

VÝROBNÍ HALA

1.01 NÁVRH SKLADBY KONSTRUKCE, PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH NOSNÝCH PRVKŮ

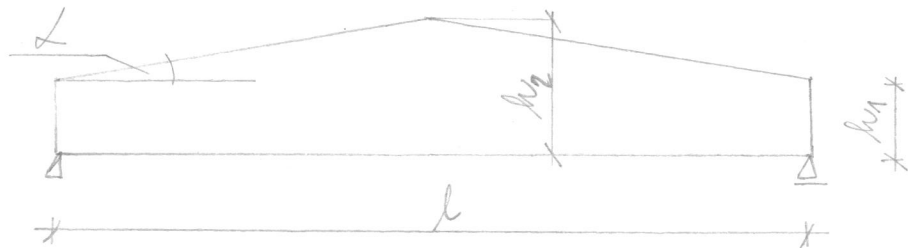
Skladba stropní konstrukce:

Schéma:



1.02 Předběžné rozměry lepeného nosníku

Schéma:



$$l = 16 \text{ m}$$

$$h_1 \approx \left(\frac{1}{20} \div \frac{1}{30}\right) \cdot l = \left(\frac{1}{20} \div \frac{1}{30}\right) \cdot 16000 = 800 \div 533 \text{ mm}$$

$$\dots h_1 = 900 \text{ mm}$$

$$h_2 \approx \left(\frac{1}{10} \div \frac{1}{15}\right) \cdot l = \left(\frac{1}{10} \div \frac{1}{15}\right) \cdot 16000 = 1600 \div 1067 \text{ mm}$$

$$\dots h_2 = 1400 \text{ mm}$$

- osová vzdálenost: 6 800 mm
- lepené lamelové dřev GL 32 h (EN 14080)

1.03 PŘEDBĚŽNÉ ROZMĚRY STŘEŠNÍ VAZNICE

- dílo BL 32h

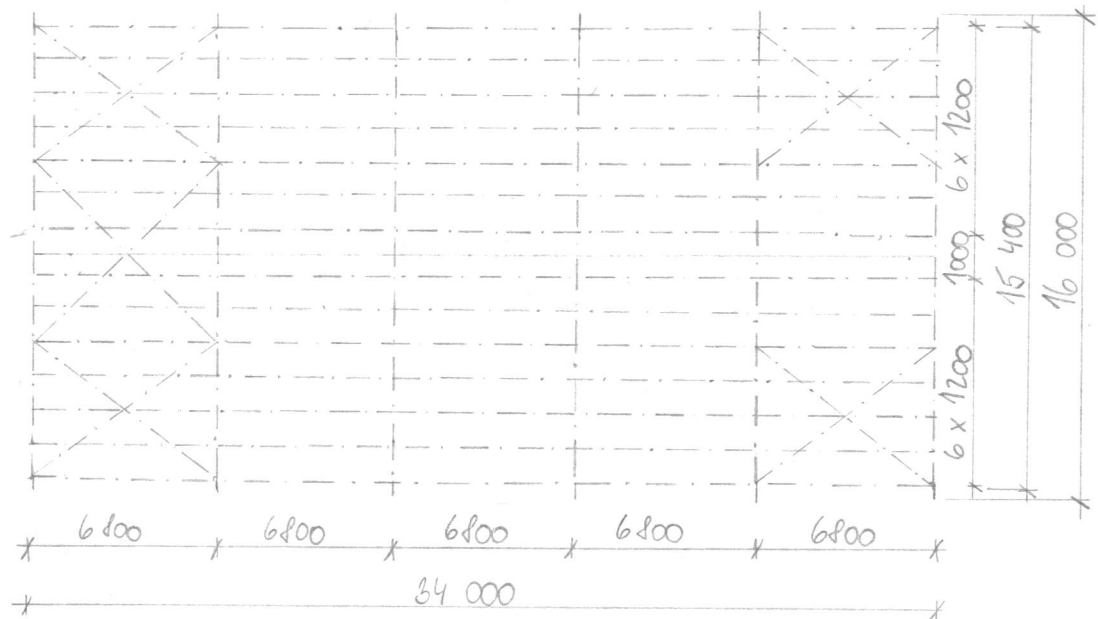
$$l = 6800 \text{ mm}$$

$$h \approx \frac{l}{25} = 272 \text{ mm}$$

- osová vzdálenost: 2,4 m

předběžné rozměry vaznice: 180 x 340 mm

1.04 SCHÉMA NOSNÉ KONSTRUKCE STŘECHY



1.05 ZATÍŽENÍ

Střešní konstrukce

Stálé zatížení

	q_k [kN/m ²]	μ_g	q_d [kN/m ²]
Střešní panel PUR ISOOP 50 (tloušťka 60 mm)	0,14	1,35	0,19

Vaznice

Vazník

Účinné zatížení

	q_k [kN/m ²]	μ_g	q_d [kN/m ²]
Nepřístupné střechy (s výjimkou údrěby a opar)	0,75	1,5	1,13

Sněžová oblast I

Větrná oblast II

Výpočet zatížení:

• Zatížení sněhem:

Sněžová oblast I $s_k = 0,7$ kN/m²

sklon střechy: $\alpha = 5^\circ$ $\mu = 0,8$

$$s = \mu \cdot c_e \cdot c_{\alpha} \cdot s_k = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8 \text{ kN/m}^2$$

• Zatížení větrem:

Větrná oblast II $v_{k,0} = 25$ m/s

výška budovy $h = 9$ m

sklon střechy $\alpha = 5^\circ$

Kategorie terénu III. ($R_{z0} = 0,3$ m; $R_{min} = 5$ m)

- charakteristický maximální dynamický slab q_p :

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_B$$

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

$$q_B = \frac{1}{2} \cdot S \cdot v_{x(z)}^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390,6 \text{ N/m}^2$$

$$c_e(z) = 1,7$$

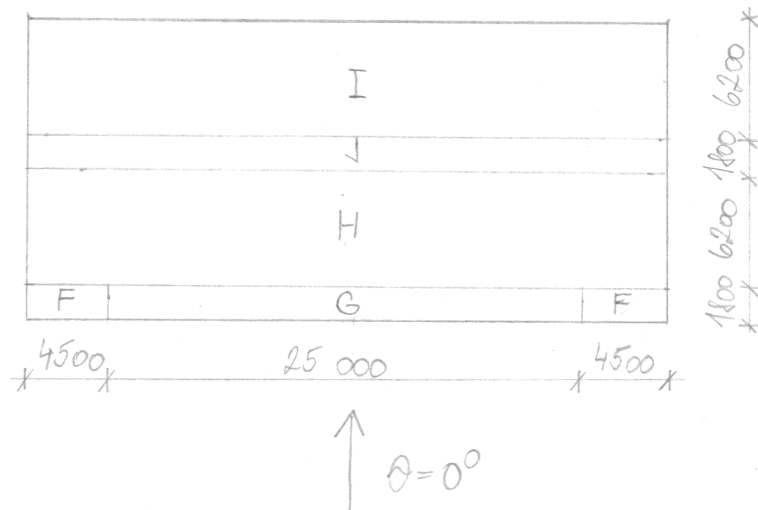
$$q_p(z) = 1,7 \cdot 0,39 = 0,664 \text{ kN/m}^2$$

