonovém základu. Součástí zázemí autosalonu je vestavba tvořená spřaženými stropnicemi a průvlaky z válcovaných profilů. Sloupy vestavby jsou uloženy kloubově. Prostorová tuhost konstrukce je zajištěna ztužidly.

Klíčová slova:

autosalon, příhradový vazník, vetknutá patka, kloubová patka, ztužidla

Summary

This bachelor thesis is dealing with a design of a load-bearing structure of a car showroom in Mladá Boleslav. The measurements of a floor plan are 21x30m and the height is 9,7m. The showroom is divided into two parts – the showroom itself and facilities. The main truss is made of a pin-supported truss girder with arched upper chord. Columns are fixed into a steel column base supported by a concrete foundation. The facilities part contains a built-in steel structure which is made of rolled metal beams and secondary beams. Columns are pin-supported. Spatial rigidity of the structure is provided by bracings.

Key words:

car showroom, truss girder, fixed steel column base, pin-supported steel column base, bracings

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



AUTOSALON ŠKODA MLADÁ BOLESLAV

SEZNAM PŘÍLOH

- I. TECHNICKÁ ZPRÁVA
- II. STATICKÝ VÝPOČET
- III. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



AUTOSALON ŠKODA MLADÁ BOLESLAV

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Autor práce: Michaela Zdražilová

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová CSc.

Praha 2017

Obsah

1. Úvod	2
2. Použitá literatura	2
3. Popis konstrukce.....	3
4. Zatížení a návrh konstrukce	4
5. Použité materiály	5

1. Úvod

Předmětem projektu je návrh a posouzení prvků ocelové nosné konstrukce autosalonu v Mladé Boleslavi.

Autosalon je rozdělen do dvou částí – showroomu a zázemí s vestavbou. Půdorysné rozměry konstrukce jsou 21x30m. Střecha 69objektu je oblouková a tvořená sendvičovými panely.

Výpočet vnitřních sil jednotlivých prvků konstrukce byl proveden pomocí programu SCIA Engineer.

2. Použitá literatura

Normy

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

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

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

ČSN EN 1993-1-6 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí — Část 1-6: Obecná zatížení — zatížení během provádění

ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí — Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Skripta a publikace

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

SOKOL, Zdeněk a František WALD. Ocelové konstrukce: tabulky. 2., přeprac. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04655-5.

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

Webové stránky

<https://www.kingspan.com/>

<https://www.hilti.cz/>

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

3. Popis konstrukce

Vaznice jsou navrženy jako spojitě nosníky o pěti polích a jsou tvořeny tenkostěnnými Z profily. Na vaznice je přímo uložený sendvičový střešní plášť.

Hlavní nosná konstrukce se skládá ze šesti příčných vazeb osově vzdálených 6m.

Část showroomu je tvořena čtyřmi příčnými vazbami s příhradovým vazníkem. Horní pás vazníku je obloukový (poloměr $R=94,350\text{m}$, vzepětí $z=0,59\text{m}$) a je tvořen profilem HEA 140, dolní pás profilem U140 a diagonály jsou navrženy jako uzavřené trubkové profily. Vazník je kloubově uložen na dvou vnitřních a dvou vnějších sloupech (vazník přesahuje 4,5 za osu vnitřního obvodového sloupu). Celkové rozpětí vazníku je 30m. Vnitřní sloupy (tvořené profilem HEB 300) na rozpětí 21m jsou řešené jako vetknuté a podepírají oblouk. Vnější dvojice sloupů (na rozpětí 30m) jsou kyvné stojky a slouží k ukotvení převislé části vazníku. Jsou navrženy z uzavřených profilů TR 219x6,3 a uloženy pomocí čepu.

Část zázemí autosalonu navazuje na showroom dvěma dalšími příčnými vazbami s příhradovým vazníkem. Horní pás vazníku je shodně obloukový (poloměr $R=94,350\text{m}$, vzepětí $z=0,59\text{m}$) a tvořený profilem HEA 140, dolní pás profilem U140 a diagonály jsou

navrženy jako uzavřené trubkové profily. Vazník je kloubově uložen na dva vetknuté sloupy profilu HEB 280.

Součástí zázemí autosalonu je vestavba, jejíž stropní konstrukce je v obou směrech řešená jako spřažená železobetonová konstrukce. Stropnice jsou navrženy jako prosté nosníky profilu IPE 160 a jejich osová vzdálenost je 2m. Průvlaky jsou navrženy jako prosté nosníky profilu IPE 240 a jsou osově vzdáleny 7m. Spolupůsobení s trapézovým plechem a betonovou deskou je zajištěno pomocí ocelových spřahovacích trnů 19/200.

Ve střešní rovině jsou navržena tři příčná ztužidla tvořena táhly MACALLOY. Po jednom u každé štítové stěny a jedno uprostřed konstrukce. V podélném směru jsou ve střešní rovině pod tenkostěnnými vaznicemi navrženy uzavřené profily TR 89x5. Svislá podélná ztužidla jsou tvořena uzavřenými trubkovými profily, rozmístění viz výkresová dokumentace.

4. Zatížení a návrh konstrukce

Výpočet zatížení konstrukce je proveden podle ČSN EN 1991. Součinitel pro stálé zatížení uvažován jako $\gamma_g=1,35$ a součinitel pro proměnné zatížení uvažován jako $\gamma_q=1,5$.

Proměnné zatížení vestavby zázemí autosalonu stanoveno dle ČSN EN 1991-1-1.

Zatížení sněhem je uvažováno dle ČSN EN 1991-1-3. Sněhová oblast byla určena jako sněhová oblast II a pro posouzení konstrukce jsou stanoveny dva zatěžovací stavy:

- I) zatížení nenavátým sněhem (rozhodující)
- II) zatížení nenavátým sněhem

Zatížení větrem je uvažováno dle ČSN EN 1991-1-4. Na základě větrné mapy ČR bylo umístění konstrukce (Mladá Boleslav) stanoveno jako oblast II.

Stálé zatížení je stanoveno na základě vlastní tíhy prvků konstrukce.

Pro návrh konstrukce byly uvažovány následující zatěžovací stavy:

- I) stálé
- II) minimální stálé
- III) sníh
- IV) vítr příčný
- V) vítr podélný
- VI) proměnné od vestavby (pro sloup příčné vazby zázemí)

Pro návrh vazníku zázemí autosalonu a pro příčnou vazbu showroomu byly uvažovány následující kombinace zatěžovacích stavů:

- I) stálé + sníh
- II) stálé + sníh + ψ_0 vítr příčný ($\psi_0 = 0,6$)
- III) stálé + vítr příčný + ψ_0 sníh ($\psi_0 = 0,5$)
- IV) min. stálé + vítr příčný
- V) min. stálé + vítr podélný

Pro návrh sloupu příčné vazby zázemí autosalonu byly uvažovány následující kombinace zatěžovacích stavů:

- I) stálé + sníh + proměnné od vestavby
- II) stálé + sníh + proměnné od vestavby + ψ_0 vítr příčný ($\psi_0 = 0,6$)
- III) stálé + vítr příčný + proměnné od vestavby + ψ_0 sníh ($\psi_0 = 0,5$)
- IV) min. stálé + vítr příčný
- V) min. stálé + vítr podélný

5. Použité materiály

Pro nosné prvky showroomu, pro prvky příčné vazby zázemí autosalonu a pro kotevní šrouby vetknutých patek je navržena ocel S235.

Prvky vestavby a tenkostěnné vaznice jsou navrženy z oceli S355.

Použité šrouby jsou jakostí 4.8 a 5.6.

Spřažená stropní deska je navržena z betonu C25/30 základy z betonu C20/25 a C16/20 (vnější sloup showroomu).

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



AUTOSALON ŠKODA MLADÁ BOLESLAV

STATICKÝ VÝPOČET

Autor práce: Michaela Zdražilová

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová CSc.

Praha 2017

Obsah

1. Úvod	2
2. Zatížení	4
2.1 Stálé zatížení	4
2.2 Proměnné zatížení	5
3. Vaznice	10
3.1 Zatížení	10
3.2 Kombinace zatížení	11
3.3 Návrh	12
3.4 Posouzení	12
4. Příčná vazba	13
4.1 Zatížení	13
4.2 Kombinace zatěžovacích stavů	19
4.3 Vazník	20
4.3.1 Návrh a posouzení prutů	20
4.3.2 Posouzení přípojů	23
4.3.3 Montážní styky	24
4.4 Sloup	30
4.4 Patka	42
5. Vestavba	61
5.2 Trapézový plech	62
5.3 Stropnice	63
5.4 Průvlak	66
5.5 Sloup	70
5.6 Patka	71
5.7 Přípoje stropních nosníků	73
6. Ztužidla	81
6.1 Příčné ztužidlo ve střešní rovině	81
6.2 Podélné ztužidlo	84
7. Použitá literatura	88

1. Úvod

Předmětem návrhu je nosná konstrukce autosalonu Škoda v Mladé Boleslavi. Autosalon se skládá ze dvou na sebe navazujících částí – showroomu a zázemí s vestavbou.

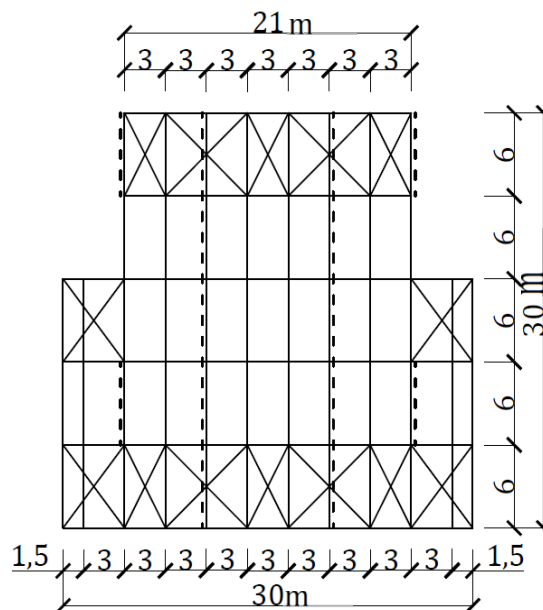
Půdorysné rozměry objektu jsou 21x30m. Příčné vazby jsou tvořeny kloubově uloženým příhradovým vazníkem s obloukovým horním pásem (poloměr $R=94,35\text{m}$) a jsou od sebe vzdáleny 6m.

Vazník zázemí autosalonu je uložen na dvou vetknutých sloupech (rozpětí 21m). Vazník showroomu je uložen na dvou vetknutých (vnitřních) a dvou kloubově uložených (vnějších) sloupech. Vazník svým rozpětím (30m) zasahuje na každé straně 4,5 m za obvodový plášť objektu.

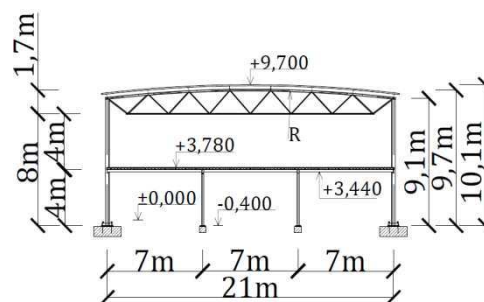
Součástí zázemí autosalonu je vestavba. Stropní konstrukce vestavby je řešená jako spřažená železobetonová konstrukce. Sloupy vestavby jsou uloženy kloubově.

Prostorová tuhost konstrukce je zajištěna ztužidly.

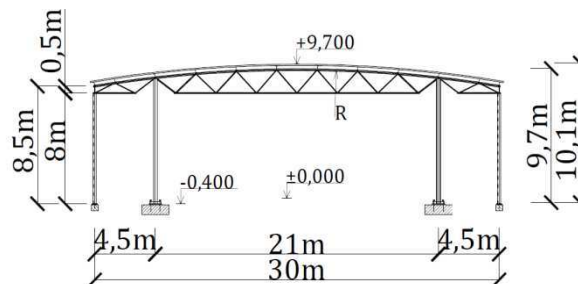
Půdorys:



Příčný řez zázemím:



Příčný řez showroomem:



2. Zatížení

2.1 Stálé zatížení

ZÁZEMÍ AUTOSALONU

STÁLÉ ZATÍŽENÍ		g_k [kN/m ²]
střešní plášť KS1000 TOP- DEK, 90mm	10,75 kg/m ²	$0,01075 \cdot 10 = 0,108$
sádkartonový podhled 12,5mm	9,2 kg/m ²	0,092
nášlapná vrstva tl. 60mm	-	1,2
fasáda KS 1000 AWPFlex	12 kg/m ²	0,12

ZÁZEMÍ AUTOSALONU

STÁLÉ ZATÍŽENÍ		g_k [kN/m ²]
střešní plášť KS1000 TOP- DEK, 90mm	10,75 kg/m ²	$0,01075 \cdot 10 = 0,108$
světlík ALFA roof, tl. 16mm	2,8 kg/m ²	$0,0028 \cdot 10 = 0,028$

2.2 Proměnné zatížení

Sníh:

sněhová oblast II

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

$$s_k = 1 \text{ kPa}$$

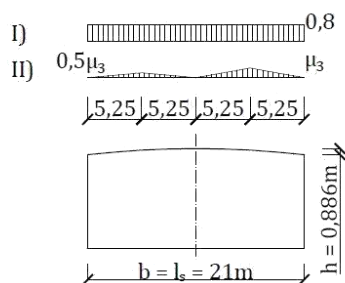
$$C_e = 1$$

$$C_t = 1$$

ZÁZEMÍ AUTOSALONU:

I) Zatížení nenavátým sněhem

$$s = \mu_i * C_e * C_t * s_k = 0,8 * 1 * 1 * 1 = 0,8 \text{ kN/m}^2$$



II) Zatížení navátým sněhem

válcová střecha, $\beta \leq 60^\circ$

$$\mu_3 = 0,2 + 10h/b = 0,2 + 10 * 0,886/21 = 0,622$$

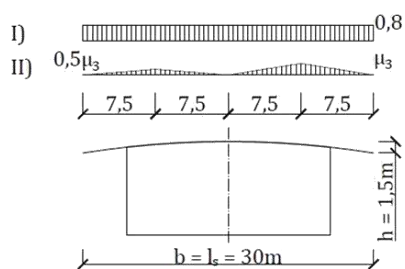
$$s_a = 0,5\mu_3 * C_e * C_t * s_k = 0,5 * 0,622 * 1 * 1 * 1 = 0,31 \text{ kN/m}^2$$

$$s_b = \mu_3 * C_e * C_t * s_k = 0,622 * 1 * 1 * 1 = 0,62 \text{ kN/m}^2$$

SHOWROOM:

I) Zatížení nenavátým sněhem

$$s = \mu_i * C_e * C_t * s_k = 0,8 * 1 * 1 * 1 = 0,8 \text{ kN/m}^2$$



II) Zatížení navátým sněhem

válcová střecha, $\beta \leq 60^\circ$

$$\mu_3 = 0,2 + 10h/b = 0,2 + 10 * 1,2/30 = 0,6$$

$$s_a = 0,5\mu_3 * C_e * C_t * s_k = 0,5 * 0,6 * 1 * 1 * 1 = 0,3 \text{ kN/m}^2$$

$$s_b = \mu_3 * C_e * C_t * s_k = 0,6 * 1 * 1 * 1 = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

Vítr:

větrná oblast II

Základní rychlost větru:

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 1 * 1 * 25 = 25 \text{ m/s}$$

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

$$c_{dir} = 1$$

$$c_{season} = 1$$

kategorie terénu III

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

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

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

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

Střední rychlost větru:

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

$$c_r(z = 10) = k_r * \ln(z/z_0) = 0,215 * \ln(10/0,3) = 0,755$$

$$k_r = 0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,19 * (0,3/0,05)^{0,07} = 0,215$$

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

$$v_m(z = 10) = 0,755 * 1 * 25 = 18,88 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence:

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_I}{c_o(z) * \ln(z/z_0)} = \frac{1}{1 * \ln(10/0,3)} = 0,285$$

Maximální dynamický tlak:

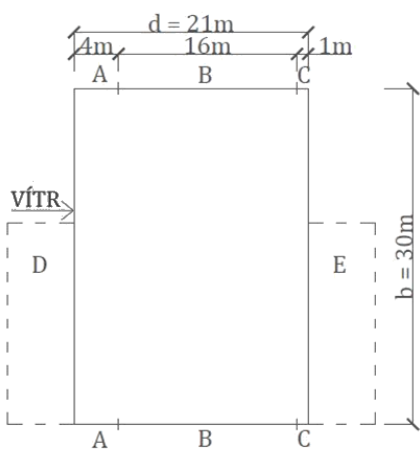
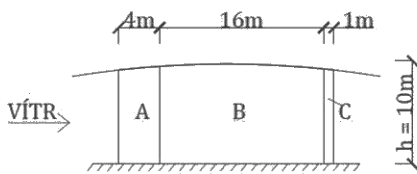
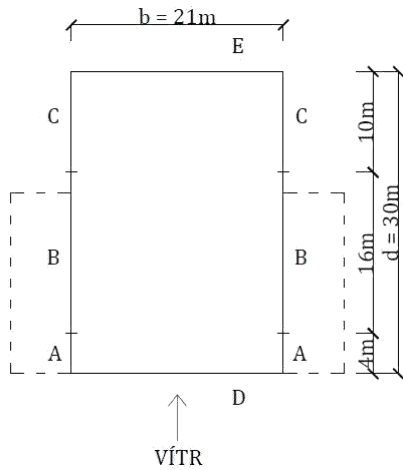
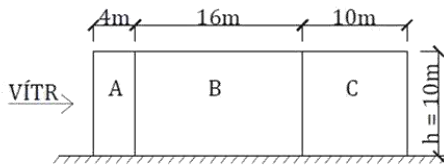
$$q_p(z) = [1 + 7 * I_v(z)] * \frac{1}{2} * \rho * v_m^2$$

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

$$q_p(z = 10) = [1 + 7 * 0,285] * \frac{1}{2} * 1,25 * 18,88^2 = 0,668 \text{ kN/m}^2$$

Tlak větru na vnější povrchy:

$$W_e = q_p(z = 10) * c_{pe} = 0,668 * c_{pe} \text{ kN/m}^2$$



SVISLÉ STĚNY:

D) Vítr podélný

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

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

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

$$e < d$$

$$\frac{h}{d} = \frac{10}{30} = 0,33$$

OBLAST	VÍTR PODÉLNÝ	
	$C_{pe,10}$	W_e [kN/m ²]
A	-1,2	-0,802
B	-0,86	-0,574
C	-0,5	-0,334
D	0,71	0,474
E	-0,32	-0,214

II) Vítr příčný

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

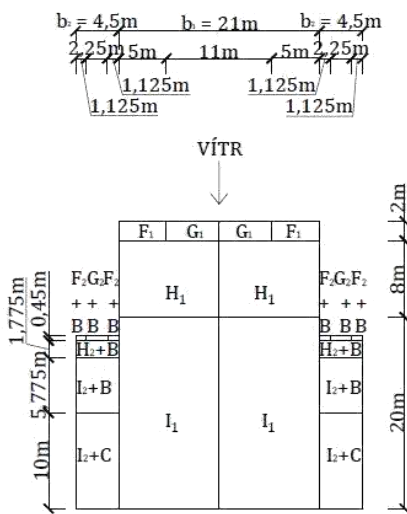
$$d = 21 \text{ m}$$

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

$$e < d$$

$$\frac{h}{d} = \frac{10}{21} = 0,48$$

OBLAST	VÍTR PŘÍČNÝ	
	$C_{pe,10}$	W_e [kN/m ²]
A	-1,2	-0,802
B	-0,98	-0,655
C	-0,5	-0,334
D	0,73	0,488
E	-0,36	-0,240



STŘECHA:

D) Vítr podélný

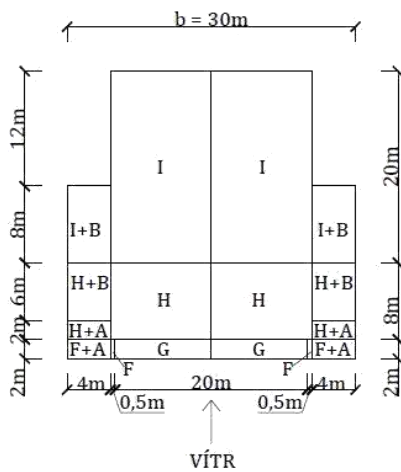
$\theta = 270^\circ$

$b_1 = 21 \text{ m}$

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

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

OBLAST	VÍTR PODÉLNÝ $\theta = 270^\circ$	
	$C_{pe,10}$	$W_e \text{ [kN/m}^2\text{]}$
F ₁	-1,6	-1,069
G ₁	-1,3	-0,868
H ₁	-0,7	-0,468
I ₁	-0,6	-0,401
F ₂	-1,5	-1,002
G ₂	-1,3	-0,868
H ₂	-0,7	-0,468
I ₂	-0,5	-0,334
B	-0,86	-0,574
C	-0,5	-0,334

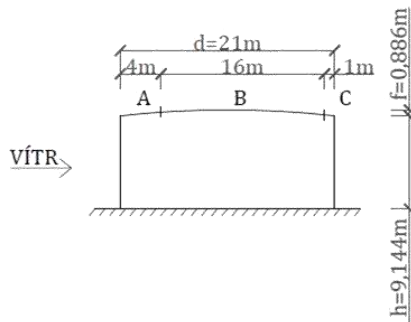


$\theta = 90^\circ$

$b = 30 \text{ m}$

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

OBLAST	VÍTR PODÉLNÝ $\theta = 90^\circ$	
	$C_{pe,10}$	$W_e \text{ [kN/m}^2\text{]}$
F	-1,5	-1,002
G	-1,3	-0,868
H	-0,7	-0,468
I	-0,5	-0,334
A	-1,2	-0,802
B	-0,86	-0,574



II) Vítr příčný

ZÁZEMÍ AUTOSALONU:

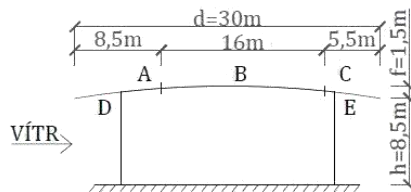
$h = 9,144 \text{ m}$

$d = 21 \text{ m}$

$\frac{h}{d} = \frac{9,144}{21} = 0,43$

$\frac{f}{d} = \frac{0,886}{21} = 0,042$

OBLAST	VÍTR PŘÍČNÝ	
	$c_{pe,10}$	$W_e \text{ [kN/m}^2\text{]}$
A	0,07	0,047
B	-0,74	-0,494
C	-0,57	-0,381



SHOWROOM:

$h = 8,5 \text{ m}$

$d = 30 \text{ m}$

$\frac{h}{d} = \frac{8,5}{30} = 0,28$

$\frac{f}{d} = \frac{1,5}{30} = 0,05$

OBLAST	VÍTR PŘÍČNÝ	
	$c_{pe,10}$	$W_e \text{ [kN/m}^2\text{]}$
A	0,08	0,053
B	-0,75	-0,501
C	-0,58	-0,387
D	0,73	0,488
E	-0,36	-0,240

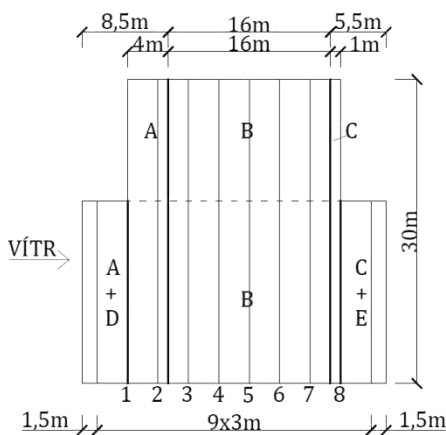
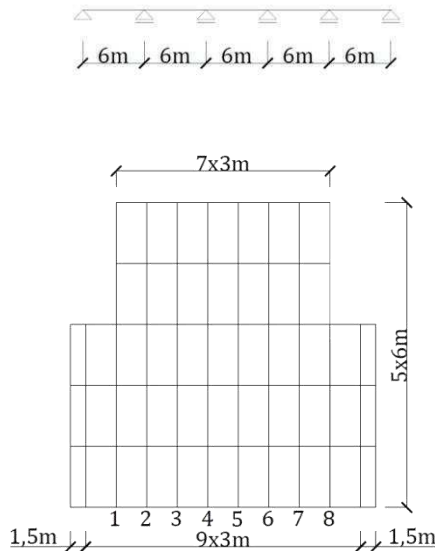
3. Vaznice

3.1 Zatížení

MEZILEHLÁ VAZNICE:

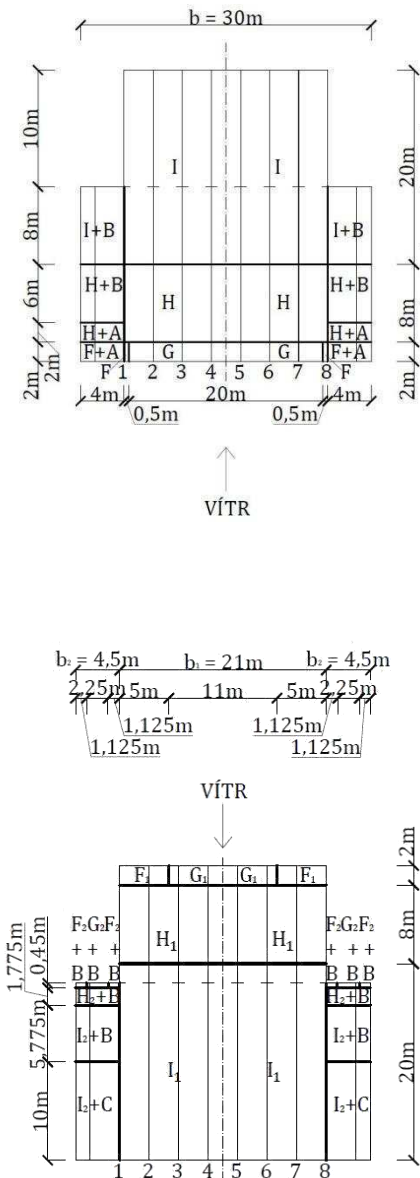
zatěžovací šířka 3m

rozpětí pole 6m



STÁLÉ ZATÍŽENÍ		g_k [kN/m]	γ_g	g_d [kN/m]
střešní plášť KS1000 TOP- DEK, 90mm	10,75 kg/m ²	$0,01075 \cdot 10 \cdot 3 = 0,323$	1,35	0,435
vaznice Z240/2,5	8,26 kg/m	0,083	1,35	0,112
světlík ALFA roof, tl. 16mm	2,8 kg/m ²	$0,0028 \cdot 10 \cdot 1,5 = 0,042$	1,35	0,057

PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ		q_k [kN/m]	γ_q	q_d [kN/m]
ZÁZEMÍ AUTOSALONU				
sněh I	0,8 kN/m ²	$0,8 \cdot 3 = 2,8$	1,50	4,20
sněh IIa	-	-	1,50	-
sněh IIb	0,36 kN/m ²	$0,36 \cdot 3 = 1,08$	1,50	1,60
příčný vítr - vaznice 2	-	$2,5 \cdot 0,047 +$ $0,5 \cdot (-0,494)$ $= -0,13$	1,50	-0,20
příčný vítr - vaznice 3-7	-0,494 kN/m ²	$-0,494 \cdot 3 = -1,48$	1,50	-2,20
podélný vítr - $\theta = 270^\circ$ 5. (rozhodující) pole vaznice 7	-	$[(-1,069) \cdot 2 \cdot 3$ $+ (-0,468) \cdot 4 \cdot 3] / 6$ $= -2,01$	1,50	-3,01
podélný vítr - $\theta = 90^\circ$	-0,334 kN/m ²	$-0,334 \cdot 3 = -1,002$	1,50	-1,50



PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ	q_k [kN/m]	γ_q	q_d [kN/m]
SHOWROOM			
sníh I	0,8 kN/m ²	$0,8 \cdot 3 = 2,8$	1,50 4,20
sníh IIa	-	-	1,50 -
sníh IIb	0,6 kN/m ²	$0,6 \cdot 3 = 1,8$	1,50 2,70
příčný vítr - vaznice 1	-	$(0,053+0,488) \cdot 1,5$ $+ 0,053 \cdot 1,5$ $= 0,891$	1,50 1,34
příčný vítr - vaznice 2	-	$0,053 \cdot 2,5 - 0,501 \cdot 0,5$ $= -0,12$	1,50 -0,18
příčný vítr - vaznice 3-7	-	$-0,501 \cdot 3 = -1,503$	1,50 -2,26
příčný vítr - vaznice 8	-	$-0,501 \cdot 0,5 - 0,387 \cdot 1$ $(0,387+0,24) \cdot 1,5 =$ $-1,58$	1,50 -2,37
podélný vítr - $\theta = 90^\circ$ krajní (rozhodující) pole vaznice 8	-	$[(-1,002-0,802) \cdot 1,5 \cdot 2$ $+ (-0,468-0,802) \cdot 1,5 \cdot 2$ $+ (-0,468-0,574) \cdot 1,5 \cdot 2$ $-0,468 \cdot 1,5 \cdot 4$ $-1,002 \cdot 0,5 \cdot 2$ $-0,868 \cdot 2] / 6$ $= -2,98$	1,50 -4,47
podélný vítr - $\theta = 270^\circ$ 3. (rozhodující) pole vaznice 8	-	$[(-0,401) \cdot 1,5 \cdot 6$ $+ (-1,002-0,574) \cdot$ $\cdot 1,125 \cdot 0,45$ $+ (-0,868-0,574) \cdot$ $\cdot 0,375 \cdot 2$ $+ (-0,468-0,574)$ $\cdot 1,5 \cdot 1,175$ $+ (-0,334-0,574) \cdot$ $\cdot 1,5 \cdot 3,775] / 6$ $= -2,08$	1,50 -3,12

3.2 Kombinace zatížení

I) STÁLÉ + SNÍH (KZS1)

$$f_{Ek} = (0,323 + 0,083 + 0,042) + 2,8 = 3,25 \text{ kN/m}$$

$$f_{Ed} = (0,435 + 0,112 + 0,057) + 4,2 = 4,80 \text{ kN/m}$$

II) MIN. STÁLÉ + PODÉLNÝ VÍTR (KZS2)

$$f_{Ek} = (0,083 + 0,323) - 2,98 = -2,57 \text{ kN/m}$$

$$f_{Ed} = (0,112 + 0,435) - 4,47 = -3,92 \text{ kN/m}$$

3.3 Návrh

Návrh: Z 240/2,5 S355

$$m = 8,26 \text{ kg/m}$$

$$f_y = 350 \text{ MPa}$$

Únosnost:

Tíhové zatížení:

$$f_{Rd,g} = 5,23 \text{ kN/m}$$

$$f_{Rk} = 5,73 \text{ kN/m pro } \delta_{lim} = L/200$$

Zatížení sáním:

$$f_{Rd,vitr} = -4,24 \text{ kN/m}$$

3.4 Posouzení

Mezní stav únosnosti:

I) KZS1

$$f_{Ed} = 4,80 \text{ kN/m} \leq f_{Rd,g} = 5,23 \text{ kN/m}$$

VYHOVUJE

II) KZS2

$$f_{Ed} = -3,92 \text{ kN/m} \leq f_{Rd,vitr} = -4,24 \text{ kN/m}$$

VYHOVUJE

Mezní stav použitelnosti:

$$f_{Ek,snih} = 2,8 \text{ kN/m} \leq f_{Rk} = 5,73 \text{ kN/m}$$

VYHOVUJE

NÁVRH VAZNICE Z240/2,5 VYHOVUJE

OKAPOVÁ VAZNICE:

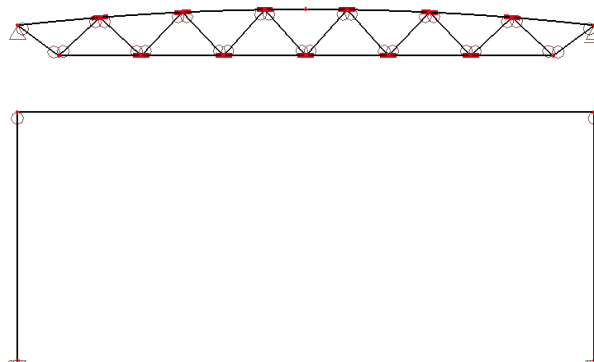
z konstrukčních důvodů je navržen shodný profil Z240/2,5

4. Příčná vazba

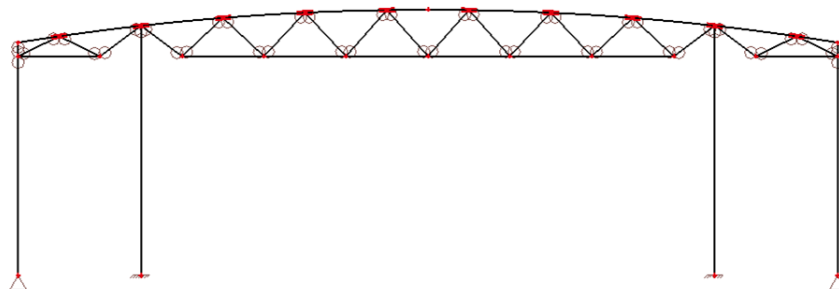
4.1 Zatížení

Statický model:

ZÁZEMÍ AUTOSALONU



SHOWROOM



Zatěžovací stavy:

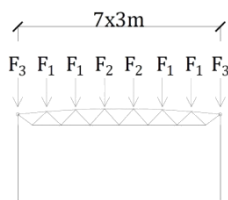
- I. Stálé
- II. Minimální stálé
- III. Sníh
- IV. Vítr příčný
- V. Vítr podélný
- VI. Proměnné od vestavby (pro sloup zázemí autosalonu)

ZÁZEMÍ AUTOSALONU

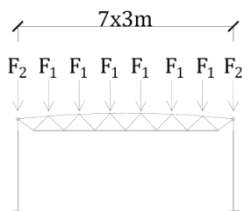
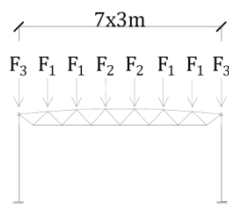
zatěžovací šířka 6m

rozpětí vazníku 21m

přesah pláště 0,4m za osu krajního sloupu -> z.š. 1,5+0,4= 1,9m

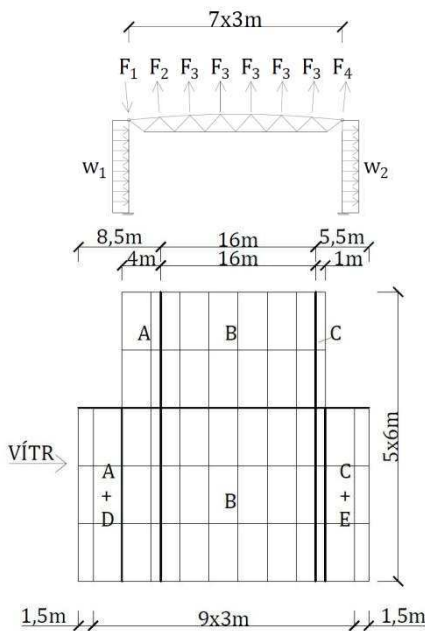


I. ZS – STÁLÉ			
ZATÍŽENÍ	g_k [kN/m]	γ_g	g_d [kN/m]
odhad vl. tíhy $\frac{L}{76} * \sqrt{q * B}$	$\frac{21 * \sqrt{(0,1075 + 0,083/3 + 0,8)} * 6}{76}$ = 0,655	1,35	0,88
Fasáda KS 1000 AWPFlex	0,12*6= 0,72	1,35	0,97
SÍLY DO UZLŮ VAZNÍKU	Q_k [kN]	γ_g	G_d [kN]
F ₁ vl. tíha vazníku + vaznice + pláště	$(0,655*3) + (0,083 + 0,323)*6$ = 4,40	1,35	5,94
F ₂ vl. tíha vazníku + vaznice + pláště + světlíku	$(0,655*3) +$ $(0,083 + 0,323 + 0,042)*6$ = 4,65	1,35	6,28
F ₃ vl. tíha vazníku + vaznice + pláště	$(0,655*1,9) +$ $(0,083 + 0,11*1,9)*6$ = 3,00	1,35	4,05
SLOUP	G_k [kN]	γ_g	G_d [kN]
F _z vl. tíha stropu + stropnice + průvlaku	$3,57*21 + 0,16*3,5*3 + 0,31*6$ = 78,51	1,35	105,99

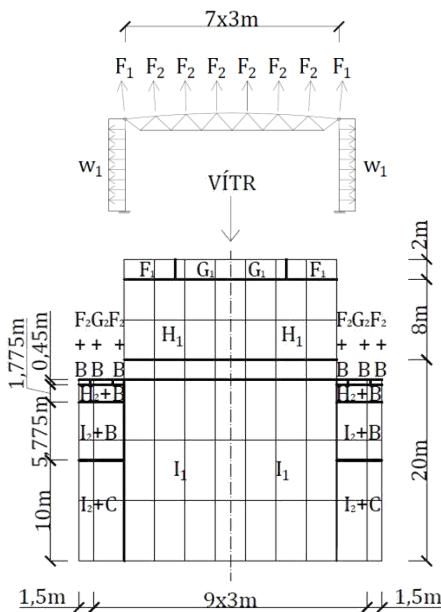


II. ZS - MINIMÁLNÍ STÁLÉ			
ZATÍŽENÍ	g_k [kN/m]	γ_g	g_d [kN/m]
min. odhad vl. tíhy vazníku	$0,5 \cdot 0,655 = 0,33$	1,35	0,44
Fasáda KS 1000 AWPFlex	$0,119 \cdot 9,1 = 1,1$	1,35	1,49
SÍLY DO UZLŮ VAZNÍKU	G_k [kN]	γ_g	G_d [kN]
F_1 vl. tíha vazníku + vaznice + pláště	$(0,33 \cdot 3) + (0,083 + 0,323) \cdot 6 = 3,43$	1,35	4,63
F_2 vl. tíha vazníku + vaznice + pláště + světlíku	$(0,33 \cdot 3) + (0,083 + 0,323 + 0,042) \cdot 6 = 3,68$	1,35	4,97
F_3 vl. tíha vazníku + vaznice + pláště	$(0,33 \cdot 1,9) + (0,083 + 0,11 \cdot 1,9) \cdot 6 = 2,38$	1,35	3,21
SLOUP	G_k [kN]	γ_g	G_d [kN]
F_s vl. tíha stropu + stropnice + průvlaku	$3,57 \cdot 21 + 0,16 \cdot 3,5 \cdot 3 + 0,31 \cdot 6 = 78,51$	1,35	105,99

III. ZS - SNÍH			
SÍLY DO UZLŮ VAZNÍKU	Q_k [kN]	γ_q	Q_d [kN]
F_1	$2,8 \cdot 6 = 16,80$	1,5	25,20
F_2	$0,8 \cdot 1,9 \cdot 6 = 9,12$	1,5	13,68



IV. ZS - VÍTR PŘÍČNÝ			
ZATÍŽENÍ	q_k [kN/m]	γ_q	q_d [kN/m]
w_1 $W_{e,D} * B$	$0,488 * 6 = 2,93$	1,5	4,39
w_2 $W_{e,E} * B$	$-0,24 * 6 = -1,44$	1,5	-2,16
SÍLY DO UZLŮ VAZNÍKU	Q_k [kN]	γ_q	Q_d [kN]
F_1	$0,047 * 6 * 1,9 = 0,54$	1,5	0,81
F_2	$(0,047 * 2,5 - 0,494 * 0,5) * 6 = -0,78$	1,5	-1,17
F_3	$-0,494 * 6 * 3 = -8,89$	1,5	-13,34
F_4	$(-0,494 * 0,5 - 0,381 * 1) * 6 = -3,78$	1,5	-5,67



V. ZS - VÍTR PODÉLNÝ			
ZATÍŽENÍ	q_k [kN/m]	γ_q	q_d [kN/m]
w_1 $W_{e,A} * B_A + W_{e,B} * B_B$	$-0,802 * 1 - 0,574 * 5 = -3,67$	1,5	-5,51
SÍLY DO UZLŮ VAZNÍKU	Q_k [kN]	γ_q	Q_d [kN]
F_1	$-0,468 * 6 * 1,9 = -5,34$	1,5	-8,01
F_2	$-0,468 * 3 * 6 = -8,42$	1,5	-12,64

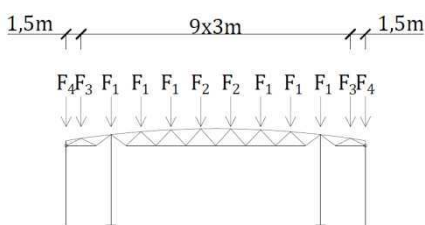
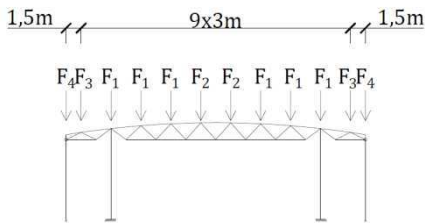
VI. ZS - PROMĚNNÉ OD VESTAVBY			
ZATÍŽENÍ	Q_k [kN]	γ_q	Q_d [kN]
F_p	$2,5 * 21 + 0,8 * 21 = -69,3$	1,5	103,95

SHOWROOM

zatěžovací šířka 6m

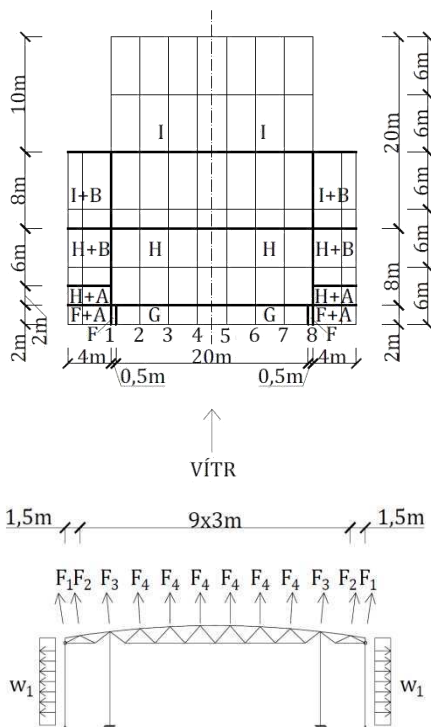
rozpětí vazníku 30m

přesah pláště 0,4m za osu krajního sloupu -> z.š. 0,75+0,4 = 1,15m



I. ZS - STÁLÉ			
ZATÍŽENÍ	g_k [kN/m]	γ_g	g_d [kN/m]
odhad vl. tíhy $\frac{L}{76} * \sqrt{q * B}$	$\frac{30 * \sqrt{(0,1075+0,083/3+0,8)*6}}{76} = 0,94$	1,35	1,26
SÍLY DO UZLŮ VAZNÍKU	G_k [kN]	γ_g	G_d [kN]
F ₁ vl. tíha vazníku + vaznice + pláště	$(0,94*3) + (0,083+0,323)*6 = 5,26$	1,35	7,10
F ₂ vl. tíha vazníku + vaznice + pláště + světlíku	$(0,94*3) + (0,083+0,323+0,042)*6 = 5,51$	1,35	7,44
F ₃ vl. tíha vazníku + vaznice + pláště	$(0,94*2,25) + (0,083+0,11*2,25)*6 = 4,10$	1,35	5,53
F ₄ vl. tíha vazníku + vaznice + pláště	$(0,94*1,15) + (0,083+0,11*1,15)*6 = 2,34$	1,35	3,16

II. ZS - MINIMÁLNÍ STÁLÉ			
ZATÍŽENÍ	g_k [kN/m]	γ_g	g_d [kN/m]
min. odhad vl. tíhy vazníku	$0,5*0,94=0,47$	1,35	0,64
SÍLY DO UZLŮ VAZNÍKU	G_k [kN]	γ_g	G_d [kN]
F ₁ vl. tíha vazníku + vaznice + pláště	$(0,47*3) + (0,083+0,323)*6 = 3,85$	1,35	5,19
F ₂ vl. tíha vazníku + vaznice + pláště + světlíku	$(0,47*3) + (0,083+0,323+0,042)*6 = 4,10$	1,35	5,53
F ₃ vl. tíha vazníku + vaznice + pláště	$(0,47*2,25) + (0,083+0,11*2,25)*6 = 3,04$	1,35	4,11
F ₄ vl. tíha vazníku + vaznice + pláště	$(0,47*1,15) + (0,083+0,11*1,15)*6 = 1,80$	1,35	2,43



V. ZS - VÍTR PODÉLNÝ			
ZATÍŽENÍ	q_k [kN/m]	γ_q	q_d [kN/m]
W_1 $W_{e,A} * B_A + W_{e,B} * B_B$	$-0,802 * 1 - 0,574 * 5 = -3,67$	1,5	-5,51
SÍLY DO UZLŮ VAZNÍKU	Q_k [kN]	γ_q	Q_d [kN]
F_1	$(-0,468 - 0,574) * 1,15 * 5$ $+ (-0,468 - 0,802) * 1,15 * 1$ $= -7,45$	1,5	-11,18
F_2	$(-0,468 - 0,574) * 2,25 * 5$ $+ (-0,468 - 0,802) * 2,25 * 1$ $= -14,58$	1,5	-21,87
F_3	$(-0,468 - 0,574) * 1,5 * 5$ $+ (-0,468 - 0,802) * 1,5 * 1$ $- 0,468 * 1,5 * 6$ $= -10,89$	1,5	-16,34
F_4	$-0,468 * 3 * 6 = -8,42$	1,5	-12,64

4.2 Kombinace zatěžovacích stavů

- I) STÁLÉ + SNÍH
- II) STÁLÉ + SNÍH + ψ_0 VÍTR PŘÍČNÝ ($\psi_0 = 0,6$)
- III) STÁLÉ + VÍTR PŘÍČNÝ + ψ_0 SNÍH ($\psi_0 = 0,5$)
- IV) STÁLÉ MIN. + VÍTR PŘÍČNÝ
- V) STÁLÉ MIN. + VÍTR PODÉLNÝ

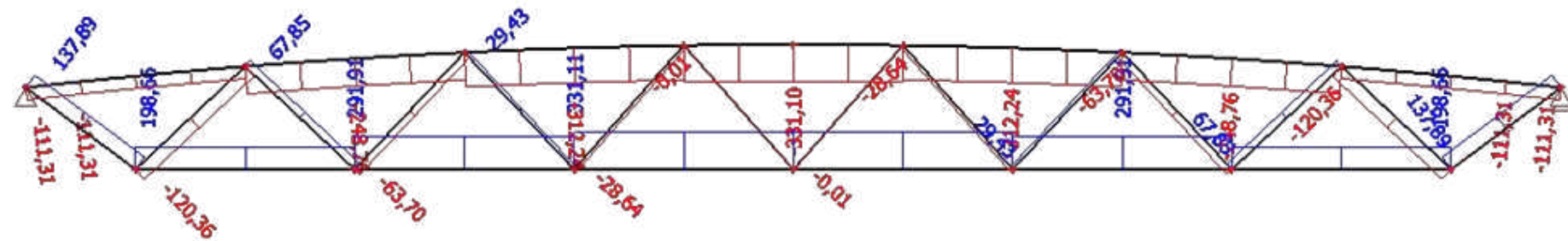
4.3 Vazník

4.3.1 Návrh a posouzení prutů

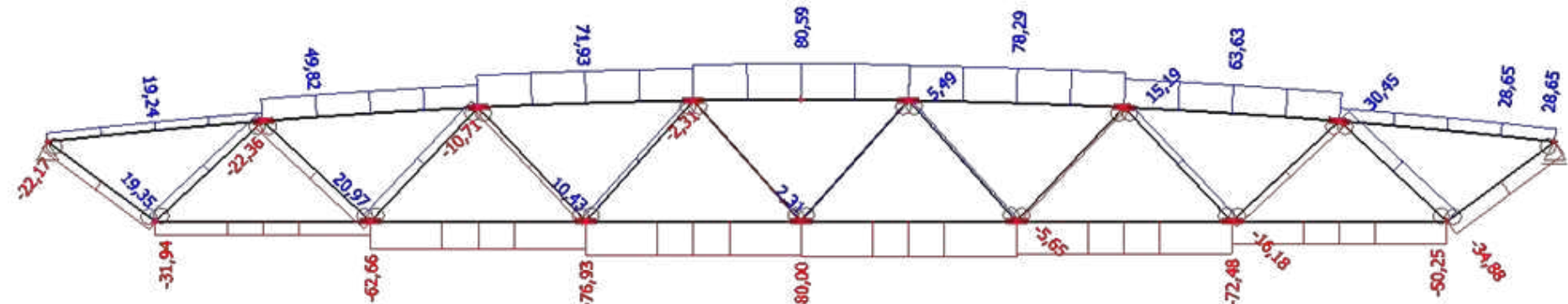
Rozhodující kombinace N [kN]:

ZÁZEMÍ AUTOSALONU

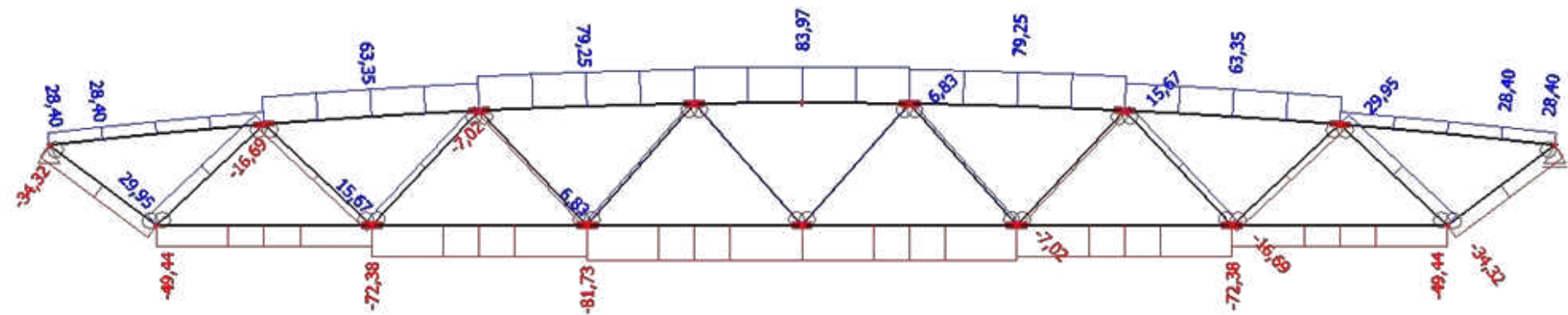
KZS1 - STÁLÉ + SNÍH



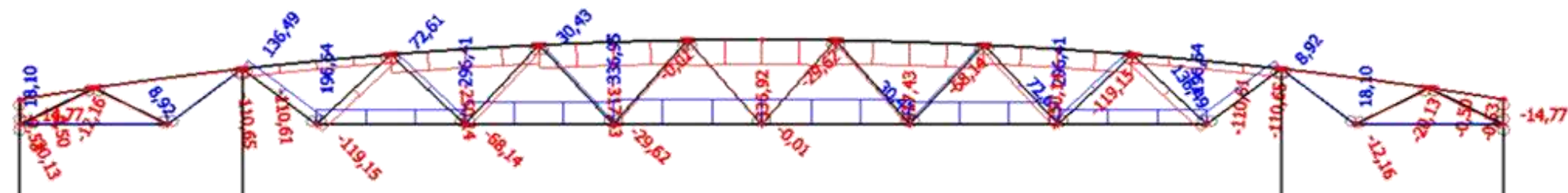
KZS4 - STÁLÉ MIN. + VÍTR PŘÍČNÝ



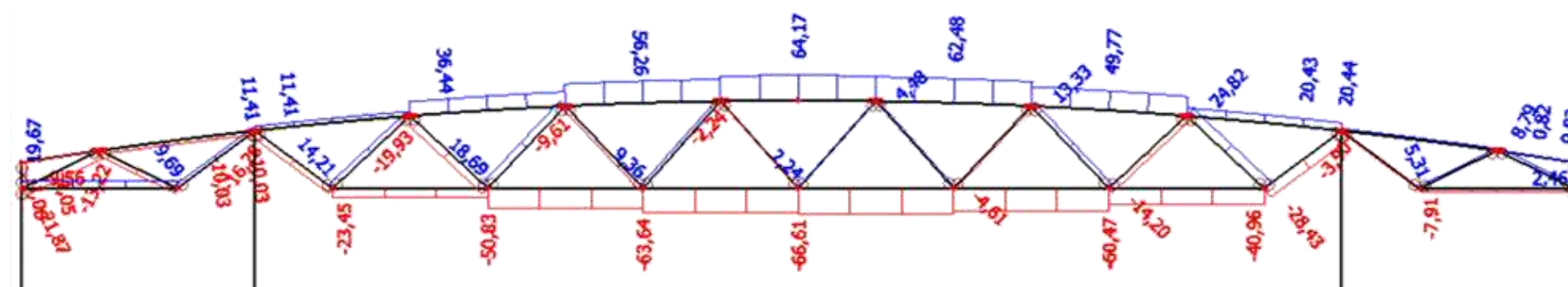
KZS5 - STÁLÉ MIN. + VÍTR PODÉLNÝ



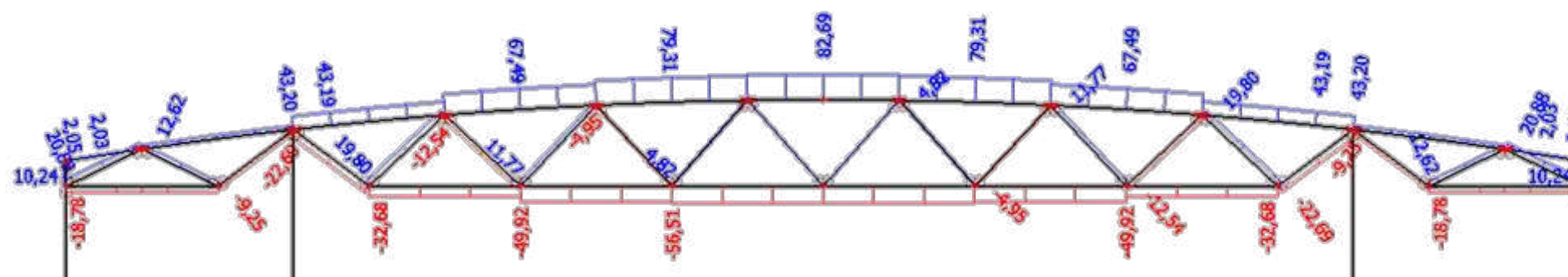
SHOWROOM
KZS1 - STÁLÉ + SNÍH



KZS4 - STÁLÉ MIN. + VÍTR PŘÍČNÝ



KZS5 - STÁLÉ MIN. + VÍTR PODÉLNÝ



Mezní stav únosnosti:

