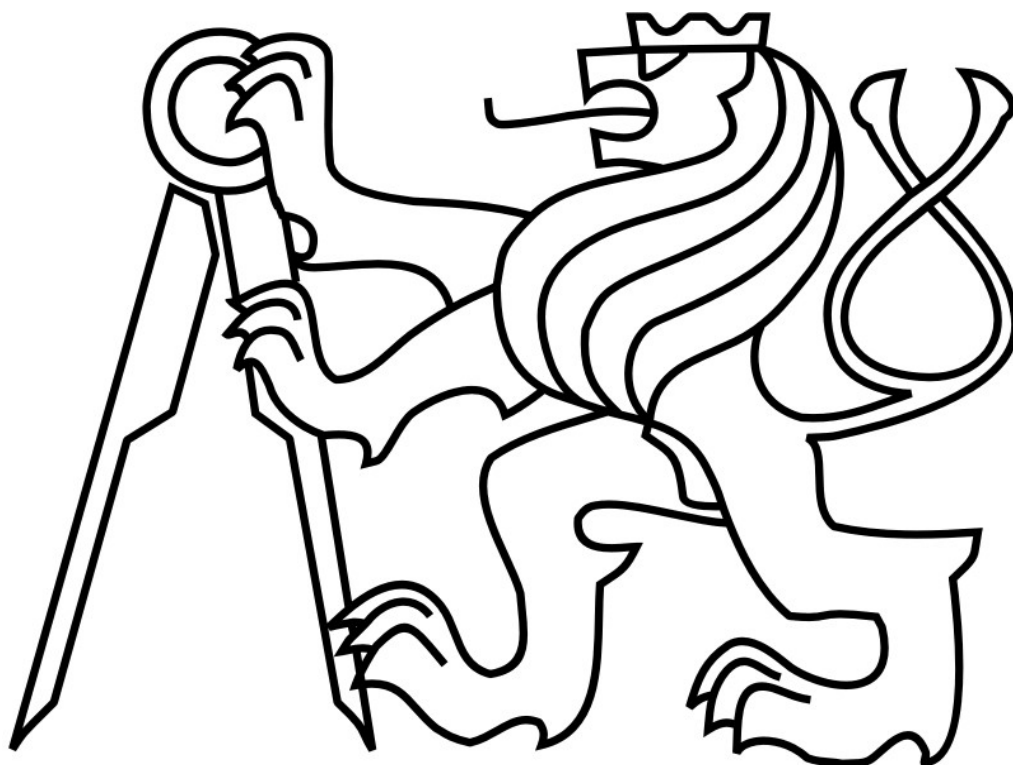


České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební



Diplomová práce

Depozitář knihovny se studovnou v Táboře

Pavel Hrba

2016/2017

Obsah:

Doklady

Titulní list
Zadání diplomové práce
Prohlášení
Poděkování
Abstrakt a klíčová slova

Technická zpráva

Statický výpočet

Schéma objektu	1
Zatížení sněhem	2-5
Zatížení větrem	6-9
Návrh ocelobetonové stropní desky - Montážní stádium	10-11
Návrh běžné stropnice - Montážní stádium	12-15
Návrh běžného průvlaku - Montážní stádium	16-18
Návrh ocelobetonové stropní desky - Montážní stádium s vlivem rybníkového efektu nosníků	19-20
Návrh běžné stropnice- Montážní stádium s vlivem rybníkového efektu průvlaku	21-23
Návrh ocelobetonové stropní desky - Provozní stádium	24-29
Běžná stropnice - Provozní stádium	30-36
Návrh běžného průvlaku - Provozní stádium	37-44
Návrh střešní stropnice - Montážní stádium	45-47
Návrh střešního průvlaku - Montážní stádium	48-50
Návrh střešní stropnice - Montážní stádium včetně rybníkového efektu průvlaku	51-53
Návrh střešní stropnice - Provozní stádium	54-60
Návrh střešního průvlaku - Provozní stádium	61-68
Návrh střešní vaznice	69-74

Návrh oblouku	75-92
Návrh sloupů	93-101
Návrh ztužidel	102-111
Návrh diagonály ztužidla	112
Návrh sloupu ztužidla	113-114
Návrh nosníků schodiště	115-122
Přípoj průvlaku na sloup	123-124
Přípoj stropnice na průvlak	125-126
Přípoj ztužidel	127-129
Přípoj průvlaku na sloup u ztužidel	130-131
Přípoj oblouku na sloup	132-137
Přípoj oblouku na fasádní sloup	138-140
Přípoj vaznice na oblouk	141-149

Výkresová dokumentace

1	Půdorys nosných konstrukcí 1.PP	1:200
2	Půdorys nosných konstrukcí 1.NP	1:200
3	Půdorys nosných konstrukcí 2.NP	1:200
4	Půdorys nosných konstrukcí 3.NP	1:200
5	Řez nosnými konstrukcemi A-A	1:200
6	Řez nosnými konstrukcemi B-B	1:200
7	Řez nosnými konstrukcemi C-C, D-D	1:200
8	Detaily přípoju ocelových prvků	1:10
9	Detaily přípoju dřevěných prvků - DET4	1:10
10	Detaily přípoju dřevěných prvků - DET5	1:10

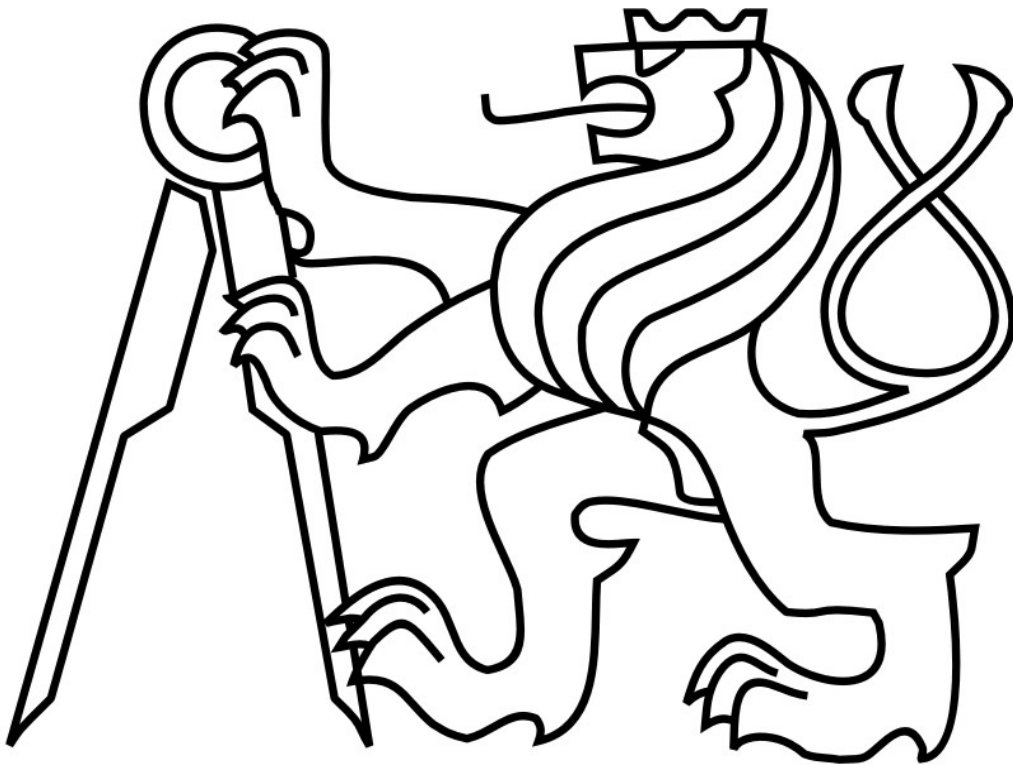
České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Depozitář knihovny se studovnou v Táboře

Doklady

Titulní list, zadání práce, prohlášení,
poděkování, abstrakt a klíčová slova



Pavel Hrba

2016/2017

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Název práce:

Depozitář knihovny se studovnou v Táboře

Library Depository with a Study Room in Tábor

Diplomová práce

2016/2017

Vedoucí diplomové práce: doc. Dr. Ing. Jakub
Dolejš

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

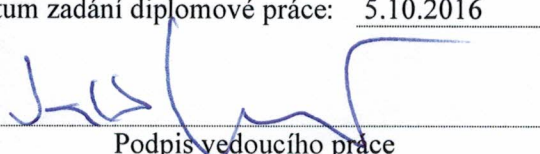
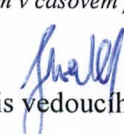


ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Bc. Hrba</u>	Jméno: <u>Pavel</u>	Osobní číslo: <u>363636</u>
Zadávací katedra: <u>K134</u>		
Studijní program: <u>SI</u>		
Studijní obor: <u>C</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Depozitář knihovny se studovnou v Táboře</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Library Depository with a Study Room in Tábor</u>	
Pokyny pro vypracování: <u>předány osobně</u>	
Seznam doporučené literatury: <u>předán osobně</u>	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>J. Dolejš</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>5.10.2016</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>8.1.2017</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
 Podpis vedoucího práce	 Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

<u>5.10.2016</u> Datum převzetí zadání	<u>Pavel Hrba</u> Podpis studenta(ky)
---	--

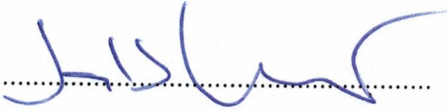
SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Bc. PAVEL HRBA

Název diplomové práce: DEPOZITÁŘ KNIHOVNY
SE STUDOVUOU V TÁBOŘE

Základní část: ODK podíl: 100 %

Formulace úkolů: Stáhnout výpočet mřed uocujš kouskeli,
VD, TZ.

Podpis vedoucího DP:  Datum: 5.10.2016

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: _____ Datum: _____

3. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: _____ Datum: _____

4. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: _____ Datum: _____

Poznámka: Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci (vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1.stranou zadání již ve 2.týdnu semestru)

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité
Informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných
prací.

Pavel Hrba

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat doc. Dr. Ing. Jakobovi Dolejšovi za poskytnuté rady a čas.

Abstrakt:

Diplomová práce je zaměřená na návrh nosných ocelových a dřevěných konstrukcí objektu. Objekt bude využíván jako depozitář knih se studovnou. Sloupy jsou ocelové, stropy ocelobetonové a studovna je zastřešena dřevěnými oblouky.

Abstrakt:

The diploma thesis focused on the design bearing of steel and timber structures building. The building is used as a depository of books and study room. Columns are steel, steel-floors are concrete and study room in roofing wooden arches.

Klíčová slova:

Ocelové konstrukce, dřevěné konstrukce, ocelobetonové stropy, oblouk, přípoje, knihovna

Keywords:

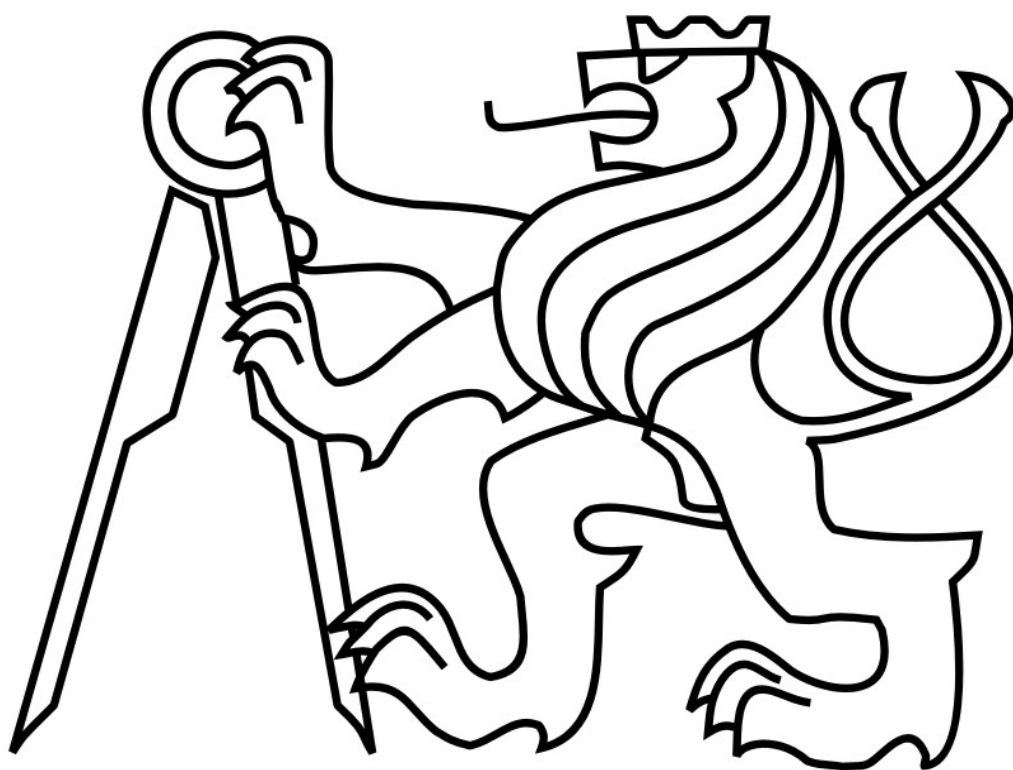
Steel structures, timber structures, steel-concrete floors, arc, connection, library

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Depozitář knihovny se studovnou v Táboře

Technická zpráva



Pavel Hrba

2016/2017

Úvod

Cílem práce je navrhnout všechny nosné konstrukce, zpracovat technickou zprávu a výkresovou dokumentaci k zadané dispozici.

Popis objektu

Účelem objektu je ukládání knih a možnost studia uložených knih. Objekt má obdélníkový půdorys, 3 nadzemní podlaží a jedno podzemní podlaží. Budova je navržena do zastavitelné území města Tábor.

Použitá literatura

- [1]- ČSN EN 1991-1-3 Obecná zatížení – Zatížení sněhem (2004)
- [2]- ČSN EN 1991-1-4 Obecná zatížení – Zatížení větrem (2007)
- [3]- ČSN EN 1991-1-1 Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních
- [4]- ČSN EN 1993-1-8 Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčniců
- [5]- Prof. Ing. Jiří Studnička, DrSc. - Ocelové konstrukce (2004)
- [6]- doc. Ing. Tomáš Vraný CSc. , Ing. Michal Jandera, Ph.D., Ing. Martina Eliášová CSc. - Ocelové konstrukce 2 cvičení (2009)
- [7]- doc. Ing. Tomáš Vraný CSc. , prof. Ing. František Wald, CSc. - Ocelové konstrukce tabulky (2009)
- [8]- Doc. Ing. Petr Kuklík, CSc., Ing. Anna Kuklíková, Ph.D., Ing. Karel Mikeš, Ph.D. - Dřevěné konstrukce cvičení (2005)
- staveb (2002)
- [9]- Tabulky výrobce Kingspan
- [10]- Statické tabulky Lindab
(http://www.lindab.com/cz/documents/stresni%20systemy/trapezove%20plechy/lindab_staticke_tabulky.pdf)
- [11]- Doc. Ing. Petr Kuklík, CSc. A kolektiv, Příručka 2 - Navrhování dřevěných konstrukcí podle Eurokódu 5

Popis konstrukcí

Sloupy jsou navrženy z ocelových HEB profilů umístěných v rastru 6x6m . Průvlaky jsou navrženy z IPE profilů spřažených s betonovou stropní deskou pomocí spřahovacích trnů, osová vzdálenost průvlaků je 6m. Stropnice jsou navrženy ze spřažených IPE profilů po 1,5m. Nosníky schodiště jsou tvořeny IPE profily. Stropní deska bude tvořena ocelobetonovou deskou, včetně betonářské výztuže. Zastřešení studovny bude provedeno pomocí dřevěných oblouků na rozpětí 18m a s osovou vzdáleností 6m do kterých budou kotveny dřevěné vaznice po 1m. Ztužení objektu bude zajištěno tuhými stropními deskami, střešními ztužidly nad studovnou a příhradovými ztužidly v některých stěnách. Ztužidla jsou navržena z ocelových trubek.

Montáž

Při provádění stropních konstrukcí bude použit trapézový plech jako ztracené bednění. Stropnice a Průvlaky jsou dimenzovány tak, že při montáži není nutné jejich podepření. Oblouk s délkou 18,2m a výškou 2,5m bude přepraven jako nadměrný náklad.

Materiály

Nosné ocelové konstrukce jsou navrženy z oceli S355J0 dle ČSN EN 10025-2.

Nosné dřevěné konstrukce jsou navrženy z lepeného dřeva GL24h dle ČSN EN 10025-2.

Použité šrouby jsou jakosti 5.6 a svorníky jakosti 4.6.

Čepy jsou z materiálu třídy 8.8.

Zatížení

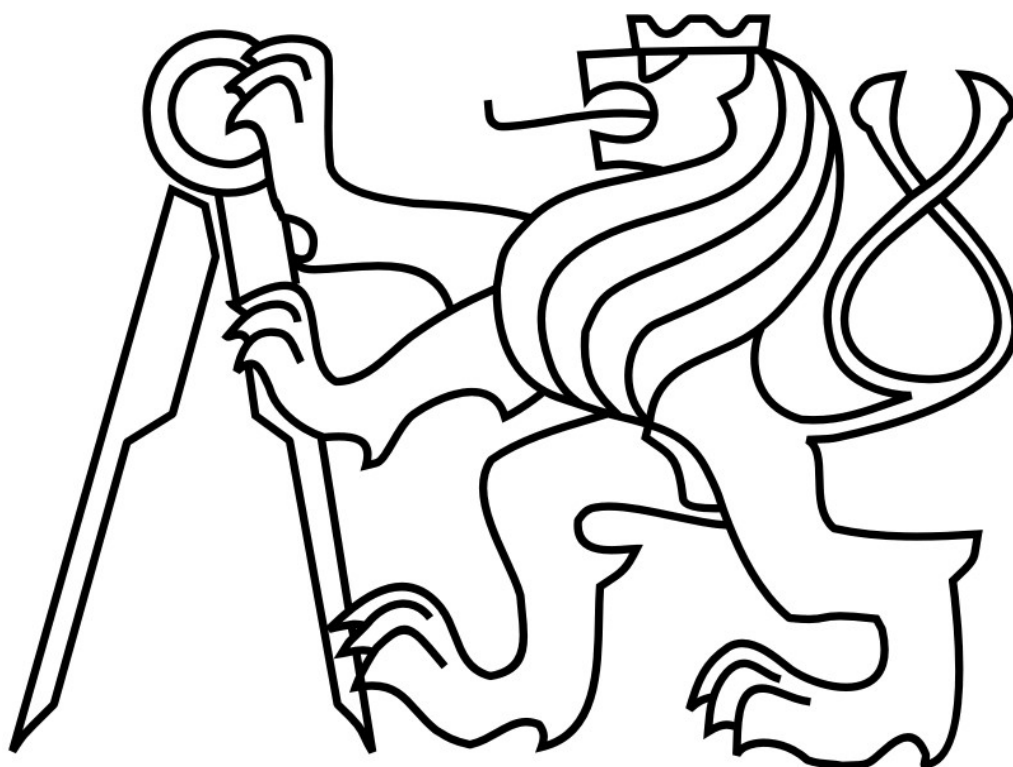
Objekt se nachází ve II. sněhové oblasti, II. Větrné oblasti a kategorie terénu III. Sklad knih spadá do kategorie užitečného zatížení E1 (plochy, kde může dojít k hromadění zboží, včetně přístupových ploch). Užitné zatížení střechy spadá do kategorie H (střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav).

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Depozitář knihovny se studovnou v Táboře

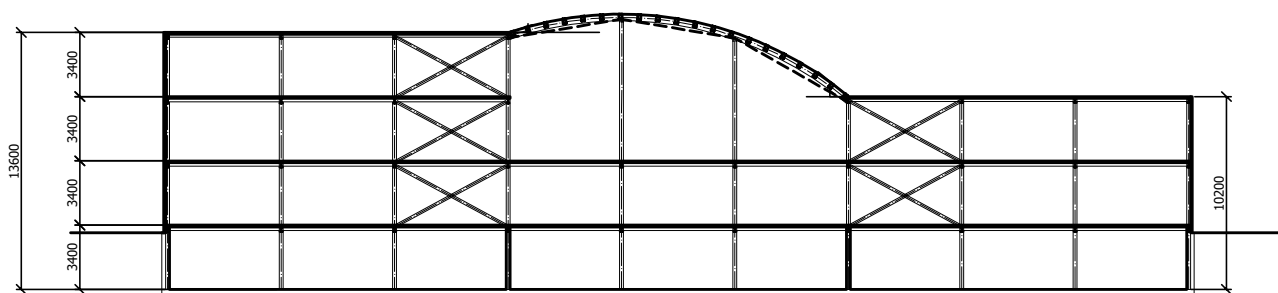
Statický výpočet



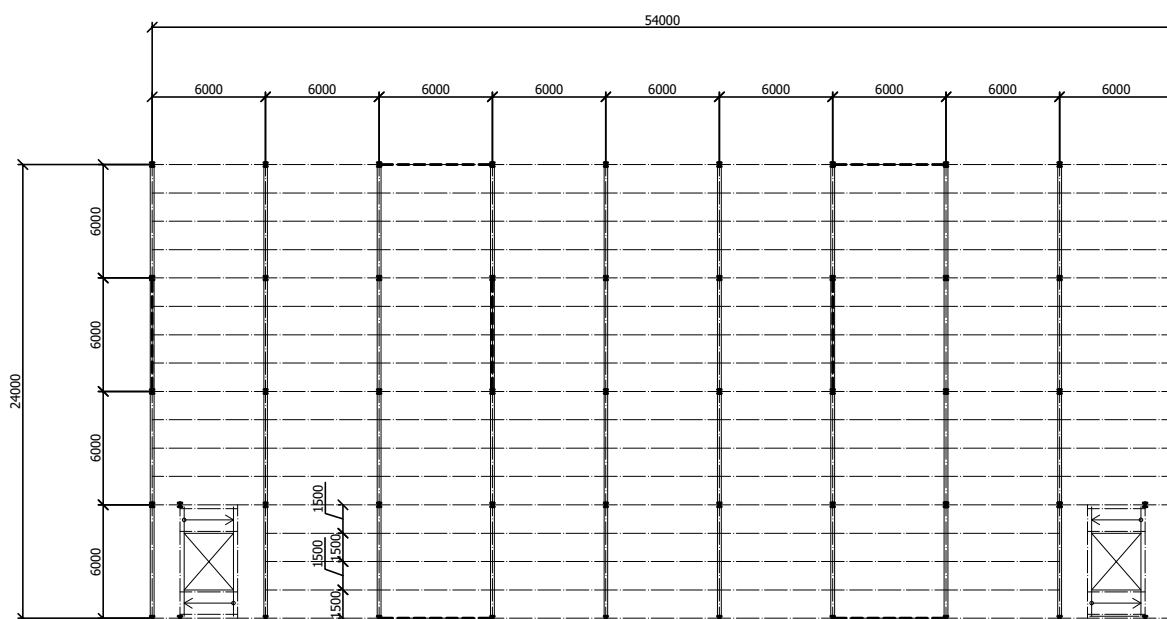
Pavel Hrba

2016/2017

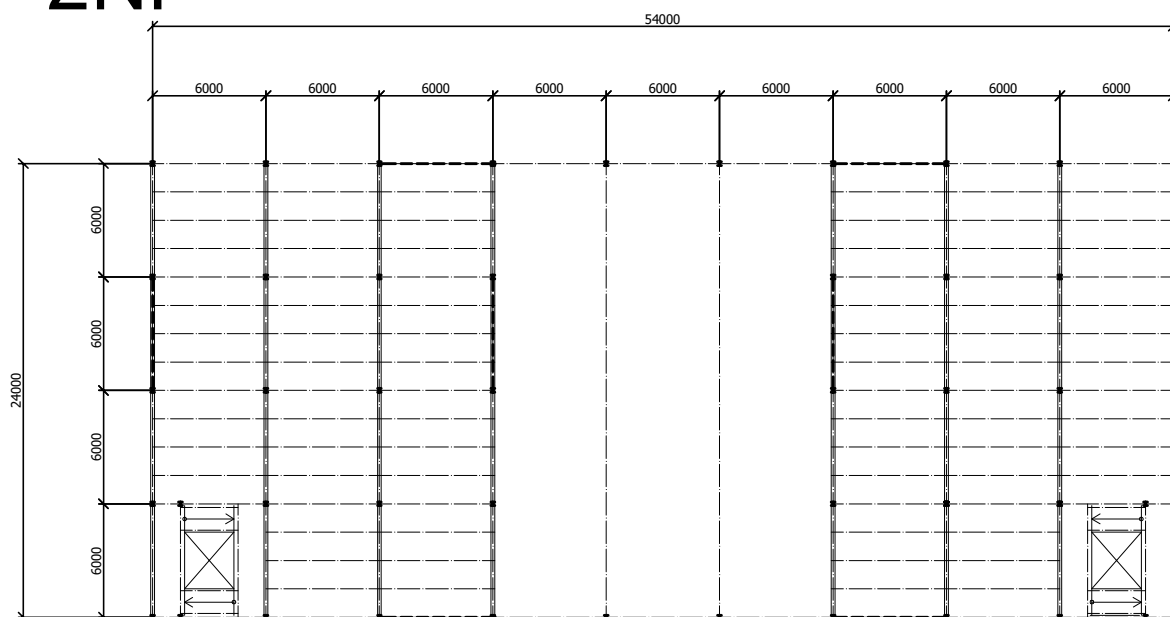
PODÉLNÝ ŘEZ



1NP



2NP



Zatížení sněhem

Město Tábor → II. sněhová oblast
 $S_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$

Součinitel expozice $C_e = 1,00$

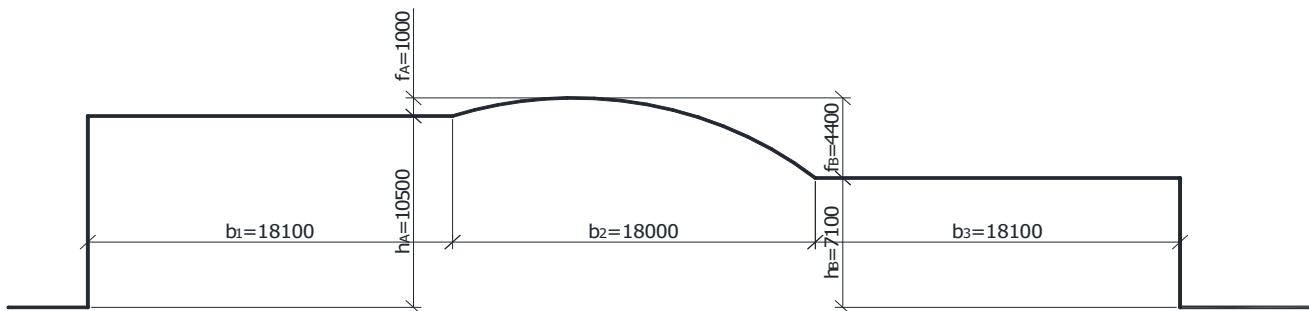
Plochy, kde nedochází na stavbách k výraznému přemístění sněhu větrem kvůli okolnímu terénu, jiným stavbám nebo stromům.

Součinitel $C_t = 1,00$

součinitel prostupu tepla $< 1 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$S = \mu_i * C_e * C_t * S_k$$

$$S = \mu_i * 1,00 * 1,00 * 1,00$$



$$h_A = 1,00$$

$$h_B = 4,40$$

$$b_1 = 18,10$$

$$b_2 = 18,00$$

$$b_3 = 18,10$$

Plochá část střechy

$$\mu_1 = 0,8$$

sklon max $39^\circ \geq 15^\circ$

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w$$

$$\mu_s = 0,5 * \mu_1$$

$$\mu_s = 0,5 * 0,80 = 0,40$$

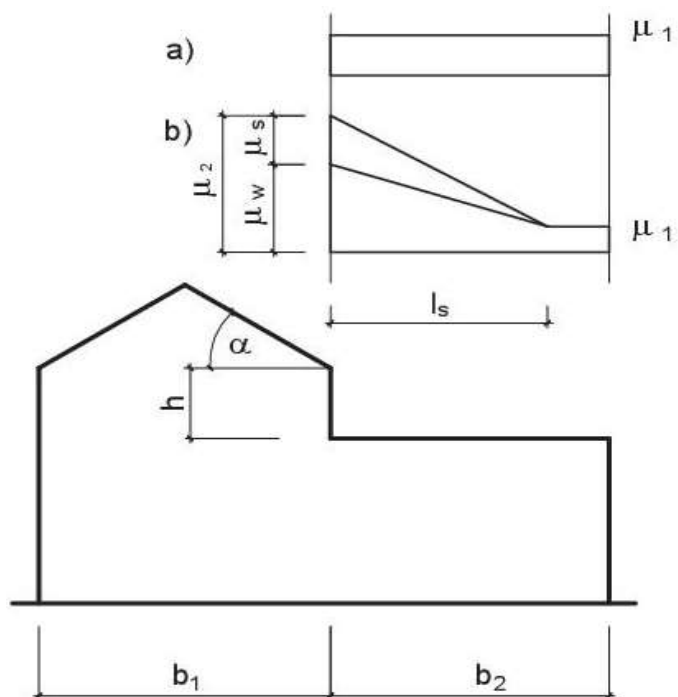
$$\mu_s = 0,40$$

Výše položená plochá střecha

$$\mu_w = \frac{b_1 + b_2}{2 * h_A} =$$

$$\mu_w = \frac{18,10 + 18,00}{2 * 1,00} =$$

$$\mu_w = 18,1 \leq \frac{\gamma * h}{S_k} =$$



$$\mu_w = \frac{2,00 * 1,00}{1,00} =$$

$$\mu_w = 2 \rightarrow \mu_w = 2,00$$

$$\mu_2 = 0,40 + 2 =$$

$$\mu_2 = 2,40 \text{ kN/m}^2$$

$$l_{sA} = h_A * 2 =$$

$$l_{sA} = 1,00 * 2 = 2,00 \text{ m}$$

Níže položená plochá střecha

$$\mu_w = \frac{b_2 + b_3}{2 * h_B} =$$

$$\mu_w = \frac{18,00 + 18,10}{2 * 4,40} =$$

$$\mu_w = 4,1 \leq \frac{\gamma * h}{S_k} = \frac{2,00 * 4,40}{1,00} = 8,8 \rightarrow \mu_w = 4,10$$

$$\mu_2 = 0,40 + 4,1 =$$

$$\mu_2 = 4,50 \text{ kN/m}^2$$

$$l_{sB} = h_2 * 2 =$$

$$l_{sB} = 4,40 * 2 = 8,80 \text{ m}$$

Zaoblená střecha

Část A

$$\frac{h_1}{b_2} = \frac{1,00}{18} = 0,06 \leq \frac{1}{8} = 0,125 \rightarrow \text{Není nutno započítávat zatížení natátým sněhem}$$

$$\mu_3 = 0,20 + 10 * 0,06 =$$

$$\mu_3 = 0,76 \text{ kN/m}^2$$

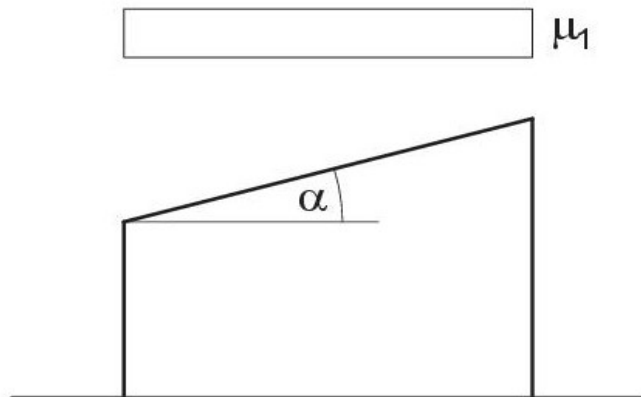
Část B

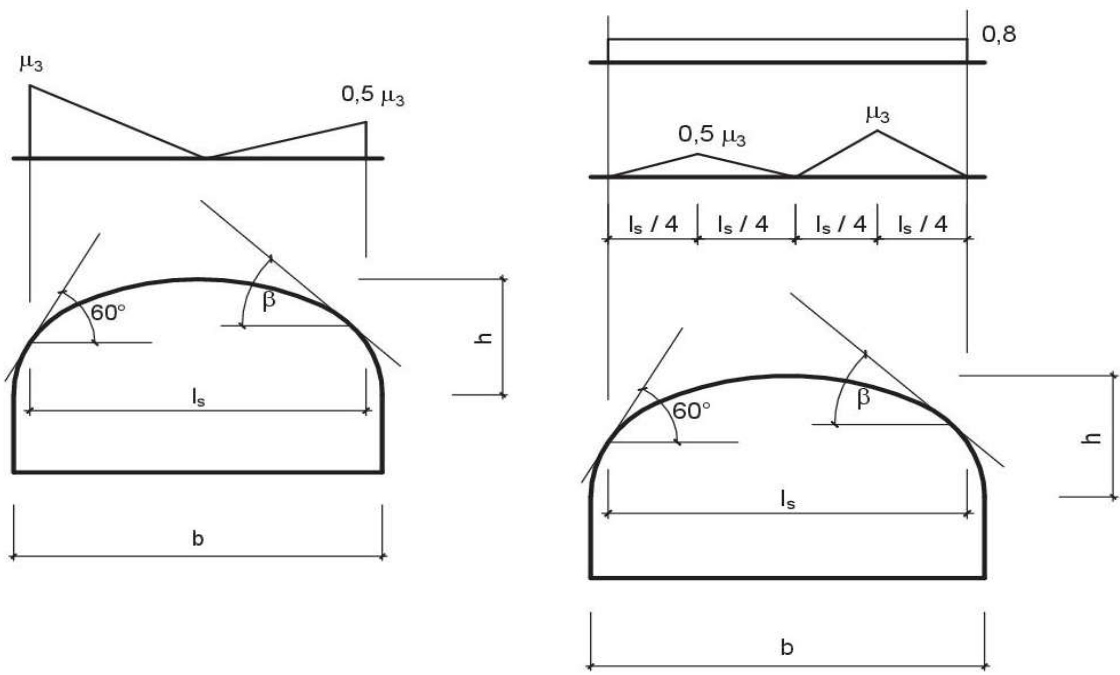
$$\frac{h_1}{b_2} = \frac{4,40}{18} = 0,24 \geq \frac{1}{8} = 0,125 \rightarrow \text{Je nutno započítávat zatížení natátým sněhem}$$

$$\mu_3 = 0,20 + 10 * 0,24 =$$

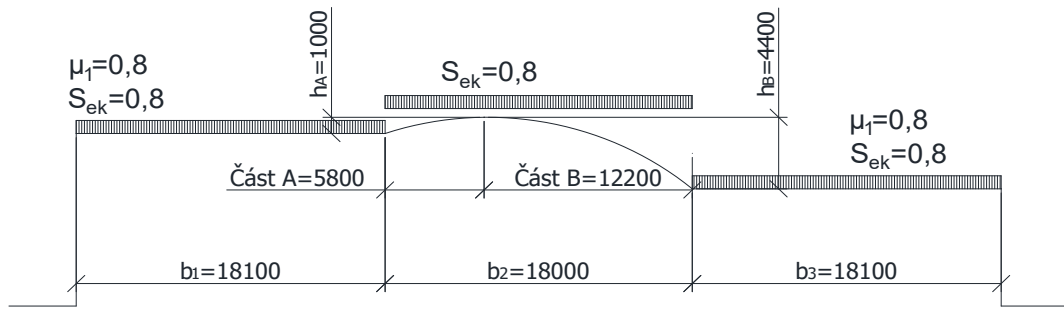
$$\mu_3 = 2,64 \text{ kN/m}^2 \geq 2 \rightarrow \mu_3 = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

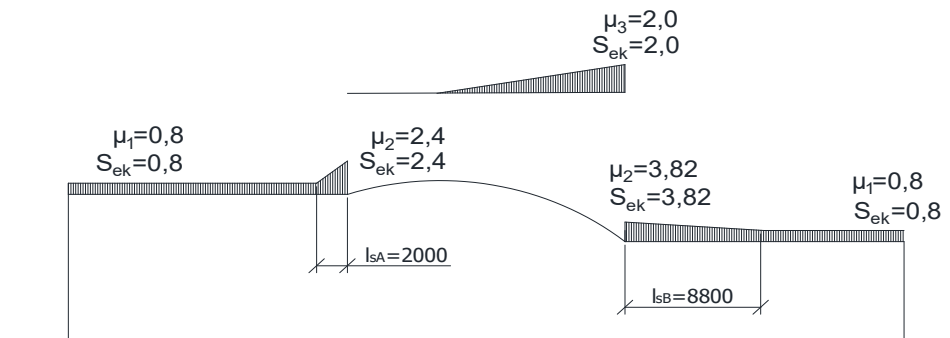
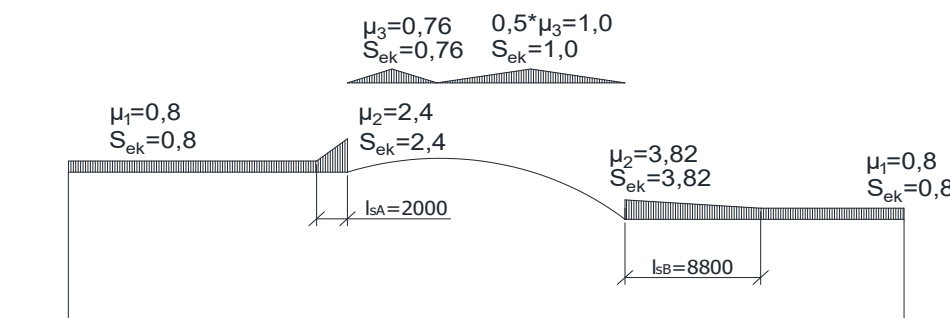
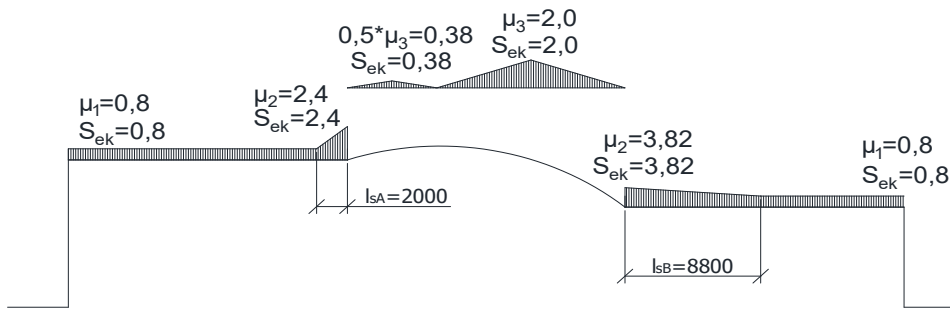
(doporučená horní hranice 2 kN/m²)





Hodnoty S_k [kN/m²]





Zatížení větrem

Město Písek → II. Větrná oblast
Výchozí základní rychlost větru $V_{b,0} = 25,00$ m/s

Kategorie terénu III

oblast rovnoměrně pokrytá vegetací nebo budovami nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážky

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

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

Základní rychlost větru

$$V_b = C_{\text{dir}} * C_{\text{season}} * V_{b,0} =$$

$$V_b = 1,00 * 1,00 * 25,00 =$$

$$V_b = 25,00 \text{ m/s}$$

Střední rychlost větru

$$V_m = C_r(z) * C_0(z) * V_b =$$

$$V_m = 1,00 * 1,00 * 25,00 =$$

$$V_m = 25,00 \text{ m/s}$$

Součinitel terénu

$$K_r = 0,19 * \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} =$$

$$K_r = 0,19 * \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} =$$

$$K_r = 0,215$$

$$z_{\min} = 5 \text{ m} \leq z = 11,5 \text{ m} \leq z_{\max} = 200 \text{ m}$$

$$C_r = K_r * \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) =$$

$$C_r = 0,215 * \ln \left(\frac{11,5}{0,3} \right) =$$

$$C_r = 0,785$$

Intenzita turbulence

$$I_v = \frac{K_I}{c_0(z) * \ln * (z/z_0)} =$$

$$I_v = \frac{1,00}{1,00 * \ln * 38,33} =$$

$$I_v = 0,274$$

Maximální dynamický tlak

$$q_p(z) = \left\{ \begin{array}{l} 1 + 7 * I_v(z) \\ 1 + 7 * 0,274 \end{array} \right\} * 0,5 * \rho * v_m^2(z) =$$

$$q_p(z) = \left\{ \begin{array}{l} 1 + 7 * 0,274 \\ 1 + 7 * 0,274 \end{array} \right\} * 0,5 * 1,25 * 25,00 * 25,00$$

$$q_p(z) = 1141 \text{ N/m}^2$$

Tlak větru na povrch

$$w_e = q_p(z_e) * C_{pe}$$

Délka objektu $b = 54,20 \text{ m}$

Šířka objektu $d = 24,20 \text{ m}$

$$2 * h = 23,00 \text{ m} \leq b, d \rightarrow e = 23,00 \text{ m}$$

$$\frac{e}{2} = \frac{23,00}{2} = 11,5 \text{ m} \quad \frac{e}{5} = \frac{23,00}{5} = 4,6 \text{ m}$$

$$\frac{e}{4} = \frac{23,00}{4} = 5,75 \text{ m} \quad \frac{e}{10} = \frac{23,00}{10} = 2,3 \text{ m}$$

$$\frac{e}{8} = \frac{23,00}{8} = 2,875 \text{ m}$$

Součinitel vnějšího tlaku

$A > 10 \text{ m}$

$$C_{pe} = C_{pe,10}$$

Poměr h/d

$$\text{pro podélný vítr} \quad \frac{11,5}{24,20} = 0,475$$

$$\text{Pro příčný vítr} \quad \frac{11,5}{54,20} = 0,212$$

Poměr h_p/h

$$\text{pro podélný vítr} \quad \frac{0,2}{11,50} = 0,017$$

$$\text{Pro příčný vítr} \quad \frac{0,2}{11,50} = 0,017$$

Oblouk

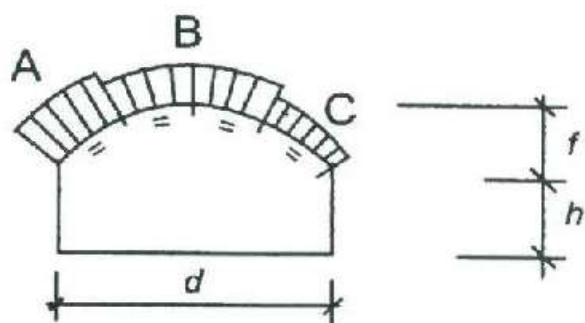
$$f_A = 1 \text{ m}$$

$$h_A = 10,5 \text{ m}$$

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

$$\frac{h}{d} = \frac{10,5}{18} = 0,58 \text{ m}$$

$$\frac{f}{d} = \frac{1}{18} = 0,06 \text{ m}$$



$$C_{pe,A} = -0,80 \text{ kN/m}^2$$

$$f_B = 4,4 \text{ m}$$

$$h_B = 7,1 \text{ m}$$

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

$$\frac{h}{d} = \frac{7,1}{18} = 0,39 \text{ m}$$

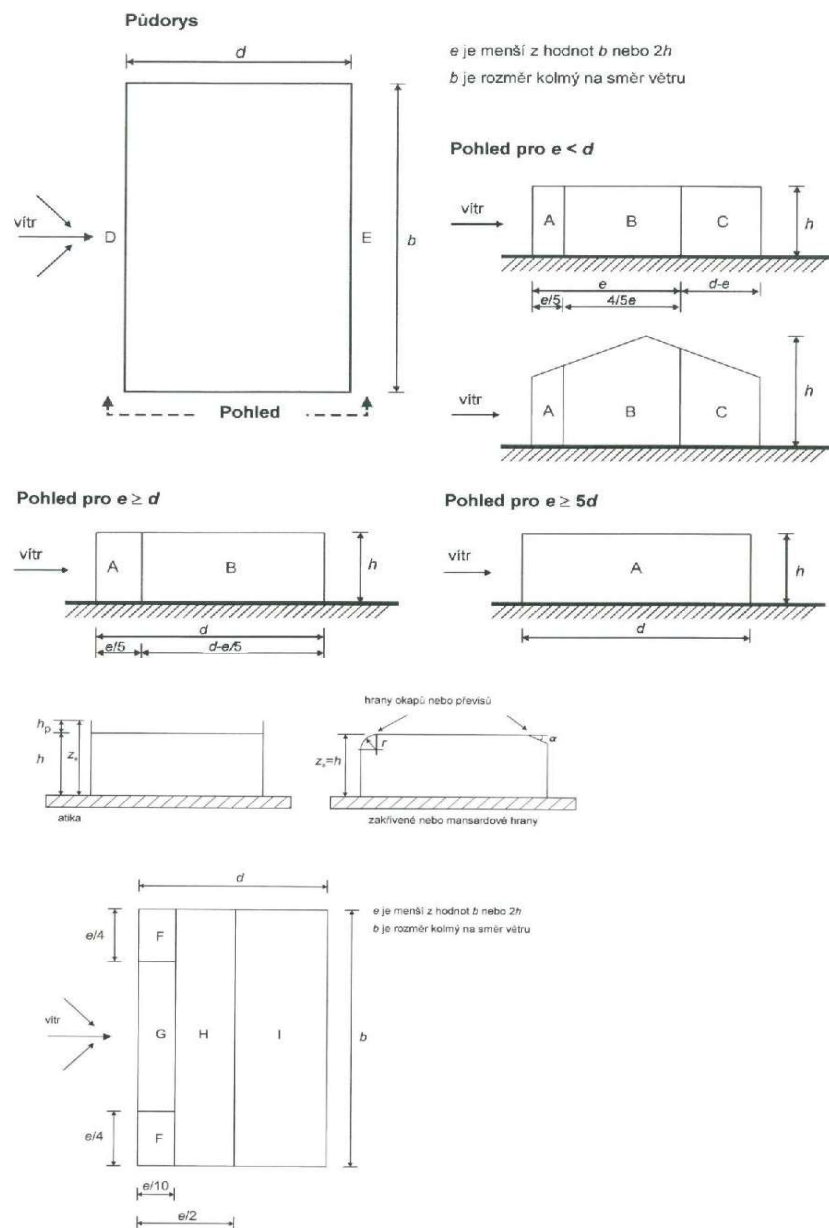
$$\frac{f}{d} = \frac{4,4}{18} = 0,24 \text{ m}$$

$$C_{pe,A} = -0,90 \text{ kN/m}^2$$

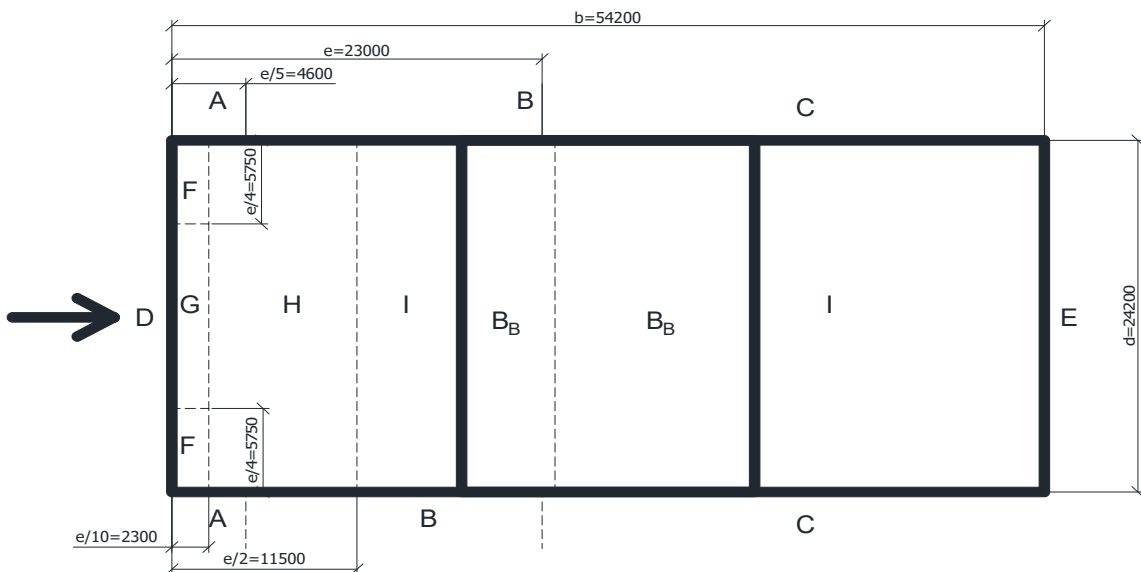
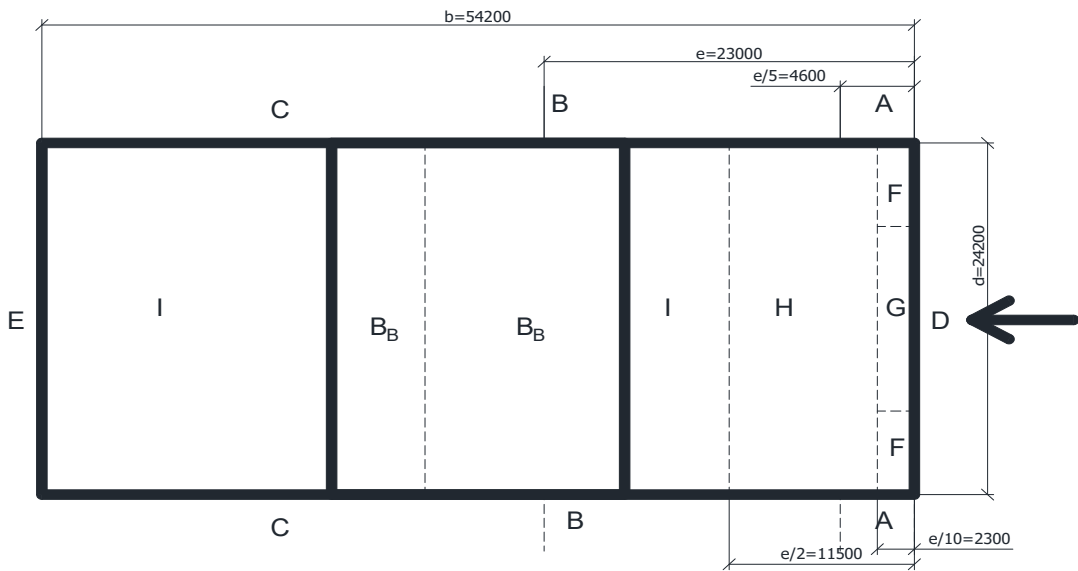
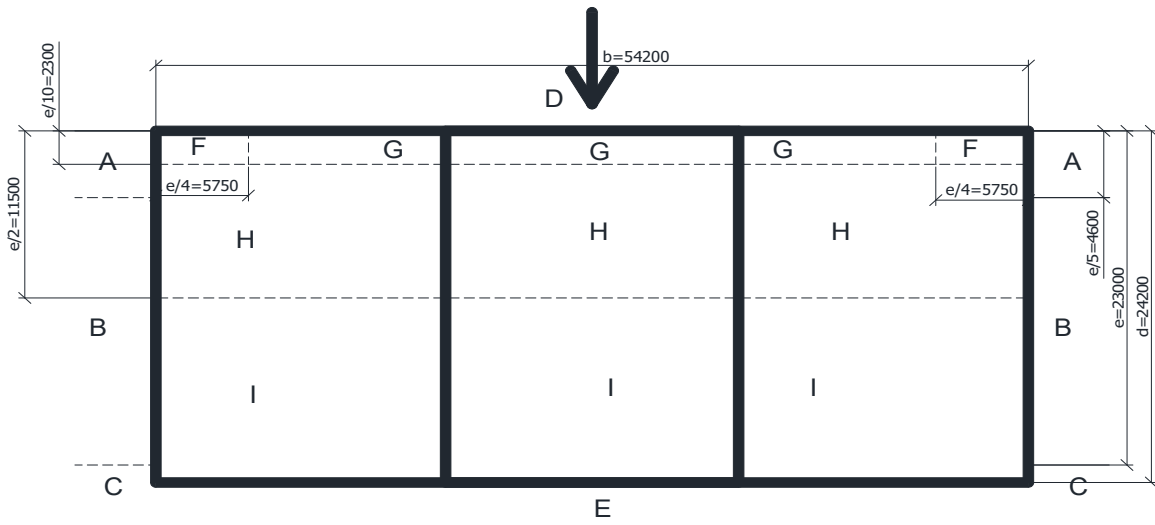
Rozhduje

