

Stavebník		Vypracoval		D.1.2. Stav. kční část		Místo: Ústavní 91	
Tywanako s.r.o.		Ing. Pavel Padevět, Ph.D.		Stupeň: DSP		181 02, Praha 8	
				Č. kat.	887; 1291/10	Kraj	Praha
Název: NÁVRH PROVIZORNÍHO ZASTŘEŠENÍ A ZAJIŠTĚNÍ OBJEKTU KU BOHNICE						Datum	Červenec 2024
						Formát	20 A4
						Název přílohy: STATICKÝ VÝPOČET	

Podklady:

1. Poskytnutá projektová dokumentace (květen 2024)
2. Mapa směhových oblastí ČR
3. Mapa větrových oblastí ČR
4. Zjednodušená geologická mapa ČR

Sněhová oblast I 0,7 kN/m²
Větrná oblast II 25 m/s

Zatížení: Střecha

Stálé

Název	tl.	Obj.hm	g _k (kN/m ²)
Profilovaná plechová krytina			0,2
Geotextilie			0,05
Dřevěné bednění	0,03	6	0,18
Pojistná hydroizolace			0,05
Celkem			0,48 kN/m²

Zatížení na šířku: 1,3 m

Celkové zatížení 0,624 kN/m
Tíha vazníku (odhad) 0,1·0,24·2 6 0,288 kN/m
Celkem **0,912 kN/m**

Sněhová oblast I 0,7 kN/m²
Nahodilé - sníh 0,7 kN/m²
Sklon střechy 20 °
 $S = \mu_i \cdot c_e \cdot c_t \cdot S_k =$
ce = součinitel typu krajiny- expozice = 1
 $\mu_i = \text{součinitel tvaru} = 0,8 \cdot (60 - 15) / 30 = 1,000$
ct = součinitel tepelné propustnosti konstr. 1

$S =$ 0,700 kN/m²
Přepočet zatížení na vzdálenost vazníků m.
 $s = 0,7 \cdot 1,3 =$ 0,910 kN/m

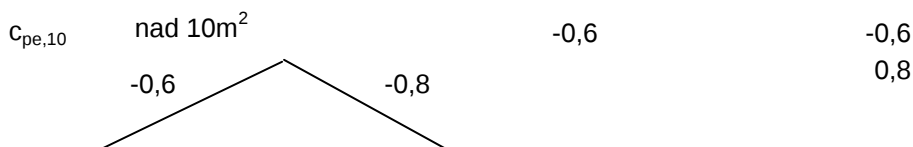
Větrová oblast II

základní rychlost větru $v_{b,0} =$ 25 m/s
rychlost větru $v_b = c_{dim} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$
 $c_{dim} =$ 1
 $c_{season} =$ 1
 $v_b = 1 \times 1 \times 25 =$ 25

základní tlak větru q_p
 $q_p = c_e \cdot (1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2) = 1,28 \cdot (1/2 \cdot 1,25 \cdot 25^2) =$ 579,38048 N/m²
 c_e - součinitel expozice =
 $c_e = [1 + 7 I_v] c_0^2 c_r^2 =$ 1,483214

$$\begin{aligned}
I_v &= \text{Intenzita turbulence} = k_1 / (c_0 \ln(z/z_0)) = 0,3174721 \\
\text{Součinitel ortografie } c_0 &= 1 \\
\text{Součinitel turbulence } k_1 &= 1 \\
\text{Parametr drsnosti terénu } z_0 &= 0,3 \\
z_{\min} &= 5 \quad \mathbf{z - větší z hodnot:} \quad 7 \\
z &= 7 \\
\text{Součinitel drsnosti terénu } c_r &= k_r I_v(z/z_0) = 0,6784512 \\
\text{Součinitel terénu } k_r &= 0,19(z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,2153893
\end{aligned}$$

c_{pe} - součinitel vnějšího tlaku sedlová střecha



Tlak větru:

$$\text{Zatížení větrem } w_e = q_p * c_{pe} =$$

$$w_{e1} = -0,6 \times 0,542 = \mathbf{-0,3476283 \text{ kN/m}^2}$$

$$w_{e1} = 0,8 \times 0,542 = \mathbf{0,4635044 \text{ kN/m}^2}$$

Výpočtová hodnota vlivu větru:

$$w_{e1} = -0,6 \times 0,542 \cdot 1,5 = \mathbf{-0,5214424 \text{ kN/m}^2}$$

$$w_{e1} = 0,8 \times 0,542 \cdot 1,5 = \mathbf{0,6952566 \text{ kN/m}^2}$$

Kombinace zatížení:

Výpočet kombinace zatížení pro dimenzování v MS únosnosti. Stálé zatížení působí nepříznivě. Zatížení proměnné je jediné tedy hlavní proměnné zatížení q_k .

1.

$$f_d = 1,35g_k + 1,5\psi_0q_k = 1,35 \cdot 0,912 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot (0,91) = 2,1867 \text{ kN/m}$$

2.

$$f_d = 0,85 \cdot 1,35g_k + 1,5q_k = 0,85 \cdot 1,35 \cdot 0,912 + 1,5 \cdot (0,91) = \mathbf{2,5278 \text{ kN/m}}$$

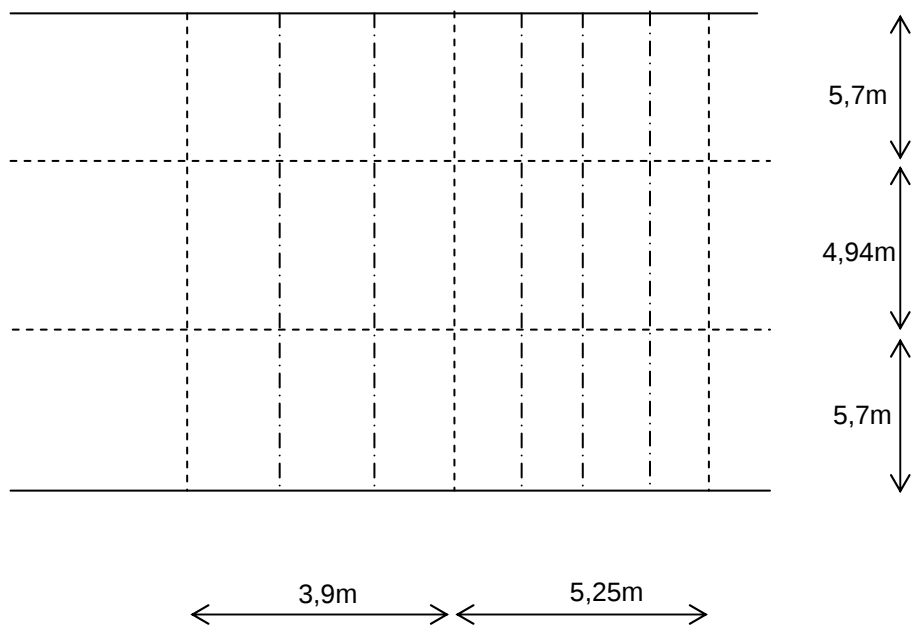
3.

$$f_d = 1,35g_k + 1,5q_k = 1,35 \cdot 0,912 + 1,5 \cdot (0,91) = 2,5962 \text{ kN/m}$$

