

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

ÚVODNÍ ČÁST



ZASTŘEŠENÍ VENKOVNÍ RESTAURACE U RABYNĚ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracovala:

Kristýna Mouchová

Vedoucí práce:

doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Mouchová Jméno: Kristýna Osobní číslo: 488539
Zadávající katedra: 11134
Studijní program: SI
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Zastřešení venkovní restaurace u Rabyně
Název bakalářské práce anglicky: Roof Construction of an Outdoor Restaurant near Rabyně
Pokyny pro vypracování:
Konstrukční návrh, dispoziční řešení, statický návrh hlavních částí a detailů, výkresová dokumentace, technická zpráva.

Seznam doporučené literatury:
Předán osobně.

Jméno vedoucího bakalářské práce: J. Dolejš

Datum zadání bakalářské práce: 13.1.2021 Termín odevzdání bakalářské práce: 16.5.2021
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

13.1.2021

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracovala samostatně s pomocí konzultací poskytnutých mým vedoucím práce doc. Dr. Ing. Jakubem Dolejšem a se zdroji a literaturou uvedenými dle pravidel citování.

V Praze dne 16. května 2021

.....
Kristýna Mouchová

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu práce doc. Dr. Ing. Jakobovi Dolejšovi, za čas a všechny cenné rady a poznatky, které mi napomohly k vypracování této práce. Dále děkuji všem svým blízkým za oporu během všech let mého studia.

Abstrakt

Zadáním této bakalářské práce je návrh a statické posouzení dřevěného zastřešení venkovní restaurace. Jedná se o dřevěnou konstrukci přístřešku, která je doplněna železobetonovými sloupy a průvlaky. Půdorysný tvar je obdélníkového tvaru s rozměry 20,8 x 12,8 m. Práce je rozdělena na statický výpočet, kde jsou navrženy všechny nosné prvky konstrukce, technickou zprávu a výkresovou část, která je zpracována na základě výpočtů ve statickém posouzení.

Klíčová slova

Přístřešek, krov, vaznice, posouzení, sloupek, přípoj

Abstract

By entering this thesis is to design and static analysis of wooden roofing outdoor restaurant. It is a wooden structure of the shelter, which is complemented by reinforced concrete columns and girders. The floor plan is rectangular with dimensions of 20.8 x 12.8 m. The work is divided into a static calculation, where all the supporting elements of the structure designed, a technical report and a drawing part, which is processed based on calculations in the static assessment.

Key words

Shelter, roof structure, purlin, assessment, column, connection

Obsah bakalářské práce

Úvodní část

Statický výpočet

Technická zpráva

Výkresová dokumentace

- Výkres č. 1: Půdorys (1:50)
- Výkres č. 2: Řez 1-1 (1:50)
- Výkres č. 3: Detail 1 (1:10)
- Výkres č. 4: Detail 2 (1:10)
- Výkres č. 5: Detail 3, Detail 5 (1:10)
- Výkres č. 6: Detail 4 (1:10)

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

STATICKÝ VÝPOČET



ZASTŘEŠENÍ VENKOVNÍ RESTAURACE U RABYNĚ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracovala:

Kristýna Mouchová

Vedoucí práce:

doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

2020/2021

Obsah

1.	Úvod	4
2.	Geometrie konstrukce a návrh konstrukce	5
3.	Zatížení	5
3.1.	<i>Stálé</i>	5
3.1.1.	Vlastní tíha nosné konstrukce	5
3.1.2.	Ostatní stálé	5
3.2.	<i>Užitné</i>	6
3.2.1.	Ostatní užitné	6
3.3.	<i>Proměnné</i>	6
3.3.1.	Sníh	6
3.3.2.	Vítr	6
4.	Zatěžovací stavy	9
5.	Kombinace zatížení	9
6.	Posouzení prvků	11
6.1.	<i>Krokev</i>	11
6.1.1.	Průřezové charakteristiky	11
6.1.2.	Mezní Stav Únosnosti (CO8)	12
6.1.3.	Mezní Stav Únosnosti (CO10)	16
6.1.4.	Mezní Stav Použitelnosti	20
6.2.	<i>Vrcholové kleštiny</i>	21
6.2.1.	Průřezové charakteristiky	21
6.2.2.	Mezní Stav Únosnosti	22
6.2.3.	Mezní Stav Použitelnosti	25
6.3.	<i>Střední kleštiny</i>	26
6.3.1.	Průřezové charakteristiky	26
6.3.2.	Mezní Stav Únosnosti CO10	27
6.3.3.	Mezní Stav Použitelnosti	30
6.4.	<i>Svislý sloupek</i>	31
6.4.1.	Průřezové charakteristiky	31
6.4.2.	Mezní Stav Únosnosti	32
6.4.3.	Mezní Stav Použitelnosti	33
6.5.	<i>Šikmý sloupek</i>	34
6.5.1.	Průřezové charakteristiky	34
6.5.2.	Mezní Stav Únosnosti (CO6)	35
6.5.3.	Mezní Stav Únosnosti (CO10)	38
6.5.4.	Mezní Stav Použitelnosti	41
6.6.	<i>Dolní kleštiny</i>	41
6.6.1.	Průřezové charakteristiky	41
6.6.2.	Mezní Stav Únosnosti (CO4)	42
6.7.	<i>Vrcholová vaznice</i>	44
6.7.1.	Průřezové charakteristiky	44
6.7.2.	Mezní Stav Únosnosti	44
6.7.3.	Mezní Stav Použitelnosti	46
6.8.	<i>Středová vaznice</i>	47

6.8.1.	Průřezové charakteristiky	47
6.8.2.	Mezní Stav Únosnosti.....	48
6.8.3.	Mezní Stav Použitelnosti	50
6.9.	<i>Pozednice</i>	51
6.10.	<i>Železobetonový sloup</i>	51
6.10.1.	Průřezové charakteristiky	51
6.10.2.	Průběh vnitřních sil.....	51
6.11.	<i>Železobetonový průvlak</i>	53
6.11.1.	Průřezové charakteristiky	53
6.11.2.	Průběh vnitřních sil.....	53
7.	Spoje	54
7.1.	<i>Přípoj šikmého sloupku ke kleštinám</i>	54
7.1.1.	Materiálové charakteristiky a součinitelé	54
7.1.2.	Posouzení.....	55
7.2.	<i>Přípoj dřevěného sloupku k železobetonovému sloupu</i>	56
7.2.1.	Materiálové charakteristiky a součinitelé	56
7.2.2.	Posouzení.....	56
8.	Prostorová tuhost	58
9.	Orientační posouzení založení.....	59
10.	Závěr	62
11.	Použité programy.....	63
12.	Použité normy, literatura a ostatní zdroje.....	63

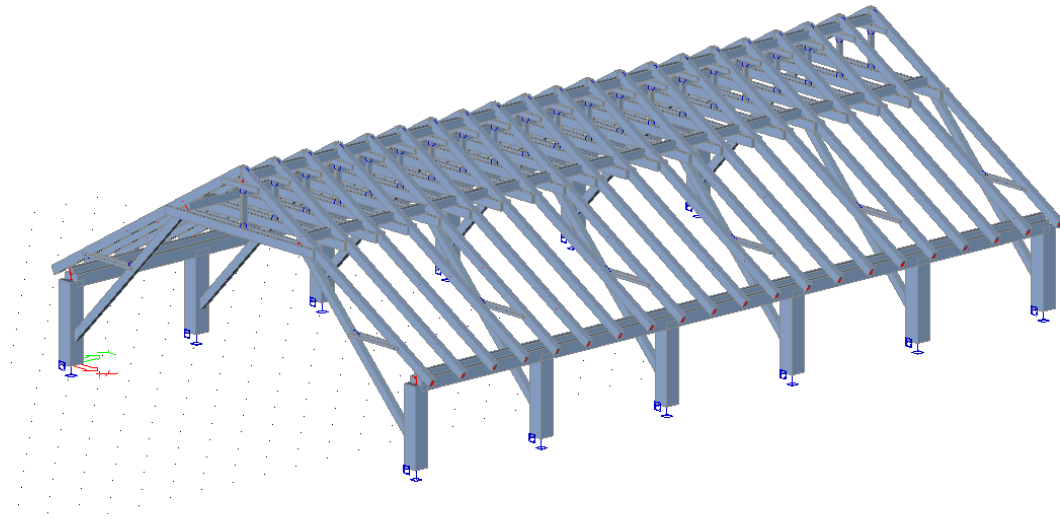
1. Úvod

Předmětem tohoto návrhu je konstrukce dřevěného zastřešení venkovní restaurace. Cílem je navržení a posouzení nosných prvků této konstrukce. Jedná se o vaznicovou soustavu, hlavním materiálem je rostlé dřevo C24 a pro zajištění prostorové tuhosti byly navrženy vetknuté betonové sloupy propojené betonovými průvlaky, které společně tvoří tuhý rám. Pro získání vnitřních sil, které budou potřeba k posouzení jednotlivých prvků bude vytvořený 3D model, ze kterého se budou moci hodnoty získat.

Tento návrh je primárně zaměřený na posouzení dřevěných nosných prvků.

2. Geometrie konstrukce a návrh konstrukce

Pro vytvoření výpočetního 3D modelu byl použit software SCIA Engineer.



Obrázek 1.: 3D výpočetní model

3. Zatížení

3.1. Stálé

3.1.1. Vlastní tíha nosné konstrukce

- SCIA Engineer započítává vlastní tíhu jednotlivých prvků konstrukce z předpokládaných rozměrů prvků a materiálů

3.1.2. Ostatní stálé

Skladba střechy					
vrstva	kg/m ³	tř. [mm]	kN/m ²	Z.Š.	kN/m
Keramická krytina			0,45	1	0,45
Kontralatě 60x40	350	40	0,14	1	0,14

0,59 kN/m

Tabulka 1: Skladba střechy

$$q_{k,1} = 0,59 \text{ kN/m}$$

Ostatní stálé					
vrstva	kg/m ³	tř. [mm]	kN/m ²	Z.Š.	kN/m
Zavěšené dekorace/TV/..			0,1	1	0,1

0,1 kN/m

Tabulka 2: Ostatní stálé zatížení

$$q_{k,2} = 0,1 \text{ kN/m}$$

$$q_k = q_{k,1} + q_{k,2} = 0,59 + 0,1 = \mathbf{0,69 \text{ kN/m}}$$

3.2. Užité

3.2.1. Ostatní užité

- dle ČSN EN 1991-1-1: užité zatížení střech pro kategorii H -střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav
- charakteristická hodnota užitého zatížení $q_{k,l} = 0,75 \text{ kN/m}^2$
- zatěžovací šířka = osová vzdálenost krokví $l_l = 1 \text{ m}$

$$f_{2,k} = q_{1,k} \cdot l_l = 0,75 \cdot 1,0 = \mathbf{0,75 \text{ kN/m}}$$

3.3. Proměnné

3.3.1. Sníh

Lokalita Rabyně, okres Benešov, kraj Středočeský

Sněhová oblast I

- úhel sklonu střechy $\alpha = 30^\circ$
- tvarový součinitel zatížení sněhem $\mu_l = 0,8$
- součinitel expozice (typ krajiny normální) $C_e = 1,0$
- tepelný součinitel $C_t = 1,0$
- charakteristická hodnota zatížení sněhem $s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$ (viz. www.dlubal.com)
- součinitel spolehlivosti $\gamma_Q = 1,5$

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

$$s_d = \mu_1 \cdot \gamma_Q = 0,56 \cdot 1,5 = 0,84 \text{ kN/m}^2$$

3.3.2. Vítr

Lokalita Rabyně, okres Benešov, kraj Středočeský

Větrná oblast II

Kategorie terénu III

Základní rychlost větru

- výchozí základní rychlost větru $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$ (viz. www.dlubal.com)
- součinitel směru větru $C_{dir} = 1,0$
- součinitel ročního období $C_{season} = 1,0$

$$v_b = v_{b,0} \cdot C_{dir} \cdot C_{season} = 25 \cdot 1 \cdot 1 = \mathbf{25 \text{ m/s}}$$

Charakteristická střední rychlost větru

- $z_0 = 0,3 \text{ m}$
 - $z_{0,II} = 0,3 \text{ m}$
 - $z_{min} = 5 \text{ m}$
 - $z_{max} = 200 \text{ m}$
 - výška objektu $h = z = 6 \text{ m}$
 - součinitel orografie $c_0(z) = 1,0$
 - součinitel terénu k_r :
-

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

- Součinitel drsnosti terénu $c_r(z)$:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) = 0,19 \cdot \ln \left(\frac{6}{0,3} \right) = 0,569$$

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,569 \cdot 1,0 \cdot 25 = \mathbf{14,225 \text{ m/s}}$$

Maximální dynamický tlak

- součinitel turbulence $k_1 = 1,0$
- měrná hmotnost vzduchu $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- součinitel expozice $C_e(z) = 1,3$ (odečteno z grafu zohledňujícího výšku budovy a kategorii terénu)
- intenzita turbulence $l_v(z)$:

$$l_v(z) = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right)} = \frac{1,0}{1,0 \cdot \ln \left(\frac{6}{0,3} \right)} = 0,334$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot l_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,334] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 14,225^2 = \mathbf{422 \text{ N/m}^2}$$

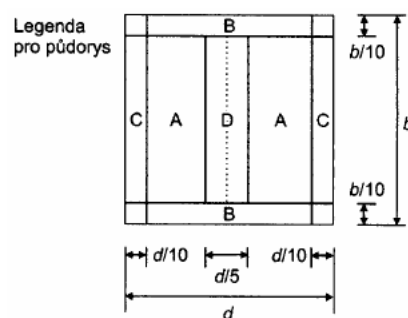
Tlak větru

- součinitel celkové síly C_f
- součinitel výsledného tlaku $C_{p,net}$

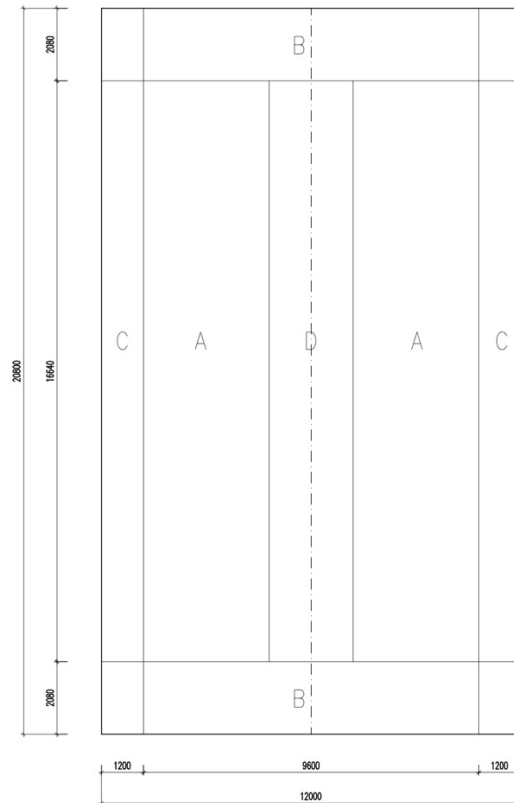
$$w_e = q_p(z) \cdot c_{p,net}$$

Úhel sklonu střechy α	Součinitel plnosti φ	Součinitel celkové síly C_f	Součinitel výsledného tlaku $C_{p,net}$			
			Oblast A	Oblast B	Oblast C	Oblast D
30°	maximum všech φ	0,9	1,3	1,9	1,6	0,7
	0	-1,0	-1,4	-1,9	-1,4	-2,0
	1	-1,3	-1,4	-1,8	-1,4	-2,0

Tabulka 3: Hodnoty součinitelů $C_{p,net}$ a C_f



Obrázek 2.: Obecné schéma oblastí $c_{p,net}$ pro sedlové přístřešky

Obrázek 3.: Schéma oblastí $c_{p,net}$

Vítř přičný = podélný

- výška hřebene $h = 6$ m
- rozměr konstrukce kolmo na směr větru $b = 20,8$ m
- rozměr konstrukce rovnoběžný se směrem větru $d = 12$ m

Oblast	$q_p(z)$	$C_{p,net,vše}$	$w_e(z)$	$C_{p,net,0}$	$w_e(z)$	$C_{p,net,1}$	$w_e(z)$
	[kN/m ²]		[kN/m ²]		[kN/m ²]		[kN/m ²]
A	0,422	1,3	0,5	-1,4	-0,6	-1,4	-0,6
B	0,422	1,9	0,8	-1,9	-0,8	-1,8	-0,8
C	0,422	1,6	0,7	-1,4	-0,6	-1,4	-0,6
D	0,422	0,7	0,3	-2,0	-0,8	-2,0	-0,8

Tabulka 4: „+“ hodnoty tlaku a „-“ hodnoty sání na vnější povrch střechy pro různé součinitele plnosti φ

4. Zatěžovací stavy

NÁZEV	TYP PŮSOBENÍ	POPIS	PŮSOBENÍ
ZS1	Stálé	Vlastní tíha	/
ZS2	Stálé	Ostatní stálé	/
ZS3	Proměnné	Užitné - levá polovina střechy	Střednědobé
ZS4	Proměnné	Užitné - pravá polovina střechy	Střednědobé
ZS5	Proměnné	Sníh	Střednědobé
ZS6	Proměnné	Sníh - návěj na levé polovině	Střednědobé
ZS7	Proměnné	Sníh - návěj na pravé polovině	Střednědobé
ZS8	Proměnné	Vítr max. TLAK	Krátkodobé
ZS9	Proměnné	Vítr max. SÁNÍ	Krátkodobé

Tabulka 5: Výpis zatěžovacích stavů

5. Kombinace zatížení

Kombinace pro MSÚ: (ČSN EN 1990: Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí) (6.10)

$$\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,j} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} G_{k,i}$$

- G = stálé zatížení
- Q = proměnné zatížení
- $\gamma_G = 1,35$, $\gamma_Q = 1,5$
- $\psi_{0,i} = 0,6$ (vítr), $\psi_{0,i} = 0,5$ (sníh)
- P = hodnota zatížení od předpětí, v této práci se takové zatížení nevyskytují, můžeme tedy celý člen vyloučit

$$\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,j} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} G_{k,i}$$

č.	γ	VI. Tíha	γ	Ost. Stálé	$\gamma^*\psi$	Užitné	$\gamma^*\psi$	Sníh	$\gamma^*\psi$	Sníh L	$\gamma^*\psi$	Sníh P	$\gamma^*\psi$	Vítr TLAK	$\gamma^*\psi$	Vítr SÁNÍ
1	1,35	ZS1	1,35	ZS2	1,5	ZS3 + ZS4							1,5*0,6	ZS8		
2	1,0	ZS1	1,0	ZS2	1,5	ZS3 + ZS4									1,5*0,6	ZS9
3	1,35	ZS1	1,35	ZS2	1,5	ZS3										
4	1,35	ZS1	1,35	ZS2	1,5	ZS4										
5	1,35	ZS1	1,35	ZS2	1,5	ZS3 + ZS4	1,5*0,5	ZS5								
6	1,35	ZS1	1,35	ZS2	1,5	ZS3										
7	1,0	ZS1	1,0	ZS2	1,5	ZS3										
8	1,35	ZS1	1,35	ZS2	1,5	ZS4										
9	1,0	ZS1	1,0	ZS2	1,5	ZS4										
10	1,35	ZS1	1,35	ZS2	1,5	ZS3 + ZS4	1,5*0,5	ZS5								
11	1,0	ZS1	1,0	ZS2	1,5	ZS3 + ZS4	1,5*0,5	ZS5								
12	1,35	ZS1	1,35	ZS2			1,5	ZS5								
13	1,35	ZS1	1,35	ZS2			1,5	ZS5								
14	1,0	ZS1	1,0	ZS2			1,5	ZS5								
15	1,35	ZS1	1,35	ZS2					1,5	ZS6						
16	1,35	ZS1	1,35	ZS2					1,5	ZS6						
17	1,0	ZS1	1,0	ZS2					1,5	ZS6						
18	1,35	ZS1	1,35	ZS2							1,5	ZS7				
19	1,35	ZS1	1,35	ZS2							1,5	ZS7				
20	1,0	ZS1	1,0	ZS2							1,5	ZS7				
21	1,35	ZS1	1,35	ZS2									1,5	ZS8		
22	1,35	ZS1	1,35	ZS2									1,5	ZS8		
23	1,35	ZS1	1,35	ZS2									1,5	ZS8		
24	1,35	ZS1	1,35	ZS2									1,5	ZS8		
25	1,35	ZS1	1,35	ZS2									1,5	ZS8		
26	1,0	ZS1	1,0	ZS2									1,5	ZS8		
27	1,0	ZS1	1,0	ZS2											1,5	ZS9
28	1,0	ZS1	1,0	ZS2											1,5	ZS9
29	1,0	ZS1	1,0	ZS2											1,5	ZS9
30	1,0	ZS1	1,0	ZS2											1,5	ZS9

Tabulka 6: Zatěžovací stavy

Kombinace pro MSP – charakteristická kombinace (nevratné účinky)

$$\sum G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- G = stáله zatížení
- Q = proměnné zatížení
- $\psi_{0,i} = 0,6$ (vítr), $\psi_{0,i} = 0,5$ (sníh)
- P = hodnota zatížení od předpětí, v této práci se takové zatížení nevyskytují, můžeme tedy celý člen vyloučit

$$\sum G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

6. Posouzení prvků

6.1. Krokve

Rozhodující kombinace byly CO8 a CO10 – v obou kombinacích je jako dominantní proměnné zatížení užité.

6.1.1. Průřezové charakteristiky

Průřez a materiál: dřevo C24
 třída provozu 2
 $k_{mod} = 0,8$
 $f_{m,g,k} = 24 \text{ MPa}$
 $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$
 $f_{c,k} = 21 \text{ MPa}$
 $E_{0,mean} = 11\,000 \text{ MPa}$
 $E_{0,05} = 7\,400 \text{ MPa}$
 $\gamma_m = 1,3$
 $k_{cr} = 0,67$
 $k_m = 0,7$
 $l = 7\,600 \text{ mm}$

Rozměry	b	h		
Obdélník	140	240 mm		y
A =	33600 mm ²			
I _y =	161280000,00 mm ⁴		I _z =	54880000,00 mm ⁴
W _{el,y} =	1344000,00 mm ³		W _{el,z} =	784000,00 mm ³
L _{ef,y} =	3370 mm		L _{ef,z} =	3370 mm
i _y =	69,28 mm		i _z =	40,41 mm

Návrhové pevnosti:

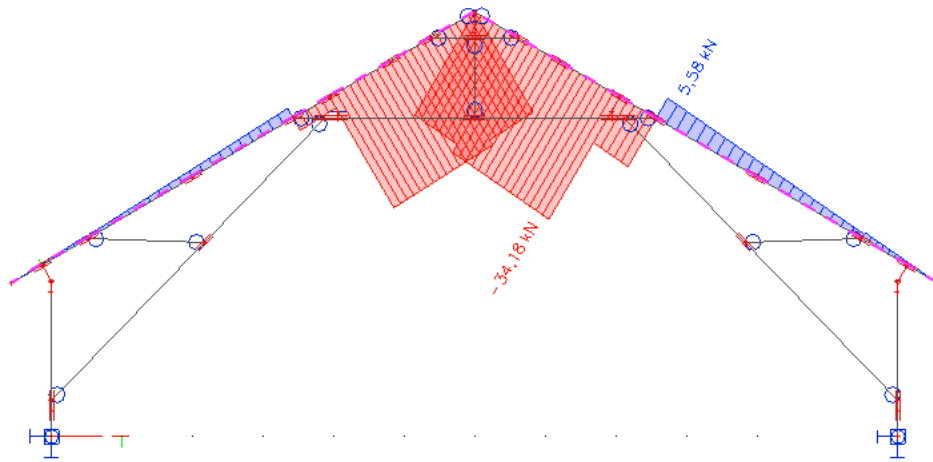
$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,g,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,3} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{4}{1,3} = 2,46 \text{ MPa}$$

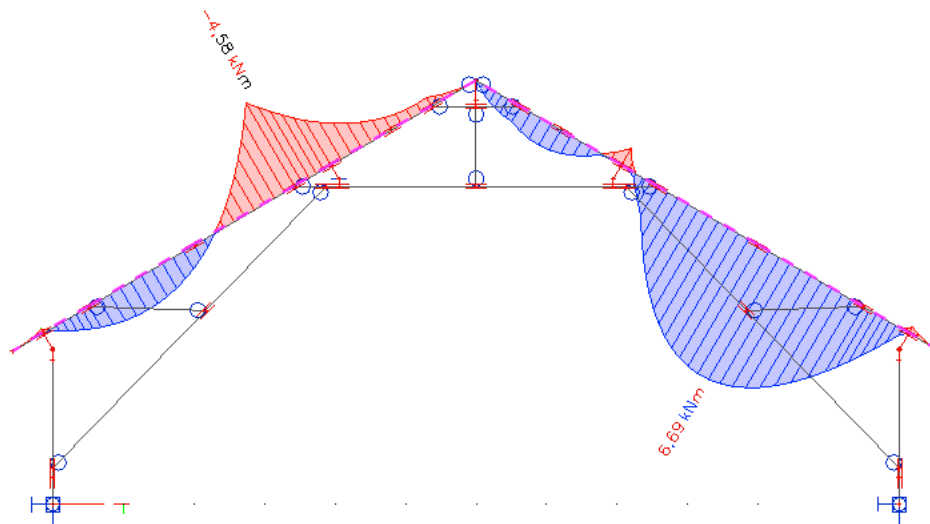
$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{21}{1,3} = 12,92 \text{ MPa}$$