Podélný vítr		
Plocha	C_{pe}	
A	-1,20	
B	-1,00	
C	-0,50	
D	0,80	
E	-0,40	
F	-1,60	
G	-1,10	
H	-0,70	
I	-0,20	0,20
Oblouk		
B_B	-0,90	

Příčný vítr		
Plocha	C_{pe}	
A	-1,20	
B	-0,80	
C	-0,50	
D	0,70	
E	-0,30	
F	-1,60	
G	-1,10	
H	-0,70	
I	-0,20	0,20



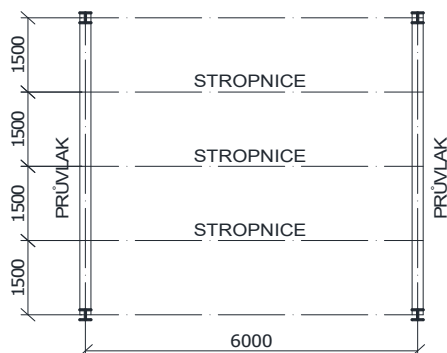
Členění ploch:



Návrh ocelobetonové stropní desky

Montážní stádium

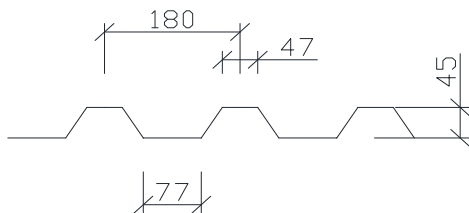
Zatížení přenáší trapézový plech

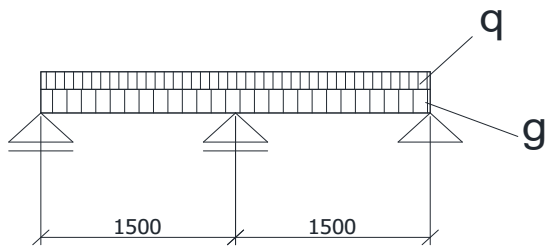


Stálé zatížení	Tloušťka [mm]	Objemová tíha γ [kN/m ³]	Charakteristické zatížení g_k [kN/m ²]	souč. zatížení γ_G	Návrhové zatížení g_d [kN/m ²]
Betonová deska tloušťky 80-125mm 80mm deska 45mm vlny plechu 188-47-77=64 pozitivní poloha t. plechu 64/2+77=109 (109/188)*43=26,09 26,09+80=106,09	106,09	26,00	2,76	1,35	3,72
Vlastní tíha trapézového plechu (odhad)			0,10	1,35	0,14
			$\Sigma=$ 2,86		3,86

Proměnné zatížení		Charakteristické zatížení q_k [kN/m ²]	souč. z. γ_Q	Návrhové zatížení q_d [kN/m ²]
Rovnoměrné		0,75	1,50	1,13
Zvětšené (působí na ploše 3x3m)		0,75	1,50	1,13
		$\Sigma=$ 1,50		2,25

$t_{\text{desky}} = 106,09 \text{ mm}$





MSÚ:

$$f_{ed} = g_d + q_d =$$

$$f_{ed} = 3,86 + 2,25 =$$

$$f_{ed} = \mathbf{6,11 \text{ kN/m}}$$

MSP:

$$f_{ed} = g_k + q_k =$$

$$f_{ek} = 2,86 + 1,50 =$$

$$f_{ek} = \mathbf{4,36 \text{ kN/m}}$$

Navržen LTP 45 tl. 0,7mm

únosnost:

MSÚ:

$$f_{rd} = \mathbf{6,63 \text{ kN/m}} \geq f_{ed} = \mathbf{6,11 \text{ kN/m}}$$

MSP:

$$f_{rk} = \mathbf{10,68 \text{ kN/m}} \geq f_{ek} = \mathbf{4,36 \text{ kN/m}}$$

viz. Přiložené Statické tabulky Lindab, strana 5

Vyhoví

Posouzení rybníkového efektu

Průhyb:

(zjednodušené řešení lineární aproximací z mezní hodnoty průhybu v tabulkách výrobce)

$$\frac{l}{200} = \frac{1500,00}{200} = 7,5 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{rk}}{f_{ek}} = \frac{4,36}{10,68} = 0,41 \text{ mm}$$

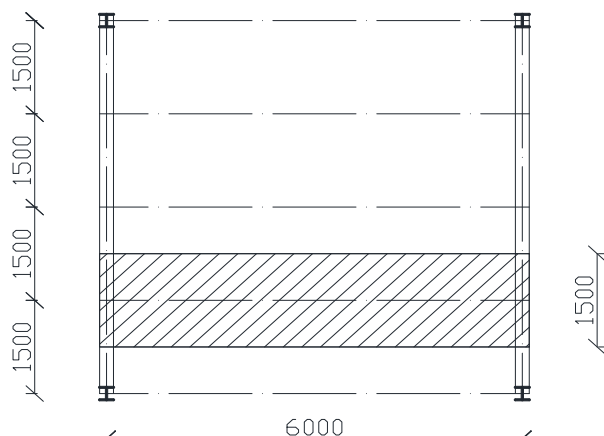
$$\delta = 7,5 * 0,41 = 3,06 \text{ mm}$$

$$\frac{t_{desky}}{10} = \frac{106,09}{10} = \mathbf{10,61} \geq \mathbf{3,06 \text{ mm}}$$

Není nutno uvažovat rybníkový efekt.

Návrh běžné stropnice

Montážní stádium



Zatěžovací šíř	B= 1,5	m
Rozpětí	l= 6	m
Tloušťka bet. desky	50	mm
Výška vlny tr. plechu	45	mm

Ocel S355

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

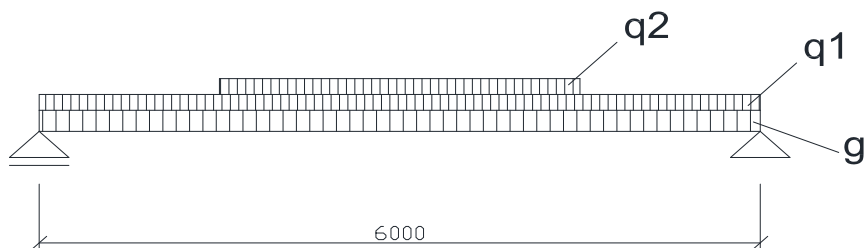
$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{m,0}} = \frac{355}{1,00} =$$

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

Stálé zatížení	Tloušťka [mm]	Objemová tíha γ [kN/m ³]	Zatěžovací šířka B [m]	Charakter. zatížení g_k [kN/m]	souč. zatížení γ_G	Návrhové zatížení g_d [kN/m]
Betonová deska tl. 80-125mm 80mm deska 45mm vlny plechu 188-47-77=64 pozitivní poloha t. plechu 64/2+77=109 (109/188)*43=26,09 26,09+80=106,09	106,09	25,00	1,50	3,98	1,35	5,37
Trapézový plech			1,50	0,15	1,35	0,20
Vlastní tíha stropnice				0,19	1,35	0,25
			$\Sigma=$	4,32		5,83

Proměnné zatížení		Charakter. zatížení q_k [kN/m]	Zatěžovací šířka B [m]	Charakter. zatížení q_k [kN/m]	souč. z. γ_Q	Návrhové zatížení q_d [kN/m]
Rovnoměrné	q_1	0,75	1,50	1,13	1,50	1,69
Zvětšené (působí na ploše 3x3m)	q_2	0,75	1,50	1,13	1,50	1,69
			$\Sigma=$	2,25		3,38

Vnitřní síly



$$V_{ed} = \frac{(g_d + q_{d1}) * l + q_{d2} * 3}{2} =$$

$$V_{ed} = \frac{[5,83 + 1,69] * 6 + 1,69 * 3}{2} =$$

$$V_{ed} = 25,08 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = V_{ed} * l/2 - (g_d + q_{d1}) * (l/2) * (l/4) - q_{d2} * (l/4) * (l/8) =$$

$$M_{ed} = \frac{25,08 * 6}{2} - [5,83 + 1,69] * \frac{6}{2} * \frac{6}{4} - 1,69 * \frac{6,00}{4,00} * \frac{6,00}{8,00} =$$

$$M_{ed} = 39,51 \text{ kNm}$$

Navrženo IPE 200

$$A_a = 28454 \text{ mm}^2$$

$$A_{vz} = 1400 \text{ mm}^2$$

$$W_{pl,y} = 220600 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 19430000 \text{ mm}^4$$

Průřez je třídy 1

určeno z tabulek

MSÚ

Ohyb

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

$$M_{rd} = 220600 * 10^{-6} * 355 =$$

$$M_{rd} = 78,31 \text{ kNm} \geq M_{ed} = 39,51 \text{ kNm}$$

Vyhoví

Smyk

$$V_{rd} = A_{Vz} * f_{yd} / 3^{0,5} =$$

$$V_{rd} = 1400 * 10^{-3} * 355 / 3^{0,5} =$$

$$V_{rd} = \mathbf{286,94 \text{ kN}} \geq V_{ed} = \mathbf{25,08 \text{ kN}}$$

Vyhoví

MSP

$$\delta = \frac{5 * g_k * l^4}{384 * E * I_y} = \frac{5 * 4,32 * 6000^4}{384 * 210 * 10^3 * 19430000} =$$

$$\delta = \mathbf{17,85} > \frac{t_{desky}}{10} = \frac{\mathbf{106,09}}{10} = \mathbf{10,61 \text{ mm}}$$

Nutno započítávat rybníkový efekt

Nový výpočet s přidáním tloušťkou betonové desky

$$\delta_0 = 0,7 * \delta =$$

$$\delta_0 = 0,7 * 17,85 =$$

$$\delta_0 = \mathbf{12,50 \text{ mm}}$$

$$\Delta g_k = \delta_0 * B * 26 =$$

$$\Delta g_k = 0,0125 * 1,5 * 26 =$$

$$\Delta g_k = \mathbf{0,49 \text{ kN/m}}$$

$$g_{d2} = \Delta g_k * \gamma + g_d =$$

$$g_{d2} = 0,49 * 1,35 + 5,83 =$$

$$g_{d2} = \mathbf{6,49 \text{ kN/m}}$$

$$V_{ed} = \frac{(g_d + q_{d1}) * l + q_{d2} * 3}{2} =$$

$$V_{ed} = \frac{[6,49 + 1,69] * 6,00 + 1,69 * 3}{2} =$$

$$V_{ed} = \mathbf{27,05 \text{ kN}}$$

$$M_{ed} = V_{ed} * l / 2 - (g_d + q_{d1}) * (l/2) * (l/4) - q_{d2} * (l/4) * (l/8) =$$

$$M_{ed} = \frac{27,05 * 6}{2} - [6,49 + 1,69] * \frac{6,00}{2} * \frac{6,00}{4} -$$

$$1,69 * \frac{6,00}{4,00} * \frac{6,00}{8,00} =$$

$$M_{ed} = \mathbf{42,47 \text{ kNm}}$$

MSÚ

Ohyb

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

$$M_{rd} = 220600 * 10^{-6} * 355 =$$

$$M_{rd} = \mathbf{78,31 \text{ kNm}} \geq M_{ed} = \mathbf{42,47 \text{ kNm}}$$

Vyhoví

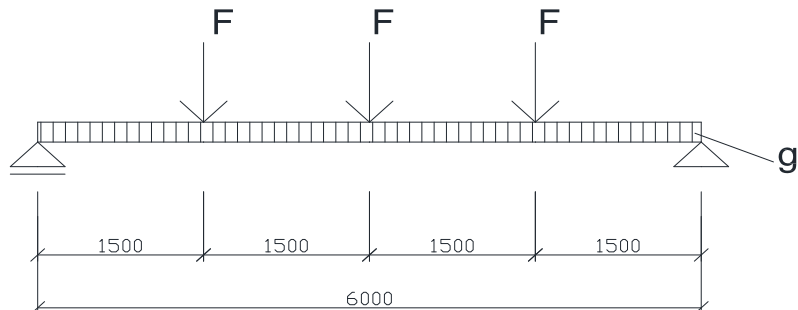
Smyk

$$\begin{aligned} V_{rd} &= A_{vz} \cdot f_{yd} = \\ V_{rd} &= 1400 \cdot 10^{-3} \cdot 355 = \\ V_{rd} &= 497,00 \text{ kN} \geq V_{ed} = 27,05 \text{ kN} \end{aligned}$$

Vyhoví

Návrh běžného průvlastku

Montážní stádium



Rozpětí $l = 6$ m
 Tloušťka bet. desky 80 mm
 Výška vlny tr. plechu 45 mm
 Průměrná tl. bet. d. 106,09 mm

Ocel S355

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

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{m,0}} = \frac{355}{1,00} = 355 \text{ MPa}$$

$$f_u = 490 \text{ MPa}$$

Beton C25/30

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

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,66 \text{ MPa}$$

Stálé zatížení		Charakteristické zatížení g_k [kN/m]	souč. zatížení γ_G	Návrhové zatížení g_d [kN/m]
Vlastní tíha stropnice	g	0,36	1,35	0,49

$$F_{ed} = 50,15 \text{ kN}$$

2x Reakce stropnice (viz návrh stropnice)

$$g_{ek} = 4,32 \text{ kN/m}^2$$

Stálě charakteristické zatížení (viz návrh stropnice)

$$g_{ek} = 4,32 * 6 = 25,90 \text{ kN/m}$$

Vnitřní síly

$$M_{ed} = \frac{V_{ed} \cdot l}{2} - \frac{g_{ed} \cdot l^2}{8} - F_{ed} \cdot l/4 =$$

$$M_{ed} = \frac{76,69}{2} \cdot 6 - \frac{0,49 \cdot 36}{8} -$$

$$\frac{50,15 \cdot 6}{4} =$$

M_{ed} = 152,64 kNm

$$V_{ed} = \frac{g_{ed} \cdot l}{2} + F_{ed} \cdot 1,5 =$$

$$V_{ed} = \frac{0,49 \cdot 6}{2} + 50,15 \cdot 1,5 =$$

V_{ed} = 76,69 kN

Navrženo IPE 330

h =	330 mm	Výška nosníku	h =	330 mm
A _a =	6261 mm ²	Šířka pásnice	b =	160 mm
A _{vz} =	3081 mm ²	Tloušťka stojiny	t _w =	7,5 mm
W _{pl,y} =	804300 mm ³	Tloušťka pásnice	t _f =	11,5 mm
I _y =	117700000 mm ⁴		h-2*t _f =	307 mm
f _{yd} =	355 MPa			

Průřez je třídy 1

určeno z tabulek

MSÚ

Ohyb

$$M_{rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{3^{0,5}} =$$

$$M_{rd} = \frac{804300 \cdot 10^{-6} \cdot 355}{3^{0,5}} =$$

M_{rd} = 164,85 kNm ≥ M_{ed} = 152,64 kNm

Vyhoví

Smyk

$$V_{rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{3^{0,5}} =$$

$$V_{rd} = \frac{3081 \cdot 10^{-3} \cdot 355}{3^{0,5}} =$$

V_{rd} = 1093,76 kN ≥ V_{ed} = 76,69 kN

Vyhoví

MSP

$$\delta = \frac{5 \cdot g_k \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = \frac{5 \cdot 25,90 \cdot 6000^4}{384 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 117700000} =$$

$$\delta = 17,68 > \frac{t_{\text{desky}}}{10} = \frac{106,09}{10} = 10,6 \text{ mm}$$

→ Nutno započítávat rybníkový efekt

Přidaná tloušťka betonové desky v důsledku rybníkového efektu

$$\delta_0 = 0,7 * \delta =$$

$$\delta_0 = 0,7 * 17,68 =$$

$$\delta_0 = 12,38 \text{ mm}$$

Přidané zatížení

$$\Delta q_k = \delta_0 * \gamma =$$

$$\Delta q_k = 0,0177 * 25 =$$

$$\Delta q_k = 2,65 \text{ kN/m}$$

Posouzení s upravenými vnitřními sílami

$$M_{ed,uprav} = M_{ed} + \frac{1}{8} * \Delta q_k * l^2 =$$

$$M_{ed,uprav} = 152,64 + \frac{1}{8} * 2,65 * 6 * 6 =$$

$$M_{ed,uprav} = 164,58 \text{ kNm} \leq M_{rd} = 164,85 \text{ kNm}$$

Vyhoví

$$V_{ed,uprav} = V_{ed} + \frac{1}{2} * \Delta q_k * l =$$

$$V_{ed,uprav} = 76,69 + \frac{1}{2} * 2,65 * 6 =$$

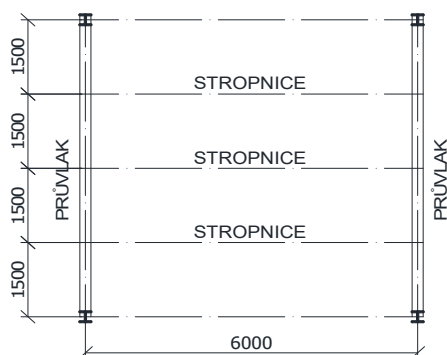
$$V_{ed,uprav} = 84,64 \text{ kNm} \leq V_{rd} = 1093,76 \text{ kNm}$$

Vyhoví

Návrh ocelobetonové stropní desky

Montážní stádium s vlivem rybníkového efektu nosníků

Zatížení přenáší trapézový plech

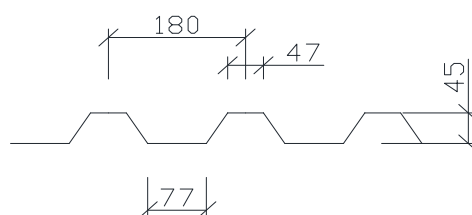


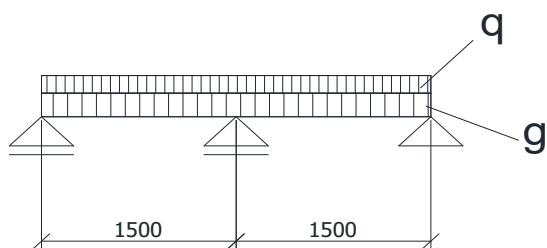
Rybníkový efekt stropnice =	12,50	mm
Rybníkový efekt průvlaku =	12,38	mm
	<u>24,87</u>	

Stálé zatížení	Tloušťka [mm]	Objemová tíha γ [kN/m ³]	Charakteristické zatížení g_k [kN/m ²]	souč. zatížení γ_G	Návrhové zatížení g_d [kN/m ²]
Rybníkový efekt betonové desky	24,87	26,00	0,65	0,35	0,23
Betonová deska tloušťky 80-125mm 80mm deska 45mm vlny plechu 188-47-77=64 pozitivní poloha t. plechu 64/2+77=109 (109/188)*43=26,09 26,09+80=106,09	106,09	26,00	2,76	1,35	3,72
Vlastní tíha trapézového plechu (odhad)			0,10	1,35	0,14
			$\Sigma =$ 3,51		4,09

Proměnné zatížení		Charakteristické zatížení q_k [kN/m ²]	souč. z. γ_Q	Návrhové zatížení q_d [kN/m ²]
Rovnoměrné		0,75	1,50	1,13
Zvětšené (působí na ploše 3x3m)		0,75	1,50	1,13
		$\Sigma =$ 1,50		2,25

$$t_{\text{desky}} = 106,09 \text{ mm}$$





MSÚ:

$$\begin{aligned}
 f_{ed} &= g_d + q_d = \\
 f_{ed} &= 4,09 + 2,25 = \\
 f_{ed} &= \mathbf{6,34 \text{ kN/m}}
 \end{aligned}$$

MSP:

$$\begin{aligned}
 f_{ed} &= g_k + q_k = \\
 f_{ek} &= 3,51 + 1,50 = \\
 f_{ek} &= \mathbf{5,01 \text{ kN/m}}
 \end{aligned}$$

Navržen LTP 45 tl. 0,7mm

únosnost:

MSÚ:

$$f_{rd} = \mathbf{6,63 \text{ kN/m}} \geq f_{ed} = \mathbf{6,34 \text{ kN/m}}$$

MSP:

$$f_{rk} = \mathbf{10,68 \text{ kN/m}} \geq f_{ek} = \mathbf{5,01 \text{ kN/m}}$$

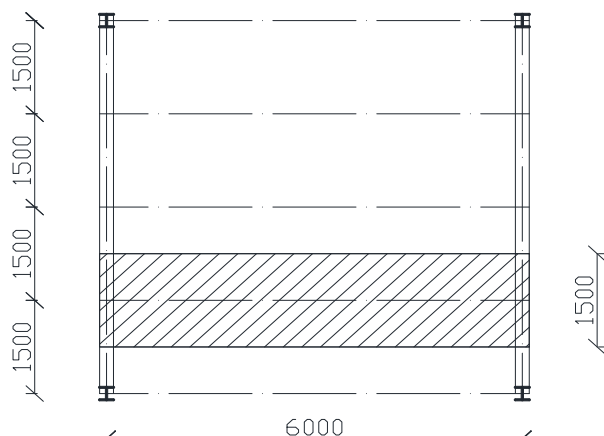
viz. Příložené Statické tabulky Lindab, strana 5

Vyhoví

Posouzení rybníkového efektu

Návrh běžné stropnice

Montážní stádium s vlivem rybníkového efektu průvlastku



Zatěžovací šíř	B= 1,5	m
Rozpětí	l= 6	m
Tloušťka bet. desky	50	mm
Výška vlny tr. plechu	45	mm

Ocel S355

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

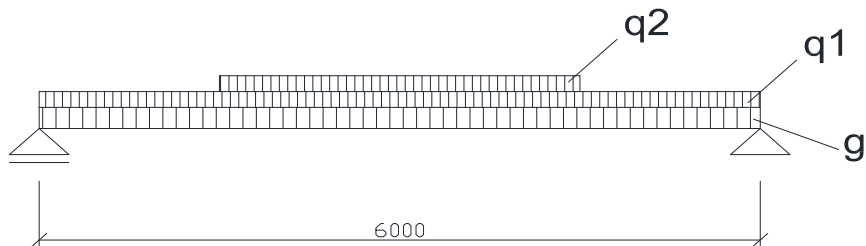
$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{m,0}} = \frac{355}{1,00} = 355 \text{ MPa}$$

Rybníkový efekt stropnic	12,50	mm
Rybníkový efekt průvlastku	12,38	mm
	<u>24,87</u>	

Stálé zatížení	Tloušťka [mm]	Objemová tíha γ [kN/m ³]	Zatěžovací šířka B [m]	Charakter. zatížení g_k [kN/m]	souč. zatížení γ_G	Návrhové zatížení g_d [kN/m]
Rybníkový efekt betonové d.	24,87	25,00	1,50	0,93	1,35	1,26
Betonová deska tl. 80-125mm	106,09	25,00	1,50	3,98	1,35	5,37
80mm deska						
45mm vlny plechu						
188-47-77=64						
pozitivní poloha t. plechu						
64/2+77=109						
(109/188)*43=26,09						
26,09+80=106,09						
Trapézový plech			1,50	0,15	1,35	0,20
Vlastní tíha stropnice				0,19	1,35	0,25
			$\Sigma=$	5,25		7,09

Proměnné zatížení		Charakter. zatížení q_k [kN/m]	Zatěžovací šířka B [m]	Charakter. zatížení q_k [kN/m]	souč. z. γ_Q	Návrhové zatížení q_d [kN/m]
Rovnoměrné	q_1	0,75	1,50	1,13	1,50	1,69
Zvětšené (působí na ploše 3x3m)	q_2	0,75	1,50	1,13	1,50	1,69
				$\Sigma =$	2,25	3,38

Vnitřní síly



$$V_{ed} = \frac{(g_d + q_{d1}) * l + q_{d2} * 3}{2} =$$

$$V_{ed} = \frac{[7,09 + 1,69] * 6 + 1,69 * 3}{2} =$$

$$V_{ed} = \mathbf{28,85 \text{ kN}}$$

$$M_{ed} = V_{ed} * l/2 - (g_d + q_{d1}) * (l/2) * (l/4) - q_{d2} * (l/4) * (l/8) =$$

$$M_{ed} = \frac{28,85 * 6}{2} - [7,09 + 1,69] * \frac{6}{2} * \frac{6}{4} - 1,69 * \frac{6,00}{4,00} * \frac{6,00}{8,00} =$$

$$M_{ed} = \mathbf{45,18 \text{ kNm}}$$

Navrženo IPE 200

$$A_a = 28454 \text{ mm}^2$$

$$A_{vz} = 1400 \text{ mm}^2$$

$$W_{pl,y} = 220600 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 19430000 \text{ mm}^4$$

Průřez je třídy 1

určeno z tabulek

MSÚ

Ohyb

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

$$M_{rd} = 220600 * 10^{-6} * 355 =$$

$$M_{rd} = \mathbf{78,31 \text{ kNm}} \geq M_{ed} = \mathbf{45,18 \text{ kNm}}$$

Vyhoví

Smyk

$$V_{rd} = A_{vz} * f_{yd} / 3^{0,5} =$$

$$V_{rd} = 1400 * 10^{-3} * 355 / 3^{0,5} =$$

$$V_{rd} = \mathbf{286,94 \text{ kN}} \geq V_{ed} = \mathbf{28,85 \text{ kN}}$$

Vyhoví

Návrh ocelobetonové stropní desky

Provozní stádium

Betonářská výztuž 10 505

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} =$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} =$$

$$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa} = 434782,61 \text{ kPa}$$

Beton C25/30

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

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} =$$

$$f_{cd} = 16,66 \text{ MPa} = 16660,00 \text{ kPa}$$

$$f_{ctm} = 2,60 \text{ MPa}$$

Rybниковý efekt stropnice = 12,50 mm

Rybниковý efekt průvlastku = 12,38 mm

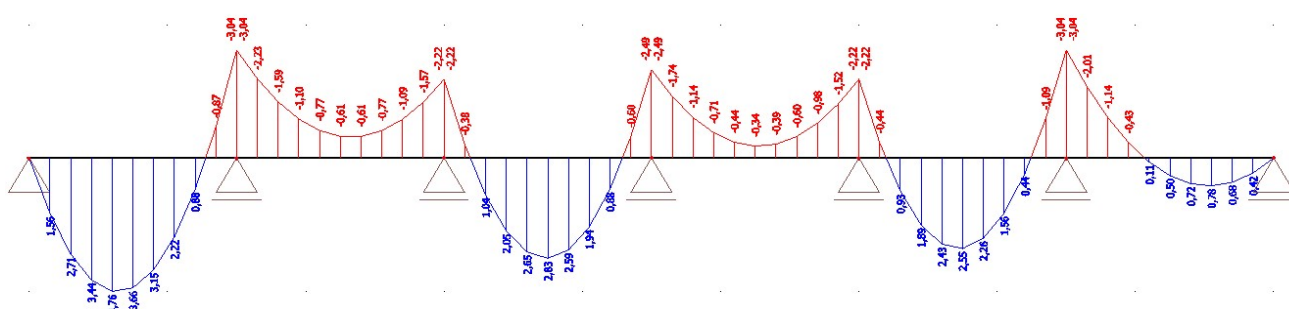
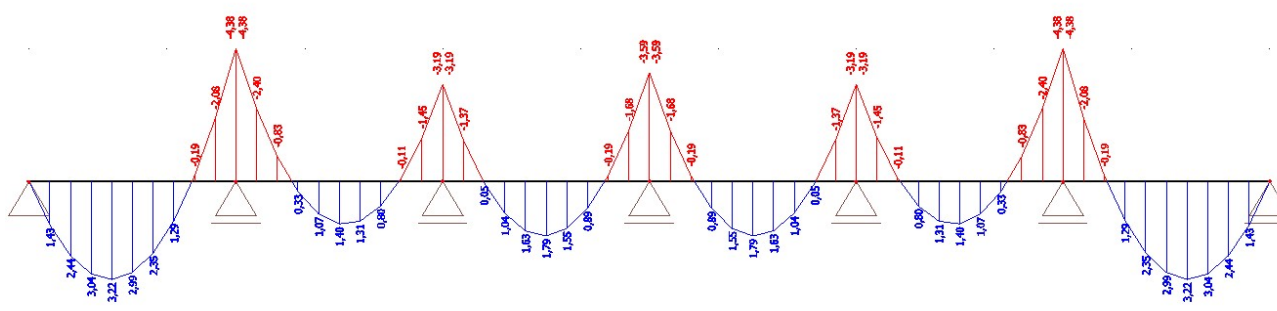
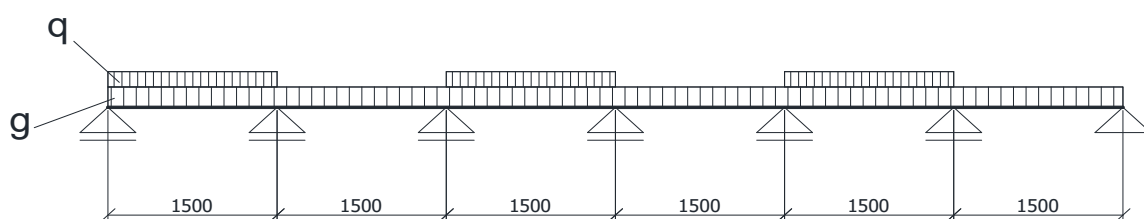
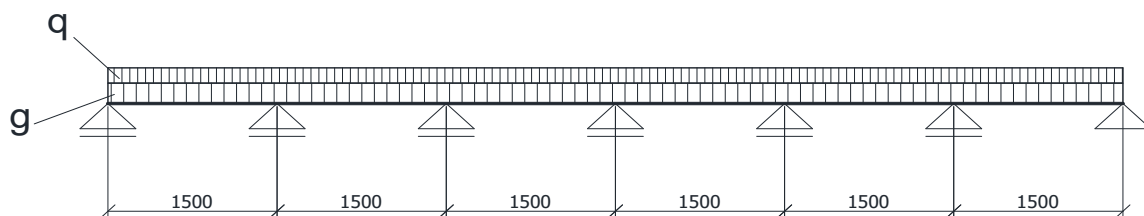
24,87

Stálé zatížení	Tloušťka [mm]	Objemová tíha γ [kN/m ³]	Charakteristické zatížení g_k [kN/m ²]	souč. zatížení γ_G	Návrhové zatížení g_d [kN/m ²]
Cementová litá podlaha	5	25	0,13	1,35	0,17
Betonová deska + kari síť	65	25	1,63	1,35	2,19
PE fólie					
Zvuková a tepelná izolace	60	1	0,06	1,35	0,08
Rybниковý efekt betonové desky	24,87	26,00	0,65	1,35	0,87
Betonová deska tloušťky 80-125mm 80mm deska 45mm vlny plechu 188-47-77=64 pozitivní poloha t. plechu 64/2+77=109 (109/188)*43=26,09 26,09+80=106,09	106,09	26,00	2,76	1,35	3,72
Vlastní tíha trapézového plechu (odhad)			0,10	1,35	0,14

$\Sigma = 5,32 \quad 7,18$

Proměnné zatížení	Charakteristické zatížení q_k [kN/m ²]	souč. z. γ_Q	Návrhové zatížení q_d [kN/m ²]
Užitné zatížení Kategorie E1	7,50	1,50	11,25

$\Sigma = 7,50 \quad 11,25$



Maximální moment nad podporou

$$M_{ed,1} = 4,38 \text{ kNm}$$

Maximální moment v poli

$$M_{ed,2} = 3,76 \text{ kNm}$$

Stanovení krytí výztuže

Prostředí XC1 - Beton uvnitř budov s nízkou vlhkostí vzduchu

Návrhová životnost objektu 50 let

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,z} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm})$$

$c_{min,b} =$	6	mm	Předpokládána výztuž R6
$c_{min,dur} =$	15	mm	Viz. tabulka v ČSN EN 1992-1-1
$\Delta c_{dur,z} =$	0	mm	Žádná přidaná hodnota z hlediska spolehlivosti
$\Delta c_{dur,st} =$	0	mm	Nebude použita nerezová ocel
$\Delta c_{dur,add} =$	0	mm	Nebude použita dodatečná ochrana

$$c_{min} = \max(6; 15+0-0-0; 10\text{mm})$$

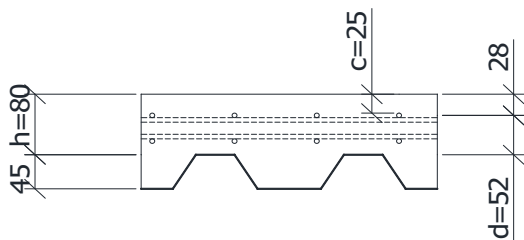
$$c_{min} = 15 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 15 + 10 = 25 \text{ mm}$$

Navržena kari síť R6 150/150 u spodního i horního povrchu

$$A_s = 188 \text{ mm}^2/\text{m} = 0,000188 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$150 \text{ mm} < 2 * h = 160 \text{ mm}$$



$$N_s = f_{yd} * A_s =$$

$$N_s = 434782,61 * 0,000188 =$$

$$N_s = 81,74 \text{ kN}$$

$$N_c = N_s$$

$$N_c = f_{cd} * x * b =$$

$$x = \frac{N_s}{f_{cd} * \eta * b * \lambda} =$$

$$x = \frac{81,74}{16660,00 * 1 * 0,8} =$$

$$x = 0,00613 \text{ m} = 6,13 \text{ mm}$$

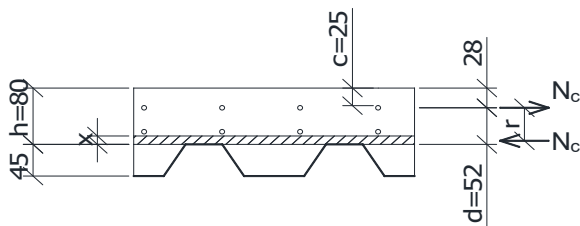
$$d = h - c_{nom} - \phi/2 =$$

$$d = 80 - 25 - 3 =$$

$$d = 52 \text{ mm}$$

rameno vnitřních sil

$$r = d \cdot 0,5 \cdot \lambda = 52 \cdot 0,4 = 49,55 \text{ mm}$$



$$M_{rd} = N_s \cdot r = 81,74 \cdot 0,049547 = 4,05 \text{ kNm}$$

$M_{rd} = 4,05 \text{ kNm} < M_{ed,1} = 4,38 \text{ kNm}$ **Nevyhoví**
 $M_{rd} = 4,05 \text{ kNm} > M_{ed,2} = 3,76 \text{ kNm}$ **Vyhoví**

Kontrola vyztužení

$$A_{s,min1} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} = 0,26 \cdot \frac{2,60 \cdot 1000 \cdot 52}{500} = 70,304 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Rozhoduje

$$A_{s,min2} = 0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,0013 \cdot 1000 \cdot 52 = 67,6 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min2} = 0,0013 \cdot 1000 \cdot 52 = 67,6 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min2} = 67,6 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 70,304 \text{ mm}^2/\text{m} < A_s = 188 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Vyhoví

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot b_t \cdot h = 0,04 \cdot 1000 \cdot 80 = 3200 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot 1000 \cdot 80 = 3200 \text{ mm}^2/\text{m}$$

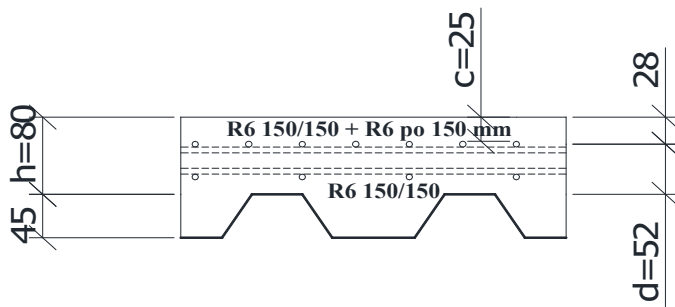
$$A_{s,max} = 3200 \text{ mm}^2/\text{m} > A_s = 188 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Vyhoví

Navrženo vyztuž nad podporami zhusti na R6 po 75mm

$$A_s = 376 \text{ mm}^2/\text{m} = 0,000376 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$75 \text{ mm} < 2 \cdot h = 160 \text{ mm}$$



$$N_s = f_{yd} * A_s =$$

$$N_s = 434782,61 * 0,000376 =$$

$$N_s = 163,48 \text{ kN}$$

$$N_c = N_s$$

$$N_c = f_{cd} * x * b =$$

$$x = \frac{N_s}{f_{cd} * \eta * b * \lambda} =$$

$$x = \frac{163,48}{16660,00 * 1 * 0,8} =$$

$$x = 0,01227 \text{ m} = 12,27 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{nom} - \frac{\phi}{2} =$$

$$d = 80 - 0 - 0 =$$

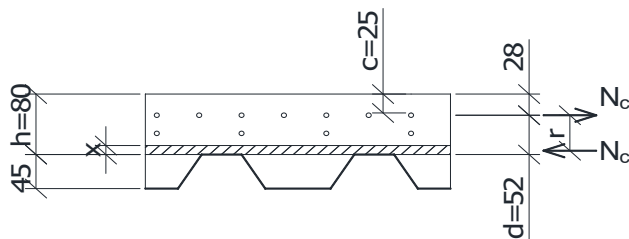
$$d = 80 \text{ mm}$$

rameno vnitřních sil

$$r = d - 0,5 * \lambda * x =$$

$$r = 80 - 0,4 * 12,27 =$$

$$r = 75,09 \text{ mm}$$



$$M_{rd} = N_s * r =$$

$$M_{rd} = 163,48 * 0,075094 =$$

$$M_{rd} = 12,28 \text{ kNm} > M_{ed,1} = 4,38 \text{ kNm}$$

Vyhoví

Kontrola vyztužení

$$A_{s,min1} = 0,26 \quad * \quad \frac{f_{ctm} \quad * \quad b_t \quad * \quad d}{f_{yk}} =$$

$$A_{s,min1} = 0,26 \quad * \quad \frac{2,60 \quad * \quad 1000 \quad * \quad 80}{0} =$$

$$A_{s,min1} = 108,16 \quad \text{mm}^2/\text{m} \quad \text{Rozhoduje}$$

$$A_{s,min2} = 0,0013 \quad * \quad b_t \quad * \quad d \quad =$$

$$A_{s,min2} = 0,0013 \quad * \quad 1000 \quad * \quad 80 \quad =$$

$$A_{s,min2} = 104 \quad \text{mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 108,16 \quad \text{mm}^2/\text{m} \quad < \quad A_s = 188 \quad \text{mm}^2/\text{m}$$

Vyhoví

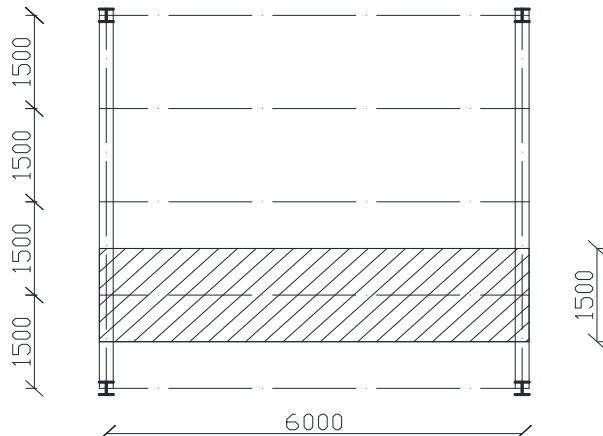
$$A_{s,max} = 0,04 \quad * \quad b_t \quad * \quad h \quad =$$

$$A_{s,max} = 0,04 \quad * \quad 1000 \quad * \quad 80 \quad =$$

$$A_{s,max} = 3200 \quad \text{mm}^2/\text{m} \quad > \quad A_s = 188 \quad \text{mm}^2/\text{m}$$

Vyhoví

Běžná stropnice Provozní stádium



Zatěžovací šířk	B=	1,5	m
Rozpětí	l=	6	m
Tloušťka bet. desky		80	mm
Výška vlny tr. plechu		45	mm

Ocel S355

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

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{m,0}} = \frac{355}{1,00} = 355 \text{ MPa}$$

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

$$f_u = 490 \text{ MPa}$$

Beton C25/30

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

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,66 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 16,66 \text{ MPa}$$

Rybníkový efekt stropr	12,50	mm
Rybníkový efekt průvlá	12,38	mm
	<u>24,87</u>	

Stálé zatížení	Tloušťka [mm]	Objemová tíha γ [kN/m ³]	Zatěžovací šířka B [m]	Charakter. zatížení g_k [kN/m]	souč. zatížení γ_G	Návrhové zatížení g_d [kN/m]
Cementová litá podlaha	5	25	1,5	0,19	1,35	0,25
Betonová deska + kari síť	55	25	1,5	2,06	1,35	2,78
PE fólie			1,5			
Zvuková izolace	40	1	1,5	0,06	1,35	0,08
Rybníkový efekt betonové desky	24,87	25,00	1,5	0,93	1,35	1,26
Betonová deska tl. 80-125mm 80mm deska 45mm vlny plechu 188-47-77=64 pozitivní poloha t. plechu 64/2+77=109 (109/188)*43=26,09 26,09+80=106,09	106,09	25,00	1,5	3,98	1,35	5,37
Trapézový plech			1,5	0,15	1,35	0,20
Vlastní tíha stropnice			1,5	0,19	1,35	0,25
Sádkartonový podhled	24,00	7,50		0,27	1,35	0,36
$\Sigma=$				7,83		10,57

Proměnné zatížení	Charakteristické zatížení g_k [kN/m ²]	Zatěžovací šířka B [m]	Charakter. zatížení q_k [kN/m]	souč. z. γ_Q	Návrhové zatížení q_d [kN/m]
Užitné zatížení Kategorie E1	7,50	1,50	11,25	1,50	16,88
$\Sigma=$			11,25		16,88

Zatížení

$$f_{ed} = g_d + q_d =$$

$$f_{ed} = 10,57 + 16,88 =$$

$$f_{ed} = \mathbf{27,44 \text{ kN/m}}$$

$$f_{ek} = g_k + q_k =$$

$$f_{ek} = 7,83 + 11,25 =$$

$$f_{ek} = \mathbf{19,08 \text{ kN/m}}$$

Vnitřní síly

$$M_{ed} = \frac{f_{ed} \cdot l^2}{8} =$$

$$M_{ed} = \frac{27,44 \cdot 6 \cdot 6}{8} =$$

$$M_{ed} = \mathbf{123,50 \text{ kNm}}$$

$$V_{ed} = \frac{f_{ed} * l}{2} =$$

$$V_{ed} = \frac{27,44 * 6}{2} =$$

$$V_{ed} = \mathbf{82,33 \text{ kN}}$$

Navrženo IPE 200

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

$$A_a = 2848 \text{ mm}^2$$

$$A_{vz} = 1400 \text{ mm}^2$$

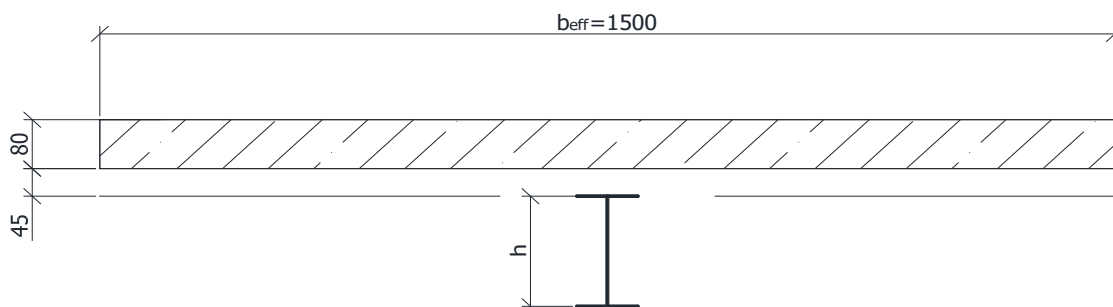
$$W_{pl,y} = 220600 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 19430000 \text{ mm}^4$$