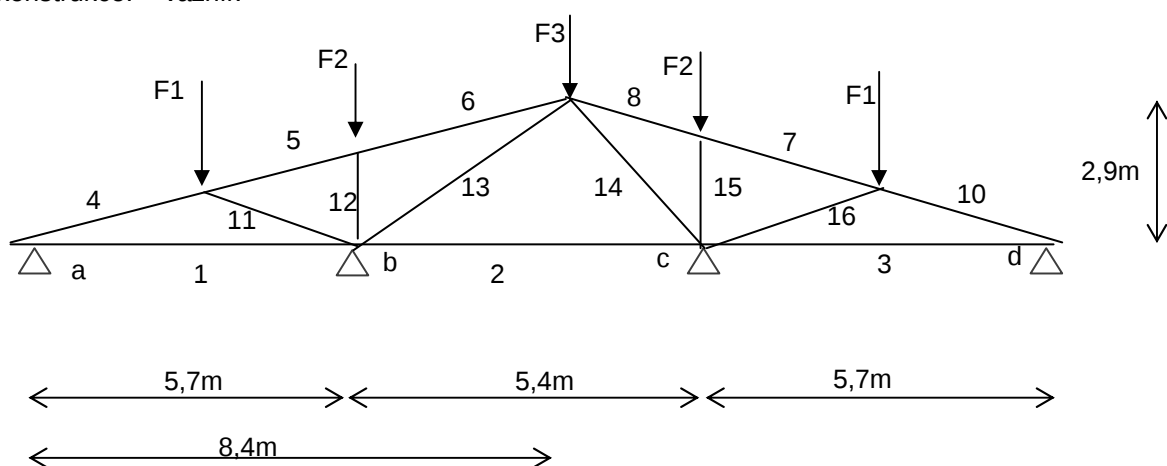
Rozhoduje stav 2. Stav 1.a 2. je doporučen národní přílohou.

Krov:

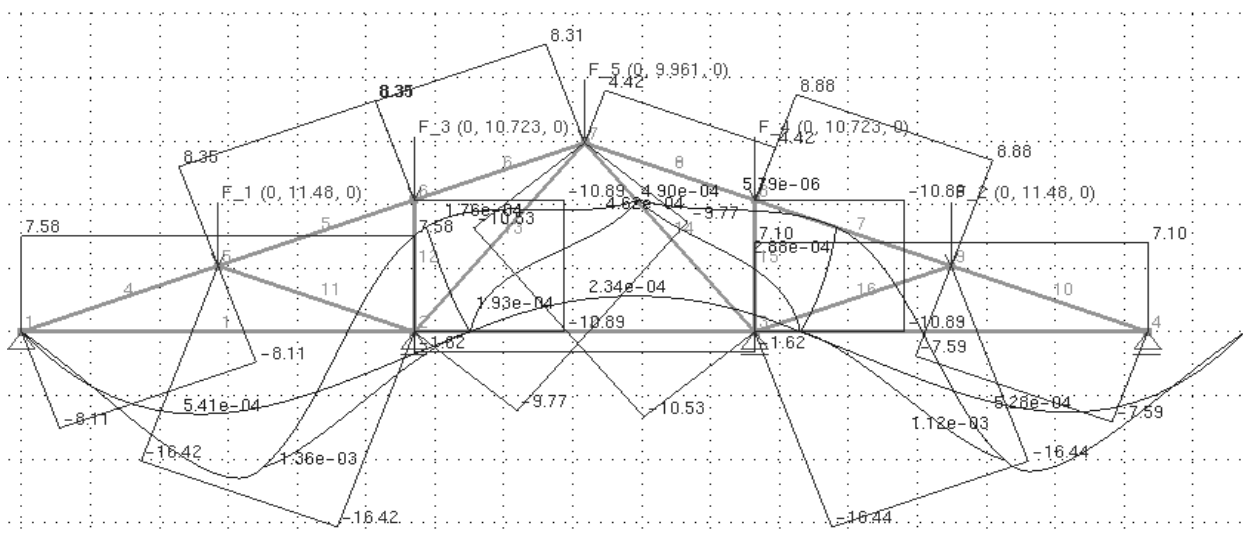
Schema: půdorysné



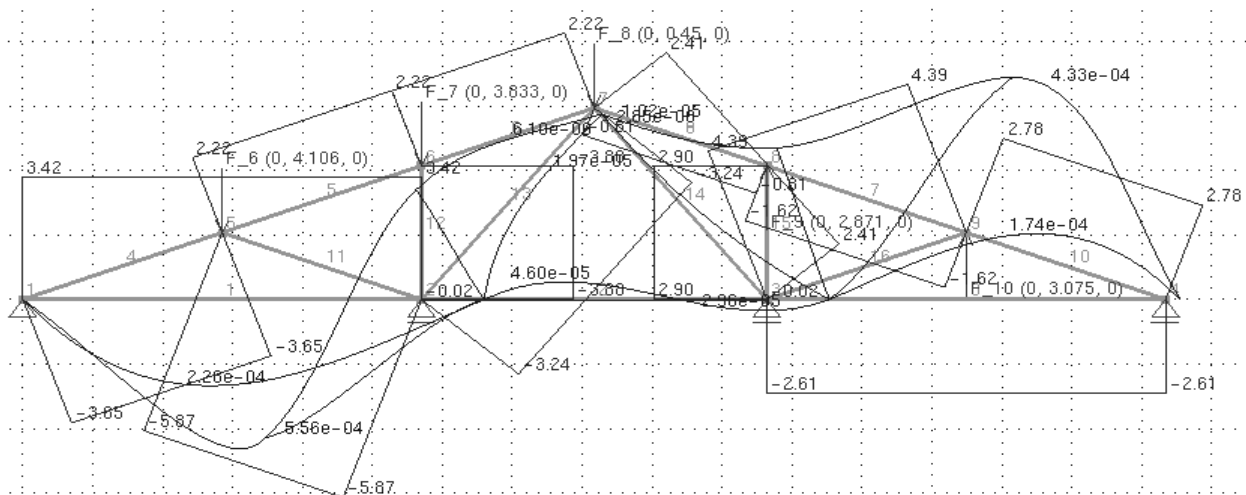
Schema konstrukce: - vazník



Průběh vnitřních sil na konstrukci od návrhového zatížení:



Průběh vnitřních sil od zatížení větrem:



Zatížení:

Zatížení na šířku 1,3 m $f =$

2,527 kN/m

Zatížení na šířku 1,95 m $f = 2,527 / 1,3 \cdot 1,95 =$

3,7905 kN/m

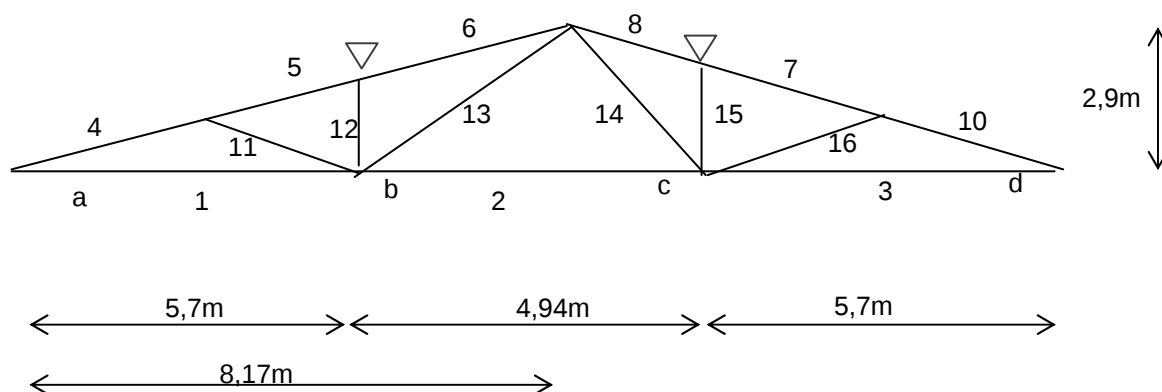
Prut	délka	Char	Výp	Vítr	V+V	Ch+V
1	5,7	5,27	7,77	3,44	11,21	8,71 pásnice
2	5,4	0,79	-1,09	0,02	-1,07	0,81 pásnice
3	5,7	4,92	7,28	-2,61	4,67	2,31 pásnice
4	3,03	-5,83	-8,31	-3,67	-11,98	-9,5 pásnice
5	3,03	5,5	8,15	2,22	10,37	7,72 pásnice
6	2,87	5,5	8,15	2,22	10,37	7,72 pásnice
7	3,03	5,91	8,71	-1,82	6,89	4,09 pásnice
8	2,87	2,94	4,33	-0,81	3,52	2,13 pásnice
9						0
10	3,03	-5,28	-7,7	-2,78	-10,48	-8,06 pásnice
11	3,03	-11,13	-16,42	-5,87	-22,29	-17 diagonála
12	2,074	-7,28	-10,89	-3,88	-14,77	-11,16 sloupek
13	4,073	-6,66	-9,94	-3,15	-13,09	-9,81 diagonála
14	7,073	-7,2	-10,72	2,3	-8,42	-4,9 diagonála
15	2,074	-7,28	-10,89	2,9	-7,99	-4,38 sloupek
16	3,03	-11,14	-16,14	4,39	-11,75	-6,75 diagonála

Reakce:	Char	Výp.	Vítr	Výp+Vítr
A =		2,84	1,28	4,12
B =		24,131	8,42	32,551
C =		24,131	-6,285	17,846
D =		2,67	-0,975	1,695

Varianta převozu a zavěšení vazníku při transportu:

Pouze vlastní hmotnost konstrukce:

Schema konstrukce: - vazník



Vlatní tíha konstrukce:

Prvky předpokladem velikosti průřezu $0,1 \times 0,12 \text{ m} \rightarrow f = 0,1 \cdot 0,12 \cdot 6 \cdot 1,35 =$

0,0972 kN/m

Prut	délka	VI. Tíha	Výp
1	5,7	5,14	-0,77
2	5,4	1,15	-1,42
3	5,7	4,81	-0,77
4	3,03	-5,41	0,91
5	3,03	5,66	1,71
6	2,87	5,64	0,31
7	3,03	6,02	1,72
8	2,87	3	0,3
9		-	
10	3,03	-5,14	0,91
11	3,03	-11,13	-0,89
12	2,074	-7,2	1,51
13	4,073	-6,55	-0,42
14	7,073	-7,07	-0,42
15	2,074	-7,28	1,52
16	3,03	-11,14	-0,89

Reakce:

Výp.

Ax =	1,84
Az =	2,5
Bx =	1,84
Bz =	2,5

Návrh spodní pásnice: tažený prvek - prut č.1

k_{mod} = modifikační součinitel trvání zatížení = 0,7
 $f_{m,k}$ = charakteristická pevnost v ohybu pro C 22 = 22 MPa
 γ_M = součinitel vlastností materiálu = 1,3

Spodní pásnice - max. vnitřní síly:

M = 0 kNm
 N = 11,21 kN

Pásnice: 0,1/0,12 m
 b = 0,1 m h = 0,12 m
 A = 0,012 m² W_y = 0,00024 m³
 I_y = 0,0000144 m⁴

$\sigma_{m,d} = N/A + M/W_y = 11210 / 0,012 = 0,9341667$ MPa

Pevnost dřeva: Dřevo kategorie C 22

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 22 / 1,3 = 11,85$ MPa

Normálové napětí za ohybu

$\sigma_{m,d} = M/W = 6 \cdot 3 / (100 \cdot 120^2) = 0,00$ MPa

$\sigma_{m,d} =$	0,93 <	$f_{m,d} =$	11,85 MPa
------------------	--------	-------------	-----------

Spodní pásnice 100 / 120 vyhovuje z hlediska meze únosnosti.

Návrh horní pásnice: tlačená konstrukce:

Zatížení na horní pásnici: Prut 4

F_s = 11,98 kN
 b = 0,1 m h = 0,1 m
 délka prutu: 3,2 m Plocha sloupku A = 0,01 m²
 Navrhovaný profil 100×100 mm I_y = 8,3333E-06 mm⁴
 Zatížení = 11,98 kN
 Pevnost dřeva: Dřevo kategorie C 22
 $f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 22 / 1,3 = 11,84$ MPa

Normálové napětí v tlaku od centrického zatížení:

$\sigma_{c,0,d} = N_d / A = 11,98 / 0,01 = 1,198$ MPa

Štíhlostní poměr:

$i = \sqrt{I/A} = 0,02886751$ m
 $\lambda = l_{ef} / i = 3,2 / 0,02885 = 110,851252$

Napětí od vzpěru:

$\sigma_{c,crit} = \pi^2 E^{0,05} / \lambda^2 = \pi 6700 / 110,85^2 = 5,3813761$ MPa
 $\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}} = \sqrt{22 / 5,381} = 2,0219233$

Součinitel vzpěrnosti:

$k = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 [1 + 0,2(2,021 - 0,3) + 2,021^2] = 2,7162792$

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{(k^2 - \lambda_{rel}^2)}) = 1 / (2,716 + \sqrt{(2,716^2 - 2,021^2)}) = 0,22074497$$

Posouzení sloupu na vzpěr:

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

$$0,458368 < 1$$

Horní pásnice průřezu 100 x 100 na vzpěr vyhovuje.

Návrh diagonály:

tlačená konstrukce:

Zatížení na diagonálu:

Prut 11 a 16

$$F_s = 22,29 \text{ kN}$$

$$b = 0,1 \text{ m} \quad h = 0,1 \text{ m}$$

$$\text{délka prutu: } 3,2 \text{ m} \quad \text{Plocha sloupku } A = 0,01 \text{ m}^2$$

$$\text{Navrhovaný profil } 100 \times 100 \text{ mm} \quad I_y = 8,3333 \text{E-06 mm}^4$$

$$\text{Zatížení } = 22,29 \text{ kN}$$

Pevnost dřeva: Dřevo kategorie C 22

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 22 / 1,3 = 11,84 \text{ MPa}$$

Normálové napětí v tlaku od centrického zatížení:

$$\sigma_{c,0,d} = N_d / A = 22,71 / 0,01 = 2,229 \text{ MPa}$$

Štíhlostní poměr:

$$i = \sqrt{I/A} = 0,02886751 \text{ m}$$

$$\lambda = l_{ef} / i = 3,2 / 0,02885 = 110,851252$$

Napětí od vzpěru:

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 E^{0,05} / \lambda^2 = \pi \cdot 6700 / 110,85^2 = 5,3813761 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}} = \sqrt{22 / 5,381} = 2,0219233$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$k = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2(2,021 - 0,3) + 2,021^2] = 2,7162792$$

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{(k^2 - \lambda_{rel}^2)}) = 1 / (2,716 + \sqrt{(2,716^2 - 2,021^2)}) = 0,22074497$$

Posouzení sloupu na vzpěr:

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

$$0,85284 < 1$$

Diagonála průřezu 100 x 100 na vzpěr vyhovuje.