6.1.2. Mezní Stav Únosnosti (CO8)

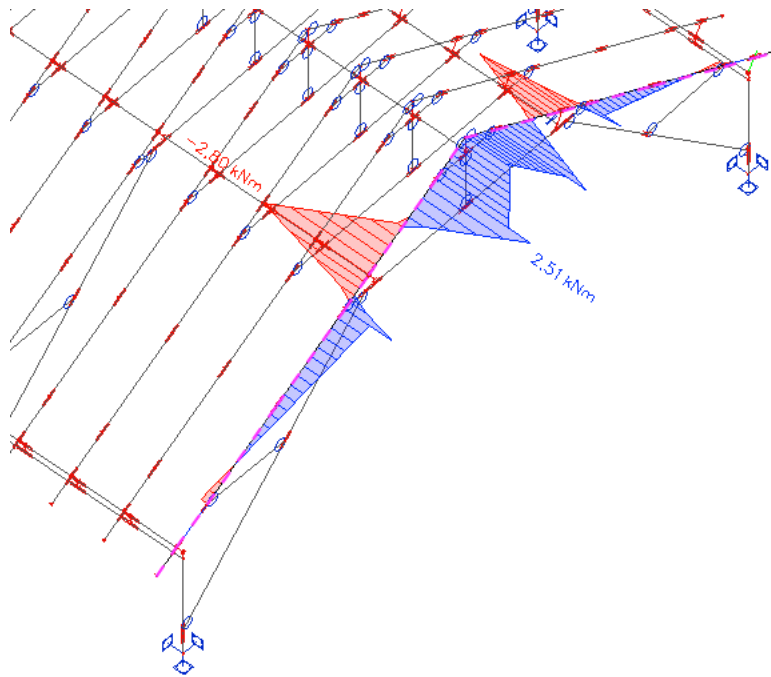
6.1.2.1. Průběh vnitřních sil



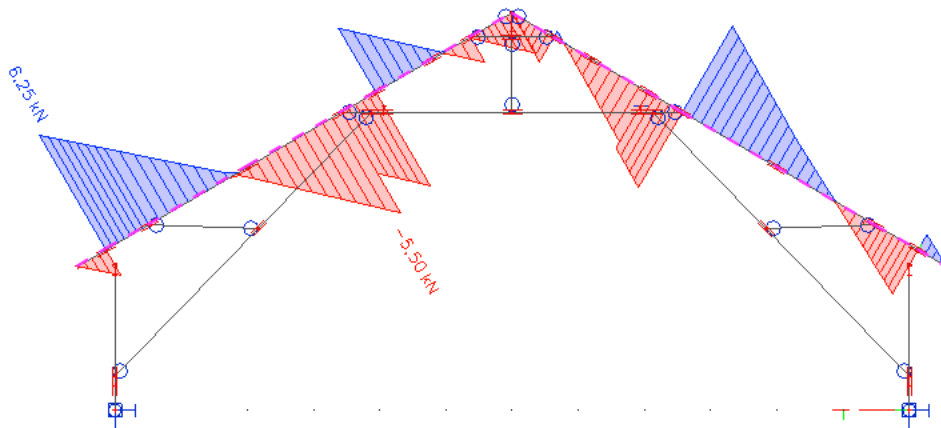
Obrázek 4.: Průběh N



Obrázek 5.: Průběh My



Obrázek 6.: Průběh Mz



Obrázek 7.: Průběh Vz

Návrhové vnitřní síly:

$$N_{Ed} = -34,18 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 6,69 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 2,8 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 6,25 \text{ kN}$$

6.1.2.2. Posouzení

Posouzení ohybu

Normálové napětí v tlaku a ohybu

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{34,18 \cdot 10^3}{33\,600} = 1,02 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y}} = \frac{6,69 \cdot 10^6}{1\,344 \cdot 10^3} = 4,98 \text{ MPa}$$

$$W_{el,y} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 140 \cdot 240^2 = 1\,344 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}} = \frac{2,8 \cdot 10^6}{78,4 \cdot 10^6} = 3,57 \text{ MPa}$$

$$W_{el,y} = \frac{1}{6} \cdot h \cdot b^2 = \frac{1}{6} \cdot 240 \cdot 140^2 = 78,4 \cdot 10^6 \text{ MPa}$$

Štíhlostní poměry - kolmo k ose „y“

$L_{cr,y} = 3\,370 \text{ mm}$ - je uvažována větší vzpěrná délka

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{3\,379}{69,28} = 48,64$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{161,28 \cdot 10^6}{33\,600}} = 69,28 \text{ mm}$$

- kolmo k ose „z“

$L_{cr,z} = 3\,370 \text{ mm}$ - je uvažována větší vzpěrná délka

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{3\,370}{40,41} = 83,39$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{54,88 \cdot 10^6}{33\,600}} = 40,41 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda_{MAX}^2} = \pi^2 \cdot \frac{7\,400}{83,39^2} = \mathbf{10,5 \text{ MPa}}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{c,k}}{\sigma_{c,crit}}} = \sqrt{\frac{21}{10,5}} = \mathbf{1,11}$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\beta_c = 0,2 \text{ mm}$$

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,11 - 0,3) + 1,11] = 1,2 \text{ MPa}$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 + \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{1,2 + \sqrt{1,2^2 + 1,11^2}} = \mathbf{0,61}$$

Posouzení na vzpěr a ohyb

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} < 1$$

$$\frac{1,02}{0,61 \cdot 12,92} + \frac{4,98}{14,77} + 0,7 \cdot \frac{3,57}{14,77} = 0,12 + 0,34 + 0,7 \cdot 0,24 = \mathbf{0,64} < 1$$

VYHOVUJE

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} < 1$$

$$\frac{1,02}{0,61 \cdot 12,92} + 0,7 \cdot \frac{4,98}{14,77} + \frac{3,57}{14,77} = 0,12 + 0,7 \cdot 0,34 + 0,24 = \mathbf{0,61} < 1$$

VYHOVUJE

Posouzení smyku

Účinná plocha průřezu

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 140 = 93,8 \text{ mm}$$

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 93,8 \cdot 240 = \mathbf{22\,512 \text{ mm}^2}$$

Smykové napětí

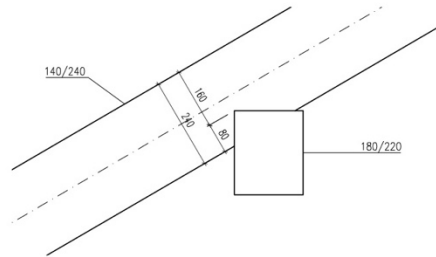
$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot A_{eff}} < f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot 6,25 \cdot 10^3}{2 \cdot 22 \cdot 512} = \mathbf{0,42 \text{ MPa}} < 2,46 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

6.1.2.3. Posouzení oslabeného průřezu

Rozměry	b	h	
Obdélník	140	160 mm	
A =		22400 mm ²	
I _y =		47786666,67 mm ⁴	I _z = 36586666,67 mm ⁴
W _{el,y} =		597333,33 mm ³	W _{el,z} = 522666,67 mm ³
L _{ef,y} =		3370 mm	L _{ef,z} = 3370 mm
i _y =		46,19 mm	i _z = 40,41 mm



Obrázek 8.: Geometrie oslabeného průřezu

Posouzení ohybu

Normálové napětí v tlaku a ohybu

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{34,18 \cdot 10^3}{22 \cdot 400} = \mathbf{1,53 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y}} = \frac{4,58 \cdot 10^6}{597,33 \cdot 10^3} = \mathbf{7,67 \text{ MPa}}$$

$$W_{el,y} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 140 \cdot 160^2 = 597,33 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}} = \frac{2,8 \cdot 10^6}{522,66 \cdot 10^3} = \mathbf{5,36 \text{ MPa}}$$

$$W_{el,z} = \frac{1}{6} \cdot h \cdot b^2 = \frac{1}{6} \cdot 160 \cdot 140^2 = 522,66 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

Posouzení na vzpěr a ohyb

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} < 1$$

$$\frac{1,53}{12,92} + \frac{7,67}{14,77} + 0,7 \cdot \frac{5,36}{14,77} = 0,12 + 0,52 + 0,7 \cdot 0,36 = \mathbf{0,89} < 1$$

VYHOVUJE

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} < 1$$

$$\frac{1,53}{12,92} + 0,7 \cdot \frac{7,67}{14,77} + \frac{5,36}{14,77} = 0,12 + 0,7 \cdot 0,52 + 0,36 = \mathbf{0,84} < 1$$

VYHOVUJE

Posouzení smyku

Účinná plocha průřezu

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 140 = 93,8 \text{ mm}$$

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 93,8 \cdot 160 = \mathbf{15\ 008\ mm^2}$$

Smykové napětí

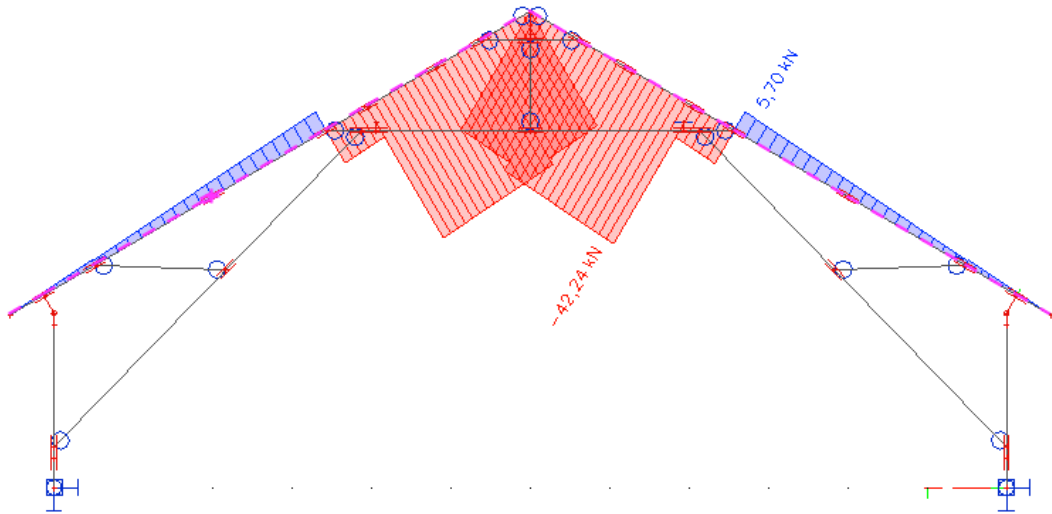
$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot A_{eff}} < f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot 6,25 \cdot 10^3}{2 \cdot 15\ 008} = \mathbf{0,62\ MPa} < 2,46\ MPa$$

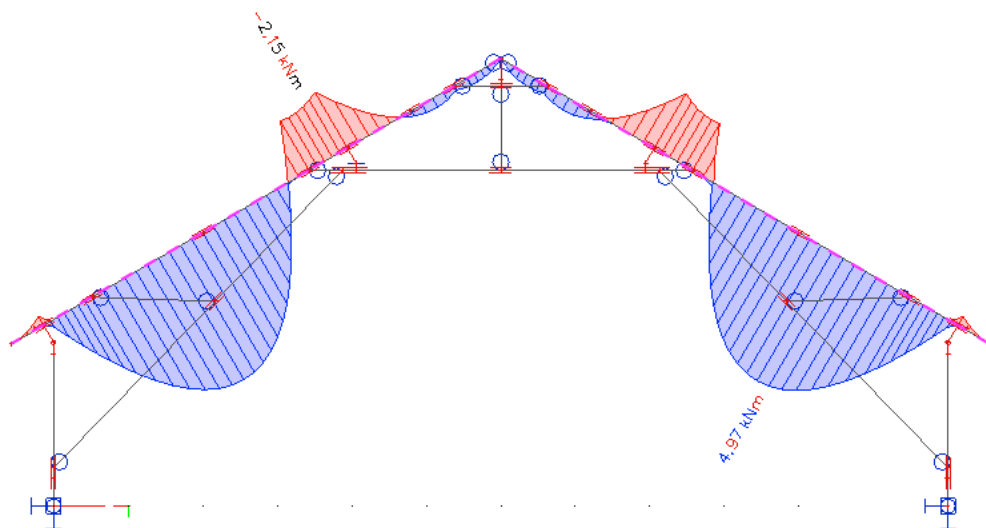
VYHOVUJE

6.1.3. Mezní Stav Únosnosti (CO10)

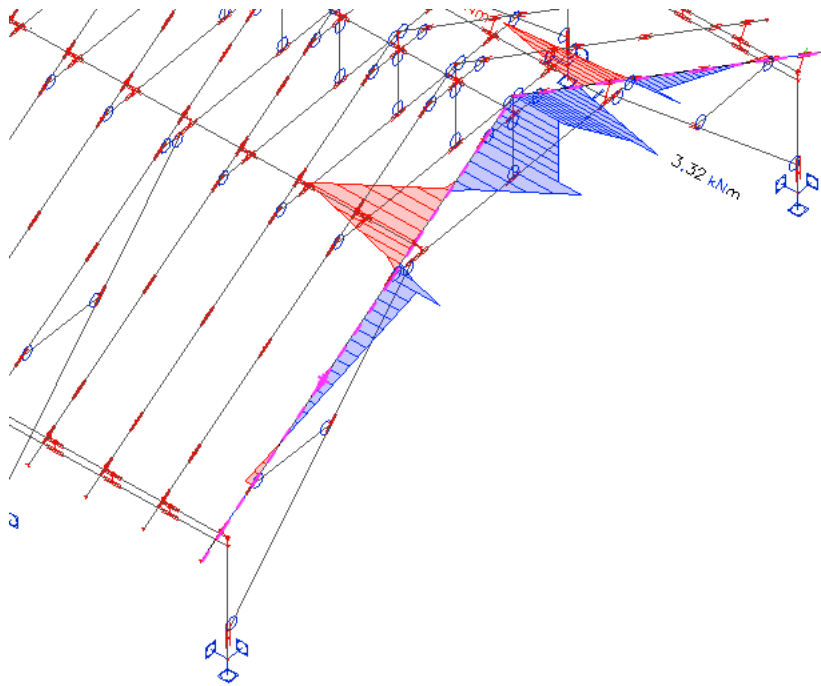
6.1.3.1. Průběh vnitřních sil



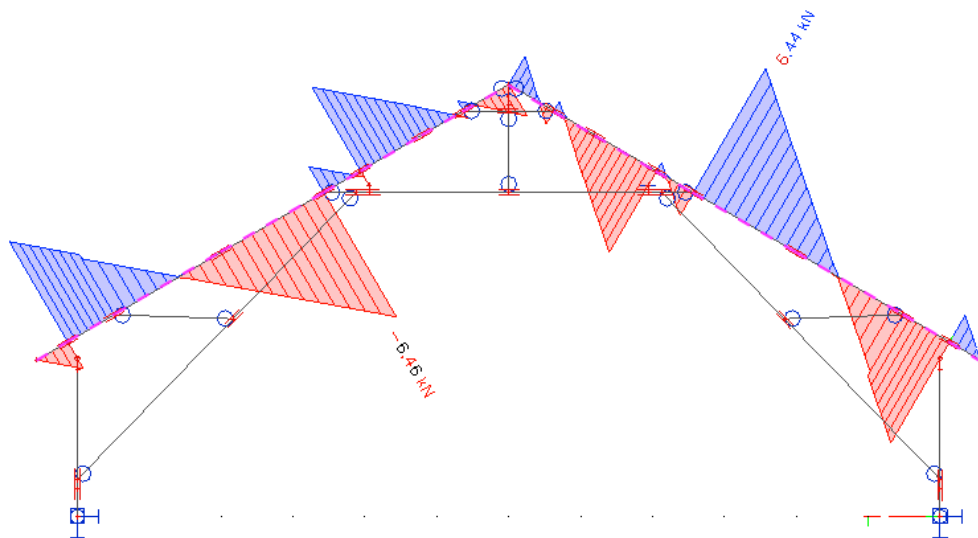
Obrázek 9.: Průběh N



Obrázek 10.: Průběh My



Obrázek 11.: Průběh Mz



Obrázek 12.: Průběh Vz

6.1.3.2. Průřezové charakteristiky

Návrhové vnitřní síly:

$$N_{Ed} = -42,24 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 4,97 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 3,32 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 6,46 \text{ kN}$$

6.1.3.3. Posouzení

Posouzení ohybu

Normálové napětí v tlaku a ohybu

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{42,24 \cdot 10^3}{33\,600} = 1,26 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y}} = \frac{4,97 \cdot 10^6}{1\,344 \cdot 10^3} = 3,7 \text{ MPa}$$

$$W_{el,y} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 140 \cdot 240^2 = 1\,344 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}} = \frac{3,32 \cdot 10^6}{78,4 \cdot 10^6} = \mathbf{4,23 \text{ MPa}}$$

$$W_{el,y} = \frac{1}{6} \cdot h \cdot b^2 = \frac{1}{6} \cdot 240 \cdot 140^2 = 78,4 \cdot 10^6 \text{ MPa}$$

Štíhlostní poměry - kolmo k ose „y“

$L_{cr,y} = 3\,370 \text{ mm}$ - je uvažována větší vzpěrná délka

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{3\,379}{69,28} = 48,64$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{161,28 \cdot 10^6}{33\,600}} = 69,28 \text{ mm}$$

- kolmo k ose „z“

$L_{cr,z} = 3\,370 \text{ mm}$ - je uvažována větší vzpěrná délka

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{3\,370}{40,41} = 83,39$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{54,88 \cdot 10^6}{33\,600}} = 40,41 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda_{MAX}^2} = \pi^2 \cdot \frac{7\,400}{83,39^2} = \mathbf{10,5 \text{ MPa}}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{c,k}}{\sigma_{c,crit}}} = \sqrt{\frac{21}{10,5}} = \mathbf{1,11}$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\beta_c = 0,2 \text{ mm}$$

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,11 - 0,3) + 1,11] = 1,2 \text{ MPa}$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 + \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{1,2 + \sqrt{1,2^2 + 1,11^2}} = \mathbf{0,61}$$

Posouzení na vzpěr a ohyb

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} < 1$$

$$\frac{1,26}{0,61 \cdot 12,92} + \frac{3,7}{14,77} + 0,7 \cdot \frac{4,23}{14,77} = 0,16 + 0,25 + 0,7 \cdot 0,28 = \mathbf{0,61} < 1$$

VYHOVUJE

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} < 1$$

$$\frac{1,26}{0,61 \cdot 12,92} + 0,7 \cdot \frac{3,7}{14,77} + \frac{4,23}{14,77} = 0,16 + 0,7 \cdot 0,25 + 0,28 = \mathbf{0,62} < 1$$

VYHOVUJE

Posouzení smyku

Účinná plocha průřezu

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 140 = 93,8 \text{ mm}$$

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 93,8 \cdot 240 = \mathbf{22\ 512 \text{ mm}^2}$$

Smykové napětí

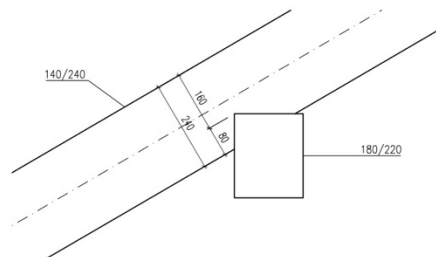
$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot A_{eff}} < f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot 6,46 \cdot 10^3}{2 \cdot 22\ 512} = \mathbf{0,45 \text{ MPa}} < 2,46 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

6.1.3.4. Posouzení oslabeného průřezu

Rozměry	b	h		
Obdélník	140	160 mm		y
A =	22400 mm ²			
I _y =	47786666,67 mm ⁴		I _z =	36586666,67 mm ⁴
W _{el,y} =	597333,33 mm ³		W _{el,z} =	522666,67 mm ³
L _{ef,y} =	3370 mm		L _{ef,z} =	3370 mm
i _y =	46,19 mm		i _z =	40,41 mm

**Obrázek 13.:** Geometrie průřezu**Posouzení ohybu**

Normálové napětí v tlaku a ohybu

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{42,24 \cdot 10^3}{22\ 400} = \mathbf{1,89 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y}} = \frac{2,15 \cdot 10^6}{597,33 \cdot 10^3} = \mathbf{3,6 \text{ MPa}}$$

$$W_{el,y} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 140 \cdot 160^2 = 597,33 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}} = \frac{3,32 \cdot 10^6}{522,66 \cdot 10^3} = \mathbf{6,35 \text{ MPa}}$$

$$W_{el,z} = \frac{1}{6} \cdot h \cdot b^2 = \frac{1}{6} \cdot 160 \cdot 140^2 = 522,66 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Posouzení na vzpěr a ohyb

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} < 1$$

$$\frac{1,89}{12,92} + \frac{3,6}{14,77} + 0,7 \cdot \frac{6,35}{14,77} = 0,15 + 0,24 + 0,7 \cdot 0,43 = \mathbf{0,69} < 1$$

VYHOVUJE

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} < 1$$

$$\frac{1,89}{0,61 \cdot 12,92} + 0,7 \cdot \frac{3,6}{14,77} + \frac{6,35}{14,77} = 0,15 + 0,7 \cdot 0,24 + 0,43 = \mathbf{0,75} < 1$$

VYHOVUJE

Posouzení smyku

Účinná plocha průřezu

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 140 = 93,8 \text{ mm}$$

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 93,8 \cdot 160 = \mathbf{15\ 008 \text{ mm}^2}$$

Smykové napětí

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot A_{eff}} < f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot 6,25 \cdot 10^3}{2 \cdot 15\ 008} = \mathbf{0,62 \text{ MPa}} < 2,46 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

6.1.4. Mezní Stav Použitelnosti

Okamžitý průhyb

$$w_{inst} < \frac{l}{300} = \frac{7\ 600}{300} = 25,33 \text{ mm}$$

$$w_{1,inst} = 4,4 \text{ mm}$$

stálé

$$w_{2,inst} = 9,05 \text{ mm}$$

střednědobé – sníh, užitné

$$w_{3,inst} = 2,90 \text{ mm}$$

krátkodobé – vítr

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} + w_{3,inst} = 4,4 + 9,05 + 2,9 = \mathbf{16,35 \text{ mm}}$$

VYHOVUJE

Konečný průhyb

$$k_{def,stálé} = k_{def,střednědobé} = k_{def,krátkodobé} = 0,8$$

$$\psi_{2,stálé} = 1,0; \quad \psi_{2,střednědobé} = 0; \quad \psi_{2,krátkodobé} = 0$$

$$w_{fin} < \frac{l}{350} = \frac{7\ 600}{350} = 21,71 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} w_{fin} &= w_{1,inst} \cdot (1 + k_{def,stálé}) + w_{2,inst} \cdot (1 + \psi_{2,střednědobé} \cdot k_{def,střednědobé}) + w_{3,inst} \\ &\quad \cdot (1 + \psi_{3,krátkodobé} \cdot k_{def,krátkodobé}) \\ &= 4,4 \cdot (1 + 0,8) + 9,05 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) + 2,90 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) = \mathbf{3,79 \text{ mm}} \end{aligned}$$

VYHOVUJE

6.2. Vrcholové kleštiny

Rozhodující kombinace byly CO10 - jako dominantní proměnné zatížení je užité.

6.2.1. Průřezové charakteristiky

Průřez a materiál: dřevo C24
 třída provozu 2
 $k_{mod} = 0,8$
 $f_{m,g,k} = 24 \text{ MPa}$
 $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$
 $f_{c,k} = 21 \text{ MPa}$
 $E_{0,mean} = 11\,000 \text{ MPa}$
 $E_{0,05} = 7\,400 \text{ MPa}$
 $\gamma_m = 1,3$
 $k_{cr} = 0,67$
 $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$
 $d = 8 \text{ mm}$ (spojovací vruty, průměr 8 mm po 200 mm)
 $k_m = 1,0$
 $l = 1\,260 \text{ mm}$

Rozměry	b	h	+ vnitřní	b	h	0
Obdélník 2x	60	120 mm		140	120	0
					y	
A =	31200 mm ²					
I _y =	37440000,00 mm ⁴		I _z =	31760000,00 mm ⁴		
W _{el,y} =	624000,00 mm ³		W _{el,z} =	536000,00 mm ³		
L _{ef,y} =	1260 mm		0 L _{ef,z} =	1260 mm		
i _y =	34,64 mm		i _z =	31,91 mm		

Návrhové pevnosti:

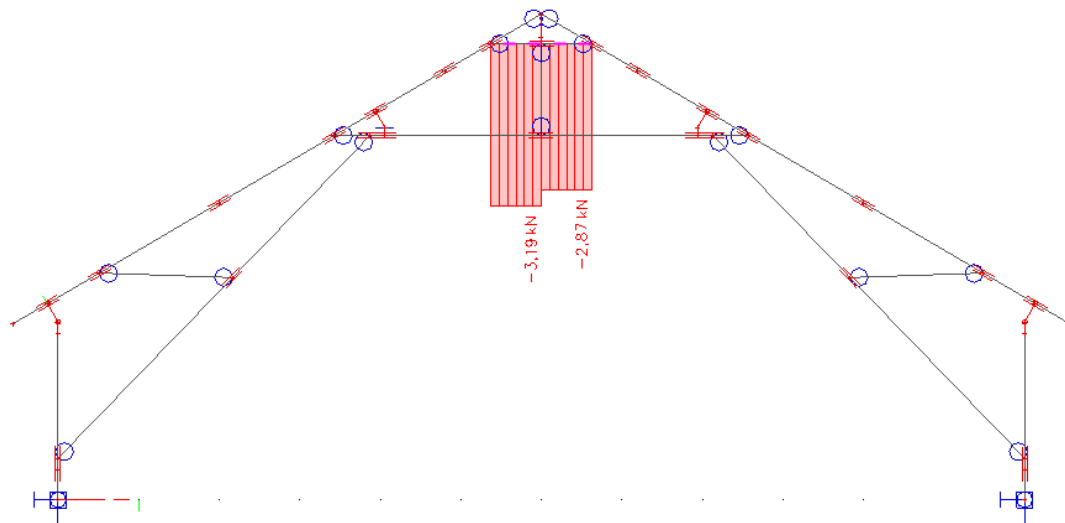
$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,g,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,3} = \mathbf{14,77 \text{ MPa}}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{4}{1,3} = \mathbf{2,46 \text{ MPa}}$$

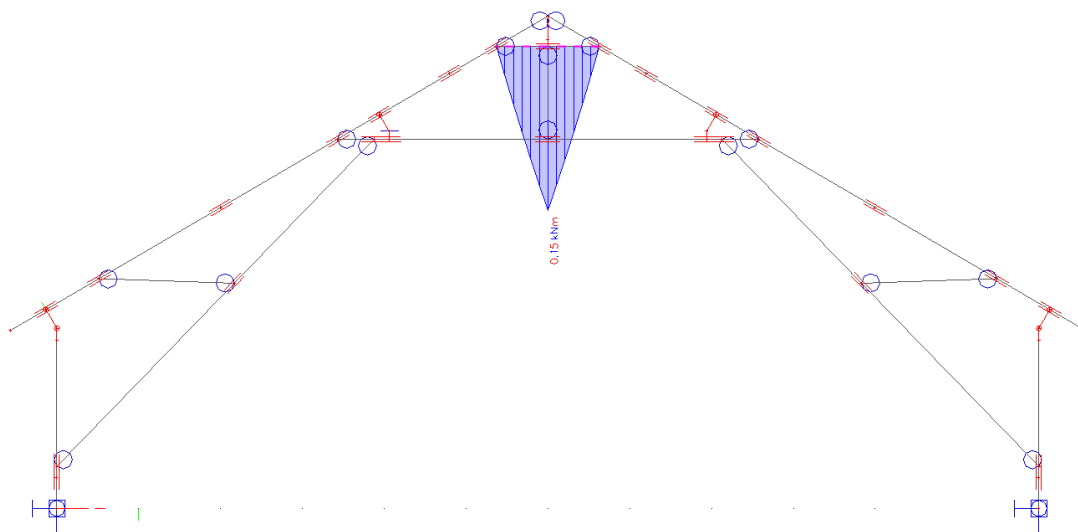
$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{21}{1,3} = \mathbf{12,92 \text{ MPa}}$$