Rozměry haly: $16 \times 34 \text{ m} \times 9 \text{ m}$

$$e = \min \{ h; 2h \}$$

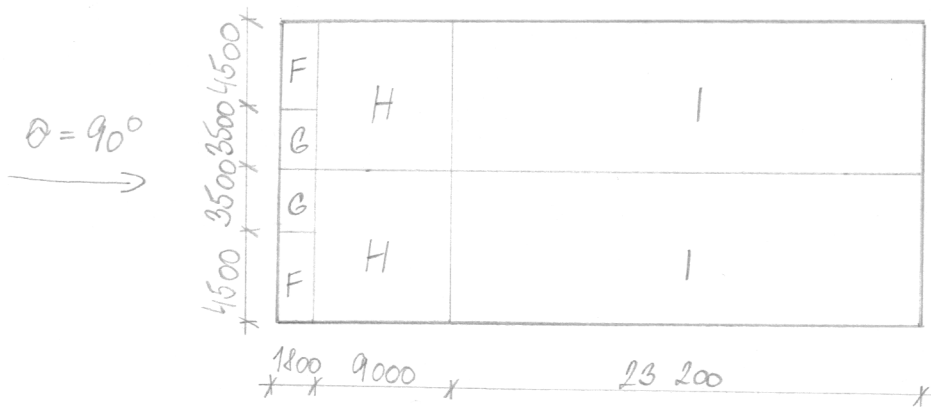
$$e = \min \{ 34; 18 \}$$

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



• součinitele měšičko slaku dle oblasti: ($\alpha = 0^\circ$)

	OBLASTI				
	F	G	H	I	J
$c_{pe,10}$	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2/-0,6



• součinitel mějícího tlaku dle oblastí: ($\theta = 90^\circ$)

	OBLASTI			
	F	G	H	I
$c_{pe,10}$	-1,6	-1,3	-0,7	-0,5

Výpočet zatížení městem:

a.) Vítr ($\theta = 0^\circ$)

$$W_e = q_p(z) \cdot c_{pe,10}$$

$$F \dots \dots \dots W_F = 0,664 \cdot (-1,6) = -1,06 \text{ kN/m}^2$$

$$G \dots \dots \dots W_G = 0,664 \cdot (-1,3) = -0,86 \text{ kN/m}^2$$

$$H \dots \dots \dots W_H = 0,664 \cdot (-0,7) = -0,46 \text{ kN/m}^2$$

$$I \dots \dots \dots W_I = 0,664 \cdot (-0,5) = -0,33 \text{ kN/m}^2$$

$$J \dots \dots \dots W_J^1 = 0,664 \cdot (0,2) = 0,13 \text{ kN/m}^2$$

$$W_J^2 = 0,664 \cdot (-0,6) = -0,40 \text{ kN/m}^2$$

b.) Vítr ($\theta = 90^\circ$)

$$W_e = q_p(z) \cdot c_{pe,10}$$

$$F \dots \dots \dots W_F = 0,664 \cdot (-1,6) = -1,06 \text{ kN/m}^2$$

$$G \dots \dots \dots W_G = 0,664 \cdot (-1,3) = -0,86 \text{ kN/m}^2$$

$$H \dots \dots \dots W_H = 0,664 \cdot (-0,7) = -0,46 \text{ kN/m}^2$$

$$I \dots \dots \dots W_I = 0,664 \cdot (-0,5) = -0,33 \text{ kN/m}^2$$

1.06 Výpočet zatížení střešního pláště

NAVRH STŘEŠNÍHO PANELU

- pro návrh je nutné stanovit zatížení, které bude přenášet, pomocí kuletek (PURPANELY).
- Panel bude masován jako spojitý nosník.

- max. rozpon: $l_{max} = 24 \text{ m}$

- max. slab větru: $W_F = -1,13 \text{ kN/m}^2$

- zatížení sněhem: $s = 0,8 \text{ kN/m}^2$

- mrtvá zatížení: $m = 0,75 \text{ kN/m}^2$

NAVRH: Střešní panel PUR ISOCOP 50 tl. 50 mm

$$g_k = 13,53 \text{ kg/m}^2$$

$$K = 0,44 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$q_k = 1,13 + 0,8 + 0,14 + 0,75$$

$$q_d = (1,13 \cdot 1,5) + (0,8 \cdot 1,5) + (0,14 \cdot 1,35) + 0,75 = 3,83 \text{ kN/m}^2$$

$$q_d = 3,83 \text{ kN/m}^2 < 3,95 \text{ kN/m}^2 \text{ (viz tabulka PUR)}$$

... navržená deska panelu má únosnost VYHOVÍ!

2.01 NÁVRH VAZNICE

- lepené lamelové dříví GL32h
- předpokládaný rozměr nosnice: $180 \times 340 \text{ mm}$
- délka nosnice: $l = 6800 \text{ mm}$
- zatěžovací šířka: $z_v' = 2400 \text{ mm}$
- skutečná $z_v = \frac{24}{\cos 5^\circ} = 2,41 \text{ m}$
- pevnostní vlastnosti: $f_{m,k} \text{ (ohyb)} = 32 \text{ MPa}$
 $E_{0, \text{mean}} \text{ (modul pružnosti)} = 13,7 \text{ GPa}$
 $\rho \text{ (hustota)} = 430 \text{ kg/m}^3$
třída prousov I (dle EN 14081-1):
 $k_{def} = 0,60$
 $k_{mod} = 0,90$

Zatížení nosnice:

- plastu šířka: $q_k = 0,18 \cdot 0,34 \cdot 4,30 = 0,25 \text{ kN/m}$
- střešní panel: $q_{k, st\bar{e}} = 0,14 \cdot 2,41 = 0,34 \text{ kN/m}$
- vítr (max slab): $w_j = 0,13 \cdot 2,41 = 0,31 \text{ kN/m}$
- sníh: $s_k = 0,8 \cdot 2,4 = 1,92 \text{ kN/m}$
- nepřístupná střecha: $q_k = 0,75 \cdot 2,41 = 1,81 \text{ kN/m}$

kombinacní součinitele:

nepřístupná střecha	$\gamma_0 = 1,4$	$\gamma_2 = 0,3$
stěly	$\gamma_0 = 0,5$	$\gamma_2 = 0,0$
střechy	$\gamma_0 = 0,16$	$\gamma_2 = 0,0$

2.02 POSOUZENÍ MŠÚ

Schéma zatížení:

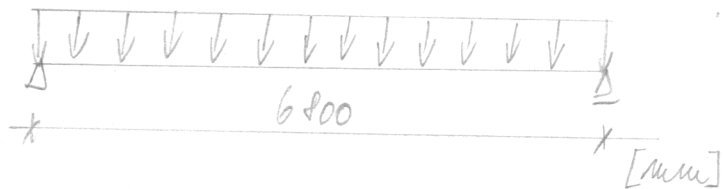
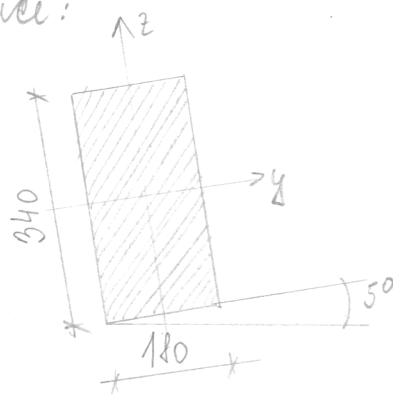


Schéma nosnice:



Hodnoty ohybových momentů:

$$M_{y,d, \text{stěly}} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot \cos 5^\circ \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot (0,25 + 0,34) \cdot \cos 5^\circ \cdot 6,8^2 \cdot 1,35$$

$$= 4,586 \text{ kNm}$$

$$M_{y,d, \text{stěly}} = \frac{1}{8} \cdot s_d \cdot \cos 5^\circ \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 1,92 \cdot \cos 5^\circ \cdot 6,8^2 \cdot 1,5 = 16,583 \text{ kNm}$$

$$M_{y,d, \text{střecha}} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot \cos 5^\circ \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 1,81 \cdot \cos 5^\circ \cdot 6,8^2 \cdot 1,5 = 15,633 \text{ kNm}$$

$$M_{y,d, \text{střechy}} = \frac{1}{8} \cdot w_d \cdot \cos 5^\circ \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 0,37 \cdot \cos 5^\circ \cdot 6,8^2 \cdot 1,5 = 2,648 \text{ kNm}$$

$$M_{z,d, \text{stále}} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot \sin 5^\circ \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot (0,25 + 0,34) \cdot \sin 5^\circ \cdot 6,8^2 \cdot 1,35$$

$$= 0,401 \text{ kNm}$$

$$M_{z,d, \text{smle}} = \frac{1}{8} \cdot s_d \cdot \sin 5^\circ \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 1,92 \cdot \sin 5^\circ \cdot 6,8^2 \cdot 1,5 = 1,451 \text{ kNm}$$

$$M_{z,d, \text{střecha}} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot \sin 5^\circ \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 1,81 \cdot \sin 5^\circ \cdot 6,8^2 \cdot 1,5 = 1,368 \text{ kNm}$$

$$M_{z,d, \text{vlh}} = \frac{1}{8} \cdot w_j \cdot \sin 5^\circ \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 0,31 \cdot \sin 5^\circ \cdot 6,8^2 \cdot 1,5 = 0,234 \text{ kNm}$$

Námhové kombinace

$$M_{y,d} = M_{y,d, \text{stále}} + M_{y,d, \text{smle}} + \sum \psi_{0,i} \cdot M_{y,d,i}$$

$$M_{y,d} = 4,586 + 16,583 + (0,7 \cdot 15,633 + 0,6 \cdot 2,678) = 33,419 \text{ kNm}$$

$$M_{z,d} = M_{z,d, \text{stále}} + M_{z,d, \text{smle}} + \sum \psi_{0,i} \cdot M_{z,d,i}$$

$$M_{z,d} = 0,401 + 1,451 + (0,7 \cdot 1,368 + 0,6 \cdot 0,234) = 2,950 \text{ kNm}$$

Napětí za ohybu

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{33,419}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{33,419}{\frac{1}{6} \cdot 0,180 \cdot 0,348^2} = 9,422 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,d}}{W_z} = \frac{2,950}{\frac{1}{6} \cdot b^2 \cdot h} = \frac{2,950}{\frac{1}{6} \cdot 0,180^2 \cdot 0,340} = 1,607 \text{ MPa}$$

Permisi za ohybu

$$f_{m,y,d} = f_{m,z,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{m,k}}{f_{m,t}} = 0,9 \cdot \frac{32}{1,25} = 23,04 \text{ MPa}$$

Podmínky spolehlivosti pro MŠD:

- tvarový součinitel pro obdélník. průřes: $k_{fm} = 0,7$

$$k_{fm} \cdot \frac{\delta m_{y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\delta m_{z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \cdot \frac{9,422}{23,04} + \frac{1,604}{23,04} = 0,365 < 1,0$$

$$\frac{\delta m_{y,d}}{f_{m,y,d}} + k_{fm} \cdot \frac{\delta m_{z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{9,422}{23,04} + 0,7 \cdot \frac{1,604}{23,04} = 0,471 < 1,0$$

- VAZNICE (z lepeného lamelového dřeva 180 x 340 mm)

NA ŠIKMÝ OHYB VYHOVUJE

2.03. POSOUZENÍ MŠP

• Rozdělení zatížení:

- ve směru x

Stále' $q_{k,z} = q_k \cdot \cos 5^\circ = (0,25 + 0,34) \cdot \cos 5^\circ = 0,59 \text{ kN/m}$

Ušitru' $q_{k,z} = q_k \cdot \cos 5^\circ = 1,81 \cdot \cos 5^\circ = 1,80 \text{ kN/m}$

Smrk $q_{k,z} = s_k \cdot \cos 5^\circ = 1,92 \cdot \cos 5^\circ = 1,91 \text{ kN/m}$

Vlka $w_{j,z} = w_j \cdot \cos 5^\circ = 0,31 \cdot \cos 5^\circ = 0,31 \text{ kN/m}$

- ve směru y

Stále' $q_{k,y} = q_k \cdot \sin 5^\circ = (0,25 + 0,34) \cdot \sin 5^\circ = 0,05 \text{ kN/m}$

Ušitru' $q_{k,y} = q_k \cdot \sin 5^\circ = 1,81 \cdot \sin 5^\circ = 0,16 \text{ kN/m}$

Smrk $s_{k,y} = s_k \cdot \sin 5^\circ = 1,92 \cdot \sin 5^\circ = 0,17 \text{ kN/m}$

Vlka $w_{j,y} = w_j \cdot \sin 5^\circ = 0,31 \cdot \sin 5^\circ = 0,03 \text{ kN/m}$

• Průhyby od zatížení

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 180 \cdot 340^3 = 5,896 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot b^3 \cdot h = \frac{1}{12} \cdot 180^3 \cdot 340 = 1,652 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$w_{z, \text{stálé}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{k,z} \cdot l^4}{E_{0, \text{mean}} \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,59 \cdot 6800^4}{13700 \cdot 5,896 \cdot 10^8}$$

$$= 2,027 \text{ mm}$$

$$w_{z, \text{úštkové}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{k,z} \cdot l^4}{E_{0, \text{mean}} \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,80 \cdot 6800^4}{13700 \cdot 5,896 \cdot 10^8}$$

$$= 6,204 \text{ mm}$$

$$w_{z, \text{smíšené}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{s_{k,z} \cdot l^4}{E_{0, \text{mean}} \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,91 \cdot 6800^4}{13700 \cdot 5,896 \cdot 10^8}$$

$$= 6,583 \text{ mm}$$

$$w_{z, \text{nízké}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{w_{k,z} \cdot l^4}{E_{0, \text{mean}} \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,31 \cdot 6800^4}{13700 \cdot 5,896 \cdot 10^8}$$

$$= 1,068 \text{ mm}$$

$$w_{y, \text{stálé}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{k,y} \cdot l^4}{E_{0, \text{mean}} \cdot I_z} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,05 \cdot 6800^4}{13700 \cdot 1,652 \cdot 10^8}$$

$$= 0,624 \text{ mm}$$

$$w_{y, \text{úštkové}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{k,y} \cdot l^4}{E_{0, \text{mean}} \cdot I_z} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,16 \cdot 6800^4}{13700 \cdot 1,652 \cdot 10^8}$$

$$= 1,968 \text{ mm}$$

$$w_{y, \text{smíšené}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{s_{k,y} \cdot l^4}{E_{0, \text{mean}} \cdot I_z} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,17 \cdot 6800^4}{13700 \cdot 1,652 \cdot 10^8}$$