Tlačená diagonála:

Zatížení na sloupek: Prut 13, 14

$$F_s = 13,09 \text{ kN}$$

$$b = 0,1 \text{ m} \quad h = 0,1 \text{ m}$$

$$\text{délka sloupků: } 4,073 \text{ m} \quad \text{Plocha sloupku } A = 0,01 \text{ m}^2$$

$$\text{Navrhovaný profil } 100 \times 100 \text{ mm} \quad I_y = 8,3333 \text{E-06 mm}^4$$

$$\text{Zatížení } = 13,09 \text{ kN}$$

Pevnost dřeva: Dřevo kategorie C 22

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 22 / 1,3 = 11,84 \text{ MPa}$$

Normálové napětí v tlaku od centrického zatížení:

$$\sigma_{c,0,d} = N_d / A = 13,09 / 0,01 = 1,309 \text{ MPa}$$

Štíhlostní poměr:

$$i = \sqrt{I/A} = 0,02886751 \text{ m}$$

$$\lambda = l_{ef} / i = 3,073 / 0,0288 = 141,092859$$

Napětí od vzpěru:

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 E^{0,05} / \lambda^2 = \pi 6700 / 141,09^2 = 3,3217312 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}} = \sqrt{22 / 3,698} = 2,5735292$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$k = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2(2,57 - 0,3) + 2,57^2] = 4,0388792$$

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{(k^2 - \lambda_{rel}^2)}) = 1 / (4,03 + \sqrt{(4,03^2 - 2,57^2)}) = 0,1398274$$

Posouzení sloupu na vzpěr:

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

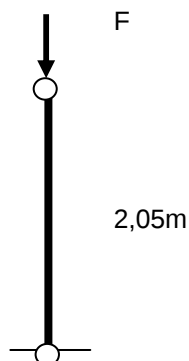
$$0,790671 < 1$$

Diagonála průřezu 100 x 100 na vzpěr vyhovuje.

Sloupek:

Návrh a posouzení sloupku:

Schema:



Zatížení na sloupek:

Prvek č. 12 a 15

$$F_s = 14,77 \text{ kN}$$

$$b = 0,1 \text{ m} \quad h = 0,1 \text{ m}$$

$$\text{délka sloupků: } 1,037 \text{ m} \quad \text{Plocha sloupku } A = 0,01 \text{ m}^2$$

$$\text{Navrhovaný profil } 100 \times 100 \text{ mm} \quad I_y = 8,3333 \text{E-06 mm}^4$$

$$\text{Zatížení } = 14,77 \text{ kN}$$

Pevnost dřeva: Dřevo kategorie C 22

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 22 / 1,3 = 11,84 \text{ MPa}$$

Normálové napětí v tlaku od centrického zatížení:

$$\sigma_{c,0,d} = N_d / A = 14,77 / 0,01 = 1,477 \text{ MPa}$$

Štíhlostní poměr:

$$i = \sqrt{I/A} = 0,02886751 \text{ m}$$

$$\lambda = l_{ef} / i = 1,037 / 0,0288 = 35,9227337$$

Napětí od vzpěru:

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 E^{0,05} / \lambda^2 = \pi 6700 / 35,922^2 = 51,243147 \text{ MPa}$$
$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}} = \sqrt{22 / 51,241} = 0,6552295$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$k = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 [1 + 0,2(0,655 - 0,3) + 0,655^2] = 0,7501858$$

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{(k^2 - \lambda_{rel}^2)}) = 1 / (0,75 + \sqrt{(0,75^2 - 0,655^2)}) = 0,89646056$$

Posouzení sloupu na vzpěr:

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

$$0,139155 < 1$$

Sloupek průřezu 100 x 100 na vzpěr vyhovuje.

Spoje - hřebíkové:

Návrh jednostřížného hřebíkového spoje: Diagonála č.11

Zatížení $F = 22290 \text{ N}$

Návrhové únosnosti spojovacího prostředku v jednostřížném spoji:

Průměr spojovacího prostředku $d =$	1,5 mm
Tlošťka krajního dřevěného prvku nebo hloubka vniku $t_1 =$	15 mm
Kvalita dřeva - třída C22 $\rightarrow f_{m,k} =$	22 MPa
Hustota $\rho_k =$	340 kg/m ³
Charakteristická pevnost na vytažení z prvku $f_{ax,k} =$	
$f_{ax,k} = 20 \cdot 10^{-6} \rho_k^2 (t_{per} / 4d - 2) =$	1,156 MPa
Charakteristická pevnost na protažení $f_{head,k} =$	
$f_{head,k} = 70 \cdot 10^{-6} \rho_k^2 (t_{per} / 4d - 2) =$	4,046 MPa
Pevnost drátu $f_u =$	280 MPa
Plastický moment únosnosti hřebíhu čtvercového průřezu $M_{y,Rk} =$	
$M_{y,Rk} = 0,45 f_u d^{2,6} =$	347,21517 N/mm
Charakteristická únosnost hřebíku na vytažení $F_{ax,Rk}:$	
$F_{ax,Rk1} = f_{ax,k} d t_{pen} =$	26,01 N
$F_{ax,Rk2} = f_{head,k} d t_h^2 =$	9,1035 N
$F_{ax,Rk} = \min(F_{ax,Rk1}; F_{ax,Rk2}) =$	9,1035 N
Modifikační součinitel $k_{mod,1} =$ (stálé, třída vlhkosti 3)	0,5
Pevnost dřeva v otláčení char $f_{h,k} = 0,082 \rho_k d^{-0,3} =$	18,59 MPa
Charakteristická únosnost pro jeden stříh jednoho spojovacího prostředku: $F_{v,Rk}$	
<u>Tenká deska</u>	
$F_{v,Rk1} = 0,4 f_{h,k} t_1 d =$	167,28 N
$F_{v,Rk2} = 1,15 \sqrt{(2M_{y,Rk} f_{h,k} d)} + F_{ax,Rk} / 4 =$	162,29 N
$F_{v,Rk} = \min(F_{v,Rk1}, F_{v,Rk2}) =$	162,29 N

Charakteristická únosnost pro jeden stříh jednoho spojovacího prostředku: $F_{v,Rk}$

Tlustá deska

$F_{v,Rk1} = f_{h,k} t_1 d \sqrt{(2 + 4M_{y,Rk}/(f_{h,k} d t_1^2) - 1)} + F_{ax,Rk} / 4 =$	464,45839 N
$F_{v,Rk2} = 2,3 \sqrt{(M_{y,Rk} f_{h,k} d)} + F_{ax,Rk} / 4 =$	228,57015 N
$F_{v,Rk3} = f_{h,k} t_1 d =$	418,2 N
$F_{v,Rk} = \min(F_{v,Rk1}; F_{v,Rk2}; F_{v,Rk3}) =$	228,57015 N

Počet spojovacích prostředků (hřebíků):

$n = F / F_{v,Rk} =$	97,52 ks
----------------------	----------

Návrh jednostřížného hřebíkového spoje:

Sloupek č. 12

Zatížení $F =$	14770 N
----------------	---------

Návrhové únosnosti spojovacího prostředku v jednostřížném spoji:

Průměr spojovacího prostředku $d =$	1,5 mm
Tlošťka krajního dřevěného prvku nebo hloubka vniku $t_1 =$	15 mm
Kvalita dřeva - třída C22 $\rightarrow f_{m,k} =$	22 MPa
Hustota $\rho_k =$	340 kg/m ³
Charakteristická pevnost na vytažení z prvku $f_{ax,k} =$	
$f_{ax,k} = 20 \cdot 10^{-6} \rho_k^2 (t_{per} / 4d - 2) =$	1,156 MPa
Charakteristická pevnost na protažení $f_{head,k} =$	
$f_{head,k} = 70 \cdot 10^{-6} \rho_k^2 (t_{per} / 4d - 2) =$	4,046 MPa
Pevnost drátu $f_u =$	280 MPa
Plastický moment únosnosti hřebíhu čtvercového průřezu $M_{y,Rk} =$	
$M_{y,Rk} = 0,45 f_u d^{2,6} =$	347,21517 N/mm
Charakteristická únosnost hřebíku na vytažení $F_{ax,Rk}$:	
$F_{ax,Rk1} = f_{ax,k} d t_{pen} =$	26,01 N
$F_{ax,Rk2} = f_{head,k} d_h^2 =$	9,1035 N
$F_{ax,Rk} = \min(F_{ax,Rk1}; F_{ax,Rk2}) =$	9,1035 N
Modifikační součinitel $k_{mod,1} =$ (stálé, třída vlhkosti 3)	0,5
Pevnost dřeva v otláčení char $f_{h,k} = 0,082 \rho_k d^{-0,3} =$	18,59 MPa
Charakteristická únosnost pro jeden stříh jednoho spojovacího prostředku: $F_{v,Rk}$	

Tenká deska

$F_{v,Rk1} = 0,4 f_{h,k} t_1 d =$	167,28 N
$F_{v,Rk2} = 1,15 \sqrt{(2M_{y,Rk} f_{h,k} d)} + F_{ax,Rk} / 4 =$	162,29 N
$F_{v,Rk} = \min(F_{v,Rk1}, F_{v,Rk2}) =$	162,29 N

Charakteristická únosnost pro jeden stříh jednoho spojovacího prostředku: $F_{v,Rk}$

Tlustá deska

$F_{v,Rk1} = f_{h,k} t_1 d \sqrt{(2 + 4M_{y,Rk}/(f_{h,k} d t_1^2) - 1)} + F_{ax,Rk} / 4 =$	464,45839 N
$F_{v,Rk2} = 2,3 \sqrt{(M_{y,Rk} f_{h,k} d)} + F_{ax,Rk} / 4 =$	228,57015 N
$F_{v,Rk3} = f_{h,k} t_1 d =$	418,2 N
$F_{v,Rk} = \min(F_{v,Rk1}; F_{v,Rk2}; F_{v,Rk3}) =$	228,57015 N

Počet spojovacích prostředků (hřebíků):

$n = F / F_{v,Rk} =$	64,62 ks
----------------------	----------

Návrh jednostřížného hřebíkového spoje:

Diagonála č. 13

Zatížení $F =$

13090 N

Návrhové únosnosti spojovacího prostředku v jednostřížném spoji:

Průměr spojovacího prostředku $d =$

1,5 mm

Tlošťka krajního dřevěného prvku nebo hloubka vniku $t_1 =$

15 mm

Kvalita dřeva - třída C22 $\rightarrow f_{m,k} =$

22 MPa

Hustota $\rho_k =$ 340 kg/m³Charakteristická pevnost na vytažení z prvku $f_{ax,k} =$

$$f_{ax,k} = 20 \cdot 10^{-6} \rho_k^2 (t_{per} / 4d - 2) =$$

1,156 MPa

Charakteristická pevnost na protažení $f_{head,k} =$

$$f_{head,k} = 70 \cdot 10^{-6} \rho_k^2 (t_{per} / 4d - 2) =$$

4,046 MPa

Pevnost drátu $f_u =$

280 MPa

Plastický moment únosnosti hřebíhu čtvercového průřezu $M_{y,Rk} =$

$$M_{y,Rk} = 0,45 f_u d^{2,6} =$$

347,21517 N/mm

Charakteristická únosnost hřebíku na vytažení $F_{ax,Rk}$:

$$F_{ax,Rk1} = f_{ax,k} d t_{pen} =$$

26,01 N

$$F_{ax,Rk2} = f_{head,k} d_h^2 =$$

9,1035 N

$$F_{ax,Rk} = \min(F_{ax,Rk1}; F_{ax,Rk2}) =$$

9,1035 N

Modifikační součinitel $k_{mod,1} =$ (stálé, třída vlhkosti 3)

0,5

Pevnost dřeva v otláčení char $f_{h,k} = 0,082 \rho_k d^{-0,3} =$

18,59 MPa

Charakteristická únosnost pro jeden střh jednoho spojovacího prostředku: $F_{v,Rk}$ Tenká deska

$$F_{v,Rk1} = 0,4 f_{h,k} t_1 d =$$

167,28 N

$$F_{v,Rk2} = 1,15 \sqrt{(2M_{y,Rk} f_{h,k} d) + F_{ax,Rk} / 4} =$$

162,29 N

$$F_{v,Rk} = \min(F_{v,Rk1}, F_{v,Rk2}) =$$

162,29 N

Charakteristická únosnost pro jeden střh jednoho spojovacího prostředku: $F_{v,Rk}$ Tlustá deska

$$F_{v,Rk1} = f_{h,k} t_1 d \sqrt{(2 + 4M_{y,Rk} / (f_{h,k} d t_1^2) - 1) + F_{ax,Rk} / 4} =$$

464,45839 N

$$F_{v,Rk2} = 2,3 \sqrt{(M_{y,Rk} f_{h,k} d) + F_{ax,Rk} / 4} =$$

228,57015 N

$$F_{v,Rk3} = f_{h,k} t_1 d =$$

418,2 N

$$F_{v,Rk} = \min(F_{v,Rk1}; F_{v,Rk2}; F_{v,Rk3}) =$$

228,57015 N

Počet spojovacích prostředků (hřebíků):

$$n = F / F_{v,Rk} =$$

57,27 ks

Návrh jednostřížného hřebíkového spoje:

Spodní pásnice č.1:

Zatížení $F =$

11210 N

Návrhové únosnosti spojovacího prostředku v jednostřížném spoji:

Průměr spojovacího prostředku $d =$	1,5 mm
Tlošťka krajního dřevěného prvku nebo hloubka vniku $t_1 =$	15 mm
Kvalita dřeva - třída C22 $\rightarrow f_{m,k} =$	22 MPa
Hustota $\rho_k =$	340 kg/m ³
Charakteristická pevnost na vytažení z prvku $f_{ax,k} =$	
$f_{ax,k} = 20 \cdot 10^{-6} \rho_k^2 (t_{per} / 4d - 2) =$	1,156 MPa
Charakteristická pevnost na protažení $f_{head,k} =$	
$f_{head,k} = 70 \cdot 10^{-6} \rho_k^2 (t_{per} / 4d - 2) =$	4,046 MPa
Pevnost drátu $f_u =$	280 MPa
Plastický moment únosnosti hřebíhu čtvercového průřezu $M_{y,Rk} =$	
$M_{y,Rk} = 0,45 f_u d^{2,6} =$	347,21517 N/mm
Charakteristická únosnost hřebíku na vytažení $F_{ax,Rk}:$	
$F_{ax,Rk1} = f_{ax,k} d t_{pen} =$	26,01 N
$F_{ax,Rk2} = f_{head,k} d_h^2 =$	9,1035 N
$F_{ax,Rk} = \min(F_{ax,Rk1}; F_{ax,Rk2}) =$	9,1035 N
Modifikační součinitel $k_{mod,1} =$ (stálé, třída vlhkosti 3)	0,5
Pevnost dřeva v otláčení char $f_{h,k} = 0,082 \rho_k d^{-0,3} =$	18,59 MPa
Charakteristická únosnost pro jeden stříh jednoho spojovacího prostředku: $F_{v,Rk}$	

Tenká deska

$F_{v,Rk1} = 0,4 f_{h,k} t_1 d =$	167,28 N
$F_{v,Rk2} = 1,15 \sqrt{(2M_{y,Rk} f_{h,k} d) + F_{ax,Rk} / 4} =$	162,29 N
$F_{v,Rk} = \min(F_{v,Rk1}, F_{v,Rk2}) =$	162,29 N

Charakteristická únosnost pro jeden stříh jednoho spojovacího prostředku: $F_{v,Rk}$ Tlustá deska

$F_{v,Rk1} = f_{h,k} t_1 d \sqrt{(2 + 4M_{y,Rk} / (f_{h,k} d t_1^2) - 1) + F_{ax,Rk} / 4} =$	464,45839 N
$F_{v,Rk2} = 2,3 \sqrt{(M_{y,Rk} f_{h,k} d) + F_{ax,Rk} / 4} =$	228,57015 N
$F_{v,Rk3} = f_{h,k} t_1 d =$	418,2 N
$F_{v,Rk} = \min(F_{v,Rk1}; F_{v,Rk2}; F_{v,Rk3}) =$	228,57015 N

Počet spojovacích prostředků (hřebíků):

$$n = F / F_{v,Rk} = 49,044024 \text{ ks}$$

Návrh jednostřížného hřebíkového spoje: Horní pásnice č.4:

$$\text{Zatížení } F = 11980 \text{ N}$$

Návrhové únosnosti spojovacího prostředku v jednostřížném spoji:

Průměr spojovacího prostředku $d =$	1,5 mm
Tlošťka krajního dřevěného prvku nebo hloubka vniku $t_1 =$	15 mm
Kvalita dřeva - třída C22 $\rightarrow f_{m,k} =$	22 MPa
Hustota $\rho_k =$	340 kg/m ³
Charakteristická pevnost na vytažení z prvku $f_{ax,k} =$	

$$f_{ax,k} = 20 \cdot 10^{-6} \rho_k^2 (t_{per} / 4d - 2) = 1,156 \text{ MPa}$$

Charakteristická pevnost na protažení $f_{head,k} =$

$$f_{head,k} = 70 \cdot 10^{-6} \rho_k^2 (t_{per} / 4d - 2) = 4,046 \text{ MPa}$$

$$\text{Pevnost drátu } f_u = 280 \text{ MPa}$$

Plastický moment únosnosti hřebíhu čtvercového průřezu $M_{y,Rk} =$

$$M_{y,Rk} = 0,45 f_u d^{2,6} = 347,21517 \text{ N/mm}$$

Charakteristická únosnost hřebíku na vytažení $F_{ax,Rk}$:

$$F_{ax,Rk1} = f_{ax,k} d t_{pen} = 26,01 \text{ N}$$

$$F_{ax,Rk2} = f_{head,k} d_h^2 = 9,1035 \text{ N}$$

$$F_{ax,Rk} = \min(F_{ax,Rk1}; F_{ax,Rk2}) = 9,1035 \text{ N}$$

$$\text{Modifikační součinitel } k_{mod,1} = 0,5 \text{ (stálé, třída vlhkosti 3)}$$

$$\text{Pevnost dřeva v otláčení char } f_{h,k} = 0,082 \rho_k d^{-0,3} = 18,59 \text{ MPa}$$

Charakteristická únosnost pro jeden střh jednoho spojovacího prostředku: $F_{v,Rk}$

Tenká deska

$$F_{v,Rk1} = 0,4 f_{h,k} t_1 d = 167,28 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk2} = 1,15 \sqrt{(2M_{y,Rk} f_{h,k} d) + F_{ax,Rk} / 4} = 162,29 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk} = \min(F_{v,Rk1}, F_{v,Rk2}) = 162,29 \text{ N}$$

Charakteristická únosnost pro jeden střh jednoho spojovacího prostředku: $F_{v,Rk}$

Tlustá deska

$$F_{v,Rk1} = f_{h,k} t_1 d \sqrt{(2 + 4M_{y,Rk} / (f_{h,k} d t_1^2) - 1) + F_{ax,Rk} / 4} = 464,45839 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk2} = 2,3 \sqrt{(M_{y,Rk} f_{h,k} d) + F_{ax,Rk} / 4} = 228,57015 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk3} = f_{h,k} t_1 d = 418,2 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk} = \min(F_{v,Rk1}; F_{v,Rk2}; F_{v,Rk3}) = 228,57015 \text{ N}$$

Počet spojovacích prostředků (hřebíků):

$$n = F / F_{v,Rk} = 52,41 \text{ ks}$$

Návrh jednostřížného hřebíkového spoje: Horní pásnice č.6:

$$\text{Zatížení } F = 10530 \text{ N}$$

Návrhové únosnosti spojovacího prostředku v jednostřížném spoji:

$$\text{Průměr spojovacího prostředku } d = 1,5 \text{ mm}$$

$$\text{Tlošťka krajního dřevěného prvku nebo hloubka vniku } t_1 = 15 \text{ mm}$$

$$\text{Kvalita dřeva - třída C22} \rightarrow f_{m,k} = 22 \text{ MPa}$$

$$\text{Hustota } \rho_k = 340 \text{ kg/m}^3$$

Charakteristická pevnost na vytažení z prvku $f_{ax,k} =$

$$f_{ax,k} = 20 \cdot 10^{-6} \rho_k^2 (t_{per} / 4d - 2) = 1,156 \text{ MPa}$$

Charakteristická pevnost na protažení $f_{head,k} =$

$$f_{head,k} = 70 \cdot 10^{-6} \rho_k^2 (t_{per} / 4d - 2) = 4,046 \text{ MPa}$$

$$\text{Pevnost drátu } f_u = 280 \text{ MPa}$$

Plastický moment únosnosti hřebíhu čtvercového průřezu $M_{y,Rk} =$

$$M_{y,Rk} = 0,45 f_u d^{2,6} = 347,21517 \text{ N/mm}$$

Charakteristická únosnost hřebíku na vytažení $F_{ax,Rk}$:

$$F_{ax,Rk1} = f_{ax,k} d t_{pen} = 26,01 \text{ N}$$

$$F_{ax,Rk2} = f_{head,k} d_h^2 = 9,1035 \text{ N}$$

$$F_{ax,Rk} = \min(F_{ax,Rk1}; F_{ax,Rk2}) = 9,1035 \text{ N}$$

Modifikační součinitel $k_{mod,1} =$ (stálé, třída vlhkosti 3) 0,5

Pevnost dřeva v otláčení char $f_{h,k} = 0,082 \rho_k d^{-0,3} = 18,59 \text{ MPa}$