6.2.2. Mezní Stav Únosnosti

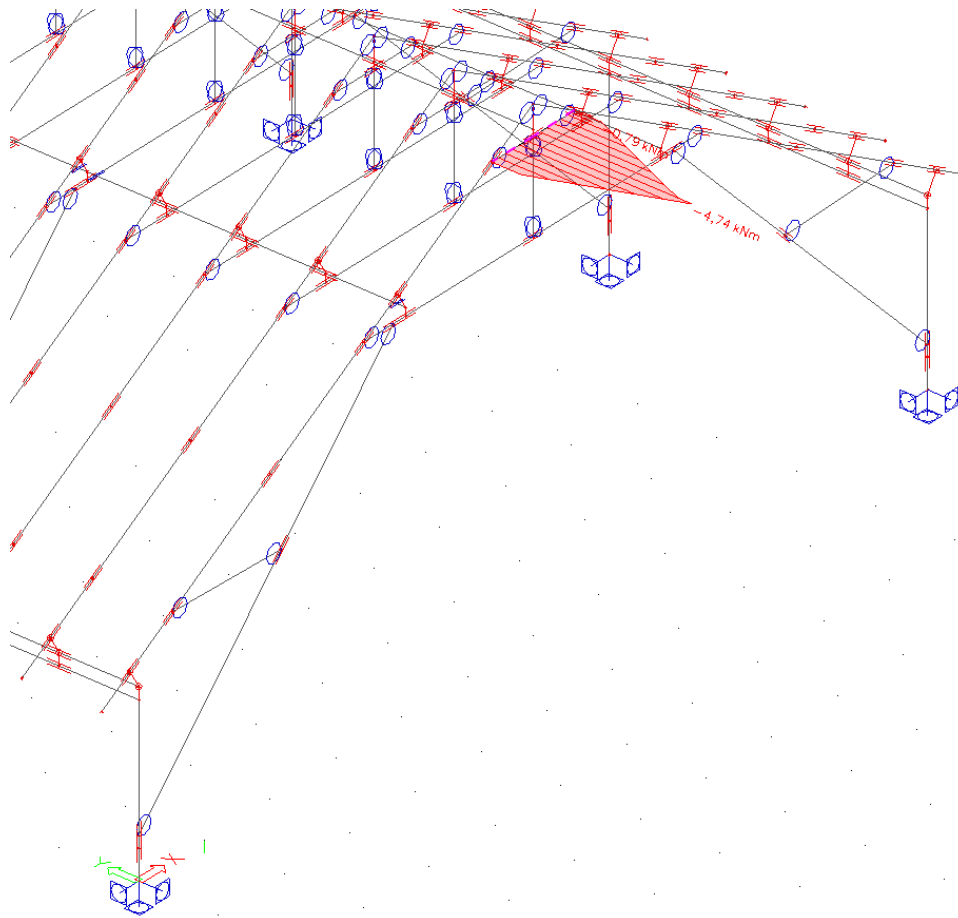
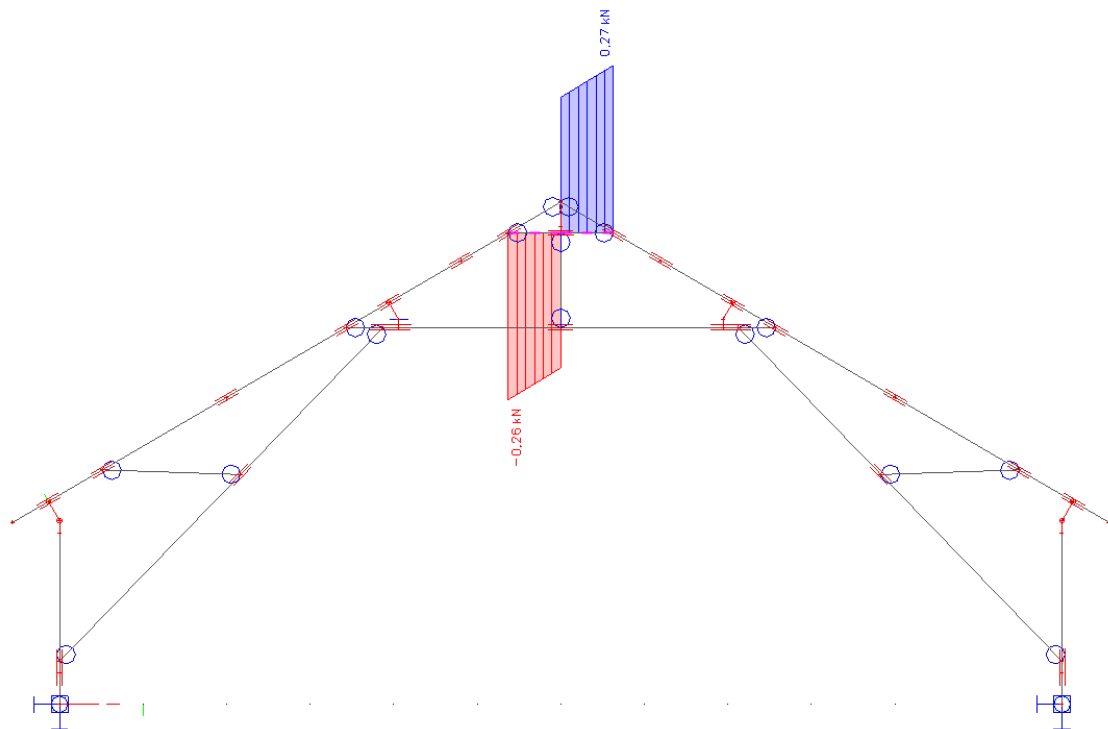
6.2.2.1. Průběh vnitřních sil



Obrázek 14.: Průběh N



Obrázek 15.: Průběh My

**Obrázek 16.:** Průběh M_z **Obrázek 17.:** Průběh V_z

Návrhové vnitřní síly: $N_{Ed} = -3,19 \text{ kN}$
 $M_{y,Ed} = 0,15 \text{ kNm}$
 $M_{z,Ed} = 4,74 \text{ kNm}$
 $V_{Ed} = 0,27 \text{ kN}$

6.2.2.2. Posouzení

Posouzení ohybu

Normálové napětí v tlaku a ohybu

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{3,19 \cdot 10^3}{31\,200} = \mathbf{0,1 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y}} = \frac{0,15 \cdot 10^6}{624 \cdot 10^3} = \mathbf{0,24 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}} = \frac{4,74 \cdot 10^6}{536 \cdot 10^3} = \mathbf{8,84 \text{ MPa}}$$

Štíhlostní poměry - kolmo k ose „y“

$$L_{cr,y} = 1\,260 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{1\,260}{36,64} = 36,37$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{37,44 \cdot 10^6}{31\,200}} = 36,64 \text{ mm}$$

- kolmo k ose „z“

$$L_{cr,z} = 1\,260 \text{ mm}$$

$$\lambda_{ef} = \frac{L_{cr,z}}{\sqrt{\frac{I_{ef}}{\sum A}}} = \frac{1\,260}{\sqrt{\frac{1,38 \cdot 10^8}{31\,200}}} = 18,95$$

$$I_{ef} = \frac{(EI)_{ef}}{E} = \frac{1,52 \cdot 10^{12}}{11\,000} = 1,38 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$(EI)_{ef} = \sum (E_i \cdot I_y + \gamma \cdot E_i \cdot A_i \cdot a_i^2) = \sum (11\,000 \cdot 37,44 \cdot 10^6 + 2 \cdot 0,7 \cdot 11\,000 \cdot 60 \cdot 120 \cdot 100^2 + 0,64 \cdot 11\,000 \cdot 140 \cdot 120) = 1,52 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2$$

$$\gamma_1 = \gamma_3 = \left[1 + \frac{\pi^2 \cdot E_i \cdot A_i \cdot s_i}{k_i \cdot l_{ef}^2} \right] = \left[1 + \frac{\pi^2 \cdot 11\,000 \cdot 60 \cdot 120 \cdot 100}{1\,382,4 \cdot 1\,260} \right] = 0,7$$

$$\gamma_2 = \left[1 + \frac{\pi^2 \cdot E_i \cdot A_i \cdot s_i}{k_i \cdot l_{ef}^2} \right] = \left[1 + \frac{\pi^2 \cdot 11\,000 \cdot 140 \cdot 120 \cdot 100}{1\,382,4 \cdot 1\,260} \right] = 0,64$$

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

$$K_i = \rho_k^{1,5} \cdot \left(\frac{d^{0,8}}{25} \right) = 350^{1,5} \cdot \left(\frac{8^{0,8}}{25} \right) = 1\,382,4 \text{ N/mm}$$

$$a_1 = a_3 = 100 \text{ mm}; a_2 = 0 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda_{ef}^2} = \pi^2 \cdot \frac{7\,400}{18,95^2} = \mathbf{203,33 \text{ MPa}}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{c,k}}{\sigma_{c,crit}}} = \sqrt{\frac{21}{203,33}} = \mathbf{0,32}$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\beta_c = 0,2 \text{ mm}$$

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (0,32 - 0,3) + 0,32^2] = 0,55 \text{ MPa}$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 + \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{1,03 + \sqrt{0,55^2 + 0,32^2}} = 1,0$$

Posouzení na vzpěr a ohyb

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} < 1$$

$$\frac{0,1}{1,0 \cdot 12,92} + \frac{0,24}{14,77} + 1,0 \cdot \frac{8,84}{14,77} = 7,74 \cdot 10^{-3} + 0,016 + 0,6 = 0,62 < 1$$

VYHOVUJE

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} < 1$$

$$\frac{0,1}{1,0 \cdot 12,92} + 1,0 \cdot \frac{0,24}{14,77} + 1,0 \cdot \frac{8,84}{14,77} = 7,74 \cdot 10^{-3} + 0,016 + 0,6 = 0,62 < 1$$

VYHOVUJE

Posouzení smyku

Účinná plocha průřezu

$$A_{eff} = k_{cr} \cdot A = 0,67 \cdot 31\,200 = 20\,904 \text{ mm}^2$$

Smykové napětí

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot A_{eff}} < f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot 0,27 \cdot 10^3}{2 \cdot 20\,904} = 0,02 \text{ MPa} < 2,46 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

6.2.3. Mezní Stav Použitelnosti

Okamžitý průhyb

$$w_{inst} < \frac{l}{300} = \frac{1\,260}{300} = 4,2 \text{ mm}$$

$$w_{1,inst} = 0,05 \text{ mm}$$

stálé

$$w_{2,inst} = 0,08 \text{ mm}$$

střednědobé – sníh, užitné

$$w_{3,inst} = 0,06 \text{ mm}$$

krátkodobé – vítr

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} + w_{3,inst} = 0,05 + 0,08 + 0,06 = 0,2 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

Konečný průhyb

$$k_{def,stálé} = k_{def,střednědobé} = k_{def,krátkodobé} = 0,8$$

$$\psi_{2,stálé} = 1,0; \quad \psi_{2,střednědobé} = 0; \quad \psi_{2,krátkodobé} = 0$$

$$w_{fin} < \frac{l}{350} = \frac{1260}{350} = 3,6 \text{ mm}$$

$$w_{fin} = w_{1.inst} \cdot (1 + k_{def,stálé}) + w_{2.inst} \cdot (1 + \psi_{2,střednědobé} \cdot k_{def,střednědobé}) + w_{3.inst} \cdot (1 + \psi_{3,krátkodobé} \cdot k_{def,krátkodobé})$$

$$= 0,05 \cdot (1 + 0,8) + 0,08 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) + 0,06 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) = \mathbf{0,25 \text{ mm}}$$

VYHOVUJE

6.3. Střední kleštiny

Rozhodující kombinace byla CO10 – jako dominantní proměnné zatížení je užité.

6.3.1. Průřezové charakteristiky

Průřez a materiál: dřevo C24
 třída provozu 2
 $k_{mod} = 0,8$
 $f_{m,g,k} = 24 \text{ MPa}$
 $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$
 $f_{c,k} = 21 \text{ MPa}$
 $E_{0,mean} = 11\,000 \text{ MPa}$
 $E_{0,05} = 7\,400 \text{ MPa}$
 $\gamma_m = 1,3$
 $k_{cr} = 0,67$
 $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$
 $d = 8 \text{ mm}$ (spojovací vruty, průměr 8 mm po 200 mm)
 $k_m = 1,0$
 $l = 4\,250 \text{ mm}$

Rozměry	b	h	+ vnitřní	b	h
Obdélník 2x	80	220 mm		140	220 mm
					y
A =	66000 mm ²				
I _y =	266200000,00 mm ⁴		I _z =	69080000,00 mm ⁴	
W _{el,y} =	2420000,00 mm ³		W _{el,z} =	1188000,00 mm ³	
L _{ef,y} =	4250 mm		L _{ef,z} =	4250 mm	
i _y =	63,51 mm		i _z =	32,35 mm	

Návrhové pevnosti:

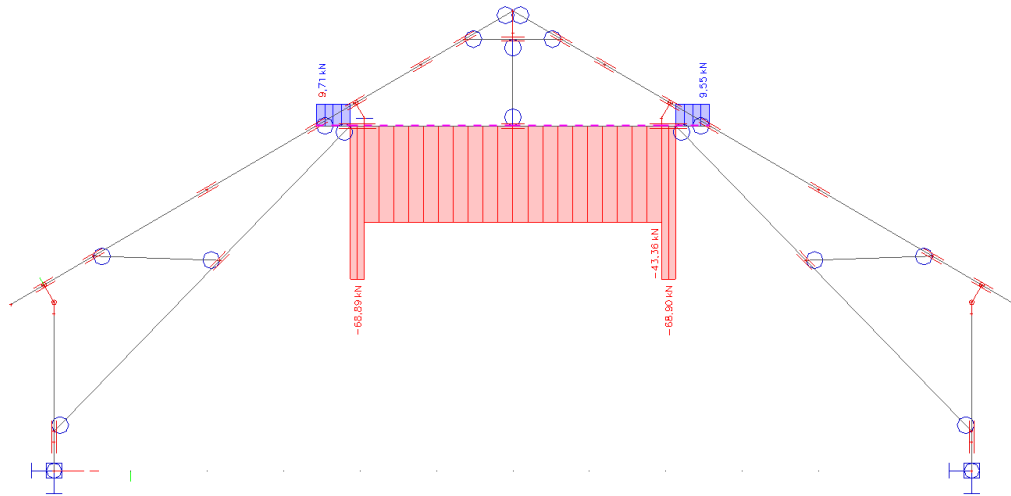
$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,g,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,3} = \mathbf{14,77 \text{ MPa}}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{4}{1,3} = \mathbf{2,46 \text{ MPa}}$$

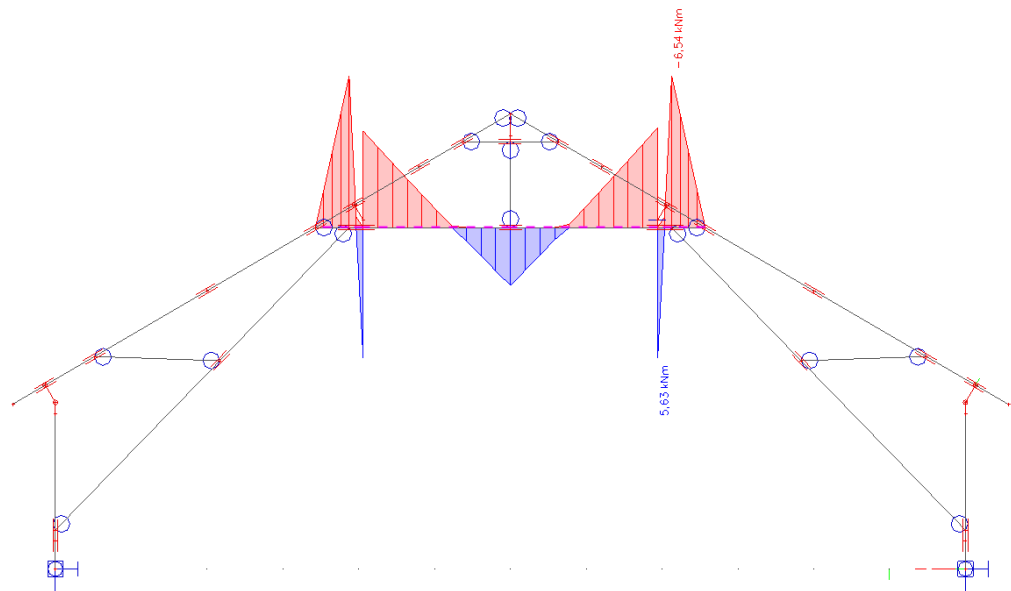
$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{21}{1,3} = \mathbf{12,92 \text{ MPa}}$$

6.3.2. Mezní Stav Únosnosti CO10

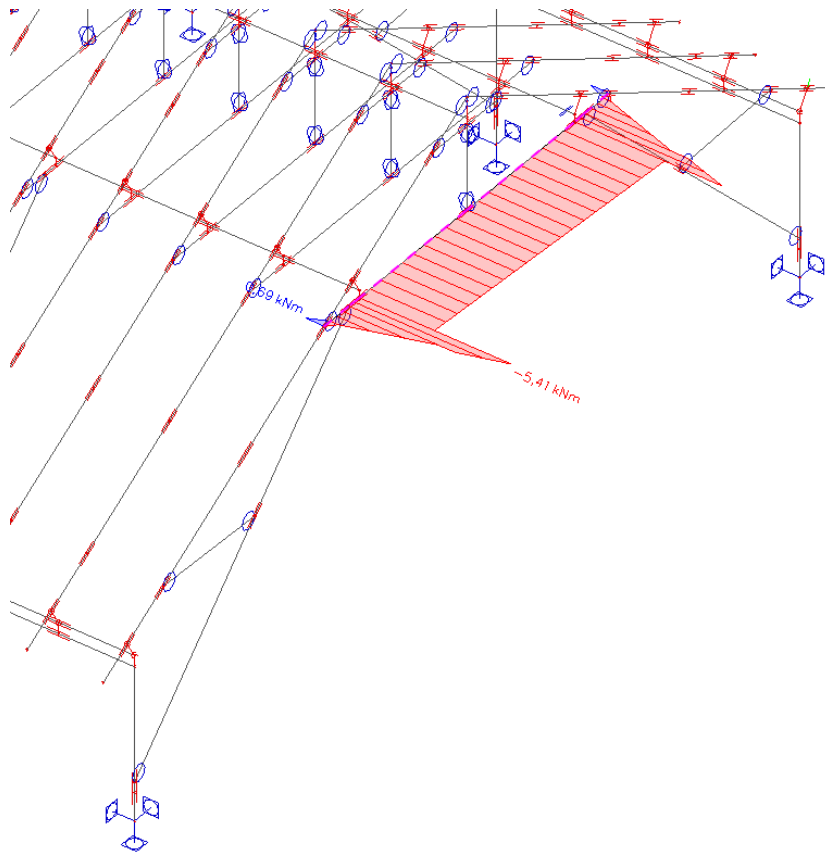
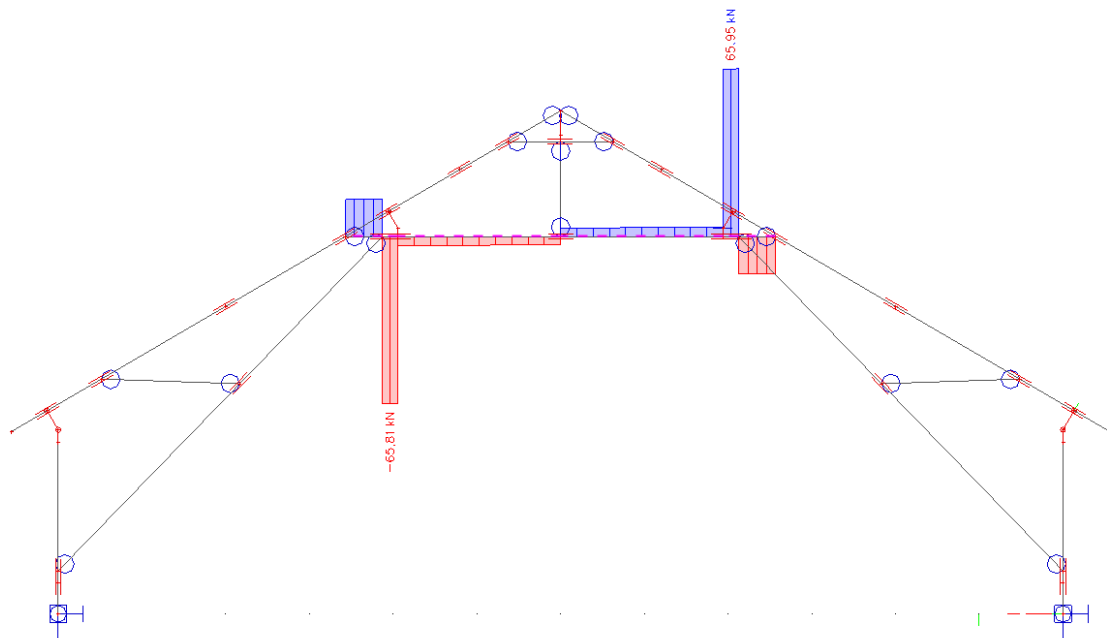
6.3.2.1. Průběh vnitřních sil



Obrázek 18.: Průběh N



Obrázek 19.: Průběh My

Obrázek 20.: Průběh M_z Obrázek 21.: Průběh V_z

Návrhové vnitřní síly:

$$N_{Ed} = -68,90 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 6,85 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 5,41 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 65,95 \text{ kN}$$

6.3.2.2. Posouzení

Posouzení ohybu

Normálové napětí v tlaku a ohybu

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{68,9 \cdot 10^3}{66\,000} = 1,04 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y}} = \frac{6,85 \cdot 10^6}{2,42 \cdot 10^6} = 2,83 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}} = \frac{5,41 \cdot 10^6}{1\,188 \cdot 10^3} = 4,55 \text{ MPa}$$

Štíhlostní poměry - kolmo k ose „y“

$$L_{cr,y} = 4\,250 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{4\,250}{63,51} = 66,92$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{266,2 \cdot 10^6}{66\,000}} = 63,51 \text{ mm}$$

- kolmo k ose „z“

$$L_{cr,z} = 4\,250 \text{ mm}$$

$$\lambda_{ef} = \frac{L_{cr,z}}{\sqrt{\frac{I_{ef}}{\sum A}}} = \frac{4\,250}{\sqrt{\frac{6,09 \cdot 10^8}{66\,000}}} = 44,23$$

$$I_{ef} = \frac{(EI)_{ef}}{E} = \frac{6,7 \cdot 10^{12}}{11\,000} = 6,09 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$(EI)_{ef} = \sum (E_i \cdot I_y + \gamma \cdot E_i \cdot A_i \cdot a_i^2) = \sum (11\,000 \cdot 266,2 \cdot 10^6 + 2 \cdot 0,81 \cdot 11\,000 \cdot 60 \cdot 220 \cdot 110^2 + 0,77 \cdot 11\,000 \cdot 140 \cdot 220) = 6,7 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2$$

$$\gamma_1 = \gamma_3 = \left[1 + \frac{\pi^2 \cdot E_i \cdot A_i \cdot s_i}{k_i \cdot l_{ef}^2} \right] = \left[1 + \frac{\pi^2 \cdot 11\,000 \cdot 60 \cdot 220 \cdot 100}{1\,382,4 \cdot 4\,250} \right] = 0,81$$

$$\gamma_2 = \left[1 + \frac{\pi^2 \cdot E_i \cdot A_i \cdot s_i}{k_i \cdot l_{ef}^2} \right] = \left[1 + \frac{\pi^2 \cdot 11\,000 \cdot 140 \cdot 220 \cdot 100}{1\,382,4 \cdot 4\,250} \right] = 0,77$$

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

$$K_i = \rho_k^{1,5} \cdot \left(\frac{d^{0,8}}{25} \right) = 350^{1,5} \cdot \left(\frac{8^{0,8}}{25} \right) = 1\,382,4 \text{ N/mm}$$

$$a_1 = a_3 = 110 \text{ mm}; a_2 = 0 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda_{ef}^2} = \pi^2 \cdot \frac{7\,400}{44,23^2} = 37,34 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{c,k}}{\sigma_{c,crit}}} = \sqrt{\frac{21}{37,34}} = 0,75$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\beta_c = 0,2 \text{ mm}$$

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (0,75 - 0,3) + 0,75^2] = 0,83 \text{ MPa}$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 + \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{1,03 + \sqrt{0,83^2 + 0,75^2}} = 0,85$$

Posouzení na vzpěr a ohyb

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} < 1$$

$$\frac{1,04}{0,85 \cdot 12,92} + \frac{2,83}{14,77} + 1,0 \cdot \frac{4,55}{14,77} = 0,95 + 0,19 + 0,31 = 0,59 < 1$$

VYHOVUJE

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} < 1$$

$$\frac{1,04}{0,85 \cdot 12,92} + 1,0 \cdot \frac{2,83}{14,77} + \frac{4,55}{14,77} = 0,95 + 0,19 + 0,31 = 0,59 < 1$$

VYHOVUJE

Posouzení smyku

Účinná plocha průřezu

$$A_{eff} = k_{cr} \cdot A = 0,67 \cdot 66\,000 = 44\,220 \text{ mm}^2$$

Smykové napětí

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot A_{eff}} < f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot 65,95 \cdot 10^3}{2 \cdot 44\,220} = 2,24 \text{ MPa} < 2,46 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

6.3.3. Mezní Stav Použitelnosti

Okamžitý průhyb

$$w_{inst} < \frac{l}{300} = \frac{4\,250}{300} = 14,17 \text{ mm}$$

$$w_{1,inst} = 1,0 \text{ mm}$$

stálé

$$w_{2,inst} = 1,52 \text{ mm}$$

střednědobé – sníh, užitné

$$w_{3,inst} = 1,16 \text{ mm}$$

krátkodobé – vítr

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} + w_{3,inst} = 1,0 + 1,52 + 1,16 = 3,68 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

Konečný průhyb

$$k_{def,stálé} = k_{def,střednědobé} = k_{def,krátkodobé} = 0,8$$

$$\psi_{2,stálé} = 1,0; \quad \psi_{2,střednědobé} = 0; \quad \psi_{2,krátkodobé} = 0$$

$$w_{fin} < \frac{l}{350} = \frac{4\,250}{350} = 12,14 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 w_{fin} &= w_{1.inst} \cdot (1 + k_{def,stálé}) + w_{2.inst} \cdot (1 + \psi_{2,střednědobé} \cdot k_{def,střednědobé}) + w_{3.inst} \\
 &\quad \cdot (1 + \psi_{3,krátkodobé} \cdot k_{def,krátkodobé}) \\
 &= 1,0 \cdot (1 + 0,8) + 1,52 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) + 1,16 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) = \mathbf{4,48 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

VYHOVUJE

6.4. Svislý sloupek

Rozhodující kombinace byla CO10 – jako dominantní proměnné zatížení je užité.