Tlačené pruty:

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

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

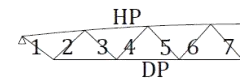
$$\lambda_1 = 93,9\epsilon = 93,9 \cdot \sqrt{235/f_y} = 93,9 \cdot \sqrt{235/235} = 93,9$$

Tažené pruty:

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

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

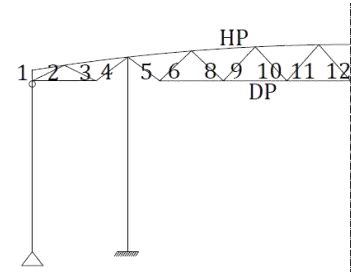
ZÁZEMÍ AUTOSALONU



PRUT	N _{Ed} (tlak) [kN]	PROFIL	A [mm ²]	i _y [mm]	i _z [mm]	L _{teor} [mm]	L _{cr,y} [mm]	L _{cr,z} [mm]	λ _z =L _{cr,z} /i _z	λ _{rel,z} =λ _z /λ ₁	χ _z (a)	N _{Rd}	N _{Ed} /N _{Rd}	POSUDEK
												[kN]		
1	-34,32	82,5x3,2	797	28	28	1868	1868	1868	66,71	0,710	0,85	159,20	0,22	VYHOVUJE
2	-120,36	82,5x3,2	797	28	28	2053	2053	2053	73,32	0,781	0,82	153,58	0,78	VYHOVUJE
3	-22,36	48,3x3,2	453	16	16	2053	2053	2053	128,31	1,366	0,44	46,84	0,48	VYHOVUJE
4	-63,70	63,5x3,2	606	21	21	2188	2188	2188	104,19	1,109	0,64	91,14	0,70	VYHOVUJE
5	-10,71	48,3x3,2	453	16	16	2188	2188	2188	136,75	1,456	0,40	42,58	0,25	VYHOVUJE
6	-28,64	48,3x3,2	453	16	16	2258	2258	2258	141,13	1,503	0,35	37,26	0,77	VYHOVUJE
7	-2,31	48,3x3,2	453	16	16	2258	2258	2258	141,13	1,503	0,35	37,26	0,06	VYHOVUJE
HP	-331,10	HEA 140	3140	57	35	3000	3000	3000	85,71	0,913	0,59	438,31	0,76	VYHOVUJE
DP	-81,73	U 140	2040	18	54	3000	3000	9000	166,67	1,775	0,24	114,58	0,71	VYHOVUJE

PRUT	N _{Ed} (tah) [kN]	PROFIL	A [mm ²]	N _{t,Rd} [kN]	N _{Ed} /N _{t,Rd}	POSUDEK
1	137,89	82,5x3,2	797	187,30	0,74	VYHOVUJE
2	29,95	82,5x3,2	-	-	-	-
3	67,85	48,3x3,2	453	106,46	0,64	VYHOVUJE
4	20,97	63,5x3,2	-	-	-	-
5	29,43	48,3x3,2	453	106,46	0,28	VYHOVUJE
6	10,43	48,3x3,2	-	-	-	-
7	0	48,3x3,2	-	-	-	-
HP	83,97	HEA 120	-	-	-	-
DP	331,11	U140	2040	479,40	0,69	VYHOVUJE

SHOWROOM



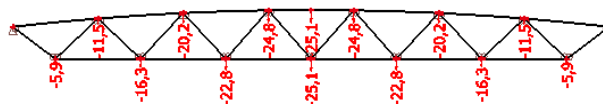
PRUT	N _{Ed} (tlak) [kN]	PROFIL	A [mm ²]	i _y [mm]	i _z [mm]	L _{teor} [mm]	L _{cr,y} [mm]	L _{cr,z} [mm]	λ _z =L _{cr,z} /i _z	λ _{rel,z} =λ _z /λ ₁	χ _z (a)	N _{Rd}	N _{Ed} /N _{Rd}	POSUDEK
												[kN]		
1	-18,41	44,5x3,2	415	15	15	500	500	500	33,33	0,355	0,97	94,60	0,19	VYHOVUJE
2	-30,45	44,5x3,2	415	15	15	1668	1668	1668	111,20	1,184	0,54	52,96	0,58	VYHOVUJE
3	-18,40	44,5x3,2	415	15	15	1668	1668	1668	111,20	1,184	0,54	52,66	0,35	VYHOVUJE
4	-9,24	44,5x3,2	415	15	15	1868	1868	1868	124,53	1,326	0,45	43,89	0,21	VYHOVUJE
5	-22,67	82,5x3,2	797	28	28	1868	1868	1868	66,71	0,710	0,84	157,33	0,14	VYHOVUJE
6	-119,15	82,5x3,2	797	28	28	2053	2053	2053	73,32	0,781	0,82	153,58	0,78	VYHOVUJE
7	-19,22	44,5x3,2	415	15	15	2053	2053	2053	136,87	1,457	0,39	38,03	0,51	VYHOVUJE
8	-68,14	63,5x3,2	606	21	21	2188	2188	2188	104,19	1,109	0,64	91,14	0,75	VYHOVUJE
9	-9,61	44,5x3,2	415	15	15	2188	2188	2188	145,87	1,553	0,35	34,13	0,28	VYHOVUJE
10	-29,62	44,5x3,2	415	15	15	2258	2258	2258	150,53	1,603	0,33	32,48	0,91	VYHOVUJE
11	-2,24	44,5x3,2	415	15	15	2258	2258	2258	150,53	1,603	0,33	32,18	0,07	VYHOVUJE
HP	-336,92	HEA 140	3140	57	35	3000	3000	3000	85,71	0,913	0,59	435,36	0,77	VYHOVUJE
DP	-66,61	U 140	2040	18	54	3000	3000	9000	166,67	1,775	0,24	114,58	0,58	VYHOVUJE

PRUT	N _{Ed} (tah) [kN]	PROFIL	A [mm ²]	N _{t,Rd} [kN]	N _{Ed} /N _{t,Rd}	POSUDEK
1	10,24	44,5x3,2	-	-	-	-
2	20,86	44,5x3,2	-	-	-	-
3	12,60	44,5x3,2	-	-	-	-
4	13,49	44,5x3,2	415	97,53	0,14	VYHOVUJE
5	136,49	82,5x3,2	797	187,30	0,73	VYHOVUJE
6	19,79	82,5x3,2	-	-	-	-
7	72,61	44,5x3,2	415	97,53	0,74	VYHOVUJE
8	18,68	63,5x3,2	-	-	-	-
9	30,43	44,5x3,2	415	97,53	0,31	VYHOVUJE
10	9,36	44,5x3,2	-	-	-	-
11	0	44,5x3,2	-	-	-	-
HP	82,67	HEA 140	-	-	-	-
DP	336,95	U 120	2040	479,40	0,70	VYHOVUJE

Mezní stav použitelnosti:

δ_{\max} od proměnného charakteristického zatížení sněhem

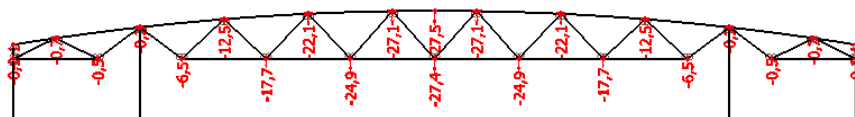
ZÁZEMÍ AUTOSALONU



$$\delta_{\max} = 25,1 \text{ mm} \leq \delta_{\text{lim}} = \frac{L}{250} = \frac{21000}{250} = 84 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

SHOWROOM



$$\delta_{\max} = 27,4 \text{ mm} \leq \delta_{\text{lim}} = \frac{L}{250} = \frac{30000}{250} = 120 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

NÁVRH VAZNÍKU VYHOVUJE

4.3.2 Posouzení přípojů

přípoje vnitřních prutů k pásům jsou provedeny koutovými svary

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

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

ZÁZEMÍ AUTOSALONU

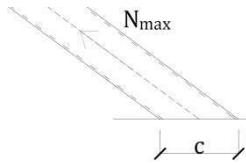
$$N_{\max} = N_1 = 137,89 \text{ kN}$$

TR 82,5x3,2

SHOWROOM

$$N_{\max} = N_5 = 136,49 \text{ kN}$$

TR 82,5x3,2



$$N_{Ed} = N_{\max, \text{zázemí}} = 137,89 \text{ kN}$$

Délka svaru (obvod elipsy):

$$L_w = \pi * \left[\frac{3}{4} * (c + d) - \frac{1}{2} \sqrt{c + d} \right] = \pi * \left[\frac{3}{4} * (138 + 83) - \frac{1}{2} \sqrt{138 + 83} \right]$$

$$L_w = 498 \text{ mm}$$

$$c = \frac{d}{\sin \alpha} = \frac{83}{\sin 37^\circ} = 138 \text{ mm}$$

$$d = 83 \text{ mm}$$

Výška svaru:

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

Návrhová smyková pevnost svaru:

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} * \beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{360}{\sqrt{3} * 0,8 * 1,25} = 207,85 \text{ MPa}$$

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

$$\beta_w = 0,8$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Únosnost svaru:

$$F_{w,Rd} = a_w * L_w * f_{vw,d} = 3 * 498 * 207,85 = 310,53 \text{ kN}$$

$$F_{w,Rd} = 310,53 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 137,89 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

4.3.3 Montážní styky

Horní pás:

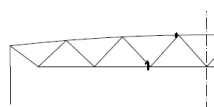
kontaktní styk s opracováním styčných ploch

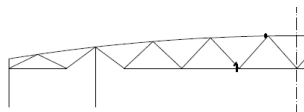
ZÁZEMÍ AUTOSALONU

$$N_{Ed,max} = -331,10 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,max} = 83,97 \text{ kN}$$

HEA 140





SHOWROOM

$$N_{Ed,max} = -336,92 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,max} = 82,67 \text{ kN}$$

HEA 140

$$N_{t,Ed,max} = N_{t,Ed,max,zázemí} = 83,97 \text{ kN}$$

Návrh: 2 x M20 4.8

$$F_{t,Rd} = 70,6 \text{ kN}$$

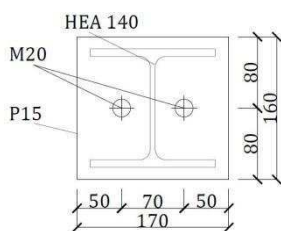
Doporučené rozteče:

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 40 \text{ mm}$$

$$p_1 = 70 \text{ mm}$$

$$p_2 = 70 \text{ mm}$$



$$b = \frac{70}{2} - \frac{t_w}{2} = \frac{70}{2} - \frac{6}{2} = 32 \text{ mm}$$

$$a = 50 \text{ mm}$$

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

$$t_e = 4,3 * (b * d^2/a)^{1/3} = 4,3 * (32 * 20^2/50)^{1/3} = 27 \text{ mm}$$

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \frac{t_e^3 - t^3}{d^2} = 1 + 0,005 \frac{27^3 - 15^3}{20^2} = 1,204$$

$$\gamma_p * N_{t,Ed,max} = 1,204 * 83,97 = 101,13 \text{ kN} \leq 2 * F_{t,Rd} = 141,2 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH KONTAKTNÍHO STYKU VYHOVUJE

Dolní pás:

příložkový styk, $t_{příložka} = 8 \text{ mm}$

ZÁZEMÍ AUTOSALONU

$$N_{Ed,max} = -81,73 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,max} = 331,11 \text{ kN}$$

U 140

SHOWROOM

$$N_{Ed,max} = -66,61 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,max} = 336,95 \text{ kN}$$

U 140

$$N_{Ed,max} = N_{Ed,max,showroom} = 336,95 \text{ kN}$$

Návrh: šrouby M16 5.6

$$f_{ub} = 500 \text{ MPa}$$

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

Doporučené rozteče:

$$e_1 = 35 \text{ mm}$$

$$e_2 = 25 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 50 \text{ mm}$$

Jednostřížné, smyková rovina prochází závitem:

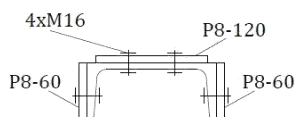
$$F_{v,Rd} = 37,7 \text{ kN (rozhodující)}$$

Otlačení - stojina, běžné rozteče:

$$F_{b,Rd} = 74,67 * 0,7 = 52,27 \text{ kN}$$

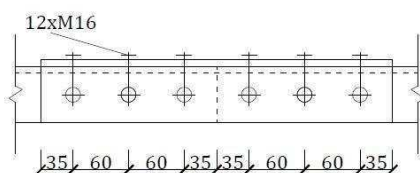
Otlačení - pásnice, běžné rozteče:

$$F_{b,Rd} = 74,67 * 0,8 = 74,67 \text{ kN}$$



Potřebný počet šroubů:

$$n = \frac{N_{Ed,max,t}}{F_{b,Rd,stožina}} = \frac{336,95}{37,7} = 8,93$$



Návrh: 12 x M16 5.6, po každé straně spoje 3 řady po 4 šroubech

Střih:

$$F_{v,Rd} = 37,7 * 12 = 452,4 \text{ kN} \geq N_{Ed,max} = 336,95 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Otlačení:

$$F_{b,Rd} = 52,27 * 6 + 74,67 * 6 = 761,64 \text{ kN} \geq N_{Ed,max} = 336,95 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Oslabení dolního pásu:

$$A_{net} = A_{U140} - \sum d_0 * t = 2040 - 2 * 18 * 7 - 2 * 18 * 10 = 1428 \text{ mm}^2$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 * A_{net} * f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 * 1428 * 360}{1,25} = 370,17 \text{ kN}$$

$$N_{u,Rd} = 370,14 \text{ kN} \geq N_{Ed,max} = 336,95 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Oslabení příložky:

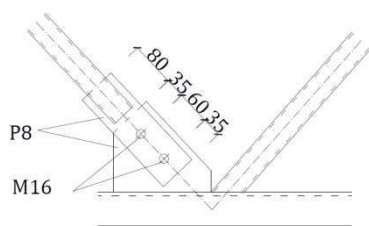
$$A_{net} = A_{příložka} - \sum d_0 * t = 120 * 8 + 60 * 8 * 2 - 4 * 18 * 8 = 1344 \text{ mm}^2$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 * A_{net} * f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 * 1344 * 360}{1,25} = 348,4 \text{ kN}$$

$$N_{u,Rd} = 348,4 \text{ kN} \geq N_{Ed,max} = 336,95 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH PŘÍLOŽKOVÉHO STYKU VYHOVUJE



Diagonála:

Příložkový styk:

ZÁZEMÍ AUTOSALONU

$$N_{Ed,5} = -10,71 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,5} = 29,43 \text{ kN}$$

SHOWROOM

$$N_{Ed,9} = -9,61 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,9} = 30,43 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,max} = N_{Ed,9} = 30,43 \text{ kN}$$

Návrh: 2x M16 5.6

$$f_{ub} = 500 \text{ MPa}$$

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

Doporučené rozteče:

$$e_1 = 35 \text{ mm}$$

$$e_2 = 25 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 50 \text{ mm}$$

Jednostřížné, smyková rovina prochází závitem:

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

Otlačení – plech $t = 8 \text{ mm}$, běžné rozteče:

$$F_{b,Rd} = 74,67 * 0,8 = 59,74 \text{ kN}$$

Střih:

$$F_{v,Rd} = 37,7 * 2 = 75,4 \text{ kN} \geq N_{Ed,max} = 30,43 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Otlačení:

$$F_{b,Rd} = 59,74 * 2 = 119,48 \text{ kN} \geq N_{Ed,max} = 30,43 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Oslabení příložky 1:

$$A_{net} = A_{příložka} - \sum d_0 * t = 130 * 8 - 2 * 18 * 8 = 832 \text{ mm}^2$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 * A_{net} * f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 * 832 * 360}{1,25} = 172,5 \text{ kN}$$

$$N_{u,Rd} = 172,5 \text{ kN} \geq N_{Ed,max} = 30,43 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Oslabení příložky 2:

$$A_{\text{net}} = A_{\text{příložka}} - \sum d_0 * t = 177 * 8 - 2 * 18 * 8 = 1128 \text{ mm}^2$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 * A_{\text{net}} * f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 * 1128 * 360}{1,25} = 292,4 \text{ kN}$$

$$N_{u,Rd} = 292,4 \text{ kN} \geq N_{Ed,max} = 30,43 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Koutový svar:

$$a_w = 4 \text{ mm}$$

$$L_w = 70 \text{ mm}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{N_{Ed}}{a_w * L_w * n} = \frac{30,43 * 10^3}{4 * 70 * 4} = 26,28 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{N_{Ed} * e}{\sqrt{2} * W_w} = \frac{30,43 * 10^3 * 24}{\sqrt{2} * \frac{1}{6} * 4 * 70^2} = 152,89 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_u}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 * 1,25} = 320 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{152,89^2 + 3 * (152,89^2 + 26,28^2)} = 309,15 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w * \gamma_{M2}}$$

$$309,15 \text{ MPa} \leq 360 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

NÁVRH PŘÍLOŽKOVÉHO STYKU VYHOVUJE

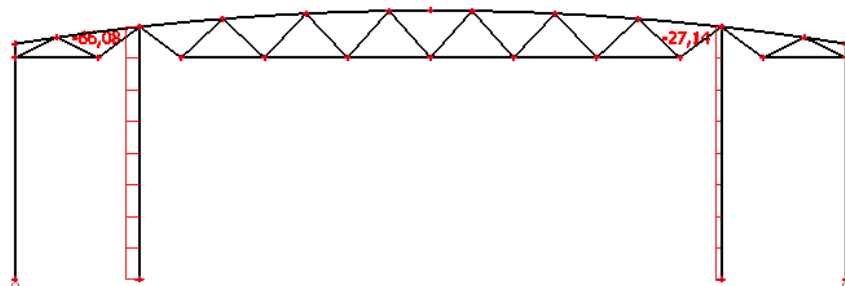
4.4 Sloup

SHOWROOM

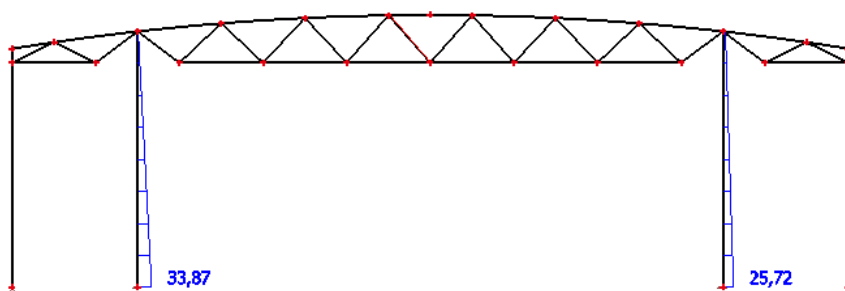
VNITŘNÍ SLOUP

Rozhodující kombinace (KZS3):

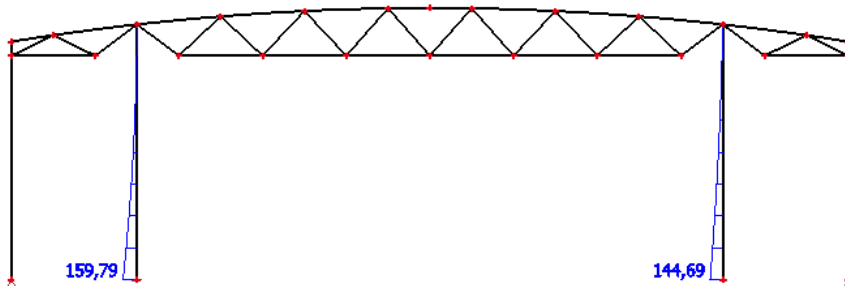
N_{Ed} [kN]



V_{Ed} [kN]



M_{Ed} [kNm]

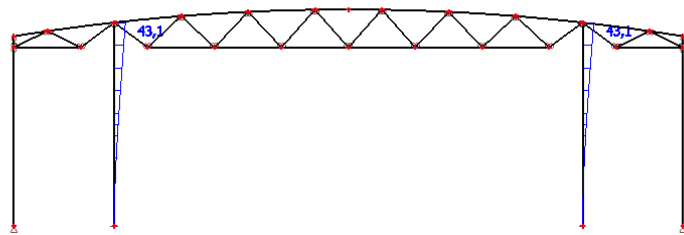


Vnitřní síly:

KZS	1	2	3	4	5
M_{Ed} [kNm]	0,14	95,9	159,79	159,79	-57,31
N_{Ed} [kN]	-139,14	-127,74	-66,08	-8,06	39,41

Mezní stav použitelnosti:

rozhodující - KZS3 ($\gamma_f = 1$)



$$\delta = 43,1 \text{ mm} < \delta_{lim} = \frac{h}{150} = \frac{9100}{150} = 60,67 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

Mezní stav únosnosti:

Návrh: HEB 300 S235

$$A = 14910 \text{ mm}^2$$

$$A_{vz} = 4743 \text{ mm}^2$$

$$I_w = 1688 * 10^9 \text{ mm}^6$$

$$I_t = 1850 * 10^3 \text{ mm}^4$$

$$W_{pl,y} = 1869 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 251,7 * 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 85,63 * 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_y = 129,9 \text{ mm}$$

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

pro ohyb průřez třídy 1

pro tlak průřez třídy 1

Vzpěr:

$$N_{Ed,max} = 139,14 \text{ kN}$$

Vzpěrná délka v rovině rámu:

$$L_{cr,y} = 2 * L = 2 * 9100 = 18200 \text{ mm}$$

Vzpěrná délka z roviny rámu:

$$L_{cr,z} = L = 9100 \text{ mm}$$

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

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{18200}{129,9} = 140,11$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{9100}{75,8} = 120,05$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{140,11}{93,9} = 1,49 \Rightarrow \chi_y = 0,318 \text{ (křivka b)}$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{120,05}{93,9} = 1,279 \Rightarrow \chi_z = 0,397 \text{ (křivka c)}$$

$$N_{b,Rd} = \chi_y * A * f_{yd} = 0,318 * 14910 * 235 = 1114,2 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 1114,2 \text{ kN} \geq N_{Ed,max} = 139,14 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Ohyb:

$$M_{Ed,max} = 159,79 \text{ kNm}$$

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w * L} * \sqrt{\frac{E * I_w}{G * I_t}} = \frac{\pi}{0,7 * 9100} * \sqrt{\frac{210000 * 1688 * 10^9}{81000 * 1850 * 10^3}} = 0,759$$

$$k_w = 0,7$$

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) * \kappa_{wt} = 1,77 + (1,85 - 1,77) * 0,759 = 1,831$$

pro $k_z = 1$ a trojúhelníkový průběh momentu:

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

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

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} * \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2} = \frac{1,831}{1} * \sqrt{1 + 0,759^2} = 2,299$$

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

$$M_{cr} = 2,299 * \frac{\pi * \sqrt{210000 * 85,63 * 10^6 * 81000 * 1850 * 10^3}}{9100}$$

$$M_{cr} = 1302,86 \text{ kNm}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1869 * 10^3 * 235}{1302,86 * 10^6}} = 0,581 \Rightarrow \chi_{LT} = 0,897 \text{ (křivka a)}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} * f_{yd} * W_{pl,y} = 0,897 * 235 * 1869 * 10^3 = 398,89 \text{ kNm}$$

$$M_{b,Rd} = 398,89 \text{ kNm} \geq M_{Ed,max} = 159,79 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

Interakce N+M:

$$N_{Ed} = 66,08 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 159,79 \text{ kNm}$$

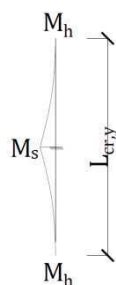
$$\alpha_h = \frac{M_h}{M_s} = 0$$

$$M_h = M_s = 0$$

$$C_{my} = 0,9 + 0,1 * \alpha_h = 0,9 + 0 = 0,9$$

$$C_{mLT} = 0,6 + 0,4\psi = 0,6 + 0,4 * 0 = 0,6$$

$$\psi = \frac{M_h}{M_s} = 0$$



Interakční součinitele:

$$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} C_{my} * \left[1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) * \frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk}/\gamma_{M1}} \right] \\ C_{my} * \left[1 + 0,8 * \frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk}/\gamma_{M1}} \right] \end{array} \right\}$$

$$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,9 * \left[1 + (1,49 - 0,2) * \frac{66,08 * 10^3}{0,318 * 14910 * 235/1} \right] \\ 0,9 * \left[1 + 0,8 * \frac{66,08 * 10^3}{0,318 * 14910 * 235/1} \right] \end{array} \right\}$$

$$k_{yy} = \min \{0,969\} = 0,949$$

$$k_{zy} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - \frac{0,1 * \bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} * \frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk}/\gamma_{M1}} \\ 1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} * \frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk}/\gamma_{M1}} \end{array} \right\}$$

$$k_{zy} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - \frac{0,1 * 1,279}{(0,6 - 0,25)} * \frac{66,08 * 10^3}{0,397 * 14910 * 235/1} \\ 1 - \frac{0,1}{(0,6 - 0,25)} * \frac{66,08 * 10^3}{0,397 * 14910 * 235/1} \end{array} \right\}$$

$$k_{zy} = \max \{0,983\} = 0,986$$

Podmínky spolehlivosti:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk}/\gamma_{M1}} + k_{yy} * \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * M_{y,Rk}/\gamma_{M1}} < 1$$

$$\frac{66,8 * 10^3}{0,318 * 14910 * 235/1} + 0,949 * \frac{159,79 * 10^6}{0,897 * 1869 * 10^3 * 235/1} = 0,44$$

$$0,44 < 1$$

VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk}/\gamma_{M1}} + k_{zy} * \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * M_{y,Rk}/\gamma_{M1}} < 1$$

$$\frac{66,08 * 10^3}{0,397 * 14910 * 235/1} + 0,986 * \frac{159,79 * 10^6}{0,897 * 1869 * 10^3 * 235/1} = 0,45$$

$$0,45 < 1$$

VYHOVUJE

NÁVRH HEB 300 VYHOVUJE

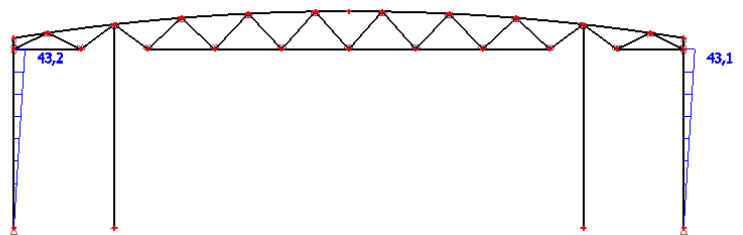
VNĚJŠÍ SLOUP:

Vnitřní síly:

KZS	1	2	3	4	5
M_{Ed} [kNm]	-	-	-	-	-
N_{Ed} [kN]	-23,57	-31,72	-28,52	-19,11	19,36

Mezní stav použitelnosti:

rozhodující – KZS3 ($\gamma_f = 1$)



$$\delta = 43,2 \text{ mm} < \delta_{lim} = \frac{h}{150} = \frac{8000}{150} = 53,33 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

Mezní stav únosnosti:

rozhodující KZS2

$$N_{Ed} = 31,72 \text{ kN}$$

Návrh: TR 219x6,3 S235

$$A = 4210 \text{ mm}^2$$

$$I_y = I_z = 2380 * 10^4 \text{ mm}^4$$

$$i_y = i_z = 75,2 \text{ mm}$$

průřez třídy 1

Vzpěrná délka v rovině rámu:

$$L_{cr,y} = 2 * L = 2 * 8000 = 16000 \text{ mm}$$

Vzpěrná délka z roviny rámu:

$$L_{cr,z} = 8000 \text{ mm}$$

Štřhlost:

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{16000}{75,2} = 212,8 < \lambda_{lim} = 250$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{8000}{75,2} = 106,4 < \lambda_{lim} = 250$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 * E * I_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 * 210000 * 2380 * 10^4}{16000^2} = 192,69 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{4210 * 235}{192,69 * 10^3}} = 2,27 \Rightarrow \chi_y = 0,176 \text{ (křivka a)}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 * E * I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 * 210000 * 2380 * 10^4}{8000^2} = 770,75 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{4210 * 235}{770,75 * 10^3}} = 1,13 \Rightarrow \chi_z = 0,576 \text{ (křivka a)}$$

$$N_{b,Rd} = \chi_y * A * f_y = 0,176 * 4210 * 235 = 174,13 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 31,72 \text{ kN} \leq N_{b,Rd} = 174,13 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH TR 219x6,3 VYHOVUJE

ZÁZEMÍ AUTOSALONU

Zatěžovací stavy:

- I. Stálé
- II. Minimální stálé
- III. Sníh
- IV. Vítr příčný
- V. Vítr podélný
- VI. Proměnné od vestavby

Kombinace zatěžovacích stavů:

- I) STÁLÉ + SNÍH + PROMĚNNÉ OD VESTAVBY
- II) STÁLÉ + SNÍH + PROMĚNNÉ OD VESTAVBY + ψ_0 VÍTR PŘÍČNÝ
 ($\psi_0 = 0,6$)
- III) STÁLÉ + VÍTR PŘÍČNÝ + PROMĚNNÉ OD VESTAVBY + ψ_0 SNÍH
 ($\psi_0 = 0,5$)
- IV) STÁLÉ MIN. + VÍTR PŘÍČNÝ
- V) STÁLÉ MIN. + VÍTR PODÉLNÝ

Vnitřní síly:

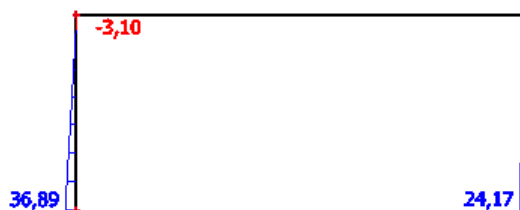
KZS	1	2	3	4	5
M_{Ed} [kNm]	-	-92,24	-153,73	-153,73	57,09
$N_{Ed,D}$ [kN]	-321,43	-304,16	-248,00	-94,86	-77,82
$N_{Ed,H}$ [kN]	-111,49	-92,22	-38,06	11,13	28,17

Rozhodující kombinace (KZS3):

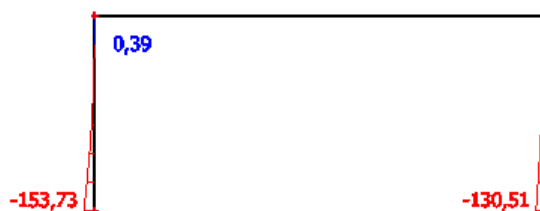
N_{Ed} [kN]



V_{Ed} [kN]

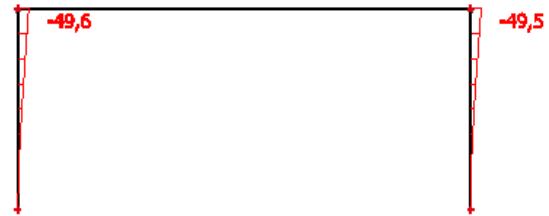


M_{Ed} [kN]



Mezní stav použitelnosti:

rozhodující - KZS3 ($\gamma_f = 1$)



$$\delta = 49,6 \text{ mm} < \delta_{\text{lim}} = \frac{h}{150} = \frac{9100}{150} = 60,67 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

Mezní stav únosnosti:

Návrh: HEB 280 S235

$$A = 13140 \text{ mm}^2$$

$$A_{vz} = 4109 \text{ mm}^2$$

$$I_w = 1130 * 10^9 \text{ mm}^6$$

$$I_t = 1437 * 10^3 \text{ mm}^4$$

$$W_{pl,y} = 1534 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 192,7 * 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 65,96 * 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_y = 121,1 \text{ mm}$$

$$i_z = 70,8 \text{ mm}$$

pro ohyb průřez třídy 1

pro tlak průřez třídy 1

Vzpěr:

$$N_{Ed,max} = -321,43 \text{ kN}$$

Vzpěrná délka v rovině rámu:

$$L_{cr,y} = 2 * L = 2 * 9100 = 18200 \text{ mm}$$

Vzpěrná délka z roviny rámu:

$$L_{cr,z} = L_h = 5100 \text{ mm}$$

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

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{18200}{121,1} = 150,29$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{5100}{70,8} = 72,03$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{150,29}{93,9} = 1,601 \Rightarrow \chi_y = 0,308 \text{ (křivka b)}$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{72,03}{93,9} = 0,767 \Rightarrow \chi_z = 0,361 \text{ (křivka c)}$$

$$N_{b,Rd} = \chi_y * A * f_{yd} = 0,308 * 13140 * 235 = 951,07 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 951,07 \text{ kN} \geq N_{Ed,max} = 321,43 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Ohyb:

$$M_{Ed,max} = 153,73 \text{ kNm}$$

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w * L} * \sqrt{\frac{E * I_w}{G * I_t}} = \frac{\pi}{0,7 * 9100} * \sqrt{\frac{210000 * 1130 * 10^9}{81000 * 1437 * 10^3}} = 0,704$$

$$k_w = 0,7$$

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) * \kappa_{wt} = 1,77 + (1,85 - 1,77) * 0,704 = 1,826$$

pro $k_z = 1$ a trojúhelníkový průběh momentu:

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

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

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} * \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2} = \frac{1,826}{1} * \sqrt{1 + 0,704^2} = 2,233$$

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

$$M_{cr} = 2,233 * \frac{\pi * \sqrt{210000 * 65,96 * 10^6 * 81000 * 1437 * 10^3}}{9100}$$

$$M_{cr} = 978,904 \text{ kNm}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1534 * 10^3 * 235}{978,904 * 10^6}} = 0,607 \Rightarrow \chi_{LT} = 0,886 \text{ (křivka a)}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} * f_{yd} * W_{pl,y} = 0,886 * 235 * 1534 * 10^3 = 319,39 \text{ kNm}$$

$$M_{b,Rd} = 319,39 \text{ kNm} \geq M_{Ed,max} = 153,73 \text{ kNm}$$

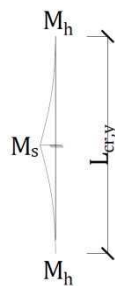
VYHOVUJE

Interakce N+M:

rozhodující KZS3

$$N_{Ed} = -248,0 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -153,73 \text{ kNm}$$



$$\alpha_h = \frac{M_h}{M_s} = 0$$

$$M_h = M_s = 0$$

$$C_{my} = 0,9 + 0,1 * \alpha_h = 0,9 + 0 = 0,9$$

$$C_{mLT} = 0,6 + 0,4\psi = 0,6 + 0,4 * 0 = 0,6$$

$$\psi = \frac{M_h}{M_s} = 0$$

Interakční součinitele:

$$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} C_{my} * \left[1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) * \frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk}/\gamma_{M1}} \right] \\ C_{my} * \left[1 + 0,8 * \frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk}/\gamma_{M1}} \right] \end{array} \right\}$$

$$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,9 * \left[1 + (1,601 - 0,2) * \frac{248 * 10^3}{0,308 * 13140 * 235/1} \right] \\ 0,9 * \left[1 + 0,8 * \frac{248 * 10^3}{0,308 * 13140 * 235/1} \right] \end{array} \right\}$$

$$k_{yy} = \min \{1,229\} = 1,088$$

$$k_{zy} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - \frac{0,1 * \bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} * \frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \\ 1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} * \frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \end{array} \right\}$$

$$k_{zy} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - \frac{0,1 * 1,369}{(0,6 - 0,25)} * \frac{248 * 10^3}{0,361 * 13140 * 235/1} \\ 1 - \frac{0,1}{(0,6 - 0,25)} * \frac{248 * 10^3}{0,361 * 13140 * 235/1} \end{array} \right\}$$

$$k_{zy} = \max \{0,913, 0,936\} = 0,936$$

Podmínky spolehlivosti:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} * \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} < 1$$

$$\frac{248 * 10^3}{0,308 * 13140 * 235/1} + 1,088 * \frac{153,73 * 10^6}{0,886 * 1534 * 10^3 * 235/1} = 0,78$$

$$0,78 < 1$$

VYHOVUJE

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} * \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} < 1$$

$$\frac{248 * 10^3}{0,361 * 13140 * 235/1} + 0,936 * \frac{153,73 * 10^6}{0,886 * 1534 * 10^3 * 235/1} = 0,67$$

$$0,67 < 1$$

VYHOVUJE

NÁVRH HEB 280 VYHOVUJE

4.4 Patka

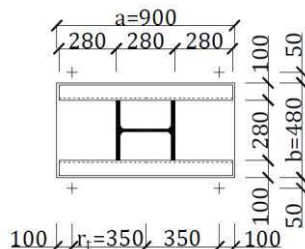
ZÁZEMÍ AUTOSALONU

vetknutá patka

HEB 280

Reakce v patkách:

	LEVÝ SLOUP			PRAVÝ SLOUP		
	$R_z=N_{Ed}$	$R_x=V_{Ed}$	M_{ed}	$R_z=N_{Ed}$	$R_x=V_{Ed}$	M_{ed}
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]
KZS1	321,43	-	-	321,43	-	-
KZS2	304,16	-22,13	92,24	295,11	-14,50	78,31
KZS3	248,00	-36,89	153,73	232,93	-24,17	130,51
KZS4	94,86	-36,89	153,73	79,79	-24,17	130,51
KZS5	77,82	31,32	-57,09	77,82	-31,32	57,09



Návrh geometrie:

Ocelová patka:

$$a = 900 \text{ mm}$$

$$b = 480 \text{ mm}$$

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

$$r_t = 350 \text{ mm}$$

$$t_{\text{podlití}} = 50 \text{ mm}$$

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

Betonová patka:

beton C20/25

$$f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$$

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

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

$$h = 700 \text{ mm}$$

Započitatelné rozměry betonové patky:

$$a_1 = \min(a_c, 3a, a + h) = \min(2000, 2550, 1600) = 1600 \text{ mm}$$

$$b_1 = \min(b_c, 3b, b + h) = \min(1200, 1320, 1180) = 1180 \text{ mm}$$

Součinitel koncentrace napětí:

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 * b_1}{a * b}} = \sqrt{\frac{1600 * 1180}{900 * 440}} = 2,184$$

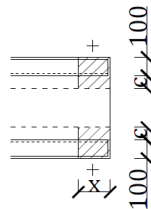
Návrhová pevnost betonu pod patkou:

$$f_{jd} = \beta_j * \frac{k_j * f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{2}{3} * \frac{2,184 * 20}{1,5} = 19,41 \text{ MPa}$$

$$\beta_j = \frac{2}{3}$$

Přesah desky:

$$c = t_p * \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 * f_{jd}}} = 30 * \sqrt{\frac{235}{3 * 19,41}} = 60,27 \text{ mm}$$



Účinná šířka patního plechu:

$$b_{eff} = (100 + c) * 2 = (100 + 60,27) * 2 = 320,54 \text{ mm}$$

Délka x tlačené oblasti pod patním plechem:

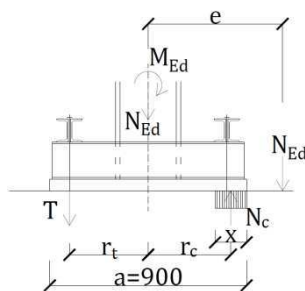
$$N_{Ed} * (e + r_t) = N_c * (r_c + r_t)$$

$$r_c = \frac{a}{2} - \frac{x}{2}$$

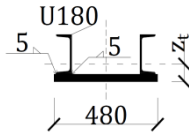
$$N_c = b_{eff} * x * f_{jd}$$

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

Namáhání patní spáry a průřezu patky:



	KZS3	KZS4	KZS5
M_{Ed} [kNm]	153,73	153,73	57,09
N_{Ed} [kN]	248,00	94,86	77,82
e [mm]	620	1621	734
x_1 [mm]	1542,73	1555,9	1580,4
x_2 [mm]	57,272	44,138	19,605
N_c [kN]	310,73	239,47	106,37
T [kN]	62,73	144,61	28,55



Průřez patky:

Patní plech 30x480 mm

Výztuhy 2xU200

$$A = 2 * 3,32 * 10^3 = 6,64 * 10^3 \text{ mm}^2$$

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

$$A_{vz} = 2 * 1,771 * 10^3 = 3,54 * 10^3 \text{ mm}^2$$

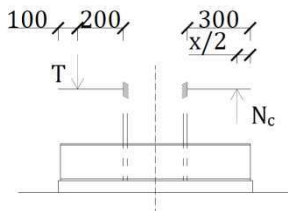
Průřez:

$$A = 30 * 480 + 6,64 * 10^3 = 21,04 * 10^3 \text{ mm}^2$$

$$z_t = \frac{\sum A_i * z_i}{A} = \frac{30 * 480 * \frac{30}{2} + 6,64 * 10^3 * (30 + \frac{200}{2})}{21,04 * 10^3} = 51,29 \text{ mm}$$

$$I_y = \frac{1}{12} * 480 * 30^3 + 30 * 480 * (51,29 - 15)^2 +$$

$$+ 38,2 * 10^6 + 6,64 * 10^3 * (\frac{200}{2} + 30 - 51,29)^2 = 79,48 * 10^6 \text{ mm}^4$$



Tlačená strana patky:

rozhoduje KZS3

$$M_p = N_c * (0,3 - \frac{x}{2}) = 310,73 * (0,3 - \frac{0,0573}{2}) = 81,21 \text{ kNm}$$

$$V_p = N_c = 310,73 \text{ kN}$$

Tažená strana patky:

rozhoduje KZS4

$$M_l = T * (0,3 - 0,1) = 144,61 * 0,2 = 27,48 \text{ kNm}$$

$$V_l = T = 144,61 \text{ kN}$$

$$\sigma_{h,max} = \frac{M_{max}}{W_{y,h}} = \frac{81,21 * 10^6}{4,45 * 10^5} = 182,49 \text{ MPa} \leq f_{yd} = 235 \text{ MPa}$$

$$W_{y,h} = \frac{79,48 * 10^6}{200 + 30 - 51,29} = 4,45 * 10^5 \text{ mm}^3$$

VYHOVUJE

$$\tau_{\max} = \frac{V_{\max}}{A_{VZ}} = \frac{310,73 \cdot 10^3}{3,54 \cdot 10^3} = 87,78 \text{ MPa} \leq \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = \frac{235}{\sqrt{3}} = 135,68 \text{ MPa}$$

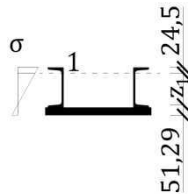
VYHOVUJE

$$\tau_{\max} = 87,78 \text{ MPa} > \frac{f_{yd}}{2\sqrt{3}} = \frac{235}{2\sqrt{3}} = 67,84 \text{ MPa} \Rightarrow \text{VELKÝ SMYK}$$

$$\sigma_1 = \frac{M_{\max}}{I_y} \cdot z_1 = \frac{81,21 \cdot 10^6}{79,48 \cdot 10^6} \cdot (200 + 30 - 51,29 - 24,5) = 157,57 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_1^2 + 3 \cdot \tau^2} = \sqrt{157,57^2 + 3 \cdot 87,78^2} = 218,96 \text{ MPa} < f_{yd} = 235 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE



NÁVRH PRŮŘEZU PATKY VYHOVUJE

Připojení výztuh k patnímu plechu:

Dva koutové svary na jednu výztuhu:

$$n = 4$$

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

$$l_w = 880 \text{ mm}$$

$$A_{we} = 4 \cdot 5 \cdot 880 = 17,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$I_{we} = \frac{1}{12} \cdot 880^3 \cdot 5 \cdot 4 = 11,36 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$N_{Ed} = 248 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 36,89 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 153,73 \text{ kNm}$$

$$N_c = V_p = 272,19 \text{ kN (podélný smyk od ohybu průřezu patky)}$$

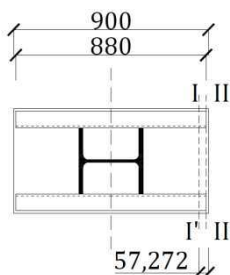
Napětí ve svarech:

Řez I-I'

$$\tau_{\parallel} = \frac{V_{Ed}}{A_{we}} + \frac{V_p \cdot S_{f,y}}{I_y \cdot 4 \cdot a_{we}} = \frac{36,89 \cdot 10^3}{17,6 \cdot 10^3} + \frac{310,73 \cdot 10^3 \cdot 52,26 \cdot 10^4}{79,48 \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot 5}$$

$$\tau_{\parallel} = 104,25 \text{ MPa}$$

$$S_{f,y} = 480 \cdot 30 \cdot \left(51,29 - \frac{30}{2}\right) = 52,26 \cdot 10^4 \text{ mm}^3$$



$$\sigma_{we} = \frac{N_{Ed}}{A_{we}} + \frac{M_{Ed}}{I_{we}} * x_I = \frac{248 * 10^3}{17,6 * 10^3} + \frac{153,73 * 10^6}{11,36 * 10^8} * \left(\frac{900}{2} - 57,272 \right)$$

$$\sigma_{we} = 67,24 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma_{we}}{\sqrt{2}} = \frac{67,24}{\sqrt{2}} = 47,54 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{47,54^2 + 3 * (47,54^2 + 104,25^2)} = 204,09 \text{ MPa}$$

$$204,09 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 * 1,25} = 360 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

Řez II-II'

$$\tau_{\parallel} = \frac{V_{Ed}}{A_{we}} = \frac{36,89 * 10^3}{17,6 * 10^3} = 2,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{we} = \frac{N_{Ed}}{A_{we}} + \frac{M_{Ed}}{I_{we}} * x_{II} = \frac{248 * 10^3}{17,6 * 10^3} + \frac{153,73 * 10^6}{11,36 * 10^8} * \frac{880}{2} = 73,63 \text{ MPa}$$

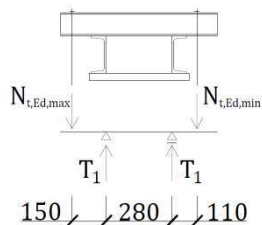
$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma_{we}}{\sqrt{2}} = \frac{73,63}{\sqrt{2}} = 52,07 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{52,07^2 + 3 * (52,07^2 + 2,1^2)} = 104,2 \text{ MPa}$$

$$104,2 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 * 1,25} = 360 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

PŘIPOJENÍ VÝZTUH K PATNÍMU PLECHU VYHOVUJE



Kotevní šrouby:

rozhodující KZS4

tolerance osazení šroubů ± 20 mm

$$T_{\max} = 144,61 \text{ kN}$$

$$T_1 = \frac{T_{\max}}{2} = \frac{144,61}{2} = 72,31 \text{ kN}$$

$$N_{t,Ed,\max} = \frac{72,31 * 150 + 72,31 * 430}{540} = 77,67 \text{ kN}$$

$$N_{t,Ed,\min} = 146,61 - 77,67 = 68,94 \text{ kN}$$

Návrh: lepené šrouby M30 S235

$$A_s = 561 \text{ mm}^2$$

$$f_{yd} = 235 \text{ MPa}$$

$$F_{t,Rd} = 0,8 * A_s * f_{yd} = 0,8 * 561 * 235 = 105,47 \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = 105,47 \text{ kN} \geq N_{t,Ed,\max} = 77,67 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH KOTEVNÍCH ŠROUBŮ M30 VYHOVUJE

Kotevní příčník:

$$M_{L,Ed} = 0,15 * N_{t,Ed,\min} = 0,15 * 68,94 = 10,34 \text{ kNm}$$

$$M_{P,Ed} = 0,11 * N_{t,Ed,\max} = 0,11 * 77,67 = 8,54 \text{ kNm}$$

$$V_{L,Ed} = 68,94 \text{ kN}$$

$$V_{P,Ed} = 77,67 \text{ kN}$$

Návrh: 2xU100 S235

$$W_{pl,y} = 2 * 49 * 10^3 = 98 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$A_{vz} = 2 * 646 = 1292 \text{ mm}^2$$

průřez třídy 1

$$f_{yd} = 235 \text{ MPa}$$

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} * \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 1292 * \frac{235}{\sqrt{3}} = 175,3 \text{ kN} \geq V_{Ed,max} = 77,67 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

$$\frac{V_{pl,Rd}}{2} = \frac{175,3}{2} = 87,65 \text{ kN} > V_{Ed,max} = 77,67 \text{ kN} \Rightarrow \text{MALÝ SMYK}$$

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} * f_{yd} = 98 * 10^3 * 235 = 23,03 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,Rd} = 23,03 \text{ kNm} \geq M_{Ed,max} = 10,34 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

NÁVRH 2xU100 VYHOVUJE

Únosnost ve smyku:

rozhodující KZS5

$$R_{x,Ed} = 31,32 \text{ kN} = V_{Ed}$$

$$R_{z,Ed} = 77,82 \text{ kN}$$

$$N_c = 106,37 \text{ kN}$$

$$V_{Ed}' = \mu * (N_c + R_{z,Ed}) = 0,2 * (106,37 + 77,82) = 36,84 \text{ kN}$$

$$\mu = 0,2$$

$$V_{Ed}' = 36,84 \text{ kN} > V_{Ed} 31,32 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH VETKNUTÉ PATKY VYHOVUJE

SHOWROOM

PATKA VNĚJŠÍHO SLOUPU:

kloubová patka z nevyztuženého patního plechu

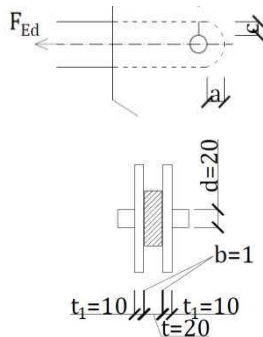
TR 194x5,6 S235

Vnitřní síly v patě sloupu:

	LEVÝ SLOUP			PRAVÝ SLOUP		
	N _{Ed}	V _{Ed}	M _{Ed}	N _{Ed}	V _{Ed}	M _{Ed}
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]
KZS1	-23,78	-	-	-23,78	-	-
KZS2	-31,89	-	-	-16,63	-	-
KZS3	-28,59	-	-	-3,16	-	-
KZS4	-19,09	-	-	6,34	-	-
KZS5	19,41	-	-	19,41	-	-

Čepový spoj:

Návrh: čep $\phi 20\text{mm}$ 4,6



$$a \geq \frac{F_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{2 \cdot d_0}{3} = \frac{31,89 \cdot 10^3 \cdot 1}{2 \cdot 20 \cdot 235} + \frac{2 \cdot 21}{3} = 17,39 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow a = 20 \text{ mm}$$

$$c \geq \frac{F_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{d_0}{3} = \frac{31,89 \cdot 10^3 \cdot 1}{2 \cdot 20 \cdot 235} + \frac{21}{3} = 10,4 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow c = 70 \text{ mm}$$

Únosnost ve stříhu:

$$F_{v,Rd} = n \cdot 0,6 \cdot \frac{A \cdot f_{up}}{\gamma_{M2}} = 2 \cdot 0,6 \cdot \frac{\pi \cdot 10^2 \cdot 400}{1,25} = 120,64 \text{ kN}$$

$$n = 2$$

$$F_{v,Rd} = 120,64 \text{ kN} \geq N_{t,Ed} = 31,89 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

$$M_{Rd} = 1,5 * W_{el} * \frac{f_{yp}}{\gamma_{M0}} = 1,5 * \frac{\pi * 20^3 * 240}{32 * 1} = 0,28 \text{ kNm}$$

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

$$M_{Ed} = \frac{31,89 * 10^3}{8} * (20 + 4 * 1 + 2 * 10) = 0,18 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 0,28 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

Kombinace smyku a ohybu:

$$\left(\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{Ed}}{F_{Rd}}\right)^2 = \left(\frac{0,18}{0,28}\right)^2 + \left(\frac{32,89}{120,64}\right)^2 = 0,49 \leq 1$$

VYHOVUJE

Otlačení desky:

$$F_{b,Rd} = \frac{1,5 * d * t * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,5 * 20 * 20 * 235}{1} = 141 \text{ kN} > N_{t,Ed} = 31,89 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH $\phi 20\text{mm}$ 4, 6 VYHOVUJE

Návrh geometrie patky:

Ocelová patka:

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

$$b = 180 \text{ mm}$$

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

$$t_{\text{podlití}} = 40 \text{ mm}$$

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

Betonová patka:

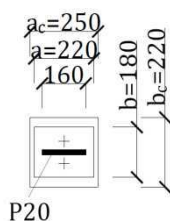
beton C16/20

$$f_{cd} = 10,67 \text{ MPa}$$

$$a_c = 250 \text{ mm}$$

$$b_c = 250 \text{ mm}$$

$$h = 450 \text{ mm}$$



P20

Započitatelné rozměry betonové patky:

$$a_1 = \min(3 * a, a + h, a_c) = \min(3 * 220, 220 + 450, 250)$$

$$a_1 = \min(660, 670, 250) = 250 \text{ mm}$$

$$b_1 = \min(3 * b, b + h, b_c) a_1 = \min(3 * 180, 180 + 450, 250)$$

$$b_1 = \min(540, 630, 250) = 250 \text{ mm}$$

Součinitel koncentrace napětí:

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 * b_1}{a * b}} = \sqrt{\frac{250 * 250}{220 * 180}} = 1,26$$