$$= 2,091 \text{ mm}$$

$$w_{y, \text{nízké}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{w_{k,y} \cdot l^4}{E_{0, \text{mean}} \cdot I_z} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,03 \cdot 6800^4}{13700 \cdot 1,652 \cdot 10^8}$$

$$= 0,369 \text{ mm}$$

Návrhové kombinace

$$w_{I,z,fin} = w_{z,skále} \cdot (1 + k_{def}) + w_{z,smle} \cdot (1 + k_{def} \cdot \psi_2) + \sum w_{z,i} (\psi_{q,i} + \psi_{2,i} \cdot k_{def})$$

$$w_{I,z,fin} = 2,027 \cdot (1 + 0,6) + 6,583 \cdot (1 + 0,25 \cdot 0,0) + 6,204 \cdot (0,7 + 0,3 \cdot 0,25) + 1,068 \cdot (0,6 + 0,0 \cdot 0,0) = 15,245 \text{ mm}$$

$$w_{I,y,fin} = 0,627 \cdot (1 + 0,6) + 2,091 \cdot (1 + 0,25 \cdot 0,0) + 1,968 \cdot (0,7 + 0,3 \cdot 0,25) + 0,369 \cdot (0,6 + 0,0 \cdot 0,0) = 4,841 \text{ mm}$$

$$w_{I,fin} = \sqrt{w_{I,z,fin}^2 + w_{I,y,fin}^2} = \sqrt{15,245^2 + 4,841^2} = 16,024 \text{ mm}$$

$$w_{II,z,fin} = w_{z,skále} \cdot (1 + k_{def}) + w_{z,smle} \cdot (\psi_0 + \psi_2 \cdot k_{def}) + \sum w_{z,i} (1 + \psi_{2,i} \cdot k_{def})$$

$$w_{II,z,fin} = 2,027 \cdot (1 + 0,6) + 6,583 \cdot (0,5 + 0,0 \cdot 0,25) + 6,204 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,25) + 1,068 \cdot (1 + 0,0 \cdot 0,0) = 14,272 \text{ mm}$$

$$w_{II,y,fin} = 0,627 \cdot (1 + 0,6) + 2,091 \cdot (0,5 + 0,0 \cdot 0,25) + 1,968 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,25) + 0,369 \cdot (1 + 0,0 \cdot 0,0) = 4,533 \text{ mm}$$

$$w_{II,fin} = \sqrt{w_{II,z,fin}^2 + w_{II,y,fin}^2} = \sqrt{14,272^2 + 4,533^2} = 14,945 \text{ mm}$$

Konečný průhyb:

$$w_{I,fin} = 16,024 \text{ mm} \leq \frac{l}{300} = \frac{6800}{300} = 22,6 \text{ mm}$$

- VAZNICE NA MEZNI PRŮHYB VYHOVUJE

3.01 NÁVRH STŘEŠNÍHO VAZNIKU

GEOMETRICKÉ A MATERIÁLOVÉ PARAMETRY:

- nosiči: $l = 16 \text{ m}$
- výška u podpory: $h_1 = 700 \text{ mm}$ (viz str. 1)
- výška uprostřed nosiči: $h_2 = 1400 \text{ mm}$
- šířka: $b = 220 \text{ mm}$
- osová vzdálenost: $l_0 = 6800 \text{ mm}$
- úhel náběhu: $\alpha = 5^\circ$
- lepené lamelové dřvo GL 32 k:
 - pevnost v ohybu: $f_{m,99,k} = 32 \text{ MPa}$
 - pevnost ve smyku: $f_{v,99,k} = 3,8 \text{ MPa}$
 - pevnost v tlaku kolmo k vláknům: $f_{c,99,k} = 3,3 \text{ MPa}$
 - pevnost v tlaku kolmo k vláknům: $f_{t,99,k} = 0,5 \text{ MPa}$
 - modul pružnosti: $E_{99,mean} = 13,4 \text{ GPa}$
 - hustota: $\rho_k = 430 \text{ kg/m}^3$
 - třída proužků: 1
 - $k_{mod} = 0,9$; $k_{def} = 0,6$; $f_{M} = 1,25$

Počítání bude prováděno uvnitř haly.
(největší zatížení)

ZATÍŽENÍ:

- sábořovací síťka: $l_0 = 6,800 \text{ m}$
- plastová lišta: $g_k = \text{počítáno v programu SEIA}$
- dřevěný panel: $g_{k, \text{dř.}} = 0,14 \cdot 6,8 = 0,952 \text{ kN/m}$
- pasnice: $G_k = 0,18 \cdot 0,34 \cdot 4,30 \cdot 6,8 = 1,49 \text{ kN}$
- ušité (nepřístupná stěcha): $g_k = 0,95 \cdot 6,8 = 6,46 \text{ kN/m}$
- směr: $s_k = 0,80 \cdot 6,8 = 5,44$
- vítr: s tímto zatížením nebude počítáno (příslušný účinek)

VÝPOČET A PRŮBĚH VNITŘNÍCH SIL

- výpočet sedlového pasníku bude proveden pomocí programu SEIA ENGINEER 15.3.120

- pro posouzení je nutné znát maximální ohybový moment a dále moment v místě maximálního napětí σ_{max} . Poloha tohoto místa se stanoví následovně:

$$x = \frac{l \cdot h_1}{2 \cdot h_2} = \frac{16 \cdot 0,7}{2 \cdot 1,4} = 4 \text{ m}$$

- statické schéma pro tuto konstrukci je podle podpírný model.

Kombinace zatížení (zadáno do programu SCIA):

• ZS1: Stále + sníh + 0,7 úšibné

$$= 1,35 \cdot g_k + 1,35 \cdot g_{k, \text{stř.}} + 1,35 \cdot G_k + 1,5 \cdot A_k + 0,7 \cdot 1,5 \cdot q_k$$

• ZS2: Stále + úšibné + 0,5 sníh

$$= 1,35 \cdot g_k + 1,35 \cdot g_{k, \text{stř.}} + 1,35 \cdot G_k + 1,5 \cdot q_k + 0,5 \cdot 1,5 \cdot A_k$$

• ZS3: Stále

$$= g_k + g_{k, \text{stř.}} + G_k$$

• ZS4: Sníh

$$= A_k$$

• ZS5 = Úšibné

$$= q_k$$

Zatížení stavy ZS1 a ZS2 jsou určeny pro M_{Ed}

Zatížení stavy ZS3, ZS4 a ZS5 jsou určeny pro M_{SP}.