Charakteristická únosnost pro jeden střh jednoho spojovacího prostředku: $F_{v,Rk}$

Tenká deska

$$F_{v,Rk1} = 0,4 f_{h,k} t_1 d = 167,28 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk2} = 1,15 \sqrt{(2M_{y,Rk} f_{h,k} d) + F_{ax,Rk}} / 4 = 162,29 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk} = \min(F_{v,Rk1}, F_{v,Rk2}) = 162,29 \text{ N}$$

Charakteristická únosnost pro jeden střh jednoho spojovacího prostředku: $F_{v,Rk}$

Tlustá deska

$$F_{v,Rk1} = f_{h,k} t_1 d \sqrt{(2 + 4M_{y,Rk} / (f_{h,k} d t_1^2)) - 1} + F_{ax,Rk} / 4 = 464,45839 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk2} = 2,3 \sqrt{(M_{y,Rk} f_{h,k} d) + F_{ax,Rk}} / 4 = 228,57015 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk3} = f_{h,k} t_1 d = 418,2 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk} = \min(F_{v,Rk1}; F_{v,Rk2}; F_{v,Rk3}) = 228,57015 \text{ N}$$

Počet spojovacích prostředků (hřebíků):

$$n = F / F_{v,Rk} = 46,07 \text{ ks}$$

Návrh jednostřížného hřebíkového spoje:

Spodní pásnice č.2:

Zatížení $F = 1800 \text{ N}$

Návrhové únosnosti spojovacího prostředku v jednostřížném spoji:

Průměr spojovacího prostředku $d = 1,5 \text{ mm}$

Tlošťka krajního dřevěného prvku nebo hloubka vniku $t_1 = 15 \text{ mm}$

Kvalita dřeva - třída C22 $\rightarrow f_{m,k} = 22 \text{ MPa}$

Hustota $\rho_k = 340 \text{ kg/m}^3$

Charakteristická pevnost na vytažení z prvku $f_{ax,k} =$

$$f_{ax,k} = 20 \cdot 10^{-6} \rho_k^2 (t_{per} / 4d - 2) = 1,156 \text{ MPa}$$

Charakteristická pevnost na protažení $f_{head,k} =$

$$f_{head,k} = 70 \cdot 10^{-6} \rho_k^2 (t_{per} / 4d - 2) = 4,046 \text{ MPa}$$

Pevnost drátu $f_u = 280 \text{ MPa}$

Plastický moment únosnosti hřebíhu čtvercového průřezu $M_{y,Rk} =$

$$M_{y,Rk} = 0,45 f_u d^{2,6} = 347,21517 \text{ N/mm}$$

Charakteristická únosnost hřebíku na vytažení $F_{ax,Rk}$:

$$F_{ax,Rk1} = f_{ax,k} d t_{pen} = 26,01 \text{ N}$$

$$F_{ax,Rk2} = f_{head,k} d_h^2 = 9,1035 \text{ N}$$

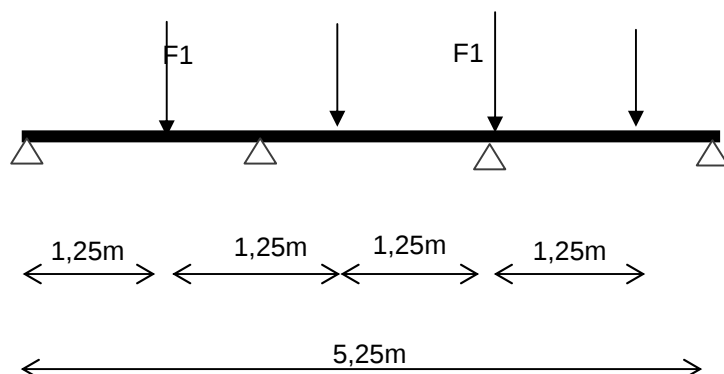
$$F_{ax,Rk} = \min(F_{ax,Rk1}; F_{ax,Rk2}) = 9,1035 \text{ N}$$

Modifikační součinitel $k_{mod,1} =$ (stálé, třída vlhkosti 3) 0,5

Pevnost dřeva v otláčení char $f_{h,k} = 0,082 \rho_k d^{-0,3} = 18,59 \text{ MPa}$

Variantní řešení vaznice pod vazníky:

Schema:



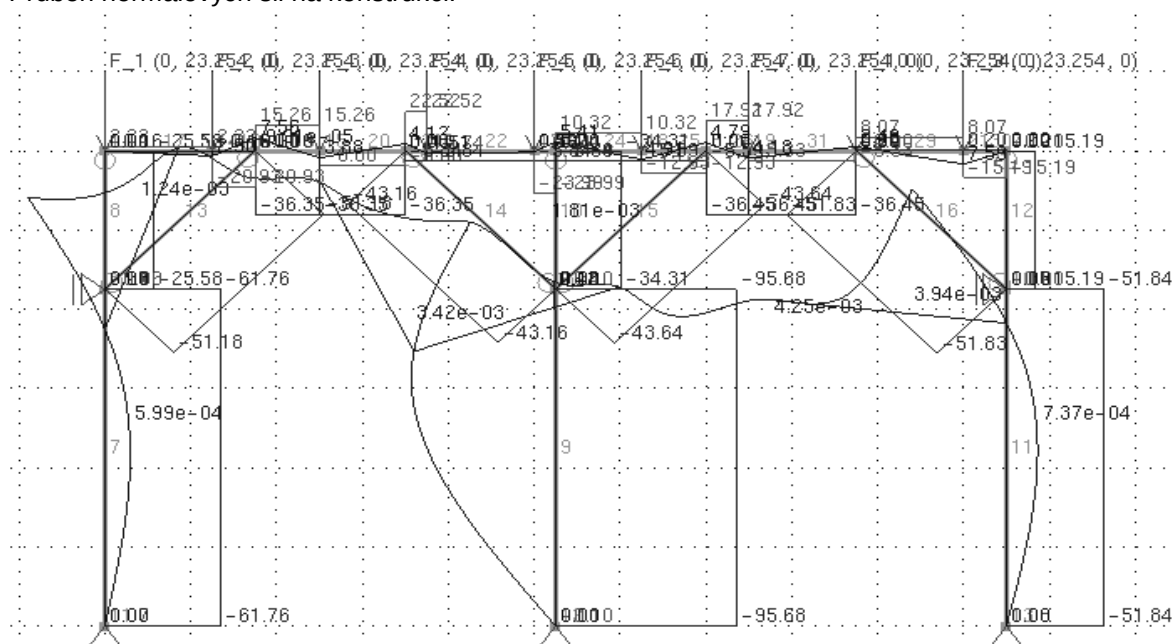
Redukce zatížení na vaznici:

Původní zatížení viz reakce B vazníku (platí pro osovou vzdálenost vazníků 1,75m)

F původní = 32,556 kN

$$F \text{ redukované pro os vzdálenost } 1,25 \text{ m} = F_{\text{původ}} \cdot 1,25/1,75 = 23,254 \text{ kN}$$