Návrhová pevnost betonu pod patkou:

$$f_{jd} = \beta_j * \frac{k_j * f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{2}{3} * \frac{1,26 * 16}{1,5} = 8,96 \text{ MPa}$$

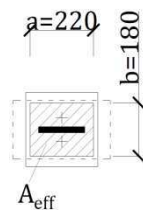
$$\beta_j = \frac{2}{3}$$

Účinná šířka patní desky:

$$c = t_p * \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 * f_{jd}}} = 30 * \sqrt{\frac{235}{3 * 8,96}} = 88,7 \text{ mm}$$

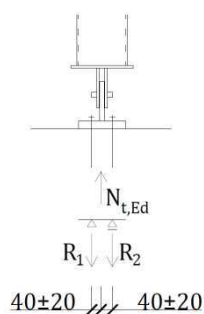
Účinná plocha (stanovena graficky):

$$A_{eff} = 39600 \text{ mm}^2$$



$$N_{Rd} = A_{eff} * f_{jd} = 39600 * 8,96 = 354,82 \text{ kN} \geq N_{Ed,max} = 19,41 \text{ kN}$$

VYHOVUJE



Kotevní šrouby:

rozhodující KZS5

tolerance osazení šroubů ± 20 mm

$$N_{t,Ed} = 19,41 \text{ kN}$$

$$R_1 = N_{t,Ed} * \frac{(40 + 20)}{80} = 14,56 \text{ kN}$$

$$R_2 = 19,41 - 14,56 = 4,85 \text{ kN}$$

Návrh: kotevní šrouby HILTI HIT-V-R M10

$$N_{t,Rd} = 18,56 \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = 18,56 \text{ kN} \geq N_{t,Ed,max} = 14,56 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH KLOUBOVÉ PATKY VYHOVUJE

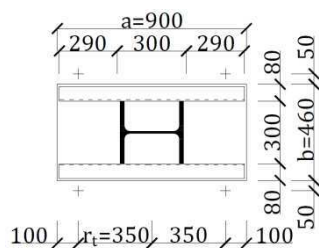
PATKA VNITŘNÍHO SLOUPU:

vetknutá patka

HEB 300

Reakce v patkách:

	LEVÝ SLOUP			PRAVÝ SLOUP		
	$R_z=N_{Ed}$	$R_x=V_{Ed}$	M_{ed}	$R_z=N_{Ed}$	$R_x=V_{Ed}$	M_{ed}
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]
KZS1	138,94	-0,07	0,64	138,94	0,07	-0,64
KZS2	127,58	-20,37	96,28	104,21	-15,39	86,41
KZS3	66,08	-33,87	159,79	27,14	-25,72	144,69
KZS4	8,09	-33,87	159,52	-30,05	-25,75	144,96
KZS5	-34,07	31,38	-57,39	-34,07	-31,38	57,39



Návrh geometrie:

Ocelová patka:

- $a = 900 \text{ mm}$
- $b = 460 \text{ mm}$
- $t_p = 30 \text{ mm}$
- $r_t = 350 \text{ mm}$
- $t_{\text{podlití}} = 50 \text{ mm}$
- $f_y = 235 \text{ MPa}$

Betonová patka:

- beton C20/25
- $f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$
- $a_c = 2000 \text{ mm}$
- $b_c = 1200 \text{ mm}$
- $h = 700 \text{ mm}$

Započitatelné rozměry betonové patky:

$$a_1 = \min(a_c, 3a, a + h) = \min(2000, 2700, 1650) = 1650 \text{ mm}$$

$$b_1 = \min(b_c, 3b, b + h) = \min(1200, 1380, 1160) = 1160 \text{ mm}$$

Součinitel koncentrace napětí:

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 * b_1}{a * b}} = \sqrt{\frac{1650 * 1160}{900 * 460}} = 2,306$$

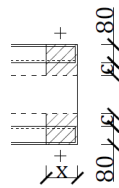
Návrhová pevnost betonu pod patkou:

$$f_{jd} = \beta_j * \frac{k_j * f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{2}{3} * \frac{2,306 * 20}{1,5} = 20,50 \text{ MPa}$$

$$\beta_j = \frac{2}{3}$$

Přesah desky:

$$c = t_p * \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 * f_{jd}}} = 30 * \sqrt{\frac{235}{3 * 20,50}} = 58,64 \text{ mm}$$



Účinná šířka patního plechu:

$$b_{\text{eff}} = (80 + c) * 2 = (80 + 58,64) * 2 = 277,28 \text{ mm}$$

Délka x tlačené oblasti pod patním plechem:

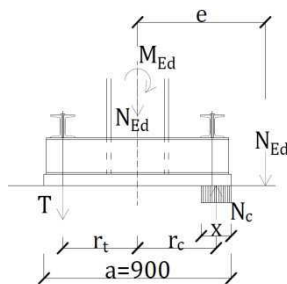
$$N_{\text{Ed}} * (e + r_t) = N_c * (r_c + r_t)$$

$$r_c = \frac{a}{2} - \frac{x}{2}$$

$$N_c = b_{\text{eff}} * x * f_{\text{jd}}$$

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

Namáhání patní spáry a průřezu patky:



		KZS2	KZS3	KZS4	KZS5
M_{Ed}	[kNm]	96,28	159,79	159,52	57,39
N_{Ed}	[kN]	127,58	66,08	8,09	-34,07
e	[mm]	755	2418	19718	-1684
x_1	[mm]	1568,37	1558,71	1563,46	1584,61
x_2	[mm]	31,63	41,29	36,54	15,39
N_c	[kN]	171,61	224,02	198,25	83,50
T	[kN]	44,03	157,94	190,16	117,57

Průřez patky:

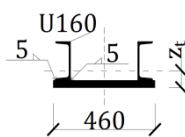
Patní plech 30x460 mm

Výztuhy 2xU160

$$A = 2 * 2,40 * 10^3 = 4,8 * 10^3 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 2 * 9,25 * 10^6 = 18,5 * 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A_{\text{Vz}} = 2 * 1,26 * 10^3 = 2,52 * 10^3 \text{ mm}^2$$



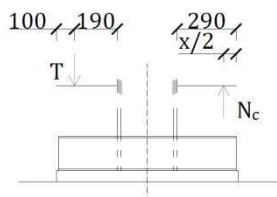
Průřez:

$$A = 30 * 460 + 4,8 * 10^3 = 18,6 * 10^3 \text{ mm}^2$$

$$z_t = \frac{\sum A_i * z_i}{A} = \frac{30 * 460 * \frac{30}{2} + 4,8 * 10^3 * (30 + \frac{160}{2})}{18,6 * 10^3} = 39,52 \text{ mm}$$

$$I_y = \frac{1}{12} * 460 * 30^3 + 30 * 460 * (39,52 - 15)^2 +$$

$$+ 18,5 * 10^6 + 4,8 * 10^3 * (\frac{160}{2} + 30 - 39,52)^2 = 51,68 * 10^6 \text{ mm}^4$$



Tlačená strana patky:

rozhoduje KZS3

$$M_p = N_c * \left(0,290 - \frac{x}{2}\right) = 224,02 * \left(0,290 - \frac{0,0413}{2}\right) = 60,34 \text{ kNm}$$

$$V_p = N_c = 224,02 \text{ kN}$$

Tažená strana patky:

rozhoduje KZS4

$$M_l = T * (0,290 - 0,1) = 190,16 * 0,19 = 36,13 \text{ kNm}$$

$$V_l = T = 190,16 \text{ kN}$$

$$\sigma_{h,max} = \frac{M_{max}}{W_{y,h}} = \frac{60,34 * 10^6}{4,01 * 10^5} = 150,47 \text{ MPa} \leq f_{yd} = 235 \text{ MPa}$$

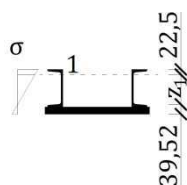
$$W_{y,h} = \frac{60,34 * 10^6}{160 + 30 - 39,52} = 4,01 * 10^5 \text{ mm}^3$$

VYHOVUJE

$$\tau_{max} = \frac{V_{max}}{A_{vz}} = \frac{224,02 * 10^3}{2,52 * 10^3} = 88,90 \text{ MPa} \leq \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = \frac{235}{\sqrt{3}} = 135,68 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

$$\tau_{max} = 88,90 \text{ MPa} > \frac{f_{yd}}{2\sqrt{3}} = \frac{235}{2\sqrt{3}} = 67,84 \text{ MPa} \Rightarrow \text{VELKÝ SMYK}$$



$$\sigma_1 = \frac{M_{max}}{I_y} * z_1 = \frac{60,34 * 10^6}{51,68 * 10^6} * (160 + 30 - 39,52 - 22,5) = 149,43 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_1^2 + 3 * \tau^2} = \sqrt{149,43^2 + 3 * 88,9^2} = 214,57 \text{ MPa} < f_{yd} = 235 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

NÁVRH PRŮŘEZU PATKY VYHOVUJE

Připojení výztuh k patnímu plechu:

Dva koutové svary na jednu výztuhu:

$$n = 4$$

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

$$l_w = 880 \text{ mm}$$

$$A_{we} = 4 * 5 * 880 = 17,6 * 10^3 \text{ mm}^2$$

$$I_{we} = \frac{1}{12} * 880^3 * 5 * 4 = 1,136 * 10^9 \text{ mm}^4$$

rozhodující KZS3

$$N_{Ed} = 66,08 \text{ kN}$$

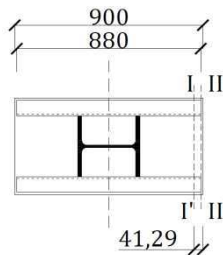
$$V_{Ed} = 33,87 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 159,79 \text{ kNm}$$

$$V_p = 224,02 \text{ kN (podélný smyk od ohybu průřezu patky)}$$

Napětí ve svarech:

Řez I-I'



$$\tau_{\parallel} = \frac{V_{Ed}}{A_{we}} + \frac{V_p * S_{f,y}}{I_y * 4 * a_{we}} = \frac{33,87 * 10^3}{17,6 * 10^3} + \frac{224,02 * 10^3 * 33,84 * 10^4}{51,68 * 10^6 * 4 * 5}$$

$$\tau_{\parallel} = 75,23 \text{ MPa}$$

$$S_{f,y} = 460 * 30 * \left(39,52 - \frac{30}{2}\right) = 33,84 * 10^4 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{we} = \frac{N_{Ed}}{A_{we}} + \frac{M_{Ed}}{I_{we}} * x_I = \frac{66,08 * 10^3}{17,6 * 10^3} + \frac{159,79 * 10^6}{1,136 * 10^9} * \left(\frac{900}{2} - 41,29\right)$$

$$\sigma_{we} = 61,24 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma_{we}}{\sqrt{2}} = \frac{61,24}{\sqrt{2}} = 43,31 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{43,31^2 + 3 * (43,31^2 + 75,23^2)} = 156,47 \text{ MPa}$$

$$156,47 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 * 1,25} = 360 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

Řez II-II'

$$\tau_{\parallel} = \frac{V_{Ed}}{A_{we}} = \frac{33,87 * 10^3}{17,6 * 10^3} = 1,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{we} = \frac{N_{Ed}}{A_{we}} + \frac{M_{Ed}}{I_{we}} * x_{II} = \frac{66,08 * 10^3}{17,6 * 10^3} + \frac{159,79 * 10^6}{1,136 * 10^9} * \frac{880}{2} = 65,65 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma_{we}}{\sqrt{2}} = \frac{65,65}{\sqrt{2}} = 46,42 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{46,42^2 + 3 * (46,42^2 + 65,65^2)} = 146,8 \text{ MPa}$$

$$146,8 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 * 1,25} = 360 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

PŘIPOJENÍ VÝZTUH K PATNÍMU PLECHU VYHOVUJE

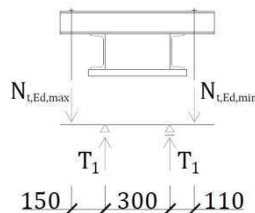
Kotevní šrouby:

rozhodující KZS4

tolerance osazení šroubů ± 20 mm

$$T_{max} = 190,16 \text{ kN}$$

$$T_1 = \frac{T_{max}}{2} = \frac{190,16}{2} = 95,08 \text{ kN}$$



$$N_{t,Ed,max} = \frac{95,08 * 150 + 95,08 * 450}{560} = 101,87 \text{ kN}$$

$$N_{t,Ed,min} = 190,16 - 101,87 = 88,29 \text{ kN}$$

Návrh: lepené šrouby M36x3 S235

$$A_s = 865 \text{ mm}^2$$

$$f_{yd} = 235 \text{ MPa}$$

$$F_{t,Rd} = 0,8 * A_s * f_{yd} = 0,8 * 865 * 235 = 162,62 \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = 162,62 \text{ kN} \geq N_{t,Ed,max} = 101,87 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH KOTEVNÍCH ŠROUBŮ M36x3 VYHOVUJE

Kotevní příčník:

$$M_{L,Ed} = 0,15 * N_{t,Ed,min} = 0,15 * 88,29 = 13,24 \text{ kNm}$$

$$M_{P,Ed} = 0,11 * N_{t,Ed,max} = 0,11 * 101,87 = 11,21 \text{ kNm}$$

$$V_{L,Ed} = 88,29 \text{ kN}$$

$$V_{P,Ed} = 101,87 \text{ kN}$$

Návrh: 2xU100 S235

$$W_{pl,y} = 2 * 49 * 10^3 = 98 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$A_{vz} = 2 * 646 = 1292 \text{ mm}^2$$

průřez třídy 1

$$f_{yd} = 235 \text{ MPa}$$

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} * \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 1292 * \frac{235}{\sqrt{3}} = 175,3 \text{ kN} \geq V_{Ed,max} = 101,87 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

$$\frac{V_{pl,Rd}}{2} = \frac{175,3}{2} = 87,65 \text{ kN} < V_{Ed,max} = 101,87 \text{ kN} \Rightarrow \text{VELKÝ SMYK}$$

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} * f_{yd} = 98 * 10^3 * 235 = 23,03 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,Rd} = 23,03 \text{ kNm} \geq M_{Ed,max} = 13,24 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

$$M_{v,Rd} = \left(W_{pl,y} - \frac{\rho * A_{vz}^2}{4 * t_w} \right) * f_{yd} = \left(98 * 10^3 - \frac{0,026 * 1292^2}{4 * 6} \right) * 235$$

$$\rho = \left(\frac{2 * V_{Ed,max}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2 = \left(\frac{2 * 101,87}{175,3} - 1 \right)^2 = 0,026$$

$$M_{v,Rd} = 22,61 \text{ kNm} \geq M_{Ed,max} = 13,24 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

NÁVRH 2xU100 VYHOVUJE

Únosnost ve smyku:

rozhodující KZS5

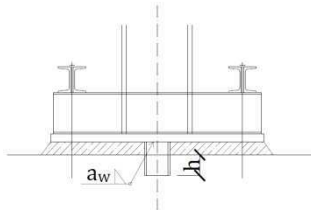
$$R_{x,Ed} = 31,38 \text{ kN} = V_{Ed}$$

$$R_{z,Ed} = -34,07 \text{ kN}$$

Návrh smykové zarážky: IPE 100

$$b = 55 \text{ mm}$$

$$h > \frac{V_{Ed}}{b * f_{cd}} = \frac{31,38 * 10^3}{55 * 13,33} = 42,8 \text{ mm} \Rightarrow h = 80 \text{ mm}$$



$$V_{Rd} = h * b * f_{cd} = 80 * 55 * 13,33 = 58,65 \text{ kN} \geq V_{Ed} = 31,38 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH IPE 100 VYHOVUJE

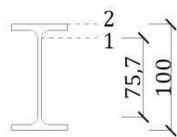
Přípoj zarážky k patnímu plechu:

Návrh: 2xkoutový svar

$$a_w = 4 \text{ mm}$$

$$I_w = 21,65 * 10^5 \text{ mm}^4$$

Posouzení v bodě 1:



$$\tau_{\parallel} = \frac{V_{Ed}}{2 * a_w * l_w} = \frac{31,38 * 10^3}{2 * 4 * 75,7} = 51,82 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{V_{Ed} * e}{\sqrt{2} * \frac{I_w}{z_1}} = \frac{31,38 * 10^3 * (50 + \frac{50}{2})}{\sqrt{2} * \frac{21,65 * 10^5}{75,7/2}} = 29,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = 29,1 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{360}{1,25} = 288 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} = \sqrt{29,1^2 + 3 * (29,1^2 + 51,82^2)} = 106,97 \text{ MPa}$$

$$106,97 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 * 1,25} = 360 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

Posouzení v bodě 2:

$$\tau_{\parallel} = 0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{V_{Ed} * e}{\sqrt{2} * \frac{I_w}{z_1}} = \frac{36,89 * 10^3 * (50 + \frac{50}{2})}{\sqrt{2} * \frac{21,65 * 10^5}{100/2}} = 38,43 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = 38,43 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{360}{1,25} = 288 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} = \sqrt{38,43^2 + 3 * (0 + 38,43^2)} = 76,86 \text{ MPa}$$

$$76,86 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 * 1,25} = 360 \text{ MPa}$$

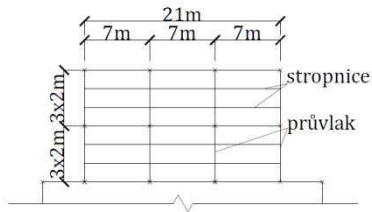
VYHOVUJE

NÁVRH VETKNUTÉ PATKY VYHOVUJE

5. Vestavba

5.1 Zatížení stropní konstrukce

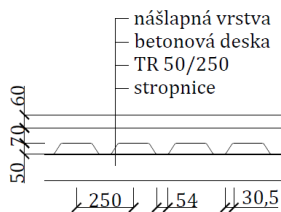
I) Montážní stádium



STÁLÉ ZATÍŽENÍ		g_k [kN/m ²]	γ_g	g_d [kN/m ²]
čerstvý beton tl. $70+50 \cdot \frac{54+30,5}{250}$ = 87mm	26 kN/m ³	$26 \cdot 0,087 = 2,26$	1,35	3,05
trapezový plech TR 50/250, tl. 1mm (odhad)	10,07 kg/m ²	0,10	1,35	0,14
CELKEM		2,36		3,19

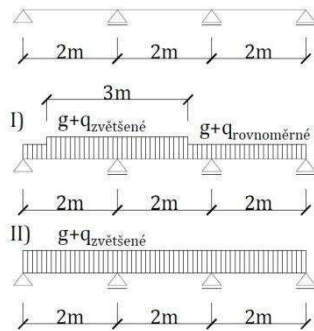
PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ	q_k [kN/m ²]	γ_q	q_d [kN/m ²]
rovnoměrné	0,75	1,5	1,01
zvětšené	1,50	1,5	2,25

II) Provozní stádium



STÁLÉ ZATÍŽENÍ		g_k [kN/m ²]	γ_g	g_d [kN/m ²]
nášlapná vrstva tl. 60mm	-	1,2	1,35	1,62
betonová deska tl. 87mm	25 kg/m ³	$0,087 \cdot 25 = 2,18$	1,35	2,90
trapezový plech TR 50/250, tl. 1mm	10,07 kg/m ²	0,1	1,35	0,14
sádkokartonový podhled 12,5mm	9,2 kg/m ²	0,092	1,35	0,13
CELKEM		3,57		4,79

PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ	q_k [kN/m ²]	γ_q	q_d [kN/m ²]	
užité	2,5	1,5	3,75	
přemístitelné příčky	0,8	1,5	1,20	
CELKEM		3,3		4,95



5.2 Trapézový plech

Zatížení v montážním stadiu:

- I) Umístění zvětšeného proměnného zatížení q vedoucího k max. ohybovým momentům
- II) Zvětšené proměnné zatížení q po celé délce nosníku

Pro návrh bezpečně uvažováno rozmístění zatížení dle schématu II

$$f_k = g_k + q_{k,zv.} = 2,36 + 1,5 = 3,86 \text{ kN/m}^2$$

$$f_d = g_d + q_{d,zv.} = 3,19 + 2,25 = 5,44 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Ed,max} = \frac{f_d * l^2}{10} = \frac{5,44 * 2^2}{10} = 2,18 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{Ed} = f_{yd} * W_y \Rightarrow W_{y,min} = \frac{M_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{2,18 * 10^6}{235} = 9277 \text{ mm}^3/\text{m'}$$

Návrh: TR 50/250 tl. 0,88, S235

$$W_{y,eff} = 10,2 * 10^3 \text{ mm}^3/\text{m'}$$

$$I_{y,eff} = 26,2 * 10^4 \text{ mm}^4/\text{m'}$$

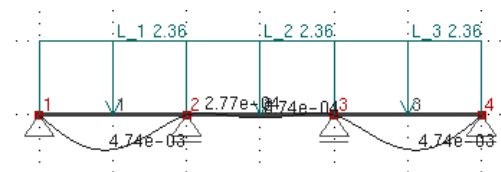
Mezní stav únosnosti:

$$M_{Rd} = f_{yd} * W_{y,eff} = 235 * 10,2 * 10^3 = 2,4 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{Rd} = 2,4 \text{ kNm/m'} \geq M_{Ed,max} = 2,18 \text{ kNm/m'}$$

VYHOVUJE

Mezní stav použitelnosti:



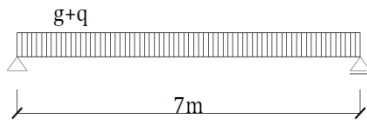
průhyb od stálého zatížení $g_k = 2,35 \text{ kN/m}^2$

$$\delta_{max} < \frac{t_{deska}}{10}$$

$$\delta_{max} = 4,7 \text{ mm} < \frac{87}{10} = 8,7 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

NÁVRH: TR 50/250 tl. 0,88 VYHOVUJE



5.3 Stropnice

mezilehlá stropnice

spřažená s betonovou deskou, při betonáži podepřená

$$f_k = g_k + q_k + g_{0,\text{stropnice}} = (3,57 + 3,3) * 2 + 0,16 = 13,9 \text{ kN/m}$$

$$g_{0,\text{stropnice}} = 0,16 \text{ kN/m (odhad IPE 160)}$$

$$f_d = g_d + q_d + 1,35 * g_{0,\text{stropnice}} = (4,79 + 4,95) * 2 + 1,35 * 0,16$$

$$f_d = 19,7 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} * f * l^2 = \frac{1}{8} * 19,7 * 7^2 = 120,66 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} * f * l = \frac{1}{2} * 19,7 * 7 = 61,95 \text{ kNm}$$

Návrh: IPE 160 S355

$$A = 2009 \text{ mm}^2$$

$$A_{vz} = 966 \text{ mm}^2$$

$$W_{pl,y} = 123,9 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 869,3 * 10^4 \text{ mm}^4$$

průřez třídy 1

$$f_{yd} = 355 \text{ MPa}$$

Beton C25/30

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$$

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

Mezní stav únosnosti:

Ohybová únosnost:

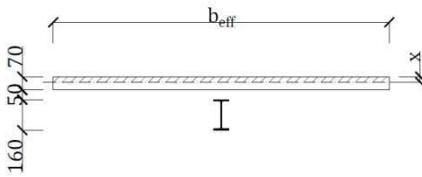
plastická ohybová únosnost ocelobetonového průřezu

$$b_{eff} = 2 * b_e = 2 * 875 = 1750 \text{ mm} \leq b = 2000 \text{ mm}$$

$$b_e = \frac{L}{8} = \frac{7000}{8} = 875 \text{ mm} < \frac{b}{2} = \frac{2000}{2} = 1000 \text{ mm}$$

$$L = 7000 \text{ mm}$$

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



Předpoklad: neutrální osa leží v betonové desce

$$N_a = N_c \Rightarrow x = \frac{A_a * f_{yd}}{b_{eff} * 0,85 * f_{cd}} = \frac{2009 * 355}{1750 * 0,85 * 16,67} = 28,8 \text{ mm}$$

PŘEDPOKLAD SPLNĚN

$$M_{pl,Rd} = N_a * z = A_a * f_{yd} * z = 2009 * 355 * \left[\frac{160}{2} + 50 + \left(70 - \frac{28,8}{2} \right) \right]$$

$$M_{pl,Rd} = 132,37 \text{ kNm} \geq M_{Ed} = 120,66 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

Smyková únosnost:

$$V_{c,Rd} = A_{vz} * \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 966 * \frac{355}{\sqrt{3}} = 197,99 \text{ kN} \geq V_{Ed} = 61,95 \text{ kNm}$$

$$\frac{V_{c,Rd}}{2} = 99 \text{ kN} > V_{Ed} = 61,95 \text{ kNm} \Rightarrow \text{MALÝ SMYK}$$

VYHOVUJE

Spřažení:

Návrh: trn 19/100 S235

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

$$h_{sc} = 100 \text{ mm}$$

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

Únosnost pro střih dřívku:

$$P_{Rd} = 0,8 * \frac{f_u * \pi * d^2}{\gamma_v * 4} = 0,8 * \frac{360 * \pi * 19^2}{1,25 * 4} = 65,33 \text{ kN (rozhodující)}$$

Únosnost pro otláčení betonu:

$$P_{Rd} = 0,29 * \frac{\alpha * d^2}{\gamma_v} * \sqrt{f_{ck} * E_{cm}} = 0,29 * \frac{1 * 19^2}{1,25} * \sqrt{25 * 30500}$$

$$P_{Rd} = 73,13 \text{ kN}$$

$$\frac{h_{sc}}{d} = \frac{100}{19} = 5,26 > 4 \Rightarrow \alpha = 1$$

Pro použití trapézového plechu:

$$P_{Rd} = k_t * P_{Rd} = 0,85 * 65,33 = 55,53 \text{ kN}$$

$$k_t = 0,85$$

Síla v připojeném pásu:

$$N_{cf} = N_{pl,a} = A_a * f_{yd} = 2009 * 355 = 713,2 \text{ kN}$$

Potřebný počet trnů na polovině nosníku:

$$n_f = \frac{N_{cf}}{P_{Rd}} = \frac{713,2}{55,53} = 12,8 \Rightarrow 13 \text{ trnů}$$

Trny umístěny do žeber trapézového plechu

\Rightarrow lze umístit max. $3500/250 = 14$ trnů na každou polovinu nosníku

NÁVRH: 14x19/100 NA KAŽDÉ POLOVINĚ NOSNÍKU

$$n * P_{Rd} = 14 * 55,53 = 777,42 \text{ kN} \geq N_{cf} = 713,2 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH 14 x 19/100 NA KAŽDÉ POLOVINĚ NOSNÍKU VYHOVUJE

Mezní stav použitelnosti:

Pružné působení nosníku při provozním zatížení:

$$M_{Ek} = \frac{1}{8} * f_k * l^2 = \frac{1}{8} * 13,9 * 7^2 = 85,14 \text{ kNm}$$