Průřez je třídy 1
určeno z tabulek

MSÚ

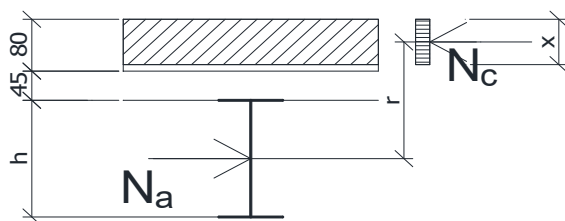
Ohyb



$$b_{eff} = \frac{l}{4} = \frac{6}{4} = 1,5 \text{ m}$$

$$b_{eff} \leq B = 1,5 \text{ m}$$

$$b_{eff} = \mathbf{1,5 \text{ m}} = 1500 \text{ mm}$$



$$N_a = N_c$$

$$A \cdot f_{yd} = x \cdot b_{\text{eff}} \cdot f_{cd} \cdot 0,85$$

$$2848 \cdot 355 = x \cdot 1500 \cdot 16,66 \cdot 0,85$$

$$x = 47,60 \text{ mm}$$

$$x \leq \text{tloušce botonové desky} = 80 \text{ mm}$$

Rameno vnitřních sil

$$r = 200 + 80 + 45 - 100 - 47,60$$

$$r = 147,40 \text{ mm}$$

$$M_{rd} = A_a \cdot f_{yd} \cdot r =$$

$$M_{rd} = 2848 \cdot 10^{-6} \cdot 355 \cdot 147 =$$

$$M_{rd} = 149,03 \text{ kNm} \geq M_{ed} = 123 \text{ kNm}$$

Vyhoví

Smyk

$$V_{rd} = A_{vz} \cdot f_{yd} / 3^{0,5} =$$

$$V_{rd} = 1400 \cdot 10^{-3} \cdot 355 / 3^{0,5} =$$

$$V_{rd} = 286,94 \text{ kN} \geq V_{ed} = 82,33 \text{ kN}$$

Vyhoví

MSP

Modul pružnosti betonu s vlivem dotvarování a smršťování

$$E_c = \frac{E_{cm}}{2} =$$

$$E_c = \frac{30500}{2} =$$

$$E_c = 15250 \text{ MPa}$$

Pracovní součinitel

$$n = \frac{E_a}{E_c} =$$

$$n = \frac{2E+05}{15250} =$$

$$n = 13,77$$

Plocha ideálního průřezu

$$A_i = A_a + A_c/n$$

$$A_c = 80,00 \cdot 1500 =$$

$$A_c = 1E+05 \text{ mm}^2$$

$$\frac{1E+05}{13,77} = 8714,286$$

$$A_i = 2848 + 8714,286 =$$

$$A_i = 11562,29 \text{ mm}^2$$

Těžiště ideálního průřezu

$$e = \frac{A_a \cdot t_a + A_c / n \cdot t_c}{A_i}$$

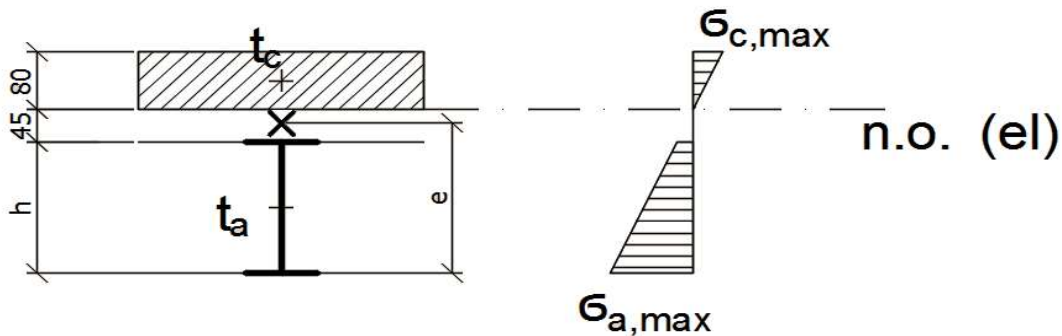
$$t_a = 100 \text{ mm}$$

$$180 + 45 + 80 = 305 \text{ mm}$$

$$t_c = 305 - \frac{80,00}{2} = 265 \text{ mm}$$

$$e = \frac{2848 \cdot 100 + 8714 \cdot 265}{11562,29} =$$

$$e = 224,36 \text{ mm}$$



Moment setrvačnosti ideálního průřezu

$$I_i = 19430000 + 2848 \cdot \left[224,36 - 100 \right]^2 +$$

$$1 / 13,77 \cdot \left[1500 \cdot 80,00^3 \right] / 12 +$$

$$1 / 13,77 \cdot 120000 \cdot \left[265,00 - 224,36 \right]^2$$

$$I_i = 82515703,46 \text{ mm}^4$$

Maximální napětí v ocelovém profilu

Montážní stálé zatížení

$$f_{o,k} = 3,19 \text{ kN/m}$$

viz. Montážní stádium

$$M_{o,k} = \frac{f_{o,k} \cdot l^2}{8} =$$

$$M_{o,k} = \frac{3,19 \cdot 36}{8} =$$

$$M_{o,k} = 14,36 \text{ kNm}$$

Ostatní zatížení

$$f_{p,k} = 0,19 + 2,06 + 0,06 + 0,27 +$$

$$11,25 =$$

$$f_{p,k} = 13,83 \text{ kN/m}$$

$$M_{p,k} = \frac{f_{p,k} \cdot l^2}{8} =$$

$$M_{p,k} = \frac{13,83 \cdot 36}{8} =$$

$$M_{p,k} = 62,24 \text{ kNm}$$

$$\bar{\sigma}_{a,max} = \frac{M_{o,k}}{W_{pl,y}} + \frac{M_{p,k} * z}{I_i} =$$

$$\bar{\sigma}_{a,max} = \frac{14,36 * 10^6}{220600} + \frac{62,24 * 10^6 * 224,36}{82515703,46} =$$

$$\bar{\sigma}_{a,max} = 65,07 + 169,2149 =$$

$$\bar{\sigma}_{a,max} = \mathbf{234,29 \text{ MPa}} \leq f_y = \mathbf{355 \text{ MPa}}$$

Maximální napětí v betonové desce

$$\bar{\sigma}_{c,max} = \frac{M_{p,k} * z}{n * I_i} =$$

$$\bar{\sigma}_{c,max} = \frac{62,24 * 10^6 * \left(\frac{305}{13,77} - \frac{224,36}{82515703} \right)}{13,77 * 82515703} =$$

$$\bar{\sigma}_{c,max} = \mathbf{4,42 \text{ MPa}} \leq \mathbf{0,85 * f_{ck} = 21,25 \text{ MPa}}$$

Nosník při provozním zatížení působí pružně

Průhyb

$$\delta = \frac{5 * f_p * l^4}{384 * E * I} =$$

$$\delta = \frac{5 * 13,83 * 6000^4}{384 * 210 * 10^3 * 82515703} =$$

$$\delta = \mathbf{13,47 \text{ mm}} < \frac{l}{250} = \frac{6000}{250} = \mathbf{24 \text{ mm}}$$

Spřahovací trny

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

$$h_{sc} = 75 \text{ mm}$$

$$P_{Rd,1} = 0,8 * f_u * \frac{\pi * d^2}{4 * \gamma_v} =$$

$$P_{Rd,1} = 0,8 * 490 * \frac{3,14 * 10^{-3} * 19 * 19}{4 * 1,25} =$$

$$P_{Rd,1} = \mathbf{88,87 \text{ kN}}$$

$$P_{Rd,2} = 0,29 * \alpha * d^2 * (f_{ck} * E_{cm})^{1/2} * \frac{1}{\gamma_v} =$$

$$\frac{h_{sc}}{d} = \frac{75}{19} = 3,95 \geq 4$$

$$\alpha = 1$$

$$P_{Rd,2} = 0,29 * 1 * 19 * 19 * \left(25 * 30500 \right)^{1/2} * \frac{1}{1,25} =$$

$$P_{Rd,2} = \mathbf{73,13 \text{ kN}}$$

Rozhoduje

Redukční součinitel k_t

$$k_t = \frac{0,7}{\left[\frac{N_r}{N_r} \right]} 1/ * \frac{b_o}{h_p} * \left(\frac{h_{sc}}{h_p} - 1 \right) =$$

$$h_p = 45 \text{ mm}$$

$$b_o = 105 \text{ mm}$$

$$N_r = 1$$

$$k_t = \frac{0,7}{\left[\frac{1}{1} \right]} 1/ * \frac{105}{45} * \left(\frac{75}{45} - 1 \right) =$$

$$= 1,09 \geq 1$$

proto $k_t = 1,00$

Únosnost jednoho trnu

$$P_{Rd} = k_t * P_{Rd,2} =$$

$$P_{Rd} = 1,00 * 73,13 =$$

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

Síla působící na trny

$$F_{ct} = N_a =$$

$$F_{ct} = A_a * f_{yd} =$$

$$F_{ct} = 2848 * 10^{-3} * 355 =$$

$$F_{ct} = ##### \text{ kN}$$

Potřebný počet trnů

$$N_f = \frac{F_{ct}}{P_{Rd}} = \frac{1011,04}{73,13} =$$

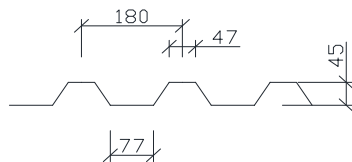
$$N_f = 13,82 \rightarrow 12$$

Počet trnů který lze umístit na jednu polovinu nosníku

$$\frac{3}{0,18} = 16,67 \rightarrow 16 \geq N_f = 12$$

Minimální vzdálenost mezi trny

$$\text{Šířka vlny plechu } 180,00 \text{ mm} \quad \text{Rozhoduje}$$



$$2,5 * d$$

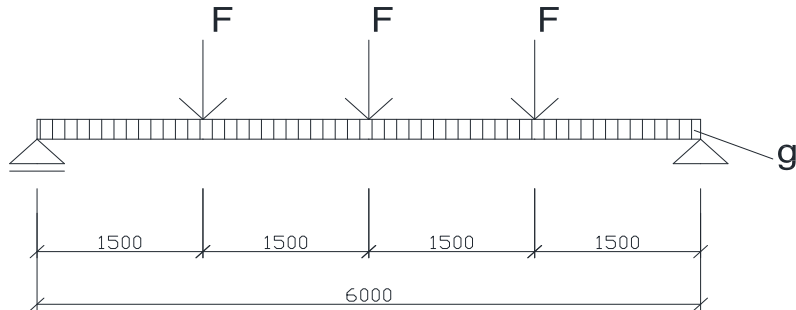
$$2,5 * 19,00 = 47,5 \text{ mm}$$

Navržen trn do každé vlny trapézového plechu

Celkem navrženo 32 trnů na jednu stropnici

Návrh běžného průvluaku

Provozní stádium



Rozpětí $l = 6 \text{ m}$
 Tloušťka bet. desky 80 mm
 Výška vlny tr. plechu 45 mm
 Průměrná tl. bet. d. $106,09 \text{ mm}$

Ocel S355

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

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{m,0}} = \frac{355}{1,00} = 355 \text{ MPa}$$

$$f_u = 490 \text{ MPa}$$

Beton C25/30

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

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,66 \text{ MPa}$$

Stálé zatížení		Charakteristické zatížení g_k [kN/m]	souč. zatížení γ_G	Návrh zatížení g_d [kN]
Vlastní tíha stropnice	g	0,36	1,35	0,4

$$F_{ed} = 164,67 \text{ kN}$$

2x Reakce stropnice (viz návrh stropnice)

$$F_{ek} = \frac{f_{ek} * l}{2} =$$

$$f_{ek} = 19,08 \text{ kN}$$

viz návrh stropnice

$$F_{ek} = \frac{19,08 * 6}{2} =$$

$$F_{ek} = 57,24 \text{ kN}$$

Vnitřní síly

$$M_{ed} = \frac{V_{ed} * l}{2} - \frac{g_{ed} * l^2}{8} - F_{ed} * l/4 =$$

$$M_{ed} = \frac{248,46}{2} * 6 - \frac{0,49 * 36}{8} -$$

$$\frac{164,67 * 6}{4} =$$

$$M_{ed} = 496,19 \text{ kNm}$$

$$V_{ed} = \frac{g_{ed} * l}{2} + F_{ed} * 1,5 =$$

$$V_{ed} = \frac{0,49 * 6}{2} + 164,67 * 1,5 =$$

$$V_{ed} = 248,46 \text{ kN}$$

$$M_{ek} = \frac{V_{ek} * l}{2} - \frac{g_{ek} * l^2}{8} - F_{ek} * l/4 =$$

$$M_{ek} = \frac{86,94}{2} * 6 - \frac{0,36 * 36}{8} -$$

$$\frac{57,24 * 6}{4} =$$

$$M_{ek} = 173,34 \text{ kNm}$$

$$V_{ek} = \frac{g_{ek} * l}{2} + F_{ek} * 1,5 =$$

$$V_{ek} = \frac{0,36 * 6}{2} + 57,24 * 1,5 =$$

$$V_{ek} = 86,94 \text{ kN}$$

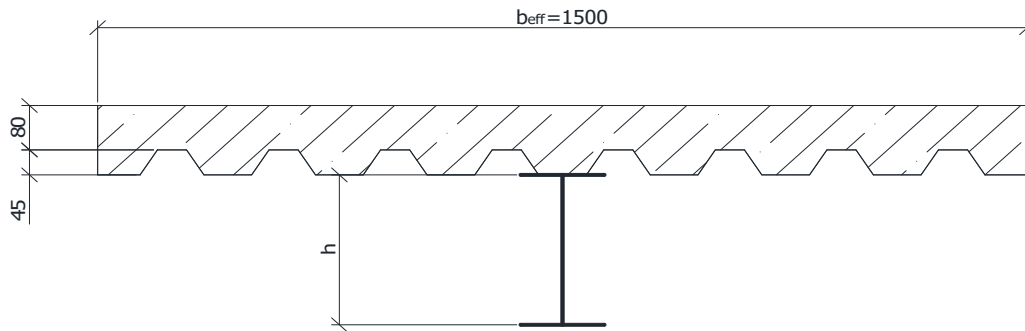
Navrženo IPE 330

h=	330 mm	Výška nosníku	h=	330
A _a =	6261 mm ²	Šířka pásnice	b=	160
A _{vz} =	3081 mm ²	Tloušťka stojiny	t _w =	7,5
W _{pl,y} =	804300 mm ³	Tloušťka pásnice	t _f =	11,5
I _y =	117700000 mm ⁴		h-2*t _f =	307
f _{yd} =	355 MPa			

Průřez je třídy 1

určeno z tabulek

MSÚ
Ohyb

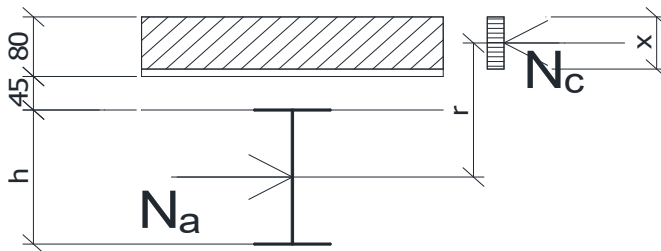


$$b_{\text{eff}} = \frac{l}{4} = \frac{6}{4} = 1,5 \text{ m}$$

$$b_{\text{eff}} \leq B = 6 \text{ m}$$

$$b_{\text{eff}} = 1,5 \text{ m} = 1500 \text{ mm}$$

$$N_a = N_c$$



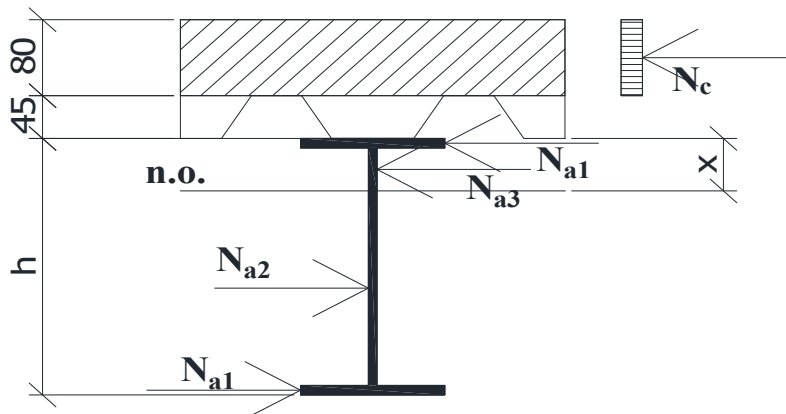
$$A \cdot f_{\text{yd}} = x \cdot b_{\text{eff}} \cdot f_{\text{cd}} \cdot 0,85$$

$$6261 \cdot 355 = x \cdot 1500 \cdot 16,66 \cdot 0,85$$

$$x = 104,64 \text{ mm}$$

$x >$ tloušce betonové desky = 80mm

Část ocelového průřezu bude tlačena



$$N_{a1} + N_{a2} = N_c + N_{a1} + N_{a3}$$

$$N_{a2} = N_c + N_{a3}$$

$$0 = N_c + N_{a3} - N_{a2}$$

$$N_c = 0,08 \quad * \quad 1,5 \quad * \quad 16660 \quad * \quad 0,85 \quad = \quad 1699,32$$

$$N_{a2} = \left(\begin{array}{l} 0,3070 \\ 817,39 \end{array} \right) \begin{array}{l} - \quad x \\ - \quad 2662,5 \quad x \end{array} \quad * \quad 0,0075 \quad * \quad 355000 \quad =$$

$$N_{a3} = x \quad * \quad 0,0075 \quad * \quad 355000 \quad = \quad 2662,5 \quad x$$

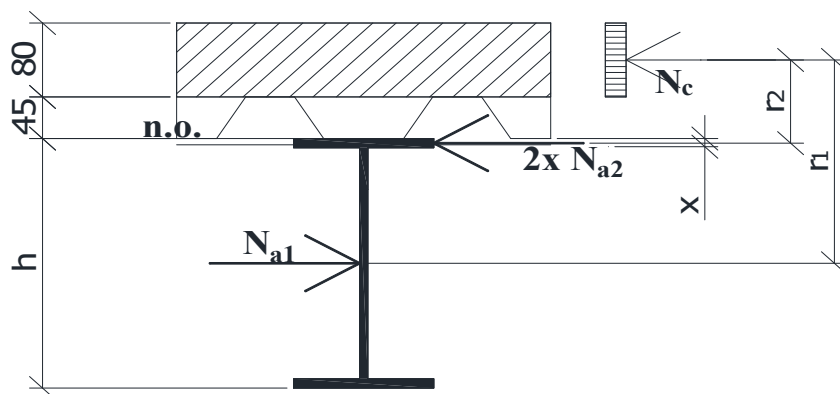
$$0 = 1699,32 \quad + \quad 2662,5 \quad x \quad - \quad 817,39 \quad + \quad 2662,5 \quad x$$

$$0 = 881,93 \quad + \quad 5325 \quad x$$

$$x = \frac{-882}{5325} = -0,1656 \text{ m} = -165,62 \text{ mm}$$

Neutrální osa se nebude nacházet ve stojně ale v horní pásnici

$$N_{a1} = N_c + 2 * N_{a2}$$



$$N_c = 0,08 \quad * \quad 1,5 \quad * \quad 16660 \quad * \quad 0,85 \quad = \quad 1699,32$$

$$N_{a1} = 0,006261 \quad * \quad 355000 \quad = \quad 2222,66 \text{ kN}$$

$$N_{a2} = 0,16 \quad * \quad x \quad * \quad 355000 \quad = \quad 355000 \quad x$$

$$2222,66 = 1699,32 + 2 * 355000 \quad x$$

$$x = 0,00074 \text{ m}$$

$$x = 0,74 \text{ mm}$$

$$N_{a2} = 355000,16 \quad * \quad 0,0007 = \quad 261,67 \text{ kN}$$

$$r_1 = 40 \quad + \quad 45 \quad + \quad 165 \quad = \quad 250 \quad \text{mm}$$

$$r_2 = 40 \quad + \quad 45 \quad + \quad 0,74 \quad = \quad 85,74 \quad \text{mm}$$

$$M_{rd} = N_{a1} \quad * \quad r_1 \quad + \quad 2 * N_{a2} \quad * \quad r_2 \quad =$$

$$M_{rd} = 2223 \quad * \quad 0,2500 \quad - \quad 0,39 \quad * \quad 0,0857 \quad =$$

$$M_{rd} = 555,60 \text{ kNm} \geq M_{ed} = 496 \text{ kNm}$$

Vyhoví

MSP

Modul pružnosti betonu s vlivem dotvarování a smršťování

$$E_c = \frac{E_{cm}}{2} =$$

$$E_c = \frac{30500}{2} =$$

$$E_c = 15250 \text{ MPa}$$

Pracovní součinitel

$$n = \frac{E_a}{E_c} =$$

$$n = \frac{210000}{15250} =$$

$$n = 13,77$$

Plocha ideálního průřezu

$$A_i = A_a + A_c/n$$

$$A_c = 80,00 \cdot 1500 =$$

$$A_c = 120000 \text{ mm}^2$$

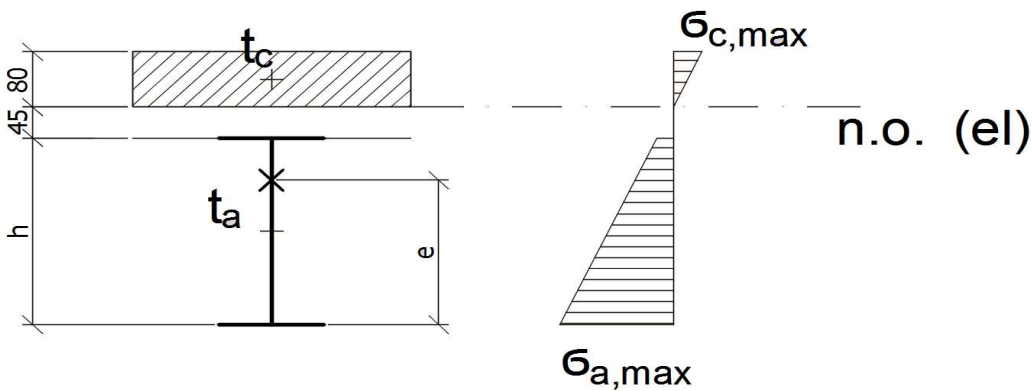
$$\frac{120000}{13,77} = 8714,29$$

$$A_i = 6261 + 8714,29$$

$$A_i = 14975,29 \text{ mm}^2$$

Těžiště ideálního průřezu

$$e = \frac{A_a \cdot t_a + A_c/n \cdot t_c}{A_i}$$



$$t_a = 165 \text{ mm} + 330 + 45 + 80 = 455 \text{ mm}$$

$$t_c = 455 - \frac{104,64}{2} = 402,68 \text{ mm}$$

$$e = \frac{6261 \cdot 165 + 8714,3 \cdot 402,68}{14975,29} =$$

$$e = 303,31 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu

$$I_i = 117700000 + 6261 * \left\{ \begin{array}{l} 303,31 \\ 1500 * 80,00^3 \\ 120000 * \left[\begin{array}{l} 303,31 \\ - \\ 403 \end{array} \right] \end{array} \right\}^2$$

$$I_i = \frac{1}{12} * 1 * 1^3 + \frac{1}{12} * 13,77 * 13,77^3 + 120000 * \left[\begin{array}{l} 303,31 \\ - \\ 403 \end{array} \right]^2$$

$$I_i = 328168976,7 \text{ mm}^4$$

Maximální napětí v ocelovém profilu

$$\sigma_{a,max} = \frac{M_{ek} * z}{I_i} =$$

$$\sigma_{a,max} = \frac{173,34 * 10^6 * 303,31}{328168976,7} =$$

$$\sigma_{a,max} = 160,21 \text{ MPa} \leq f_y = 355 \text{ MPa}$$

Maximální napětí v betonové desce

$$\sigma_{a,max} = \frac{M_{ek} * z}{n * I_i} =$$

$$\sigma_{a,max} = \frac{173,34 * 10^6 * \left[\begin{array}{l} 455 \\ - \\ 303,31 \end{array} \right]}{13,77 * 328168976,7} =$$

$$\sigma_{a,max} = 5,82 \text{ MPa} \leq 0,85 * f_{ck} = 21,25 \text{ MPa}$$

Nosník při provozním zatížení působí pružně

Průhyb

zjednodušené uvažují bodové zatížení jako spojitě

$$f_{ek} = F_{ek} / B + g_k$$

$$f_{ek} = \frac{57,24}{1,5} + 0,36 =$$

$$f_{ek} = 38,52 \text{ kN/m}$$

$$\delta = \frac{5 * f_{ek} * l^4}{384 * E * I_i} =$$

$$\delta = \frac{5 * 38,52 * 6000^4}{384 * 210 * 10^3 * 328168977} =$$

$$\delta = 9,432 \text{ m} < \frac{l}{250} = \frac{6000}{250} = 24 \text{ mm}$$

Spřahovací trny

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

$$h_{sc} = 72 \text{ mm}$$

Ocel S355

$$f_u = 490 \text{ MPa}$$

Beton C25/30

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

$$P_{Rd,1} = 0,8 \cdot f_u \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4 \cdot \gamma_v} =$$

$$P_{Rd,1} = 0,8 \cdot 490 \cdot \frac{3,14 \cdot 10^{-3} \cdot 361}{4 \cdot 1,25} =$$

$$P_{Rd,1} = 88,87 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot (f_{ck} \cdot E_{cm})^{1/2} \cdot \frac{1}{\gamma_v} =$$

$$\frac{h_{sc}}{d} = \frac{72}{19} = 3,7895 \geq 4$$

$$\alpha = 1$$

$$P_{Rd,2} = 0,29 \cdot 361 \cdot \left[25 \cdot 30500 \right]^{1/2} \cdot$$

$$P_{Rd,2} = 73,13 \text{ kN} \quad \text{Rozhoduje}$$

Redukční součinitel k_t

$$k_t = \frac{0,7}{\left[\frac{N_r}{N} \right]^{1/2}} \cdot \frac{b_o}{h_p} \cdot \left[\frac{h_{sc}}{h_p} - 1 \right] =$$

$$h_p = 45 \text{ mm}$$

$$b_o = 105 \text{ mm}$$

$$N_r = 1$$

$$k_t = \frac{0,7}{\left[\frac{1}{1} \right]^{1/2}} \cdot \frac{105}{45} \cdot \left[\frac{72}{45} - 1 \right] =$$

$$= 0,98 \geq 1$$

proto

$$k_t = 1,00$$

Únosnost jednoho trnu

$$P_{Rd} = k_t \cdot P_{Rd,2} =$$

$$P_{Rd} = 1,00 \cdot 73,13 =$$

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

Síla působící na trny

$$F_{ct} = N_a =$$

$$F_{ct} = A_a \cdot f_{yd} =$$

$$F_{ct} = 6261 \cdot 10^{-3} \cdot 355 =$$

$$F_{ct} = 2222,66 \text{ kN}$$

Potřebný počet na polovinu nosíku trnů

$$N_f = \frac{F_{ct}}{P_{Rd}} = \frac{2222,66}{73,13} =$$

$$N_f = 30,39 \rightarrow 19$$

Min vzdálenost trnů

$$2,5 \cdot d$$

$$2,5 \cdot 19,00 = 47,5 \text{ mm}$$

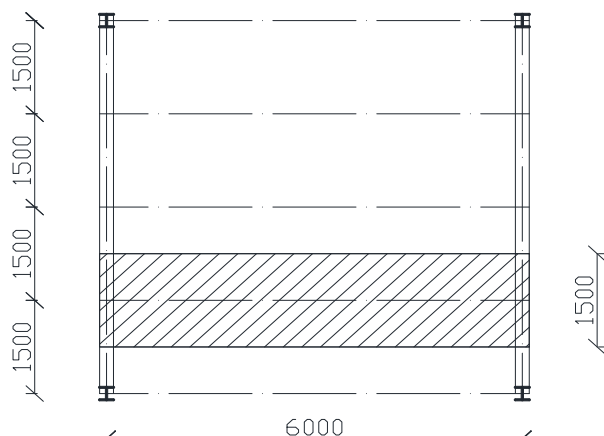
Navržená vzdálenost trnů

$$\frac{6000}{38} = 157,89$$

Na jeden průvlak bude použito 38 trnů po 150 mm

Návrh střešní stropnice

Montážní stádium



Zatěžovací šíř	B= 1,5	m
Rozpětí	l= 6	m
Tloušťka bet. desky	80	mm
Výška vlny tr. Plechu	45	mm

Ocel S355

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

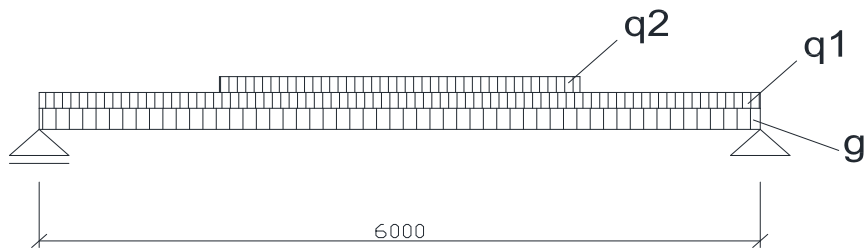
$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{m,0}} = \frac{355}{1,00} =$$

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

Stálé zatížení	Tloušťka [mm]	Objemová tíha γ [kN/m ³]	Zatěžovací šířka B [m]	Charakter. zatížení g_k [kN/m]	souč. zatížení γ_G	Návrhové zatížení g_d [kN/m]
Betonová deska tloušťky	106,09	25,00	1,50	3,98	1,35	5,37
50mm deska 45mm vlny plechu 188-47-77=64 pozitivní poloha t. plechu 64/2+77=109 (109/188)*45=26,09 26,09+50=76,09						
Trapézový plech			1,50	0,15	1,35	0,20
Vlastní tíha stropnice				0,16	1,35	0,21
$\Sigma =$				4,29		5,79

Proměnné zatížení		Charakter. zatížení q_k [kN/m]	Zatěžovací šířka B [m]	Charakter. zatížení q_k [kN/m]	souč. z. γ_Q	Návrhové zatížení q_d [kN/m]
Rovnoměrné	q_1	0,75	1,50	1,13	1,50	1,69
Zvětšené (působí na ploše 3x3m)	q_2	0,75	1,50	1,13	1,50	1,69
$\Sigma =$				2,25		3,38

Vnitřní síly



$$R_{ed} = \frac{(g_d + q_{d1}) * l + q_{d2} * 3}{2} =$$

$$R_{ed} = \frac{[5,79 + 1,69] * 6 + 1,69 * 3}{2} =$$

$$V_{ed} = 24,95 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = V_{ed} * l/2 - (g_d + q_{d1}) * (l/2) * (l/4) - q_{d2} * (l/4) * (l/8) =$$

$$M_{ed} = \frac{24,95 * 6}{2} - [5,79 + 1,69] * \frac{6}{2} * \frac{6}{4} - 1,69 * \frac{6,00}{4,00} * \frac{6,00}{8,00} =$$

$$M_{ed} = 39,33 \text{ kNm}$$

Navrženo IPE 180

$$A_a = 2395 \text{ mm}^2$$

$$A_{vz} = 1125 \text{ mm}^2$$

$$W_{pl,y} = 166400 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 13170000 \text{ mm}^4$$

Průřez je třídy 1

určeno z tabulek

MSÚ

Ohyb

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

$$M_{rd} = 166400 * 10^{-6} * 355 =$$

$$M_{rd} = 59,07 \text{ kNm} \geq M_{ed} = 39,33 \text{ kNm}$$

Vyhoví

Smyk

$$V_{rd} = A_{Vz} * f_{yd} / 3^{0,5} =$$

$$V_{rd} = 1125 * 10^{-3} * 355 / 3^{0,5} =$$

$$V_{rd} = \mathbf{230,58 \text{ kN}} \geq V_{ed} = \mathbf{24,95 \text{ kN}}$$

Vyhoví

MSP

$$\delta = \frac{5 * g_k * l^4}{384 * E * I_y} = \frac{5 * 4,29 * 6000^4}{384 * 210 * 10^3 * 13170000} =$$

$$\delta = \mathbf{26,15} > \frac{t_{desky}}{10} = \frac{106,09}{10} = 10,61 \text{ mm}$$

Nevyhoví

Je nutno započítávat rybníkový efekt

Přidaná tloušťka betonové desky v důsledku rybníkového efektu

$$\delta_0 = 0,7 * \delta =$$

$$\delta_0 = 0,7 * 26,15 =$$

$$\delta_0 = \mathbf{18,31 \text{ mm}}$$

Přidané zatížení

$$\Delta q_k = \delta_0 * \gamma * B =$$

$$\Delta q_k = 0,0262 * 25 * 1,5 =$$

$$\Delta q_k = \mathbf{0,98 \text{ kN/m}}$$

Posouzení s upravenými vnitřními sílami

$$M_{ed,uprav} = M_{ed} + \frac{1}{8} * \Delta q_k * l^2 =$$

$$M_{ed,uprav} = 39,33 + \frac{1}{8} * 0,98 * 6 * 6 =$$

$$M_{ed,uprav} = \mathbf{43,74 \text{ kNm}} \leq M_{rd} = \mathbf{59,07 \text{ kNm}}$$

Vyhoví

$$V_{ed,uprav} = V_{ed} + \frac{1}{2} * \Delta q_k * l =$$

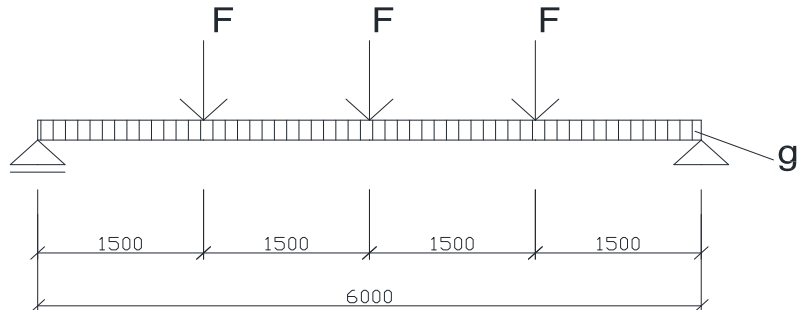
$$V_{ed,uprav} = 24,95 + \frac{1}{2} * 0,98 * 6 =$$

$$V_{ed,uprav} = \mathbf{27,90 \text{ kNm}} \leq V_{rd} = \mathbf{230,58 \text{ kNm}}$$

Vyhoví

Návrh střešního průvlaku

Montážní stádium



Rozpětí $l = 6$ m
 Tloušťka bet. desky 80 mm
 Výška vlny tr. Plechu 45 mm
 Průměrná tl. bet. d. 106,09 mm

Ocel S355

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

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{m,0}} = \frac{355}{1,00} = 355 \text{ MPa}$$

$$f_u = 490 \text{ MPa}$$

Beton C25/30

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

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,66 \text{ MPa}$$

Stálé zatížení		Charakteristické zatížení g_k [kN/m]	souč. zatížení γ_G	Návrhové zatížení g_d [kN/m]
Vlastní tíha stropnice	g	0,36	1,35	0,49

$$F_{ed} = 49,91 \text{ kN}$$

2x Reakce stropnice (viz návrh střešní stropnice)

$$g_{ek} = 4,29 \text{ kN/m}^2 \quad \mathbf{4,32}$$

Stálé charakteristické zatížení (viz návrh střešní stropnice) $\mathbf{2,25}$

$$g_{ek} = 4,29 * 6 = \mathbf{25,72} \text{ kN/m}$$

Vnitřní síly

$$M_{ed} = \frac{V_{ed} \cdot l}{2} - \frac{g_{ed} \cdot l^2}{8} - F_{ed} \cdot l/4 =$$

$$M_{ed} = \frac{76,32}{2} \cdot 6 - \frac{0,49 \cdot 36}{8} -$$

$$\frac{49,91 \cdot 6}{4} =$$

M_{ed} = 151,91 kNm

$$V_{ed} = \frac{g_{ed} \cdot l}{2} + F_{ed} \cdot 1,5 =$$

$$V_{ed} = \frac{0,49 \cdot 6}{2} + 49,91 \cdot 1,5 =$$

V_{ed} = 76,32 kN

Navrženo IPE 270

h = 270 mm	Výška nosníku	h = 270 mm
A _a = 4594 mm ²	Šířka pásnice	b = 135 mm
A _{vz} = 2214 mm ²	Tloušťka stojiny	t _w = 6,6 mm
W _{pl,y} = 484000 mm ³	Tloušťka pásnice	t _f = 10,2 mm
I _y = 57900000 mm ⁴	h-2*t _f = 249,6 mm	
f _{yd} = 355 MPa		

Průřez je třídy 1

určeno z tabulek

MSÚ

Ohyb

$$M_{rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{1,0} = 3$$

$$M_{rd} = 484000 \cdot 10^{-6} \cdot 355 =$$

M_{rd} = 171,82 kNm ≥ M_{ed} = 151,91 kNm

Vyhoví

Smyk

$$V_{rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{1,25} = 3^{0,5} =$$

$$V_{rd} = 2214 \cdot 10^{-3} \cdot 355 / 1,25 = 3^{0,5} =$$

V_{rd} = 453,78 kN ≥ V_{ed} = 76,32 kN

Vyhoví

MSP

$$\delta = \frac{5 \cdot g_k \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = \frac{5 \cdot 25,72 \cdot 6000^4}{384 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 57900000} =$$

$$\delta = 35,69 > \frac{t_{\text{desky}}}{10} = \frac{106,09}{10} = 10,6 \text{ mm}$$

→ Nutno započítávat rybníkový efekt

Přidaná tloušťka betonové desky v důsledku rybníkového efektu

$$\delta_0 = 0,7 * \delta =$$

$$\delta_0 = 0,7 * 35,69 =$$

$$\delta_0 = 24,99 \text{ mm}$$

Přidané zatížení

$$\Delta q_k = \delta_0 * \gamma =$$

$$\Delta q_k = 0,0357 * 25 =$$

$$\Delta q_k = 0,8925 \text{ kN/m}$$

Posouzení s upravenými vnitřními sílami

$$M_{\text{ed,uprav}} = M_{\text{ed}} + \frac{1}{8} * \Delta q_k * l^2 =$$

$$M_{\text{ed,uprav}} = 151,91 + \frac{1}{8} * 0,8925 * 6^2 =$$

$$M_{\text{ed,uprav}} = 176,01 \text{ kNm} \leq M_{\text{rd}} = 171,82 \text{ kNm}$$

Vyhoví

$$V_{\text{ed,uprav}} = V_{\text{ed}} + \frac{1}{2} * \Delta q_k * l =$$

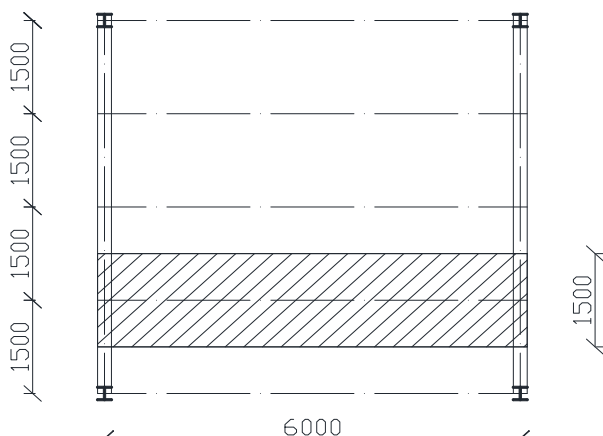
$$V_{\text{ed,uprav}} = 76,32 + \frac{1}{2} * 0,8925 * 6 =$$

$$V_{\text{ed,uprav}} = 92,38 \text{ kNm} \leq V_{\text{rd}} = 453,78 \text{ kNm}$$

Vyhoví

Návrh střešní stropnice

Montážní stádium včetně rybníkového efektu průvlaku



Zatěžovací šíř	B= 1,5	m
Rozpětí	l= 6	m
Tloušťka bet. desky	80	mm
Výška vlny tr. plechu	45	mm

Ocel S355

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

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{m,0}} = \frac{355}{1,00} = 355 \text{ MPa}$$

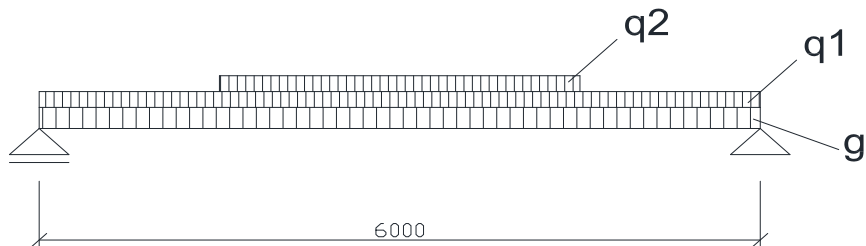
$$f_{yd} = 355 \text{ MPa}$$

Rybníkový efekt stropnice =	18,31	mm
Rybníkový efekt průvlaku =	24,99	mm
	<u>43,29</u>	

Stálé zatížení	Tloušťka [mm]	Objemová tíha γ [kN/m ³]	Zatěžovací šířka B [m]	Charakter. zatížení g_k [kN/m]	souč. zatížení γ_G	Návrhové zatížení g_d [kN/m]
Rybníkový efekt	43,29	24,00	1,50	1,56	1,35	2,10
Betonová deska tloušťky	106,09	25,00	1,50	3,98	1,35	5,37
50mm deska 45mm vlny plechu 188-47-77=64 pozitivní poloha t. plechu 64/2+77=109 (109/188)*45=26,09 26,09+50=76,09						
Trapézového plech			1,50	0,15	1,35	0,20
Vlastní tíha stropnice				0,16	1,35	0,21
			$\Sigma=$	5,84		7,89

Proměnné zatížení		Charakter. zatížení q_k [kN/m]	Zatěžovací šířka B [m]	Charakter. zatížení q_k [kN/m]	souč. z. γ_Q	Návrhové zatížení q_d [kN/m]
Rovnoměrné	q_1	0,75	1,50	1,13	1,50	1,69
Zvětšené (působí na ploše 3x3m)	q_2	0,75	1,50	1,13	1,50	1,69
$\Sigma =$				2,25		3,38

Vnitřní síly



$$R_{ed} = \frac{(g_d + q_{d1}) * l + q_{d2} * 3}{2} =$$

$$R_{ed} = \frac{[7,89 + 1,69] * 6 + 1,69 * 3}{2} =$$

$$V_{ed} = \mathbf{31,27 \text{ kN}}$$

$$M_{ed} = V_{ed} * l/2 - (g_d + q_{d1}) * (l/2) * (l/4) - q_{d2} * (l/4) * (l/8) =$$

$$M_{ed} = \frac{31,27 * 6}{2} - [7,89 + 1,69] * \frac{6}{2} * \frac{6}{4} - 1,69 * \frac{6,00}{4,00} * \frac{6,00}{8,00} =$$

$$M_{ed} = \mathbf{48,80 \text{ kNm}}$$

Navrženo IPE 180

$$A_a = 2395 \text{ mm}^2$$

$$A_{vz} = 1125 \text{ mm}^2$$

$$W_{pl,y} = 166400 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 13170000 \text{ mm}^4$$

Průřez je třídy 1

určeno z tabulek

MSÚ

Ohyb

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

$$M_{rd} = 166400 * 10^{-6} * 355 =$$

$$M_{rd} = 59,07 \text{ kNm} \geq M_{ed} = 48,80 \text{ kNm}$$

Vyhoví

Smyk

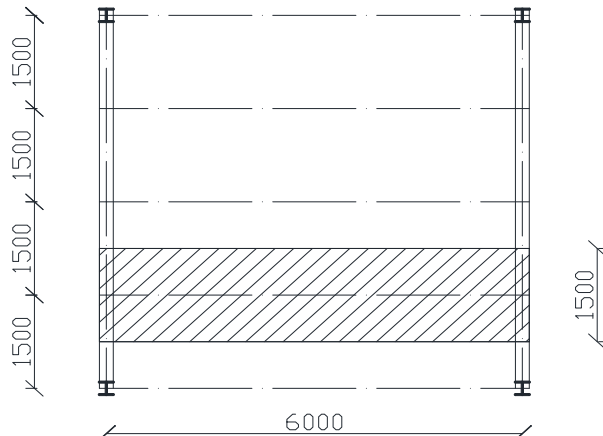
$$V_{rd} = A_{vz} * f_{yd} / 3^{0,5} =$$

$$V_{rd} = 1125 * 10^{-3} * 355 / 3^{0,5} =$$

$$V_{rd} = 230,58 \text{ kN} \geq V_{ed} = 31,27 \text{ kN}$$

Vyhoví

Návrh střešní stropnice Provozní stádium



Zatěžovací šířk	B=	1,5	m
Rozpětí	l=	6	m
Tloušťka bet. desky		80	mm
Výška vlny tr. plechu		45	mm

Ocel S355

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

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{m,0}} = \frac{355}{1,00} =$$

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

$$f_u = 490 \text{ MPa}$$

Beton C25/30

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

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} =$$

$$f_{cd} = 16,66 \text{ MPa}$$

Rybníkový efekt stropnice =	18,31	mm
Rybníkový efekt průvlaku =	24,99	mm
	<hr/>	
	43,29	

Stálé zatížení	Tloušťka [mm]	Objemová tíha γ [kN/m ³]	Zatěžovací šířka B [m]	Charakter. zatížení g_k [kN/m]	souč. zatížení γ_G	Návrhové zatížení g_d [kN/m]
Hydroizolace					1,35	
Tepelná izolace	300	1,15	1,5	0,52	1,35	0,70
Pojistná hydroizolace					1,35	
Betonová deska tloušťky	149,38	25,00		5,60	1,35	7,56
50mm deska 45mm vlny plechu 188-47-77=64 pozitivní poloha t. plechu 64/2+77=109 (109/188)*45=26,09 26,09+50=76,09 Rybníkový efekt 43,29						
Trapézový plech			1,5	0,15	1,35	0,20
Vlastní tíha stropnice				0,13	1,35	0,17
Sádkokartonový podhled	24,00	7,50	1,5	0,27	1,35	0,36
			Σ=	6,67		9,00

Proměnné zatížení	Charakteristické zatížení g_k [kN/m ²]	Zatěžovací šířka B [m]	Charakter. zatížení q_k [kN/m]	souč. z. γ_Q	Návrhové zatížení q_d [kN/m]
Zatížení sněhem (maximální hodnota)	3,82	1,5	5,73	1,50	8,60
		Σ=	5,73		8,60

Zatížení

$$f_{ed} = g_d + q_d =$$

$$f_{ed} = 9,00 + 8,60 =$$

$$f_{ed} = \mathbf{17,60 \text{ kN/m}}$$

$$f_{ek} = g_d + q_d =$$

$$f_{ek} = 6,67 + 5,73 =$$

$$f_{ek} = \mathbf{12,40 \text{ kN/m}}$$

Vnitřní síly

$$M_{ed} = \frac{f_{ed} \cdot l^2}{8} =$$

$$M_{ed} = \frac{17,60 \cdot 6 \cdot 6}{8} =$$

$$M_{ed} = \mathbf{79,19 \text{ kNm}}$$

$$V_{ed} = \frac{f_{ed} \cdot l}{2} =$$

$$V_{ed} = \frac{17,60 \cdot 6}{2} =$$

$$V_{ed} = 52,79 \text{ kN}$$

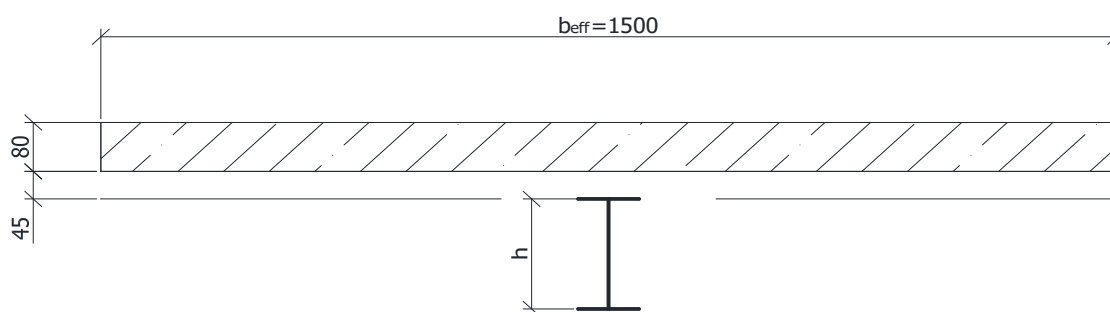
Navrženo IPE 180

$$\begin{aligned}
 h &= 180 \text{ mm} \\
 A_a &= 2395 \text{ mm}^2 \\
 A_{vz} &= 1125 \text{ mm}^2 \\
 W_{pl,y} &= 166400 \text{ mm}^3 \\
 I_y &= 13170000 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

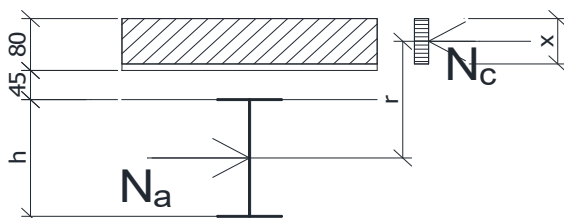
Průřez je třídy 1
určeno z tabulek

MSÚ

Ohyb



$$\begin{aligned}
 b_{eff} &= \frac{l}{4} = \frac{6}{4} = 1,5 \text{ m} \\
 b_{eff} &\leq B = 1,5 \text{ m} \\
 \mathbf{b_{eff} = 1,5 \text{ m} = 1500 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 N_a &= N_c \\
 A \cdot f_{yd} &= x \cdot b_{eff} \cdot f_{cd} \cdot 0,85 \\
 2395 \cdot 355 &= x \cdot 1500 \cdot 16,66 \cdot 0,85 \\
 x &= 40,03 \text{ mm} \\
 x &\leq \text{tloušce botonové desky} = 50 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Rameno vnitřních sil

$$r = 180 + 80 + 45 - 90 - 40,03$$
$$r = 144,97 \text{ mm}$$

$$M_{rd} = A_a * f_{yd} * r =$$

$$M_{rd} = 2395 * 10^{-6} * 355 * 145 =$$

$$M_{rd} = 123,26 \text{ kNm} \geq M_{ed} = 79 \text{ kNm}$$

Vyhoví

Smyk

$$V_{rd} = A_{vz} * f_{yd} / 3^{0,5} =$$

$$V_{rd} = 1125 * 10^{-3} * 355 / 3^{0,5} =$$

$$V_{rd} = 230,58 \text{ kN} \geq V_{ed} = 52,79 \text{ kN}$$

Vyhoví

MSP

Modul pružnosti betonu s vlivem dotvarování a smršťování

$$E_c = \frac{E_{cm}}{2} =$$

$$E_c = \frac{30500}{2} =$$

$$E_c = 15250 \text{ MPa}$$

Pracovní součinitel

$$n = \frac{E_a}{E_c} =$$

$$n = \frac{210000}{15250} =$$

$$n = 13,77$$

Plocha ideálního průřezu

$$A_i = A_a + A_c/n$$

$$A_c = 80,00 * 1500 =$$

$$A_c = 120000 \text{ mm}^2$$

$$\frac{120000}{13,77} = 8714,286$$

$$A_i = 2395 + 8714,286 =$$

$$A_i = 11109,29 \text{ mm}^2$$

Těžiště ideálního průřezu

$$e = \frac{A_a * t_a + A_c/n * t_c}{A_i}$$

$$t_a = 90 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 & 180 + 45 + 80 = 305 \text{ mm} \\
 t_c = & 305 - \frac{80,00}{2} = 265 \text{ mm} \\
 e = & \frac{2395 * 90 + 8714,29 * 265}{11109,29} = \\
 e = & 227,27 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu

$$\begin{aligned}
 I_i = & 13170000 + 2395 \left[* 227,27 - 90 \right]^2 + \\
 & 1 / 13,77 * \left[1500 * 80,00^3 \right] / 12 + \\
 & 1 / 13,77 * 120000 * \left[227,27 - 265 \right]^2 \\
 I_i = & 75351977,37 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Maximální napětí v ocelovém profilu