6.4.1. Průřezové charakteristiky

Průřez a materiál:	dřevo C24
	třída provozu 2
	$k_{mod} = 0,8$
	$f_{m,g,k} = 24 \text{ MPa}$
	$f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$
	$f_{c,k} = 21 \text{ MPa}$
	$E_{0,mean} = 11\,000 \text{ MPa}$
	$E_{0,05} = 7\,400 \text{ MPa}$
	$\gamma_m = 1,3$
	$k_{cr} = 0,67$
	$k_m = 0,7$
	$l = 1\,130 \text{ mm}$

Rozměry	b	h	
Obdélník	140	120 mm	y
A =	16800 mm ²		
I _y =	20160000,00 mm ⁴	I _z =	27440000,00 mm ⁴
W _{el,y} =	336000,00 mm ³	W _{el,z} =	392000,00 mm ³
L _{ef,y} =	1130 mm	L _{ef,z} =	1130 mm
i _y =	34,64 mm	i _z =	40,41 mm

Návrhové pevnosti:

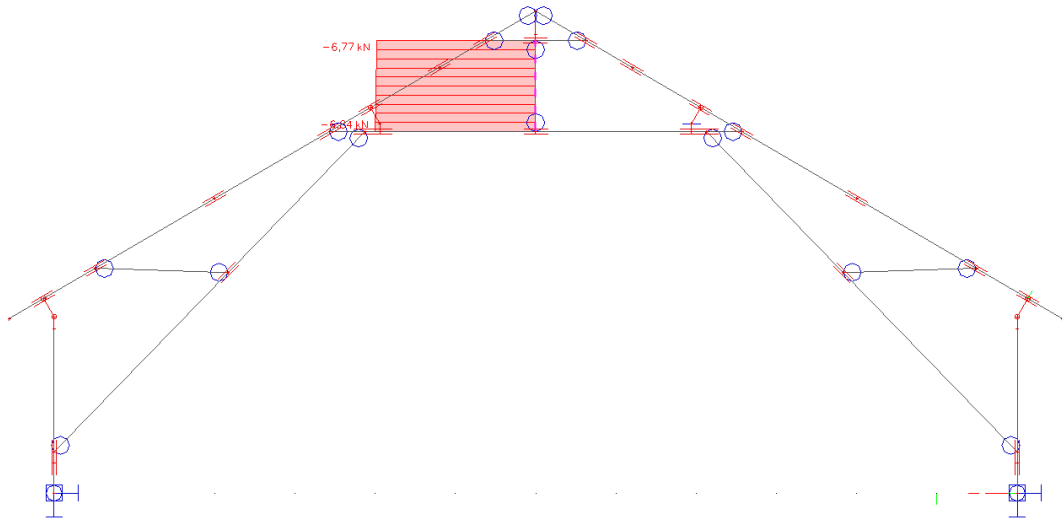
$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,g,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,3} = \mathbf{14,77 \text{ MPa}}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{4}{1,3} = \mathbf{2,46 \text{ MPa}}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{21}{1,3} = \mathbf{12,92 \text{ MPa}}$$

6.4.2. Mezní Stav Únosnosti

6.4.2.1. Průběh vnitřních sil



Obrázek 22.: Průběh N

Návrhové vnitřní síly: $N_{Ed} = -6,84 \text{ kN}$
 $M_{y,Ed} = 0 \text{ kNm}$
 $M_{z,Ed} = 0 \text{ kNm}$
 $V_{Ed} = 0 \text{ kN}$

6.4.2.2. Posouzení

Posouzení ohybu

Normálové napětí v tlaku a ohybu

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{6,84 \cdot 10^3}{16\,800} = \mathbf{0,41 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y}} = \mathbf{0 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}} = \mathbf{0 \text{ MPa}}$$

Štíhlostní poměry - kolmo k ose „y“

$$L_{cr,y} = 1\,130 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{1\,130}{34,64} = 36,52$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{20,16 \cdot 10^6}{16\,800}} = 34,64 \text{ mm}$$

- kolmo k ose „z“

$$L_{cr,z} = 1\,130 \text{ mm}$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{1\,130}{40,41} = 27,96$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{27,44 \cdot 10^6}{16\,800}} = 40,41 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda_{MAX}^2} = \pi^2 \cdot \frac{7\,400}{36,62^2} = \mathbf{68,64 \text{ MPa}}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{c,k}}{\sigma_{c,crit}}} = \sqrt{\frac{21}{68,64}} = \mathbf{0,55}$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\beta_c = 0,2 \text{ mm}$$

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (0,55 - 0,3) + 0,9] = 0,68 \text{ MPa}$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 + \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{0,56 + \sqrt{0,68^2 + 0,55^2}} = \mathbf{0,93}$$

Posouzení na vzpěr a ohyb

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} < 1$$

$$\frac{0,41}{0,93 \cdot 12,92} = \mathbf{0,03} < 1$$

VYHOVUJE

Posouzení smyku

Účinná plocha průřezu

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 140 = 93,8 \text{ mm}$$

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 93,8 \cdot 120 = \mathbf{11\ 256 \text{ mm}^2}$$

Smykové napětí

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot A_{eff}} < f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot 0}{2 \cdot 11\ 256} = \mathbf{0 \text{ MPa}} < 2,46 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

6.4.3. Mezní Stav Použitelnosti

Okamžitý průhyb

$$w_{i,inst} < \frac{l}{300} = \frac{1\ 130}{300} = 3,77 \text{ mm}$$

$$w_{1,inst} = 0,8 \text{ mm}$$

stále

$$w_{2,inst} = 0,4 \text{ mm}$$

střednědobé – sních, užité

$$w_{3,inst} = 0,5 \text{ mm}$$

krátkodobé – vítr

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} + w_{3,inst} = 0,8 + 0,4 + 0,5 = \mathbf{1,7 \text{ mm}}$$

VYHOVUJE

Konečný průhyb

$$k_{def, stálé} = k_{def, střednědobé} = k_{def, krátkodobé} = 0,8$$

$$\psi_{2, stálé} = 1,0; \quad \psi_{2, střednědobé} = 0; \quad \psi_{2, krátkodobé} = 0$$

$$w_{fin} < \frac{l}{350} = \frac{1\ 130}{350} = 3,23 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 w_{fin} &= w_{1,inst} \cdot (1 + k_{def,státé}) + w_{2,inst} \cdot (1 + \psi_{2,střednědobé} \cdot k_{def,střednědobé}) + w_{3,inst} \\
 &\quad \cdot (1 + \psi_{3,krátkodobé} \cdot k_{def,krátkodobé}) \\
 &= 0,8 \cdot (1 + 0,8) + 0,4 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) + 0,5 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) = \mathbf{2,34 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

VYHOVUJE

6.5. Šikmý sloupek

Rozhodující kombinace byly CO6 a CO10 – v obou kombinacích je jako dominantní proměnné zatížení užité.

6.5.1. Průřezové charakteristiky

Průřez a materiál: dřevo C24
 třída provozu 2
 $k_{mod} = 0,8$
 $f_{m,g,k} = 24 \text{ MPa}$
 $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$
 $f_{c,k} = 21 \text{ MPa}$
 $E_{0,mean} = 11\,000 \text{ MPa}$
 $E_{0,05} = 7\,400 \text{ MPa}$
 $\gamma_m = 1,3$
 $k_{cr} = 0,67$
 $k_m = 0,7$
 $l = 3\,110 \text{ mm}$

Rozměry	b	h	
Obdélník	200	140 mm	
A =	28000 mm ²		
I _y =	45733333,33 mm ⁴	I _z =	93333333,33 mm ⁴
W _{el,y} =	653333,33 mm ³	W _{el,z} =	933333,33 mm ³
L _{ef,y} =	3110 mm	L _{ef,z} =	4000 mm
i _y =	40,41 mm	i _z =	57,74 mm

Návrhové pevnosti:

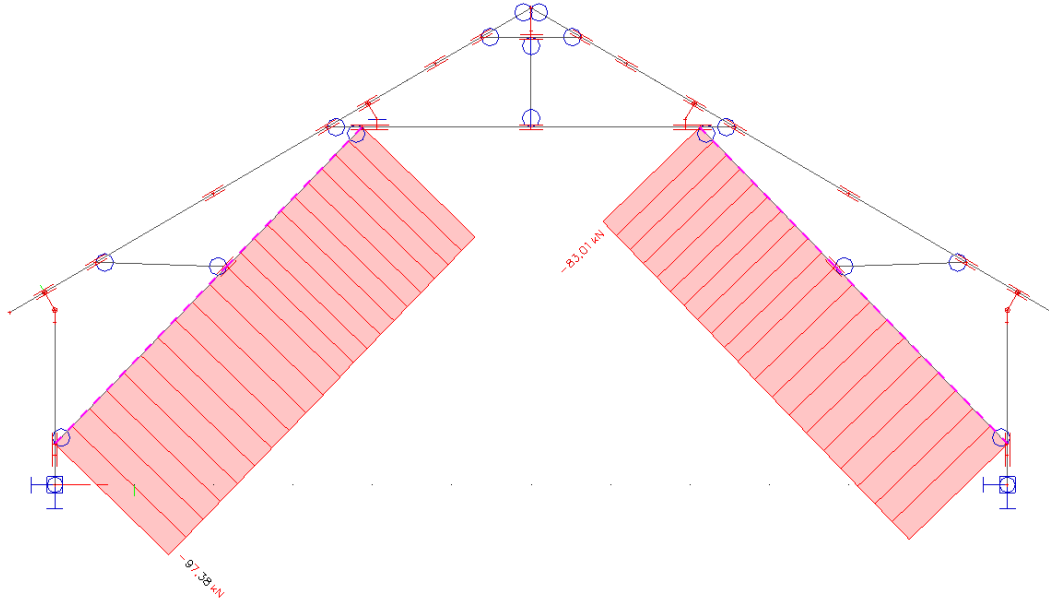
$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,g,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,3} = \mathbf{14,77 \text{ MPa}}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{4}{1,3} = \mathbf{2,46 \text{ MPa}}$$

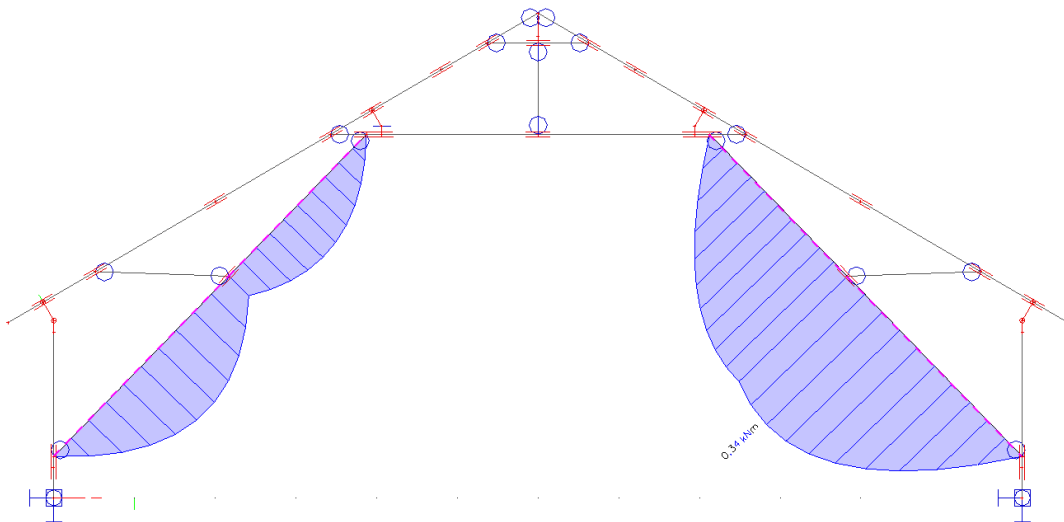
$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{21}{1,3} = \mathbf{12,92 \text{ MPa}}$$

6.5.2. Mezní Stav Únosnosti (CO6)

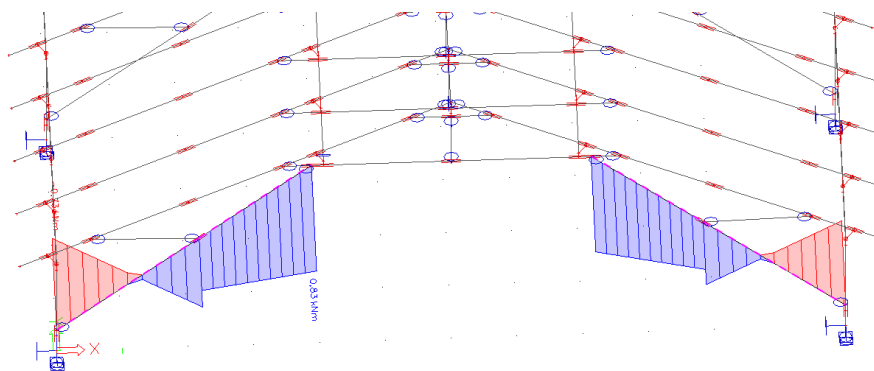
6.5.2.1. Průběh vnitřních sil



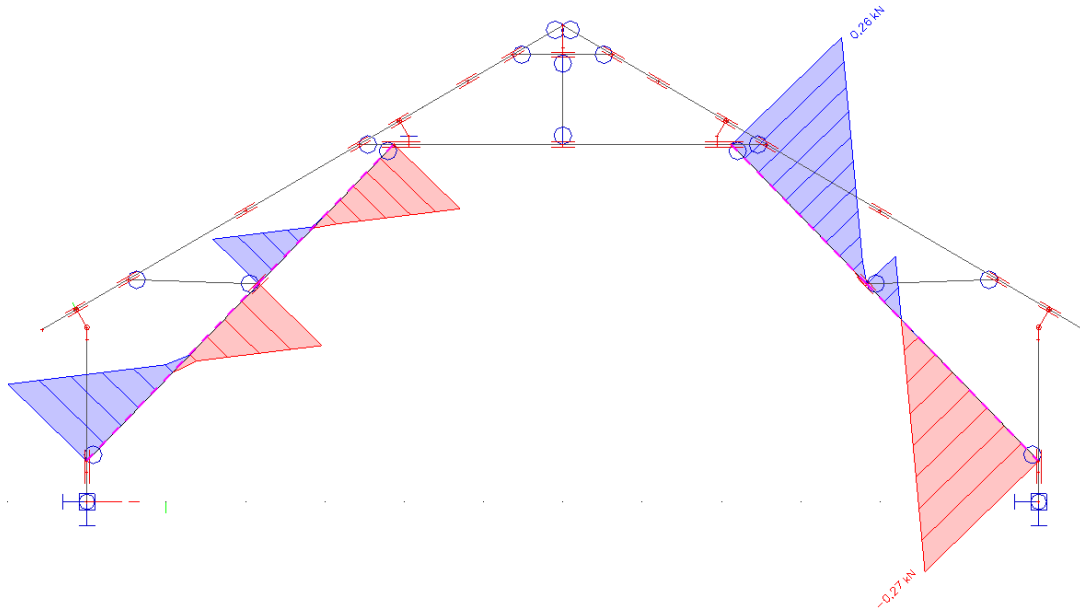
Obrázek 23.: Průběh N



Obrázek 24.: Průběh My



Obrázek 25.: Průběh Mz



Obrázek 26.: Průběh Vz

Návrhové vnitřní síly:

$$N_{Ed} = -97,38 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 0,34 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 0,77 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 0,27 \text{ kN}$$

6.5.2.2. Posouzení

Posouzení ohybu

Normálové napětí v tlaku a ohybu

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{97,38 \cdot 10^3}{28\,000} = \mathbf{3,46 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y}} = \frac{0,34 \cdot 10^6}{653,33 \cdot 10^3} = \mathbf{0,52 \text{ MPa}}$$

$$W_{el,y} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 60 \cdot 120^2 = 653,33 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}} = \frac{0,77 \cdot 10^6}{933,33 \cdot 10^3} = \mathbf{0,83 \text{ MPa}}$$

$$W_{el,z} = \frac{1}{6} \cdot h \cdot b^2 = \frac{1}{6} \cdot 120 \cdot 60^2 = 933,33 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

Štíhlostní poměry - kolmo k ose „y“

$$L_{cr,y} = 3\,110 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{3\,110}{40,41} = 76,95$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{45,73 \cdot 10^6}{28\,000}} = 40,41 \text{ mm}$$

- kolmo k ose „z“

$$L_{cr,z} = 3\,110 \text{ mm}$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{3\,110}{57,74} = 53,87$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{93,33 \cdot 10^6}{28\,000}} = 57,74 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda_{MAX}^2} = \pi^2 \cdot \frac{7\,400}{76,95^2} = \mathbf{12,33 \text{ MPa}}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{c,k}}{\sigma_{c,crit}}} = \sqrt{\frac{21}{12,33}} = \mathbf{1,3}$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\beta_c = 0,2 \text{ mm}$$

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,3 - 0,3) + 1,3^2] = 1,45 \text{ MPa}$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 + \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{1,45 + \sqrt{1,45^2 + 1,3^2}} = 0,48$$

Posouzení na vzpěr a ohyb

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} < 1$$

$$\frac{3,46}{0,48 \cdot 12,92} + \frac{0,52}{14,77} + 0,7 \cdot \frac{0,83}{14,77} = 0,56 + 0,04 + 0,7 \cdot 0,05 = \mathbf{0,63} < 1$$

VYHOVUJE

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} < 1$$

$$\frac{3,46}{0,48 \cdot 12,92} + 0,7 \cdot \frac{0,52}{14,77} + \frac{0,83}{14,77} = 0,56 + 0,7 \cdot 0,04 + 0,05 = \mathbf{0,64} < 1$$

VYHOVUJE

Posouzení smyku

Účinná plocha průřezu

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 200 = 134 \text{ mm}$$

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 134 \cdot 140 = \mathbf{18\,760 \text{ mm}^2}$$

Smykové napětí

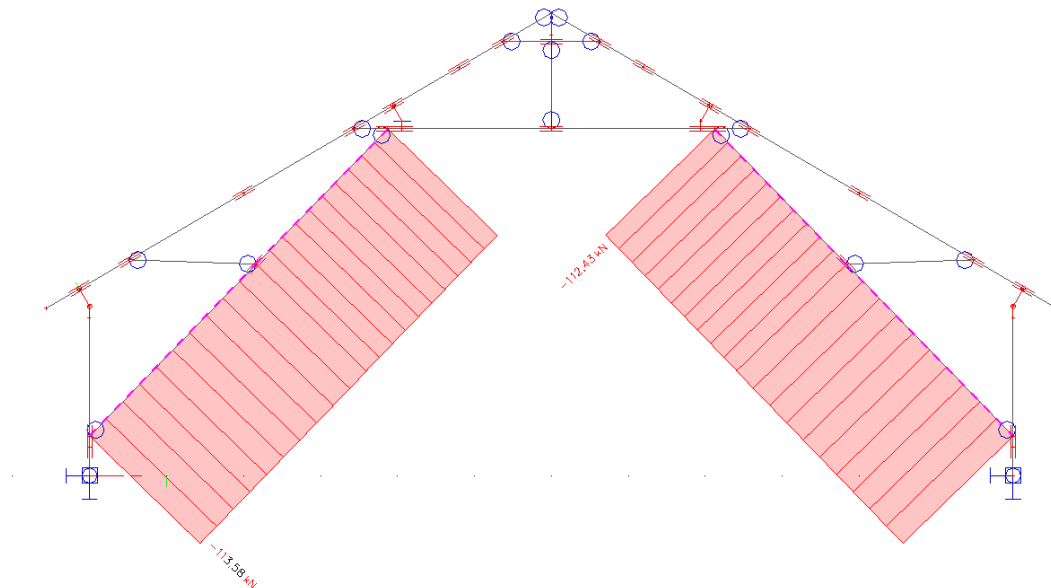
$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot A_{eff}} < f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot 0,27 \cdot 10^3}{2 \cdot 18\,760} = \mathbf{0,02 \text{ MPa}} < 2,46 \text{ MPa}$$

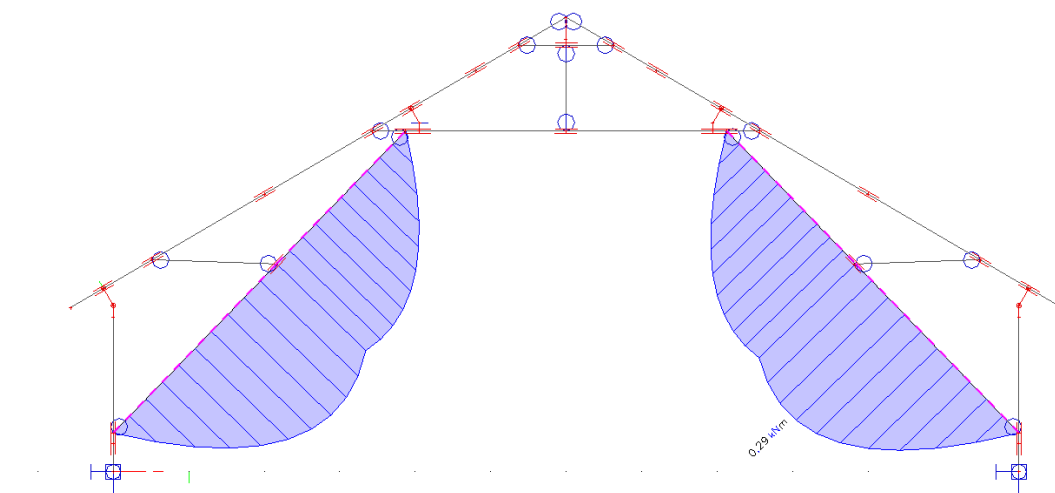
VYHOVUJE

6.5.3. Mezní Stav Únosnosti (CO10)

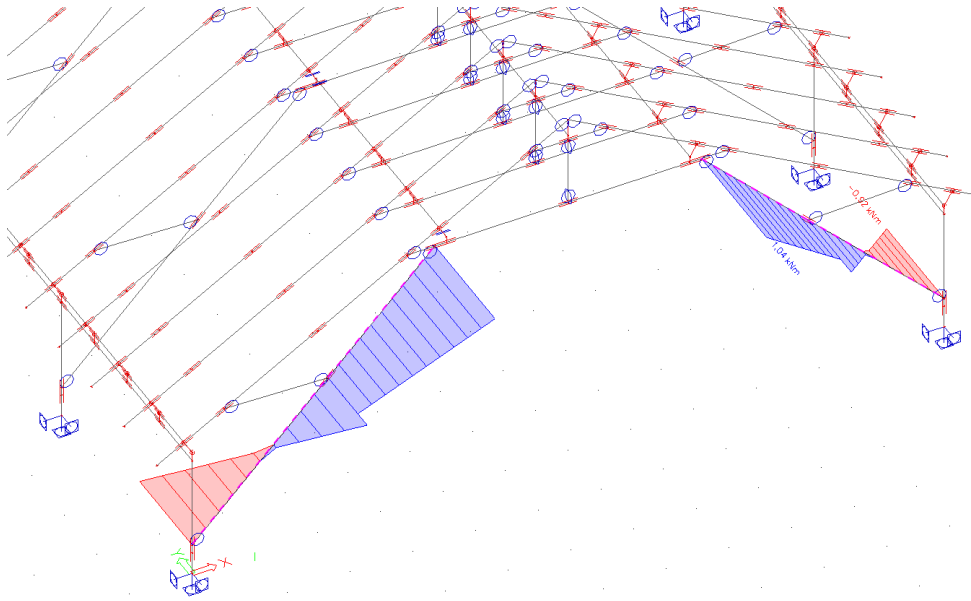
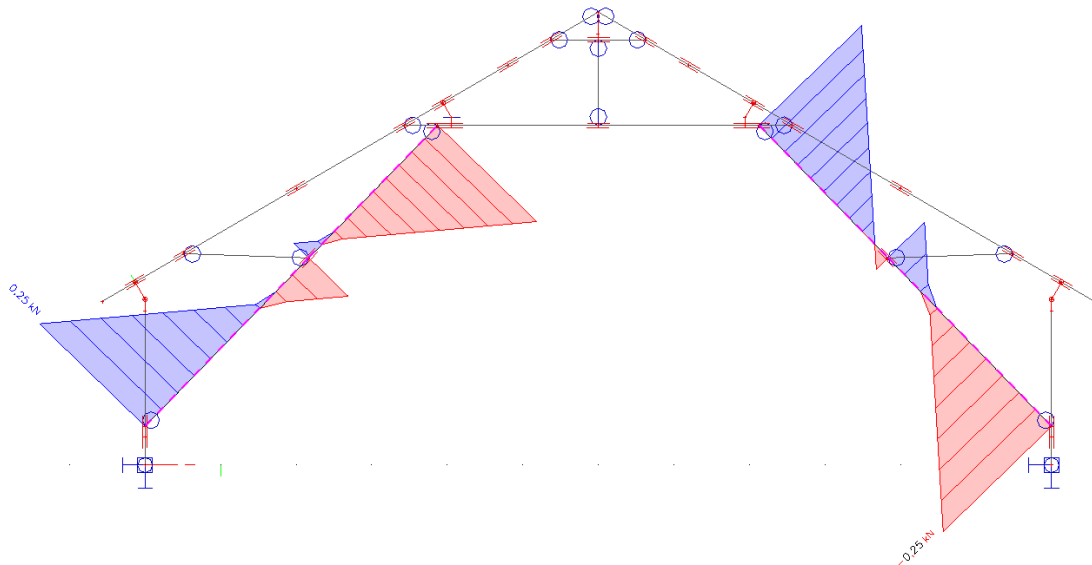
6.5.3.1. Průběh vnitřních sil



Obrázek 27.: Průběh N



Obrázek 28.: Průběh My

Obrázek 29.: Průběh M_z Obrázek 30.: Průběh V_z

Návrhové vnitřní síly:

$$N_{Ed} = -113,58 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 0,29 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 1,04 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 0,25 \text{ kN}$$

6.5.3.2. Posouzení

Posouzení ohybu

Normálové napětí v tlaku a ohybu

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{113,58 \cdot 10^3}{28\,000} = 4,04 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y}} = \frac{0,29 \cdot 10^6}{653,33 \cdot 10^3} = 0,44 \text{ MPa}$$

$$W_{el,y} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 60 \cdot 120^2 = 653,33 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}} = \frac{1,04 \cdot 10^6}{933,33 \cdot 10^3} = \mathbf{1,11 \text{ MPa}}$$

$$W_{el,z} = \frac{1}{6} \cdot h \cdot b^2 = \frac{1}{6} \cdot 120 \cdot 60^2 = 933,33 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

Štíhlostní poměry - kolmo k ose „y“

$$L_{cr,y} = 3 \text{ 110 mm}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{3 \text{ 110}}{40,41} = 76,95$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{45,73 \cdot 10^6}{28 \text{ 000}}} = 40,41 \text{ mm}$$

- kolmo k ose „z“

$$L_{cr,z} = 3 \text{ 110 mm}$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{3 \text{ 110}}{57,74} = 53,87$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{93,33 \cdot 10^6}{28 \text{ 000}}} = 57,74 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda_{MAX}^2} = \pi^2 \cdot \frac{7 \text{ 400}}{76,95^2} = \mathbf{12,33 \text{ MPa}}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{c,k}}{\sigma_{c,crit}}} = \sqrt{\frac{21}{12,33}} = \mathbf{1,3}$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\beta_c = 0,2 \text{ mm}$$

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,3 - 0,3) + 1,3^2] = 1,45 \text{ MPa}$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 + \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{1,45 + \sqrt{1,45^2 + 1,3^2}} = 0,48$$

Posouzení na vzpěr a ohyb

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} < 1$$

$$\frac{4,04}{0,48 \cdot 12,92} + \frac{0,44}{14,77} + 0,7 \cdot \frac{1,11}{14,77} = 0,65 + 0,03 + 0,08 = \mathbf{0,74} < 1$$

VYHOVUJE

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} < 1$$

$$\frac{4,04}{0,48 \cdot 12,92} + 0,7 \cdot \frac{0,44}{14,77} + \frac{1,11}{14,77} = 0,65 + 0,03 + 0,08 = \mathbf{0,75} < 1$$

VYHOVUJE

Posouzení smyku

Účinná plocha průřezu

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 200 = 134 \text{ mm}$$

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 134 \cdot 140 = \mathbf{18 \text{ 760 mm}^2}$$

Smykové napětí

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot A_{eff}} < f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot 0,25 \cdot 10^3}{2 \cdot 18\,760} = \mathbf{0,02\ MPa} < 2,46\ MPa$$

VYHOVUJE

6.5.4. Mezní Stav Použitelnosti

Okamžitý průhyb

$$w_{inst} < \frac{l}{300} = \frac{3\,110}{300} = 10,37\ \text{mm}$$

$$w_{1,inst} = 1,2\ \text{mm}$$

stálé

$$w_{2,inst} = 0,6\ \text{mm}$$

střednědobé – sníh, užitné

$$w_{3,inst} = 0,8\ \text{mm}$$

krátkodobé – vítr

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} + w_{3,inst} = 1,2 + 0,6 + 0,8 = \mathbf{2,6\ mm}$$

VYHOVUJE

Konečný průhyb

$$k_{def,stálé} = k_{def,střednědobé} = k_{def,krátkodobé} = 0,8$$

$$\psi_{2,stálé} = 1,0; \quad \psi_{2,střednědobé} = 0; \quad \psi_{2,krátkodobé} = 0$$

$$w_{fin} < \frac{l}{350} = \frac{3\,110}{350} = 8,89\ \text{mm}$$

$$\begin{aligned} w_{fin} &= w_{1,inst} \cdot (1 + k_{def,stálé}) + w_{2,inst} \cdot (1 + \psi_{2,střednědobé} \cdot k_{def,střednědobé}) + w_{3,inst} \\ &\quad \cdot (1 + \psi_{3,krátkodobé} \cdot k_{def,krátkodobé}) \\ &= 1,2 \cdot (1 + 0,8) + 0,6 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) + 0,8 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) = \mathbf{3,56\ mm} \end{aligned}$$

VYHOVUJE

6.6. Dolní kleštiny

Rozhodující kombinace byla CO4 – jako dominantní proměnné zatížení je užitné.