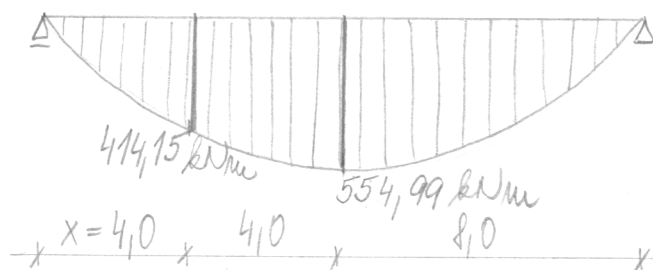
Vnitřní síly získané z programu SCIA při
nejnepřísnější kombinaci (ZS1):

$$V_d = 136,17 \text{ kN}$$

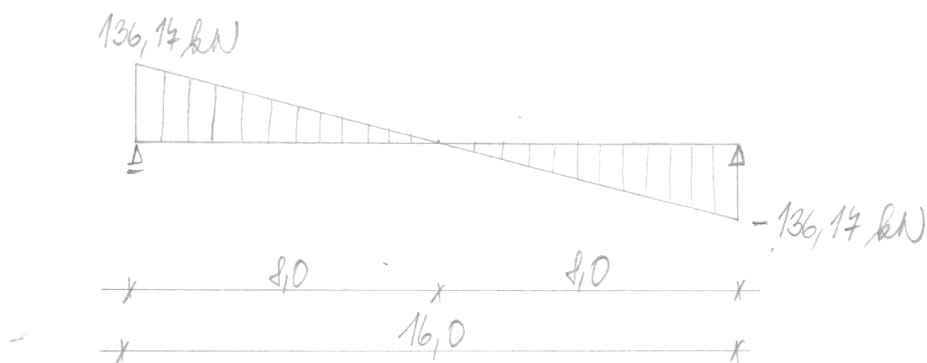
$$M_{x,d} = 414,15 \text{ kNm}$$

$$M_d = 555,00 \text{ kNm}$$

Ohybový moment:



Posouvající síla:



3.02 POSOUZENÍ MSÚ

- maximální ohybový moment: $M_{x,d} = 414,15 \text{ kNm}$ (K.P.)
- výška průřezu: $h_x = 1050 \text{ mm}$
- šířka průřezu: $b = 220 \text{ mm}$
- návrhová pevnost v ohybu: $f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,g,k}}{\gamma_{m1}}$
 $f_{m,g,d} = 0,9 \cdot \frac{32}{1,25} = 23,04 \text{ MPa}$
- návrhová pevnost ve smyku: $f_{v,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,g,k}}{\gamma_{m1}}$
 $f_{v,g,d} = 0,9 \cdot \frac{3,8}{1,25} = 2,74 \text{ MPa}$

- Návrhová pevnost v tlaku kolmo k vláknům:

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,90,k}}{f_M} = 0,9 \cdot \frac{3,3}{1,25} = 2,38 \text{ MPa}$$

- Návrhová pevnost v tahu kolmo k vláknům:

$$f_{t,90,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t,90,k}}{f_M} = 0,9 \cdot \frac{0,5}{1,25} = 0,36 \text{ MPa}$$

Napětí za ohybu (kritický průřez)

$$\begin{aligned} \sigma_{m,0,d} &= (1 + 4 \cdot \lg^2 \alpha) \cdot \frac{6 \cdot M_{x,d}}{b \cdot h_x^2} \\ &= (1 + 4 \cdot \lg^2 5^\circ) \cdot \frac{6 \cdot 414,15 \cdot 10^6}{220 \cdot 1050^2} = 10,56 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\sigma_{m,0,d} = 10,56 \text{ MPa} < f_{m,0,d} = 23,04 \text{ MPa}$$

... VYHOVUJE

$$f_{m,x,d} = \frac{f_{m,0,d}}{f_{c,90,d}} \cdot \frac{f_{m,0,d}}{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{23,04}{2,38 \cdot \sin^2(5^\circ) + \cos^2(5^\circ)} = 21,61 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{m,x,d} &= (1 - 4 \cdot \lg^2 \alpha) \cdot \frac{6 \cdot M_{x,d}}{b \cdot h_x^2} \\ &= (1 - 4 \cdot \lg^2 5^\circ) \cdot \frac{6 \cdot 414,15 \cdot 10^6}{220 \cdot 1050^2} = 9,93 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\sigma_{m,x,d} = 9,93 \text{ MPa} < f_{m,x,d} = 21,61 \text{ MPa}$$

VAZNÍK V KRITICKÉM PRŮŘEZU NA OHYB

VYHOVUJE

Napětí sa ohybu (mchol nasníku)

$$\sigma_{m,d} = k_x \cdot \frac{6 \cdot M_d}{b \cdot h_2^2} \leq k_x \cdot f_{m,q,d}$$

$$k_x = 1 + 1,4 \cdot \lg x + 5,4 \cdot \lg^2 x = 1 + 1,4 \cdot \lg 5 + 5,4 \cdot \lg^2 5 = 1,164$$

$$\sigma_{m,d} = 1,164 \cdot \frac{6 \cdot 555 \cdot 10^6}{220 \cdot 1400^2} = 8,990 \text{ MPa}$$

$$k_x = 10 \text{ (pro sedlové nasníky)}$$

$$\sigma_{m,d} = 8,990 \text{ MPa} \leq k_x \cdot f_{m,q,d} = 10 \cdot 23,04 = 23,04 \text{ MPa}$$

VAZNIK VE VRCHOLU NA OHYB VYHOVUJE

Tah kolmo k vláknům (mchol nasníku)

$$\sigma_{t,q,d} = k_p \cdot \frac{6 \cdot M_d}{b \cdot h_2^2} \leq k_{dis} \cdot \left(\frac{V_0}{V}\right)^{0,2} \cdot f_{t,q,d}$$

$$k_p = k_5 = 0,2 \cdot \lg x = 0,2 \cdot \lg 5 = 0,017$$

$$\sigma_{t,q,d} = 0,017 \cdot \frac{6 \cdot 555 \cdot 10^6}{220 \cdot 1400^2} = 0,131 \text{ MPa}$$

$$k_{dis} = 1,4 \text{ (pro sedlové nasníky)}$$

$$V_0 = 0,01 \text{ m}^3$$

$$V = \frac{b \cdot h_2 \cdot (2 \cdot h_2 - 0,5 \cdot h_2 \cdot \lg 5)}{2}$$

$$V = \frac{0,22 \cdot 1400 \cdot (2 \cdot 1400 - 0,5 \cdot 1400 \cdot \lg 5)}{2} = 0,422 \text{ m}^3$$

$$k_{dis} \cdot \left(\frac{V_0}{V}\right)^{0,2} \cdot f_{t,q,d} = 1,4 \cdot \left(\frac{0,01}{0,422}\right)^{0,2} \cdot 0,36 = 0,238 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,q,d} = 0,131 \text{ MPa} \leq 0,238 \text{ MPa}$$

VAZNIK VE VRCHOLU NA TAH KOLMO K VLÁKNŮM
VYHOVUJE

Smyk v místě uložení

$$\tau_{Md} = \frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot b \cdot h_1} = \frac{3 \cdot 136,14}{2 \cdot 0,220 \cdot 0,700} = 1,33 \text{ MPa}$$

$$\tau_{Md} = 1,33 \text{ MPa} \leq f_{t,q,d} = 2,74 \text{ MPa}$$

VAZNIK NA SMYK VYHOVUJE

3.03 POSOUZENÍ MSP

- posouzení v 1/3 rozpětí praporek

$$h_{y/3} = h_1 + \frac{l}{3} \cdot \sin \alpha = 0,7 + \frac{16,0}{3} \cdot \sin 5^\circ = 1,167 \text{ m}$$

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h_{y/3}^3 = \frac{1}{12} \cdot 220 \cdot 1,167^3 = 2,914 \cdot 10^{10} \text{ mm}^4$$

Idealizace zatížení:

skutečná nat. délka: $l_{sk} = \frac{l}{\cos \alpha} \cdot 2$

$$l_{sk} = \frac{16}{\cos 5} \cdot 2 = 16,061 \text{ m}$$

plastní tíha (v 1/3 rozpětí): $g_k = 4,3 \cdot 0,22 \cdot 1,167 = 1,10 \text{ kN/m}$

střešní panel: $g_{k, st.} = 0,952 \cdot \frac{16,061}{16,0} = 0,956 \text{ kN/m}$