Průběh normálových sil na konstrukci:


$$k_{\text{mod}} = \text{modifikační součinitel trvání zatížení} = 0,7$$
$$f_{m,k} = \text{charakteristická pevnost v ohybu pro C 22} = 22 \text{ MPa}$$
$$\gamma_M = \text{součinitel vlastností materiálu} = 1,3$$

Trám - max. vnitřní síly:

$$M = 7,58 \text{ kNm}$$
$$N = 0 \text{ kN}$$

Trám: 0,22/0,18 m

$$\begin{aligned}
 b &= 0,22 \text{ m} & h &= 0,18 \text{ m} \\
 A &= 0,0396 \text{ m}^2 & W_y &= 0,001188 \text{ m}^3 \\
 I_y &= 0,00010692 \text{ m}^4
 \end{aligned}$$

$$\sigma_{m,d} = M/W_y = 7580000 / 0,001188 = 6,38 \text{ MPa}$$

Pevnost dřeva: Dřevo kategorie C 22

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \times f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,7 \times 22 / 1,3 = 11,85 \text{ MPa}$$

Normálové napětí za ohybu

$$\sigma_{m,d} = M/W = 6 \cdot 7580000 / (220 \times 180^2) = 6,38 \text{ MPa}$$

$\sigma_{m,d} = 6,38 < f_{m,d} = 11,85 \text{ MPa}$

Trám 220 / 180 vyhovuje z hlediska meze únosnosti.

Posouzení nosníku na průhyb:

Průměrná hodnota modulu pružnosti $E_{mean} = 10000 \text{ MPa}$

Charakteristické hodnoty zatížení:

zatížení, vlastní tíha, stálé, sníh.

stálé zatížení $G_k = \text{ kN/m'}$

$$I_y = 1/12(140 \times 280^3) = 1,07E-04 \text{ mm}^4$$

$$y_{max} = 4,25 \text{ mm}$$

$$\text{Okamžitý průhyb od stálého zatížení } g_k = 4,25 \text{ mm}$$

$$\text{Celkový průhyb } w_{inst} = 4,25 \text{ mm}$$

Posouzení okamžitého průhybu od stálého a nahodilého zatížení:

$$\text{Délka prutu } l = 1,75 \text{ m}$$

$$w_{max} = l/300 = 1,75 / 300 = 5,83 \text{ mm}$$

Průhyb trámu 220 / 180 vyhovuje

Smyk:

$$f_{v,k} = \text{charakteristická pevnost v ohybu pro C 22} = 2,4 \text{ MPa}$$

Pevnost dřeva: Dřevo kategorie C 22

$$k_{mod} = 0,7$$

Součinitel materiálu

$$\gamma_M = 1,3$$

Základní únosnost ve smyku $f_{v,0,d} =$

$$f_{v,0,d} = k_{mod} \times f_{v,0,k} / \gamma_M = 0,7 \times 2,4 / 1,3 = 1,2923077 \text{ MPa}$$

$$\tau = (V \times S_y) / (b \times I_y)$$

$$\text{Posouvající síla na nosníku } V = 20,98 \text{ kN}$$

$$\text{Statický moment odřáté část v posuzovaném místě } S_y = 891000 \text{ mm}^3$$

$$\text{Šířka průřezu v posuzovaném místě } b = 220 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti $I_y = 1,07E+08 \text{ mm}^4$

Smykové napětí $\tau = 0,79469697 \text{ MPa}$

Posouzení smyku:

$$\tau_{v,d} \leq k_{cr} \cdot f_{v,d}$$

Součinitel vlivu výsušných trhlin $k_{cr} = 0,67$
(rychlé vysoušení dřeva)

$$0,79469697 \text{ MPa} \leq 0,8658462 \text{ MPa}$$

Vyhovuje průřez 220 /180 na smyk.

Posouzení pásků:

Zatížení na pásek:

$F_s = 64,56 \text{ kN}$
 $b = 0,12 \text{ m}$ $h = 0,12 \text{ m}$
délka prutu: $2,48 \text{ m}$ Plocha sloupku $A = 0,0144 \text{ m}^2$
Navrhovaný profil $130 \times 130 \text{ mm}$ $I_y = 0,00001728 \text{ mm}^4$
Zatížení $= 64,56 \text{ kN}$
Pevnost dřeva: Dřevo kategorie C 22
 $f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 22 / 1,3 = 11,84 \text{ MPa}$

Normálové napětí v tlaku od centrického zatížení:

$$\sigma_{c,0,d} = N_d / A = 64,96 / 0,0144 = 4,48333333 \text{ MPa}$$

Štíhlostní poměr:

$$i = \sqrt{I/A} = 0,03464102 \text{ m}$$
$$\lambda = l_{ef} / i = 2,48 / 0,0346 = 71,5914334$$

Napětí od vzpěru:

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 E^{0,05} / \lambda^2 = \pi 6700 / 71,59^2 = 12,901863 \text{ MPa}$$
$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}} = \sqrt{22 / 12,901} = 1,3058254$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$k = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2(1,305 - 0,3) + 1,305^2] = 1,4531726$$

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}) = 1 / (1,45 + \sqrt{(1,45^2 - 1,305^2)}) = 0,47829269$$

Posouzení sloupu na vzpěr:

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

$$0,791691 < 1$$

Pásek průřezu 120 x 120 na vzpěr vyhovuje.

Posouzení sloupů:

Zatížení na sloup:

$F_s = 132,04 \text{ kN}$
 $b = 0,22 \text{ m}$ $h = 0,22 \text{ m}$
délka prutu: 6 m Plocha sloupku $A = 0,0484 \text{ m}^2$

Navrhovaný profil 220×220 mm $I_y = 0,00019521 \text{ mm}^4$
 Zatížení = 132,04 kN
 Pevnost dřeva: Dřevo kategorie C 22
 $f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,7 \cdot 22 / 1,3 = 11,84 \text{ MPa}$

Normálové napětí v tlaku od centrického zatížení:

$$\sigma_{c,0,d} = N_d / A = 132,04 / 0,0484 = 2,72809917 \text{ MPa}$$

Štíhlostní poměr:

$$i = \sqrt{I/A} = 0,06350853 \text{ m}$$

$$\lambda = l_{ef} / i = 6 / 0,0635 = 94,4754986$$

Napětí od vzpěru:

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 E^{0,05} / \lambda^2 = \pi 6700 / 94,475^2 = 7,4086003 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}} = \sqrt{22 / 7,408} = 1,72323$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$k = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2(1,72 - 0,3) + 1,72^2] = 2,1270839$$

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}) = 1 / (2,12 + \sqrt{(2,12^2 - 1,72^2)}) = 0,29637832$$

Posouzení sloupu na vzpěr:

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

$$0,777431 < 1$$

Sloup průřezu 220 x 220 na vzpěr vyhovuje.

Návrh objemu věnce pro zachycení tahových sil krovu:

Osová vzdálenost vazníků $l = 1,750 \text{ m}$
 Případná tahová síla v podpoře (podpora D) = 1,895 kN

Potřebná velikost průřezu betonového věnce A:

$$A = F / (l \cdot \gamma) = 1,895 / (25 \cdot 1,75) = 0,0433143 \text{ m}^2$$

$$\text{Výška průřezu } h = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Potřebná šířka } \check{s} = A / h = 0,2165714 \text{ m}$$

Zvolená šířka 0,3 m vyhovuje.

29.7. 2024

Ing. Pavel Padevět