6.6.1. Průřezové charakteristiky

Průřez a materiál:	dřevo C24
	třída provozu 2
	$k_{mod} = 0,8$
	$f_{m,g,k} = 24\ MPa$
	$f_{v,k} = 4\ MPa$
	$f_{c,k} = 21\ MPa$
	$E_{0,mean} = 11\ 000\ MPa$
	$E_{0,05} = 7\ 400\ MPa$
	$\gamma_m = 1,3$
	$k_{cr} = 0,67$
	$k_m = 0,7$

$$l = 1\,650\text{ mm}$$

Rozměry	b	h	
Obdélník 2x	60	120 mm	y
A =	7200 mm ²		
I _y =	8640000,00 mm ⁴	I _z =	2160000,00 mm ⁴
W _{el,y} =	144000,00 mm ³	W _{el,z} =	72000,00 mm ³
L _{ef,y} =	1650 mm	L _{ef,z} =	1650 mm
i _y =	34,64 mm	i _z =	17,32 mm

Návrhové pevnosti:

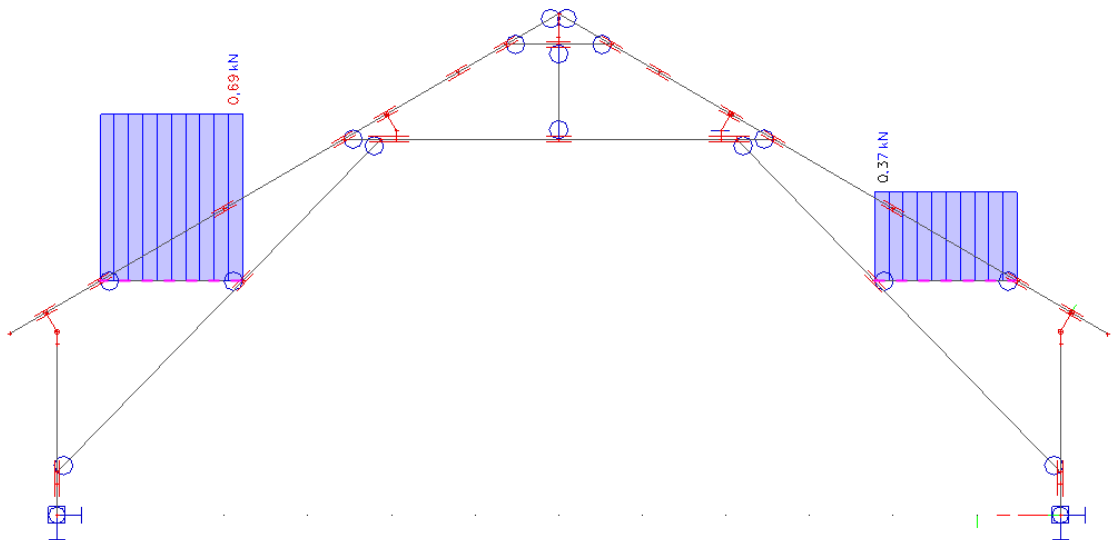
$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,g,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,3} = 14,77\text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{4}{1,3} = 2,46\text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{21}{1,3} = 12,92\text{ MPa}$$

6.6.2. Mezní Stav Únosnosti (CO4)

6.6.2.1. Průběh vnitřních sil



Obrázek 31.: Průběh N

Návrhové vnitřní síly:

$$N_{Ed} = 0,345\text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 0\text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 0\text{ kNm}$$

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

6.6.2.2. Posouzení

Posouzení ohybu

Normálové napětí v tlaku a ohybu

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{0,345 \cdot 10^3}{7\,200} = 0,05\text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y}} = 0\text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}} = 0\text{ MPa}$$

Štíhlostní poměry - kolmo k ose „y“

$$L_{cr,y} = 1\,650 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{1\,650}{34,64} = 47,63$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{8,64 \cdot 10^6}{7\,200}} = 34,64 \text{ mm}$$

- kolmo k ose „z“

$$L_{cr,z} = 1\,650 \text{ mm}$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{1\,650}{17,32} = 95,26$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{2,16 \cdot 10^6}{7\,200}} = 17,32 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda_{MAX}^2} = \pi^2 \cdot \frac{7\,400}{95,26^2} = \mathbf{8,05 \text{ MPa}}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{c,k}}{\sigma_{c,crit}}} = \sqrt{\frac{21}{8,05}} = \mathbf{1,27}$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\beta_c = 0,2 \text{ mm}$$

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,27 - 0,3) + 1,27^2] = 1,4 \text{ MPa}$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 + \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{1,4 + \sqrt{1,4^2 + 1,27^2}} = 0,5$$

Posouzení na vzpěr a ohyb

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} < 1$$

$$\frac{0,05}{0,5 \cdot 12,92} = 7,73 \cdot 10^{-3} = \mathbf{0,08} < 1$$

VYHOVUJE

Posouzení smyku

Účinná plocha průřezu

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 60 = 40,2 \text{ mm}$$

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 40,2 \cdot 120 = \mathbf{4\,824 \text{ mm}^2}$$

Smykové napětí

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot A_{eff}} < f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot 0}{2 \cdot 4\,824} = \mathbf{0 \text{ MPa}} < 2,46 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

6.7. Vrcholová vaznice

Rozhodující kombinace byla CO10 – jako dominantní proměnné zatížení je užitné. Vaznice není spojitá, je navržena tak, aby mezi osami 2-3 a 4-5 vzniklo pole kloubově vložené. Napojování jednotlivých polí se uvažuje v místech nulových M_y .

6.7.1. Průřezové charakteristiky

Průřez a materiál: dřevo C24
 třída provozu 2
 $k_{mod} = 0,8$
 $f_{m,g,k} = 24 \text{ MPa}$
 $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$
 $f_{c,k} = 21 \text{ MPa}$
 $E_{0,mean} = 11\,000 \text{ MPa}$
 $E_{0,05} = 7\,400 \text{ MPa}$
 $\gamma_m = 1,3$
 $k_{cr} = 0,67$
 $k_m = 0,7$
 $l = 4\,000 \text{ mm}$

Rozměry	b	h	
Obdélník	160	220 mm	
A =	35200 mm ²		y
I _y =	141973333,33 mm ⁴	I _z =	75093333,33 mm ⁴
W _{el,y} =	1290666,67 mm ³	W _{el,z} =	938666,67 mm ³
L _{ef,y} =	1000 mm	L _{ef,z} =	1000 mm
i _y =	63,51 mm	i _z =	46,19 mm

Návrhové pevnosti:

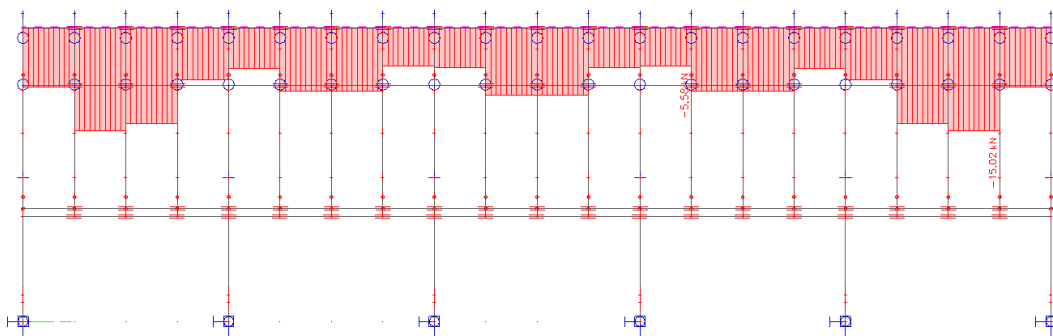
$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,g,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,3} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{4}{1,3} = 2,46 \text{ MPa}$$

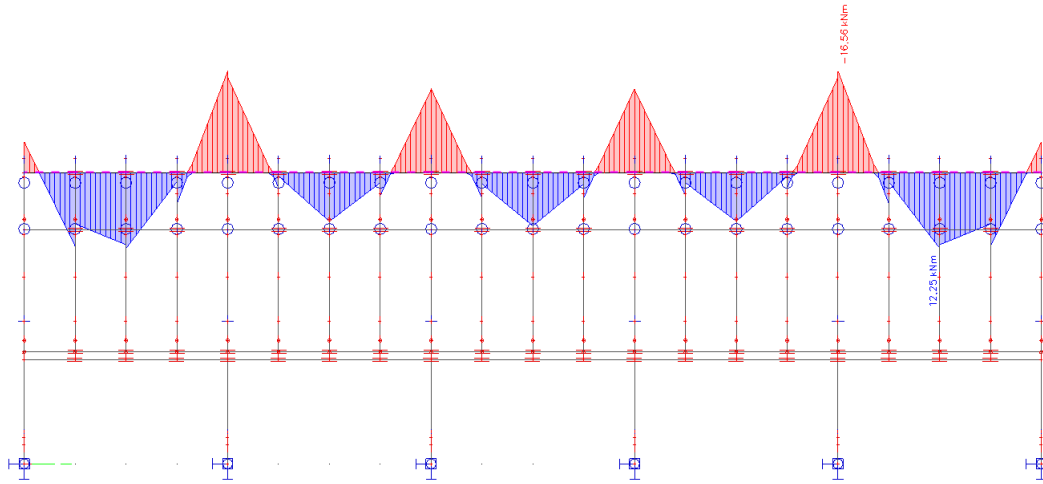
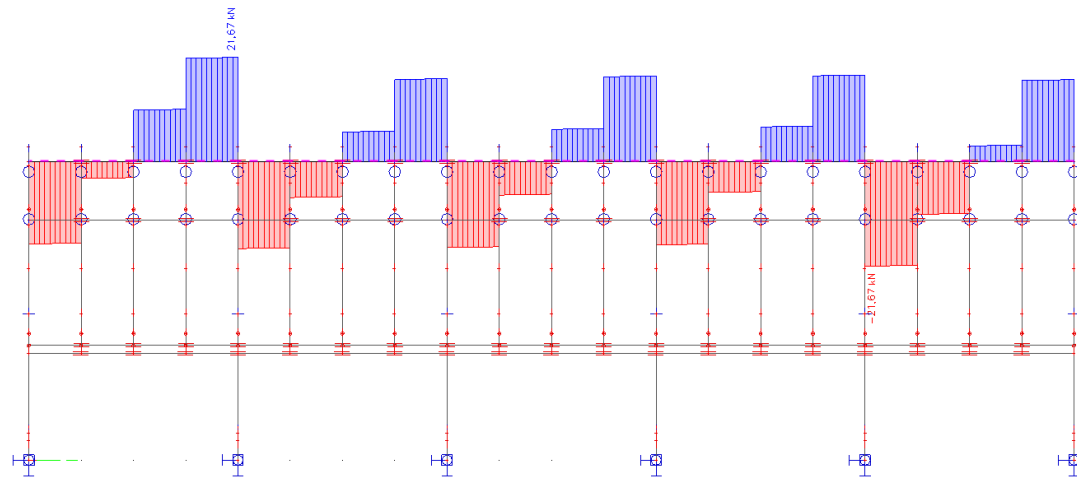
$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{21}{1,3} = 12,92 \text{ MPa}$$

6.7.2. Mezní Stav Únosnosti

6.7.2.1. Průběh vnitřních sil



Obrázek 32.: Průběh N

Obrázek 33.: Průběh M_y Obrázek 34.: Průběh V_z

Návrhové vnitřní síly: $N_{Ed} = -15,02 \text{ kN}$
 $M_{y,Ed} = 16,56 \text{ kNm}$
 $M_{z,Ed}$ zanedbáno
 $V_{Ed} = 21,67 \text{ kN}$

6.7.2.2. Posouzení

Posouzení ohybu

Normálové napětí v tlaku a ohybu

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{15,02 \cdot 10^3}{35\,200} = \mathbf{0,43 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y}} = \frac{16,56 \cdot 10^6}{1,29 \cdot 10^6} = \mathbf{12,83 \text{ MPa}}$$

$$W_{el,y} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 160 \cdot 220^2 = 1,29 \cdot 10^6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}} = \mathbf{0 \text{ MPa}}$$

Štíhlostní poměry - kolmo k ose „y“

$$L_{cr,y} = 1\,000 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{1\,000}{63,51} = 15,75$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{141,97 \cdot 10^6}{25\,200}} = 63,51 \text{ mm}$$

- kolmo k ose „z“

$$L_{cr,z} = 1000 \text{ mm}$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{1\,000}{46,19} = 21,65$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{75,09 \cdot 10^6}{25\,200}} = 46,19 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda_{MAX}^2} = \pi^2 \cdot \frac{7\,400}{21,65^2} = \mathbf{155,81 \text{ MPa}}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{c,k}}{\sigma_{c,crit}}} = \sqrt{\frac{21}{155,81}} = \mathbf{0,29}$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\beta_c = 0,2 \text{ mm}$$

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (0,29 - 0,3) + 0,29^2] = 0,54 \text{ MPa}$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 + \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{0,54 + \sqrt{0,54^2 + 0,29^2}} = 1,00$$

Posouzení na vzpěr a ohyb

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,43}{1,0 \cdot 12,92} + \frac{12,83}{14,77} = 0,03 + 0,87 = \mathbf{0,9} < 1$$

VYHOVUJE

Posouzení smyku

Účinná plocha průřezu

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 160 = 107,2 \text{ mm}$$

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 107,2 \cdot 220 = \mathbf{23\,584 \text{ mm}^2}$$

Smykové napětí

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot A_{eff}} < f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot 21,67 \cdot 10^3}{2 \cdot 23\,584} = \mathbf{1,38 \text{ MPa}} < 2,46 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

6.7.3. Mezní Stav Použitelnosti

Okamžitý průhyb

$$w_{inst} < \frac{l}{300} = \frac{4\,000}{300} = 13,33 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 w_{1,inst} &= 2,9 \text{ mm} && \text{stálé} \\
 w_{2,inst} &= 2,0 \text{ mm} && \text{střednědobé – sníh, užité} \\
 w_{3,inst} &= 2,5 \text{ mm} && \text{krátkodobé – vítr} \\
 w_{inst} &= w_{1,inst} + w_{2,inst} + w_{3,inst} = 2,9 + 2,0 + 2,5 = \mathbf{7,4 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

VYHOVUJE

Konečný průhyb

$$\begin{aligned}
 k_{def,stálé} &= k_{def,střednědobé} = k_{def,krátkodobé} = 0,8 \\
 \psi_{2,stálé} &= 1,0; \quad \psi_{2,střednědobé} = 0; \quad \psi_{2,krátkodobé} = 0 \\
 w_{fin} &< \frac{l}{350} = 2,86 \text{ mm} \\
 w_{fin} &= w_{1,inst} \cdot (1 + k_{def,stálé}) + w_{2,inst} \cdot (1 + \psi_{2,střednědobé} \cdot k_{def,střednědobé}) + w_{3,inst} \\
 &\quad \cdot (1 + \psi_{3,krátkodobé} \cdot k_{def,krátkodobé}) \\
 &= 2,9 \cdot (1 + 0,8) + 2,0 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) + 2,5 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) = \mathbf{9,72 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

VYHOVUJE

6.8. Středová vaznice

Rozhodující kombinace byla CO10 – jako dominantní proměnné zatížení je užité. Vaznice není spojitá, je navržena tak, aby mezi osami 2-3 a 4-5 vzniklo pole kloubově vložené. Napojování jednotlivých polí se uvažuje v místech nulových M_y .

6.8.1. Průřezové charakteristiky

Průřez a materiál:	dřevo C24
	třída provozu 2
	$k_{mod} = 0,8$
	$f_{m,g,k} = 24 \text{ MPa}$
	$f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$
	$f_{c,k} = 21 \text{ MPa}$
	$E_{0,mean} = 11\,000 \text{ MPa}$
	$E_{0,05} = 7\,400 \text{ MPa}$
	$\gamma_m = 1,3$
	$k_{cr} = 0,67$
	$k_m = 0,7$
	$l = 4\,000 \text{ mm}$

Rozměry	b	h	
Obdélník	180	220 mm	y
A =	39600 mm ²		
I _y =	159720000,00 mm ⁴	I _z =	106920000,00 mm ⁴
W _{el,y} =	1452000,00 mm ³	W _{el,z} =	1188000,00 mm ³
L _{ef,y} =	1000 mm	L _{ef,z} =	1000 mm
i _y =	63,51 mm	i _z =	51,96 mm

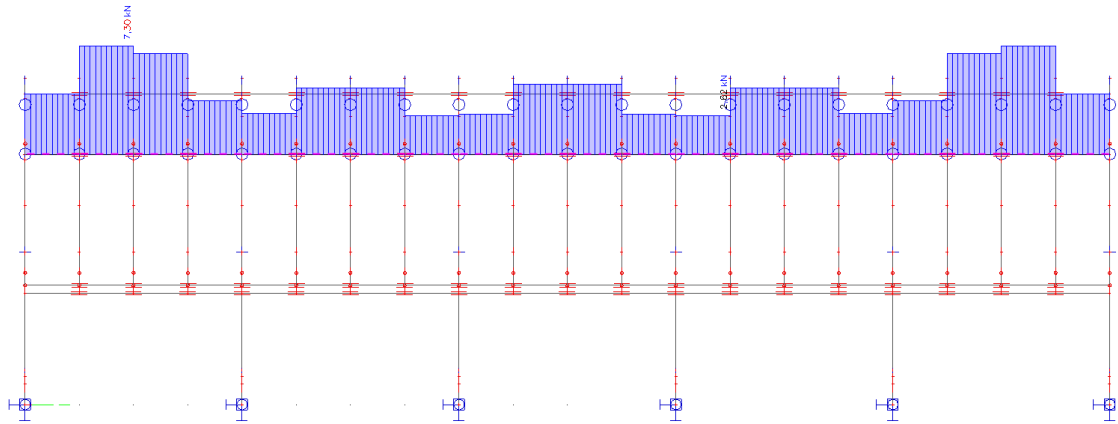
Návrhové pevnosti:

$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,g,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,3} = \mathbf{14,77 \text{ MPa}}$$

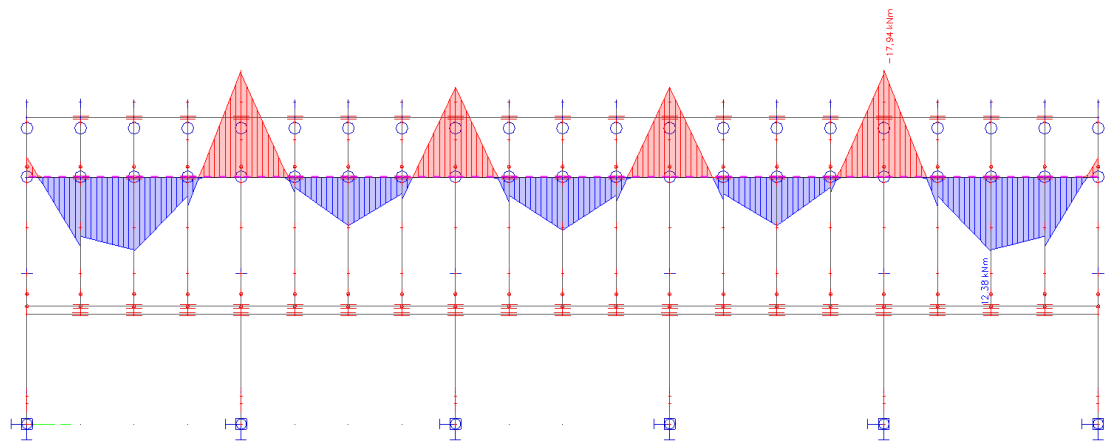
$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{4}{1,3} = 2,46 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{21}{1,3} = 12,92 \text{ MPa}$$

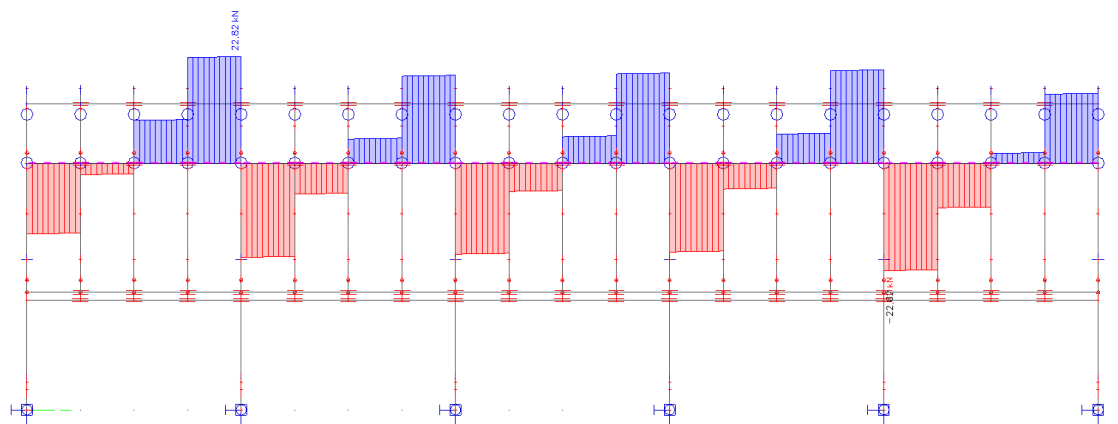
6.8.2. Mezní Stav Únosnosti



Obrázek 35.: Průběh N



Obrázek 36.: Průběh My



Obrázek 37.: Průběh Vz

6.8.2.1. Průběh vnitřních sil

Návrhové vnitřní síly: $N_{Ed} = 7,30 \text{ kN}$
 $M_{y,Ed} = 17,94 \text{ kNm}$
 $M_{z,Ed}$ zanedbáno
 $V_{Ed} = 22,82 \text{ kN}$

6.8.2.2. Posouzení**Posouzení ohybu**

Normálové napětí v tlaku a ohybu

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{7,3 \cdot 10^3}{39\,600} = \mathbf{0,18 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y}} = \frac{17,94 \cdot 10^6}{1,452 \cdot 10^6} = \mathbf{12,36 \text{ MPa}}$$

$$W_{el,y} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 180 \cdot 220^2 = 1,452 \cdot 10^6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}} = \mathbf{0 \text{ MPa}}$$

Štíhlostní poměry - kolmo k ose „y“

$$L_{cr,y} = 1\,000 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{1\,000}{65,31} = 15,75$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{159,72 \cdot 10^6}{39\,600}} = 65,31 \text{ mm}$$

- kolmo k ose „z“

$$L_{cr,z} = 1\,000 \text{ mm}$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{1\,000}{51,96} = 19,25$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{106,92 \cdot 10^6}{39\,600}} = 51,96 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda_{MAX}^2} = \pi^2 \cdot \frac{7\,400}{19,25^2} = \mathbf{197,19 \text{ MPa}}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{c,k}}{\sigma_{c,crit}}} = \sqrt{\frac{21}{197,19}} = \mathbf{0,26}$$

Součinitel vzpěrnosti

$$\beta_c = 0,2 \text{ mm}$$

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (0,26 - 0,3) + 0,26^2] = 0,53 \text{ MPa}$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 + \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{0,53 + \sqrt{0,53^2 + 0,26^2}} = 1,01$$

Posouzení na vzpěr a ohyb

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} < 1$$

$$\frac{0,18}{1,01 \cdot 12,92} + \frac{12,36}{14,77} = 0,01 + 0,84 = \mathbf{0,85} < 1$$

VYHOVUJE

Posouzení smyku

Účinná plocha průřezu

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 180 = 120,6 \text{ mm}$$

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 120,6 \cdot 220 = \mathbf{26\,532 \text{ mm}^2}$$

Smykové napětí

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot A_{eff}} < f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot 22,82 \cdot 10^3}{2 \cdot 26\,532} = \mathbf{1,29 \text{ MPa}} < 2,46 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

6.8.3. Mezní Stav Použitelnosti

Okamžitý průhyb

$$w_{inst} < \frac{l}{300} = \frac{4\,000}{300} = 13,33 \text{ mm}$$

$$w_{1,inst} = 2,9 \text{ mm}$$

stálé

$$w_{2,inst} = 2,0 \text{ mm}$$

střednědobé – sníh, užité

$$w_{3,inst} = 2,4 \text{ mm}$$

krátkodobé – vítr

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} + w_{3,inst} = 2,9 + 2,0 + 2,5 = \mathbf{7,3 \text{ mm}}$$

VYHOVUJE

Konečný průhyb

$$k_{def,stálé} = k_{def,střednědobé} = k_{def,krátkodobé} = 0,8$$

$$\psi_{2,stálé} = 1,0; \quad \psi_{2,střednědobé} = 0; \quad \psi_{2,krátkodobé} = 0$$

$$w_{fin} < \frac{l}{350} = 2,86 \text{ mm}$$

$$w_{fin} = w_{1,inst} \cdot (1 + k_{def,stálé}) + w_{2,inst} \cdot (1 + \psi_{2,střednědobé} \cdot k_{def,střednědobé}) + w_{3,inst} \cdot (1 + \psi_{3,krátkodobé} \cdot k_{def,krátkodobé})$$

$$= 2,9 \cdot (1 + 0,8) + 2,0 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) + 2,4 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) = \mathbf{9,62 \text{ mm}}$$

VYHOVUJE

6.9. Pozednice

Pozednice slouží primárně jako konstrukční nenosný prvek, který je uložený na nosném železobetonovém průvlaku. Byla navržena jako průřez 200x200 mm.