Montážní stálé zatížení

$$f_{o,k} = 3,16 \text{ kN/m}$$

viz. Montážní stádium

$$M_{o,k} = \frac{f_{o,k} * l^2}{8} =$$

$$M_{o,k} = \frac{3,16 * 36}{8} =$$

$$M_{o,k} = 14,22 \text{ kNm}$$

Ostatní zatížení

$$f_{p,k} = 0,52 + 0,27 + 5,73 =$$

$$f_{p,k} = 6,52 \text{ kN/m}$$

$$M_{p,k} = \frac{f_{p,k} * l^2}{8} =$$

$$M_{p,k} = \frac{6,52 * 36}{8} =$$

$$M_{p,k} = 29,33 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{a,max} = \frac{M_{o,k}}{W_{pl,y}} + \frac{M_{p,k} * z}{I_i} =$$

$$\sigma_{a,max} = \frac{14,22 * 10^6}{166400} + \frac{29,33 * 10^6 * 227,27}{75351977,37} =$$

$$\sigma_{a,max} = 85,46 + 88,45979 =$$

$$\sigma_{a,max} = 173,92 \text{ MPa} \leq f_y = 355 \text{ MPa}$$

Maximální napětí v betonové desce

$$\sigma_{c,max} = \frac{M_{p,k} * z}{n * I_i} =$$

$$\sigma_{c,max} = \frac{29,33 * 10^6 * \left(\frac{305}{13,77} - \frac{227,27}{75351977} \right)}{13,77 * 75351977} =$$

$$\sigma_{c,max} = 2,20 \text{ MPa} \leq 0,85 * f_{ck} = 21,25 \text{ MPa}$$

Nosník při provozním zatížení působí pružně

Průhyb

$$\delta = \frac{5 * f_p * l^4}{384 * E * I_i} =$$

$$\delta = \frac{5 * 6,52 * 6000^4}{384 * 210 * 10^3 * 75351977} =$$

$$\delta = 6,95 \text{ mm} < \frac{l}{250} = \frac{6000}{250} = 24 \text{ mm}$$

Spřahovací trny

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

$$h_{sc} = 75 \text{ mm}$$

$$P_{Rd,1} = 0,8 * f_u * \frac{\pi * d^2}{4 * \gamma_v} =$$

$$P_{Rd,1} = 0,8 * 490 * \frac{3,14 * 10^{-3} * 19^2}{4 * 1,25} =$$

$$P_{Rd,1} = 88,87 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0,29 * \alpha * d^2 * (f_{ck} * E_{cm})^{1/2} * \frac{1}{\gamma_v} =$$

$$\frac{h_{sc}}{d} = \frac{75}{19} = 3,95 \geq 4$$

$$\alpha = 1$$

$$P_{Rd,2} = 0,29 * 1 * 19^2 * \left(25 * 30500 \right)^{1/2} * \frac{1}{1,25} =$$

$$P_{Rd,2} = 73,13 \text{ kN}$$

Rozhoduje

Redukční součinitel k_t

$$k_t = \frac{0,7}{\left(N_r \right)^{1/2}} * \frac{b_o}{h_p} * \left(\frac{h_{sc}}{h_p} - 1 \right) =$$

$$h_p = 45 \text{ mm}$$

$$b_o = 105 \text{ mm}$$

$$N_r = 1$$

$$k_t = \frac{0,7}{\left[\frac{1}{1,09} \right]^{1/2}} * \frac{105}{45} * \left(\frac{75}{45} - 1 \right) =$$

proto $k_t = 1,00$

Únosnost jednoho trnu

$$P_{Rd} = k_t * P_{Rd,2} =$$

$$P_{Rd} = 1,00 * 73,13 =$$

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

Síla působící na trny

$$F_{ct} = N_a =$$

$$F_{ct} = A_a * f_{yd} =$$

$$F_{ct} = 2395 * 10^{-3} * 355 =$$

$F_{ct} = 850,23 \text{ kN}$

Potřebný počet trnů

$$N_f = \frac{F_{ct}}{P_{Rd}} = \frac{850,23}{73,13} =$$

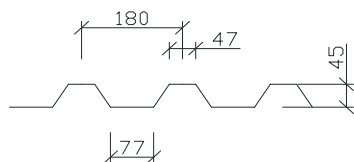
$$N_f = 11,63 \rightarrow 12$$

Pčet trnů kteý lze umístit na jednu polovinu nosníku

$$\frac{3}{0,18} = 16,67 \rightarrow 16 \geq N_f = 12$$

Minimální vzdálenost mezi trny

Šířka vlny plechu 180,00 mm **Rozhoduje**



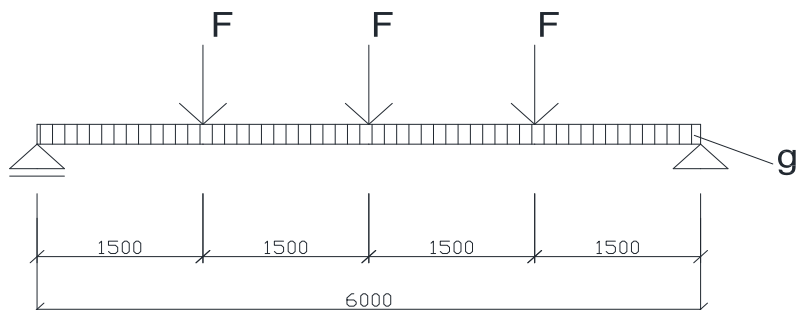
$$\frac{2,5 * d}{2,5} * 19,00 = 47,5 \text{ mm}$$

Navržen trn do každé vlny trapézového plechu

Celkem navrženo 32 trnů na jednu stropnici

Návrh střešního průvlaku

Provozní stádium



Rozpětí $l = 6 \text{ m}$
 Tloušťka bet. desky 80 mm
 Výška vlny tr. plechu 45 mm
 Průměrná tl. bet. d. $106,09 \text{ mm}$

Ocel S355

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

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{m,0}} = \frac{355}{1,00} =$$

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

$$f_u = 490 \text{ MPa}$$

Beton C25/30

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

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} =$$

$$f_{cd} = 16,66 \text{ MPa}$$

Stálé zatížení		Charakteristické zatížení g_k [kN/m]	souč. zatížení γ_G	Návrhové zatížení g_d [kN/m]
Vlastní tíha stropnice	g	0,36	1,35	0,49

$$F_{ed} = 105,58 \text{ kN}$$

2x Reakce stropnice (viz návrh stropnice)

$$F_{ek} = \frac{f_{ek} \cdot l}{2} =$$

$$f_{ek} = 12,40 \text{ kN}$$

viz návrh stropnice

$$F_{ek} = \frac{12,40 \cdot 6}{2} =$$

$$F_{ek} = 37,20 \text{ kN}$$

Vnitřní síly

$$M_{ed} = \frac{V_{ed} * l}{2} - \frac{g_{ed} * l^2}{8} - F_{ed} * l / 4 =$$

$$M_{ed} = \frac{159,84 * 6}{2} - \frac{0,49 * 36}{8} -$$

$$\frac{105,58 * 6}{4} =$$

$$M_{ed} = 318,94 \text{ kNm}$$

$$V_{ed} = \frac{g_{ed} * l}{2} + F_{ed} * 1,5 =$$

$$V_{ed} = \frac{0,49 * 6}{2} + 105,58 * 1,5 =$$

$$V_{ed} = 159,84 \text{ kN}$$

$$M_{ek} = \frac{V_{ek} * l}{2} - \frac{g_{ek} * l^2}{8} - F_{ek} * l / 4 =$$

$$M_{ek} = \frac{56,88 * 6}{2} - \frac{0,36 * 36}{8} -$$

$$\frac{37,20 * 6}{4} =$$

$$M_{ek} = 113,21 \text{ kNm}$$

$$V_{ek} = \frac{g_{ek} * l}{2} + F_{ek} * 1,5 =$$

$$V_{ek} = \frac{0,36 * 6}{2} + 37,20 * 1,5 =$$

$$V_{ek} = 56,88 \text{ kN}$$

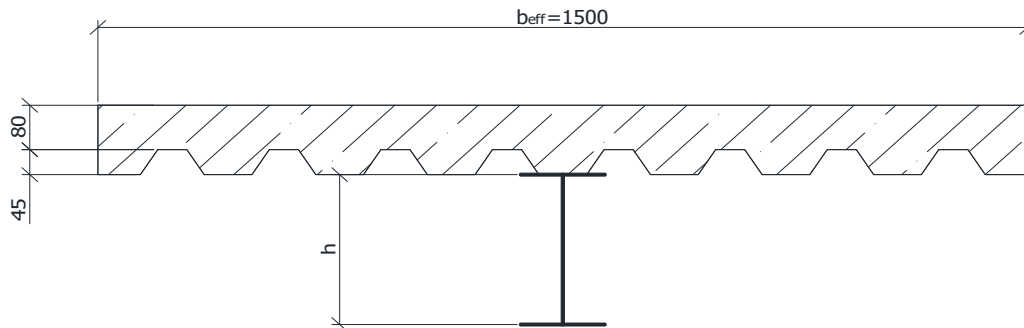
Navrženo IPE 270

h=	270 mm	Šířka pásnice	b=	135 mm
A _a =	4594 mm ²	Tloušťka stojiny	t _w =	6,6 mm
A _{vz} =	2214 mm ²	Tloušťka pásnice	t _f =	10,2 mm
W _{pl,y} =	484000 mm ³		h-2*t _f =	249,6 mm
I _y =	57900000 mm ⁴			
f _{yd} =	355 MPa			

Průřez je třídy 1

určeno z tabulek

MSÚ
Ohyb

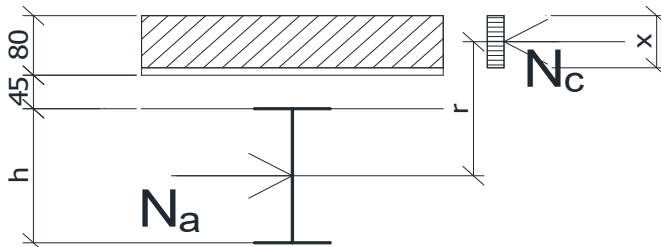


$$b_{\text{eff}} = \frac{l}{4} = \frac{6}{4} = 1,5 \text{ m}$$

$$b_{\text{eff}} \leq B = 6 \text{ m}$$

$$b_{\text{eff}} = 1,5 \text{ m} = 1500 \text{ mm}$$

$$N_a = N_c$$



$$A \cdot f_{yd} = x \cdot b_{\text{eff}} \cdot f_{cd} \cdot 0,85$$

$$4594 \cdot 355 = x \cdot 1500 \cdot 16,66 \cdot 0,85$$

$$x = 76,78 \text{ mm}$$

$$x \geq \text{tloušce betonové desky} = 80 \text{ mm}$$

Část ocelového průřezu bude tlačena



$$N_{a1} + N_{a2} = N_c + N_{a1} + N_{a3}$$

$$N_{a2} = N_c + N_{a3}$$

$$0 = N_c + N_{a3} - N_{a2}$$

$$N_c = 0,08 \quad * \quad 1,5 \quad * \quad 16660 \quad * \quad 0,85 \quad = \quad 1699,32$$

$$N_{a2} = \left[\begin{array}{r} 0,2496 \\ 584,81 \end{array} \quad - \quad \begin{array}{r} x \\ 2343 \end{array} \right] \quad * \quad 0,0066 \quad * \quad 355000 \quad =$$

$$N_{a3} = x \quad * \quad 0,0066 \quad * \quad 355000 \quad = \quad 2343 \quad x$$

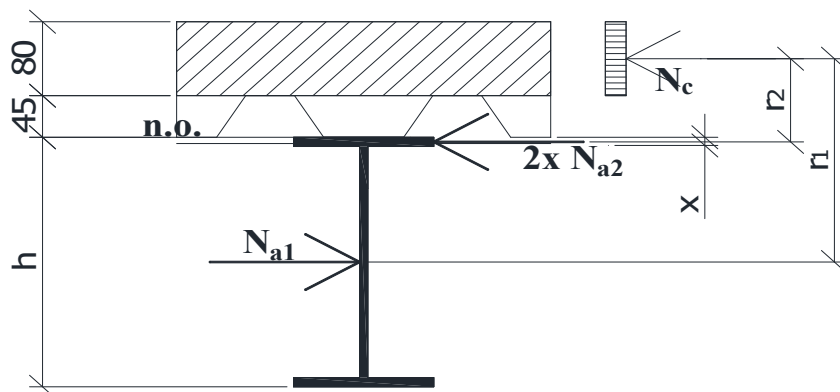
$$0 = 1699,32 \quad + \quad 2343 \quad x \quad - \quad 584,81 \quad + \quad 2343 \quad x$$

$$0 = 1114,51 \quad + \quad 4686 \quad x$$

$$x = \frac{-1115}{4686} \quad = \quad -0,2378 \quad \text{m} \quad = \quad -237,84 \quad \text{mm}$$

Neutrální osa se nebude nacházet ve stojně ale v horní pásnici

$$N_{a1} = N_c + 2 * N_{a2}$$



$$N_c = 0,08 \quad * \quad 1,5 \quad * \quad 16660 \quad * \quad 0,85 \quad = \quad 1699,32 \quad \text{kN}$$

$$N_{a1} = 0,004594 \quad * \quad 355000 \quad = \quad 1630,87 \quad \text{kN}$$

$$N_{a2} = 0,135 \quad * \quad x \quad * \quad 355000 \quad = \quad 355000 \quad x$$

$$1630,87 \quad = \quad 1699,32 \quad + \quad 2 \quad * \quad 355000 \quad x$$

$$x = -0,00010 \quad \text{m}$$

$$x = -0,10 \quad \text{mm}$$

$$N_{a2} = 355000,14 \quad * \quad -0,0001 \quad = \quad -34,225 \quad \text{kN}$$

$$r_1 = 40 \quad + \quad 45 \quad + \quad 135 \quad = \quad 220 \quad \text{mm}$$

$$r_2 = 40 \quad + \quad 45 \quad + \quad -0,10 \quad = \quad 84,90 \quad \text{mm}$$

$$M_{rd} = N_{a1} \quad * \quad r_1 \quad + \quad 2 * N_{a2} \quad * \quad r_2 \quad =$$

$$M_{rd} = 1631 \quad * \quad 0,2200 \quad - \quad 0,01 \quad * \quad 0,0849 \quad =$$

$$M_{rd} = 358,79 \quad \text{kNm} \geq M_{ed} = 319 \quad \text{kNm}$$

Vyhoví

MSP

Modul pružnosti betonu s vlivem dotvarování a smršťování

$$E_c = \frac{E_{cm}}{2} =$$

$$E_c = \frac{30500}{2} =$$

$$E_c = 15250 \text{ MPa}$$

Pracovní součinitel

$$n = \frac{E_a}{E_c} =$$

$$n = \frac{210000}{15250} =$$

$$n = 13,77$$

Plocha ideálního průřezu

$$A_i = A_a + A_c/n$$

$$A_c = 80,00 \quad * \quad 1500 =$$

$$A_c = 120000 \text{ mm}^2$$

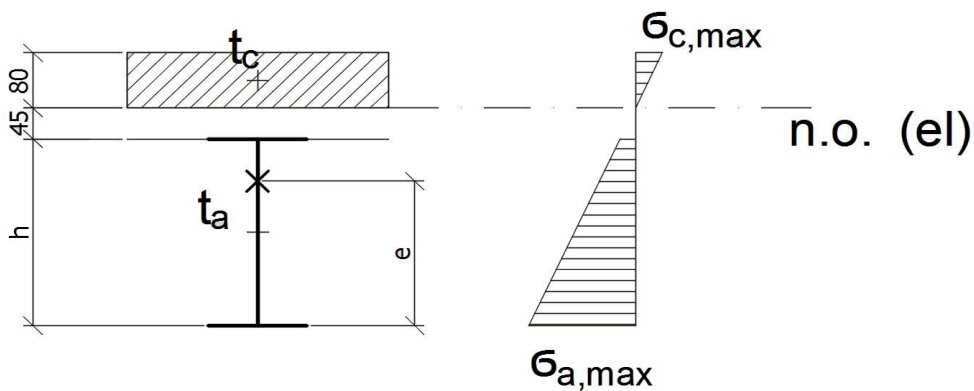
$$\frac{120000}{13,77} = 8714,29$$

$$A_i = 4594 \quad + \quad 8714,29 =$$

$$A_i = 13308,29 \text{ mm}^2$$

Těžiště ideálního průřezu

$$e = \frac{A_a * t_a + A_c/n * t_c}{A_i}$$



$$t_a = 135 \text{ mm}$$

$$270 \quad + \quad 45 \quad + \quad 80 \quad = \quad 395 \text{ mm}$$

$$t_c = 395 \quad - \quad \frac{76,78}{2} = 356,61 \text{ mm}$$

$$A_i = 4594 \quad * \quad 135 \quad + \quad 8714,3 \quad * \quad 356,61$$

$$e = \frac{13308,29}{280,11} = 47,7$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu

$$I_i = 57900000 + 4594 * 280,11 - 135 * 12 + \frac{1}{12} * 1500 * 80,00^3 + \frac{1}{12} * 280,11 * 357^2 = 210282895,4 \text{ mm}^4$$

Maximální napětí v ocelovém profilu

$$\sigma_{a,max} = \frac{M_{ek} * z}{I_i} = \frac{113,21 * 10^6 * 280,11}{210282895,4} = 150,80 \text{ MPa} \leq f_y = 355 \text{ MPa}$$

Maximální napětí v betonové desce

$$\sigma_{a,max} = \frac{M_{ek} * z}{n * I_i} = \frac{113,21 * 10^6 * (395 - 280,11)}{13,77 * 210282895,4} = 4,49 \text{ MPa} \leq 0,85 * f_{ck} = 21,25 \text{ MPa}$$

Nosník při provozním zatížení působí pružně

Průhyb

zjednodušeně uvažují bodové zatížení jako spojité

$$f_{ek} = F_{ek} / B + g_k$$

$$f_{ek} = \frac{37,20}{1,5} + 0,36 = 25,16 \text{ kN/m}$$

$$f_{ek} = 25,16 \text{ kN/m}$$

$$\delta = \frac{5 * f_{ek} * l^4}{384 * E * I_i}$$

$$\delta = \frac{5 * 25,16 * 6000^4}{384 * 210 * 10^3 * 210282895} = 9,614 \text{ mm}$$

$$\delta = 9,614 \text{ mm} < \frac{l}{250} = \frac{6000}{250} = 24 \text{ mm}$$

Spřáhovací trny

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

$$h_{sc} = 72 \text{ mm}$$

Ocel S355

$$f_u = 490 \text{ MPa}$$

Beton C25/30

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

$$P_{Rd,1} = 0,8 * f_u * \frac{\pi * d^2}{4 * \gamma_v} =$$

$$P_{Rd,1} = 0,8 * 490 * \frac{3,14 * 10^{-3} * 361}{4 * 1,25} =$$

$$P_{Rd,1} = 88,87 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0,29 * \alpha * d^2 * (f_{ck} * E_{cm})^{1/2} * \frac{1}{\gamma_v} =$$

$$\frac{h_{sc}}{d} = \frac{72}{19} = 3,7895 \geq 4$$

$$\alpha = 1$$

$$P_{Rd,2} = 0,29 * 361 * \left[25 * 30500 \right]^{1/2} * \frac{1}{1,25}$$

$$P_{Rd,2} = 73,13 \text{ kN}$$

Rozhoduje

Redukční součinitel k_t

$$k_t = \frac{0,7}{\left(\frac{N_r}{N_r} \right)^{1/2}} * \frac{b_o}{h_p} * \left(\frac{h_{sc}}{h_p} - 1 \right) =$$

$$h_p = 45 \text{ mm}$$

$$b_o = 105 \text{ mm}$$

$$N_r = 1$$

$$k_t = \frac{0,7}{\left(\frac{1}{1} \right)^{1/2}} * \frac{105}{45} * \left(\frac{72}{45} - 1 \right) =$$

$$= 0,98$$

proto

$$k_t = 1,00$$

Únosnost jednoho trnu

$$P_{Rd} = k_t * P_{Rd,2} =$$

$$P_{Rd} = 1,00 * 73,13 =$$

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

Síla působící na trny

$$F_{ct} = N_a =$$

$$F_{ct} = A_a * f_{yd} =$$

$$F_{ct} = 4594 * 10^{-3} * 355 =$$

$$F_{ct} = 1630,87 \text{ kN}$$

Potřebný počet na polovinu nosníku trnů

$$N_f = \frac{F_{ct}}{P_{Rd}} = \frac{1630,87}{73,13} =$$

$$N_f = 22,30 \rightarrow 17$$

Min vzdálenost trnů

$$2,5 \cdot d$$
$$2,5 \quad * \quad 19,00 \quad = \quad 47,5 \quad \text{mm}$$

Navržená vzdálenost trnů

$$\frac{6000}{34} = 176,47$$

Na jeden průvlak bude použito 37 trnů po 175 mm

Návrh střešní vaznice

Délka vaznice 6,00 m
Zatěžovací šířka 1,00 m
Výška vaznice 0,26 m
Šířka vaznice 0,16 m

Dřevo GL24

$$k_{\text{mod}} = 0,9$$

Ohybová pevnost

$$f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{m,g,k}}{\gamma_M} =$$

$$f_{m,d} = 0,90 * \frac{24,00}{1,25} =$$

$$f_{m,d} = 17,3 \text{ MPa}$$

Smyková pevnost

$$f_{v,k} = 2,2 \text{ MPa}$$

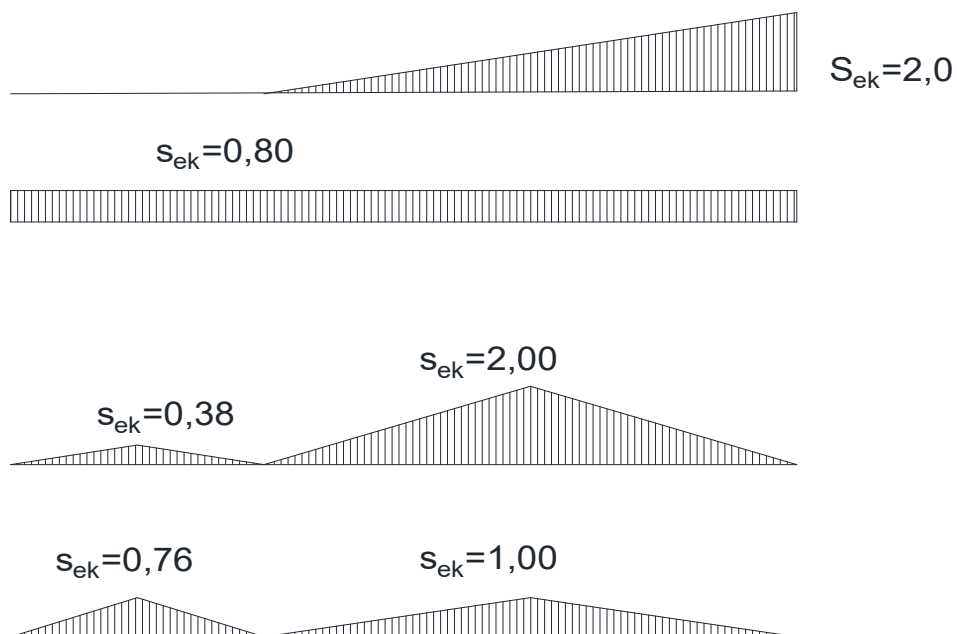
$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{v,g,k}}{\gamma_M} =$$

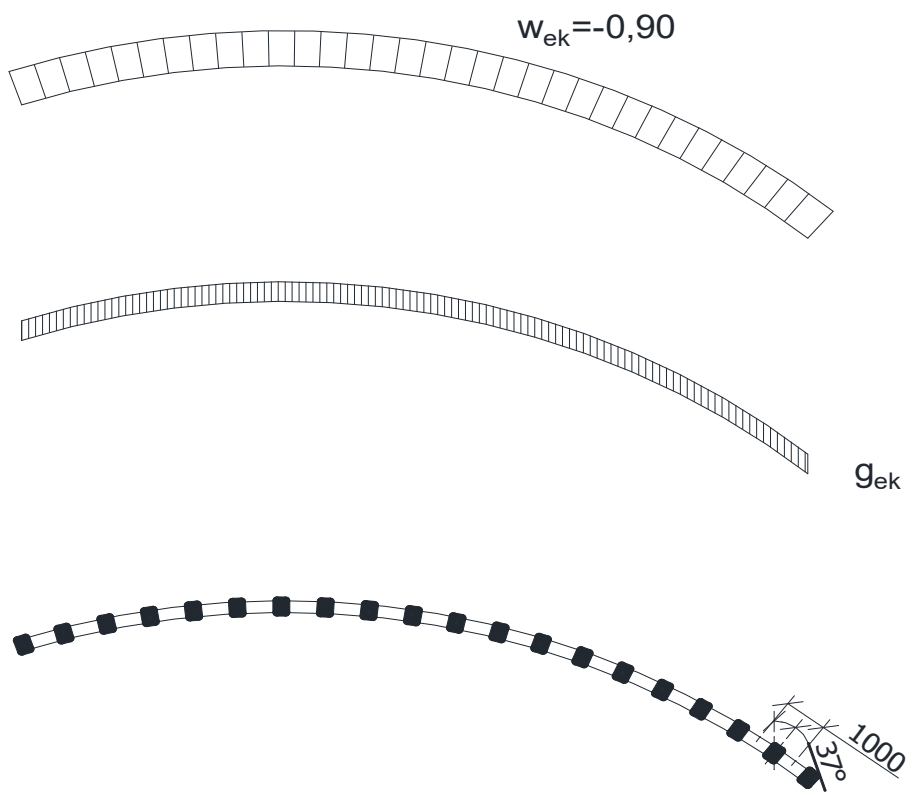
$$f_{v,d} = 0,90 * \frac{2,20}{1,25} =$$

$$f_{v,d} = 1,58 \text{ Mpa}$$

Modul pružnosti

$$E_{0,\text{mean},g} = 11600,00 \text{ MPa}$$

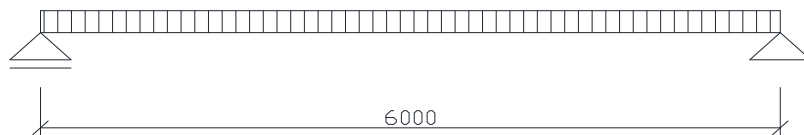




Stálé zatížení	Objemová tíha γ [kN/m ³]	Zatěžovací šířka B [m]	Charakter. zatížení g_k [kN/m]	souč. zatížení γ_G	Návrhové zatížení g_d [kN/m]
Střešní plášť (odhad)		1,00	1,00	1,35	1,35
Vlastní tíha 260 x 160 mm	4,20	1,00	0,17	1,35	0,24
			$\Sigma =$ 1,17		1,59

Proměnné zatížení	Charakteristické zatížení [kN/m ²]	Zatěžovací šířka B [m]	Charakter. zatížení [kN/m]	souč. zatížení γ_Q	Návrhové zatížení [kN/m]
Užitné (Kategorie H) q	0,40	1,00	0,40	1,50	0,60
Sníh s	2,00 * cos 37,00 = 1,60	1,00	1,60	1,50	2,40
<i>zjednosušeně předpokládám že v místě navrhované vaznice působí maximální zatížení sněhem</i>					
Vítr w	-0,90	1,00	-0,90	1,50	-1,35

Zatížení



Tlak

$$f_{ed} = g_d + q_d + \psi_0 * s_d =$$

$$f_{ed} = 1,59 + 0,60 + 0,5 * 2,40 =$$

$$f_{ed} = 3,38 \text{ kN/m}$$

$$f_{ed} = g_d + s_d + \psi_0 * q_d =$$

$$f_{ed} = 1,59 + 2,40 + 0 * 0,60 =$$

$$f_{ed} = 3,98 \text{ kN/m} \quad \text{Rozhoduje}$$

Sání

$$f_{ed} = g_d + w_d =$$

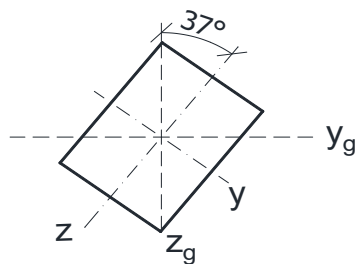
$$f_{ed} = 1,17 + -0,90 =$$

$$f_{ed} = 0,27 \text{ kN/m}$$

Vnitřní síly

maximální náklon vaznice

$$\alpha = 37^\circ$$



$$M_{ed,y} = \frac{1}{8} f_{ed} * l * l * \cos \alpha =$$

$$M_{ed,y} = \frac{1}{8} 3,98 * 6 * 6 * \cos 37 =$$

$$M_{ed,y} = 14,3 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,z} = \frac{1}{8} f_{ed} * l * l * \sin \alpha =$$

$$M_{ed,z} = \frac{1}{8} 3,98 * 6 * 6 * \sin 37 =$$

$$M_{ed,z} = 10,8 \text{ kNm}$$

$$V_{ed,y} = \frac{1}{2} f_{ed} * l * \cos \alpha =$$

$$V_{ed,y} = \frac{1}{2} 3,98 * 6 * \cos 37 =$$

$$V_{ed,y} = 9,54 \text{ kN}$$

$$V_{ed,z} = \frac{1}{2} f_{ed} * l * \sin \alpha =$$

$$V_{ed,z} = \frac{1}{2} 3,98 * 6 * \sin 37 =$$

$$V_{ed,z} = 7,19 \text{ kN}$$

Posouzení

MSÚ

Ohyb

Pozn. nosník je zajištěn proti ztrátě stability střešním pláštěm

$$W_y = \frac{1}{6} 0,26^2 * 0,16 = 0,001803 \text{ m}^4$$

$$W_z = \frac{1}{6} 0,16^2 * 0,26 = 0,001109 \text{ m}^4$$

$$\sigma_{m,y} = \frac{M_{ed,y}}{W_y} =$$

$$\sigma_{m,y} = \frac{0,01431}{0,00180} =$$

$$\sigma_{m,y} = 7,94 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{m,z} = \frac{M_{ed,z}}{W_y} =$$

$$\sigma_{m,z} = \frac{0,01078}{0,00111} =$$

$$\sigma_{m,z} = 9,72 \text{ Mpa}$$

$k_m = 0,7$ (obdélníkový průřez)

$$k_m \frac{\sigma_{m,y}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$0,7 \frac{7,94}{17,28} + \frac{9,72}{17,28} = 0,88 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{m,y}}{f_{m,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{7,94}{17,28} + 0,7 \frac{9,72}{17,28} = 0,85 \leq 1$$

Vyhoví

Smyk

$$A = 0,04 \text{ m}^2$$

$$\tau_{m,y} = \frac{3}{2} * \frac{V_{ed,y}}{A} =$$

$$\tau_{m,y} = \frac{3}{2} * \frac{0,00954}{0,04160} =$$

$$\tau_{m,y} = \mathbf{0,34 \text{ Mpa}}$$

$$\tau_{m,z} = \frac{3}{2} * \frac{V_{ed,y}}{A} =$$

$$\tau_{m,z} = \frac{3}{2} * \frac{0,00719}{0,04160} =$$

$$\tau_{m,z} = \mathbf{0,26 \text{ Mpa}}$$

$$\frac{\tau_{m,y}}{f_{v,d}} + \frac{\tau_{m,z}}{f_{v,d}} \leq 1$$
$$\frac{\mathbf{0,34}}{\mathbf{1,58}} + \frac{\mathbf{0,26}}{\mathbf{1,58}} = \mathbf{0,381} \leq \mathbf{1}$$

Vyhoví

MSP

jednotkový průhyb

$$I_y = \frac{1}{12} 0,26^3 * 0,16 = 0,000234 \text{ m}^4$$

$$u_{ref,y} = \frac{5}{384} * \frac{q_{ref} * l^4}{E * I_y} =$$

$$u_{ref,y} = \frac{5}{384} * \frac{1 * 6^4}{11600000 * 0,000234} =$$

$$u_{ref,y} = 0,0062 \text{ m} = 6,21 \text{ mm}$$

Deformaci v příčném směru je bráněno střešním pláštěm

Okamžitý průhyb od stálého zatížení

$$g_{k,y} = \cos \alpha * g_k =$$

$$g_{k,y} = \cos 37 * 1,17 =$$

$$g_{k,y} = 0,94 \text{ kN/m}$$

$$w_{1,inst} = g_{k,y} * u_{ref,y} =$$

$$w_{1,inst} = 0,94 * 6,21 =$$

$$w_{1,inst} = 5,82 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

$$q_{k,y} = \cos \alpha * s_k + \psi_0 * q_k =$$
$$q_{k,y} = \cos 37 * 2,00 + 0 * 0,40 =$$
$$q_{k,y} = 1,60 \text{ kN/m}$$

$$w_{2,inst} = g_{k,y} * u_{ref,y} =$$

$$w_{2,inst} = 1,60 * 6,21 =$$

$$w_{2,inst} = 9,92 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} =$$

$$w_{inst} = 5,82 + 9,92 =$$

$$w_{inst} = 15,74 \text{ mm} \leq l/300 = 20,0 \text{ mm}$$

Vyhoví

Konečný průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$k_{1,def} = 0,60$$

$$k_{2,def} = 0,60$$

$$w_{inst} = w_{1,inst} \left[1 + k_{1,def} \right] + w_{2,inst} \left[1 + \psi_{2,1} * k_{2,def} \right] =$$
$$w_{inst} = 5,82 \left[1,00 + 0,60 \right] + 9,92 \left[1,00 + 0,00 * 0,60 \right] =$$

$$w_{inst} = 19,23 \text{ mm} \leq l/200 = 30,0 \text{ mm}$$

Vyhoví

Návrh oblouku

Zatěžovací šířka 6,00 m

Výška vazníku 0,35 m

Šířka vazníku 0,20 m

Dřevo GL24

$$k_{\text{mod}} = 0,9$$

Ohybová pevnost

$$f_{\text{m,k}} = 24 \text{ MPa}$$

$$f_{\text{m,d}} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{\text{m,g,k}}}{\gamma_{\text{M}}} =$$

$$f_{\text{m,d}} = 0,90 * \frac{24,00}{1,25} =$$

$$f_{\text{m,d}} = 17,3 \text{ MPa}$$

Smyková pevnost

$$f_{\text{v,k}} = 2,2 \text{ MPa}$$

$$f_{\text{v,d}} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{\text{v,g,k}}}{\gamma_{\text{M}}} =$$

$$f_{\text{v,d}} = 0,90 * \frac{2,20}{1,25} =$$

$$f_{\text{v,d}} = 1,58 \text{ Mpa}$$

Tlak rovnoběžně k vláknům

$$f_{\text{c,0,k}} = 16,5 \text{ MPa}$$

$$f_{\text{c,0,d}} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{\text{v,g,k}}}{\gamma_{\text{M}}} =$$

$$f_{\text{c,0,d}} = 0,90 * \frac{16,50}{1,25} =$$

$$f_{\text{c,0,d}} = 11,88 \text{ Mpa}$$

Tah kolmo k vláknům

$$f_{\text{t,90,k}} = 0,4 \text{ MPa}$$

$$f_{\text{t,90,d}} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{\text{v,g,k}}}{\gamma_{\text{M}}} =$$

$$f_{\text{t,90,d}} = 0,90 * \frac{0,40}{1,25} =$$

$$f_{\text{t,90,d}} = 0,29 \text{ Mpa}$$

Průměrná hodnota modul pružnosti rovnoběžně s vlákny

$$E_{0,\text{mean,g}} = 11600,00 \text{ MPa}$$

5% kvantil modulu pružnosti kolmo k vláknům

$$E_{0,05} = 9400,00 \text{ MPa}$$

Sníh 1 $s_{ek}=4,80 \text{ kN/m}$



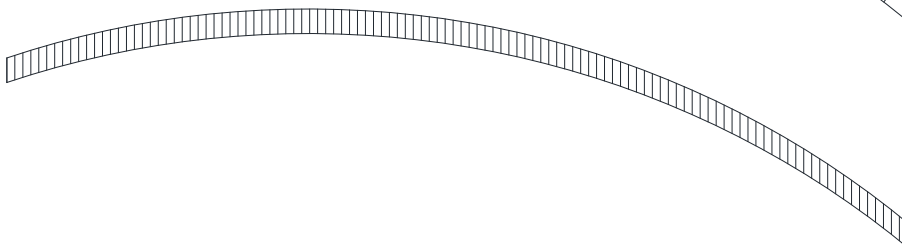
Sníh 2 $s_{ek}=12,00 \text{ kN/m}$
 $s_{ek}=2,28 \text{ kN/m}$



Sníh 3 $s_{ek}=4,56 \text{ kN/m}$ $s_{ek}=6,00 \text{ kN/m}$



Sníh 4 $S_{ek}=12,0 \text{ kl}$



Stálé zatížení	Objemová tíha γ [kN/m ³]	Zatěžovací šířka B [m]	Charakter. zatížení g_k [kN/m]	souč. zatížení γ_G	Návrhové zatížení g_d [kN/m]
Střešní plášť (odhad)		6,00	6,00	1,35	8,10
Vaznice 260 x 160 mm	4,20		0,17	1,35	0,24
		$\Sigma=$	6,17		8,34

Zatížení střešními vaznicemi je spočítáno v programu SCIA
 Vlastní tíha je spočítána v programu SCIA

Proměnné zatížení	Charakteristické zatížení [kN/m ²]	Zatěžovací šířka B [m]	Charakter. zatížení [kN/m]	souč. zatížení γ_Q	Návrhové zatížení [kN/m]
Užitné (Kategorie H) q	0,40	6,00	2,40	1,50	3,60

Kombinace zatížení

Ψ_0 pro užitné zatížení střechy, zatížení sněhem i větrem = 0

MSÚ

- 1) $g_k * 1,35 + q_k * 1,50 + \Psi_0 * s_k * 1,50 =$
- 2) $g_k * 1,35 + s_{k1} * 1,50 + \Psi_0 * q_k * 1,50 =$
- 3) $g_k * 1,35 + s_{k2} * 1,50 + \Psi_0 * q_k * 1,50 =$
- 4) $g_k * 1,35 + s_{k3} * 1,50 + \Psi_0 * q_k * 1,50 =$
- 5) $g_k * 1,35 + s_{k4} * 1,50 + \Psi_0 * q_k * 1,50 =$
- 6) $g_k * 1,00 + w_{k,1} * 1,50 =$
- 7) $g_k * 1,00 + w_{k,2} * 1,50 =$

MSP

$w_{1,inst}$

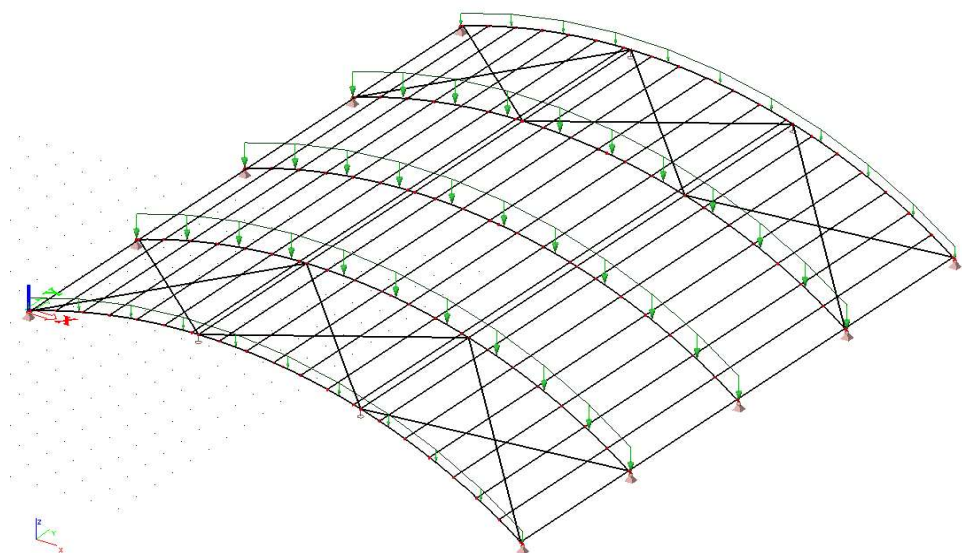
- 1) $g_k =$

$w_{2,inst}$

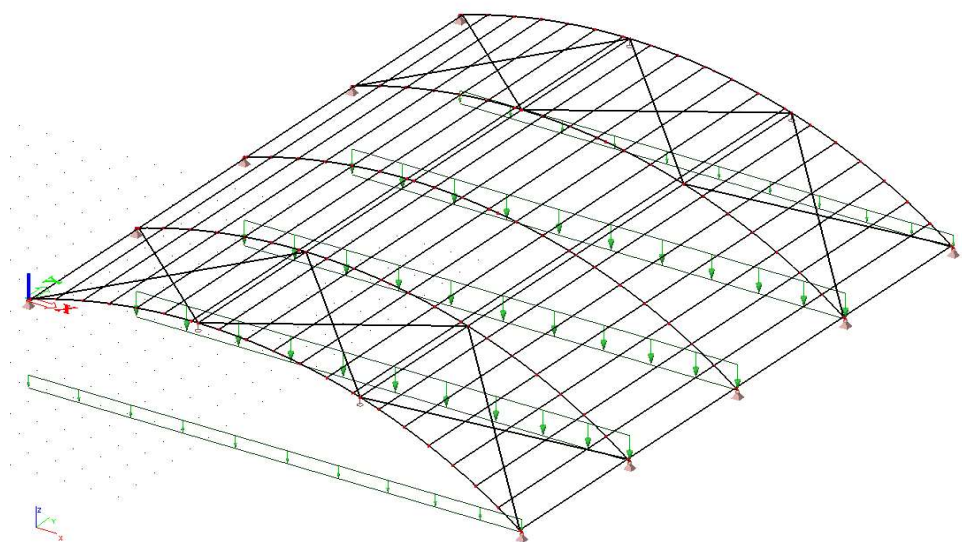
- 1) $q_k * 1,00 + \Psi_0 * s_k * 1,00 =$
- 2) $s_{k1} * 1,00 + \Psi_0 * q_k * 1,00 =$
- 3) $s_{k2} * 1,00 + \Psi_0 * q_k * 1,00 =$
- 4) $s_{k3} * 1,00 + \Psi_0 * q_k * 1,00 =$
- 5) $s_{k4} * 1,00 + \Psi_0 * q_k * 1,00 =$
- 6) $w_{k,1} * 1,00 =$
- 7) $w_{k,2} * 1,00 =$

Výpočet vnitřních sil proveden v programu SCIA Engineer 15.3.120- studentská verze

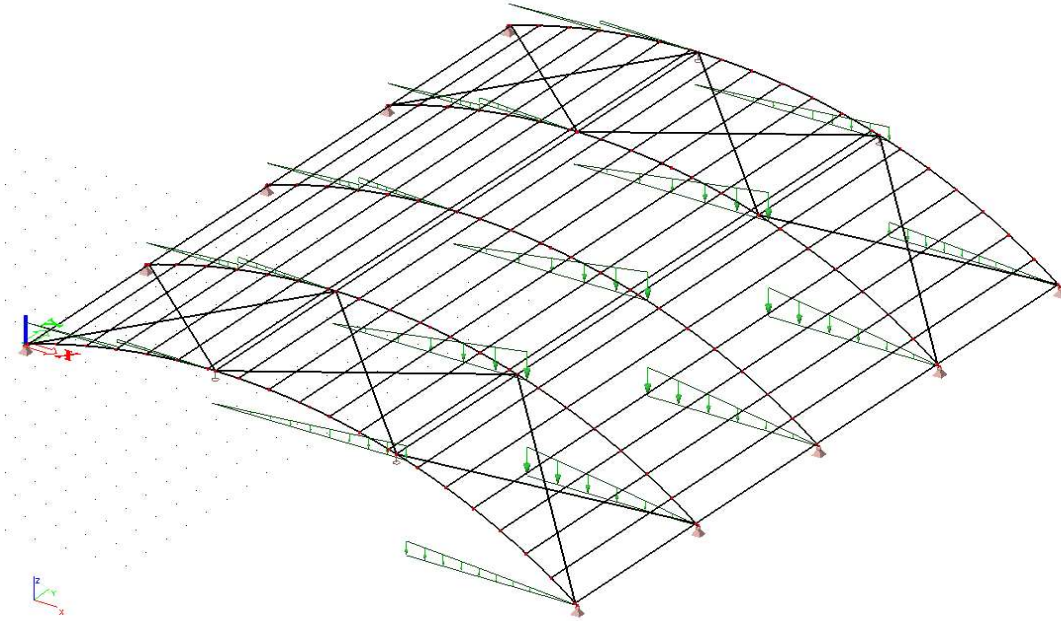
Stálé zatížení



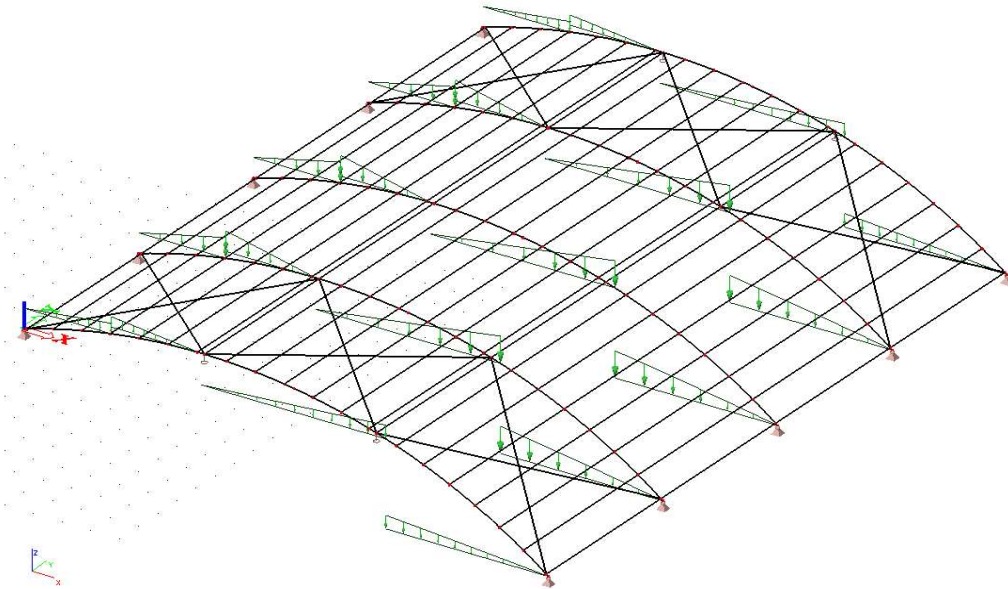
Sníh 1



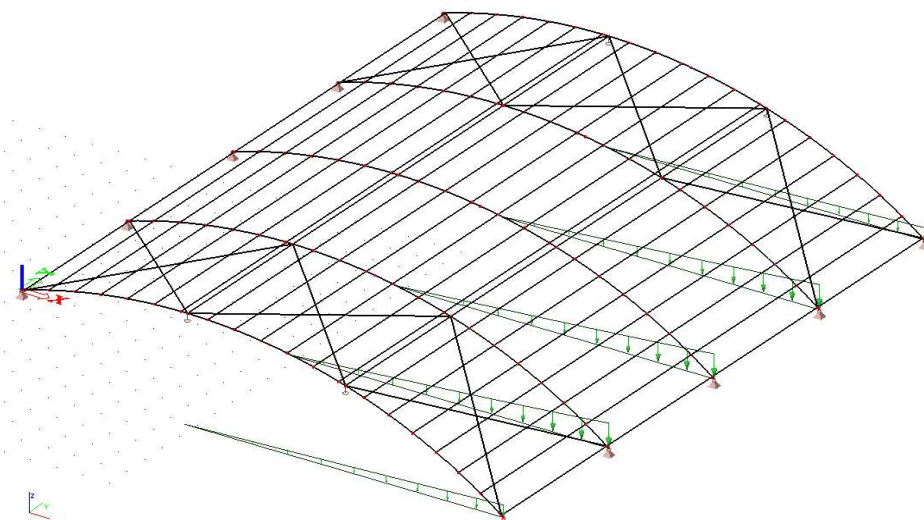
Snih 2



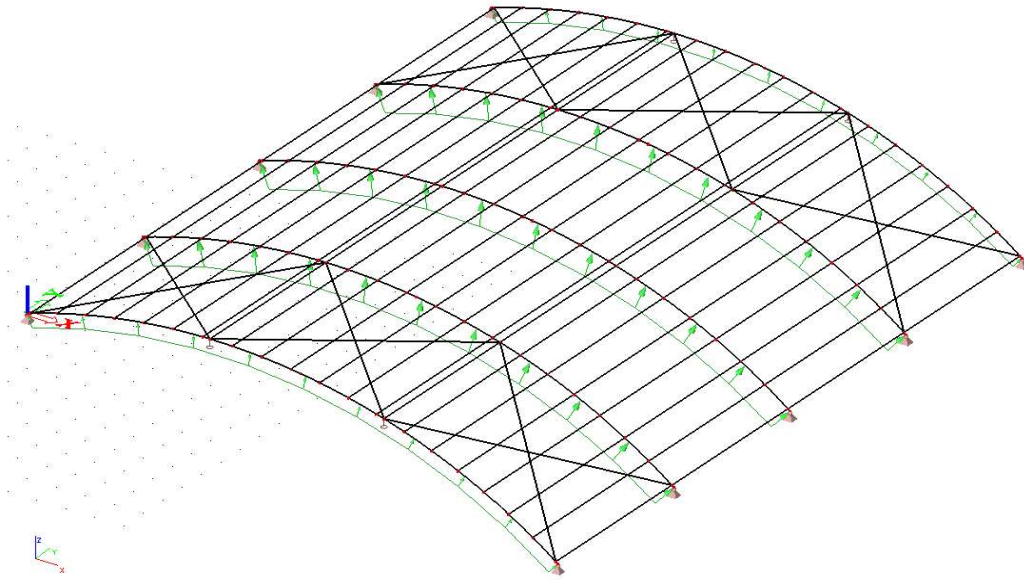
Snih 3



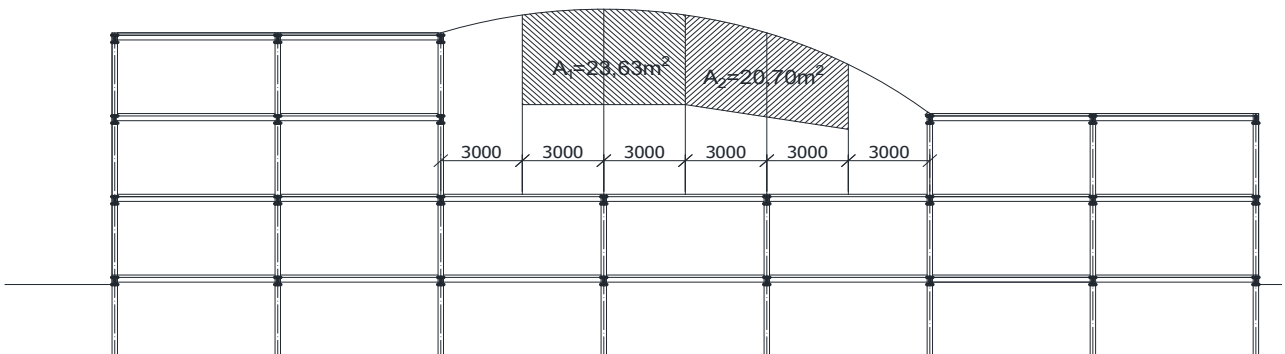
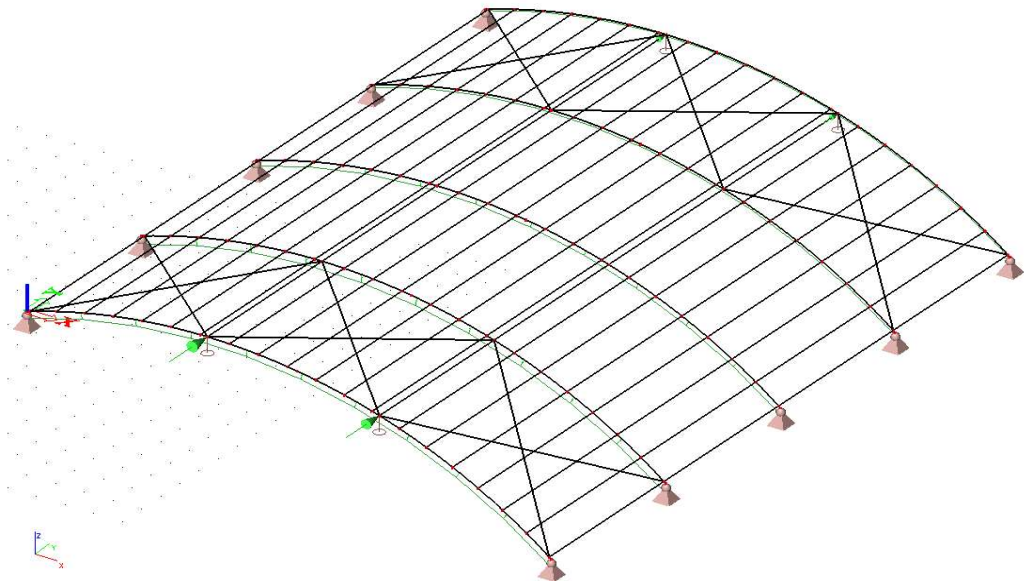
Snih 4