Stanovení ideálního průřezu:

$$E'_c = \frac{E_{cm}}{2} = \frac{30500}{2} = 15250 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{E_a}{E'_c} = \frac{210000}{15250} = 13,77$$

$$A_{i,eff} = A_a + A'_{c,eff} = 2009 + \frac{70 * 1750}{13,77} = 10,91 * 10^3 \text{ mm}^2$$

$$e_z = \frac{\sum S_y}{A_{i,eff}} = \frac{2009 * \frac{160}{2} + \frac{70 * 1750}{13,77} * (160 + 50 + \frac{70}{2})}{10,91 * 10^3} = 215 \text{ mm}$$

$e_z = 215 \text{ mm} \Rightarrow$ neutrální osa prochází betonovou deskou

$$I_{y,eff} = 869,3 * 10^4 + 2009 * \left(215 - \frac{160}{2}\right)^2 + \left[\frac{1}{12} * 1750 * 70^3 + 1750 * 70 * \left(215 - 160 - 50 - \frac{70}{2}\right)^2\right] * \frac{1}{13,77}$$

$$I_{y,eff} = 56,95 * 10^6 \text{ mm}^4$$

Maximální napětí v oceli:

$$\sigma_{a,\max} = \frac{M_{Ek}}{I_{y,\text{eff}}} * z_d = \frac{85,14 * 10^6}{56,95 * 10^6} * 215 = 321,42 \text{ MPa} \leq f_y = 355 \text{ MPa}$$

Maximální napětí v betonové desce:

$$\sigma_{c,\max} = \frac{M_{Ek}}{n * I_{y,\text{eff}}} * z_h = \frac{85,14 * 10^6}{13,77 * 56,95 * 10^6} * (280 - 215) = 7,06 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,\max} = 7,06 \text{ MPa} \leq 0,85 * f_{ck} = 17 \text{ MPa}$$

NOSNÍK PŮSOBÍ PRUŽNĚ

Průhyb od proměnného zatížení:

$$\delta = \frac{5 * q_k * L^4}{384 * E * I_y} = \frac{5 * 3,3 * 10^{-3} * 2000 * 7000^4}{384 * 210 * 10^3 * 56,95 * 10^6} = 17,28 \text{ mm}$$

$$\delta = 17,28 \text{ mm} \leq \delta_{\text{lim}} = \frac{L}{250} = \frac{7000}{250} = 28 \text{ mm}$$

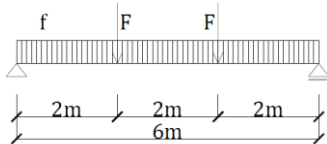
VYHOVUJE

NÁVRH IPE 160 VYHOVUJE

5.4 Průvlak

vnitřní průvlak

spražený s betonovou deskou, při betonáži podepřený



$$F_{Ek} = [(g_k + q_k) * 2 + g_{0,\text{stropnice}}] * 7 = [(3,57 + 3,3) * 2 + 0,16] * 7$$

$$F_{Ek} = 97,4 \text{ kN}$$

$$F_{Ed} = [(g_d + q_d) * 2 + g_{0,\text{stropnice}} * 1,35] * 7$$

$$F_{Ed} = [(4,79 + 4,95) * 2 + 0,16 * 1,35] * 7 = 137,87 \text{ kN}$$

$$f_{Ek} = q_{0,\text{průvlak}} = 0,31 \text{ kN/m (odhad IPE 240)}$$

$$f_{Ed} = 1,35 * 0,31 = 0,42 \text{ kN/m}$$

$$R_{Ek} = V_{Ek} = F_{Ek} + f_{Ek} * \frac{L}{2} = 97,4 + 0,31 * 3 = 98,33 \text{ kN}$$

$$R_{Ed} = V_{Ed} = F_{Ed} + f_{Ed} * \frac{L}{2} = 137,87 + 0,42 * 3 = 139,13 \text{ kN}$$

$$M_{Ek} = - \left(F_{Ek} * 1 + f_{Ek} * \frac{3^2}{2} - R_{Ek} * 3 \right) = 196,2 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = - \left(F_{Ed} * 1 + f_{Ed} * \frac{3^2}{2} - R_{Ed} * 3 \right) = 277,63 \text{ kNm}$$

Návrh: IPE 240 S355

$$A = 3912 \text{ mm}^2$$

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

$$W_{pl,y} = 366,6 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 3892 * 10^4 \text{ mm}^4$$

pro ohyb průřez třídy 1

$$f_{yd} = 355 \text{ MPa}$$

Beton C25/30

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$$

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

Mezní stav únosnosti:

Ohybová únosnost:

plastická ohybová únosnost ocelobetonového průřezu

$$b_{eff} = 2 * b_e = 2 * 750 = 1500 \text{ mm} \leq b = 7000 \text{ mm}$$

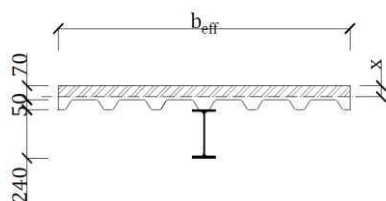
$$b_e = \frac{L}{8} = \frac{6000}{8} = 750 \text{ mm} < \frac{b}{2} = \frac{7000}{2} = 3500 \text{ mm}$$

$$L = 6000 \text{ mm}$$

$$b = 7000 \text{ mm}$$

Předpoklad: neutrální osa leží v betonové desce

beton v žeburu zanedbán



$$N_a = N_c \Rightarrow x = \frac{A_a * f_{yd}}{b_{eff} * 0,85 * f_{cd}} = \frac{3912 * 355}{1500 * 0,85 * 16,67} = 65,3 \text{ mm}$$

PŘEDPOKLAD SPLNĚN

$$M_{pl,Rd} = N_a * z = A_a * f_{yd} * z = 3912 * 355 * \left[\frac{240}{2} + 50 + \left(70 - \frac{65,3}{2} \right) \right]$$

$$M_{pl,Rd} = 287,96 \text{ kNm} \geq M_{Ed} = 277,63 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

Smyková únosnost:

$$V_{C,Rd} = A_{vz} * \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 1914 * \frac{355}{\sqrt{3}} = 392,29 \text{ kN} \geq V_{Ed} = 139,13 \text{ kNm}$$

$$\frac{V_{C,Rd}}{2} = 196,15 \text{ kN} > V_{Ed} = 139,13 \text{ kNm} \Rightarrow \text{MALÝ SMYK}$$

VYHOVUJE

Spřažení:

Návrh: trn 19/100 S235

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

$$h_{sc} = 100 \text{ mm}$$

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

Únosnost pro stříh dřívku:

$$P_{Rd} = 0,8 * \frac{f_u * \pi * d^2}{\gamma_v * 4} = 0,8 * \frac{360 * \pi * 19^2}{1,25 * 4} = 65,33 \text{ kN (rozhodující)}$$

Únosnost pro otláčení betonu:

$$P_{Rd} = 0,29 * \frac{\alpha * d^2}{\gamma_v} * \sqrt{f_{ck} * E_{cm}} = 0,29 * \frac{1 * 19^2}{1,25} * \sqrt{25 * 30500}$$

$$P_{Rd} = 73,13 \text{ kN}$$

$$\frac{h_{sc}}{d} = \frac{100}{19} = 5,26 > 4 \Rightarrow \alpha = 1$$

Pro trn v žebrové desce s žebry rovnoběžnými s nosníkem:

$$P_{Rd} = k_t * P_{Rd} = 1 * 65,33 = 65,33 \text{ kN}$$

$$k_t = 1$$

Síla v připojeném pásu:

$$N_{cf} = N_{pl,a} = A_a * f_{yd} = 3912 * 355 = 1388,8 \text{ kN}$$

Potřebný počet trnů na polovině nosníku:

$$n_f = \frac{N_{cf}}{P_{Rd}} = \frac{1388,8}{65,33} = 21,26 \Rightarrow 22 \text{ trnů}$$

Vzdálenost trnů:

$$r = \frac{L}{2 * n_f} = \frac{6000}{2 * 22} = 140 \text{ mm} > r_{min} = 5 * d = 95 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

NÁVRH TRN 19/100 PO 140mm VYHOVUJE

Mezní stav použitelnosti:

Pružné působení nosníku při provozním zatížení:

$$M_{Ek} = 196,2 \text{ kNm}$$

Stanovení ideálního průřezu:

$$E'_c = \frac{E_{cm}}{2} = \frac{30500}{2} = 15250 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{E_a}{E'_c} = \frac{210000}{15250} = 13,77$$

$$A_{i,eff} = A_a + A'_{c,eff} = 3912 + \frac{70 * 1500}{13,77} = 11,54 * 10^3 \text{ mm}^2$$

$$e_z = \frac{\sum S_y}{A_{i,eff}} = \frac{3912 * \frac{240}{2} + \frac{70 * 1500}{13,77} * (240 + 50 + \frac{70}{2})}{11,54 * 10^3} = 255,4 \text{ mm}$$

$$I_{y,eff} = 3892 * 10^4 + 3912 * \left(255,4 - \frac{240}{2}\right)^2 +$$

$$+ \left[\frac{1}{12} * 1500 * 70^3 + 1500 * 70 * \left(255,4 - 240 - 50 - \frac{70}{2}\right)^2\right] * \frac{1}{13,77}$$

$$I_{y,eff} = 150,7 * 10^6 \text{ mm}^4$$

Maximální napětí v oceli:

$$\sigma_{a,max} = \frac{M_{Ek}}{I_{y,eff}} * z_d = \frac{196,2 * 10^6}{150,7 * 10^6} * 255,4 = 332,5 \text{ MPa} \leq f_y = 355 \text{ MPa}$$

Maximální napětí v betonové desce:

$$\sigma_{c,max} = \frac{M_{Ek}}{n * I_{y,eff}} * z_h = \frac{196,2 * 10^6}{13,77 * 150,7 * 10^6} * (360 - 255,4) = 9,89 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,max} = 9,89 \text{ MPa} \leq 0,85 * f_{ck} = 17 \text{ MPa}$$

NOSNÍK PŮSOBÍ PRUŽNĚ

Průhyb od proměnného zatížení:

$$\delta = \frac{23 * Q_k * L^3}{648 * E * I_y} = \frac{23 * 3,3 * 2 * 7 * 10^3 * 6000^3}{648 * 210 * 10^3 * 150,7 * 10^6} = 11,2 \text{ mm}$$

$$\delta = 11,5 \text{ mm} \leq \delta_{lim} = \frac{L}{400} = \frac{6000}{400} = 15 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

NÁVRH IPE 240 VYHOVUJE

5.5 Sloup

vnitřní sloup

Zatěžovací plocha:

$$A = 6 * 7 = 42\text{m}^2$$

Zatížení:

STÁLÉ ZATÍŽENÍ		G_k [kN]	γ_g	G_d [kN]
strop	3,57 kN/m ²	$3,57 * 42 = 149,94$	1,35	202,42
stropnice	0,16 kN/m	$0,16 * 7 * 3 = 3,36$	1,35	4,54
průvlak	0,31 kN/m ²	$0,31 * 6 = 1,86$	1,35	2,51
CELKEM		155,16		209,47

PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ		Q_k [kN]	γ_q	Q_d [kN]
užitné	2,5 kN/m ²	$2,5 * 42 = 105$	1,5	157,5
přemístitelné příčky	0,8 kN/m ²	$0,8 * 42 = 33,6$	1,5	50,4
CELKEM		138,6		207,9

$$g_{0k,sloup} = 0,34 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ek} = g_{0k,sloup} * 4 + G_k + Q_k = 0,34 * 4 + 155,16 + 209,47 = 365,99 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = g_{0d,sloup} * 4 + G_d + Q_d = 0,46 * 4 + 209,47 + 207,9 = 419,17 \text{ kN}$$

Návrh: HEB 140 S355

$$A = 4296 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 1509 * 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 549,7 * 10^4 \text{ mm}^4$$

pro tlak průřez třídy 1

$$L_{cr,y} = L_{cr,z} = 4000 \text{ mm}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 * E * I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 * 210000 * 549,7 * 10^4}{4000^2} = 712,1 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{4296 * 355}{712,1 * 10^3}} = 1,46 \Rightarrow \chi_z = 0,328 \text{ (křivka c)}$$

$$N_{b,Rd} = \chi_z * A * f_y = 0,328 * 4296 * 355 = 500,23 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 500,23 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 419,17 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH HEB 140 VYHOVUJE

5.6 Patka

kloubová patka z nevyztuženého patního plechu
 lepené kotevní šrouby 2xM20
 HEB 140

Ocelová patka:

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

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

$$t_p = 25 \text{ mm}$$

$$t_{\text{podlití}} = 40 \text{ mm}$$

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

Betonová patka:

beton C16/20

$$f_{cd} = 10,67 \text{ MPa}$$

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

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

$$h = 700 \text{ mm}$$

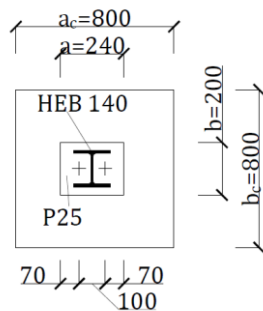
Započítatelné rozměry betonové patky:

$$a_1 = \min(3 * a, a + h, a_c) = \min(3 * 240, 240 + 700, 800)$$

$$a_1 = \min(720, 940, 800) = 720 \text{ mm}$$

$$b_1 = \min(3 * b, b + h, b_c) a_1 = \min(3 * 200, 200 + 700, 800)$$

$$b_1 = \min(600, 900, 800) = 600 \text{ mm}$$



Součinitel koncentrace napětí:

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 * b_1}{a * b}} = \sqrt{\frac{720 * 600}{240 * 200}} = 3$$

Návrhová pevnost betonu pod patkou:

$$f_{jd} = \beta_j * \frac{k_j * f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{2}{3} * \frac{3 * 16}{1,5} = 21,33 \text{ MPa}$$

$$\beta_j = \frac{2}{3}$$

Účinná šířka patní desky:

$$c = t_p * \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 * f_{jd}}} = 25 * \sqrt{\frac{235}{3 * 21,33}} = 47,91 \text{ mm}$$

Účinná plocha (stanovena graficky):

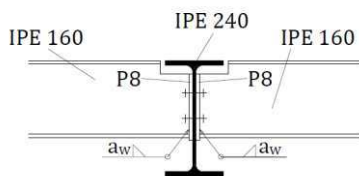


$$A_{eff} = 39148,44 \text{ mm}^2$$

$$N_{Rd} = A_{eff} * f_{jd} = 43704,4 * 21,33 = 835,04 \text{ kN} \geq N_{Ed,max} = 419,17 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH KLOUBOVÉ PATKY VYHOVUJE



5.7 Přípoje stropních nosníků

Přípoj stropnice na průvlak:

přípoj proveden pomocí čelních desek tl. 8mm

Reakce z jedné navržené stropnice:

$$R_{Ed} = \frac{F_{Ed}}{2} = \frac{137,87}{2} = 68,94 \text{ kN}$$

Návrh: šrouby M16 5.6

$$f_{ub} = 500 \text{ MPa}$$

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

Doporučené rozteče:

$$e_1 = 35 \text{ mm}$$

$$e_2 = 25 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 50 \text{ mm}$$

Jednostřížné, smyková rovina prochází závitem:

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

Otlačení – stojina průvlaku, malé rozteče, S355:

$$F_{b,Rd} = 120,9 * 0,62 = 74,96 \text{ kN (pro otlačení rozhodující)}$$

Otlačení – čelní deska tl. 8mm, běžné rozteče, S355:

$$F_{b,Rd} = 120,9 * 0,8 = 96,72 \text{ kN}$$

čelní deska tl. 8mm zatížena jednou stropnicí

stojina průvlaku tl. 6,2 mm zatížena dvěma stropnicemi

Potřebný počet šroubů – otlačení:

$$n = \frac{2 * R_{Ed}}{F_{b,Rd, stojina}} = \frac{137,87}{74,96} = 1,84 \Rightarrow 2$$

Potřebný počet šroubů - stříh:

$$n = \frac{R_{Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{68,94}{37,7} = 1,83 \Rightarrow 2$$

Návrh: 4 x M16 5.6

Návrh koutového svaru:

$$a_w = 4 \text{ mm}$$

$$L_{we} = 119 \text{ mm (svar uvažován pouze na stojině)}$$

$$n = 2$$

Návrhová pevnost:

$$f_{w,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} * \beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{510}{\sqrt{3} * 0,9 * 1,25} = 261,73 \text{ MPa}$$

Smyková únosnost svaru:

$$F_{w,Rd} = n * a * f_{w,d} * L_{we} = 2 * 4 * 261,73 * 119 = 249,2 \text{ kN}$$

$$F_{w,Rd} = 249,2 \text{ kN} \geq R_{Ed} = 68,94 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

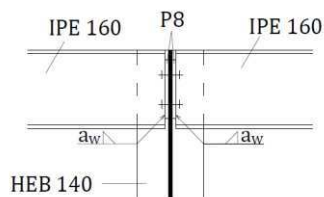
Smyková únosnost oslabené části stropnice:

$$A_{vz} = t_w * L_{we} = 5 * 119 = 595 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{vz} * f_y}{\sqrt{3}} = \frac{595 * 355}{\sqrt{3}} = 121,95 \geq R_{Ed} = 68,94 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH PŘÍPOJE VYHOVUJE



Přípoj stropnice na sloup vestavby:

přípoj proveden pomocí čelních desek tl. 8mm

Reakce z jedné navržené stropnice:

$$R_{Ed} = \frac{F_{Ed}}{2} = \frac{137,87}{2} = 68,94 \text{ kN}$$

Návrh: šrouby M16 5.6

$$f_{ub} = 500 \text{ MPa}$$

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

Minimální rozteče:

$$e_1 = 27,5 \text{ mm}$$

$$e_2 = 25 \text{ mm}$$

$$p_1 = 40 \text{ mm}$$

$$p_2 = 40 \text{ mm}$$

Jednostřížné, smyková rovina prochází závitem:

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

Otlačení – stojina sloupu, malé rozteče, S355:

$$F_{b,Rd} = 69 * 0,7 = 48,3 \text{ kN (pro otlačení rozhodující)}$$

Otlačení – čelní deska tl. 8mm, malé rozteče, S355:

$$F_{b,Rd} = 69 * 0,8 = 55,2 \text{ kN}$$

čelní deska tl. 8mm zatížena jednou stropnicí

stojina sloupu tl. 7 mm zatížena dvěma stropnicemi

Potřebný počet šroubů – otlačení:

$$n = \frac{2 * R_{Ed}}{F_{b,Rd, stojina}} = \frac{137,87}{48,3} = 2,85 \Rightarrow 3$$

Potřebný počet šroubů – stříh:

$$n = \frac{R_{Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{68,94}{37,7} = 1,83 \Rightarrow 2$$

Návrh: 4 x M16 5.6

Návrh koutového svaru:

$$a_w = 4 \text{ mm}$$

$$L_{we} = 119 \text{ mm (svar uvažován pouze na stojině)}$$

$$n = 2$$

Návrhová pevnost:

$$f_{w,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} * \beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{510}{\sqrt{3} * 0,9 * 1,25} = 261,73 \text{ MPa}$$

Smyková únosnost svaru:

$$F_{w,Rd} = n * a * f_{w,d} * L_{we} = 2 * 4 * 261,73 * 119 = 249,2 \text{ kN}$$

$$F_{w,Rd} = 249,2 \text{ kN} \geq R_{Ed} = 68,94 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

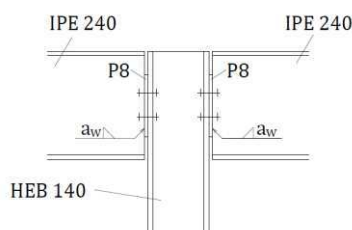
Smyková únosnost oslabené části stropnice:

$$A_{vz} = t_w * L_{we} = 5 * 119 = 595 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{vz} * f_y}{\sqrt{3}} = \frac{595 * 355}{\sqrt{3}} = 121,95 \geq R_{Ed} = 68,94 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH PŘÍPOJE VYHOVUJE



Přípoj průvlastku na sloup vestavby:

Reakce z jednoho navrženého průvlastku:

$$R_{Ed} = 2 * R_{Ed, stropnice} + \frac{G_{0,průvlastk}}{2} = 2 * 68,94 + \frac{2,51}{2} = 139,14 \text{ kN}$$

Návrh: šrouby M16 5.6

$$f_{ub} = 500 \text{ MPa}$$

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

Doporučené rozteče:

$$e_1 = 35 \text{ mm}$$

$$e_2 = 25 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 50 \text{ mm}$$

Jednostřížné, smyková rovina prochází závitem:

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

Otlačení – pásnice sloupu, běžné rozteče, S355:

$$F_{b,Rd} = 120,9 * 1,2 = 145,08 \text{ kN}$$

Otlačení – čelní deska tl. 8mm, běžné rozteče, S355:

$$F_{b,Rd} = 120,9 * 0,8 = 96,72 \text{ kN (pro otlačení rozhodující)}$$

Potřebný počet šroubů – otlačení:

$$n = \frac{R_{Ed}}{F_{b,Rd,deska}} = \frac{139,14}{96,72} = 1,44 \Rightarrow 2$$

Potřebný počet šroubů – stříh:

$$n = \frac{R_{Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{139,14}{37,7} = 3,7 \Rightarrow 4$$

Návrh: 4 x M16 5.6

Návrh koutového svaru:

$$a_w = 4 \text{ mm}$$

$$L_{we} = 140 \text{ mm (svar uvažován pouze na stojně)}$$

$$n = 2$$

Návrhová pevnost:

$$f_{w,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} * \beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{510}{\sqrt{3} * 0,9 * 1,25} = 261,73 \text{ MPa}$$

Smyková únosnost svaru:

$$F_{w,Rd} = n * a * f_{w,d} * L_{we} = 2 * 4 * 261,73 * 140 = 293,14 \text{ kN}$$

$$F_{w,Rd} = 398,67 \text{ kN} \geq R_{Ed} = 139,14 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Smyková únosnost oslabené části průvzlaku:

$$A_{vz} = t_w * L_{we} = 6,2 * 140 = 868 \text{ mm}^2$$

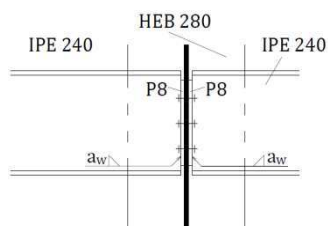
$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{vz} * f_y}{\sqrt{3}} = \frac{868 * 355}{\sqrt{3}} = 177,9 \geq R_{Ed} = 139,14 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH PŘÍPOJE VYHOVUJE

Přípoj průvzlaku na sloup příčné vazby:

v místě přípojí podélných ztužidel

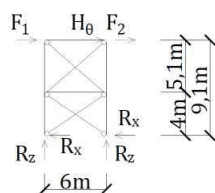


Reakce z jednoho navrženého průvzlaku:

$$R_{Ed,průvzlak} = 2 * R_{Ed,stropnice} + \frac{G_{0,průvzlak}}{2} = 2 * 68,94 + \frac{2,51}{2} = 139,14 \text{ kN}$$

Reakce od spodního ztužidla (I):

$$R_{Ed,I} = D_I * \frac{4}{\sqrt{4^2 + 6^2}} = 32,75 * \frac{4}{\sqrt{4^2 + 6^2}} = 18,17 \text{ kN}$$



Reakce od horního ztužidla (II):

$$R_{Ed,II} = D_{II} * \frac{5,1}{\sqrt{5,1^2 + 6^2}} = 36,85 * \frac{5,1}{\sqrt{5,1^2 + 6^2}} = 23,87 \text{ kN}$$

Celkem:

$$R_{Ed} = R_{Ed,průvzlak} + R_{Ed,I} + R_{Ed,II} = 139,14 + 18,17 + 23,87 = 181,18 \text{ kN}$$

Návrh: šrouby M16 5.6

$$f_{ub} = 500 \text{ MPa}$$

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

Doporučené rozteče:

$$e_1 = 35 \text{ mm}$$

$$e_2 = 25 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 50 \text{ mm}$$

Jednostřížné, smyková rovina prochází závitem:

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

Otlačení – stojina sloupu, běžné rozteče, S235:

$$F_{b,Rd} = 74,67 * 1,05 = 80,5 \text{ kN}$$

Otlačení – čelní deska tl. 8mm, běžné rozteče, S235:

$$F_{b,Rd} = 74,67 * 0,8 = 59,74 \text{ kN}$$

Potřebný počet šroubů – otlačení stojiny sloupu:

$$n = \frac{R_{Ed} + R_{Ed,právlak}}{F_{b,Rd, stojina}} = \frac{181,18 + 139,14}{80,5} = 3,97 \Rightarrow 4$$

Potřebný počet šroubů – otlačení příložky:

$$n = \frac{R_{Ed}}{F_{b,Rd,příložka}} = \frac{181,18}{59,74} = 3,03 \Rightarrow 4$$

Potřebný počet šroubů – stříh:

$$n = \frac{R_{Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{181,18}{37,7} = 4,81 \Rightarrow 5$$

Návrh: 6 x M16 5.6

Návrh koutového svaru:

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

$$L_{we} = 200 \text{ mm (svar uvažován pouze na stojině)}$$

$$n = 2$$

Návrhová pevnost:

$$f_{w,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} * \beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{235}{\sqrt{3} * 0,8 * 1,25} = 135,68 \text{ MPa}$$

Smyková únosnost svaru:

$$F_{w,Rd} = n * a * f_{w,d} * L_{we} = 2 * 5 * 135,68 * 200 = 271,36 \text{ kN}$$

$$F_{w,Rd} = 271,36 \text{ kN} \geq R_{Ed} = 181,18 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

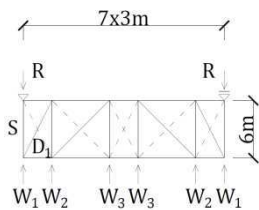
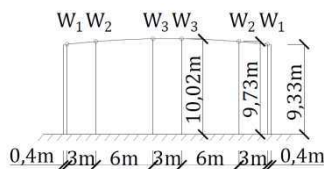
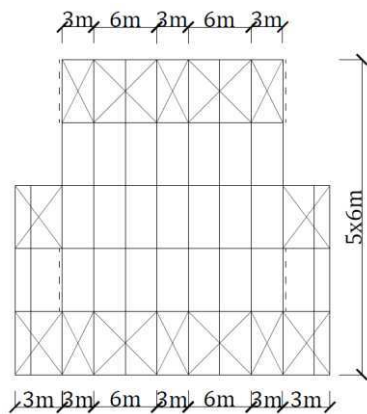
Smyková únosnost oslabené části průvlaku:

$$A_{vz} = t_w * L_{we} = 6,2 * 200 = 1240 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{vz} * f_y}{\sqrt{3}} = \frac{1240 * 355}{\sqrt{3}} = 254,14 \geq R_{Ed} = 181,18 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH PŘÍPOJE VYHOVUJE



6. Ztužidla

6.1 Příčné ztužidlo ve střešní rovině

ve střešní rovině navržena tři příčná ztužidla (jedno u každého štítu a jedno uprostřed délky)