6.10. Železobetonový sloup

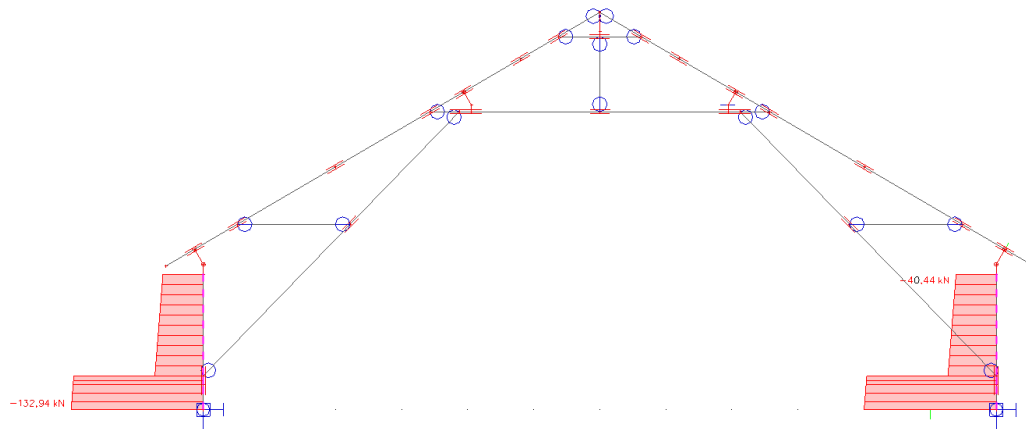
Rozhodující kombinace byla CO10 – jako dominantní proměnné zatížení je užité.

6.10.1. Průřezové charakteristiky

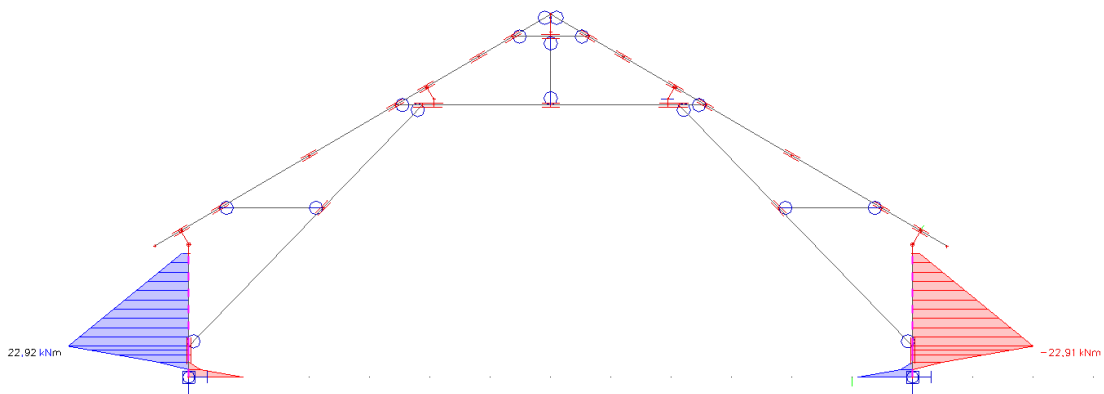
Průřez a materiál: *beton C25/30*
 $f_{c,k} = 25 \text{ MPa}$
výztuž B500B
 $E_s = 210 \text{ GPa}$
 $c = 35 \text{ mm}$

Rozměry: $a = 400 \text{ mm}$
 $b = 400 \text{ mm}$

6.10.2. Průběh vnitřních sil



Obrázek 38.: Průběh N



Obrázek 39.: Průběh My

Návrhové vnitřní síly: $N_{Ed} = 133 \text{ kN}$
 $M_{y,Ed} = 23 \text{ kNm}$

Návrh výztuže

Navrhují tříminky $\text{Ø } 6/200 \text{ mm}$ a svislou výztuž $6 \times \text{Ø } 14$.

Posouzení bylo provedeno pomocí programu InDiOn

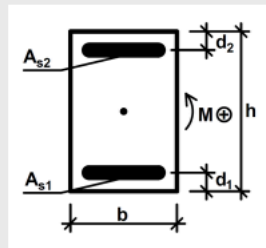
(<https://people.fsv.cvut.cz/~holanjak/software/indion/>)

InDiOn - Interakční Diagram Online

Program pro vykreslení interakčního diagramu průřezu

Charakteristiky průřezu

b = mm
h = mm
d₁ = mm
d₂ = mm
A_{s1} = mm²
A_{s2} = mm²



Materiály

f_{ck} = MPa
f_{yk} = MPa
E_s = GPa

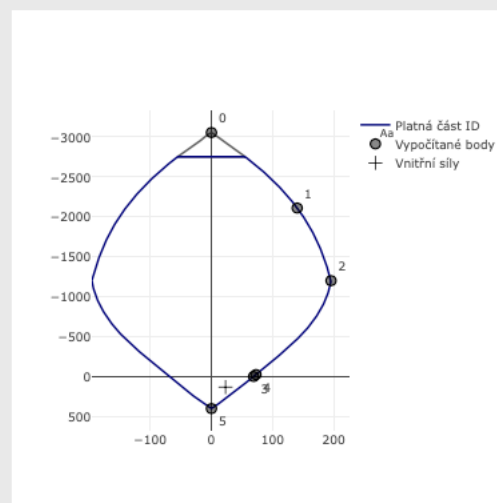
Působící vnitřní síly

N_{Ed} = kN
M_{Ed} = kNm

Vypočítat

Vykreslit

Interakční diagram



Body

N_{Rd0} = kN
M_{Rd0} = kNm
N_{Rd1} = kN
M_{Rd1} = kNm
N_{Rd2} = kN
M_{Rd2} = kNm
N_{Rd3} = kN
M_{Rd3} = kNm
N_{Rd4} = kN
M_{Rd4} = kNm
N_{Rd5} = kN
M_{Rd5} = kNm

Navržená výztuž vyhoví.

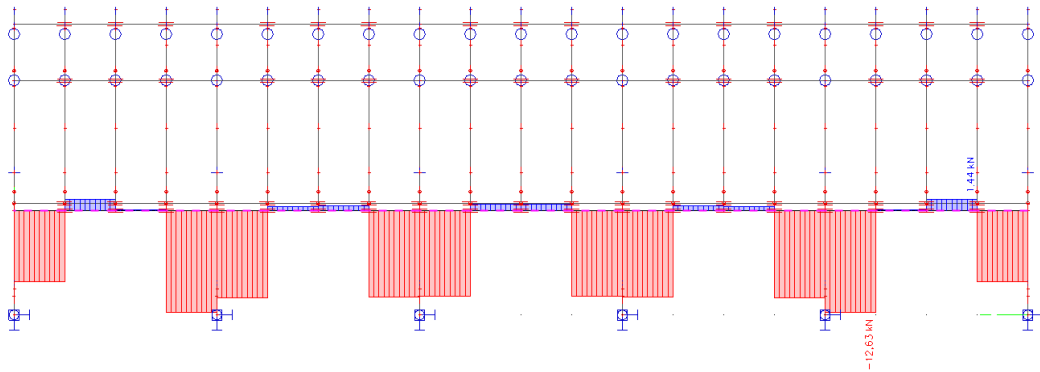
6.11. Železobetonový průvlak

6.11.1. Průřezové charakteristiky

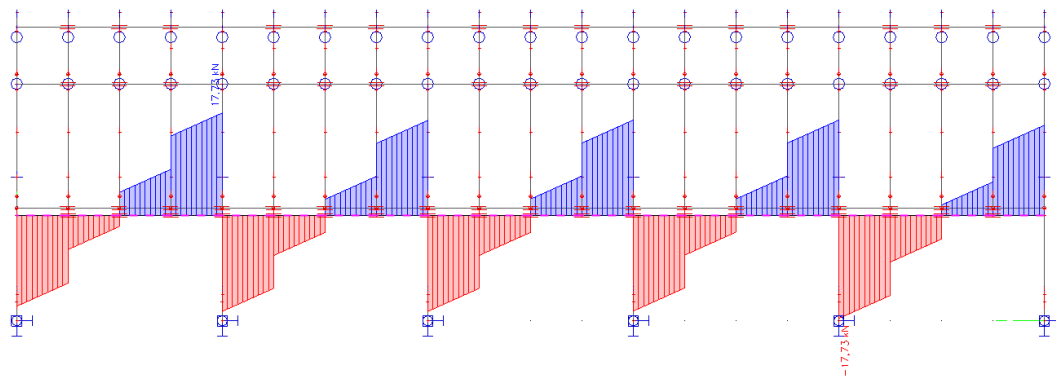
Průřez a materiál: *beton C25/30*
 $f_{c,k} = 25 \text{ MPa}$
 $f_{c,d} = 16,67 \text{ MPa}$
 $f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$
výztuž *B500B*
 $E_s = 210 \text{ GPa}$
 $c = 35 \text{ mm}$

Rozměry: $b = 400 \text{ mm}$
 $h = 300 \text{ mm}$

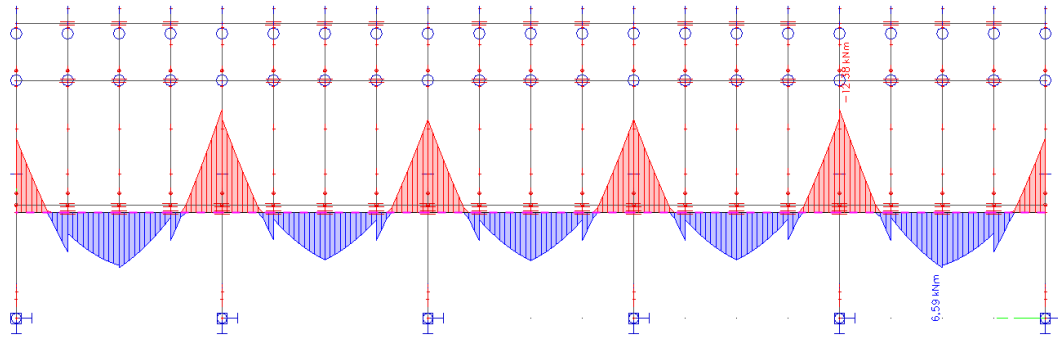
6.11.2. Průběh vnitřních sil



Obrázek 40.: Průběh N



Obrázek 41.: Průběh Vz

Obrázek 42.: Průběh M_y

Návrhové vnitřní síly: $N_{Ed} = 13 \text{ kN}$
 $V_{z,Ed} = 18 \text{ kN}$
 $M_{y,Ed} = 7 \text{ kNm}$

Návrh výztuže

Navrhují třmínky $\emptyset 6/200 \text{ mm}$ a svislou výztuž $3 \times \emptyset 14$ při horním i spodním povrchu.

Pole	$M_{y,ed}$ [kNm]	d [mm]	z [mm]	$A_{s,req}$ [mm ²]	kční zásady		ϕ	počet	NÁVRH		POSOUZENÍ			
					$A_{s,min1}$ [mm ²]	$A_{s,min2}$ [mm ²]			$A_{s,prov}$ [mm ²]	rozteč [mm]	x [mm]	z [mm]	M_{ed} [kNm/m]	$M_{ed} > M_{y,ed}$
podpora	13	258	232,2	117,581837	139,5264	134,16	14	3	461,81412	200	37,6667142	242,933314	48,8026651	ANO
pole	7	258	232,2	62,8717676	139,5264	134,16	14	3	461,81412	200	37,6667142	242,933314	48,8026651	ANO

Tabulka 7: Návrh výztuže železobetonového průvlaku

VYHOVUJE

7. Spoje

7.1. Přípoj šikmého sloupku ke kleštinám

Spoj je navržený kloubový, kde by se síla z kleštin měla z větší části přenést do šikmého sloupku. Přenos této síly by měl být zajištěn pomocí navržených svorníků M20. Sloupek bude připojen pomocí ocelových komponentů, které budou předem vyrobeny.

7.1.1. Materiálové charakteristiky a součinitelé

Svislý plech P10: $b = 340 \text{ mm}$
 $h = 200 \text{ mm}$

Vodorovný plech P10: $a = 340 \text{ mm}$
 $b = 200 \text{ mm}$

Součinitelé a charakteristiky: $k_{mod} = 0,8$

$$\gamma_m = 1,3$$

$$f_{u,k} = 500 \text{ MPa (pevnostní třída 5.8)}$$

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

$$\alpha = 0^\circ$$

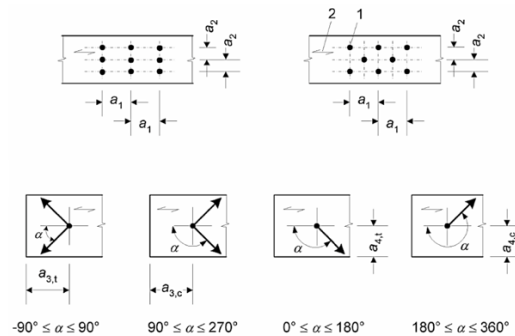
$$t_2 = 140 \text{ mm}$$

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

$$N_{ed} = 70 \text{ kN}$$

7.1.2. Posouzení

Rozteče svorníků



Obrázek 43.: Rozteče svorníků dle normy

$$a_1 \geq (4 + |\cos \alpha|) \cdot d = (4 + |\cos 0|) \cdot 20 = \mathbf{100 \text{ mm}}$$

$$a_2 \geq 4 \cdot d = 4 \cdot 20 = \mathbf{80 \text{ mm}}$$

$$a_{3,t} \geq \text{MAX} \{7 \cdot d; 80\} = \text{MAX} \{7 \cdot 20; 80\} = \text{MAX} \{140; 80\}$$

$$a_{3,t} \geq \mathbf{140 \text{ mm}}$$

$$a_{4,t} \geq \text{MAX} \{(2 \cdot 2 \sin \alpha) \cdot d; 3 \cdot d\} = \text{MAX} \{(2 \cdot 2 \sin 0) \cdot 20; 3 \cdot 20\} = \text{MAX} \{40; 60\}$$

$$a_{4,t} \geq \mathbf{60 \text{ mm}}$$

Charakteristická pevnost v otláčení ve dřevěném prvku

$$f_{h,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{22,96}{1,65 \cdot \sin^2 0 + \cos^2 0} = \mathbf{22,96 \text{ MPa}}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 350 = 22,96 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 20 = 1,65 \text{ MPa}$$

Plastický moment únosnosti

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 500 \cdot 20^{2,6} = \mathbf{0,362 \text{ kNm}}$$

Charakteristická únosnost pro jeden stříh spojovacího prvku

- pro tenkou ocelovou desku jako vnější prvek dvojstřížného spoje
- únosnost na vytažení spojovacího prostředku $F_{ax,Rk}$ zanedbána, $F_{ax,Rk} = 0$

$$F_{v,Rk} = \text{MIN} \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot f_{h,k} \cdot t_2 \cdot d \\ 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right\}$$

$$= \text{MIN} \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot 22,96 \cdot 140 \cdot 20 \\ 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot 0,362 \cdot 10^6 \cdot 22,96 \cdot 20} \end{array} \right\} = \text{MIN} \left\{ \begin{array}{l} 32,14 \\ 20,97 \end{array} \right\}$$

$$F_{v,Rk} = 20,97 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{20,97}{1,3} = \mathbf{12,9 \text{ kNm}}$$

Minimální počet spojovacích prvků

$$n_{MIN} = \frac{N_{Ed}}{n_{st} \cdot F_{v,Rd}} = \frac{70}{2 \cdot 12,9} = 2,71$$

$$n_{MIN} = \mathbf{3}$$

Posouzení svaru svislého plechu

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

$$l_w = 860 \text{ mm}$$

$$f_u = 360 \text{ MPa (S235)}$$

$$\beta_w = 0,8$$

$$\gamma_{m,w} = 1,25$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{N_{Ed}}{2 \cdot a_w \cdot l_w} < \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{m,w}}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{70}{2 \cdot 4 \cdot 860} < \frac{360}{\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 1,25}$$

$$\tau_{\parallel} = \mathbf{10,17} < \mathbf{207,85} \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

7.2. Přípoj dřevěného sloupku k železobetonovému sloupu

Spoj je navržený kloubový, kde by se síla z kleštin měla z větší části přenést do šikmého sloupku. Přenos této síly by měl být zajištěn pomocí navržených svorníků M20.

Sloupek bude připojen pomocí ocelových komponentů, které budou předem vyrobeny.

7.2.1. Materiálové charakteristiky a součinitelé

Styčnickový plech P6: $a = 220 \text{ mm}$
 $b = 260 \text{ mm}$

Střední plech P6: $b = 150 \text{ mm}$
 $h = 250 \text{ mm}$

Součinitelé a charakteristiky: $k_{mod} = 0,8$

$$\gamma_m = 1,3$$

$$f_{u,k} = 800 \text{ MPa (pevnostní třída 8.8)}$$

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

$$\alpha = 0^\circ$$

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

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$N_{ed} = 120 \text{ kN}$$

7.2.2. Posouzení

Rozteče svorníků

$$a_1 \geq (4 + |\cos \alpha|) \cdot d = (4 + |\cos 0|) \cdot 12 = \mathbf{60 \text{ mm}}$$

$$a_2 \geq 4 \cdot d = 4 \cdot 12 = \mathbf{48 \text{ mm}}$$

$$a_{3,t} \geq \text{MAX} \{7 \cdot d; 80\} = \text{MAX} \{7 \cdot 12; 80\} = \text{MAX} \{84; 80\}$$

$$a_{3,t} \geq \mathbf{84 \text{ mm}}$$

$$a_{4,t} \geq \text{MAX} \{(2 \cdot 2 \sin \alpha) \cdot d; 3 \cdot d\} = \text{MAX} \{(2 \cdot 2 \sin 0) \cdot 12; 3 \cdot 12\} = \text{MAX} \{24; 36\}$$

$$a_{4,t} \geq \mathbf{36 \text{ mm}}$$

Charakteristická pevnost v otlacení ve dřevěném prvku

$$f_{h,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{25,26}{1,53 \cdot \sin^2 0 + \cos^2 0} = \mathbf{25,26 \text{ MPa}}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 12) \cdot 350 = 25,26 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 12 = 1,53 \text{ MPa}$$

Plastický moment únosnosti

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 800 \cdot 12^{2,6} = \mathbf{0,153 \text{ kNm}}$$

Charakteristická únosnost pro jeden stříh spojovacího prvku

- pro ocelovou desku libovolné tloušťky jako střední prvek dvojstřížného spoje
- únosnost na vytažení spojovacího prostředku $F_{ax,Rk}$ zanedbána, $F_{ax,Rk} = 0$

$$F_{v,Rk} = \text{MIN} \left\{ \begin{array}{l} \frac{f_{h,k} \cdot t_1 \cdot d}{2,3 \cdot \sqrt{M_{y,Rk} \cdot f_{h,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4}} \\ f_{h,k} \cdot t_1 \cdot d \cdot \left[\sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,k} \cdot t_1^2 \cdot d}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right\} =$$

$$\text{MIN} \left\{ \begin{array}{l} \frac{25,26 \cdot 70 \cdot 12}{2,3 \cdot \sqrt{0,153 \cdot 25,26 \cdot 12}} \\ 25,26 \cdot 70 \cdot 12 \cdot \left[\sqrt{2 + \frac{4 \cdot 0,153}{25,26 \cdot 70^2 \cdot 12}} - 1 \right] \end{array} \right\} = \text{MIN} \left\{ \begin{array}{l} 21,22 \\ 22,18 \\ 34,86 \end{array} \right\}$$

$$F_{v,Rk} = 21,22 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{21,22}{1,3} = \mathbf{13,06 \text{ kNm}}$$

Minimální počet spojovacích prvků

$$n_{MIN} = \frac{N_{Ed}}{n_{st} \cdot F_{v,Rd}} = \frac{120}{2 \cdot 13,06} = 4,6$$

$$n_{MIN} = \mathbf{5}$$

Posouzení svaru svislého plechu

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

$$l_w = 312 \text{ mm}$$

$$f_u = 360 \text{ MPa (S235)}$$

$$\beta_w = 0,8$$

$$\gamma_{m,w} = 1,25$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{N_{Ed}}{2 \cdot a_w \cdot l_w} < \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{m,w}}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{120}{2 \cdot 3 \cdot 312} < \frac{360}{\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 1,25}$$

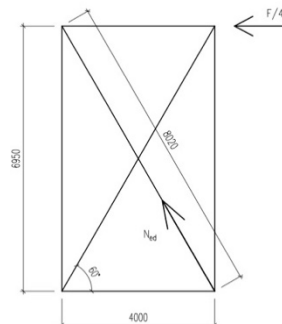
$$\tau_{\parallel} = \mathbf{64,1 < 207,85 \text{ MPa}}$$

VYHOVUJE

8. Prostorová tuhost

Prostorová tuhost zastřešení bude zajištěna vetknutím železobetonových sloupů a také ocelovými zavětrovacími prvky, které budou ve střešní rovině u štítových vazeb. Navrhují prvky BOVA BV/ZP 10-01.

K připojení prvků budou použity hřebíky ANKER \varnothing 4mm, které doporučuje výrobce. Počet spojovacích prvků byl stanoven dle katalogu únosností od dodavatele.



Obrázek 44.: Geometrie ztužidel

Návrhová hodnota vodorovného zatížení do ztužidla

$$F_{Ed} = \frac{\sum \text{svislé zatížení}}{200}$$

$$F_{Ed} = \frac{[0,8 + 0,69 + 0,56 \cdot 0,5 + 0,75] \cdot (20 \cdot 12)}{200} = 3,024 \text{ kN} \sim \mathbf{3,1 \text{ kN}}$$

Osová síla ve ztužidle

$$L = 8020 \text{ mm}$$

$$N_{Ed} = \frac{F}{4 \cos 60} = \frac{3,1}{0,5} = \mathbf{1,55 \text{ kN}}$$

únosnost [kN]		k_{ef}	
		0,8	1,0
počet hřebíků	2	1,82	1,82
	4	3,18	3,65
	6	4,39	5,47
	8	5,53	7,30
	10	6,61	9,12
	12	7,65	10,95
	14	8,65	12,10
	16	9,63	12,10
	18	10,58	12,10
	20	11,51	12,10
	22	12,10	12,10

Tabulka 8: Tabulka návrhových únosností pro různé k_{ef}

$$n_{MIN} = 2$$

Dle tabulky návrhových únosností je minimální počet spojovacích prostředků, $n_{min} = 2$.

Navrženy 4x hřebíky \varnothing 4 mm.

9. Orientační posouzení založení

K orientačnímu posouzení bylo využito demoverze softwaru GEO5 – Patka.

Kristýna Mouchová	BP
-------------------	----

Posouzení plošného základu

Vstupní data

Projekt

Akce : BP
 Vypracoval : Kristýna Mouchová
 Datum : 03.05.2021

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)
 Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)
 Omezení deformační zóny : procentem Sigma,Or
 Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]



Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)
 Posouzení tažené patky : standardní postup
 Dovolená excentricita : 0,333
 Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
 Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svíslé únosnosti :		$\gamma_{Rvs} =$	1,40 [-]
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :		$\gamma_{Rhs} =$	1,10 [-]

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída S4		29,00	5,00	18,00	8,00	
2	Třída G1, středně ulehlá		38,50	0,00	21,00	11,00	

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Parametry zemín

Třída S4

Objemová tíha : $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 29,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 5,00 \text{ kPa}$
 Edometrický modul : $E_{oed} = 13,50 \text{ MPa}$

1

Kristýna Mouchová

BP

Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 18,00 \text{ kN/m}^3$ **Třída G1, středně ulehlá**Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$ Úhel vnitřního tření : $\varphi_{\text{ef}} = 38,50^\circ$ Soudržnost zeminy : $c_{\text{ef}} = 0,00 \text{ kPa}$ Edometrický modul : $E_{\text{oed}} = 355,50 \text{ MPa}$ Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 21,00 \text{ kN/m}^3$ **Založení****Typ základu: centrická patka**Hloubka od původního terénu $h_z = 0,90 \text{ m}$ Hloubka základové spáry $d = 0,90 \text{ m}$ Tloušťka základu $t = 0,40 \text{ m}$ Sklon upraveného terénu $s_1 = 0,00^\circ$ Sklon základové spáry $s_2 = 0,00^\circ$ **Nadloží**

Typ: zadat objemovou tíhu

Objemová tíha zeminy nad základem = $20,00 \text{ kN/m}^3$ **Geometrie konstrukce****Typ základu: centrická patka**Délka patky $x = 0,60 \text{ m}$ Šířka patky $y = 0,60 \text{ m}$ Šířka sloupu ve směru x $c_x = 0,40 \text{ m}$ Šířka sloupu ve směru y $c_y = 0,40 \text{ m}$ Objem patky = $0,14 \text{ m}^3$ Objem výkopu = $0,32 \text{ m}^3$ Objem zásypu = $0,10 \text{ m}^3$ **Materiál konstrukce**Objemová tíha $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton: C 20/25

Válcová pevnost v tlaku

 $f_{\text{ck}} = 20,00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu

 $f_{\text{ctm}} = 2,20 \text{ MPa}$

Modul pružnosti



 $E_{\text{cm}} = 30000,00 \text{ MPa}$ **Ocel podélná: B500**

Mez kluzu

 $f_{\text{yk}} = 500,00 \text{ MPa}$ **Ocel příčná: B500**

Mez kluzu

 $f_{\text{yk}} = 500,00 \text{ MPa}$ **Geologický profil a přiřazení zemín**

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,00	0,00 .. 1,00	Třída S4	
2	2,00	1,00 .. 3,00	Třída G1, středně ulehlá	

Kristýna Mouchová	BP
-------------------	----

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
3	-	3,00 .. ∞	Třída G1, středně ulehlá	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		reakce podpory	Návrhové	29,00	0,00	1,80	5,60	2,30

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1**Posouzení zatěžovacích stavů**

Název	Vl. tíha příznivě	e _x [m]	e _y [m]	σ [kPa]	R _d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
reakce podpory	Ano	0,01	-0,03	109,34	803,78	13,60	Ano
reakce podpory	Ne	0,01	-0,03	114,42	819,48	13,96	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky G = 4,47 kN

Spočtená tíha nadloží Z = 2,70 kN

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 1. (reakce podpory)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy z_{sp} = 1,14 m

Dosah smykové plochy l_{sp} = 3,75 m

Výpočtová únosnost zákl. půdy R_d = 819,48 kPa

Extrémní kontaktní napětí σ = 114,42 kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE**Posouzení excentricity zatížení**

Max. excentricita ve směru délky patky e_x = 0,021 < 0,333

Max. excentricita ve směru šířky patky e_y = 0,045 < 0,333

Max. prostorová excentricita e_t = 0,050 < 0,333

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE**Posouzení vodorovné únosnosti**

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 1. (reakce podpory)

Zemní odpor: klidový

Výpočtová velikost zemního odporu S_{pd} = 1,56 kN

Horizontální únosnost základu R_{dh} = 20,13 kN

Extrémní horizontální síla H = 6,05 kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

10. Závěr

V mé bakalářské práci jsem se nejdříve zaměřila na předběžný návrh jednotlivých prvků, kdy jsem si vytvořila v softwaru SCIA Engineer 2D model jedné plné vazby, který jsem zatížila daným zatížením.