údržbové zatížení: $q_k = 5,1 \cdot \frac{16,061}{16,0} = 5,12 \text{ kN/m}$

sálk: $s_k = 5,44 \text{ kN/m}$

stř. mmí masivní (má příslušný účinek)

parnice: $G_k = 1,79 \cdot 8 / 16,0 = 0,895 \text{ kN/m}$

Průhyby:

$$w_g = \frac{5}{384} \cdot \frac{(q_k + q_{k,ste.} + C_k) \cdot l^4}{E_{0,mean} \cdot I_y}$$

$$w_g = \frac{5}{384} \cdot \frac{(1,10 + 0,956 + 0,295) \cdot 16000^4}{13700 \cdot 2,914 \cdot 10^{10}} = 6,308 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{384} \cdot \frac{5,12 \cdot 16000^4}{13700 \cdot 2,914 \cdot 10^{10}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l^4}{E_{0,mean} \cdot I_y} = 10,944 \text{ mm}$$

$$w_s = \frac{5}{384} \cdot \frac{A_k \cdot l^4}{E_{0,max} \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{5,44 \cdot 16000^4}{13700 \cdot 2,914 \cdot 10^{10}} = 11,628 \text{ mm}$$

Kombinace:

$$w_{fin} = w_g \cdot (1 + k_{def}^g) + w_s \cdot (1 + k_{def}^s \cdot \gamma_2) + \sum w_i (\gamma_{1,i} + \gamma_{2,i} \cdot k_{def}^i)$$

$$w_{fin} = 6,308(1 + 0,6) + 11,628(1 + 0,6 \cdot 0,9) + 10,944 \cdot (0,7 + 0,3 \cdot 0,6)$$

$$w_{fin} = 31,352 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = w_g + w_q + w_s = 6,308 + 10,944 + 11,628 = 28,88 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = 28,88 < \frac{l}{300} = \frac{16000}{300} = 53,3 \text{ mm}$$

$$w_{fin} = 31,352 \text{ mm} < \frac{l}{200} = \frac{16000}{200} = 80 \text{ mm}$$

VAZNIK NA MEZNI PRŮHYB VYHOVUJE

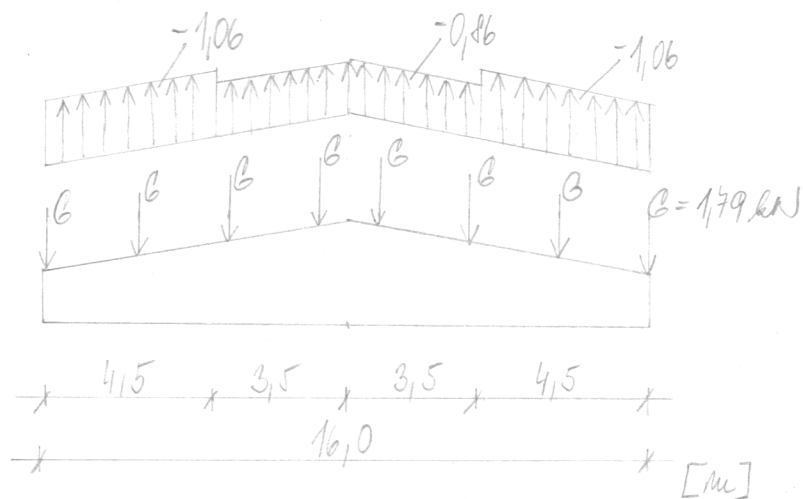
VAZNIK VYHOVUJE VŠEM POŽADAVKŮM

4.01 PŘIPOJENÍ VAZNIKU K PODPORÁM

- podpora: betonový sloup
- posouzení bude krajní vazník

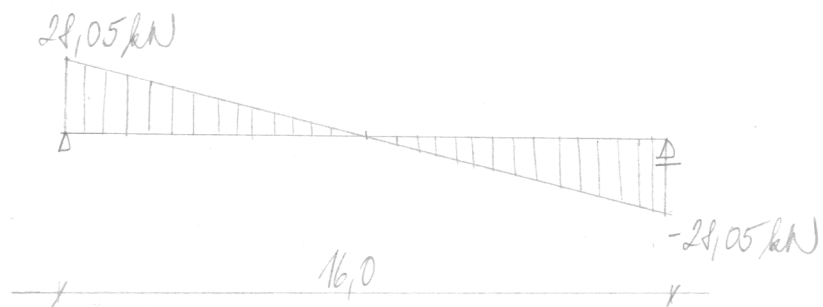
Zatížení:

- stálé zatížení + zatížení větrem ($\theta = 90^\circ$)



- výpočet proveden v programu SCIA ENGINEER

Vd:



• šroubík M16 ($d = 14 \text{ mm}$)

- mes pernosti $f_{yk} = 300 \text{ MPa}$
- třída pernosti I ... $k_{mod} = 0,9$
- předtlačení spoje
- dvostranný spoj

POSOUZENÍ

- charakteristická pernost σ odtažení strany obrou ($\alpha = 90^\circ$):

$$f_{k,2k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) f_k$$

$$f_{k,2k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 14) \cdot 430 = 30,324 \text{ MPa}$$

- charakteristická únosnost:

$$M_{y,k} = 0,8 \cdot f_{yk} \cdot \frac{d^3}{6} = 0,8 \cdot 300 \cdot \frac{14^3}{6} = 109\,760 \text{ Nm}$$

- charakteristické hodnoty únosnosti jednoho šroubiku R_k :

$$R_{1,k} = 0,5 \cdot f_{k,2k} \cdot l_2 \cdot d = 0,5 \cdot 30,324 \cdot 220 \cdot 14 = 46,700 \text{ kN}$$

$$\gamma_M = 1,3$$

$$R_{2,k} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{k,2k} \cdot d} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{2 \cdot 109\,760 \cdot 30,324 \cdot 14} =$$

$$R_{2,k} = 13,652 \text{ kN}$$

$$\gamma_M = 1,1$$

$$R_k = \min \left\{ \begin{matrix} R_{1k} \\ R_{2k} \end{matrix} \right\} = \min \left\{ \begin{matrix} 46,700 \\ 13,652 \end{matrix} \right\} = 13,652 \text{ kN}$$

- návrhová hodnota únosnosti jednoho šroubiku R_d :

$$R_d = k_{mod} \cdot \frac{R_k}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{13,652}{1,1} = 11,170 \text{ kN}$$

Návrh počtu smyčků:

$$n = \frac{28,05}{11,170} = 2,511 \dots \text{návrh: } 3 \text{ smyčky}$$

Nejmenší možné vzdálenosti smyčků:

• rovnoběžně s plátny: $a_1 = (3 + 2 \cdot \cos 90^\circ) \cdot d$

$$a_1 = (3 + 2 \cdot \cos 90^\circ) \cdot 14 = 42 \text{ mm}$$

• kolmo k plátnu: $a_2 = 4 \cdot d = 4 \cdot 14 = 56 \text{ mm}$

Posouzení pevnosti ve šluku ocelových smyček:

$$F_{T,rd} = \frac{n \cdot 0,6 \cdot f_{yk} \cdot \left(\frac{n \cdot d^2}{4}\right)}{\gamma_{M2, ocel}} = \frac{3 \cdot 0,6 \cdot 300 \cdot \left(\frac{3 \cdot 14^2}{4}\right)}{1,25}$$

$$F_{T,rd} = 66,501 \text{ kN} > V_{2,d} = 28,05$$

NAVRŽENÝ PPOJ VYHOVUJE VŠEM POŽADAVKŮM

Podpora pasníku

- pasník je uložen na betonovém sloupu

Posuvná podpora - oválné otvory (umožní posun ve směru osy pasníku)

Neposuvná podpora - kulaté otvory pro smyčky

Minimální délka uložení pasníku: ($R_d = 30,47 \text{ kN}$)

$$b_{c,90,90,d} = \frac{R_d}{b \cdot x_{\min}} \leq f_{c,90,90,d} = 2,38 \text{ kN}$$

$$x_{\min} = \frac{R_d}{b \cdot f_{c,90,90,d}} = \frac{30,47}{0,220 \cdot 2,38} = 58,2 \text{ mm}$$

4.02 Návrh připojení pasnice na pasník (pasnice - trám)

Návrh: TRÁMEN (obemřný) BV/T-180 11-31/260

- posouzena bude druhá pasnice od hřebenu střechy, která se nachází v prostředním poli.