ŠTÍT ZÁZEMÍ AUTOSALONU

uvažovány pouze tažené diagonály, tlačené považovány za vybočené rozhodující – sání větru při zatížení příčným větrem

zjednodušeně uvažováno konstantní $c_{pe} = -0,98$ na celé ploše štítu

$$W_{e,d} = \gamma_f * 0,624 * c_{pe} = 1,5 * 0,624 * (-0,98) = -0,917 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{1,Ed} = 1,9 * \frac{9,33}{2} * 0,917 = 8,13 \text{ kN}$$

$$W_{2,Ed} = 4,5 * \frac{9,73}{2} * 0,917 = 20,08 \text{ kN}$$

$$W_{3,Ed} = 4,5 * \frac{10,02}{2} * 0,917 = 20,67 \text{ kN}$$

$$R_{Ed} = 48,88 \text{ kN}$$

$$D_{max} = D_1 = 45,35 \text{ kN}$$

$$S = R_{Ed} = 48,88 \text{ kN}$$

Návrh diagonály: táhlo MACALLOY M16

$$N_{t,Rd} = 70 \text{ kN}$$

$$D_{max} = D_1 = 45,35 \text{ kN} \leq N_{t,Rd} = 70 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH MACALLOY M16 VYHOVUJE

Návrh svislice: TR 89x5 S235

$$A = 1319 \text{ mm}^2$$

$$I_y = I_z = 117 * 10^4 \text{ mm}^4$$

pro tlak průřez třídy 1

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

$$N_{Ed} = S = 48,88 \text{ kN}$$

$$L_{cr,y} = L_{cr,z} = 6000 \text{ mm}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 * 210000 * 117 * 10^4}{6000^2} = 67,36 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{1319 * 235}{67,36 * 10^3}} = 2,15 \Rightarrow \chi = 0,195 \text{ (křivka a)}$$

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_y = 195 * 1319 * 235 = 60,44 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 60,44 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 48,88 \text{ kN}$$

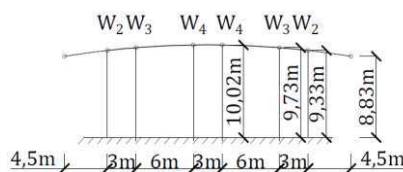
VYHOVUJE

NÁVRH TR 89x5 VYHOVUJE

ŠTÍT SHOWROOMU

uvažovány pouze tažené diagonály, tlačené považovány za vybočené
 rozhodující – sání větru při zatížení příčným větrem

zjednodušeně uvažováno konstantní $c_{pe} = -0,98$ na celé ploše štítu

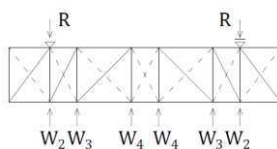


$$W_{e,d} = \gamma_f * 0,624 * c_{pe} = 1,5 * 0,624 * (-0,98) = -0,917 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{2,Ed} = 1,9 * \frac{9,33}{2} * 0,917 = 8,13 \text{ kN}$$

$$W_{3,Ed} = 4,5 * \frac{9,73}{2} * 0,917 = 20,08 \text{ kN}$$

$$W_{4,Ed} = 4,5 * \frac{10,02}{2} * 0,917 = 20,67 \text{ kN}$$



$$R_{Ed} = 48,88 \text{ kN}$$

$$D_{max} = D_2 = 44,84 \text{ kN}$$

$$S = R_{Ed} = 48,62 \text{ kN}$$

Návrh diagonály: táhlo MACALLOY M16

$$N_{t,Rd} = 70 \text{ kN}$$

$$D_{\max} = D_2 = 44,84 \text{ kN} \leq N_{t,Rd} = 70 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH MACALLOY M16 VYHOVUJE

Návrh svislice: TR 89x5 S235

$$A = 1319 \text{ mm}^2$$

$$I_y = I_z = 117 * 10^4 \text{ mm}^4$$

pro tlak průřez třídy 1

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

$$N_{Ed} = S = 44,84 \text{ kN}$$

$$L_{cr,y} = L_{cr,z} = 6000 \text{ mm}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 * 210000 * 117 * 10^4}{6000^2} = 67,36 \text{ kN}$$

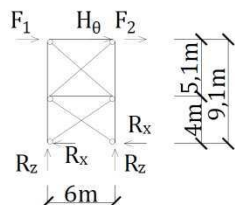
$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{1319 * 235}{67,36 * 10^3}} = 2,15 \Rightarrow \chi = 0,195 \text{ (křivka a)}$$

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_y = 0,195 * 1319 * 235 = 60,44 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 60,44 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 44,84 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH TR 89x5 VYHOVUJE



6.2 Podélné ztužidlo

ZÁZEMÍ AUTOSALONU

$$R_{Ed, \text{příčné}} = 48,88 \text{ kN}$$

$$F_{1,Ed} = R_{Ed, \text{příčné}} * \frac{C_{pe,D, \text{podélný}}}{0,98} = 48,88 * \frac{0,71}{0,98} = 35,41 \text{ kN}$$

$$F_{2,Ed} = F_{1,Ed} * \frac{C_{pe,E, \text{podélný}}}{C_{pe,D, \text{podélný}}} = 35,41 * \frac{0,32}{0,71} = 15,96 \text{ kN}$$

Zatížení vlivem rámových imperfekcí:

rozhodující KZS1

$$N_{Ed,H} = 111,49 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,D} = 321,43 \text{ kN} \Rightarrow N_{Ed} = 321,43 \text{ kN}$$

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}} = \frac{2}{\sqrt{9,1}} = 0,66$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 * \left(1 + \frac{1}{m}\right)} = \sqrt{0,5 * \left(1 + \frac{1}{3}\right)} = 0,82$$

$$m = 3$$

$$\phi = \phi_0 * \alpha_h * \alpha_m = \frac{0,66 * 0,82}{200} = 2,706 * 10^{-3}$$

$$\phi_0 = \frac{1}{200}$$

$$H_\phi = \phi * \sum N_{Ed} = 2,706 * 10^{-3} * 3 * 321,43 = 2,61 \text{ kN}$$

Reakce:

$$R_x = 26,99 \text{ kN}$$

$$R_z = \pm 81,87 \text{ kN}$$

Návrh diagonály: TR 63,5x4,5 S235

$$A = 834 \text{ mm}^2$$

$$i = 20,9 \text{ mm}$$

$$I = 365 * 10^3 \text{ mm}^4$$

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

$$N_{Ed,I} = D_I = 32,75 \text{ kN}$$

$$L_{cr,y} = \frac{L_I}{2} = \frac{7,21}{2} = 3,605 \text{ m (rozhodující)}$$

$$L_{cr,z} = 0,9 * \frac{L_I}{2} = 0,9 * 3,605 = 3,25 \text{ m}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 * 210000 * 365 * 10^3}{3605^2} = 58,21 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{834 * 235}{52,21 * 10^3}} = 1,94 \Rightarrow \chi = 0,236$$

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_y = 0,236 * 834 * 235 = 46,25 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 32,75 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

$$N_{Ed,II} = D_{II} = 36,85 \text{ kN}$$

$$L_{cr,y} = \frac{L_I}{2} = \frac{7,88}{2} = 3,94 \text{ m (rozhodující)}$$

$$L_{cr,z} = 0,9 * \frac{L_I}{2} = 0,9 * 3,94 = 3,546 \text{ m}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 * 210000 * 365 * 10^3}{3940^2} = 48,73 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{834 * 235}{48,73 * 10^3}} = 2,01 \Rightarrow \chi = 0,221 \text{ (křivka a)}$$

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_y = 0,221 * 834 * 235 = 43,31 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 36,85 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH TR 63,5x4,5 VYHOVUJE

Návrh přípoje: 2xM16 4,8

jednostřížný

$F_{v,Rd} = 37,7 \text{ kN}$ (jednostřížný, stříh v závitu) – rozhodující

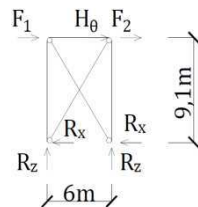
$F_{b,Rd} = 74,67 \text{ kN}$ ($t = 10\text{mm}$, běžné rozteče)

$$F_{Rd} = 2 * F_{v,Rd} = 2 * 37,7 = 75,4 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 36,85 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH 2xM16 4.8 VYHOVUJE

SHOWROOM



$$R_{Ed,příčné} = 48,88 \text{ kN}$$

$$F_{1,Ed} = R_{Ed,příčné} * \frac{C_{pe,D,podélný}}{0,98} = 48,88 * \frac{0,71}{0,98} = 35,41 \text{ kN}$$

$$F_{2,Ed} = F_{1,Ed} * \frac{C_{pe,E,podélný}}{C_{pe,D,podélný}} = 35,41 * \frac{0,32}{0,71} = 15,96 \text{ kN}$$

Zatížení vlivem rámových imperfekcí:

rozhodující KZS1

$$N_{Ed} = 139,14 \text{ kN}$$

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}} = \frac{2}{\sqrt{9,1}} = 0,66$$

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

$$m = 4$$

$$\phi = \phi_0 * \alpha_h * \alpha_m = \frac{0,66 * 0,79}{200} = 2,607 * 10^{-3}$$

$$\phi_0 = \frac{1}{200}$$

$$H_\phi = \phi * \sum N_{Ed} = 2,607 * 10^{-3} * 4 * 139,14 = 1,45 \text{ kN}$$

Reakce:

$$R_x = 26,11 \text{ kN}$$

$$R_z = \pm 80,11 \text{ kN}$$

Návrh diagonály: TR 82,5x4 S235

$$A = 966 \text{ mm}^2$$

$$i = 27,8 \text{ mm}$$

$$I = 761,8 * 10^3 \text{ mm}^4$$

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

$$N_{Ed} = D = \pm R_x * \frac{9,1}{6} = \pm 26,1 * \frac{9,1}{6} = \pm 39,59 \text{ kN}$$

$$L_{cr,y} = \frac{L}{2} = \frac{10,9}{2} = 5,45 \text{ m (rozhodující)}$$

$$L_{cr,z} = 0,9 * \frac{L}{2} = 0,9 * 5,45 = 4,91 \text{ m}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 * 210000 * 761,8 * 10^3}{5450^2} = 53,1 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{966 * 235}{53,1 * 10^3}} = 2,07 \Rightarrow \chi = 0,204 \text{ (křivka a)}$$

$$N_{b,Rd} = \chi * A * f_y = 0,204 * 966 * 235 = 46,31 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 39,59 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH TR 82,5x4 VYHOVUJE

Návrh přípoje: 2xM16 4,8

jednostřížný

$$F_{v,Rd} = 37,7 \text{ kN (jednostřížný, stříh v závitu) – rozhodující}$$

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

$$F_{Rd} = 2 * F_{v,Rd} = 2 * 37,7 = 75,4 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 39,59 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

NÁVRH 2xM16 4.8 VYHOVUJE

7. Použitá literatura

Normy

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

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

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

ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí — Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Skripta a publikace

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

SOKOL, Zdeněk a František WALD. Ocelové konstrukce: tabulky. 2., přeprac. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04655-5.

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

Webové stránky

<https://www.kingspan.com/>

<https://www.hilti.cz/>

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

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



AUTOSALON ŠKODA MLADÁ BOLESLAV

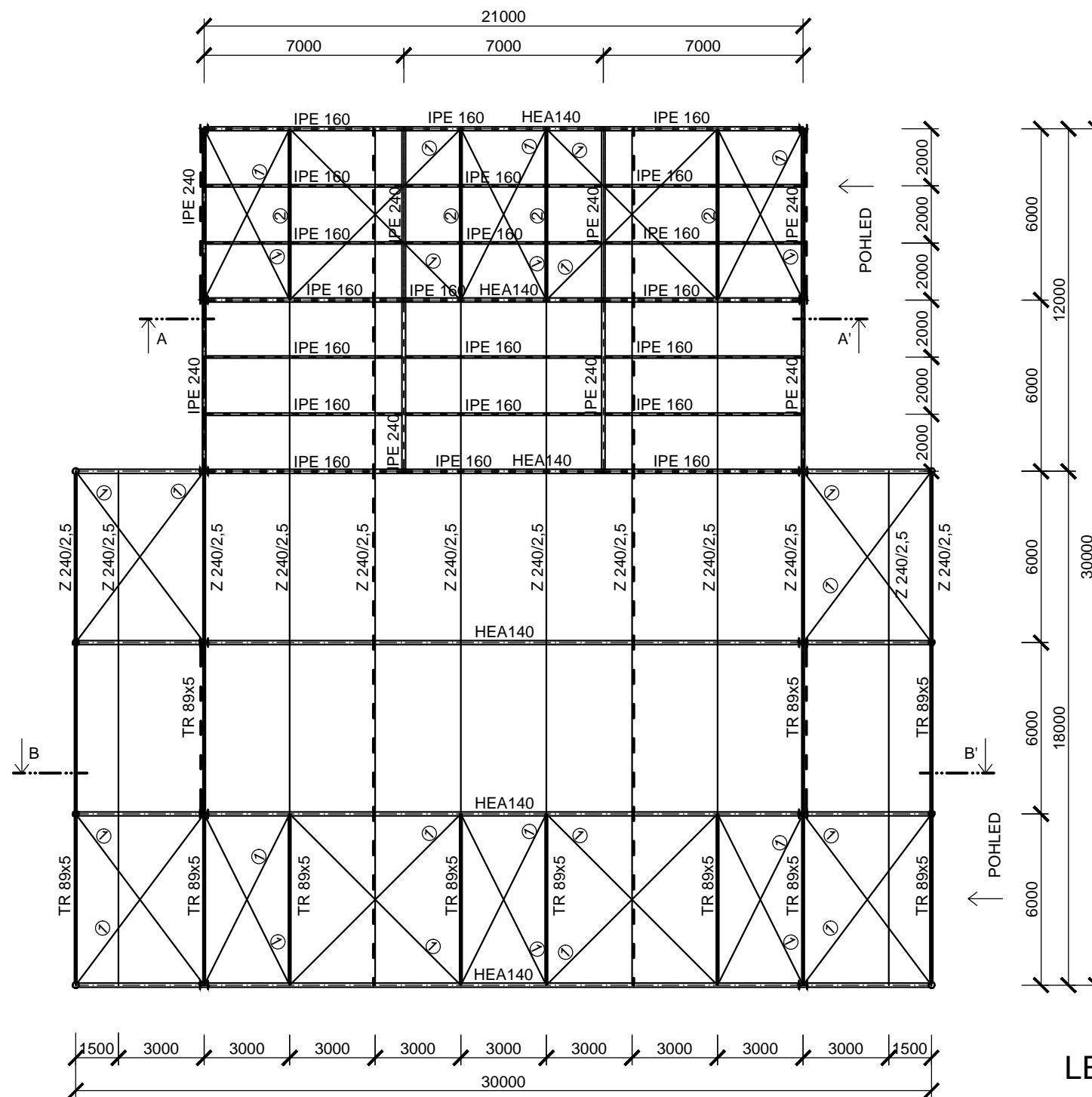
VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Autor práce: Michaela Zdražilová

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová CSc.

Praha 2017

PŮDORYS

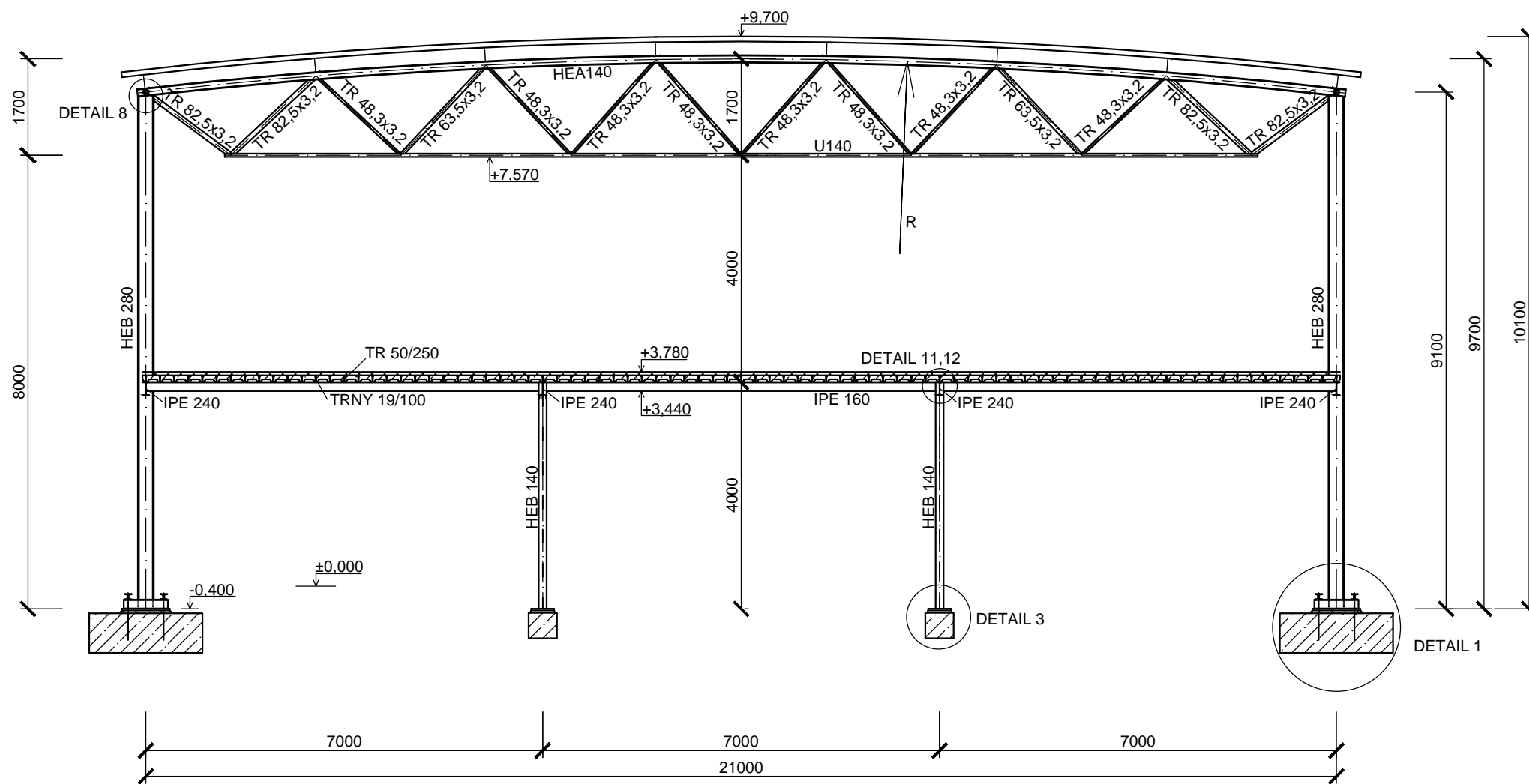


LEGENDA A POUŽITÉ MATERIÁLY

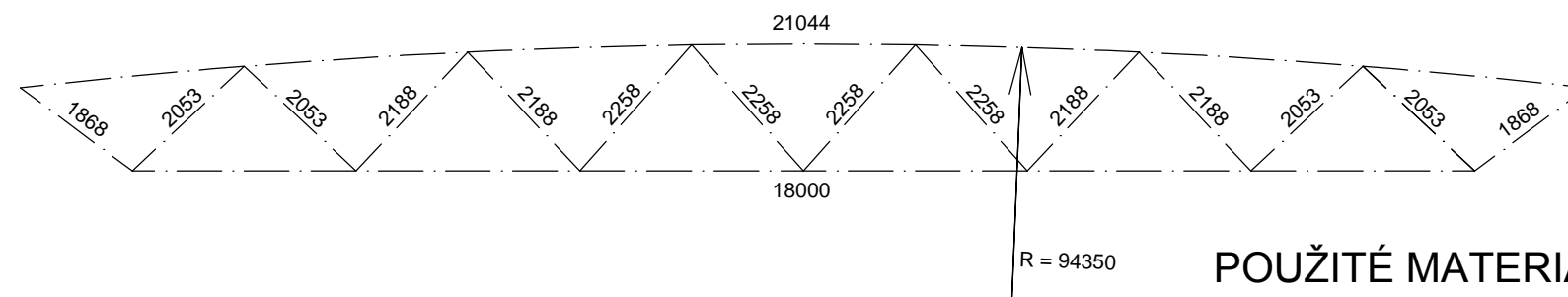
- ① MACALLOY M16
- ② TR 89x5
- OCEL S235J0
- PRVKY VESTAVBY A TENKOSTĚNNÉ VAZNICE S355J0
- TŘÍDA PROSTŘEDÍ EXC 2

Zpracoval Michaela Zdražilová	Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	Školní rok 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT	
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE				
Název Autosalon Škoda Mladá Boleslav			Datum	17.5.2017
Výkres Půdorys			Číslo výkresu 1	Měřítko 1:200
			Formát	A3

ŘEZ AA'



GEOMETRICKÝ TVAR VAZNÍKU




POUŽITÉ MATERIÁLY

OCEL S235J0
PRVKY VESTAVBY A TENKOSTĚNNÉ VAZNICE S355J0

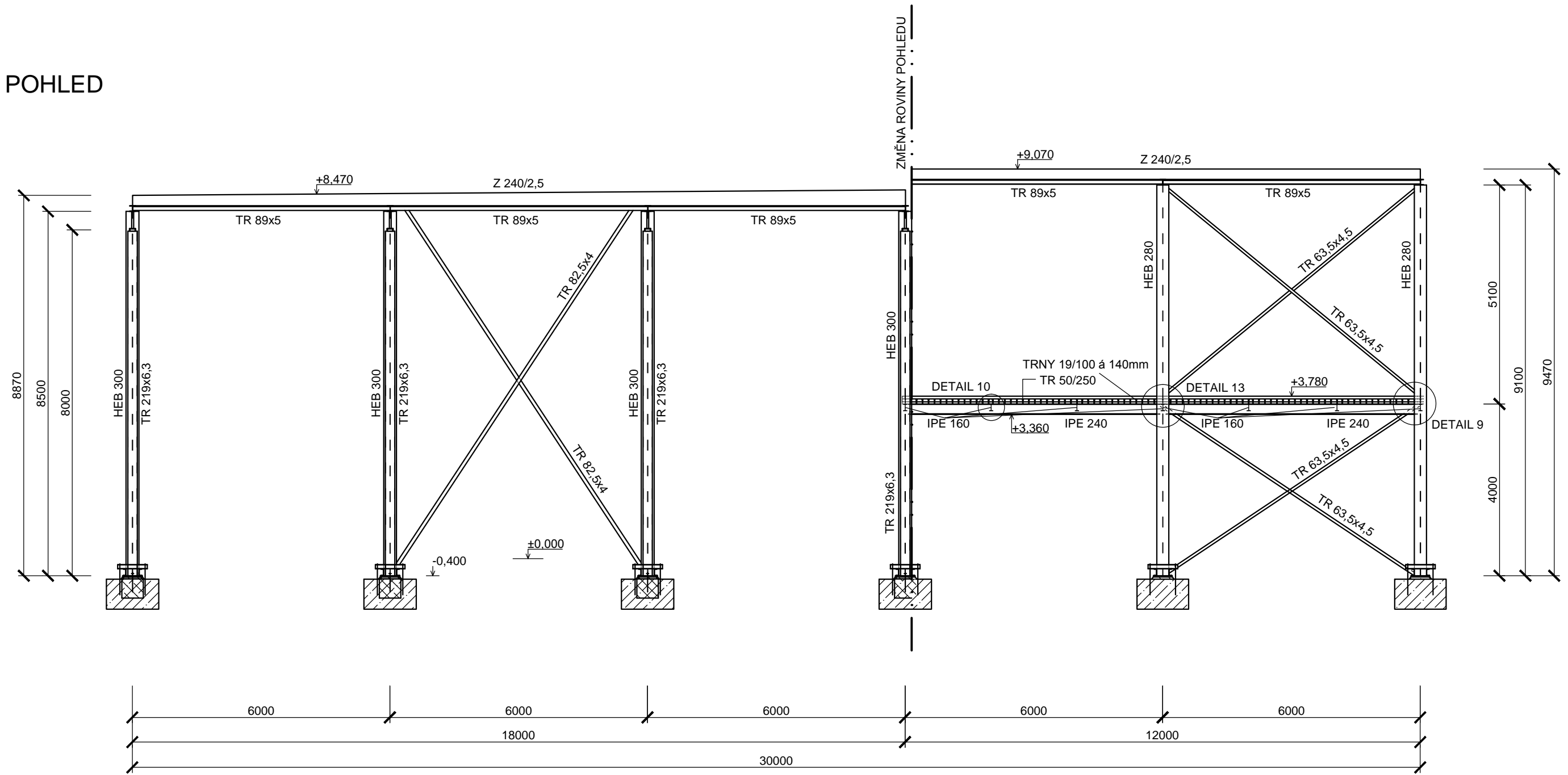
BETON:
STROPNÍ DESKA C25/30
ZÁKLADY

TŘÍDA PROSTŘEDÍ EXC 2
R = 94,350m

 C20/25



Zpracoval Michaela Zdražilová	Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	Školní rok 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT 
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			
Název Autosalon Škoda Mladá Boleslav	Datum 17.5.2017		Měřítka 1:100
Výkres Příčný řez zázemím	Číslo výkresu 2	Formát A3	

POHLED




POUŽITÉ MATERIÁLY

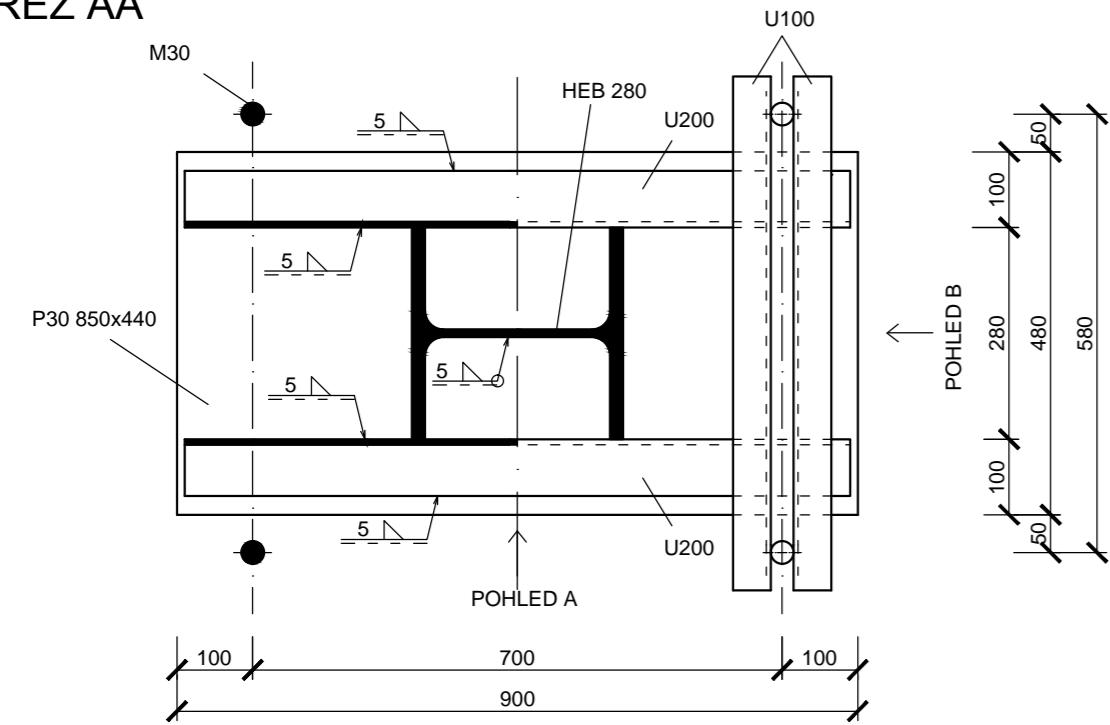
OCEL S235J0
 PRVKY VESTAVBY A TENKOSTĚNNÉ VAZNICE S355J0