Tento hrubý odhad dimenzí prvků mi byl podkladem pro finální 3D model, ze kterého jsem stanovovala všechny vnitřní síly prvků, které jsem následně posuzovala ve statickém výpočtu.

Výkresová dokumentace byla vytvořena na základě dimenzí prvků ze statického výpočtu.

11. Použité programy

SCIA Engineer 19.1 studentská verze

AutoCAD 2018 studentská verze

GEO5 demoverze

MS Word Office 365

MS Excel Office 365

12. Použité normy, literatura a ostatní zdroje

Normy:

- ČSN EN 1991-1-1 (730035): Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-3 (730035): Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem. Praha: Český normalizační institut, červen 2005.
- ČSN EN 1991-1-4 (730035): Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení větrem. Praha: Český normalizační institut, duben 2007.
- ČSN EN 1995-1-1 (731701): Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut, prosinec 2006.
- ČSN EN 338 (73 1711): Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti. Praha: Český normalizační institut, květen 2010.
- ČSN EN 335-1 (49 0080): Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva – Definice tříd použití – Část 1: Všeobecné zásady Praha: Český normalizační institut, duben 2007.
- ČSN EN 1992-1-1(73 1201) Eurokód 2: Návrhová betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Literatura:

- KUKLÍK, Petr a Anna KUKLÍKOVÁ. *Navrhování dřevěných konstrukcí příručka k ČSN EN 1995-1*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2010. ISBN 978-80-87093-88-7.
- KUKLÍK, Petr a Anna KUKLÍKOVÁ. *Dřevěné konstrukce 10: Příklady navrhování*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1997. ISBN 80-01-01682-X.

Ostatní zdroje:

- *Statický výpočet - Vrátkov* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <http://www.vratkov.cz/dokumenty/oznameni/2015/stavba-pristresku/Staticky-vypocet.pdf>
- *Dlupal Software: Oblasti zatížení sněhem, větrem a zemětřesením* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.dlupal.com/cs/reseni/online-sluzby/oblasti-zatizeni-snehem-vetrem-a-zemetresenim>

- *Dlupal Software: Výpočet zatížení přístřešků větrem podle EN 1991-1-4* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.dlupal.com/cs/podpora-a-skoleni/podpora/databaze-znalosti/001542>
 - *Bova-nail.cz: Zavětrovací prvky* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <http://bova-nail.cz/kategorie-produktu/kovani-na-drevene-tesarske-konstrukce/zavetrovaci-prvky/>
 - *Bova-nail.cz: Katalog únosností* [online]. [cit. 2021-5-4]. Dostupné z: http://bova-nail.cz/upl/katalog/katalog_únosnost%C3%AD_10-01.pdf
 - *InDiOn - interakční diagram online* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://people.fsv.cvut.cz/~holanjak/software/indion/>
 - *Fce.vutbr.cz* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: https://www.fce.vutbr.cz/KDK/pesek.o/BO03_BO06/_PODKLADY_dřevo_2.1.pdf
-

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

TECHNICKÁ ZPRÁVA



ZASTŘEŠENÍ VENKOVNÍ RESTAURACE U RABYNĚ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracovala:

Kristýna Mouchová

Vedoucí práce:

doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

2020/2021

Obsah

1.	Základní údaje o stavbě	3
2.	Popis nosné konstrukce	3
3.	Skladby konstrukcí	3
4.	Zatížení	4
5.	Materiály	4
6.	Ochrana proti korozi a požáru	4
7.	Ztužující prvky	5
8.	Založení	5
9.	Odvodnění	5
10.	Ochrana dřeva	5
11.	Vliv na životní prostředí	5

1. Základní údaje o stavbě

Jedná se o zastřešení venkovní restaurace, stavba se nachází v obci Rabyně ve Středočeském kraji.

Dispoziční rozměry objektu:

Šířka: 12,8 m

Délka: 20,8 m

Výška okapu: 2,15 m

Výška hřebene přístřešku: 6,14 m

2. Popis nosné konstrukce

Hlavními nosnými částmi navržené konstrukce jsou vaznice, jedná se o vaznicovou soustavu doplněnou o vetknuté železobetonové sloupy s průvlaky, které tvoří po délce konstrukce tuhý rám.

Všechny dřevěné prvky jsou navrženy z rostlého dřeva C24, konstrukce sestává z plných vazeb a jalových vazeb, mezi kterými probíhají vodorovné prvky. Jalové vazby se skládají z krokví o dimenzi 140/240 mm, vrcholových kleštín, které jsou součástí složeného průřezu o dimenzích 60/120 + 140/120 + 60/120 mm, středních kleštín, které jsou také součástí složeného průřezu o dimenzích 80/220 + 140/220 + 80/220 mm, vrcholové a střední kleštiny jsou spojené svislým sloupkem o dimenzi 140/120 mm. Plné vazby jsou doplněny o šikmé sloupky o dimenzi 140/200 a spodní dvojice kleštín 2x 60/120 mm. Dále jsou navrženy vetknuté železobetonové sloupy o dimenzi 400/400 mm. Osové vzdálenosti plných vazeb jsou 4 m a jalových 1 m.

Podélnými prvky konstrukce jsou vrcholová vaznice o dimenzi 160/220, středové vaznice o dimenzi 180/220 a pozednice o rozměrech 200/200, která ale slouží primárně konstrukčně. Dalšími vodorovnými prvky jsou železobetonové průvlaky.

Prostorová tuhost konstrukce je zajištěna jednak železobetonovým rámem po délce konstrukce a také použitím zavětrovacích ocelových pásků Bova BV/ZP 10-01 ve střešní rovině u štítových vazeb mezi osami 1-2 a 5-6. Zajišťují přenos vodorovného zatížení.

V této práci byly podrobně řešeny pouze dřevěné prvky, proto nejsou součástí výkresy výztuže železobetonových prvků.

3. Skladby konstrukcí

Skladba střešní konstrukce:

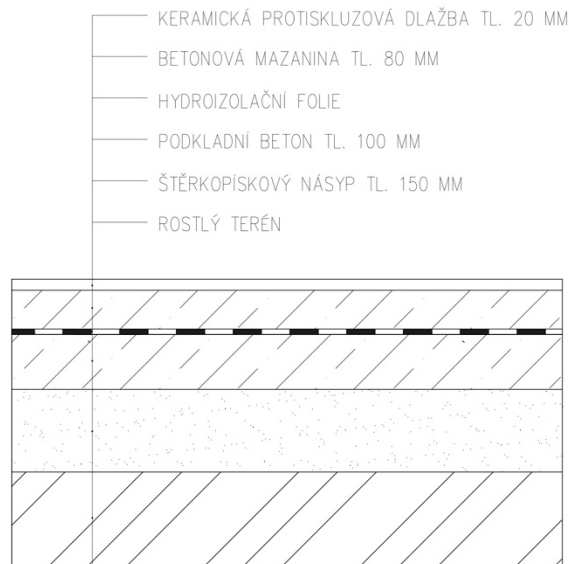
- Keramická střešní krytina
- Kontralatě 60/40
- Krokve 140/240



Obrázek 1.: Skladba střešní konstrukce

Skladba podlahy na terénu:

- Keramická protiskluzová dlažba tl. 20 mm
- Betonová mazanina tl. 80 mm
- Hydroizolační folie
- Podkladní beton tl. 100 mm
- Štěrkopískový násyp tl. 150 mm



Obrázek 2.: Skladba podlahy na terénu

4. Zatížení

U stálého zatížení se uvažuje vlastní tíha nosné konstrukce a zatížení střešní skladbou a ostatní stálé zatížení, což mohou být různé dekorace apod..

U užitého zatížení se uvažuje s hodnotou $0,75 \text{ kN/m}^2$, která vychází z ČSN EN 1991-1-1: užité zatížení střeš pro kategorii H -střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav. U proměnného je uvažováno zatížení sněhem, o a větrem (který je uvažován jen v jednom směru, což vychází z ČSN EN 1991-1-4: Eurokód 1. Objekt se nachází v Rabyni tzn. první sněhové a druhé větrové oblasti. Charakteristická hodnota zatížení sněhem pro danou konstrukci je $0,7 \text{ kN/m}^2$ a uvažovaná základní rychlost větru pro danou oblast je 25 m/s .

5. Materiály

Všechny dřevěné prvky jsou navrženy ze dřeva C24, zavětrovací pásy jsou navrženy z oceli S280GD+Z275. Ostatní zámečnické prvky jako kování jsou navrženy z žárově zinkované oceli S235. Svorníky jsou navrženy třídy 5.6 a 8.8, vruty a hřebíky tř. 5.6

Betonové konstrukce jsou navrženy z C25/30.

6. Ochrana proti korozi a požáru

Všechny zámečnické prvky budou opatřeny žárovým zinkováním

Protikorozi odolnost železobetonových konstrukcí je zajištěna dostatečným krytím výztuže betonovou krycí vrstvou.

7. Ztužující prvky

Tuhost konstrukce je zajištěna vetknutými železobetonovými sloupy, které jsou propojeny železobetonovými průvlaky. Dohromady tyto prvky tvoří rám. Dále je ztužení doplněno o zavětrovací pásy ve střešní rovině. Pásy jsou navrženy BOVA BV/ZP 10-01.

8. Založení

Objekt je založen na dvoustupňových železobetonových patkách, spodní části o rozměrech 600x600 mm a výšce 400 mm. Základová spára se nachází v nezamrzlé hloubce 900 mm pod terénem. Horní část navazuje na železobetonový sloup, který je součástí konstrukce zastřešení. Železobetonové patky budou v kolmém směru propojeny základovými prahy, který bude mít dolní hranu v hloubce 500 mm pod úrovní terénu, jeho šířka bude 400 mm a výška 300 mm. Propojením těchto prahů vznikne rošt.

9. Odvodnění

Odvodnění střešní konstrukce bude zajištěno pomocí ocelových žlabů. Žlaby budou vyrobeny z žárově zinkovaného plechu.

10. Ochrana dřeva

Všechny dřevěné prvky budou opatřeny impregnačními prostředky na ochranu dřeva proti plísním a škůdcům.

11. Vliv na životní prostředí

Při provádění této stavby ani jejím následným využíváním nebude nijak ohroženo životní prostředí. Klasické materiály budou využity při výstavbě a po dokončení stavebních prací bude celé staveniště uvedeno do původního stavu. Likvidace stavebního odpadu bude v souladu se zákonem.

12. Použité programy

SCIA Engineer 19.1 studentská verze

AutoCAD 2018 studentská verze

GEO5 demoverze

MS Word Office 365

MS Excel Office 365

13. Použité normy, literatura a ostatní zdroje

Normy:

- ČSN EN 1991-1-1 (730035): Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-3 (730035): Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem. Praha: Český normalizační institut, červen 2005.
- ČSN EN 1991-1-4 (730035): Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení větrem. Praha: Český normalizační institut, duben 2007.

- ČSN EN 1995-1-1 (731701): Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut, prosinec 2006.
- ČSN EN 338 (73 1711): Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti. Praha: Český normalizační institut, květen 2010.
- ČSN EN 335-1 (49 0080): Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva – Definice tříd použití – Část 1: Všeobecné zásady Praha: Český normalizační institut, duben 2007.
- ČSN EN 1992-1-1(73 1201) Eurokód 2: Návrhová betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Literatura:

- KUKLÍK, Petr a Anna KUKLÍKOVÁ. *Navrhování dřevěných konstrukcí příručka k ČSN EN 1995-1*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2010. ISBN 978-80-87093-88-7.
- KUKLÍK, Petr a Anna KUKLÍKOVÁ. *Dřevěné konstrukce 10: Příklady navrhování*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1997. ISBN 80-01-01682-X.

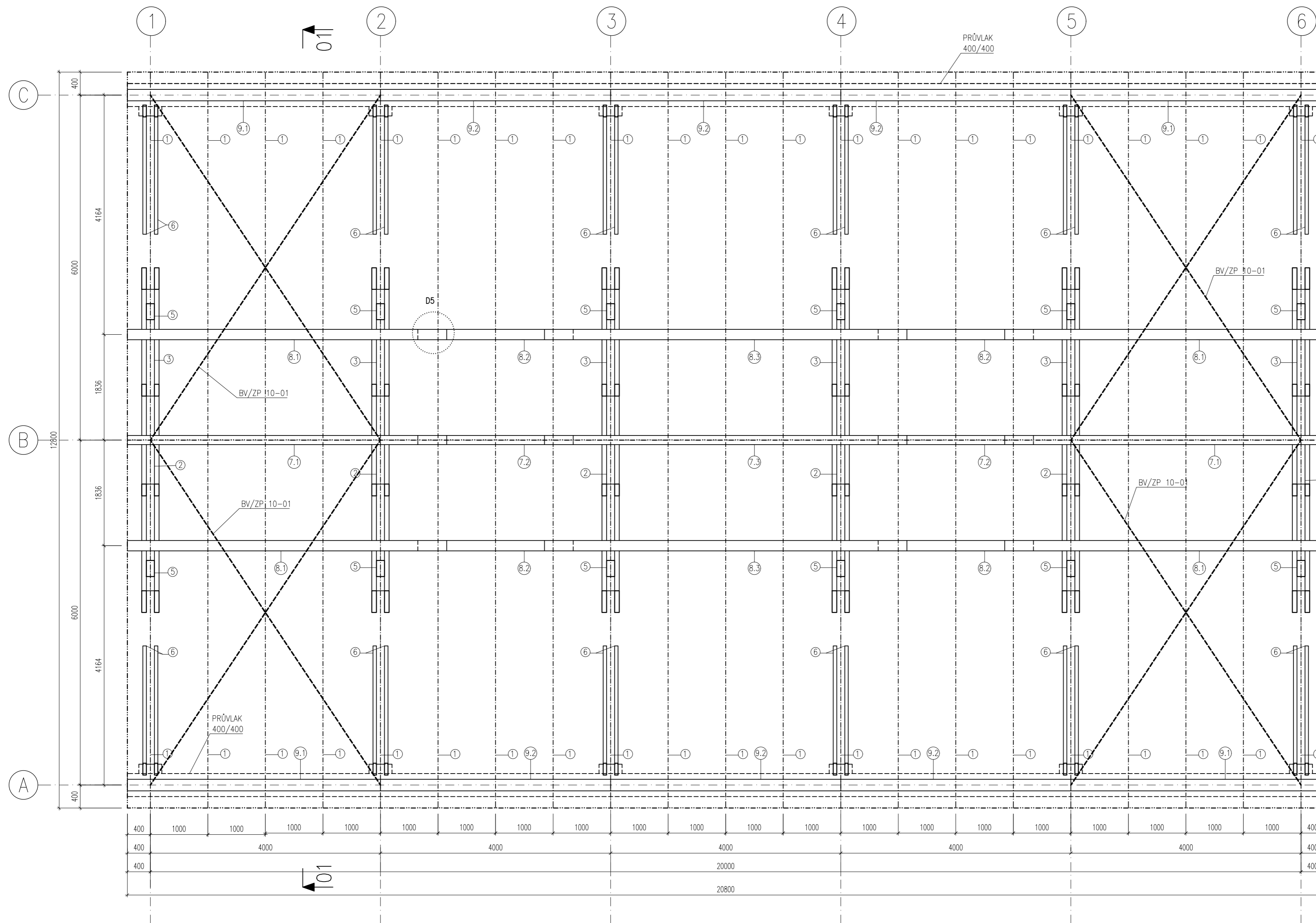
Ostatní zdroje:

- *Statický výpočet - Vrátkov* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <http://www.vratkov.cz/dokumenty/oznameni/2015/stavba-pristresku/Staticky-vypocet.pdf>
- *Dlupal Software: Oblasti zatížení sněhem, větrem a zemětřesením* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.dlupal.com/cs/reseni/online-sluzby/oblasti-zatizeni-snehem-vetrem-a-zemetresenim>
- *Dlupal Software: Výpočet zatížení přístřešků větrem podle EN 1991-1-4* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.dlupal.com/cs/podpora-a-skoleni/podpora/databaze-znalosti/001542>
- *Bova-nail.cz: Zavětrovací prvky* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <http://bova-nail.cz/kategorie-produktu/kovani-na-drevene-tesarske-konstrukce/zavetrovaci-prvky/>
- *Bova-nail.cz: Katalog únosností* [online]. [cit. 2021-5-4]. Dostupné z: http://bova-nail.cz/upl/katalog/katalog_únosnost%C3%AD_10-01.pdf
- *InDiOn - interakční diagram online* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://people.fsv.cvut.cz/~holanjak/software/indion/>
- *Fce.vutbr.cz* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: https://www.fce.vutbr.cz/KDK/pesek.o/BO03_BO06/_PODKLADY_drevo_2.1.pdf

Seznam dokumentace

- Statický výpočet
- Technická zpráva
- Výkres č. 1: Půdorys (1:50)
- Výkres č. 2: Řez 1-1 (1:50)
- Výkres č. 3: Detail 1 (1:10)
- Výkres č. 4: Detail 2 (1:10)
- Výkres č. 5: Detail 3, Detail 5 (1:10)
- Výkres č. 6: Detail 4 (1:10)

PŮDORYS



VÝPIS DŘEVĚNÝCH PRVKŮ

Ozn.	Popis	Dřevo	Rozměry (mm)			Počet (ks)
			šířka	výška	délka	
1	krokev	C24	140	220	7875	42
2	kleštiny slož. pr.	C24	60+140+60	120	1940	5
3	kleštiny slož. pr.	C24	80+140+80	220	5995	5
4	sloupek	C24	140	120	960	5
5	sloupek	C24	200	140	5105	10
6	dvójice kleštin	C24	60	120	2130	10
7.1	vrcholová vaznice	C24	160	220	5300	2
7.2	vrcholová vaznice	C24	160	220	2200	2
7.3	vrcholová vaznice	C24	160	220	5800	1
8.1	středová vaznice	C24	180	220	5300	2
8.2	středová vaznice	C24	180	220	2200	2
8.3	středová vaznice	C24	180	220	5800	1
9.1	pozednice	C24	200	200	4400	4
9.2	pozednice	C24	200	200	4000	6

POZNÁMKY:

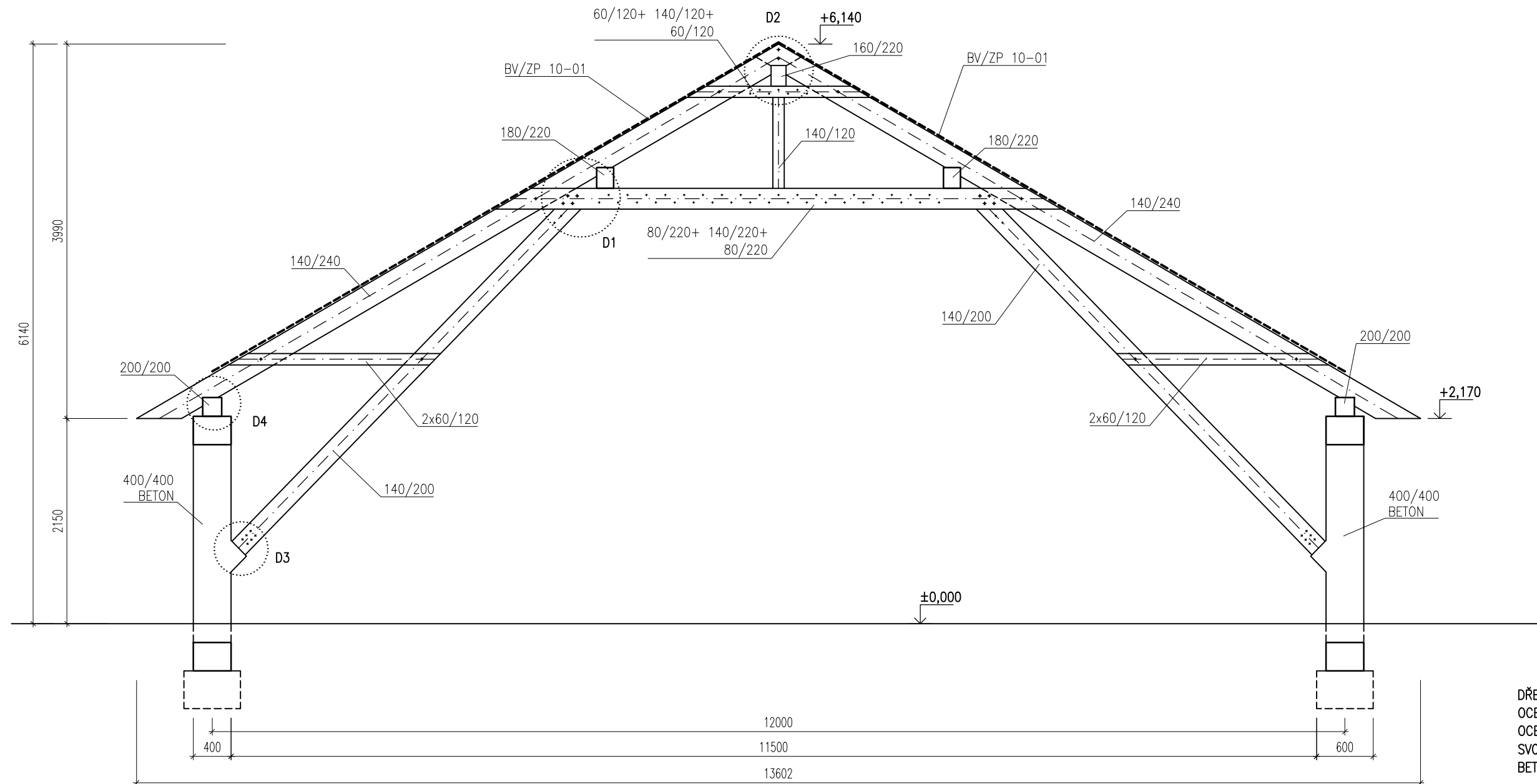
DÉLKY DVOJICE KLEŠTIN A SLOŽENÝCH PRŮŘEZŮ JSOU BRÁNY JAKO TY NEJDELŠÍ ROZMĚRY, BUDE TŘEBA ZKOŠENÍ NA MÍSTĚ

VAZNICE VE DRUHÉM A ČTVRTÉM POLI KLOUBOVĚ VLOŽENÉ (MEZI OSAMI 2-3 A 4-5)

DŘEVO C24
 OCEĽ - PÁSKY S280GD+Z275
 OCEĽ - KOVÁNÍ S235 ŽÁROVĚ ZINKOVÁNO
 SVORNÍKY TŘÍDY PEVNOSTI 5.6, 8.8
 BETON C25/30

VYPRACOVALA	VEDOUcí PRÁCE	SEMESTR	ŠK. ROK	ČVUT v Praze Fakulta stavební
K. MOUCHOVÁ	doc. Dr. Ing. JAKUB DOLEJŠ	LETNÍ	2020/21	
ZASTŘEŠENÍ VENKOVNÍ RESTAURACE - PŮDORYS				FORMÁT: A2 MĚŘITKO: 1:50 ÚČEL: BP
				Č.: 1

ŘEZ 1-1

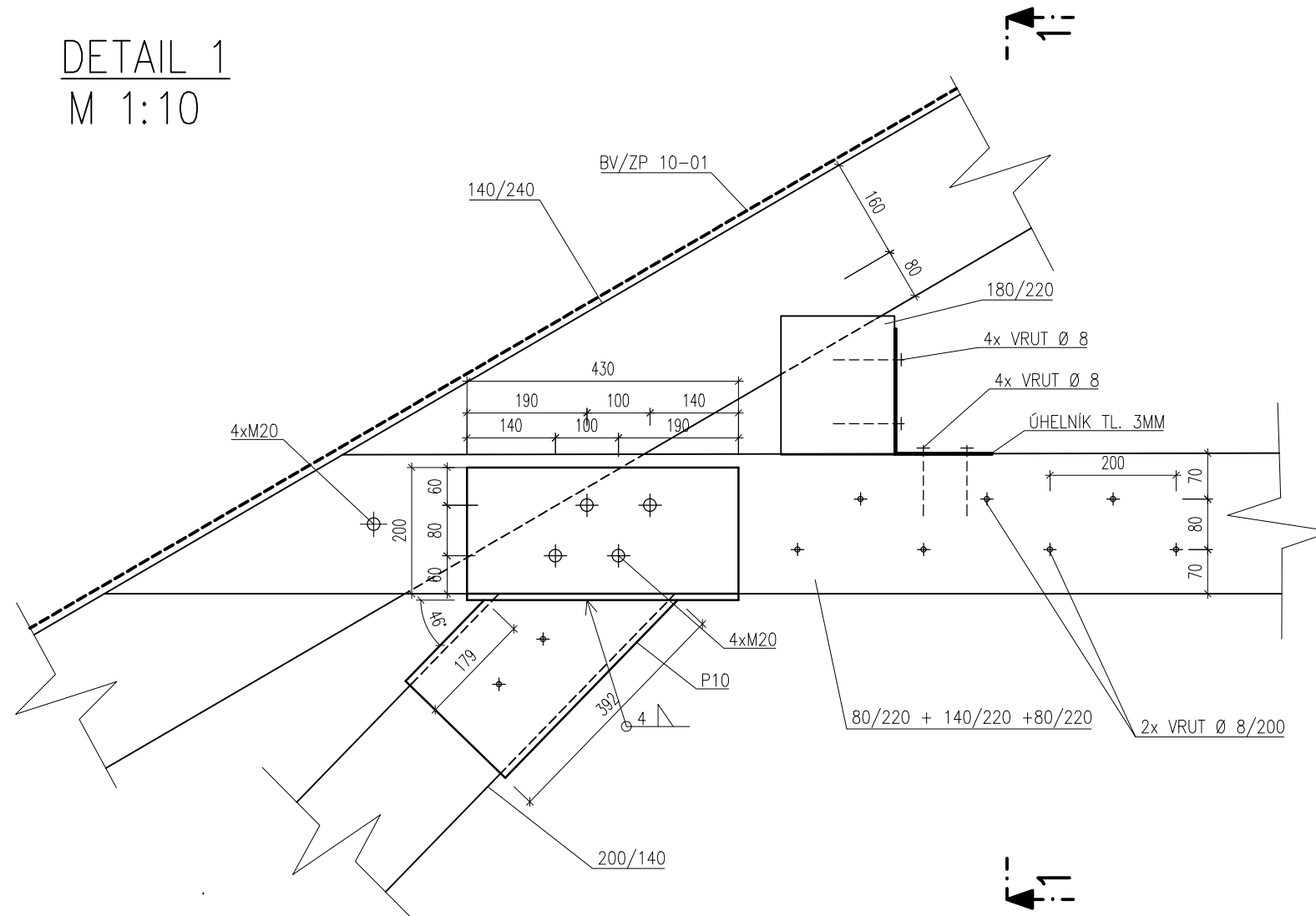


DŘEVO C24
 OCEL – PÁSKY S280GD+Z275
 OCEL – KOVÁNÍ S235 ŽÁROVĚ ZINKOVÁNO
 SVORNIKY TŘÍDY PEVNOSTI 5.6, 8.8
 BETON C25/30

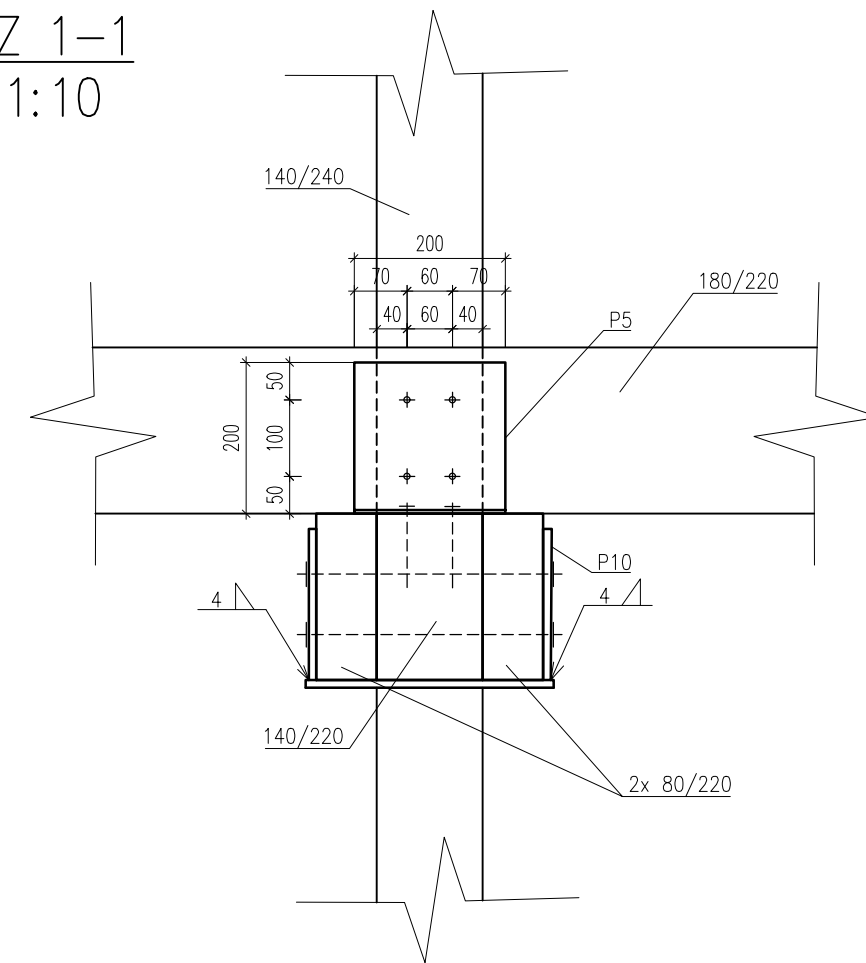
VYPRACOVALA	VEDOUcí PRÁCE	SEMESTR	ŠK. ROK	ČVUT v Praze Fakulta stavební
K. MOUCHOVÁ	doc. Dr. Ing. JAKUB DOLEJŠ	LETNÍ	2020/21	
ZASTŘEŠENÍ VENKOVNÍ RESTAURACE – ŘEZ 1-1				FORMÁT: A3 MĚŘÍTKO: 1:50 ÚČEL:BP Č.: 2