Dírodem je působení větru v tlaku.

Zatížení:

$$\text{plastu' síla: } q_{d,z} = q_k \cdot 1,35 \cdot \cos 5 = 0,59 \cdot 1,35 \cdot \cos 5 = 0,79 \text{ kN/m}$$

$$\text{vítr: } w_{d,z} = w_k \cdot 1,5 \cdot \cos 5 = 0,31 \cdot 1,5 \cdot \cos 5 = 0,46 \text{ kN/m}$$

$$\text{sůl: } s_{d,z} = s_k \cdot 1,5 \cdot \cos 5 = 1,92 \cdot 1,5 \cdot \cos 5 = 2,86 \text{ kN/m}$$

$$\text{účinné zatížení: } q_{d,z} = q_k \cdot 1,5 \cdot \cos 5 = 1,81 \cdot 1,5 \cdot \cos 5 = 2,40 \text{ kN/m}$$

$$\text{plastu' síla: } q_{d,y} = q_k \cdot 1,35 \cdot \sin 5 = 0,59 \cdot 1,35 \cdot \sin 5 = 0,107 \text{ kN/m}$$

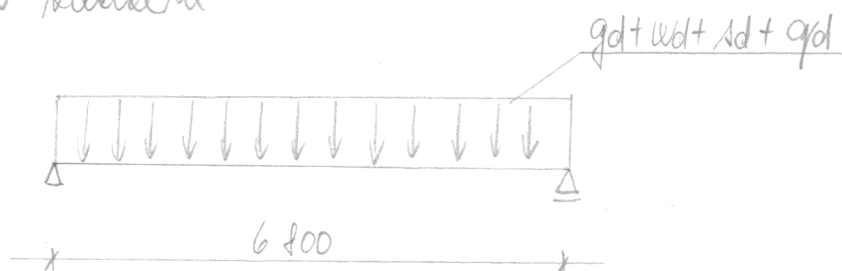
$$\text{vítr: } w_{d,y} = w_k \cdot 1,5 \cdot \sin 5 = 0,31 \cdot 1,5 \cdot \sin 5 = 0,40 \text{ kN/m}$$

$$\text{sůl: } s_{d,y} = s_k \cdot 1,5 \cdot \sin 5 = 1,92 \cdot 1,5 \cdot \sin 5 = 0,25 \text{ kN/m}$$

$$\text{účinné zatížení: } q_{d,y} = q_k \cdot 1,5 \cdot \cos 5 = 1,81 \cdot 1,5 \cdot \cos 5 = 0,24 \text{ kN/m}$$

Výpočet náhové síly:

- schéma zatížení



Rozhodující sabíření ve směru z^y :

$$f_{z,d} = q_{z,d} + q_{z,d} + \sum \gamma_{0,i} \cdot f_{qz,d}$$

$$f_{z,d} = 0,79 + 2,86 + 0,7 \cdot 2,70 + 0,6 \cdot 0,46 = 5,816 \text{ kN/m}$$

$$V_{z,d} = \frac{1}{2} \cdot f_{z,d} \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 5,816 \cdot 6,8 = 19,774 \text{ kN}$$

Materiálové charakteristiky:

lepené lamelové dřevo: GL 32 k

hustota: $\rho = 430 \text{ kg/m}^3$

Hřebík BV/KH 5,6 x 100 : $d = 5,6 \text{ mm}$

mez pevnosti hřebíků: $f_{y,k} = 400 \text{ MPa}$

- nepřídutá spoje

šroub BV/T - 180 11-31 : $t = 2 \text{ mm}$

- třída prousov I ... $k_{mod} = 0,9$

4.03 POPOUZENÍ SPOJE

- jednoduchý spoj

- charakteristická pevnost s ovláčením stěny odvozu:

$$f_{h,y,k} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot d^{-0,3} = 0,082 \cdot 430 \cdot 5,6^{-0,3} = 21,029 \text{ MPa}$$

- ohybová únosnost hřebíků:

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{y,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 400 \cdot 5,6^{2,6} = 18\,514,337 \text{ Nmm}$$

Charakteristické hodnoty únosnosti jednoho šrobíku:

$$d_1 = 100 - d = 100 - 2 = 98 \text{ mm}$$

$$R_{1k} = (\sqrt{2} - 1) \cdot f_{t,1k} \cdot d_1 \cdot d = (\sqrt{2} - 1) \cdot 21,029 \cdot 98 \cdot 56 = 4,480 \text{ kN}$$

$$\mu_M = 1,3$$

$$R_{2k} = \sqrt{2 \cdot M_{y1k} \cdot f_{t,1k} \cdot d} = \sqrt{2 \cdot 18\,514,334 \cdot 21,029 \cdot 56} = 2,088 \text{ kN}$$

$$\mu_M = 1,1$$

$$R_k = \begin{Bmatrix} R_{1k} \\ R_{2k} \end{Bmatrix} = \min \begin{Bmatrix} 4,480 \\ 2,088 \end{Bmatrix} = 2,088 \text{ kN}$$

Návrhová hodnota únosnosti jednoho šrobíku:

$$R_d = k_{mod} \cdot \frac{R_k}{\mu_M} = 0,9 \cdot \frac{2,088}{1,1} = 1,709 \text{ kN}$$

Návrh počtu šrobíků:

$$n = \frac{V_{z,d}}{R_d} = \frac{19,744}{1,709} = 11,6 \rightarrow \text{návrh: } 12 \text{ šrobíků}$$

(6 s každé strany)

Nejmenší možné vzdálenosti šrobíků:

• rovnoběžně s pláky: $a_1 = (5 + 5 \cdot \cos 90^\circ) \cdot d$

$$a_1 = (5 + 5 \cdot \cos 90^\circ) \cdot 5,6 = 28 \text{ mm}$$

• kolmo k pláku: $a_2 = 5 \cdot d = 5 \cdot 5,6 = 28 \text{ mm}$

TŘMEN MA' DOSTATEK OTVORŮ PRO NAVRŽENÝ
POČET ŠROBÍKŮ.