BETON:
 STROPNÍ DESKA C25/30
 ZÁKLADY
 C16/20
 C20/25

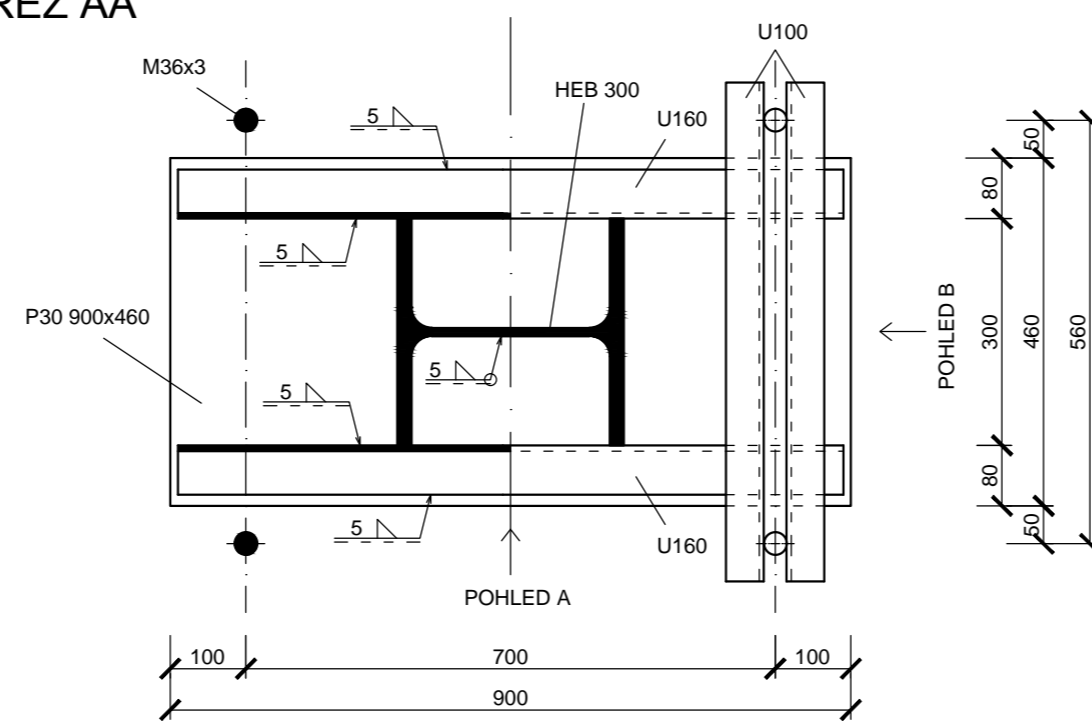
TŘÍDA PROSTŘEDÍ EXC 2

Zpracoval Michaela Zdražilová	Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	Školní rok 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT 	
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			Datum	17.5.2017
Název Autosalon Škoda Mladá Boleslav			Měřítko	1:100
Výkres Pohled		Číslo výkresu 4	Formát	A3

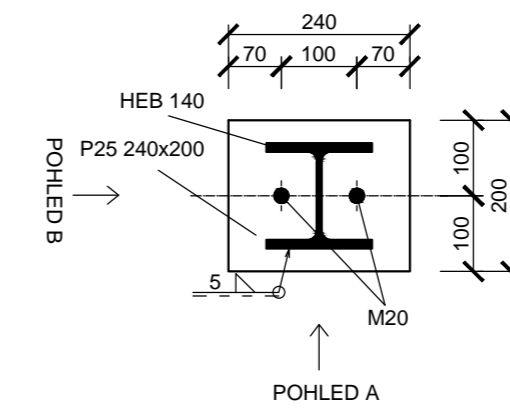
DETAIL 1
ŘEZ AA'



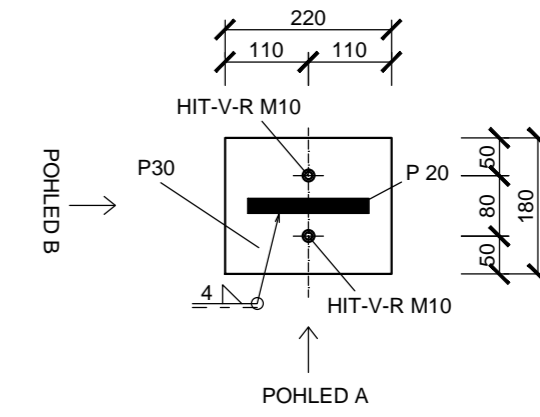
DETAIL 2
ŘEZ AA'



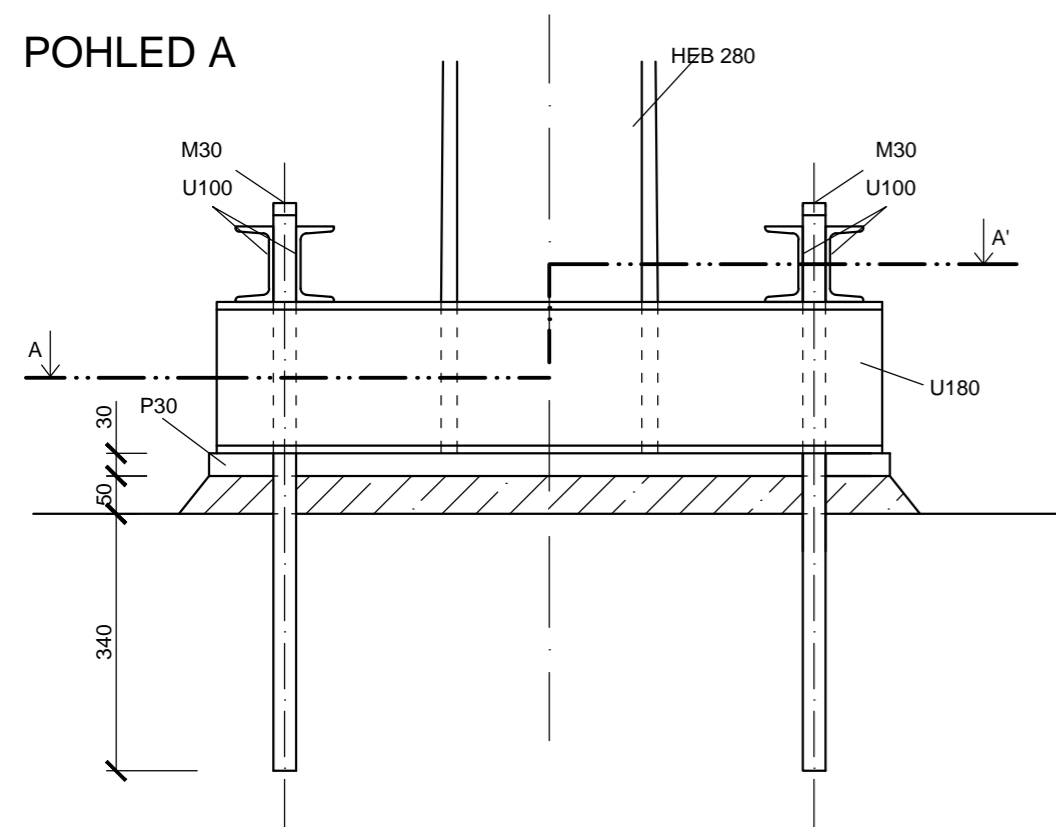
DETAIL 3
ŘEZ AA'



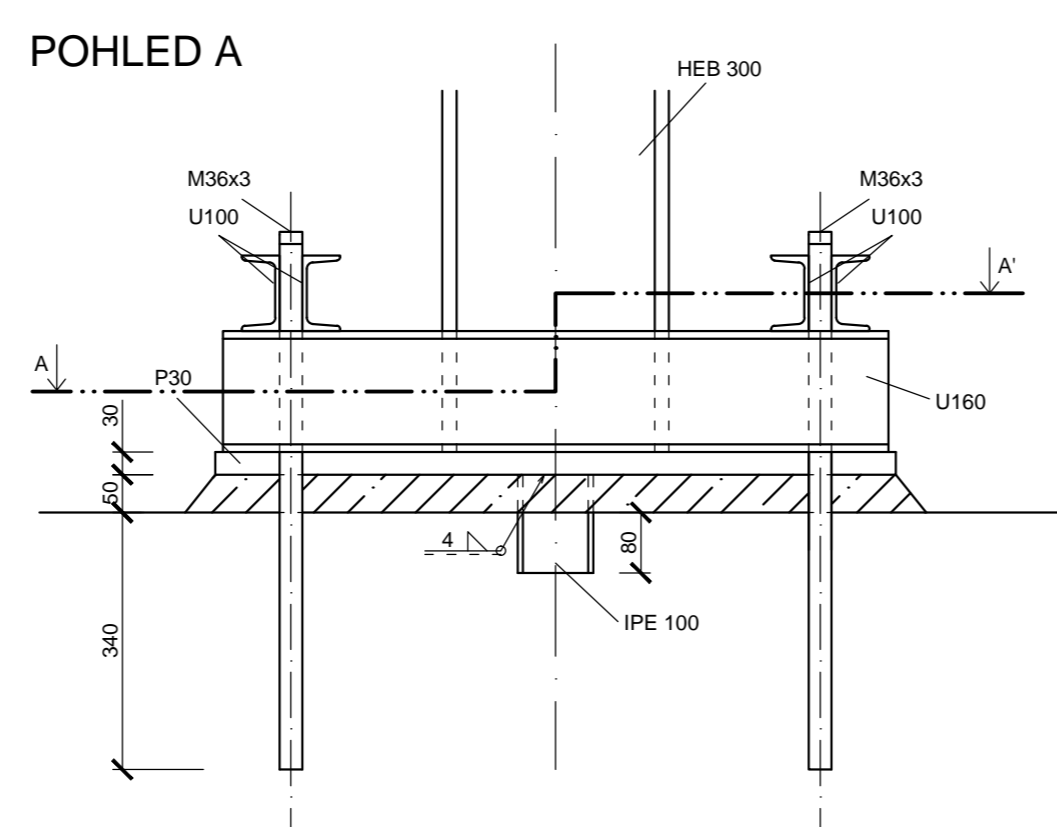
DETAIL 4
ŘEZ AA'



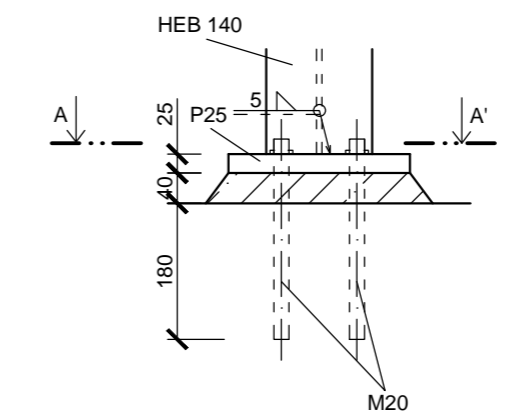
POHLED A



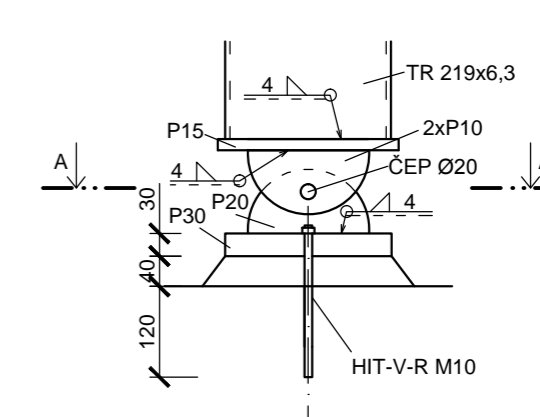
POHLED A



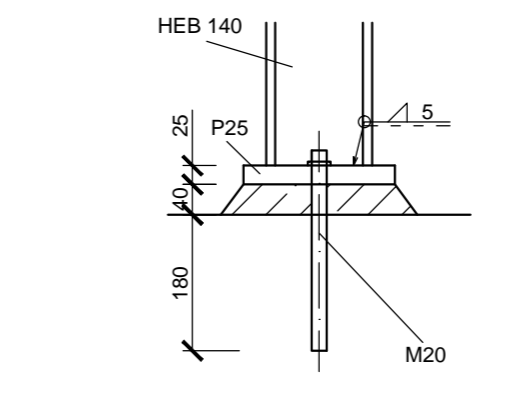
POHLED A



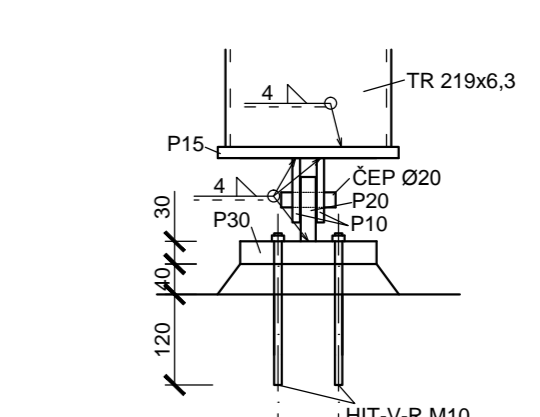
POHLED A



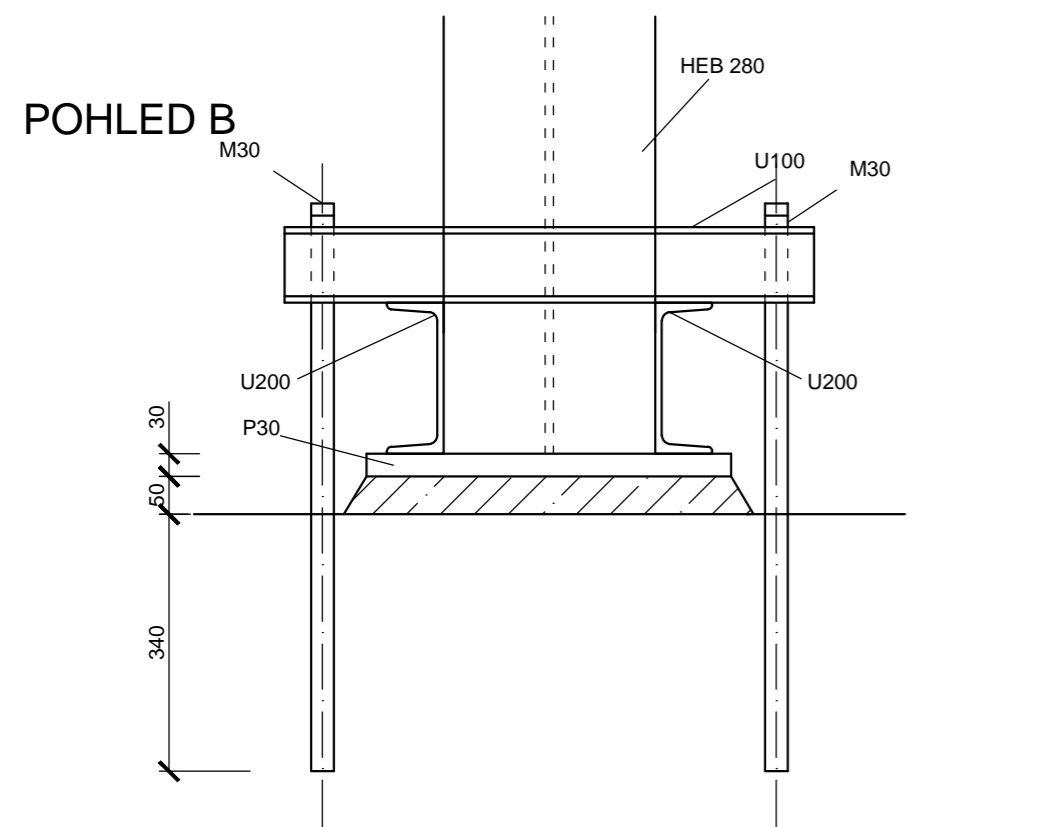
POHLED B



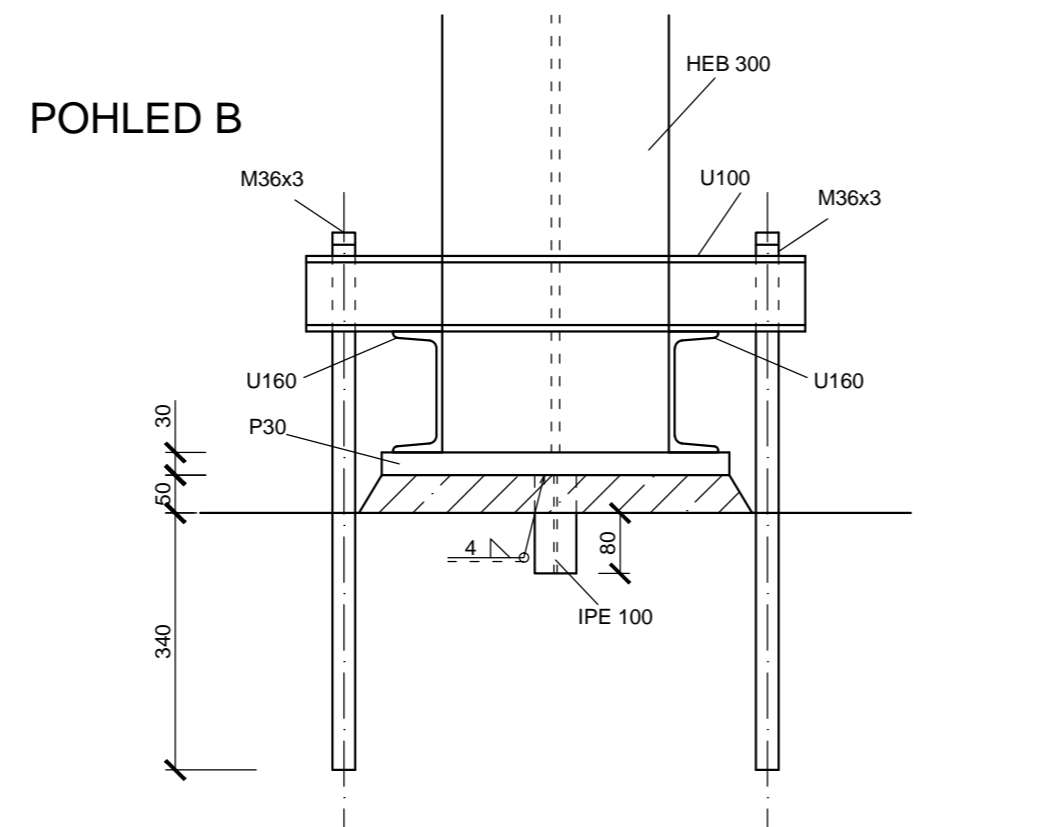
POHLED B



POHLED B



POHLED B



POUŽITÉ MATERIÁLY

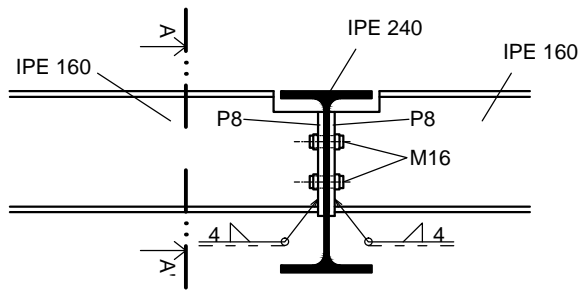
- OCEĽ S235J0
- SLOUP VESTAVBY S355J0
- BETON: ZÁKLADY
- C16/20
- C20/25

TŘÍDA PROSTŘEDÍ EXC 2

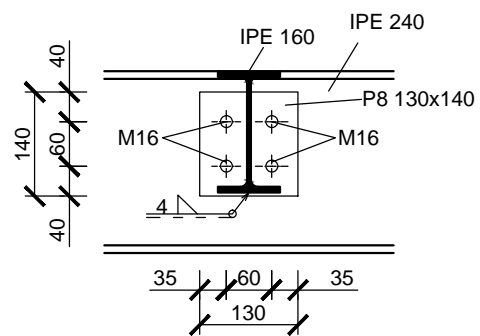
Zpracoval Michaela Zdražilová	Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	Školní rok 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			
Název Autosalon Škoda Mladá Boleslav	Datum 17.5.2017		Měřítka 1:10
Výkres Detaily 1-4	Číslo výkresu 5		

DETAIL 10

PŘÍPOJ STROPNICE NA PRŮVLAK POHLED

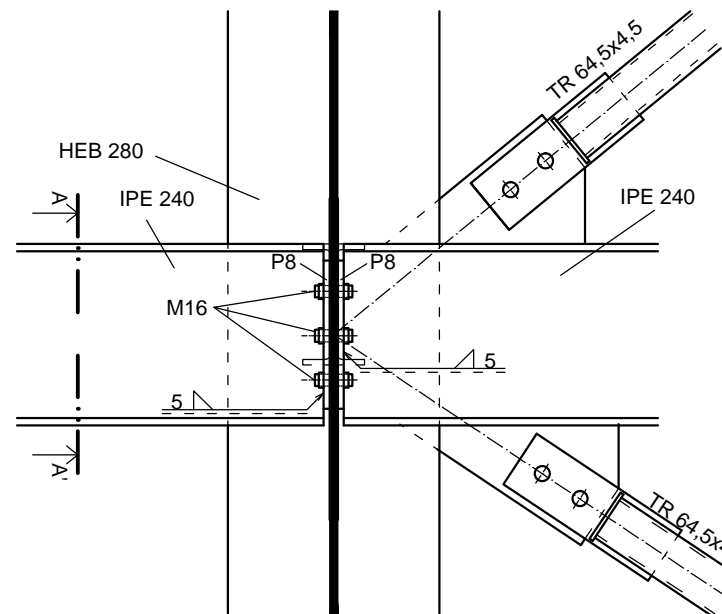


ŘEZ AA'

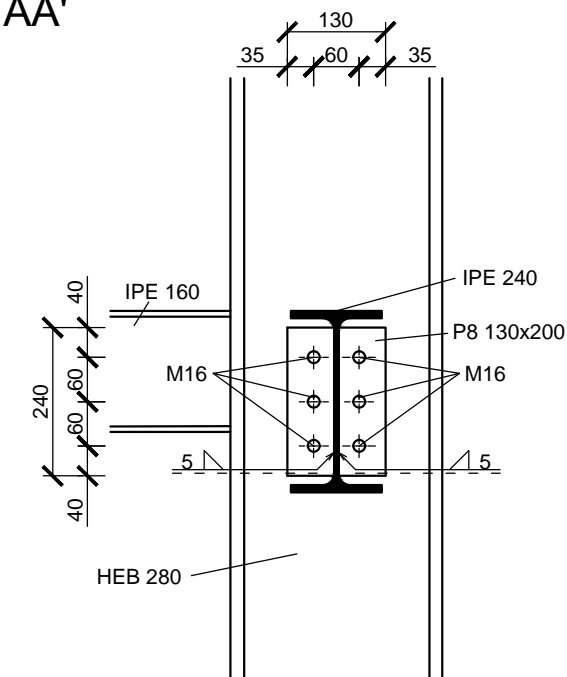


DETAIL 13

PŘÍPOJ PRŮVLAKU NA SLOUP PŘÍČNÉ VAZBY POHLED

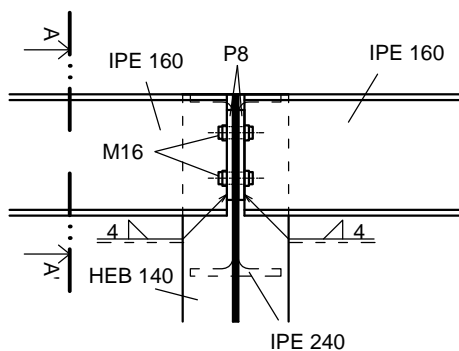


ŘEZ AA'

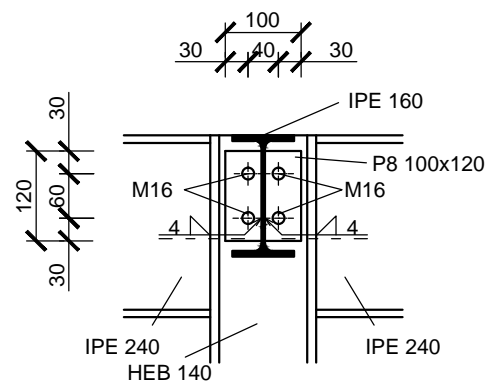


DETAIL 11

PŘÍPOJ STROPNICE NA SLOUP VESTAVBY POHLED

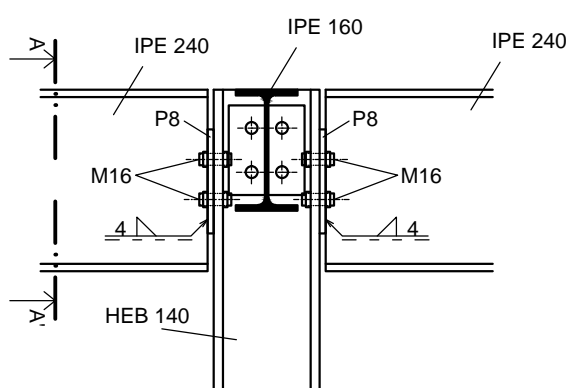


ŘEZ AA'

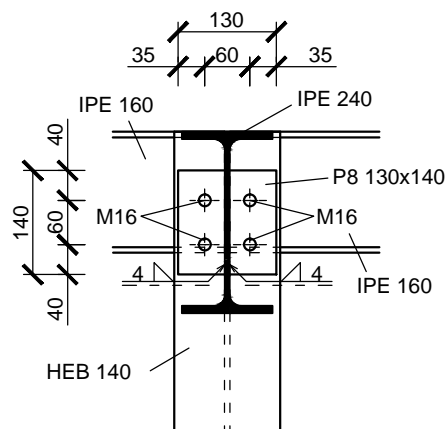


DETAIL 12

PŘÍPOJ PRŮVLAKU NA SLOUP VESTAVBY POHLED



ŘEZ AA'



POUŽITÉ MATERIÁLY

OCEL S355J0
SLOUP PŘÍČNÉ VAZBY A ZTUŽIDLA S235J0
ŠROUBY 4.8

TŘÍDA PROSTŘEDÍ EXC 2

Zpracoval Michaela Zdražilová	Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	Školní rok 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			
Název Autosalon Škoda Mladá Boleslav	Datum 17.5.2017		Měřitko 1:10
Výkres Detaily 10-13	Číslo výkresu 7	Formát A3	