DETAIL 1

DETAIL 1
M 1:10



ŘEZ 1-1
M 1:10

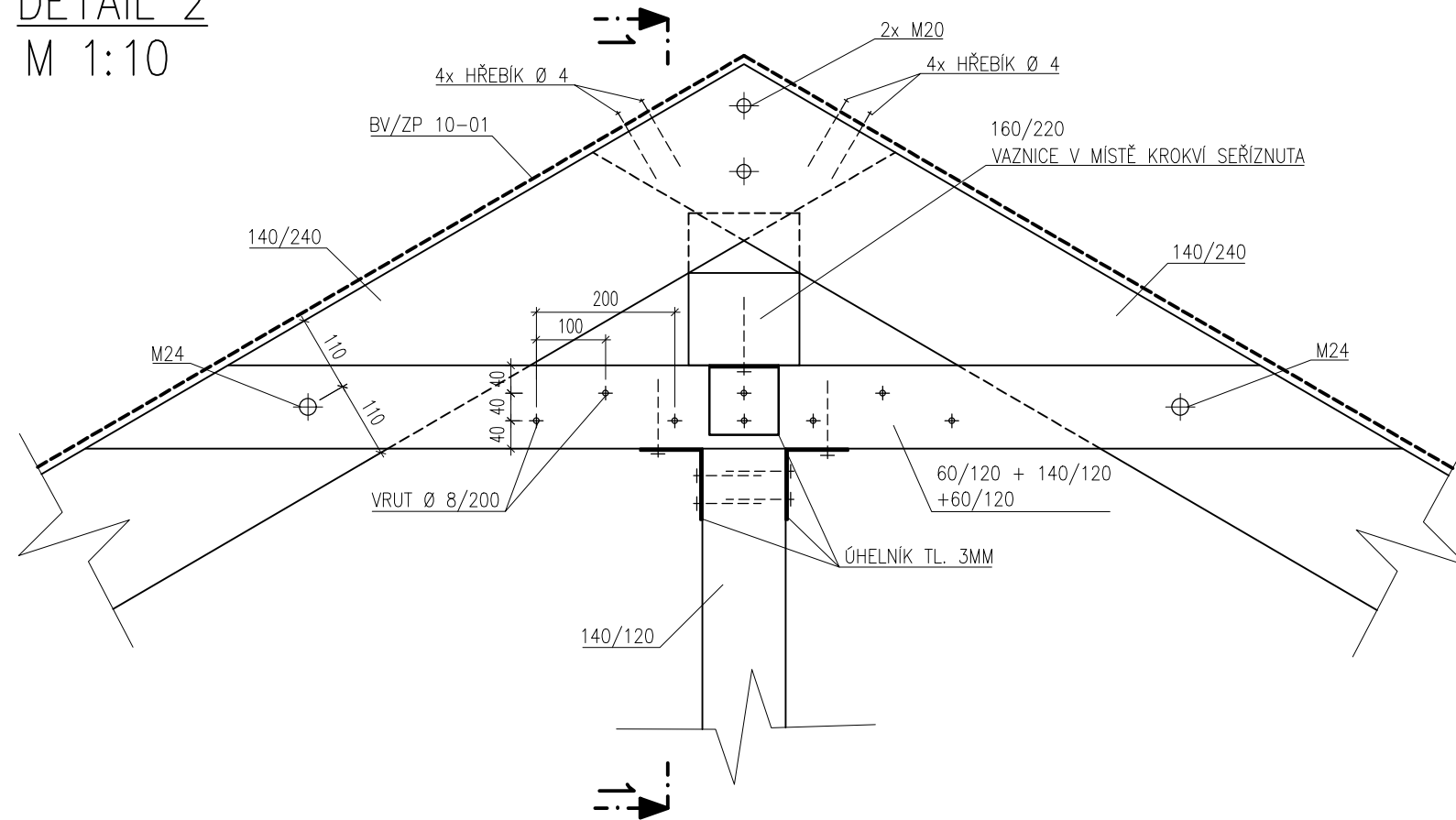


DŘEVO C24
 OCEL - PÁSKY S280GD+Z275
 OCEL - KOVÁNÍ S235 ŽÁROVĚ ZINKOVÁNO
 SVORNÍKY TŘÍDY PEVNOSTI 5.6

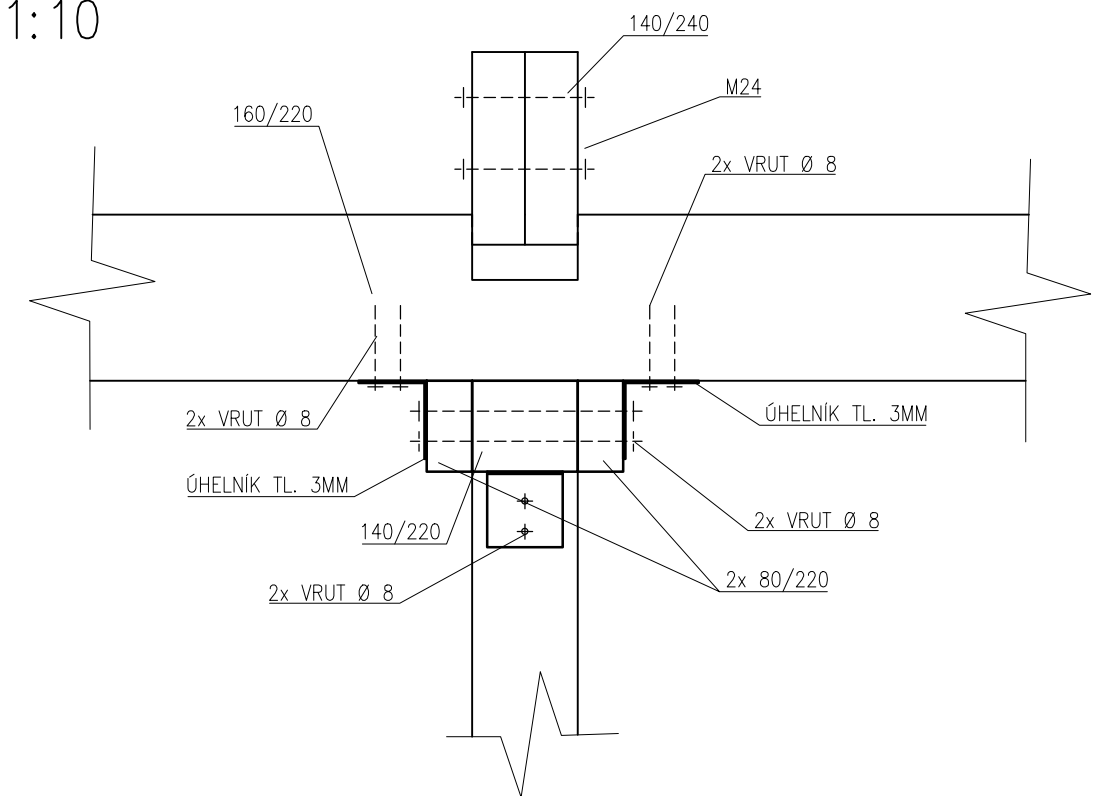
VYPRACOVALA	VEDOUČÍ PRÁCE	SEMESTR	ŠK. ROK	ČVUT v Praze Fakulta stavební
K. MOUCHOVÁ	doc. Dr. Ing. JAKUB DOLEJŠ	LETNÍ	2020/21	
ZASTŘEŠENÍ VENKOVNÍ RESTAURACE - DETAIL 1				FORMÁT: A3
				MĚŘÍTKO: 1:10
				ÚČEL:BP Č.: 3

DETAIL 2

DETAIL 2
M 1:10



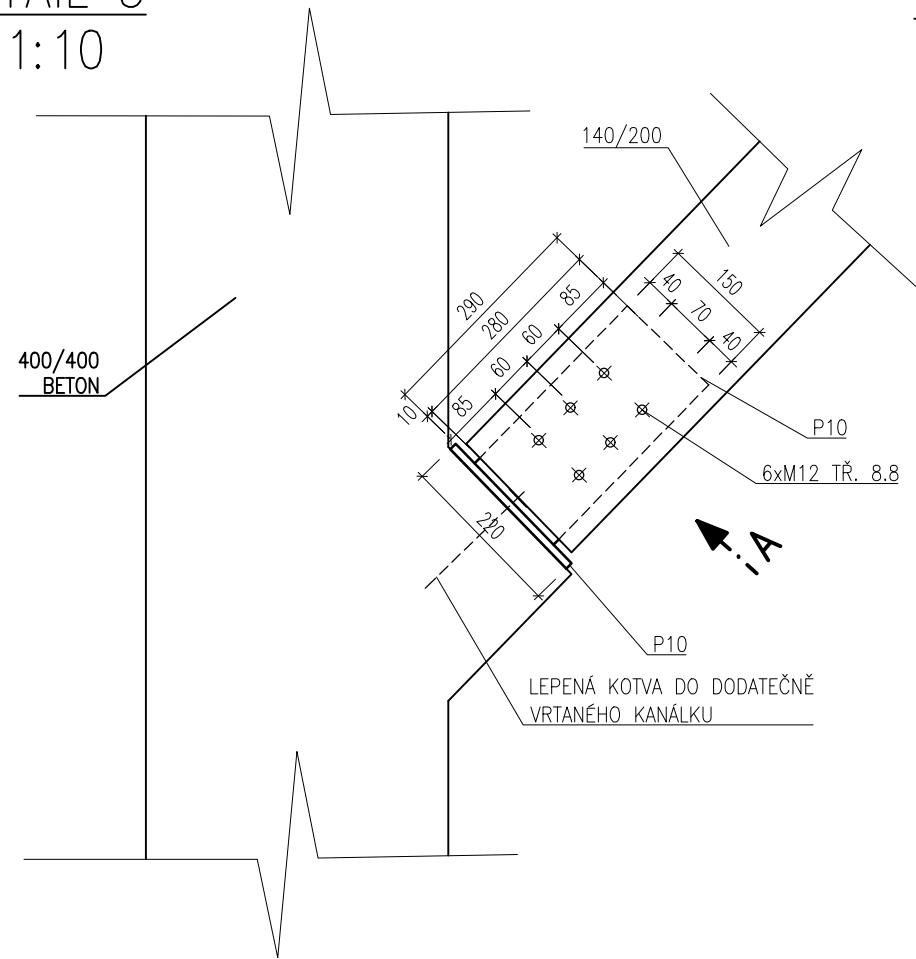
ŘEZ 1-1
M 1:10



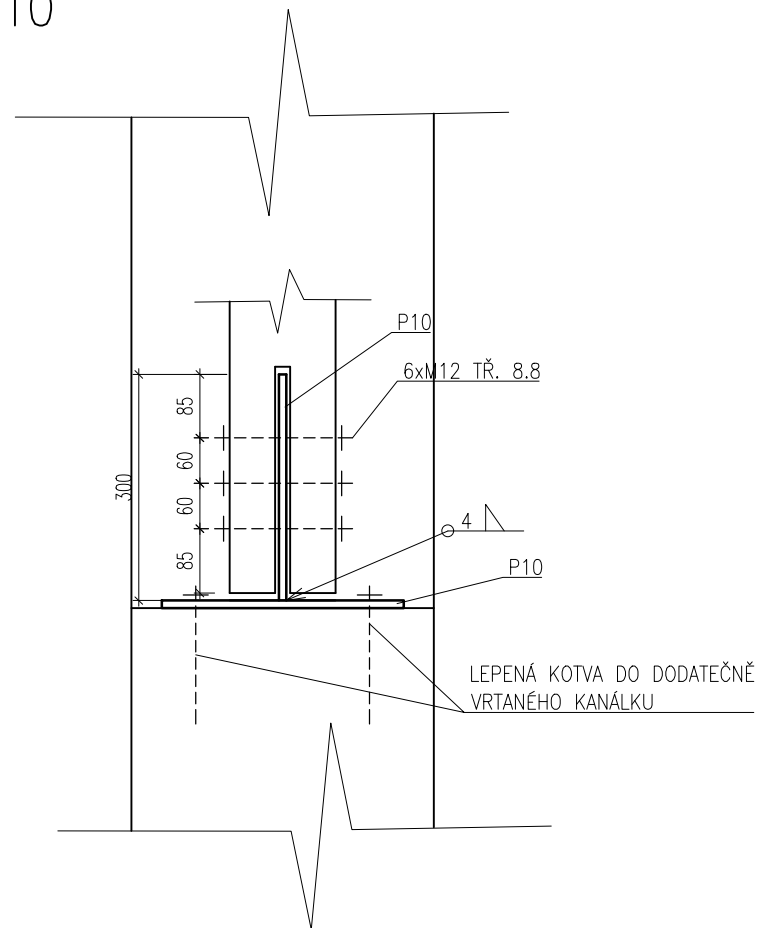
DŘEVO C24
 OCEL – PÁSKY S280GD+Z275
 OCEL – KOVÁNÍ S235 ŽÁROVĚ ZINKOVÁNO
 SVORNÍKY TŘÍDY PEVNOSTI 5.6

STUDENT	VEDOUcí PRÁCE	SEMESTR	ŠK. ROK	ČVUT v Praze Fakulta stavební 
K. MOUCHOVÁ	doc. Dr. Ing. JAKUB DOLEJŠ	LETNÍ	2020/21	
ZASTŘEŠENÍ VENKOVNÍ RESTAURACE – DETAIL 2				FORMÁT: A3
				MĚŘÍTKO: 1:10
				ÚČEL:BP Č.: 4

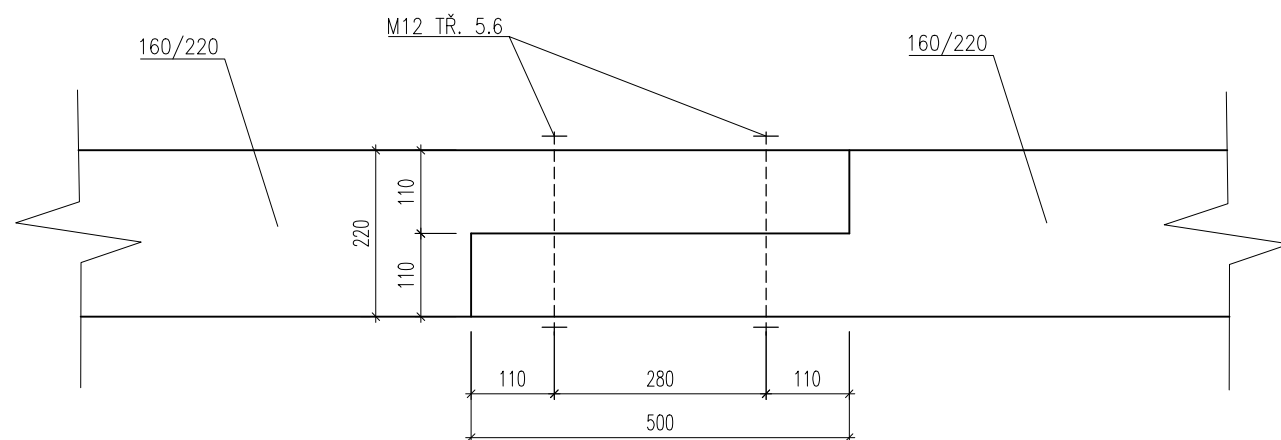
DETAIL 3
M 1:10



POHLED A
M 1:10



DETAIL 5
M 1:10

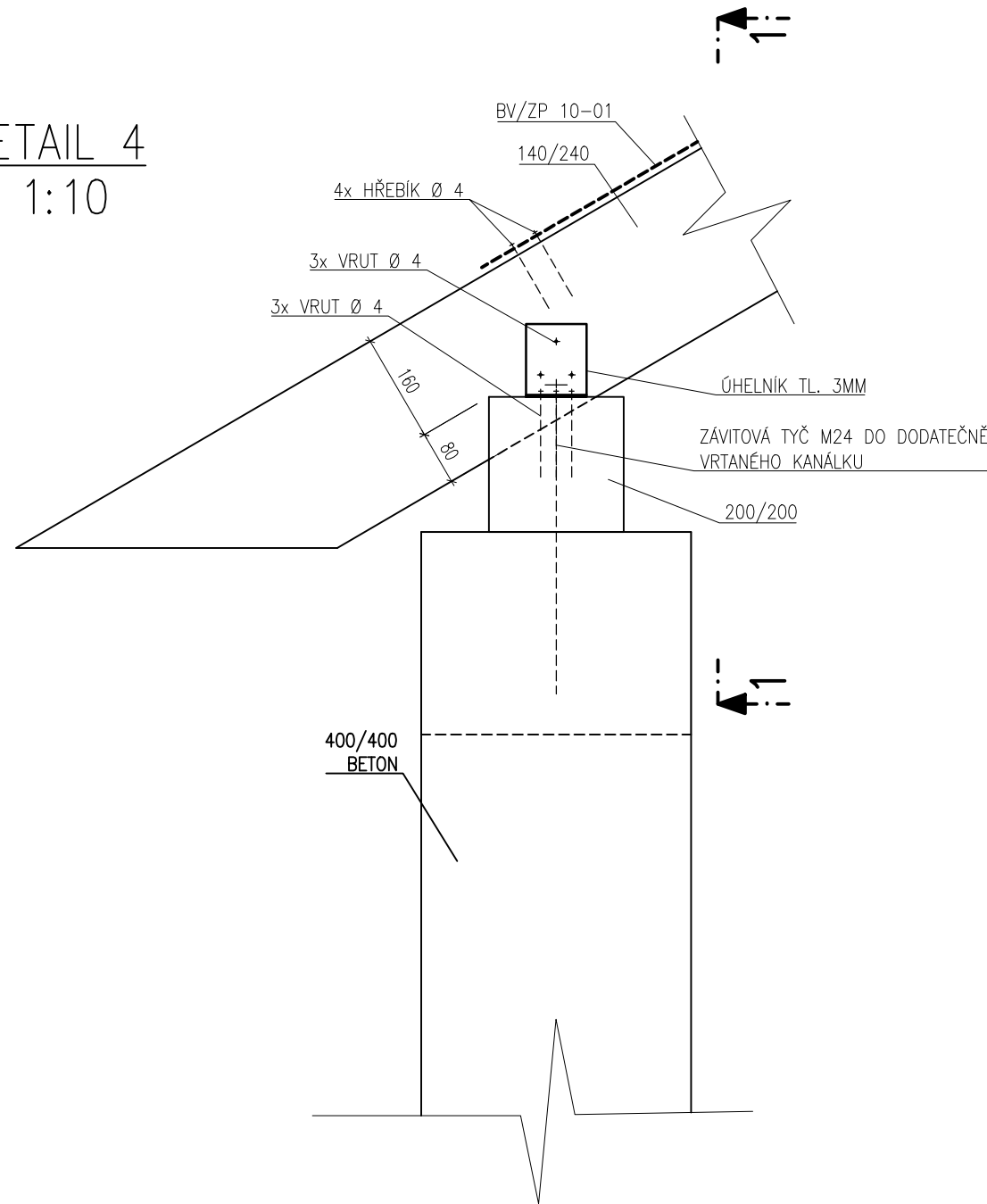


DŘEVO C24
 OCEL - PÁSKY S280GD+Z275
 OCEL - KOVÁNÍ S235 ŽÁROVĚ ZINCOVÁNO
 SVORNÍKY TŘÍDY PEVNOSTI 5.6, 8.8
 BETON C25/30

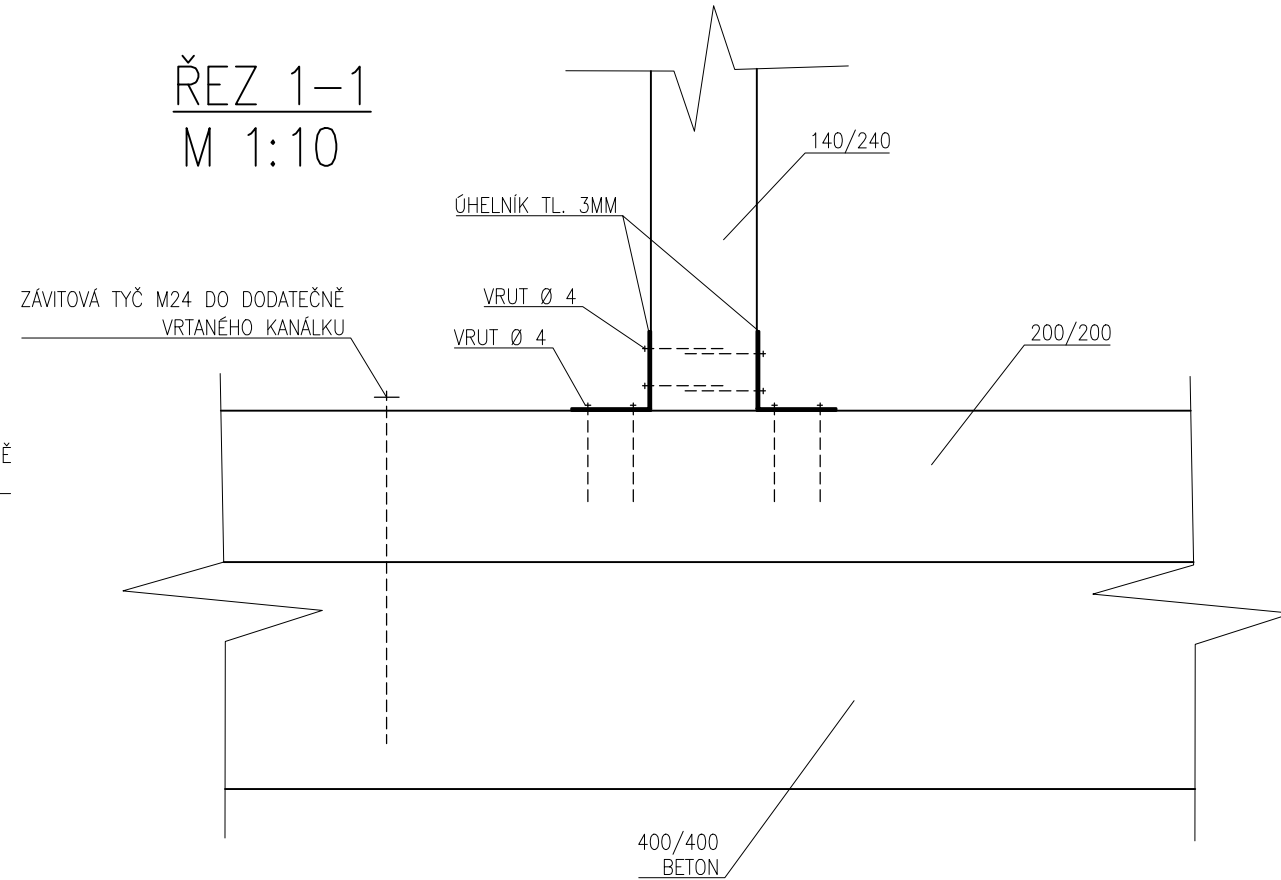
VYPRACOVALA	VEDOUcí PRÁCE	SEMESTR	ŠK. ROK	ČVUT v Praze Fakulta stavební 
K. MOUCHOVÁ	doc. Dr. Ing. JAKUB DOLEJŠ	LETNÍ	2020/21	
ZASTŘEŠENÍ VENKOVNÍ RESTAURACE - DETAIL 3, DETAIL 5				FORMÁT: A3
				MĚŘÍTKO: 1:10
				ÚČEL:BP
				Č.: 5

DETAIL 4

DETAIL 4
M 1:10



ŘEZ 1-1
M 1:10



DŘEVO C24
 OCEL – PÁSKY S280GD+Z275
 OCEL – KOVÁNÍ S235 ŽÁROVĚ ZINCOVÁNO
 SVORNÍKY TŘÍDY PEVNOSTI 5.6
 BETON C25/30

VYPRACOVALA	VEDOUcí PRÁCE	SEMESTR	ŠK. ROK	ČVUT v Praze Fakulta stavební 
K. MOUCHOVÁ	doc. Dr. Ing. JAKUB DOLEJŠ	LETNÍ	2020/21	
ZASTŘEŠENÍ VENKOVNÍ RESTAURACE – DETAIL 4				FORMÁT: A3
				MĚŘÍTKO: 1:10
				ÚČEL:BP Č.: 6