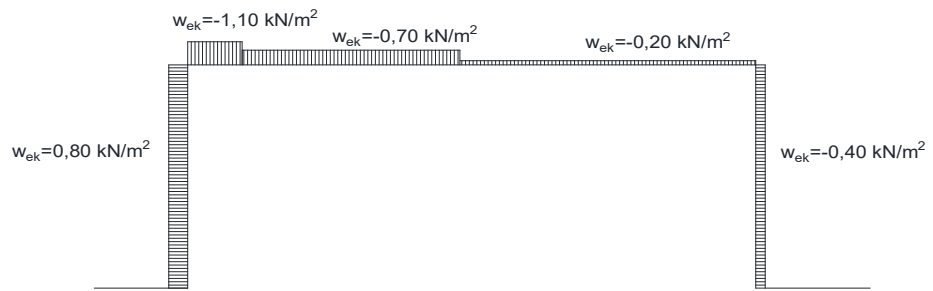


Vítr 1

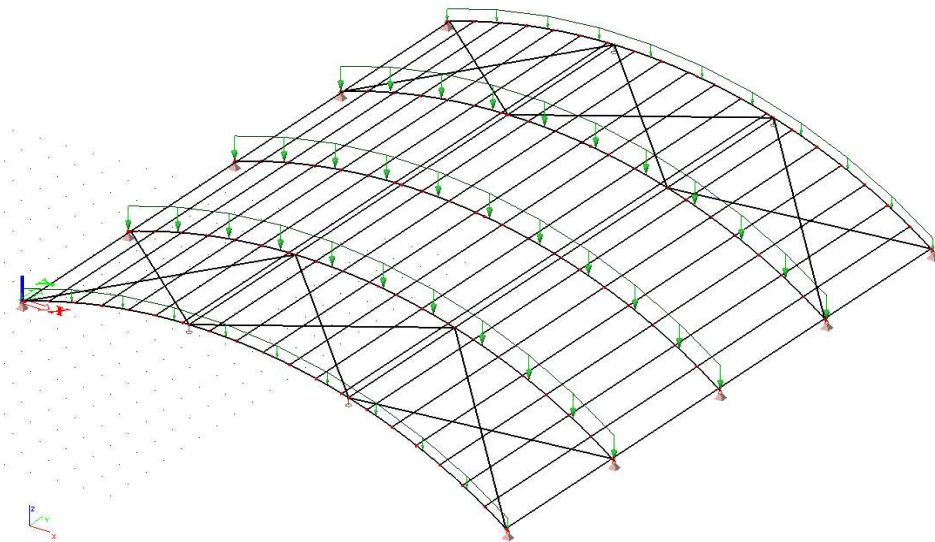


Vítr 2

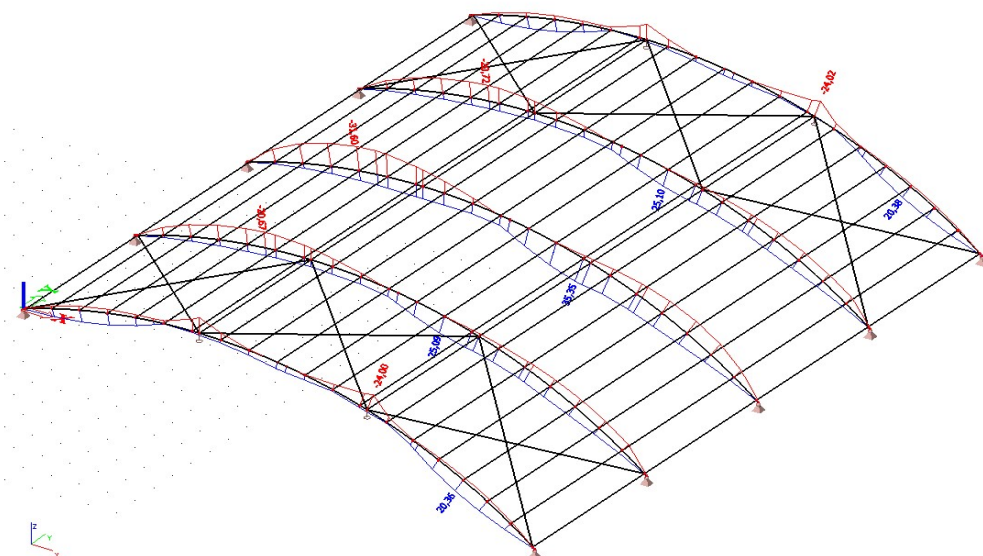




Užitné



Obalová křivka ohybových momentů



Řez 1 - Maximální ohybový moment (kombinace MSÚ3)

$$M_{ed} = 36,86 \text{ kNm}$$

$$V_{ed} = 0,00 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = -302,90 \text{ kN}$$

$$r = 18,57 \text{ m}$$

$$r_{in} = 18,40 \text{ m}$$

$$t = 30,00 \text{ mm}$$

$$\alpha_{ap} = 0$$

$$h_{ap} = 0,35 \text{ m}$$

$$b = 0,20 \text{ m}$$

$$W = \frac{1}{6} \cdot 0,35^2 \cdot 0,20 = 0,004083 \text{ m}^4$$

Ohyb

$$k_1 = 1,00 + 1,40 \cdot \text{tg} \alpha_{ap} + 5,40 \cdot \text{tg}^2 \alpha_{ap} =$$

$$k_1 = 1,00 + 1,40 \cdot \text{tg} 0,00 + 5,40 \cdot \text{tg}^2 0,00 =$$

$$k_1 = 1,00$$

$$k_2 = 0,25 - 8,00 \cdot \text{tg} \alpha_{ap} =$$

$$k_2 = 0,25 - 8,00 \cdot \text{tg} 0,00 =$$

$$k_2 = 0,25$$

$$k_3 = 0,60 + 8,30 \cdot \text{tg} \alpha_{ap} - 7,80 \cdot \text{tg}^2 \alpha_{ap} =$$

$$k_3 = 0,60 + 8,30 \cdot \text{tg} 0,00 - 7,80 \cdot \text{tg}^2 0,00 =$$

$$k_3 = 0,60$$

$$k_4 = 7,80 \cdot \text{tg}^2 \alpha_{ap} =$$

$$k_4 = 6,00 \cdot \text{tg}^2 0,00 =$$

$$k_4 = 0,00$$

$$k_j = k_1 + k_2 \left(\frac{h_{ap}}{r} \right) + k_3 \left(\frac{h_{ap}}{r} \right)^2 + k_4 \left(\frac{h_{ap}}{r} \right)^3$$

$$k_j = 1,00 + 0,25 \left(\frac{0,35}{18,57} \right) + 0,60 \left(\frac{0,35}{18,6} \right)^2 + 0,00 \left(\frac{0,35}{18,6} \right)^3$$

$$k_j = 1,005$$

Vliv příčné a torzní stability

$$l_{ef} = 8 \text{ m}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,75 \cdot b^2 \cdot E_{0,005}}{h \cdot l_{ef}} =$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,75 \cdot 0,20^2 \cdot 9400,00}{0,20 \cdot 8} =$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,35}{8} * 101 \text{ Mpa}$$

$$\lambda_{rel,m} = \left(\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}} \right)^{1/2} = \left(\frac{24}{100,714286} \right)^{1/2} = 0,49 \leq 0,75 \quad k_{c,crit} = 1$$

$$\sigma_m = \frac{k_l * M_{ed}}{W} =$$

$$\sigma_m = \frac{1,005 * 0,03686}{0,00408} =$$

$$\sigma_m = 9,071 \text{ Mpa} \leq k_r * f_{m,d} = 1 * 17,3 = 17,28 \text{ MPa}$$

$$\frac{r_{in}}{t} = \frac{18,4}{0,03} = 613 \geq 240 \rightarrow k_r = 1$$

Vyhoví

Tlak

$$s = 19,16 \text{ m}$$

$$L_{eff,y} = s * 0,625 =$$

$$L_{eff,y} = 19,16 * 0,625 =$$

$$L_{eff,y} = 11,98 \text{ m}$$

$$I_y = \frac{1}{6} * 0,35^3 * 0,20 = 0,001429 \text{ m}^4$$

$$A = 0,35 * 0,20 = 0,07 \text{ m}$$

$$i_y = \frac{I_y}{A} = \left(\frac{0,001429}{0,07} \right)^{0,50} = 0,14$$

$$\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{11,98}{0,14} = 83,8 \text{ Rozhoduje}$$

$$L_{eff,z} = 1,00 \text{ m}$$

$$I_z = \frac{1}{6} * 0,20^3 * 0,35 = 0,000467 \text{ m}^4$$

$$A = 0,20 * 0,35 = 0,07 \text{ m}$$

$$i_z = \frac{I_z}{A} = \left(\frac{0,000467}{0,07} \right)^{0,50} = 0,08$$

$$\lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = \frac{1,00}{0,08} = 12,2$$

$$\sigma_{c,crit} = \frac{\pi^2 * E_{0,05}}{\lambda_y^2} =$$

$$\sigma_{c,crit} = \frac{\pi^2 * 9400,00}{83,8^2} =$$

$$\sigma_{c,crit} = 13,21 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \left(\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit}} \right)^{0,50} =$$

$$\lambda_{rel,y} = \left(\frac{16,50}{13,21} \right)^{0,50} =$$

$$\lambda_{rel,y} = 1,118$$

$$\beta_c = 0,10 \text{ (lamelové dřevo)}$$

$$k_y = 0,5 \left\{ 1 + \beta_c \left[\lambda_{rel,y} - 0,3 \right] + \lambda_{rel,y}^2 \right\} =$$

$$k_y = 0,50 \left\{ 1,00 + 0,10 \left[1,12 - 0,30 \right] + 1,12^2 \right\} =$$

$$k_y = 1,17$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \left[\frac{1}{k_y^2} - \lambda_{rel,y}^2 \right]^{0,5}} =$$

$$k_{c,y} = \frac{1,00}{1,17 + \left[\frac{1}{1,17^2} - 1,12^2 \right]^{0,5}} =$$

$$k_{c,y} = 0,67$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed}}{A} =$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{-302,90}{0,07} =$$

$$\sigma_{c,0,d} = -4327,14 \text{ kN}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} * f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{4,33}{0,67 * 11,88} = 0,54 \leq 1$$

Vyhoví

Kombinace tlaku a ohybu

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} * f_{c,0,d}} + \left(\frac{\sigma_m}{f_{m,d}} \right)^2 \leq 1$$

$$\frac{4,33}{0,67 * 11,88} + \left(\frac{9,07}{17,28} \right)^2 = 0,54 + 0,28 = 0,82 \leq 1$$

Vyhoví

Tah kolmo k vláknům

$$\begin{aligned}k_5 &= 0,2 & * & \operatorname{tg} \alpha_{ap} = \\k_5 &= 0,2 & * & \operatorname{tg} 0 = \\k_5 &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}k_6 &= 0,25 & - & 1,5 \operatorname{tg} \alpha_{ap} & + & 2,6 \operatorname{tg}^2 \alpha_{ap} = \\k_6 &= 0,25 & - & 1,5 \operatorname{tg} 0 & + & 2,6 \operatorname{tg}^2 0 = \\k_6 &= 0,25\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}k_7 &= 2,1 & \operatorname{tg} \alpha_{ap} & - & 4 \operatorname{tg}^2 \alpha_{ap} = \\k_7 &= 2,1 & \operatorname{tg} 0 & - & 4 \operatorname{tg}^2 0 = \\k_7 &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}k_p &= k_5 & + & k_6 \left(\frac{h_{ap}}{r} \right) & + & k_7 \left(\frac{h_{ap}}{r} \right)^2 = \\k_p &= 0,00 & + & 0,25 \left(\frac{0,35}{18,57} \right) & + & 0,00 \left(\frac{0,35}{18,6} \right)^2 = \\k_p &= 0,0047\end{aligned}$$

$$\sigma_{m,y} = k_p * \frac{M_{ed}}{W} =$$

$$\sigma_{m,y} = 0,0047 * \frac{0,04}{0,004083} =$$

$$\sigma_{m,y} = \mathbf{0,043 \text{ MPa}} \leq k_{vol} * k_{dis} * f_{t,90,d} = \mathbf{0,360 \text{ MPa}}$$
$$0,73 * 1,70 * 0,29 =$$

$$k_{dis} = 1,70 \text{ (vyklenutý vazník)}$$

$$k_{vol} = \left(\frac{V_0}{V} \right)^{0,2} = \left(\frac{0,01}{0,05} \right)^{0,2} = 0,73$$

$$V = \frac{2,00}{3,00} V_b = \frac{2,00}{3,00} 0,35 * 0,20 = 0,05 \text{ m}^3$$

Vyhoví

Řez 2 - Maximální tlak (kombinace MSÚ3)

$$M_{ed} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$V_{ed} = 16,72 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = -380,68 \text{ kN}$$

$$r = 18,57 \text{ m}$$

$$r_{in} = 18,40 \text{ m}$$

$$t = 30,00 \text{ mm}$$

$$\alpha_{ap} = 0$$

$$h_{ap} = 0,35 \text{ m}$$

$$b = 0,20 \text{ m}$$

$$W = \frac{1}{6} \cdot 0,35^2 \cdot 0,20 = 0,004083 \text{ m}^4$$

Tlak

$$s = 19,16 \text{ m}$$

$$L_{eff,y} = s \cdot 0,625 =$$

$$L_{eff,y} = 19,16 \cdot 0,625 =$$

$$L_{eff,y} = 11,98 \text{ m}$$

$$I_y = \frac{1}{6} \cdot 0,35^3 \cdot 0,20 = 0,001429 \text{ m}^4$$

$$A = 0,35 \cdot 0,20 = 0,07 \text{ m}$$

$$i_y = \frac{I_y}{A} = \left(\frac{0,001429}{0,07} \right)^{0,50} = 0,14$$

$$\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{11,98}{0,14} = 83,8 \text{ Rozhoduje}$$

$$L_{eff,z} = 1,00 \text{ m}$$

$$I_z = \frac{1}{6} \cdot 0,20^3 \cdot 0,35 = 0,000467 \text{ m}^4$$

$$A = 0,20 \cdot 0,35 = 0,07 \text{ m}$$

$$i_z = \frac{I_z}{A} = \left(\frac{0,000467}{0,07} \right)^{0,50} = 0,08$$

$$\lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = \frac{1,00}{0,08} = 12,2$$

$$\sigma_{c,crit} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,05}}{\lambda_y^2} =$$

$$\sigma_{c,crit} = \frac{\pi^2 \cdot 9400,00}{83,8^2} =$$

$$\sigma_{c,crit} = 13,21 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \left(\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit}} \right)^{0,50} =$$

$$\lambda_{rel,y} = \left(\frac{16,50}{13,21} \right)^{0,50} =$$

$$\lambda_{rel,y} = 1,118$$

$$\beta_c = 0,10 \text{ (lamelové dřevo)}$$

$$\begin{aligned}
 k_y &= 0,5 \left\{ 1 + \beta_c \left[\lambda_{rel,y} - 0,3 \right] + \lambda_{rel,y}^2 \right\} = \\
 k_y &= 0,50 \left\{ 1,00 + 0,10 \left[1,12 - 0,30 \right] + 1,12^2 \right\} = \\
 k_y &= 1,17
 \end{aligned}$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \left[k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2 \right]^{0,5}} =$$

$$k_{c,y} = \frac{1,00}{1,17 + \left[1,17^2 - 1,12^2 \right]^{0,5}} =$$

$$k_{c,y} = 0,67$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed}}{A} =$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{-380,68}{0,07} =$$

$$\sigma_{c,0,d} = -5438,29 \text{ kN}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} * f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{5,44}{0,67 * 11,88} = 0,68 \leq 1$$

Vyhoví

Smyk

$$A = 0,07 \text{ m}^2$$

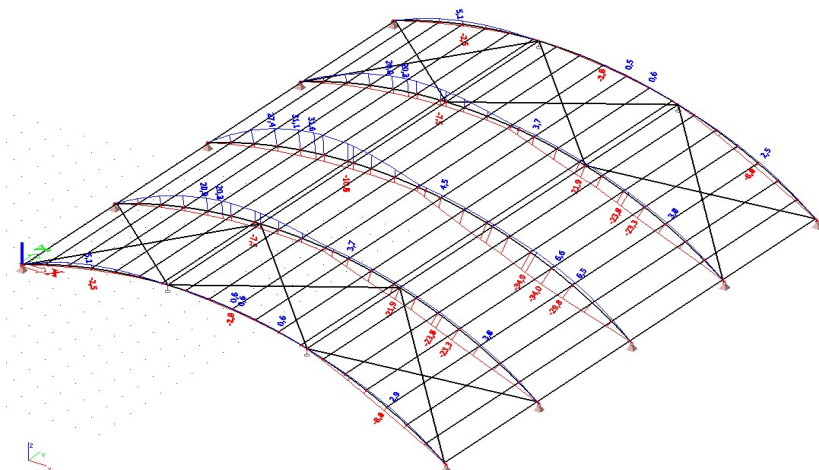
$$\tau_m = \frac{3}{2} * \frac{V_{ed}}{A} =$$

$$\tau_m = \frac{3}{2} * \frac{0,01672}{0,07000} =$$

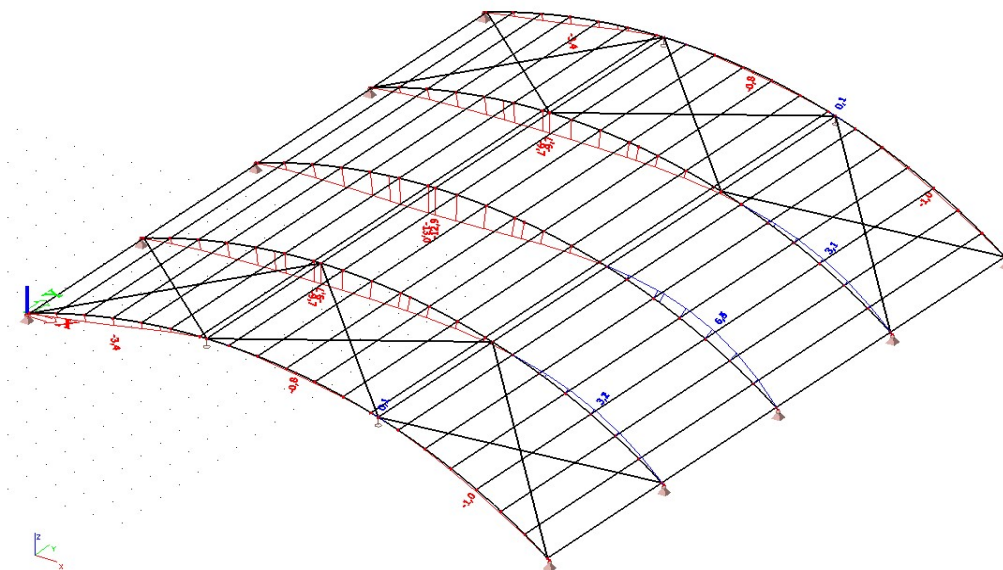
$$\tau_m = 0,36 \text{ Mpa} \leq f_{v,d} = 1,58 \text{ Mpa}$$

MSP

Celkový od proměnného zatížení



Průhyb od stálého zatížení



$$w_{1,inst} = 12,90 \text{ mm}$$

$$w_{2,inst} = 36,30 \text{ mm}$$

Zjednodušeně uvažují že maximální průhyb $w_{1,inst}$ a $w_{2,inst}$ se nachází na stejném místě.

Okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$\begin{aligned} w_{inst} &= w_{1,inst} + w_{2,inst} = \\ w_{inst} &= 12,90 + 36,30 = \\ w_{inst} &= \mathbf{49,20 \text{ mm}} \leq l/300 = \mathbf{60,00 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Vypočteno v programu SCIA engineer 15.3.120

Vyhoví

Konečný průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$k_{1,def} = 0,60$$

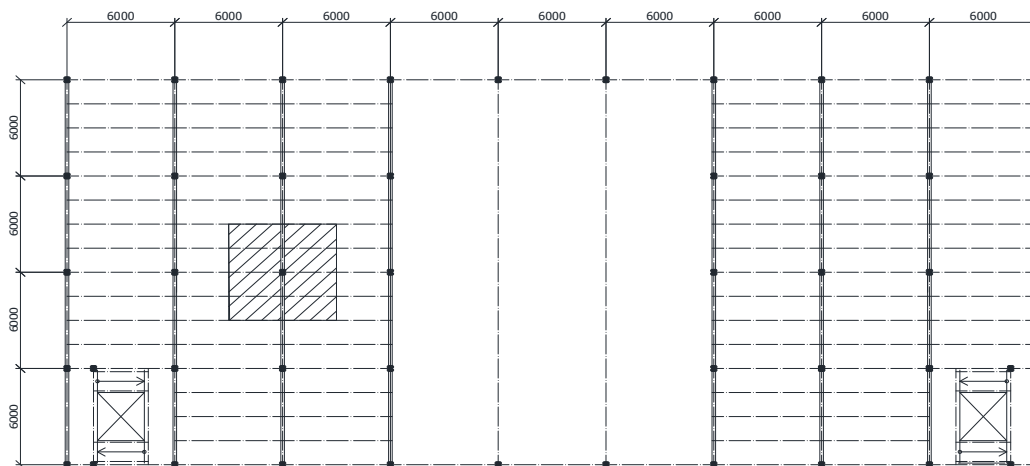
$$k_{2,def} = 0,60$$

$$\begin{aligned} w_{inst} &= w_{1,inst} \left[1 + k_{1,def} \right] + w_{2,inst} \left[1 + \psi_{2,1} * k_{2,def} \right] = \\ w_{inst} &= 12,90 \left[1,00 + 0,60 \right] + 36,30 \left[1,00 + 0,00 * 0,60 \right] = \\ w_{inst} &= \mathbf{56,94 \text{ mm}} \leq l/200 = \mathbf{90,00 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Vyhoví

Návrh sloupů

Sloup C3



Délka sloupu $L = 13,4 \text{ m}$

Vzpěrná délka $L_{cr} = 3,4 \text{ m}$

Ocel S355

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

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{m,0}} = \frac{355}{1,00} =$$

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

Zatížení

2x Rakce průvlaku pod střechou

$$F_{ed,1} = 159,84 * 2,00 = 319,68 \text{ kN}$$

2x Reakce stropnice pod střechou

$$F_{ed,2} = 52,79 * 2,00 = 105,58 \text{ kN}$$

6x Reakce průvlaku běžného stropu

$$F_{ed,3} = 248,46 * 6,00 = 1490,76 \text{ kN}$$

6x Reakce Stropnice běžného stropu

$$F_{ed,4} = 82,33 * 6,00 = 494,00 \text{ kN}$$

Vlastní tíha sloupu

$$F_{ed,5} = 0,83 * 13,40 * 1,35 = 15,01 \text{ kN}$$

Vnitřní síly

$$\Psi_0 = 1,00 \text{ (skladovací prostor)}$$

$$\alpha_n = \frac{2,00 + \left[n - 2,00 \right] \Psi_0}{n} =$$

$$\alpha_n = \frac{2,00 + \left[3,00 - 2,00 \right] 1,00}{3,00} =$$

$$\alpha_n = 1,00$$

$$\begin{aligned} N_{ed} &= F_{ed,1} + F_{ed,2} + F_{ed,3} + F_{ed,4} + F_{ed,5} = \\ N_{ed} &= 319,68 + 105,58 + 1490,76 + 494,00 + 15,01 = \\ N_{ed} &= \mathbf{2425,04 \text{ kN}} \end{aligned}$$

Navrženo HEB 240

$$\begin{aligned} A &= 10600 \text{ mm}^2 \\ i_y &= 103,1 \text{ mm} \\ i_z &= 60,8 \text{ mm} \\ g &= 0,83 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Posouzení

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= 93,9 \left(\frac{235}{f_y} \right)^{0,5} = \\ \lambda_1 &= 93,9 \left(\frac{235}{355} \right)^{0,5} = \\ \lambda_1 &= 76,40 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lambda_y &= \frac{L_{cr}}{i_y} = \\ \lambda_y &= \frac{3400}{103,1} = \\ \lambda_y &= 32,98 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lambda_z &= \frac{L_{cr}}{i_y} = \\ \lambda_z &= \frac{3400}{60,8} = \\ \lambda_z &= 55,92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta_A &= 1,00 \\ \bar{\lambda}_y &= \frac{\lambda_y}{\lambda_1} \left(\beta_A \right)^{0,5} = \\ \bar{\lambda}_y &= \frac{32,98}{76,40} \left(1,00 \right)^{0,5} = \\ \bar{\lambda}_y &= 0,43 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_z &= \frac{\lambda_z}{\lambda_1} \left(\beta_A \right)^{0,5} = \\ \bar{\lambda}_z &= \frac{55,92}{76,40} \left(1,00 \right)^{0,5} = \\ \bar{\lambda}_z &= 0,73 \end{aligned}$$

$$\chi_y = 0,91$$

(křivka b)

$$\chi_z = 0,72 \quad \text{Rozhoduje}$$

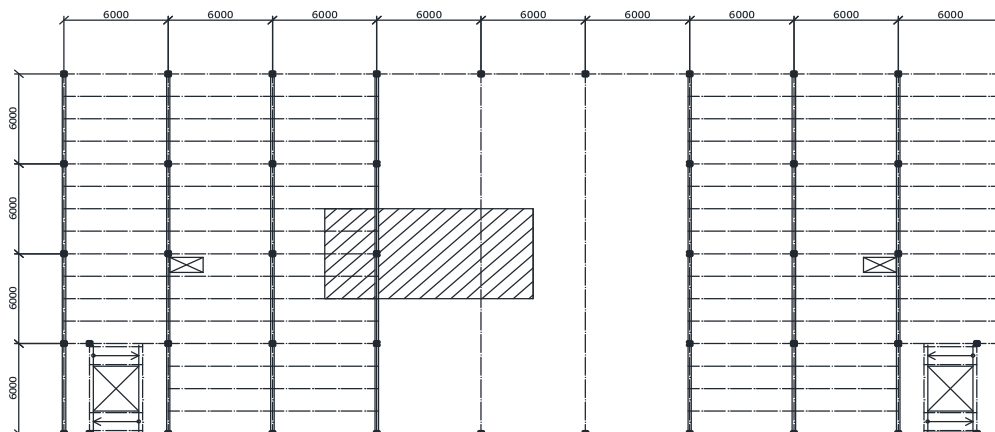
(křivka c)

$$N_{rd} = \chi * A * f_{yd} =$$
$$N_{rd} = 0,72 * 0,0106 * 355000 =$$
$$N_{rd} = 2709,36 \text{ kN} \geq N_{ed} = 2425,04 \text{ kN}$$

Vyhoví

Návrh sloupů

Sloup D3



Délka sloupu $L = 13,4 \text{ m}$
 Vzpěrná délka $L_{cr} = 3,4 \text{ m}$

Ocel S355

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

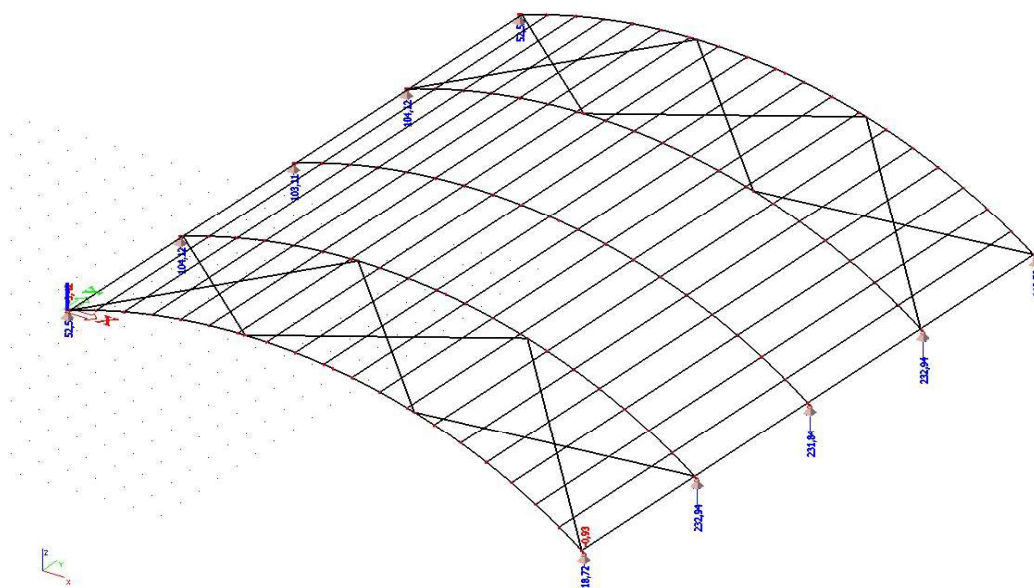
$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{m,0}} = \frac{355}{1,00} =$$

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

Zatížení

1x Rakce vazníku

$$F_{ed,v} = 105,13 * 1,00 = 103,11 \text{ kN}$$



1x Rakce průvlaku pod střechou

1x Rakce průvlaku pod střechou

$$F_{ed,1} = 159,84 * 1,00 = 159,84 \text{ kN}$$

2x Reakce stropnice pod Střechou

$$F_{ed,2} = 52,79 * 2,00 = 105,58 \text{ kN}$$

5x Reakce průvlaku běžného stropu

$$F_{ed,3} = 248,46 * 5,00 = 1242,30 \text{ kN}$$

6x Reakce Stropnice běžného stropu

$$F_{ed,4} = 82,33 * 6,00 = 494,00 \text{ kN}$$

Vlastní tíha sloupu

$$F_{ed,5} = 0,83 * 13,40 * 1,35 = 15,01 \text{ kN}$$

Vnitřní síly

$$\Psi_0 = 1,00 \text{ (skladovací prostor)}$$

$$\alpha_n = \frac{2,00 + [n - 2,00] \Psi_0}{n} =$$

$$\alpha_n = \frac{2,00 + [3,00 - 2,00] 1,00}{3,00} =$$

$$\alpha_n = 1,00$$

$$\begin{aligned} N_{ed} &= F_{ed,1} + F_{ed,2} + F_{ed,3} + F_{ed,4} + F_{ed,5} + F_{ed,v} = \\ N_{ed} &= 159,84 + 105,58 + 1242,30 + 494,00 + 15,01 + 103,11 \\ N_{ed} &= \mathbf{2119,85 \text{ kN}} \end{aligned}$$

Navrženo HEB 240

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

$$i_y = 103,1 \text{ mm}$$

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

$$g = 0,83 \text{ kN/m}$$

Posouzení

$$\lambda_1 = 93,9 \left(\frac{235}{f_y} \right)^{0,5} =$$

$$\lambda_1 = 93,9 \left(\frac{235}{355} \right)^{0,5} =$$

$$\lambda_1 = 76,40$$

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

$$\lambda_y = \frac{3400}{103,1} =$$

$$\lambda_y = 32,98$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr}}{i_y} =$$

$$\lambda_z = \frac{3400}{60,8} =$$

$$\lambda_z = 55,92$$

$$\beta_A = 1,00$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} \left(\beta_A \right)^{0,5} =$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{32,98}{76,40} \left(1,00 \right)^{0,5} =$$

$$\bar{\lambda}_y = 0,43$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} \left(\beta_A \right)^{0,5} =$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{55,92}{76,40} \left(1,00 \right)^{0,5} =$$

$$\bar{\lambda}_z = 0,73$$

$$\chi_y = 0,91$$

(křivka b)

$$\chi_z = 0,72$$

(křivka c)

Rozhoduje

$$N_{rd} = \chi \quad * \quad A \quad * \quad f_{yd} =$$

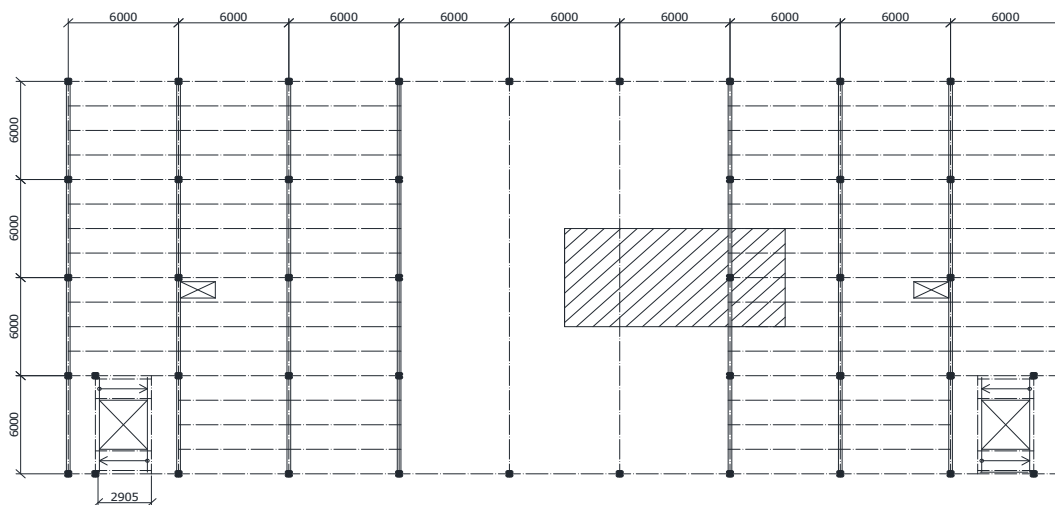
$$N_{rd} = 0,72 \quad * \quad 0,0106 \quad * \quad 355000 =$$

$$N_{rd} = 2709,36 \quad \text{kN} \quad \geq \quad N_{ed} = 2119,85 \quad \text{kN}$$

Vyhoví

Návrh sloupů

Sloup G3



Délka sloupu $L = 10 \text{ m}$
 Vzpěrná délka $L_{cr} = 3,4 \text{ m}$

Ocel S355

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

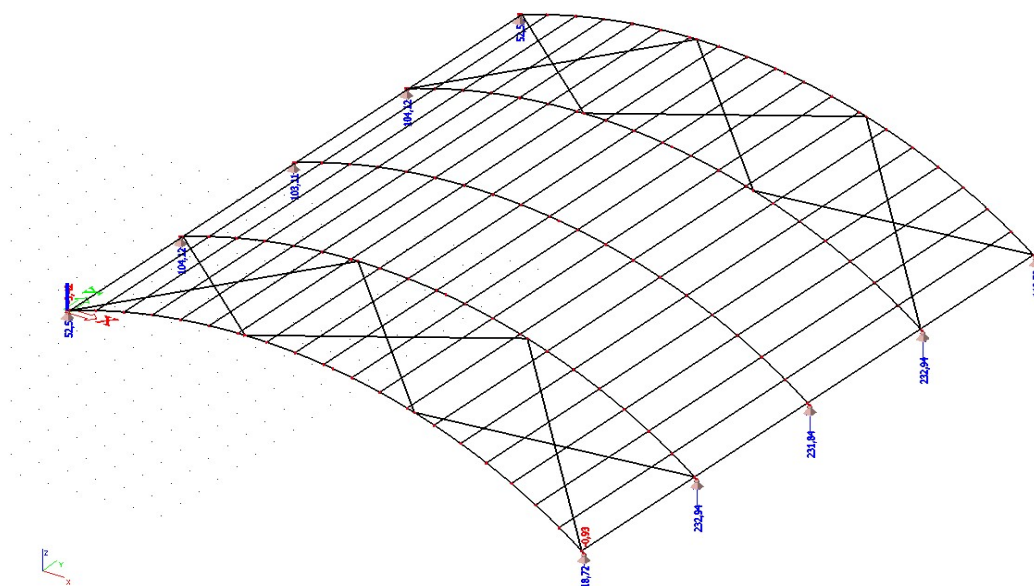
$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{m,0}} = \frac{355}{1,00} = 355 \text{ MPa}$$

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

Zatížení

1x Rakce vazníku

$$F_{ed,v} = 105,13 * 1,00 = 232,94 \text{ kN}$$



1x Rakce průvlaku pod střechou

$$F_{ed,1} = 159,84 * 1,00 = 159,84 \text{ kN}$$

2x Reakce stropnice pod Střechou

$$F_{ed,2} = 52,79 * 2,00 = 105,58 \text{ kN}$$

4x Reakce průvlaku běžného stropu

$$F_{ed,3} = 248,46 * 4,00 = 993,84 \text{ kN}$$

4x Reakce Stropnice běžného stropu

$$F_{ed,4} = 82,33 * 4,00 = 329,33 \text{ kN}$$

Vlastní tíha sloupu

$$F_{ed,5} = 0,83 * 10,00 * 1,35 = 11,21 \text{ kN}$$

Vnitřní síly

$$\Psi_0 = 1,00 \text{ (skladovací prostor)}$$

$$\alpha_n = \frac{2,00 + [n - 2,00] \Psi_0}{n} =$$

$$\alpha_n = \frac{2,00 + [3,00 - 2,00] 1,00}{3,00} =$$

$$\alpha_n = 1,00$$

$$\begin{aligned} N_{ed} &= F_{ed,1} + F_{ed,2} + F_{ed,3} + F_{ed,4} + F_{ed,5} + F_{ed,v} = \\ N_{ed} &= 159,84 + 105,58 + 993,84 + 329,33 + 11,21 + 232,94 \\ N_{ed} &= \mathbf{1832,74 \text{ kN}} \end{aligned}$$

Navrženo HEB 240

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

$$i_y = 103,1 \text{ mm}$$

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

$$g = 0,83 \text{ kN/m}$$

Posouzení

$$\lambda_1 = 93,9 \left(\frac{235}{f_y} \right)^{0,5} =$$

$$\lambda_1 = 93,9 \left(\frac{235}{355} \right)^{0,5} =$$

$$\lambda_1 = 76,40$$

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

$$\lambda_y = \frac{3400}{103,1} =$$

$$\lambda_y = 32,98$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr}}{i_y} =$$

$$\lambda_z = \frac{3400}{60,8} =$$

$$\lambda_z = 55,92$$

$$\beta_A = 1,00$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} \left(\beta_A \right)^{0,5} =$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{32,98}{76,40} \left(1,00 \right)^{0,5} =$$

$$\bar{\lambda}_y = 0,43$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} \left(\beta_A \right)^{0,5} =$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{55,92}{76,40} \left(1,00 \right)^{0,5} =$$

$$\bar{\lambda}_z = 0,73$$

$$\chi_y = 0,91$$

(křivka b)

$$\chi_z = 0,72$$

(křivka c)

Rozhoduje

$$N_{rd} = \chi \quad * \quad A \quad * \quad f_{yd} =$$

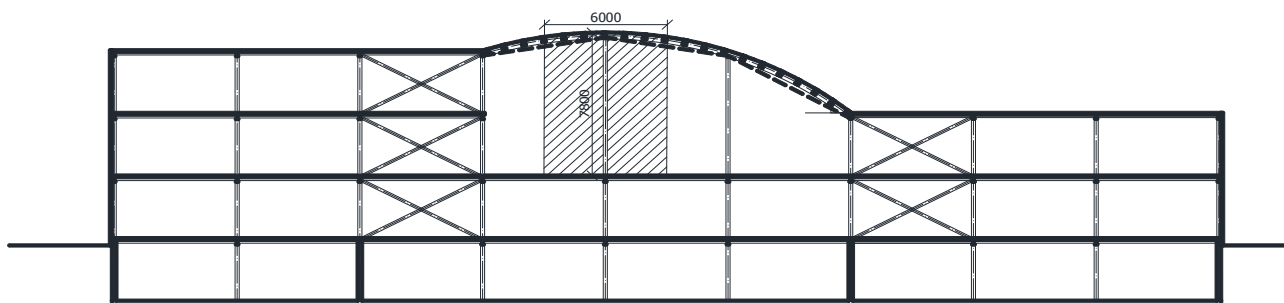
$$N_{rd} = 0,72 \quad * \quad 0,0106 \quad * \quad 355000 =$$

$$N_{rd} = 2709,36 \quad \text{kN} \geq N_{ed} = 1832,74 \quad \text{kN}$$

Vyhoví

Návrh sloupů

Sloup E5



Vzpěrná délka $L_{cr} = 7,8 \text{ m}$

Ocel S355

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

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{m,0}} = \frac{355}{1,00} =$$

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

Tlak

Zatížení

Reakce oblouku

$$N_{ed,1} = 33,28 \text{ kN}$$

Obvodový plášť

$$N_{ed,f} = b * h * g_k * \gamma_G =$$

$$N_{ed,f} = 6,00 * 7,80 * 0,15 * 1,35 = 9,48 \text{ kN}$$

Celkem

$$N_{ed} = N_{ed,1} + N_{ed,z} + N_{ed,f} =$$

$$N_{ed} = 33,28 + 9,48 =$$

$$N_{ed} = 42,76 \text{ kN}$$

Navrženo HEB 240

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

$$i_y = 103,1 \text{ mm}$$

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

$$g = 0,83 \text{ kN/m}$$

$$W_{pl,y} = 1053000 \text{ mm}^3$$

Posouzení

$$\lambda_1 = 93,9 \left(\frac{235}{f_y} \right)^{0,5} =$$

$$\lambda_1 = 93,9 \left(\frac{235}{355} \right)^{0,5} =$$

$$\lambda_1 = 76,40$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr}}{i_y} =$$

$$\lambda_z = \frac{7800}{60,8} =$$

$$\lambda_z = 128,29$$

$$\beta_A = 1,00$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} \left(\beta_A \right)^{0,5} =$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{128,29}{76,40} \left(1,00 \right)^{0,5} =$$

$$\bar{\lambda}_z = 1,68$$

$$\chi_z = 0,26 \quad \text{Rozhoduje}$$

(křivka c)

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

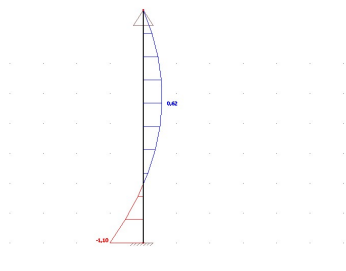
$$N_{rd} = 0,26 \cdot 0,0106 \cdot 355000 =$$

$$N_{rd} = \mathbf{978,38 \text{ kN}} \geq N_{ed} = \mathbf{42,76 \text{ kN}}$$

Ohyb

$$f_{ed} = w_{ed} \cdot \gamma \cdot b =$$

$$f_{ed} = 0,70 \cdot 1,50 \cdot 6,00 = 6,30 \text{ kN/m}$$



$$M_{ed} = 1,10 \text{ kNm}$$

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

$$M_{rd} = 1053000 * 355 =$$

$$M_{rd} = 373,82 \text{ kNm} \geq M_{ed} = 1,10 \text{ kNm}$$

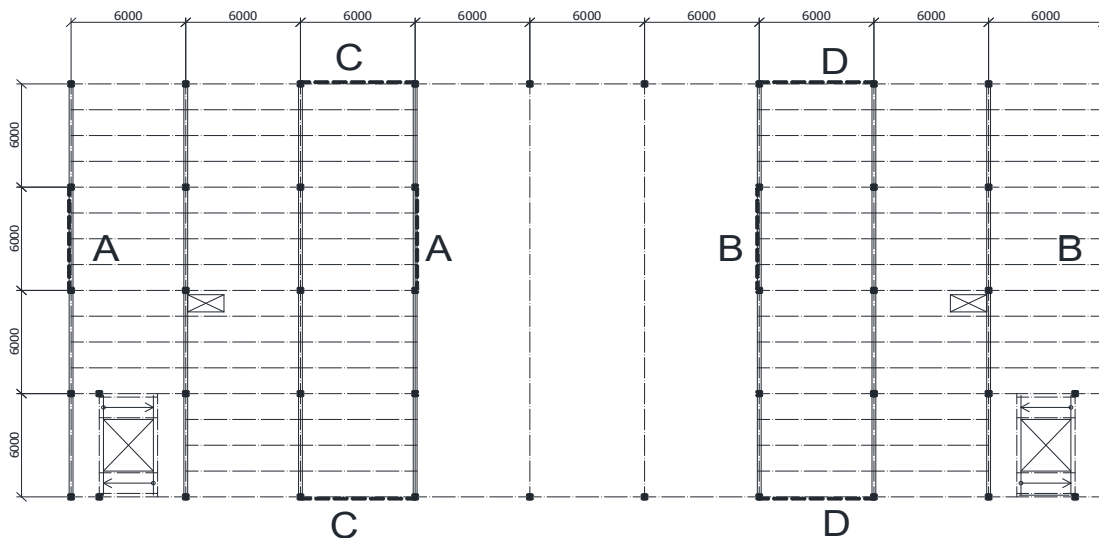
Tlak + ohyb

$$\frac{M_{ed}}{M_{rd}} + \frac{N_{ed}}{N_{rd}} =$$

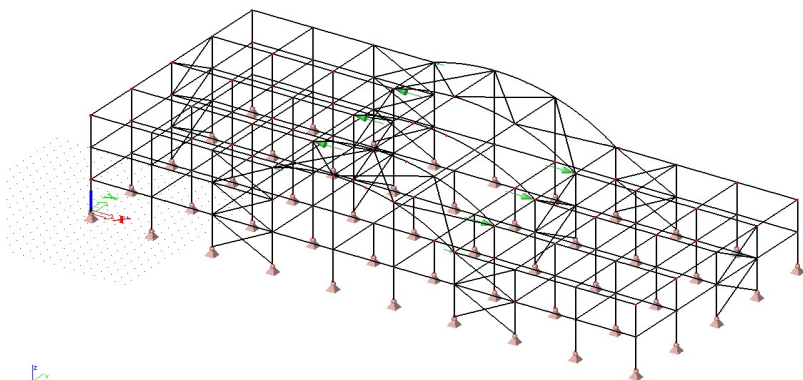
$$\frac{1,10}{373,82} + \frac{42,76}{978,38} = 0,00 + 0,04 < 1,00$$

Vyhoví

Ztužidla



vodorovné síly oblouku



Příčná ztužidla (Zatěžovací stav 1)

Zatížení větrem

$$W_{ek} = W_{ed,d} + W_{ed,e} =$$

$$W_{ek} = 0,7 + 0,3 =$$

$$W_{ek} = 1 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi = \alpha_h * \alpha_m * \phi_0$$

$$\phi_0 = 0,005$$

Počet sloupů v řadě

$$m = 5$$

$$\alpha_m = \left(0,5 * \left(1 + \frac{1}{m} \right) \right)^{0,5} =$$

$$\alpha_m = \left(0,5 * \left(1 + \frac{1}{5} \right) \right)^{0,5} =$$

$$\alpha_m = 0,7746$$

Výška $h_1 = 10,6$
 $h_2 = 7,2$ nepříznivější

$$\alpha_h = \frac{2}{\left[\frac{h}{h_2} \right]^{0,5}} =$$

$$\alpha_h = \frac{2}{\left[\frac{10,6}{7,2} \right]^{0,5}} =$$

$$\alpha_h = 0,75$$

$$\phi = 0,7454 * 0,7746 * 0,005 =$$

$$\phi = 0,0029$$

4.NP

Zatížení plochou střechou

$$f_{ek} * A/l * \phi =$$

f_{ek} - plošné zatížení

A - zatěžovací plocha

l - šířka na kterou působí zatížení

$$8,27 * 24 * 0,00289 = 0,57 \text{ kN/m}$$

Zatížení větrem

$$W_{ek} * h =$$

h - výška na které působí vítr

$$1 * 2,2 = 2,2 \text{ kN/m}$$

$$f_{k4} = 2,77 \text{ kN/m}$$

Zatížení obloukovou střechou

$$N * \phi =$$

N - součet svislých reakcí oblouků

$$298,68 * 0,0029 = 0,86 \text{ kN}$$

Síla přenášená z obvodového pláště studovny

$$W_{ek} * A =$$

$$1 * 6,23 = 6,23 \text{ kN}$$

$$F_{k4} = 7,09 \text{ kN}$$

3.NP část obsahující ploché zastřešení

Zatížení plochou střechou

$$f_{ek} * A/l * \phi =$$

$$8,27 * 24 * 0,00289 = 0,57 \text{ kN/m}$$

Zatížení větrem

$$W_{ek} * h = 1 * 2,2 = 2,2 \text{ kN/m}$$

$$f_{k3a} = 2,77 \text{ kN/m}$$

Zatížení obloukovou střechou

$$N * \phi = 658,64 * 0,0029 = 1,90 \text{ kN}$$

Síla přenášená z obvodového pláště studovny

$$W_{ek} * A = 1 * 8,57 = 8,57 \text{ kN}$$

$$F_{k3a} = 10,47 \text{ kN}$$

3.NP část obsahující běžný strop

Zatížení stropem

$$f_{ek} * A/l * \phi = 12,72 * 24 * 0,00289 = 0,88 \text{ kN/m}$$

Zatížení větrem

$$W_{ek} * h = 1 * 3,4 = 3,4 \text{ kN/m}$$

$$f_{k3b} = 4,28 \text{ kN/m}$$

Síla přenášená z obvodového pláště studovny

$$W_{ek} * A = 1 * 10,06 = 10,06 \text{ kN}$$

2.NP

Zatížení stropem

$$f_{ek} * A/l * \phi = 12,72 * 24 * 0,00289 = 0,88 \text{ kN/m}$$

Zatížení větrem

$$W_{ek} * h = 1 * 3,4 = 3,4 \text{ kN/m}$$

$$f_{k2} = 4,28 \text{ kN/m}$$

Zatížení fasádních sloupků studovny

Reakce od vazníku

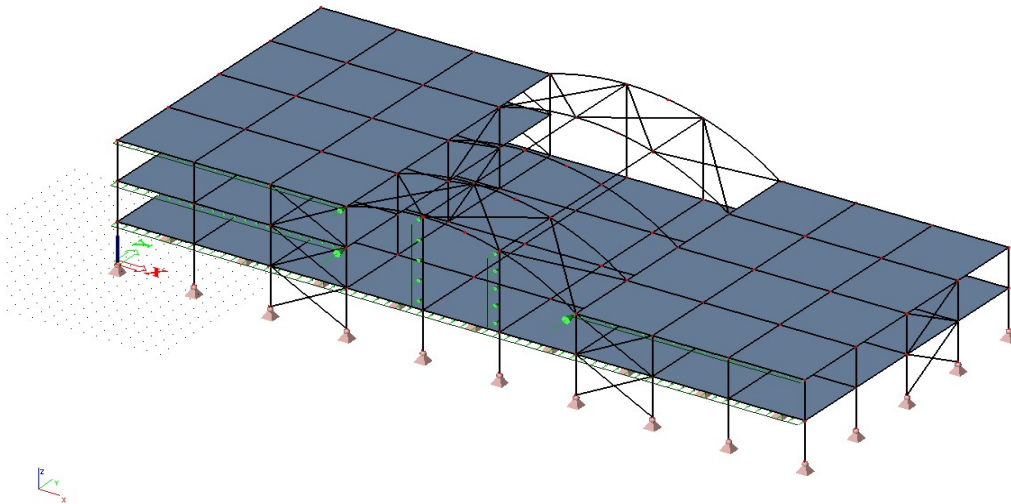
$$N * \phi =$$

$$25,63 \quad * \quad 0,0029 \quad = \quad \mathbf{0,074 \quad kN}$$

Zatížení větrem

$$W_{ek} \quad * \quad 1 \quad =$$

$$1 \quad * \quad 6 \quad = \quad \mathbf{6 \quad kN/m}$$



Podélná ztužidla
tlak větru na vyšší část objektu, sání na nižší část objektu
(Zatěžovací stav 2)

Zatížení větrem

$$W_{ed,d} = 0,8 \quad \text{kN/m}^2$$

$$W_{ed,e} = 0,4 \quad \text{kN/m}^2$$

$$W_{ek} = -0,9$$

$$\phi = \alpha_h \quad * \quad \alpha_m \quad * \quad \phi_0$$

$$\phi_0 = 0,005$$

Počet sloupů v řadě

$$m = 4$$

$$\alpha_m = \left[0,5 \quad * \quad \left(1 \quad + \quad \frac{1}{m} \right)^{0,5} \right] =$$

$$\alpha_m = \left[0,5 \quad * \quad \left(1 \quad + \quad \frac{1}{4} \right)^{0,5} \right] =$$

$$\alpha_m = 0,7906$$

Výška $h_1 = 10,6$

$h_2 = 7,2$

nepříznivější

$$\alpha_h = \frac{2}{\left(\frac{h}{h_1} \right)^{0,5}} =$$

$$\alpha_h = \frac{2}{(7,2)^{0,5}} =$$

$$\alpha_h = 0,75$$

$$\phi = 0,7454 * 0,7906 * 0,005 =$$

$$\phi = 0,0029$$

4.NP

Zatížení plochou střechou

$$\left(\frac{f_{ek} * A}{l} + N \right) * \phi =$$

$$\left(\frac{8,27 * 504}{24} + 298,68 \right) * 0,00295 = 0,55 \text{ kN/m}$$

Zatížení větrem

$$W_{ed,d} * h =$$

h - výška na které působí výtr

$$0,8 * 2,2 = 1,76 \text{ kN/m}$$

$$f_{k4} = 2,31 \text{ kN/m}$$

3.NP část obsahující ploché zastřešení

Zatížení plochou střechou

$$\left(\frac{f_{ek} * A}{l} + N \right) * \phi =$$

$$\left(\frac{8,27 * 504}{24} + 658,64 \right) * 0,00295 = 0,59 \text{ kN/m}$$

Zatížení větrem

$$W_{ek} * h =$$

$$0,4 * 2,2 = 0,88 \text{ kN/m}$$

$$f_{k4a} = 1,47 \text{ kN/m}$$

3.NP část obsahující běžný strop

Zatížení stropem

$$f_{ek} * A/l * \phi =$$

$$12,72 * 18 * 0,00295 = 0,67 \text{ kN/m}$$

Zatížení větrem

$$W_{ek} * h =$$

$$0,8 * 3,4 = 2,72 \text{ kN/m}$$

$$f_{k4a} = 3,39 \text{ kN/m}$$

2.NP

Zatížení plochou střechou

$$f_{ek} * A/l * \phi =$$
$$12,72 * 54 * 0,00295 = 2,02 \text{ kN/m}$$

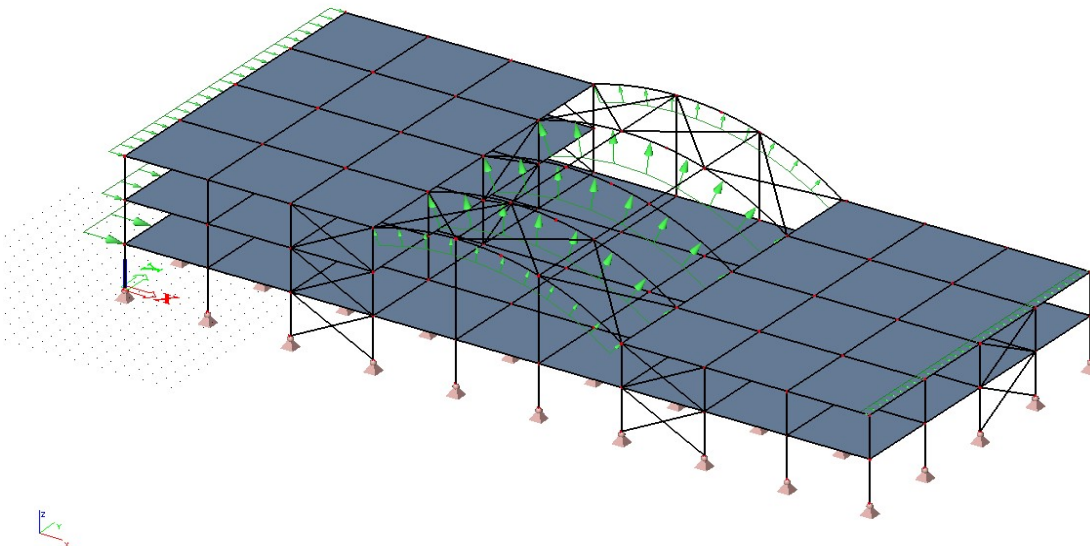
Zatížení větrem

$$W_{ek} * h =$$
$$1,2 * 3,4 = 4,08 \text{ kN/m}$$

$$f_{k4a} = 6,10 \text{ kN/m}$$

Zatížení větrem na oblouky

$$W_{ek} * b =$$
$$-0,9 * 6 = -5,4 \text{ kN/m}$$



Podélná ztužidla

sání větru na vyšší část objektu, tlak na nižší část objektu

(Zatěžovací stav 3)

Zatížení větrem

$$W_{ed,d} = 0,8 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{ed,e} = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{ek} = -0,9$$

4.NP

Zatížení plochou střechou

$$\left(\frac{f_{ek} * A}{l} + N \right) * \phi =$$
$$\left(\frac{8,27 * 504}{l} + 298,68 \right) * 0,00295 = 0,55 \text{ kN/m}$$

$$\left[\frac{24}{0,00295} \right] = 0,55 \text{ kN/m}$$

Zatížení větrem

$$W_{ed,d} * h =$$

h - výška na které působí vítr

$$0,4 * 2,2 = 0,88 \text{ kN/m}$$

$$f_{k4} = 1,43 \text{ kN/m}$$

3.NP část obsahující ploché zastřešení

Zatížení plochou střechou

$$\left[\frac{f_{ek} * A}{l} + N \right] * \phi =$$

$$\left[\frac{8,27 * 504}{24} + 658,64 \right] * 0,00295 = 0,59 \text{ kN/m}$$

Zatížení větrem

$$W_{ek} * h =$$

$$0,8 * 2,2 = 1,76 \text{ kN/m}$$

$$f_{k4a} = 2,35 \text{ kN/m}$$

3.NP část obsahující běžný strop

Zatížení stropem

$$f_{ek} * A/l * \phi =$$

$$12,72 * 18 * 0,00295 = 0,67 \text{ kN/m}$$

Zatížení větrem

$$W_{ek} * h =$$

$$0,4 * 3,4 = 1,36 \text{ kN/m}$$

$$f_{k4a} = 2,03 \text{ kN/m}$$

2.NP

Zatížení plochou střechou

$$f_{ek} * A/l * \phi =$$

$$12,72 * 54 * 0,00295 = 2,02 \text{ kN/m}$$

Zatížení větrem

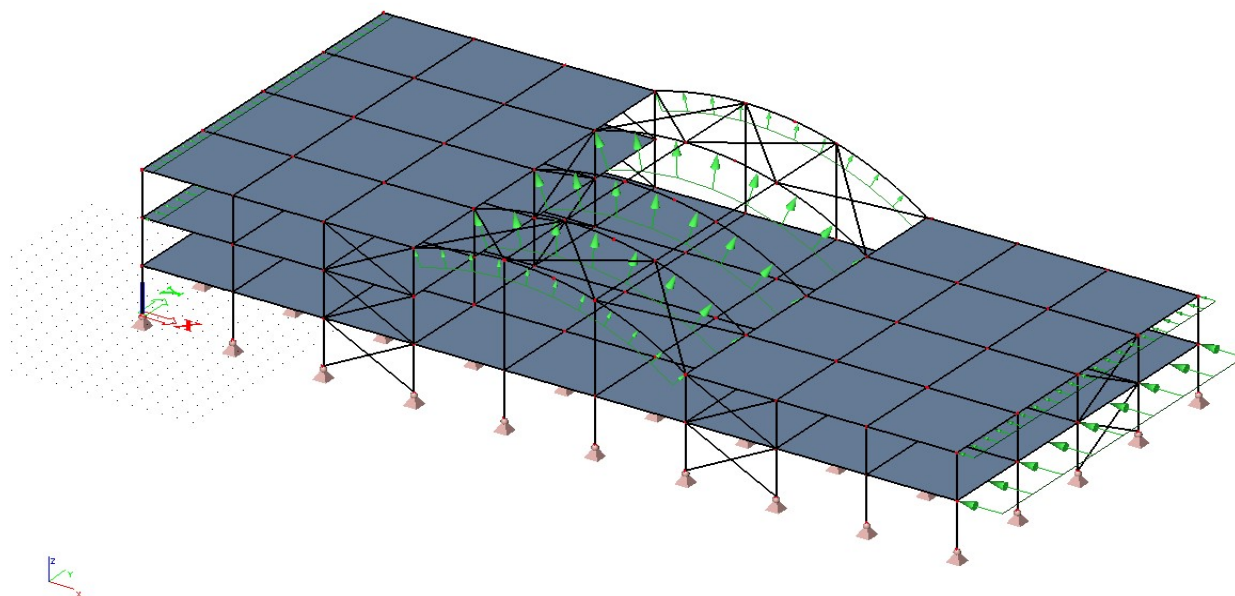
$$W_{ek} * h =$$

$$1,2 * 3,4 = 4,08 \text{ kN/m}$$

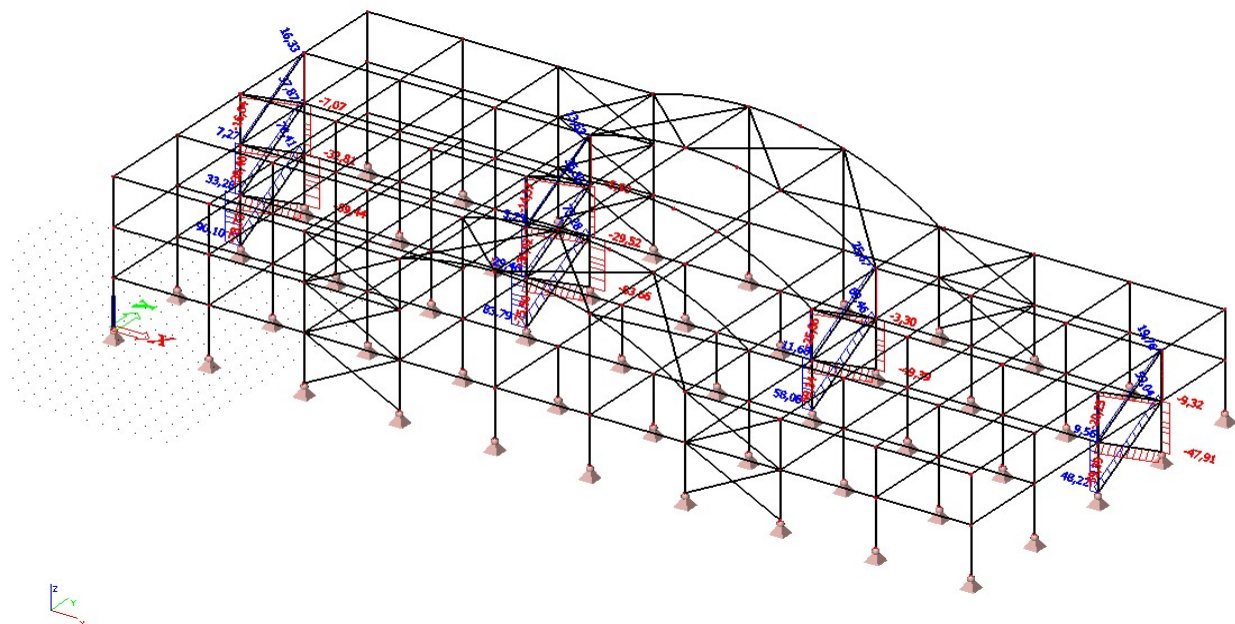
$$f_{k4a} = 6,10 \text{ kN/m}$$

Zatížení větrem na oblouky

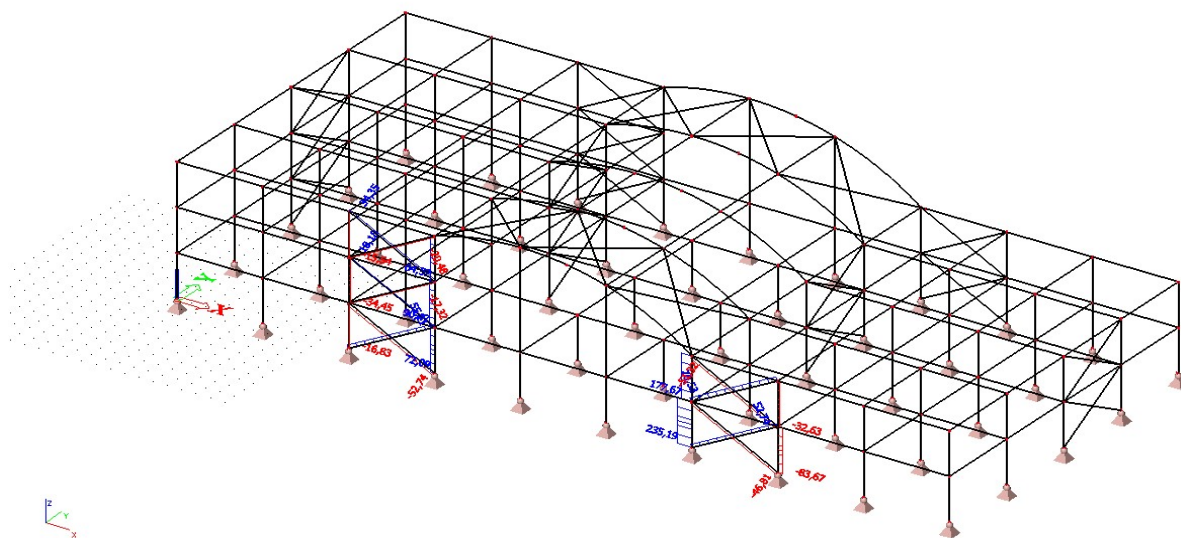
$$W_{ek} * b = -0,9 * 6 = -5,4 \text{ kN/m}$$



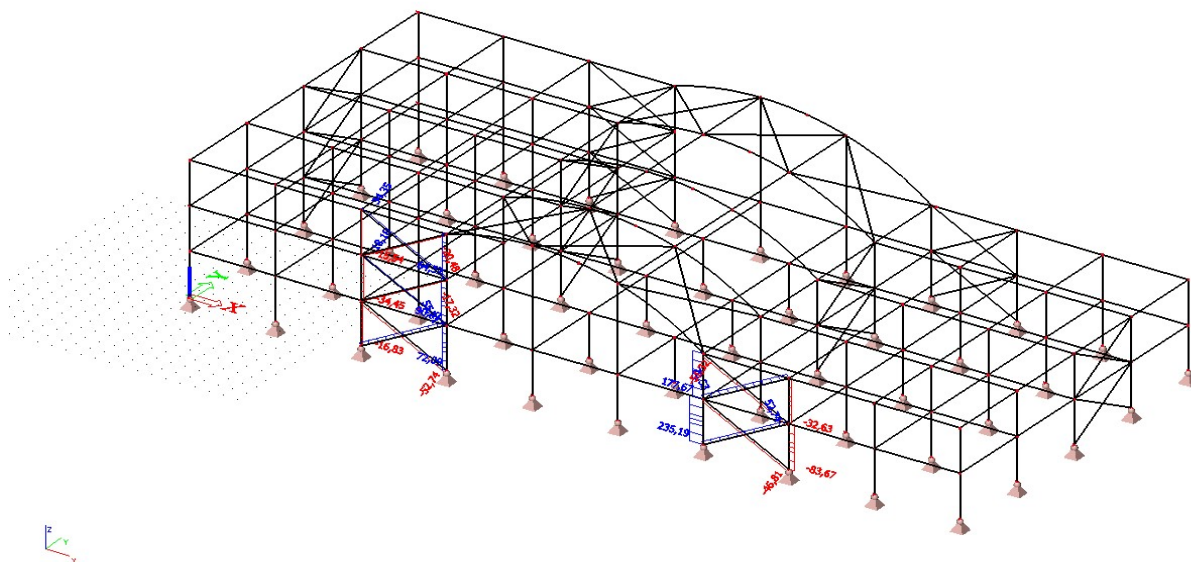
Normálové síly na ztužidle A, B (Zatěžovací stav 1)



Normálové síly na ztužidle C, D (Zatěžovací stav 2+ síly z oblouku)

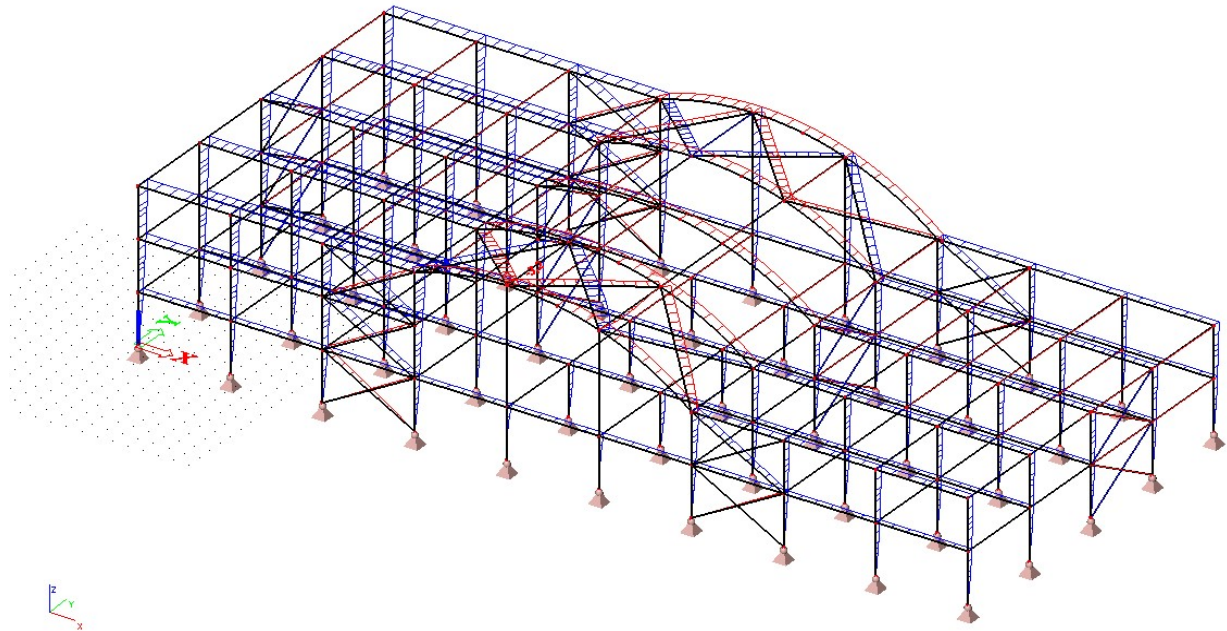


Normálové síly na ztužidle C, D (Zatěžovací stav 3+ síly z oblouku)

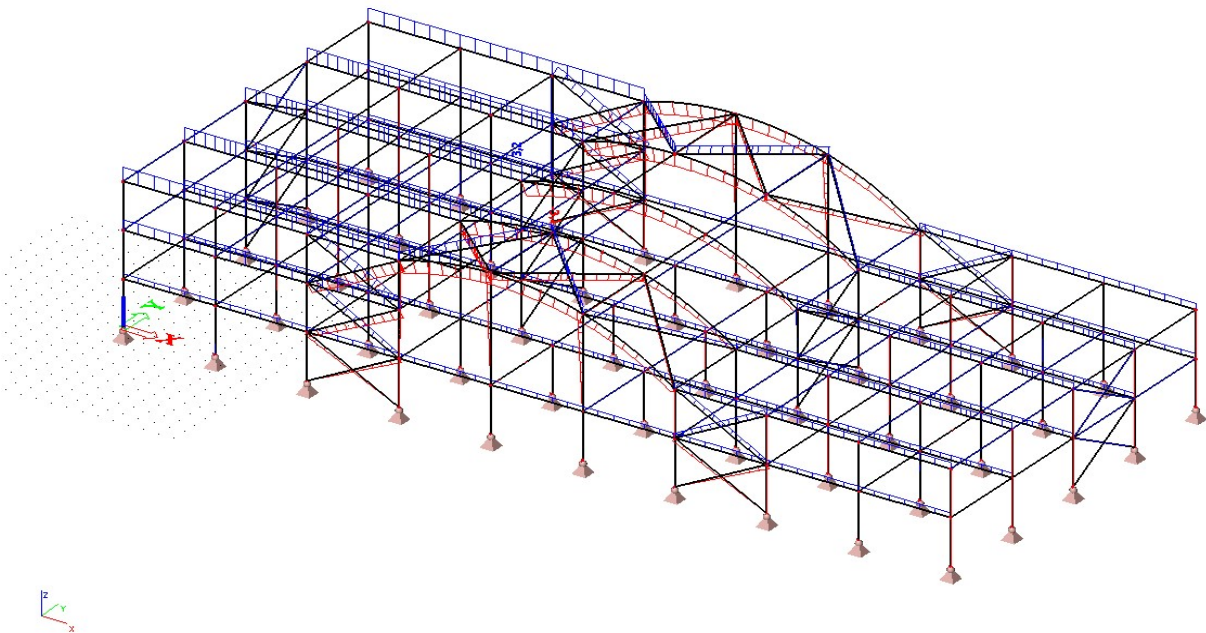


MSP

Vodorovný posun příčný (osa y)



Vodorovný posun podélný (Zatěžovací stav 2, osa x)



Maximální posun

$$u = 3,20 \text{ mm} < u_{\max} = 22,2 \text{ mm}$$
$$u_{\max} = \frac{h}{500} = \frac{11,1}{500} = 0,0222 \text{ m} = 22,2 \text{ mm}$$

Návrh diagonály ztužidla

Vzpěrná délka $L_{cr} = 3,45 \text{ m}$

Ocel S355

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

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{m,0}} = \frac{355}{1,00} =$$

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

Vnitřní síly

$$N_{ed,z} = 70,41 \text{ kN}$$

Navržena kruhová trubka 60,3x6,3

$$A = 1069 \text{ mm}^2$$

$$i_y = 19,2 \text{ mm}$$

Posouzení

$$\lambda_1 = 93,9 \left(\frac{235}{f_y} \right)^{0,5} =$$

$$\lambda_1 = 93,9 \left(\frac{235}{355} \right)^{0,5} =$$

$$\lambda_1 = 76,40$$

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

$$\lambda_y = \frac{3448,19}{19,2} =$$

$$\lambda_y = 179,59$$

$$\beta_A = 1,00$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} \left(\beta_A \right)^{0,5} =$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{179,59}{76,40} \left(1,00 \right)^{0,5} =$$

$$\bar{\lambda}_y = 2,35$$

$$\chi = 0,19$$

(křivka a)

$$N_{rd} = \chi * A * f_{yd} =$$

$$N_{rd} = 0,19 * 0,0011 * 355000 =$$

$$N_{rd} = 72,10 \text{ kN} \geq N_{ed} = 70,41 \text{ kN}$$

Vyhoví

Návrh sloupu ztužidla

Délka sloupu $L= 13,4$ m
Vzpěrná délka $L_{cr}= 3,4$ m

Ocel S355

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

$$f_{yd}= \frac{f_{yk}}{\gamma_{m,0}} = \frac{355}{1,00} =$$

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

Zatížení

polovina zatížení sloupu 1 + maximální síla ztužidel+zatížení obvodovým pláštěm

Polovina zatížení sloupu 1

viz. *Návrh sloupu 1*

$$N_{ed,1}= \frac{2425,04}{2,00} = 1212,52 \text{ kN}$$

Maximální síla ztužidel (ztužidlo A)

$$N_{ed,z}= 90,11 \text{ kN}$$

Obvodový plášť

$$N_{ed,f}= b * h * g_k * \gamma_G =$$

$$N_{ed,f}= 6,00 * 10,60 * 0,15 * 1,35 = 12,88 \text{ kN}$$

Celkem

$$N_{ed}= N_{ed,1} + N_{ed,z} + N_{ed,f} =$$

$$N_{ed}= 1212,52 + 90,11 + 12,88 =$$

$$N_{ed}= \mathbf{1315,51 \text{ kN}}$$

Navrženo HEB 240

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

$$i_y= 103,1 \text{ mm}$$

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

$$g= 0,83 \text{ kN/m}$$

Posouzení

$$\lambda_1= 93,9 \left(\frac{235}{f_y} \right)^{0,5} =$$

$$\lambda_1= 93,9 \left(\frac{235}{355} \right)^{0,5} =$$

$$\lambda_1 = 76,40$$

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

$$\lambda_y = \frac{3400}{103,1} =$$

$$\lambda_y = 32,98$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr}}{i_y} =$$

$$\lambda_z = \frac{3400}{60,8} =$$

$$\lambda_z = 55,92$$

$$\beta_A = 1,00$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} \left(\beta_A \right)^{0,5} =$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{32,98}{76,40} \left(1,00 \right)^{0,5} =$$

$$\bar{\lambda}_y = 0,43$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} \left(\beta_A \right)^{0,5} =$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{55,92}{76,40} \left(1,00 \right)^{0,5} =$$

$$\bar{\lambda}_z = 0,73$$

$$\chi_y = 0,91$$

(křivka b)

$$\chi_z = 0,72 \quad \text{Rozhoduje}$$

(křivka c)

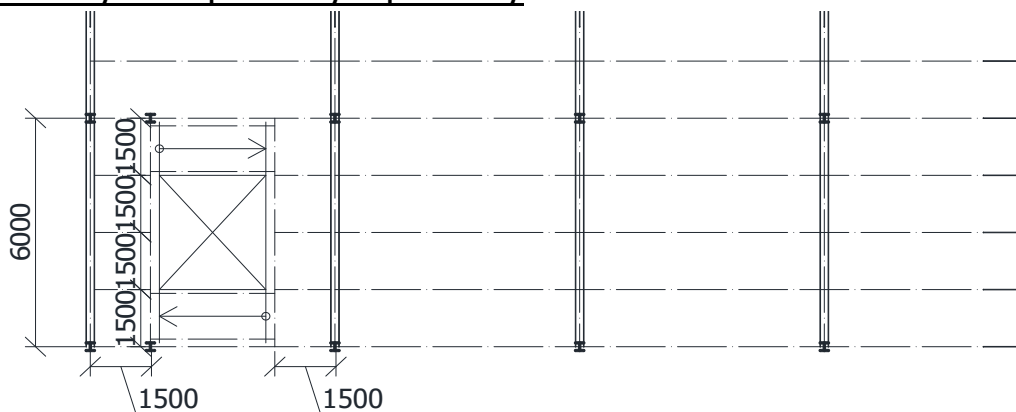
$$N_{rd} = \chi \quad * \quad A \quad * \quad f_{yd} =$$

$$N_{rd} = 0,72 \quad * \quad 0,0106 \quad * \quad 355000 =$$

$$N_{rd} = 2709,36 \quad \text{kN} \geq N_{ed} = 1315,51 \quad \text{kN}$$

Vyhoví

Příčné nosníky mezipodesty a podesty



Zatěžovací šířk $B = 1,5$ m
 Rozpětí $l = 1,5$ m
 Tloušťka bet. desky 80 mm
 Výška vlny tr. plechu 45 mm

Ocel S355

$f_{yk} = 355$ MPa

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{m,0}} = \frac{355}{1,00} =$$

$f_{yd} = 355$ MPa

$f_u = 490$ MPa

Stálé zatížení	Tloušťka [mm]	Objemová tíha γ [kN/m ³]	Zatěžovací šířka B [m]	Charakter. zatížení g_k [kN/m]	souč. zatížení γ_G	Návrhové zatížení g_d [kN/m]
Cementová litá podlaha	5	25	1,5	0,19	1,35	0,25
Betonová deska + kari síť	55	25	1,5	2,06	1,35	2,78
PE fólie			1,5			
Zvuková izolace	40	1	1,5	0,06	1,35	0,08
Betonová deska tl. 80-125mm 80mm deska 45mm vlny plechu 188-47-77=64 pozitivní poloha t. plechu 64/2+77=109 (109/188)*43=26,09 26,09+80=106,09	106,09	25,00	1,5	3,98	1,35	5,37
Trapézový plech			1,5	0,15	1,35	0,20
Vlastní tíha stropnice			1,5	0,06	1,35	0,08
Sádkartonový podhled	24,00	7,50		0,27	1,35	0,36
			$\Sigma =$	6,77		9,14

Proměnné zatížení	Charakteristické zatížení g_k [kN/m ²]	Zatěžovací šířka B [m]	Charakter. zatížení q_k [kN/m]	souč. z. γ_Q	Návrhové zatížení q_d [kN/m]
Užitné zatížení	7,50	1,50	11,25	1,50	16,88
	$\Sigma=$		11,25		16,88

Zatížení

$$f_{ed} = g_d + q_d =$$

$$f_{ed} = 9,14 + 16,88 =$$

$$f_{ed} = \mathbf{26,01 \text{ kN/m}}$$

$$f_{ek} = g_d + q_d =$$

$$f_{ek} = 6,77 + 11,25 =$$

$$f_{ek} = \mathbf{18,02 \text{ kN/m}}$$

Vnitřní síly

$$M_{ed} = \frac{f_{ed} \cdot l^2}{8} =$$

$$M_{ed} = \frac{26,01 \cdot 1,5 \cdot 1,5}{8} =$$

$$M_{ed} = \mathbf{7,32 \text{ kNm}}$$

$$V_{ed} = \frac{f_{ed} \cdot l}{2} =$$

$$V_{ed} = \frac{26,01 \cdot 1,5}{2} =$$

$$V_{ed} = \mathbf{19,51 \text{ kN}}$$

Navrženo IPE 80

$$h = 80 \text{ mm}$$

$$A_a = 764 \text{ mm}^2$$

$$A_{vz} = 358 \text{ mm}^2$$

$$W_{pl,y} = 23220 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 801400 \text{ mm}^4$$

Průřez je třídy 1

určeno z tabulek

MSÚ

Ohyb

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

$$M_{rd} = 23220 \cdot 355 =$$

$$M_{rd} = \mathbf{8,24 \text{ kNm}} \geq M_{ed} = \mathbf{7,32 \text{ kNm}}$$

Vyhoví

Smyk

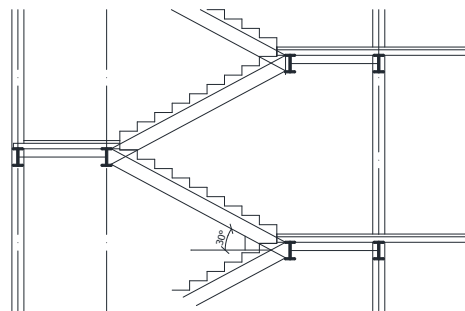
$$V_{rd} = A_{vz} \cdot f_{yd} / 3^{0,5} =$$
$$V_{rd} = 358 \cdot 10^{-3} \cdot 355 / 3^{0,5} =$$
$$V_{rd} = \mathbf{73,38 \text{ kN}} \geq V_{ed} = \mathbf{19,51 \text{ kN}}$$

Vyhoví

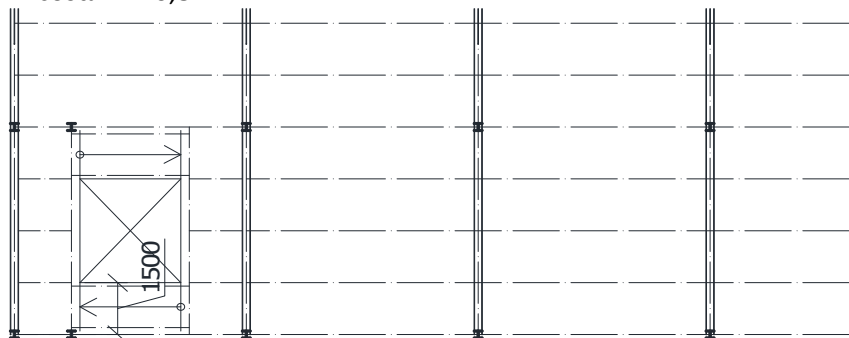
MSP

$$\delta = \frac{5 \cdot g_k \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = \frac{5 \cdot 6,77 \cdot 1500^4}{384 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 801400} =$$
$$\delta = \mathbf{2,65 \text{ mm}}$$

Návrh schodnic



Zatěžovací šířka $B = 0,75$ m
 Rozpětí $l = 6,7$ m
 úhel $\alpha = 30$
 $\cos\alpha = 0,87$



Ocel S355

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

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{m,0}} = \frac{355}{1,00} = 355 \text{ MPa}$$

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

$$f_u = 490 \text{ MPa}$$

Stálé zatížení	$\cos\alpha$	Tloušťka [mm]	Objemová tíha γ [kN/m ³]	Zatěžovací šířka B [m]	Charakter. zatížení g_k [kN/m]	souč. zatížení γ_G	Návrhové zatížení g_d [kN/m]
Teracové stupně		60-230	25	0,75	2,72	1,35	3,67
Vlastní tíha schodnice	0,87				0,22	1,35	0,29
Sádkartoný podhled	0,87	24,00	7,50	0,75	0,16	1,35	0,21
$\Sigma =$					3,09		4,17

Proměnné zatížení	Charakteristické zatížení g_k [kN/m ²]	Zatěžovací šířka B [m]	Charakter. zatížení q_k [kN/m]	souč. z. γ_Q	Návrhové zatížení q_d [kN/m]
Užitné zatížení	7,50	0,75	5,63	1,50	8,44
	$\Sigma=$		5,63		8,44

Zatížení

$$f_{ed} = g_d + q_d =$$

$$f_{ed} = 4,17 + 8,44 =$$

$$f_{ed} = \mathbf{12,61 \text{ kN/m}}$$

$$f_{ek} = g_d + q_d =$$

$$f_{ek} = 3,09 + 5,63 =$$

$$f_{ek} = \mathbf{8,72 \text{ kN/m}}$$

Vnitřní síly

$$M_{ed} = \frac{f_{ed} \cdot l^2}{8} =$$

$$M_{ed} = \frac{12,61 \cdot 6,7 \cdot 6,7}{8} =$$

$$M_{ed} = \mathbf{70,77 \text{ kNm}}$$

$$V_{ed} = \frac{f_{ed} \cdot l}{2} =$$

$$V_{ed} = \frac{12,61 \cdot 6,7}{2} =$$

$$V_{ed} = \mathbf{42,25 \text{ kN}}$$

Navrženo IPE 200

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

$$A_a = 2848 \text{ mm}^2$$

$$A_{vz} = 1400 \text{ mm}^2$$

$$W_{pl,y} = 220600 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 19430000 \text{ mm}^4$$

Průřez je třídy 1

určeno z tabulek

MSÚ

Ohyb

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

$$M_{rd} = 220600 \cdot 355 =$$

$$M_{rd} = \mathbf{78,31 \text{ kNm}} \geq M_{ed} = \mathbf{70,77 \text{ kNm}}$$

Vyhoví

Smyk

$$V_{rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{3^{0,5}} =$$
$$V_{rd} = \frac{1400 \cdot 10^{-3} \cdot 355}{3^{0,5}} =$$
$$V_{rd} = 286,94 \text{ kN} \geq V_{ed} = 42,25 \text{ kN}$$

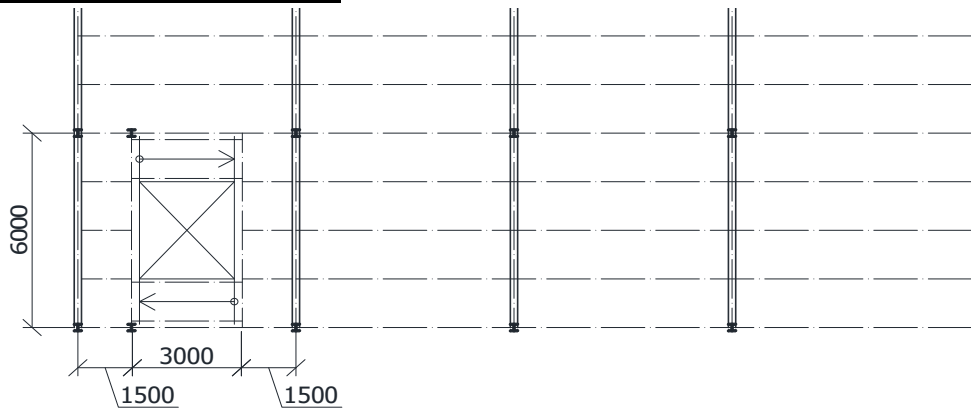
Vyhoví

MSP

$$\delta = \frac{5 \cdot g_k \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = \frac{5 \cdot 3,09 \cdot 6700^4}{384 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 19430000} =$$
$$\delta = 19,88 \text{ mm} < \frac{l}{250} = \frac{6700}{250} = 26,8 \text{ mm}$$

Vyhoví

Nosníky mezipodesty a podesty



Zatěžovací šířk B= 1,5 m
 Rozpětí l= 6 m

Ocel S355

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

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{m,0}} = \frac{355}{1,00} = 355 \text{ MPa}$$

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

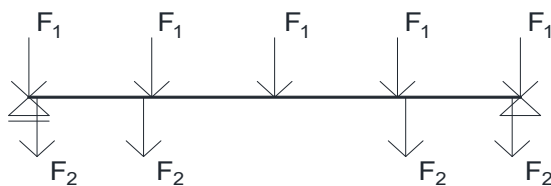
$$f_u = 490 \text{ MPa}$$

F_1 - síla od příčných nosníků podesty

$$F_1 = 19,51 \text{ kN}$$

F_2 - síla od schodnic

$$F_2 = 42,25 \text{ kN}$$



Vnitřní síly

$$V_{ed} = \frac{F_1 * 5 + F_2 * 4}{2} =$$

$$V_{ed} = \frac{19,51 * 5 + 42,25 * 4}{2}$$

$$V_{ed} = 133,27 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = V_{ed} * 3 - F_1 * (3 + 1,5) - F_2 * (0,1 + 1,4)$$

$$M_{ed} = 133,27 * 3 - 42,25 * 1,5 - 19,51 * 4,5$$

$$M_{ed} = 248,64 \text{ kNm}$$

Navrženo IPE 330

$$\begin{aligned} h &= 330 \text{ mm} \\ A_a &= 6261 \text{ mm}^2 \\ A_{vz} &= 3081 \text{ mm}^2 \\ W_{pl,y} &= 804300 \text{ mm}^3 \\ I_y &= 117700000 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Průřez je třídy 1

určeno z tabulek

MSÚ

Ohyb

$$\begin{aligned} M_{rd} &= W_{pl,y} * f_{yd} = \\ M_{rd} &= 804300 * 355 = \\ M_{rd} &= 285,53 \text{ kNm} \geq M_{ed} = 248,64 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Vyhoví

Smyk

$$\begin{aligned} V_{rd} &= A_{vz} * f_{yd} / 3^{0,5} = \\ V_{rd} &= 3081 * 10^{-3} * 355 / 3^{0,5} = \\ V_{rd} &= 631,48 \text{ kN} \geq V_{ed} = 133,27 \text{ kN} \end{aligned}$$

Vyhoví

MSP

$$g_k = g_{k,1} * 0,75 + g_{k,2} * 1,5$$

$g_{k,1}$ - síla od příčných nosníků podesty

$$g_{k,1} = 6,77 \text{ kN}$$

$g_{k,2}$ - síla od schodnic

$$g_{k,2} = 3,09 \text{ kN}$$

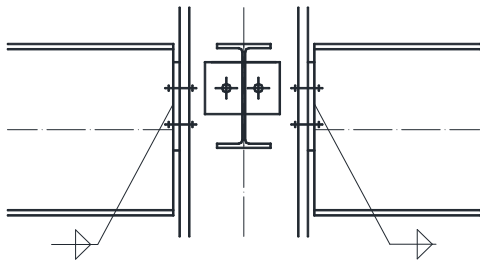
$$g_k = 6,77 * 0,75 + 3,09 * 1,5 = 9,71 \text{ kN/m}$$

$$\delta = \frac{5 * g_k * l^4}{384 * E * I_y} = \frac{5 * 9,71 * 6000^4}{384 * 210 * 10^3 * 117700000} =$$

$$\delta = 6,63 \text{ mm} < \frac{l}{250} = \frac{6000}{250} = 24 \text{ mm}$$

Vyhoví

Přípoj průvlaku na sloup



Ocel S355

$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

Návrh svaru

$$V_{ed, \max} = 248,46 \text{ kN}$$

viz návrh průvlaku

Návrh:

$$a = 4,00 \text{ mm}$$

$$L_{we} = 150,00 \text{ mm}$$

$$\beta_w = 0,90$$

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{(3)^{1/2} * \beta_w * \gamma_{M2}} =$$

$$f_{vw,d} = \frac{510}{(3)^{1/2} * 0,90 * 1,25} =$$

$$f_{vw,d} = 261,73 \text{ MPa}$$

$$F_{w,rd} = 2,00 * a * L_{we} * f_{vw,d} =$$

$$F_{w,rd} = 2,00 * 4,00 * 150,00 * 261,73 =$$

$$F_{w,rd} = 314078,55 \text{ N} = \mathbf{314,08 \text{ kN}} \geq V_{ed, \max} = \mathbf{248,46 \text{ kN}}$$

Vyhoví

Návrh šroubů

$$V_{ed, \max} = 248,46 \text{ kN}$$

viz návrh průvlaku

Návrh:

Šrouby 4 x M20 5. 6

Tloušťka plechu t = 8 mm

Únosnost šroubu ve stříhu

$$F_{v,rd} = 75,40 \text{ kN}$$

Rozhoduje

Převzato z tabulek

Únosnost v otláčení

$$F_{b,rd,10} = 154,5 \text{ kN} \quad (\text{pro tloušťku } 10\text{mm})$$

Převzato z tabulek

Pro použitou tloušťku plechu:

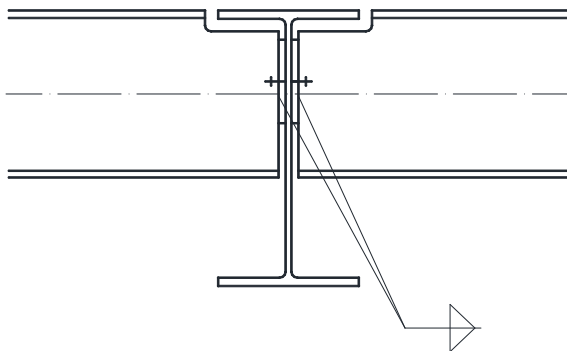
$$F_{b,rd} = \frac{8}{10} * 154,5 = 123,6 \text{ kN}$$

Potřebný počet šroubů

$$\frac{V_{ed, \max}}{F_{v,rd}} = \frac{248,46}{75,40} = 3,2952 < 4$$

Vyhoví

Přípoj stropnice na průvlak



Ocel S355

$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

Návrh svaru

$$V_{ed, \max} = 82,33 \text{ kN}$$

viz návrh stropnice

Návrh:

$$a = 3,00 \text{ mm}$$

$$L_{we} = 100,00 \text{ mm}$$

$$\beta_w = 0,90$$

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{(3)^{1/2} * \beta_w * \gamma_{M2}} =$$

$$f_{vw,d} = \frac{510}{(3)^{1/2} * 0,90 * 1,25} =$$

$$f_{vw,d} = 261,73 \text{ MPa}$$

$$F_{w,rd} = 2,00 * a * L_{we} * f_{vw,d} =$$

$$F_{w,rd} = 2,00 * 3,00 * 100,00 * 261,73 =$$

$$F_{w,rd} = 157039,27 \text{ N} = 157,04 \text{ kN} \geq V_{ed, \max} = 82,33 \text{ kN}$$

Vyhoví

Návrh šroubů

$$V_{ed, \max} = 82,33 \text{ kN}$$

viz návrh průvlaku

Návrh:

Šrouby 2 x M16 5. 6

Tloušťka plechu t = 8 mm

Únosnost šroubu ve stříhu

$$F_{v,rd} = 48,30 \text{ kN}$$

Rozhoduje

Převzato z tabulek

Únosnost v otláčení

$$F_{b,rd,10} = 120,9 \text{ kN} \quad (\text{por tloušťku } 10\text{mm})$$

Převzato z tabulek

Pro použitou tloušťku plechu:

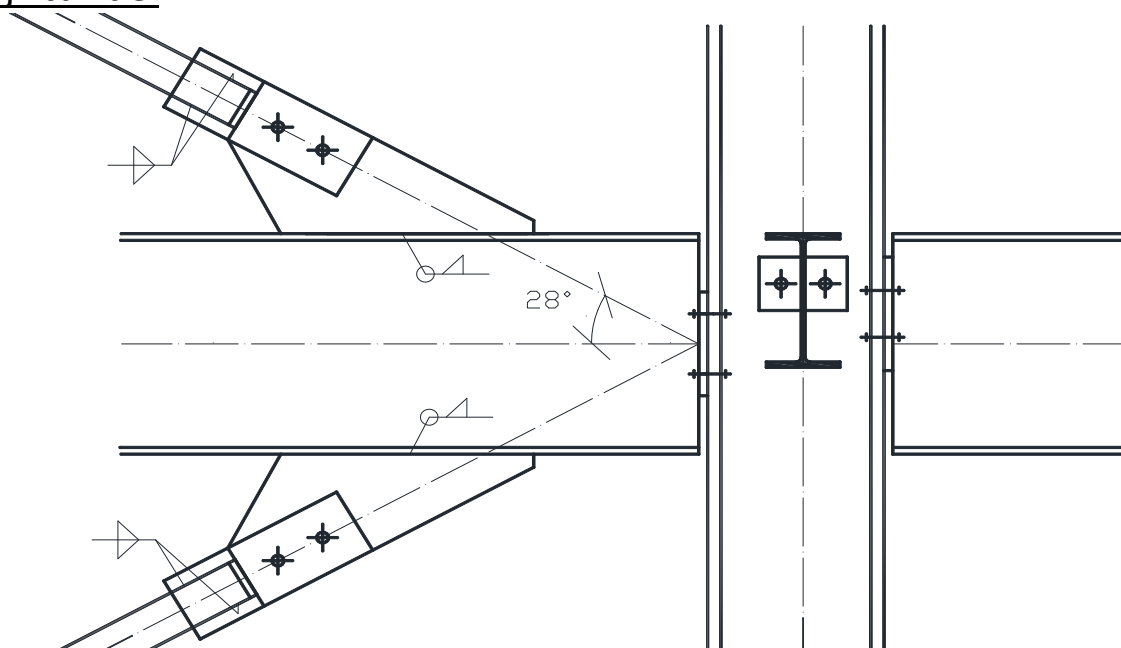
$$F_{b,rd} = \frac{8}{10} * 120,9 = 96,72 \text{ kN}$$

Potřebný počet šroubů

$$\frac{V_{ed, \max}}{F_{v,rd}} = \frac{82,33}{48,30} = 1,7046 < 2$$

Vyhoví

Přípoj ztužidel



Ocel S355

$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

Návrh Svaru trubka - plech

$$N_{ed, max} = 70,41 \text{ kN}$$

viz návrh stropnice

Návrh:

$$a = 3,00 \text{ mm}$$

$$L_{we} = 100,00 \text{ mm}$$

$$\beta_w = 0,90$$

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{(3)^{1/2} * \beta_w * \gamma_{M2}} =$$

$$f_{vw,d} = \frac{510}{(3)^{1/2} * 0,90 * 1,25} =$$

$$f_{vw,d} = 261,73 \text{ MPa}$$

$$F_{w,rd} = 4,00 * a * L_{we} * f_{vw,d} =$$

$$F_{w,rd} = 4,00 * 3,00 * 100,00 * 261,73 =$$

$$F_{w,rd} = 314078,55 \text{ N} = \mathbf{314,08 \text{ kN}} \geq V_{ed, max} = \mathbf{70,41 \text{ kN}}$$

Vyhoví

Návrh šroubů plech přivařený k trubce - plech přivařený k nosníku

$$N_{ed, max} = 70,41 \text{ kN}$$

viz návrh průvlaku

Návrh:**Šrouby** 2 x 16 5.6**Tloušťka plechu** t= 10 mm

Únosnost šroubu ve střihu

$$F_{v,rd} = 48,30 \text{ kN}$$

Převzato z tabulek

Únosnost v otláčení

$$F_{b,rd,10} = 120,9 \text{ kN} \quad (\text{por tloušťku } 10\text{mm})$$

Převzato z tabulek

Pro použitou tloušťku plechu:

$$F_{b,rd} = \frac{10}{10} * 120,9 = 120,9 \text{ kN} \quad \text{Rozhoduje}$$

Potřebný počet šroubů

$$\frac{V_{ed, \max}}{F_{v,rd}} = \frac{70,41}{120,90} = 0,582 < 2$$

VyhovíNávrh svaru plech-nosník

$$\alpha = 28^\circ$$

$$\sin \alpha = 0,47$$

$$\cos \alpha = 0,88$$

Návrh:

$$a = 3,00 \text{ mm}$$

$$L_{we} = 340,00 \text{ mm}$$

$$\beta_w = 0,90$$

$$W_{WE} = 2 * \left\{ \frac{1}{6} \right\} * a * L_{we}^2$$

$$W_{WE} = 2 * \left\{ \frac{1}{6} \right\} * 3,00 * 340,00^2$$

$$W_{WE} = 115600 \text{ mm}^3$$

$$F_{hd} = 62,17 \text{ kN}$$

$$F_{vd} = 33,06 \text{ kN}$$

$$\tau_{II} = \frac{F_{hd}}{2 * a * L_{we}}$$

$$\tau_{II} = \frac{62168,34}{2 * 3,00 * 340,00}$$

$$\tau_{II} = 30,47 \text{ MPa}$$

$$\tau_I = \sigma_I = \frac{1}{2^{0,5}} \left[\frac{F_{vd}}{2 * a * L_{we}} + \frac{F_{hd}}{W_{WE}} \right]$$

$$\tau_I = \sigma_I = \frac{1}{2^{0,5}} \left[\frac{33055,49}{2 * 3,00 * 340,00} + \frac{33055,49}{115600} \right]$$

$$\tau_I = \sigma_I = 11,66 \text{ MPa}$$

$$\left[\sigma_I^2 + 3 \left(\tau_I^2 + \tau_{II}^2 \right) \right]^{0,5} =$$

$$\left[11,7^2 + 3 \left(11,7^2 + 30,47^2 \right) \right]^{0,5} = 57,71 \text{ MPa}$$

$$57,71 \text{ MPa} < \frac{f_u}{\beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{510}{0,90 * 1,25} = 453,33 \text{ MPa}$$

Vyhoví

$$\sigma_I = 11,7 < \frac{0,9 * f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 * 510}{1,25} = 367,2 \text{ MPa}$$

Vyhoví

Přípoj Průvlaku na sloup u ztužidla

Ocel S355

$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

Návrh svaru

Reakce průvlaku 248,46 kN

Síly od ztužidel 66,11 kN

$$V_{ed} = 314,57 \text{ kN}$$

viz návrh průvlaku a výpočet ztužidel

Návrh:

$$a = 4,00 \text{ mm}$$

$$L_{we} = 150,00 \text{ mm}$$

$$\beta_w = 0,90$$

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{(3)^{1/2} * \beta_w * \gamma_{M2}} =$$

$$f_{vw,d} = \frac{510}{(3)^{1/2} * 0,90 * 1,25} =$$

$$f_{vw,d} = 261,73 \text{ MPa}$$

$$F_{w,rd} = 2,00 * a * L_{we} * f_{vw,d} =$$

$$F_{w,rd} = 2,00 * 4,00 * 150,00 * 261,73 =$$

$$F_{w,rd} = 314078,55 \text{ N} = 314,08 \text{ kN} \geq V_{ed, \max} = 314,57 \text{ kN}$$

Vyhoví

Návrh šroubů

$$V_{ed} = 314,57 \text{ kN}$$

viz návrh průvlaku

Návrh:

Šrouby 4 x M20 5. 6

Tloušťka plechu t= 8 mm

Únosnost šroubu ve stříhu

$$F_{v,rd} = 75,40 \text{ kN}$$

Rozhoduje

Převzato z tabulek

Únosnost v otláčení

$$F_{b,rd,10} = 154,5 \text{ kN} \quad (\text{por tloušťku } 10\text{mm})$$

Převzato z tabulek

Pro použitou tloušťku plechu:

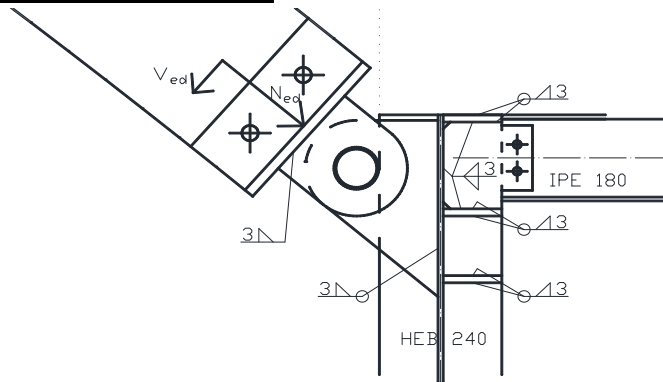
$$F_{b,rd} = \frac{8}{10} * 154,5 = 123,6 \text{ kN}$$

Potřebný počet šroubů

$$\frac{V_{ed, max}}{F_{v,rd}} = \frac{314,57}{75,40} = 4,172 < 4$$

Vyhoví

Přípoj oblouku na sloup



Svorníky

Dřevo GL24

$$\rho = 350 \text{ kg/m}^3$$

$$k_{\text{mod}} = 0,9$$

Obouk

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

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

Plech

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

Svorník 4. 6

$$d = 16 \text{ mm}$$

$$f_{\text{uk}} = 400 \text{ Mpa}$$

počet svorníků $n = 2$

dvojstřížný $s = 2$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\sin \alpha = 1,00$$

$$\cos \alpha = 0,00$$

Zatížení

Normálová síla - přenesena kontaktem

$$N_{\text{ed}} = 386,11 \text{ kN} \quad - \text{ vyočteno v rogramu SCIA engineer 15.3.120 (viz návrh oblouku)}$$

Posouvající síla

$$V_{\text{ed}} = 19,93 \text{ kN} \quad - \text{ vyočteno v rogramu SCIA engineer 15.3.120 (viz návrh oblouku)}$$

Výslednice

$$F_{\text{ed}} = 386,62 \text{ kN}$$

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 \quad * \quad \left\{ \begin{array}{l} 1 \quad - \quad 0,01 \quad * \quad d \\ 1 \quad - \quad 0,01 \quad * \quad 16 \end{array} \right\} \quad * \quad \rho =$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 \quad * \quad \left\{ \begin{array}{l} 1 \quad - \quad 0,01 \quad * \quad d \\ 1 \quad - \quad 0,01 \quad * \quad 16 \end{array} \right\} \quad * \quad 350 =$$

$$f_{h,0,k} = 24,11 \quad \text{MPa}$$

$$k_{90} = 1,30 \quad + \quad 0,015 \quad * \quad d =$$

$$k_{90} = 1,30 \quad + \quad 0,015 \quad * \quad 16 =$$

$$k_{90} = 1,54$$

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{24,11}{1,54 \quad * \quad \sin^2 \quad 90 \quad + \quad \cos^2 \quad 90}$$

$$f_{h,\alpha,k} = 15,65$$

$$f_{h,1,d} = k_{mod} \quad * \quad \frac{f_{h,k}}{\gamma_M}$$

$$f_{h,1,d} = 0,9 \quad * \quad \frac{15,65}{1,3}$$

$$f_{h,1,d} = 10,84 \quad \text{MPa}$$

$$M_{y,k} = \frac{0,80 \quad * \quad f_{uk} \quad * \quad d^3}{6}$$

$$M_{y,k} = \frac{0,80 \quad * \quad 400 \quad * \quad 16^3}{6}$$

$$M_{y,k} = 218453,33 \quad \text{Nm} = 218,45 \quad \text{kNm}$$

$$M_{y,d} = \frac{M_{y,k}}{\gamma_M}$$

$$M_{y,d} = \frac{218,45}{1,3} =$$

$$M_{y,d} = 168,04 \quad \text{kNm}$$

$$t_1 = 200,00 \quad - \quad 16 = 184,00$$

$$R_{d,1} = f_{h,1,d} \quad * \quad t_1 \quad * \quad d$$

$$R_{d,1} = 10,84 \quad * \quad 184,00 \quad * \quad 16$$

$$R_{d,1} = 31906 \quad \text{N} = 31,91 \quad \text{kN}$$

$$R_{d,2} = f_{h,1,d} \quad * \quad t_1 \quad * \quad$$

$$d \left(\left[2 + \frac{4 \quad * \quad M_{y,d}}{f_{h,1,d} \quad * \quad d \quad * \quad t_1^2} \right]^{0,5} - 1 \right)$$

$$R_{d,2} = 10,84 \quad * \quad 184,00 \quad * \quad$$

$$16 \left(\left[2 + \frac{4 \quad * \quad 168041,03}{10,84 \quad * \quad 16 \quad * \quad 184,00^2} \right]^{0,5} - 1 \right)$$

$$R_{d,2} = 14490 \quad \text{N} = 14,49 \quad \text{kN}$$

$$R_{d,3} = 2,3 \left\{ \begin{array}{l} M_{y,d} \\ 168041,03 \\ 12415,53 \end{array} \right. \text{ N} = \left\{ \begin{array}{l} * f_{h,1,d} \\ * 10,84 \\ * 12,416 \end{array} \right. \text{ kN} \left\{ \begin{array}{l} * d \\ * 16 \\ * 16 \end{array} \right\}^{0,5} \text{ Rozhoduje}$$

$$R_{rd} = R_{d,min} * n * s$$

$$R_{rd} = 12,416 * 2,00 * 2$$

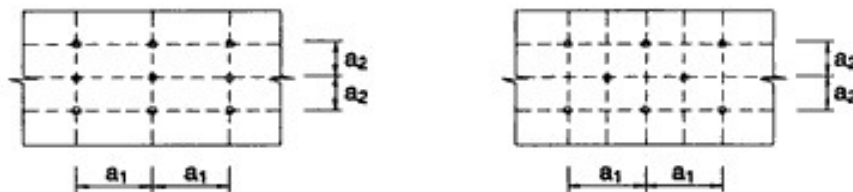
$$R_{rd} = 49,662 \text{ kN} \geq R_{ed} = 19,93 \text{ kN}$$

Vyhoví

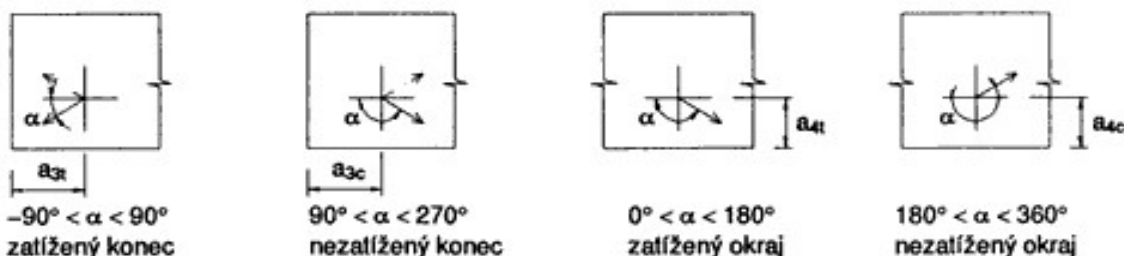
Rozteče

a1	Rovnoběžně s vlákny	$\left\{ \begin{array}{l} 4 + 3 \cos\alpha \\ 4 + 3 \cdot 0,00 \end{array} \right\}^*$	$d = 16 =$	64 mm
a2	Kolmo k vláknům	$4 d$	$\left[4 * 16 = \right]$	64 mm
a3t	Zatížený konec	$7 d$	$7 * 16 =$	112 mm
a3c	Nezatížený konec	$4 d$	$4 * 16 =$	64 mm
		$\left\{ \begin{array}{l} 1 + 6 \sin\alpha \\ 1 + 6 \cdot 1,00 \end{array} \right\}^*$	$d = 16 =$	112 mm
a4t	Zatížený konec	$3 d$	$3 * 16 =$	48 mm
		$\left\{ \begin{array}{l} 2 + 2 \sin\alpha \\ 2 + 2 \cdot 1,00 \end{array} \right\}^*$	$d = 16 =$	64 mm
4c	Nezatížený konec	$3 d$	$3 * 16 =$	48 mm

Rozteče rovnoběžně a kolmo k vláknům:



Vzdálenosti od okrajů a konců:



Kde α je úhel mezi směrem síly a směrem vláken.

Návrh svaru, plech-sloup

$$R_{v,ed} = 243,68 \text{ kN} \quad - \text{ maximální vertikální reakce}$$

Ocel S355

$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

Návrh:

$$a = 3,00 \text{ mm}$$

$$L_{we} = 360,00 \text{ mm}$$

$$\beta_w = 0,90$$

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{(3)^{1/2} * \beta_w * \gamma_{M2}} =$$

$$f_{vw,d} = \frac{510}{(3)^{1/2} * 0,90 * 1,25} =$$

$$f_{vw,d} = 261,73 \text{ MPa}$$

$$F_{w,rd} = 2,00 * a * L_{we} * f_{vw,d} =$$

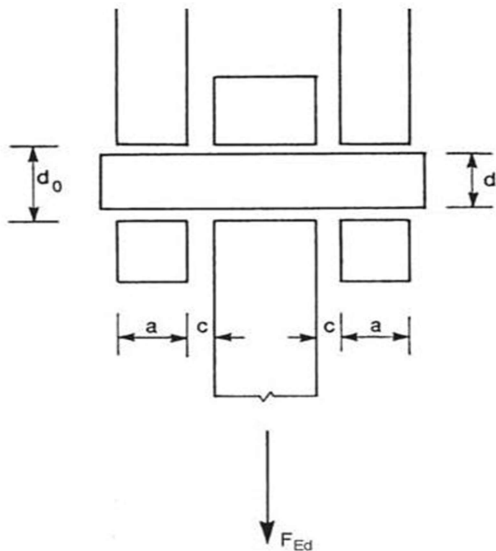
$$F_{w,rd} = 2,00 * 3,00 * 360,00 * 261,73 =$$

$$F_{w,rd} = 565341,38 \text{ N} = 565,34 \text{ kN} \geq R_{v,ed} = 243,68 \text{ kN}$$

Vyhoví

Návrh čepu a plechů

$$F_{ed} = 386,62 \text{ kN} \quad - \text{ vyočteno v rogramu SCIA engineer 15.3.120 (viz návrh oblouku)}$$



$$M_{ed} = \frac{N_{ed}}{8} \left(b + 4c + 2a \right)$$

$$M_{ed} = \frac{386,62}{8} \left(30 + 8 + 50 \right) = 579,94 \text{ kNm}$$

Mezera mezi plechy
 $c = 2 \text{ mm}$

Průměr čepu $d = 40 \text{ mm}$

$d_0 = 44 \text{ mm}$
 materiál čepu 8. 8

$f_{up} = 800 \text{ Mpa}$

$f_{yp} = 640 \text{ Mpa}$

$A = 1256,6 \text{ mm}^2$

$$W_{el} = \frac{d^3 * \Pi}{32} = 6283,2 \text{ mm}^3$$

Plech ze strany oblouku (2x)

$t_1 = 25 \text{ mm} = a$

Plech ze strany sloupu

$t_2 = 30 \text{ mm} = b$

Podmínka tloušťky plechu

$$t > 0,7 \left[\frac{N_{ed} * \gamma_{M0}}{f_y} \right]^{0,5} =$$

$$= 0,7 \left[\frac{386624,03 * 1,00}{355} \right]^{0,5} = 23,1 \text{ mm}$$

Splněno

Podmínka velikosti otvoru

$d_0 < 2,5 * t = 2,5 * 25 = 62,5 \text{ mm}$

Splněno

Únosnost čepu ve stříhu

$$R_{v,Rd} = \frac{0,6 * A * f_{up}}{\gamma_{M2}}$$

$$R_{v,Rd} = \frac{0,6 * 1256,6 * 800}{1,25} =$$

482,55 < N_{ed} = 386,62 kN

Vyhoví

Únosnost čepu v otláčení

$$R_{b,Rd} = \frac{1,5 * t * d * f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$R_{vb,Rd} = \frac{1,5 * 30 * 40 * 355}{1,00} =$$

639,00 < N_{ed} = 386,62 kN

Vyhoví

Únosnost čepu v ohybu

$$M_{Rd} = \frac{1,5 * W_{el} * f_{yp}}{\gamma_{M0}}$$

$$M_{Rd} = \frac{1,5 * 6283,2 * 640}{1,00} = 6031,86 < M_{ed} = 579,94 \text{ kN}$$

Vyhoví

Únosnost čepu při kombinaci štíhu a ohybu

$$\left(\frac{M_{ed}}{M_{rd}}\right)^2 + \left(\frac{R_{b,ed}}{R_{b,Rd}}\right)^2 = 0,375 < 1$$

Vyhoví

Návrh svaru, plech-oblouk

$$V_{ed} = 19,93 \text{ kN}$$

Ocel S355

$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

Návrh:

$$a = 3,00 \text{ mm}$$

$$L_{we} = 200,00 \text{ mm}$$

$$\beta_w = 0,90$$

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{(3)^{1/2} * \beta_w * \gamma_{M2}} =$$

$$f_{vw,d} = \frac{510}{(3)^{1/2} * 0,90 * 1,25} =$$

$$f_{vw,d} = 261,73 \text{ MPa}$$

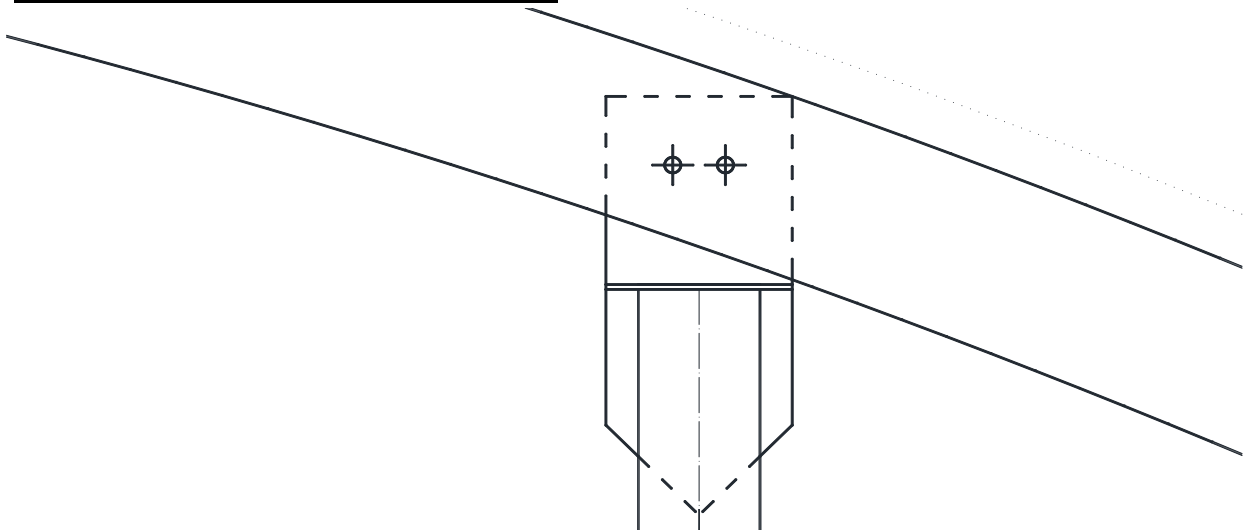
$$F_{w,rd} = 1,00 * a * L_{we} * f_{vw,d} =$$

$$F_{w,rd} = 1,00 * 3,00 * 200,00 * 261,73 =$$

$$F_{w,rd} = 157039,27 \text{ N} = 157,04 \text{ kN} \geq R_{v,ed} = 19,93 \text{ kN}$$

Vyhoví

Přípoj oblouku na fasádní sloup



Dřevo GL24

$\rho = 350 \text{ kg/m}^3$
 $k_{\text{mod}} = 0,9$

Obouk

$b = 200 \text{ mm}$
 $h = 350 \text{ mm}$

Plech

$tl. = 20 \text{ mm}$

Svorník 4. 6

$d = 20 \text{ mm}$
 $f_{\text{uk}} = 400 \text{ Mpa}$

počet svorníků $n = 2$
 dvojtřížný $s = 2$

$\alpha = 70^\circ$
 $\sin \alpha = 0,94$
 $\cos \alpha = 0,34$

Zatížení

54,70 kN

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} * \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 * \left\{ \begin{array}{l} 1 - 0,01 * d \\ 1 - 0,01 * 20 \end{array} \right\} * \rho =$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 * \left\{ \begin{array}{l} 1 - 0,01 * d \\ 1 - 0,01 * 20 \end{array} \right\} * 350 =$$

$$f_{h,0,k} = 22,96 \text{ MPa}$$

$$k_{90} = 1,30 + 0,015 * d =$$

$$k_{g0} = 1,30 + 0,015 * 20 =$$

$$k_{g0} = 1,60$$

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{22,96}{1,60 * \sin^2 70 + \cos^2 70}$$

$$f_{h,\alpha,k} = 15,01$$

$$f_{h,1,d} = k_{mod} * \frac{f_{h,k}}{\gamma_M}$$

$$f_{h,1,d} = 0,9 * \frac{15,01}{1,3}$$

$$f_{h,1,d} = 10,39 \text{ MPa}$$

$$M_{y,k} = \frac{0,80 * f_{uk} * d^3}{6}$$

$$M_{y,k} = \frac{0,80 * 400 * 20^3}{6}$$

$$M_{y,k} = 426666,67 \text{ Nm} = 426,7 \text{ kNm}$$

$$M_{y,d} = \frac{M_{y,k}}{\gamma_M}$$

$$M_{y,d} = \frac{426,667}{1,3} =$$

$$M_{y,d} = 328,21 \text{ kNm}$$

$$t_1 = 200,00 - 20 = 180,00$$

$$R_{d,1} = f_{h,1,d} * t_1 * d$$

$$R_{d,1} = 10,39 * 180,00 * 20$$

$$R_{d,1} = 37405,5 \text{ N} = 37,41 \text{ kN}$$

$$R_{d,2} = f_{h,1,d} * t_1 * d \left(2 + \frac{4 * M_{y,d}}{f_{h,1,d} * d * t_1^2} \right)^{0,5} - 1$$

$$R_{d,2} = 10,39 * 180,00 * 20 \left(2 + \frac{4 * 328205,13}{10,39 * 20 * 180,00^2} \right)^{0,5} - 1$$

$$R_{d,2} = 18012,5 \text{ N} = 18,01 \text{ kN}$$

$$R_{d,3} = 2,3 \left\{ \frac{M_{y,d}}{328205,13} * \frac{f_{h,1,d}}{10,39} * \frac{d}{20} \right\}^{0,5}$$

$$R_{d,3} = 2,3 \left\{ \frac{328205,13}{328205,13} * \frac{10,39}{10,39} * \frac{20}{20} \right\}^{0,5}$$

$$R_{d,3} = 18994,67 \text{ N} = 18,99 \text{ kN}$$

Rozhoduje

$$R_{rd} = R_{d,min} * n * s$$

$$R_{rd} = 18,99 * 2,00 * 2$$

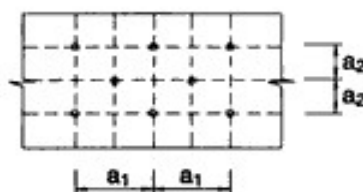
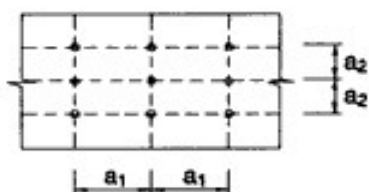
$$R_{rd} = 75,9787 \text{ kN} \geq R_{ed} = 54,70 \text{ kN}$$

Vyhoví

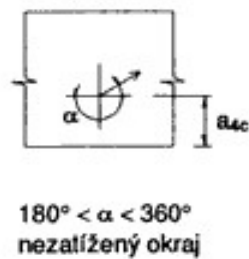
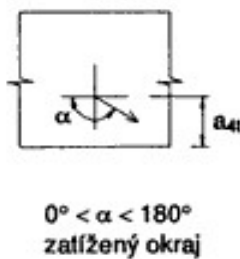
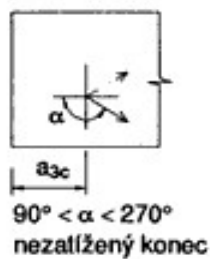
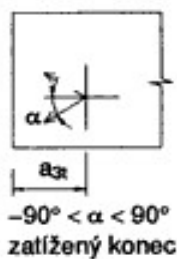
Rozteče

a1	Rovnoběžně s vlákny	$\left\{ \begin{array}{l} 4 + 3 \cos\alpha \\ 4 + 3 \cdot 0,34 \end{array} \right\}^*$	d =	
			20 =	101 mm
a2	Kolmo k vláknům	4 d		
		$\left[4 \cdot 20 = \right]$		80 mm
a3t	Zatížený konec	7 d		
		7 * 20 =		140 mm
a3c	Nezatížený konec	4 d		
		4 * 20 =	80 mm	
		$\left\{ \begin{array}{l} 1 + 6 \sin\alpha \\ 1 + 6 \cdot 0,94 \end{array} \right\}^*$	d =	
a4t	Zatížený konec	3 d		
		3 * 20 =	60 mm	
		$\left\{ \begin{array}{l} 2 + 2 \sin\alpha \\ 2 + 2 \cdot 0,94 \end{array} \right\}^*$	d =	
			20 =	78 mm
4c	Nezatížený konec	3 d		
		3 * 20 =	60 mm	

Rozteče rovnoběžně a kolmo k vláknům:

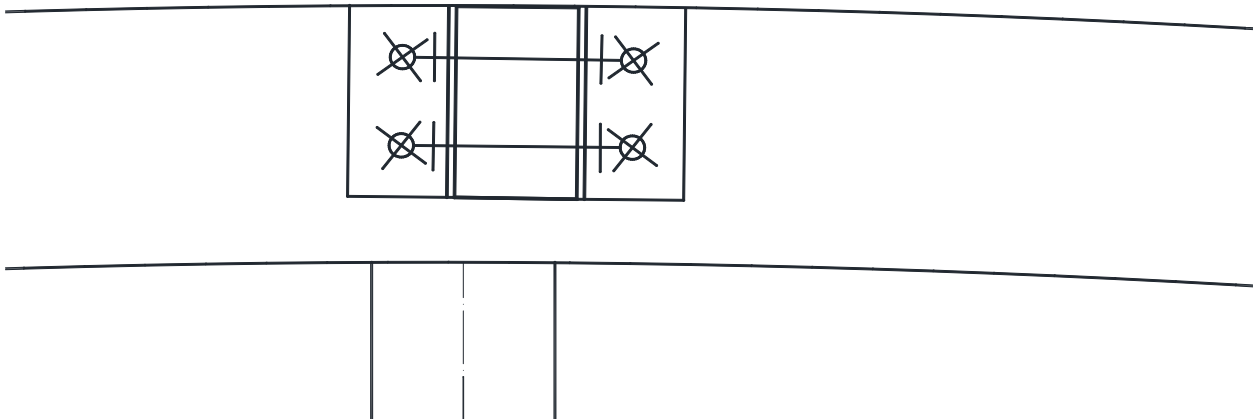


Vzdálenosti od okrajů a konců:



Kde α je úhel mezi směrem síly a směrem vláken.

Přípoj vaznice na oblouk - vaznice s nejmenším natočením



Dřevo GL24

$\rho = 350 \text{ kg/m}^3$
 $k_{\text{mod}} = 0,9$

Obouk

$b = 200 \text{ mm}$
 $h = 350 \text{ mm}$

Vaznice

$b = 160 \text{ mm}$
 $h = 260 \text{ mm}$

Plech

$tl. = 10 \text{ mm}$

Svorník 4. 6

$d = 16 \text{ mm}$
 $f_{\text{uk}} = 400 \text{ Mpa}$

počet svorníků ve vaznici $n = 2$

počet svorníků v oblouku $n = 4$

dvojitřizňý $s = 2$

$\alpha = 90^\circ$

$\sin \alpha = 1,00$

$\cos \alpha = 0,00$

Zatížení způsobené jednou vaznicí

$V_{\text{ed}} = 11,95 \text{ kN}$

Spoj plech-vaznice

$$f_{h,\alpha,k} = k_{90} * \sin^2 \alpha f_{h,0,k} + \cos^2 \alpha$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 \quad * \quad \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 1 \end{array} \right. \quad - \quad 0,01 \quad * \quad \left. \begin{array}{l} d \\ 16 \end{array} \right\} \quad * \quad \rho =$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 \quad * \quad \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 1 \end{array} \right. \quad - \quad 0,01 \quad * \quad \left. \begin{array}{l} d \\ 16 \end{array} \right\} \quad * \quad 350 =$$

$$f_{h,0,k} = 24,11 \quad \text{MPa}$$

$$k_{90} = 1,30 \quad + \quad 0,015 \quad * \quad d =$$

$$k_{90} = 1,30 \quad + \quad 0,015 \quad * \quad 16 =$$

$$k_{90} = 1,54$$

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{24,11}{1,54 \quad * \quad \sin^2 \quad 90 \quad + \quad \cos^2 \quad 90}$$

$$f_{h,\alpha,k} = 15,65$$

$$f_{h,1,d} = k_{\text{mod}} \quad * \quad \frac{f_{h,k}}{\gamma_M}$$

$$f_{h,1,d} = 0,9 \quad * \quad \frac{15,65}{1,3}$$

$$f_{h,1,d} = 10,84 \quad \text{MPa}$$

$$M_{y,k} = \frac{0,80 \quad * \quad f_{uk} \quad * \quad d^3}{6}$$

$$M_{y,k} = \frac{0,80 \quad * \quad 400 \quad * \quad 16^3}{6}$$

$$M_{y,k} = 218453,33 \quad \text{Nm} = 218,5 \quad \text{kNm}$$

$$M_{y,d} = \frac{M_{y,k}}{\gamma_M}$$

$$M_{y,d} = \frac{218,453}{1,3} =$$

$$M_{y,d} = 168,04 \quad \text{kNm}$$

$$R_{d,1} = f_{h,1,d} \quad * \quad t_2 \quad * \quad d \quad * \quad 0,5$$

$$R_{d,1} = 10,84 \quad * \quad 160,00 \quad * \quad 16 \quad * \quad 0,5$$

$$R_{d,1} = 13872,3 \quad \text{N} = 13,87 \quad \text{kN}$$

$$R_{d,2} = 2,3 \left\{ \begin{array}{l} M_{y,d} \\ 168041,03 \end{array} \right. \quad * \quad \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,d} \\ 13,87 \end{array} \right. \quad * \quad \left. \begin{array}{l} d \\ 16 \end{array} \right\}^{0,5}$$

$$R_{d,2} = 2,3 \left\{ \begin{array}{l} M_{y,d} \\ 168041,03 \end{array} \right. \quad * \quad \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,d} \\ 13,87 \end{array} \right. \quad * \quad \left. \begin{array}{l} d \\ 16 \end{array} \right\}^{0,5}$$

$$R_{d,2} = 14046,57 \quad \text{N} = 14,05 \quad \text{kN}$$

Rozhoduje

$$R_{rd} = R_{d,\text{min}} \quad * \quad n \quad * \quad s$$

$$R_{rd} = 14,05 \quad * \quad 2,00 \quad * \quad 2$$

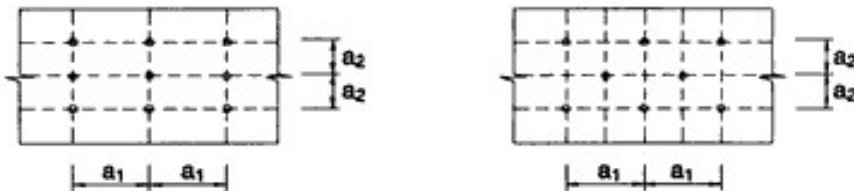
$$R_{rd} = 56,1863 \quad \text{kN} \geq V_{ed} = 11,95 \quad \text{kN}$$

Vyhoví

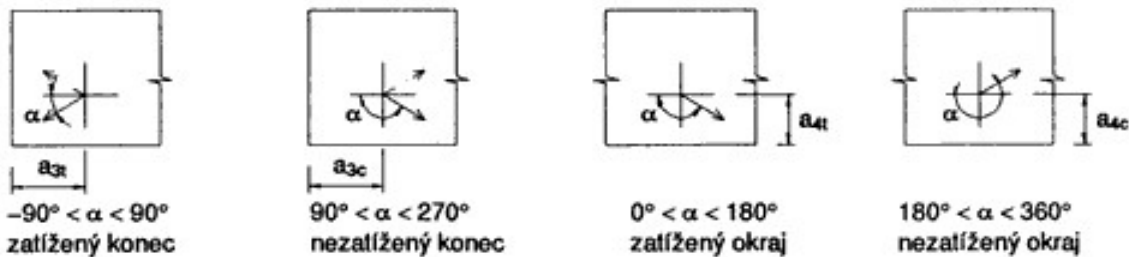
Rozteče

a1	Rovnoběžně s vlákny	$\left\{ \begin{array}{l} 4 + 3 \cos\alpha \\ 4 + 3 \cdot 0,00 \end{array} \right\}^*$	$d =$	
a2	Kolmo k vláknům	$4 d$	$16 =$	64 mm
a3t	Zatížený konec	$\left[\begin{array}{l} 4 * \\ 7 d \end{array} \right]$	$16 =$	64 mm
a3c	Nezatížený konec	$7 * 16 =$		112 mm
a4t	Zatížený konec	$4 d$	$16 =$	64 mm
		$\left\{ \begin{array}{l} 1 + 6 \sin\alpha \\ 1 + 6 \cdot 1,00 \end{array} \right\}^*$	$d =$	
		$\left\{ \begin{array}{l} 1 + 6 \sin\alpha \\ 1 + 6 \cdot 1,00 \end{array} \right\}^*$	$16 =$	112 mm
4c	Nezatížený konec	$3 d$	$16 =$	64 mm
		$3 * 16 =$		48 mm
		$\left\{ \begin{array}{l} 2 + 2 \sin\alpha \\ 2 + 2 \cdot 1,00 \end{array} \right\}^*$	$d =$	
		$\left\{ \begin{array}{l} 2 + 2 \sin\alpha \\ 2 + 2 \cdot 1,00 \end{array} \right\}^*$	$16 =$	64 mm
		$3 d$		
		$3 * 16 =$		48 mm

Rozteče rovnoběžně a kolmo k vláknům:



Vzdálenosti od okrajů a konců:



Kde α je úhel mezi směrem síly a směrem vláken.

Spoj plech-oblouk

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} * \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 * \left\{ \begin{array}{l} 1 - 0,01 * d \\ 1 - 0,01 * 16 \end{array} \right\} * \rho =$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 * \left\{ \begin{array}{l} 1 - 0,01 * d \\ 1 - 0,01 * 16 \end{array} \right\} * 350 =$$

$$f_{h,0,k} = 24,11 \text{ MPa}$$

$$k_{90} = 1,30 + 0,015 * d =$$

$$k_{90} = 1,30 + 0,015 * 16 =$$

$$k_{90} = 1,54$$

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{1,54 * 1,00^2 + 0,00^2}{24,11}$$

$$f_{h,\alpha,k} = 15,65$$

$$f_{h,1,d} = k_{mod} * \frac{f_{h,k}}{\gamma_M}$$

$$f_{h,1,d} = 0,9 * \frac{15,65}{1,3}$$

$$f_{h,1,d} = 10,84 \text{ MPa}$$

$$M_{y,k} = \frac{0,80 * f_{uk} * d^3}{6}$$

$$M_{y,k} = \frac{0,80 * 400 * 16^3}{6}$$

$$M_{y,k} = 218453,33 \text{ Nm} = 218,5 \text{ kNm}$$

$$M_{y,d} = \frac{M_{y,k}}{\gamma_M}$$

$$M_{y,d} = \frac{218,453}{1,3} =$$

$$M_{y,d} = 168,04 \text{ kNm}$$

$$R_{d,1} = f_{h,1,d} * t_2 * d * 0,5$$

$$R_{d,1} = 10,84 * 160 * 16 * 0,5$$

$$R_{d,1} = 13872,3 \text{ N} = 13,87 \text{ kN}$$

$$R_{d,2} = 2,3 \left\{ \begin{array}{l} M_{y,d} * f_{h,1,d} * d \\ 168041,03 * 13,87 * 16 \end{array} \right\}^{0,5}$$

$$R_{d,2} = 14046,57 \text{ N} = 14,05 \text{ kN}$$

Rozhoduje

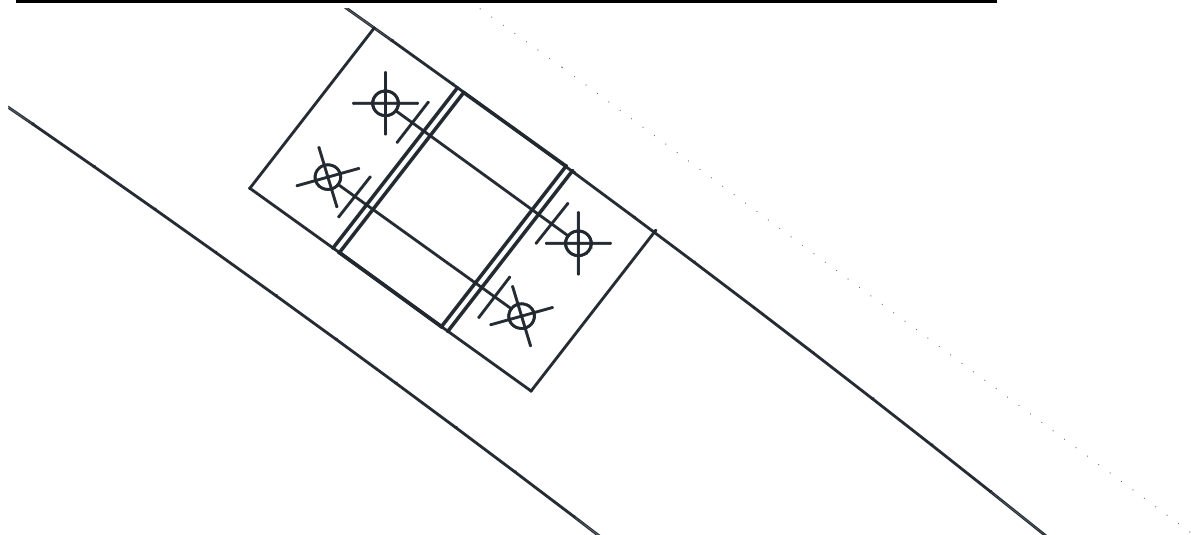
$$R_{rd} = R_{d,min} * n * s$$

$$R_{rd} = 14,05 * 4,00 * 2$$

$$R_{rd} = 112,373 \text{ kN} \geq V_{ed} = 23,89 \text{ kN}$$

Vyhoví

Přípoj vaznice na oblouk - vaznice s největším natočením



Dřevo GL24

$\rho = 350 \text{ kg/m}^3$
 $k_{\text{mod}} = 0,9$

Obouk

$b = 200 \text{ mm}$
 $h = 350 \text{ mm}$

Vaznice

$b = 160 \text{ mm}$
 $h = 260 \text{ mm}$

Plech

$tl. = 10 \text{ mm}$

Svorník 4. 6

$d = 16 \text{ mm}$
 $f_{\text{uk}} = 400 \text{ Mpa}$

počet svorníků ve vaznici $n = 2$
počet svorníků v oblouku $n = 4$
dvojitřizňý $s = 2$

Pro oblouk

$\alpha = 53^\circ$
 $\sin\alpha = 0,80$
 $\cos\alpha = 0,60$

Pro vaznici

$\alpha = 90^\circ$
 $\sin\alpha = 1,00$
 $\cos\alpha = 0,00$

Zatížení způsobené jednou vaznicí

$V_{\text{ed},y} = 9,54 \text{ kN}$
 $V_{\text{ed},z} = 7,19 \text{ kN}$
 $V_{\text{ed}} = 11,95 \text{ kN}$

Spoj plech-vaznice

Složka $V_{\text{ed},z}$ přenesena kontaktem s plechem

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} * \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 * \left\{ \begin{array}{l} 1 - 0,01 * d \\ 1 - 0,01 * 16 \end{array} \right\} * \rho =$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 * \left\{ \begin{array}{l} 1 - 0,01 * d \\ 1 - 0,01 * 16 \end{array} \right\} * 350 =$$

$$f_{h,0,k} = 24,11 \text{ MPa}$$

$$k_{90} = 1,30 + 0,015 * d =$$

$$k_{90} = 1,30 + 0,015 * 16 =$$

$$k_{90} = 1,54$$

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{24,11}{1,54 * \sin^2 90 + \cos^2 90}$$

$$f_{h,\alpha,k} = 15,65$$

$$f_{h,1,d} = k_{mod} * \frac{f_{h,k}}{\gamma_M}$$

$$f_{h,1,d} = 0,9 * \frac{15,65}{1,3}$$

$$f_{h,1,d} = 10,84 \text{ MPa}$$

$$M_{y,k} = \frac{0,80 * f_{uk} * d^3}{6}$$

$$M_{y,k} = \frac{0,80 * 400 * 16^3}{6}$$

$$M_{y,k} = 218453,33 \text{ Nm} = 218,5 \text{ kNm}$$

$$M_{y,d} = \frac{M_{y,k}}{\gamma_M}$$

$$M_{y,d} = \frac{218,453}{1,3} =$$

$$M_{y,d} = 168,04 \text{ kNm}$$

$$R_{d,1} = f_{h,1,d} * t_2 * d * 0,5$$

$$R_{d,1} = 10,84 * 160,00 * 16 * 0,5$$

$$R_{d,1} = 13872,3 \text{ N} = 13,87 \text{ kN}$$

$$R_{d,2} = 2,3 \left\{ \begin{array}{l} M_{y,d} * f_{h,1,d} * d \\ 168041,03 * 13,87 * 16 \end{array} \right\}^{0,5}$$

$$R_{d,2} = 14046,57 \text{ N} = 14,05 \text{ kN}$$

Rozhoduje

$$R_{rd} = R_{d,min} * n * s$$

$$R_{rd} = 14,05 * 2,00 * 2$$

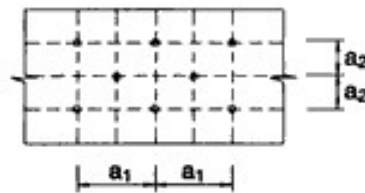
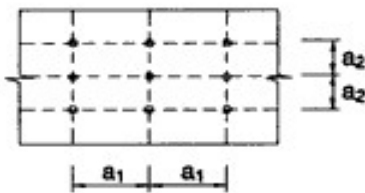
$$R_{rd} = 56,1863 \text{ kN} \geq V_{ed} = 9,54 \text{ kN}$$

Vyhoví

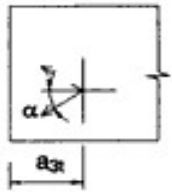
Rozteče

a1	Rovnoběžně s vlákny	$\left\{ \begin{array}{l} 4 + 3 \cos\alpha \\ 4 + 3 \cdot 0,60 \end{array} \right\}^*$	$d =$	
			$16 =$	93 mm
a2	Kolmo k vláknům	$4 d$		
		$\left[\begin{array}{l} 4 * \\ 16 = \end{array} \right]$		64 mm
a3t	Zatížený konec	$7 d$		
		$7 * 16 =$		112 mm
a3c	Nezatížený konec	$4 d$		
		$4 * 16 =$		64 mm
		$\left\{ \begin{array}{l} 1 + 6 \sin\alpha \\ 1 + 6 \cdot 0,80 \end{array} \right\}^*$	$d =$	
			$16 =$	93 mm
a4t	Zatížený konec	$3 d$		
		$3 * 16 =$		48 mm
		$\left\{ \begin{array}{l} 2 + 2 \sin\alpha \\ 2 + 2 \cdot 0,80 \end{array} \right\}^*$	$d =$	
			$16 =$	58 mm
4c	Nezatížený konec	$3 d$		
		$3 * 16 =$		48 mm

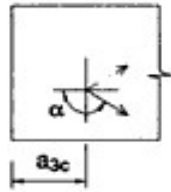
Rozteče rovnoběžně a kolmo k vláknům:



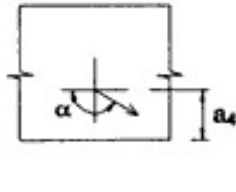
Vzdálenosti od okrajů a konců:



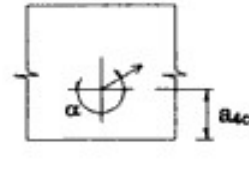
$-90^\circ < \alpha < 90^\circ$
zatížený konec



$90^\circ < \alpha < 270^\circ$
nezatížený konec



$0^\circ < \alpha < 180^\circ$
zatížený okraj



$180^\circ < \alpha < 360^\circ$
nezatížený okraj

Kde α je úhel mezi směrem síly a směrem vláken.

Spoj plech-oblouk

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} * \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 * \left\{ \begin{array}{l} 1 - 0,01 * d \\ 1 - 0,01 * 16 \end{array} \right\} * \rho =$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 * \left\{ \begin{array}{l} 1 - 0,01 * d \\ 1 - 0,01 * 16 \end{array} \right\} * 350 =$$

$$f_{h,0,k} = 24,11 \text{ MPa}$$

$$k_{90} = 1,30 + 0,015 * d =$$

$$k_{g0} = 1,30 + 0,015 * 16 =$$

$$k_{g0} = 1,54$$

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{24,11}{1,54 * 0,80^2 + 0,60^2}$$

$$f_{h,\alpha,k} = 17,93$$

$$f_{h,1,d} = k_{mod} * \frac{f_{h,k}}{\gamma_M}$$

$$f_{h,1,d} = 0,9 * \frac{17,93}{1,3}$$

$$f_{h,1,d} = 12,41 \text{ MPa}$$

$$M_{y,k} = \frac{0,80 * f_{uk} * d^3}{6}$$

$$M_{y,k} = \frac{0,80 * 400 * 16^3}{6}$$

$$M_{y,k} = 218453,33 \text{ Nm} = 218,5 \text{ kNm}$$

$$M_{y,d} = \frac{M_{y,k}}{\gamma_M}$$

$$M_{y,d} = \frac{218,453}{1,3} =$$

$$M_{y,d} = 168,04 \text{ kNm}$$

$$R_{d,1} = f_{h,1,d} * t_2 * d * 0,5$$

$$R_{d,1} = 12,41 * 160 * 16 * 0,5$$

$$R_{d,1} = 15890,4 \text{ N} = 15,89 \text{ kN}$$

$$R_{d,2} = 2,3 \left\{ \begin{array}{l} M_{y,d} * f_{h,1,d} * d \\ 168041,03 * 12,41 * 16 \end{array} \right\}^{0,5}$$

$$R_{d,2} = 13287,95 \text{ N} = 13,29 \text{ kN}$$

Rozhoduje

$$R_{rd} = R_{d,min} * n * s$$

$$R_{rd} = 13,29 * 4,00 * 2$$

$$R_{rd} = 106,304 \text{ kN} \geq V_{ed} = 23,89 \text{ kN}$$

Vyhoví

Rozteče

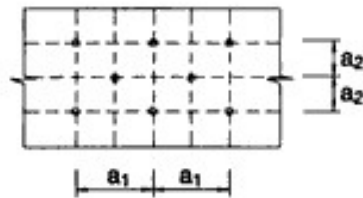
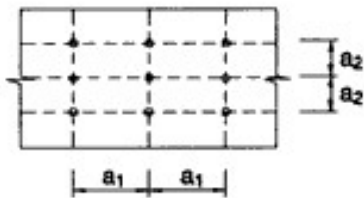
a1 Rovnoběžně s vlákny

$$\left\{ \begin{array}{l} 4 + 3 \cos\alpha \\ 4 + 3 \cdot 0,60 \end{array} \right\} * d =$$

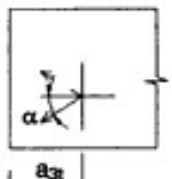
$$16 = 93 \text{ mm}$$

a2	Kolmo k vláknům	$4 d$				
		$\left\{ 4 * 16 = \right\}$			64	mm
a3t	Zatížený konec	$7 d$				
		$7 * 16 =$			112	mm
a3c	Nezatížený konec	$4 d$				
		$4 * 16 =$			64	mm
		$\left\{ 1 + 6 \sin \alpha \right\} * d =$				
		$\left\{ 1 + 6 * 0,80 \right\} * 16 =$			93	mm
a4t	Zatížený konec	$3 d$				
		$3 * 16 =$			48	mm
		$\left\{ 2 + 2 \sin \alpha \right\} * d =$				
		$\left\{ 2 + 2 * 0,80 \right\} * 16 =$			58	mm
4c	Nezatížený konec	$3 d$				
		$3 * 16 =$			48	mm

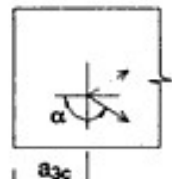
Rozteče rovnoběžně a kolmo k vláknům:



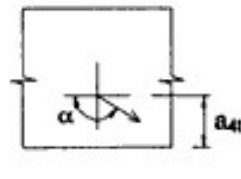
Vzdálenosti od okrajů a konců:



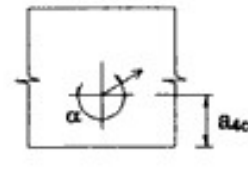
$-90^\circ < \alpha < 90^\circ$
zatížený konec



$90^\circ < \alpha < 270^\circ$
nezatížený konec



$0^\circ < \alpha < 180^\circ$
zatížený okraj



$180^\circ < \alpha < 360^\circ$
nezatížený okraj

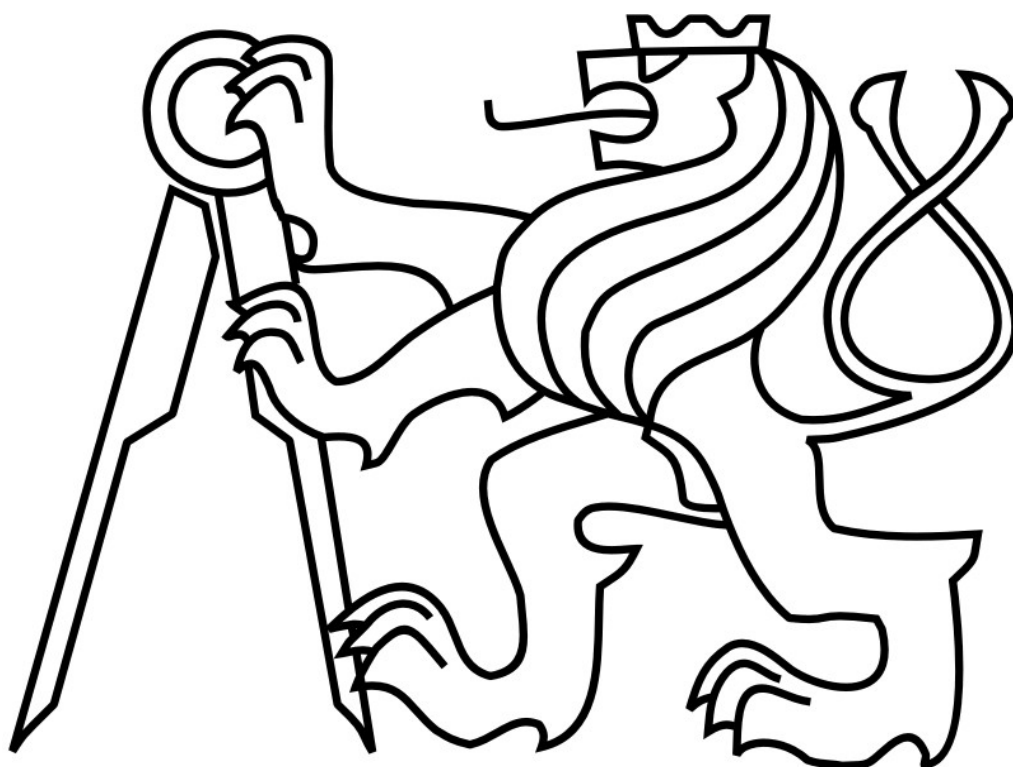
Kde α je úhel mezi směrem síly a směrem vláken.

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

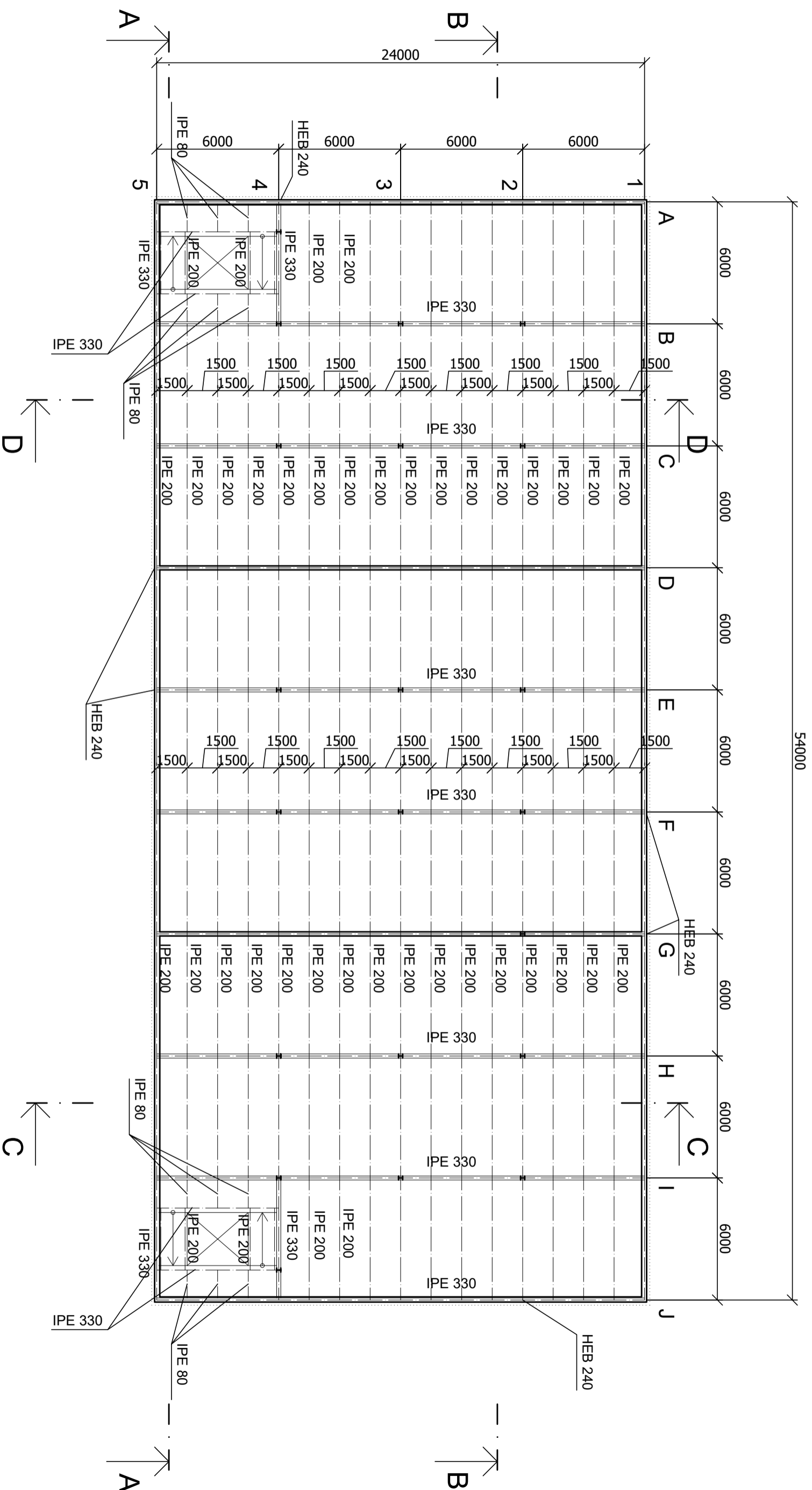
Depozitář knihovny se studovnou v Táboře

Výkresová dokumentace



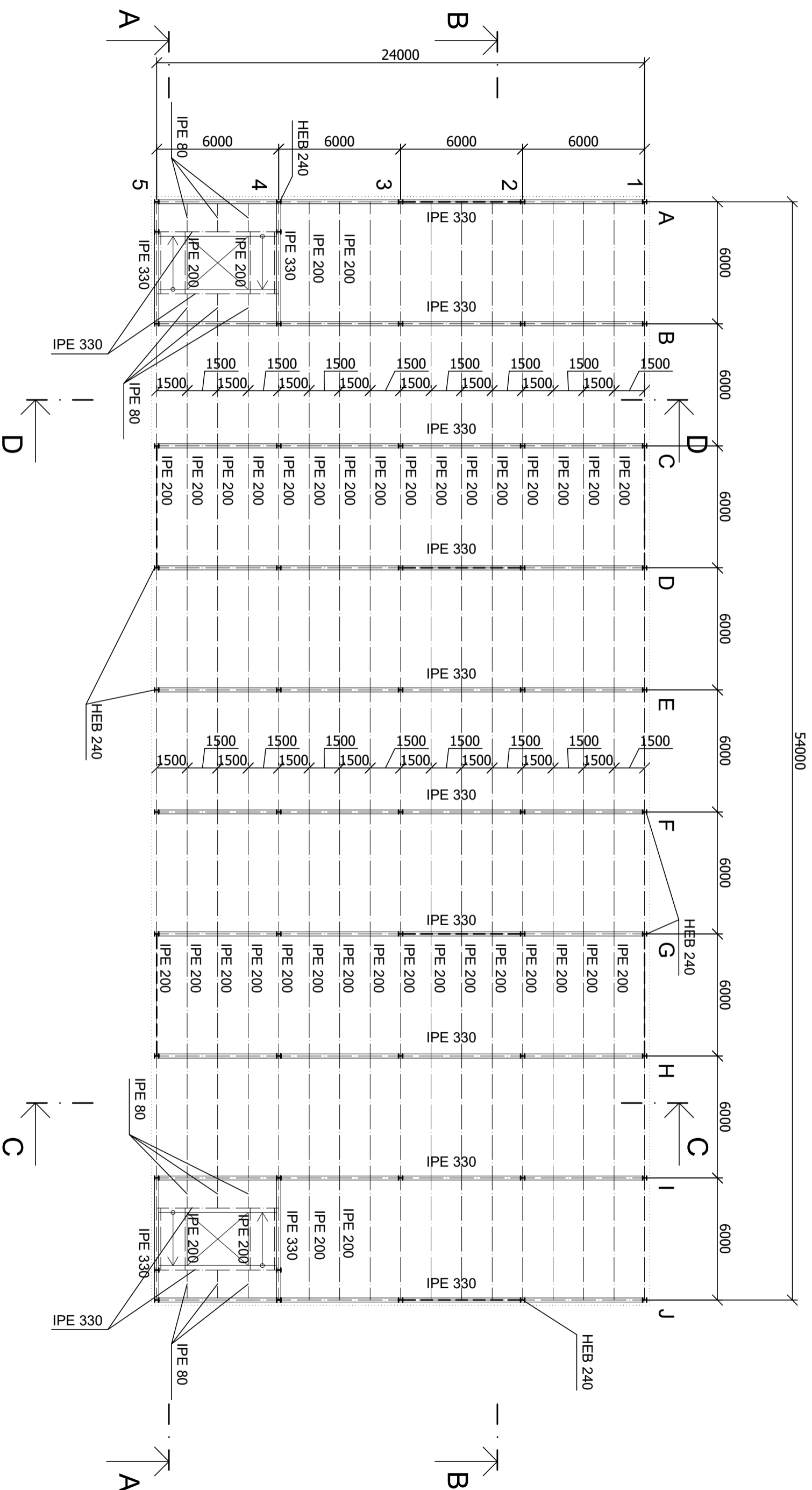
Pavel Hrba

2016/2017



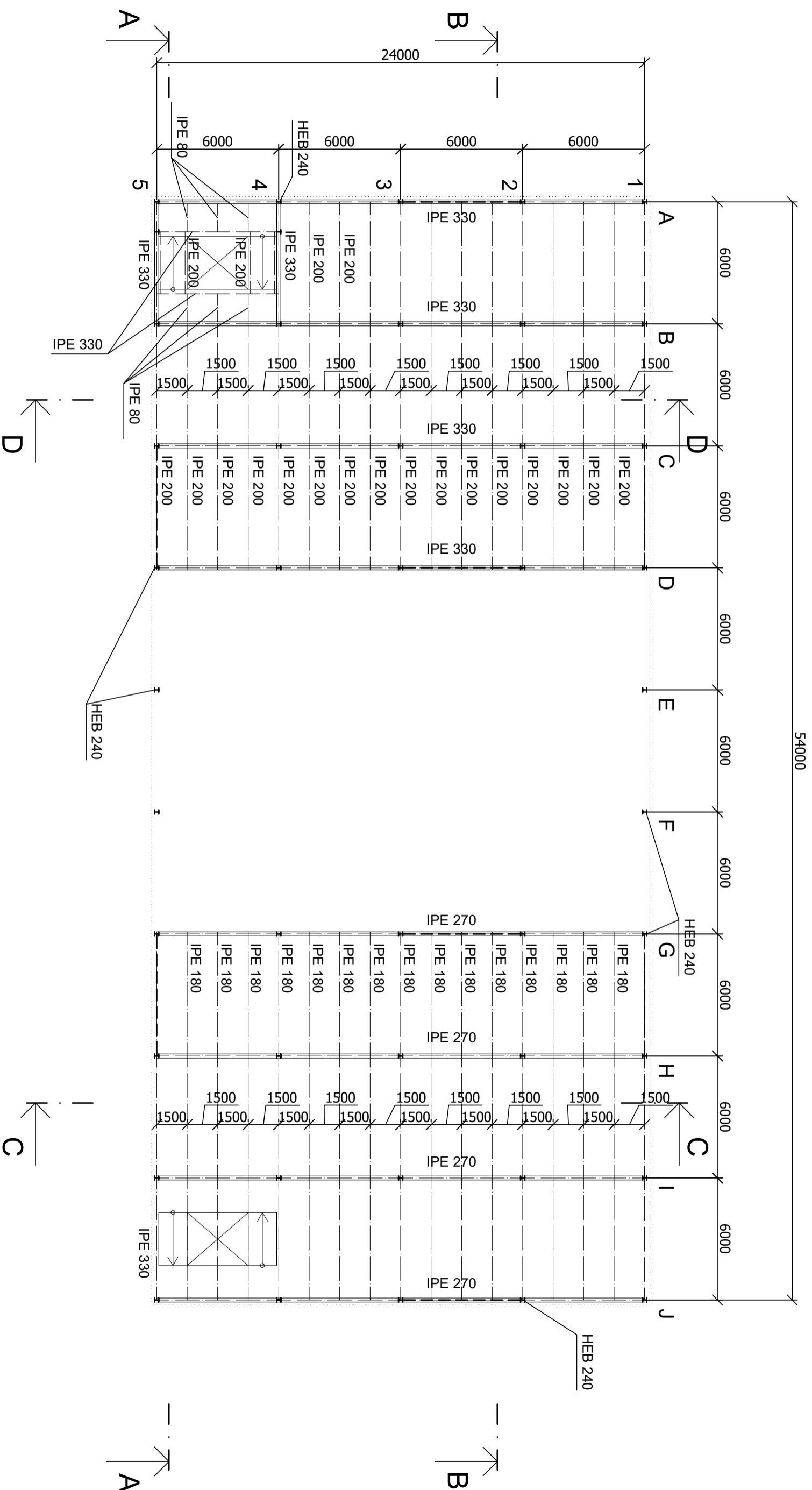
MATERIÁL:
 OCEL S355J0
 DŘEVO GL24H
 BETON C25/30
 ŠROUBY 5.6
 SVORNÍKY 4.6
 ČEPY 8.8

Zpracoval:	Vedoucí cvičení:	Školní rok:	Fakulta stavební ČVUT
Pavel Hrbá	doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš	2016/2017	
Předmět:	Diplomová práce	Datum: 20.12.2016	
Název úlohy:	Depozitář knihovny se studovnou v Táboře		Meřítko: 1:200
Název výkresu:	Půdorys nosných konstrukcí 1.PP		Číslo výkresu: 1




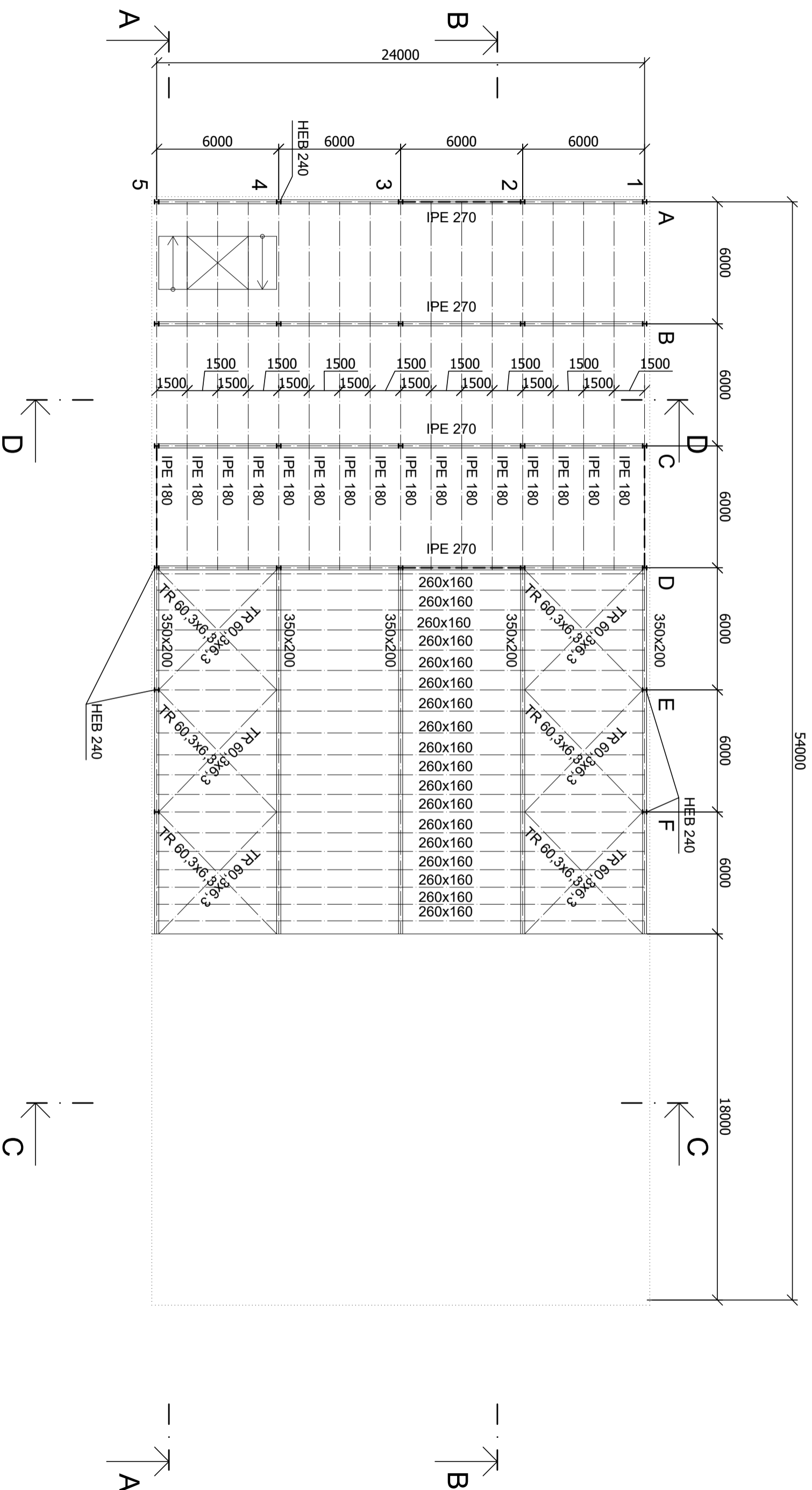
MATERIÁL:
OCCEL S355J0
DŘEVO GL24H
BETON C25/30
ŠROUBY 5.6
SVORNÍKY 4.6
ČEPY 8.8

Zpracoval:	Vedoucí cvičení:	Školní rok:	Fakulta stavební ČVUT
Pavel Hrbá	doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš	2016/2017	
Předmět:	Diplomová práce	Datum: 20.12.2016	
Název úlohy:	Depozitář knihovny se studovnou v Táboře		Meřítko: 1:200
Název výkresu:	Půdorys nosných konstrukcí 1.NP		Číslo výkresu: 2



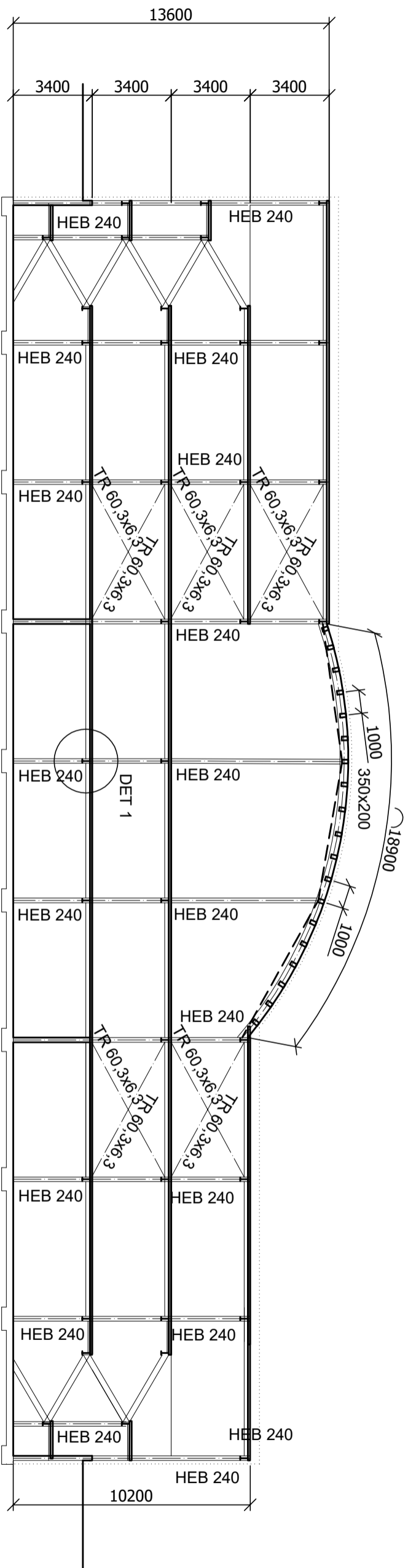
MATERIÁL:
 OCEL S355J0
 DŘEVO GL24H
 BETON C25/30
 ŠROUBY 5.6
 SVORNÍKY 4.6
 ČEPY 8.8

Zpracoval:	Pavel Hrbá	Vedoucí cvičení:	doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš	Školní rok:	2016/2017
Předmět:	Diplomová práce				
Název úlohy:	Depozitář knihovny se studovnou v Táboře				
Název výkresu:	Půdorys nosných konstrukcí 2.NP				
Fakulta stavební ČVUT 				Datum:	20.12.2016
				Meřítko:	1:200
				Číslo výkresu:	3



MATERIÁL:
 OCEL S355J0
 DŘEVO GL24H
 BETON C25/30
 ŠROUBY 5.6
 SVORNÍKY 4.6
 ČEPY 8.8

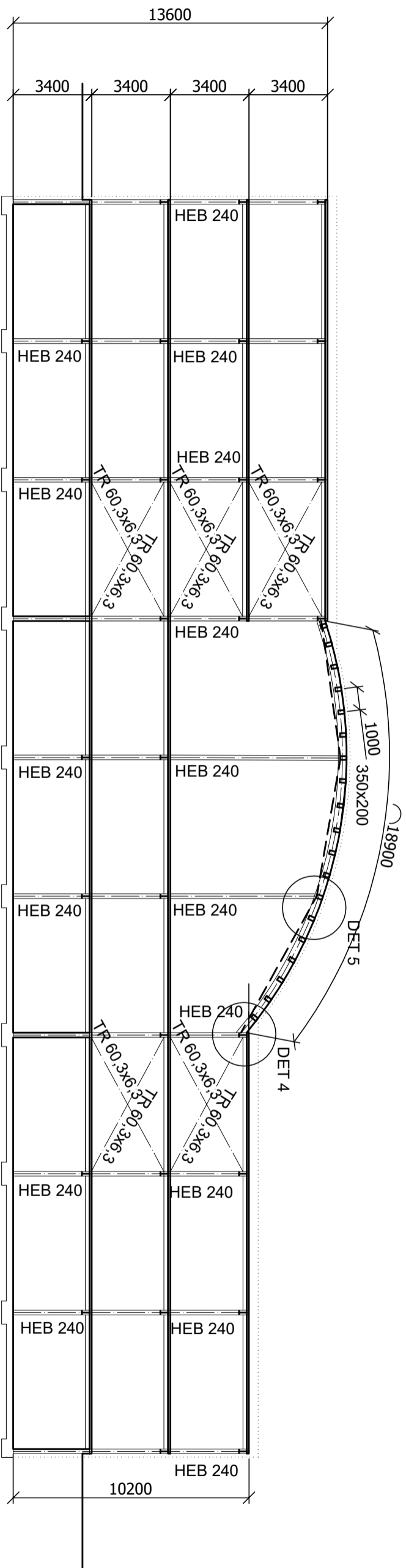
Zpracoval:	Vedoucí cvičení:	Školní rok:	
Pavel Hrbá	doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš	2016/2017	
Předmět:	Diplomová práce		
Název úlohy:	Depozitář knihovny se studovnou v Táboře		
Název výkresu:	Půdorys nosných konstrukcí 3.NP		
	Datum:	20.12.2016	
	Měřítko:	1:200	
	Číslo výkresu:	4	



MATERIÁL:
 OCEL S355J0
 DŘEVO GL24H
 BETON C25/30
 ŠROUBY 5.6
 SVORNÍKY 4.6
 ČEPY 8.8

Zpracoval:	Vedoucí cvičení:	Školní rok:	Fakulta stavební ČVUT
Pavel Hrbá	doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš	2016/2017	
Předmět:	Diplomová práce		
Název úlohy:	Depozitář knihovny se studovnou v Táboře		
Název výkresu:			
	Datum:	20.12.2016	
	Meřítko:	1:200	
	Číslo výkresu:	5	

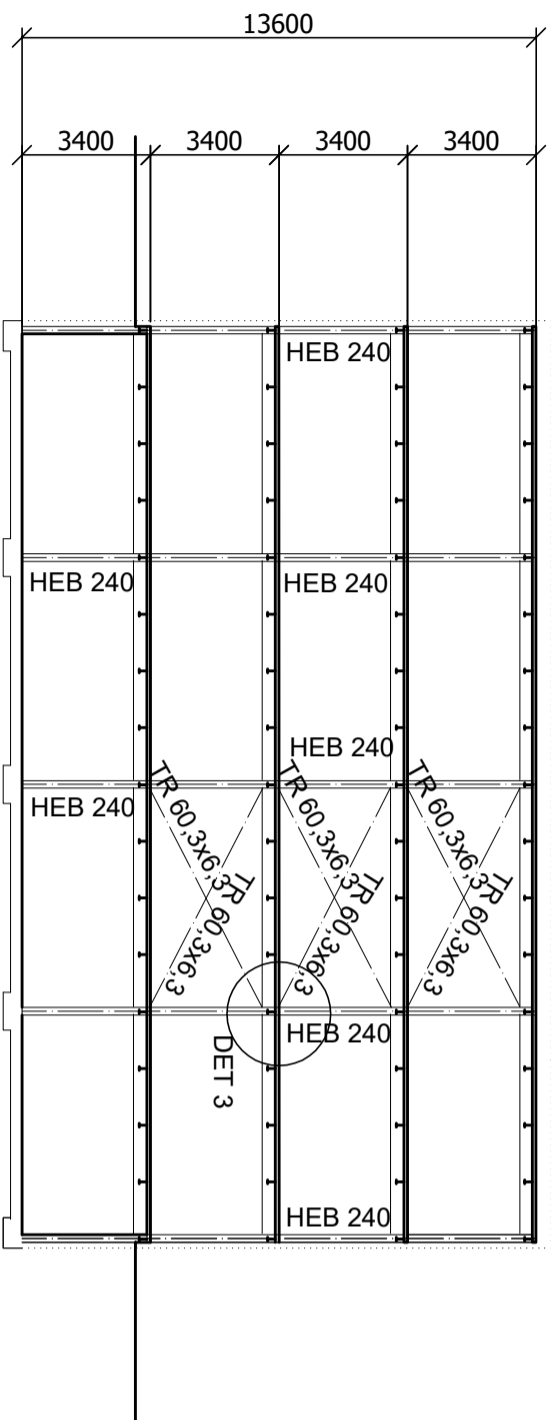
Řez nosnými konstrukcemi A-A



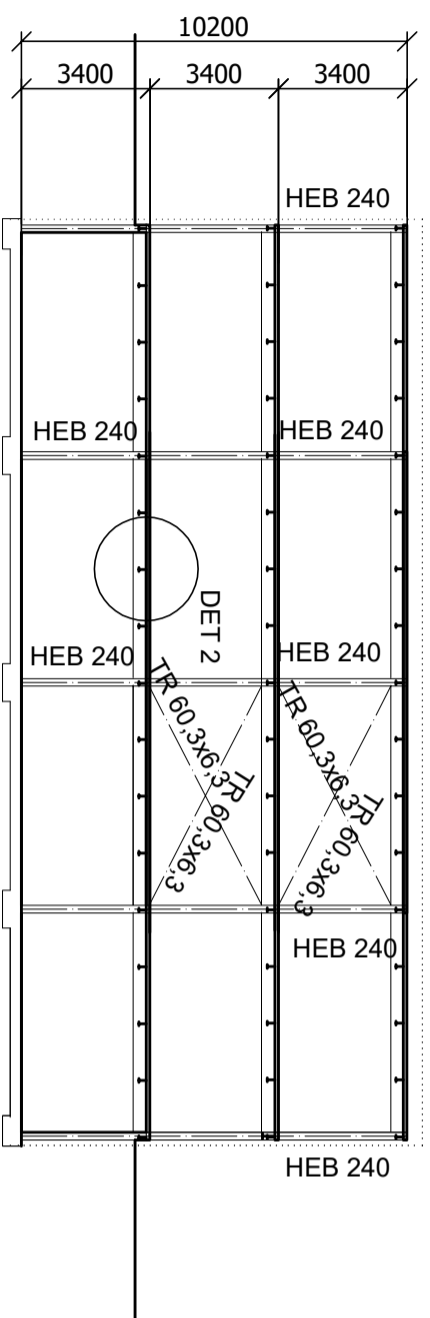
MATERIÁL:
 OCEL S355J0
 DŘEVO GL24H
 BETON C25/30
 ŠROUBY 5.6
 SVORNÍKY 4.6
 ČEPY 8.8

Zpracoval:	Vedoucí cvičení:	Školní rok:	Fakulta stavební ČVUT
Pavel Hrbá	doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš	2016/2017	
Předmět:	Diplomová práce	Datum: 20.12.2016	
Název úlohy:	Depozitář knihovny se studovnou v Táboře		Meřítko: 1:200
Název výkresu:	Řez nosnými konstrukcemi B-B		Číslo výkresu: 6


ŘEZ D-D



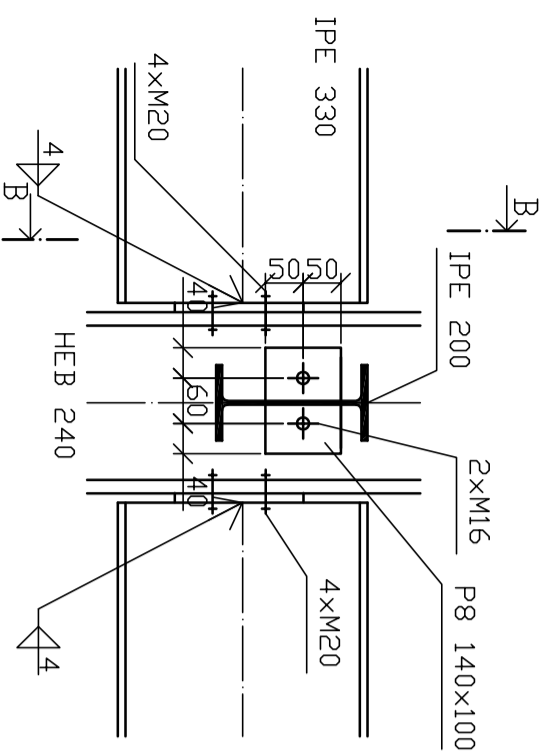
ŘEZ C-C



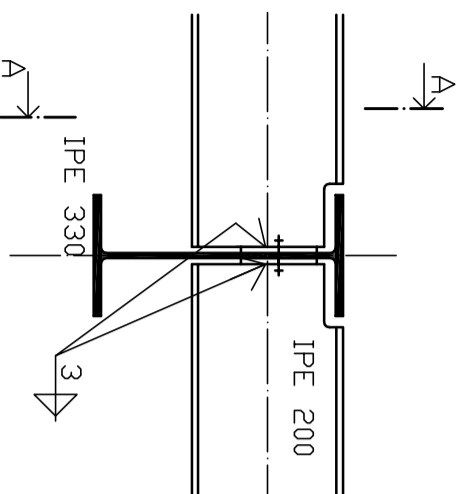
MATERIÁL:
 OCEL S355J0
 DŘEVO GL24H
 BETON C25/30
 ŠROUBY 5.6
 SVORNÍKY 4.6
 ČEPY 8.8

Zpracoval: Pavel Hrbá	Vedoucí cvičení: doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební  ČVUT
Předmět: Diplomová práce	Datum: 20.12.2016 Měřítko: 1:200 Číslo výkresu: 7		
Název úlohy: Depozitář knihovny se studovnou v Táboře			
Název výkresu: Řez nosnými konstrukcemi C-C, D-D			

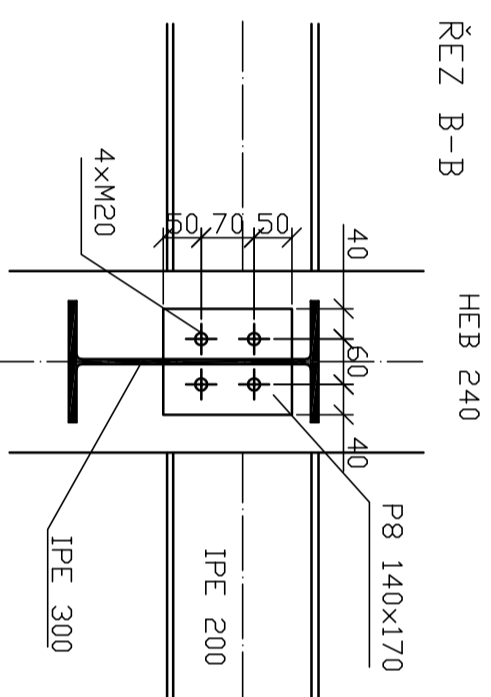
PŘÍPOJ NOSNÍKŮ NA SLOUP (DET 1)



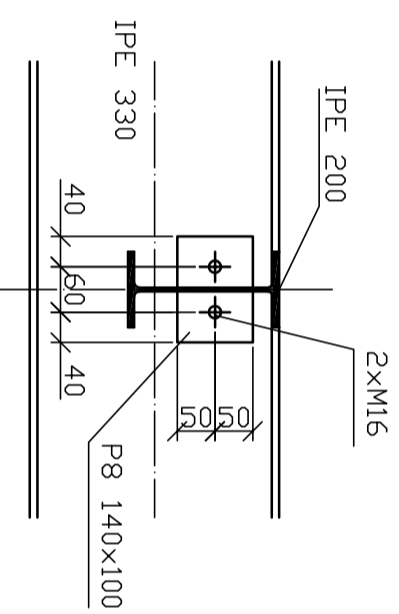
PŘÍPOJ STROPNICE NA PRŮVLAK (DET 2)



ŘEZ B-B

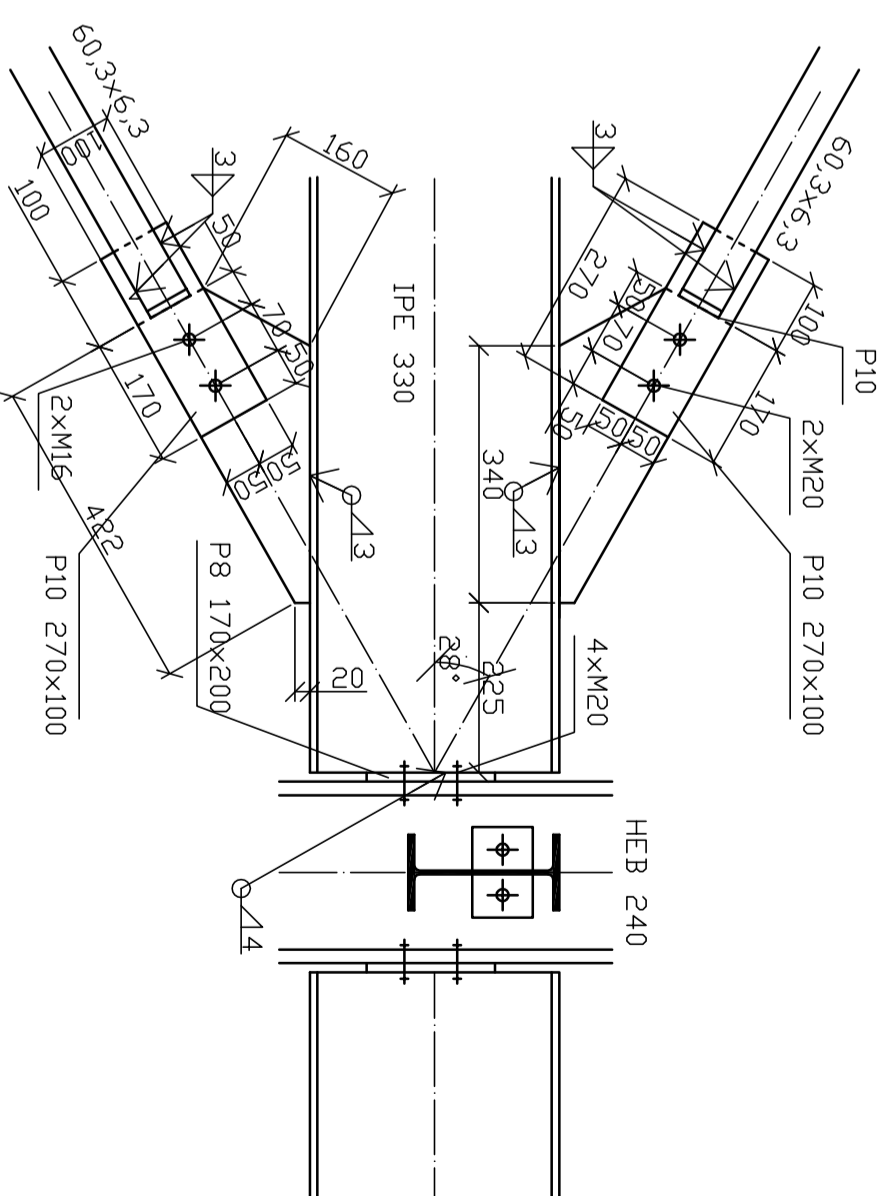



ŘEZ A-A



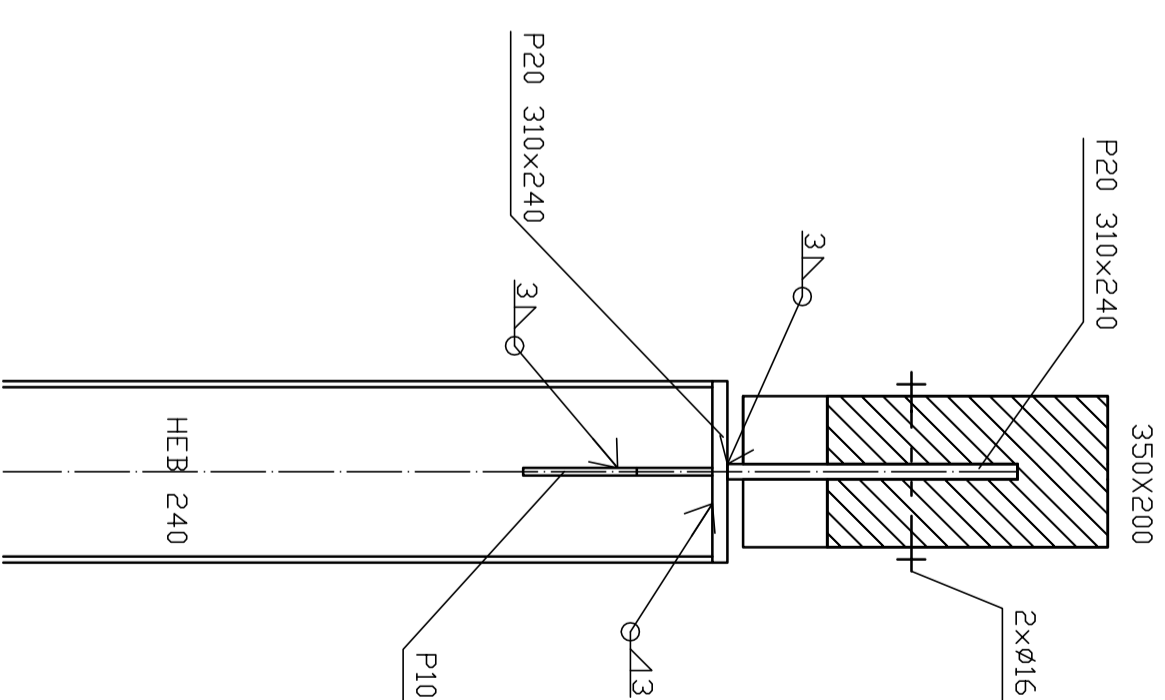
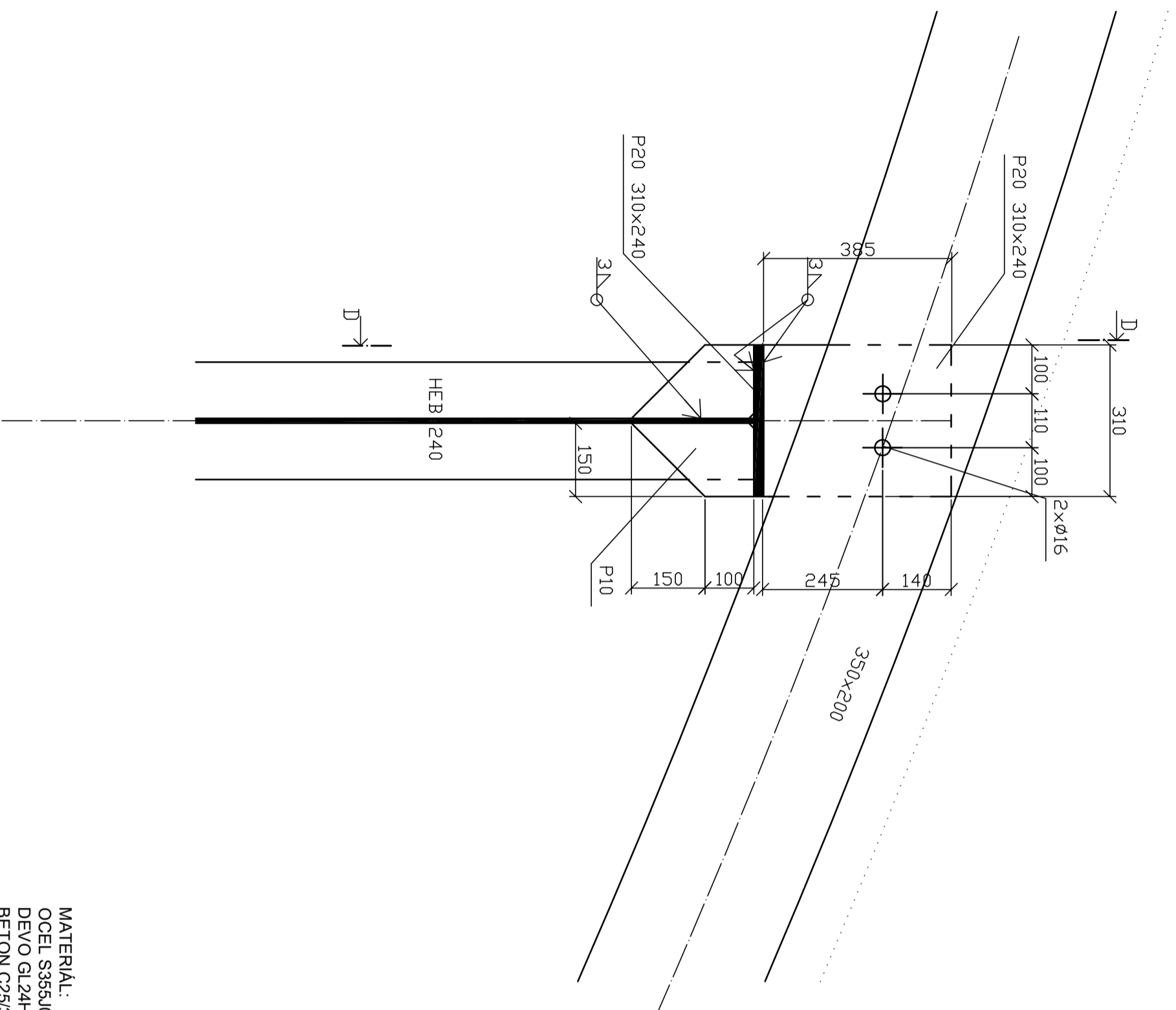
MATERIÁL:
 OCEL S355J0
 DEVO GL24H
 BETON C25/30
 ŠROUBY 5.6
 SVORNÍKY 4.6
 ČEPY 8.8

PŘÍPOJ ZTUŽILA (DET 3)



Zpracoval: Pavel Hrbá	Vedoucí cvičení: doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT 
Předmět: Diplomová práce			
Název úlohy: Depozitář knihovny se studovnou v Táboře	Datum: 20.12.2016	Meřítko: 1:10	
Název výkresu: Detaily přípojů ocelových prvků	Číslo výkresu: 8		

ŘEZ D-D



MATERIAL:
 OCEL S355J0
 DEVO GL24H
 BETON C25/30
 SROUBY 5.6
 SVORNÍKY 4.6
 ČEPY 8.8

Zpracoval:	Vedoucí cvičení:	Školní rok:	Fakulta stavební ČVUT
Pavel Hrbá	doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš	2016/2017	
Předmět:	Diplomová práce		
Název úlohy:	Depozitář knihovny se studovnou v Táboře		
Název výkresu:			
	Datum:	20.12.2016	
	Měřitko:	1:10	
	Číslo výkresu:	10	
Detaily přípoju dřevěných prvků - DET5			