Posouzení pružnosti ve stihu ocel. měbiků:

$$F_{M,ed} = \frac{0,16 \cdot f_{yk} \cdot \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4}\right) \cdot n}{\gamma_{M,2,00EL}} = \frac{0,16 \cdot 400 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 5,6^2}{4}\right) \cdot 12}{1,25}$$

$$F_{M,ed} = 99,309 \text{ kN} > V_{z,d} = 19,774 \text{ kN}$$

SVORNÍKY NA ÚNOSNOST VE STŘIHU
VYHOVUJÍ

Návrh připojení nosnice na nosník
(křmen - nosník)

- posouzena bude nejslabší nosnice na jámí mětku.
Třetí nosnice, nacházející pole F a G

Zatížení:

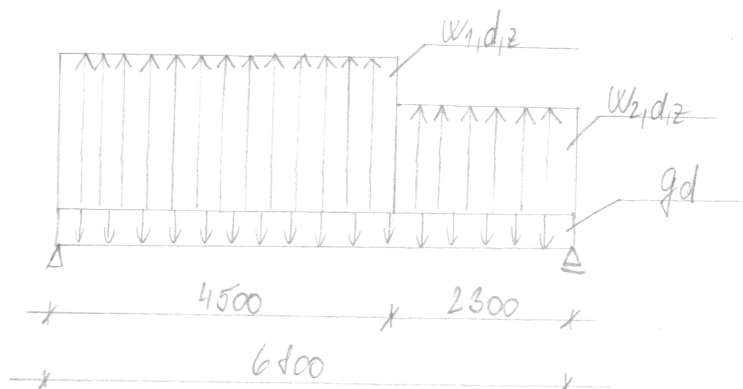
$$\text{mrtvá tíha: } q_{d,z} = g_k \cdot 135 \cdot \cos 5 = \left(\frac{0,14 \cdot 1,2}{\cos 5^\circ} + 0,25\right) \cdot \cos 5 = 0,563 \text{ kN/m}$$

$$\text{vítr: } w_{1,d,z} = w_{F,k,z} \cdot 15 \cdot l = -1,13 \cdot 15 \cdot 1,2 = -2,034 \text{ kN/m}$$

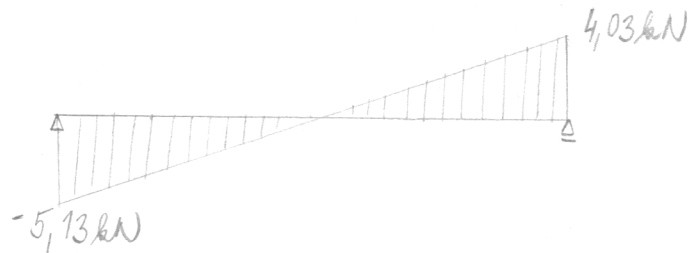
$$w_{2,d,z} = w_{E,k,z} \cdot 15 \cdot l = -0,80 \cdot 15 \cdot 1,2 = -1,44 \text{ kN/m}$$

Výpočet námkové síly

Schéma zatížení:



- výpočet proveden v programu SCIA ENGINEER



Náměrová síla: $V_d = 5,13 \text{ kN}$

Materiálové charakteristiky:

lepené lamelové dřev: GL 32 h

hustota: $\rho = 430 \text{ kg/m}^3$

Hřebík BV/KH 4,0 x 50 : $d = 40 \text{ mm}$

únos přenoski hřebíků: $f_{y,k} = 600 \text{ MPa}$

- nepředstavené spoje

šroub BV/T-180 11-41: $\lambda = 2 \text{ mm}$

- třída prvků I ... $k_{mod} = 0,9$

POSOUZENÍ SPOJE

- jednovrstevný spoj

- charakteristická přenoska v odtaženém stěhu dřeva:

$$f_{y,1,k} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot d^{-0,93} = 0,082 \cdot 430 \cdot 40^{-0,93} = 23,263 \text{ MPa}$$

- ohybová tuhost hřebíků:

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{y,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 40^{2,6} = 6\,617,503 \text{ N/mm}$$

Charakteristické hodnoty únosnosti jednoho hřebíku:

$$d_1 = 50 - t = 50 - 2 = 48 \text{ mm}$$

$$R_{1k} = (\sqrt{2} - 1) \cdot f_{h,1k} \cdot d_1 \cdot d = (\sqrt{2} - 1) \cdot 23,263 \cdot 48 \cdot 4 = 1,850 \text{ kN}$$

$$\mu_M = 1,3$$

$$R_{2k} = \sqrt{2} \cdot M_{yk} \cdot f_{h,1k} \cdot d = \sqrt{2} \cdot 6677,503 \cdot 23,263 \cdot 4 = 1,110 \text{ kN}$$

$$\mu_M = 1,1$$

$$R_k = \begin{cases} R_{1k} \\ R_{2k} \end{cases} = \min \begin{cases} 1,850 \\ 1,110 \end{cases} = 1,110 \text{ kN}$$

Návrhová hodnota únosnosti jednoho hřebíku:

$$R_d = k_{mod} \cdot \frac{R_k}{\mu_M} = 0,9 \cdot \frac{1,110}{1,1} = 0,908 \text{ kN}$$

Návrh počtu hřebíků:

$$n = \frac{V_{k,d}}{R_d} = \frac{5,13}{0,908} = 5,65 \rightarrow \text{návrh: } 6 \text{ hřebíků}$$

Nejméně možné vzdálenosti hřebíků:

• rovnoběžně s pláky: $a_1 = (5 + 5 \cdot \cos 90^\circ) \cdot d$

$$a_1 = (5 + 5 \cdot \cos 90^\circ) \cdot 4 = 20 \text{ mm}$$

• kolmo k pláknům: $a_2 = 5 \cdot d = 5 \cdot 4 = 20 \text{ mm}$

TRMEN MÁ DOSTATEK OTVORŮ PRO NAVRŽENÍ
POČET HŘEBÍKŮ.

Posouzení pevnosti ve střihu ocel. hřebíků:

$$F_{V,rd} = \frac{0,6 \cdot f_{u,k} \cdot \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \right) \cdot n}{\gamma_{M,2,00EL}} = \frac{0,6 \cdot 600 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 4^2}{4} \right) \cdot 6}{1,25}$$

$$F_{V,rd} = 21,415 \text{ kN} > V_{2,Ed} = 5,13 \text{ kN}$$

HŘEBÍKY NA ÚNOŠNOST VE STŘIHU
VYHOVUJÍ

ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA

5.01 NÁVRH SKLADBY VODOROVNÝCH KONSTRUKCÍ, PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH NOSNÝCH PRVKŮ

Stropní konstrukce (nad 1.NP)

Zastřešení (g_k):	[kW/m^3]	[kW/m^2]
keramická dlažba 10mm+		
+ lepidlo 5mm Cemix Standard	22	0,33
samoniveláční anhydritový potěr		
Cemix 25, tl. 50mm	22	1,1
separační PE folie 0,2mm	-	-
Isover T-P, tl. 20mm	148	0,296
Mirelon, tl. 5mm	0,25	0,0013
Novatop Elements 280mm	-	0,36
parozábrana	-	-
Isover Orsik, tl. 40mm	0,3	0,012
sádkobeton. desky	0,8	0,0225

plastní díla: $g_k = 1,86 \text{ kW}/\text{m}^2$

V budově budou využívána pouze 2 nadzemní patra. Podkrovní bude přístupné jen k údržbě.

Z tohoto hlediska bude strop nad 1.NP a

konstrukce střechy posouzena na MSÚ a MSP.

Strop nad 2.NP bude posouzen z bezpečného hlediska.

5.02 Stropní konstrukce (nad 2.NP)

Skladba:	[kW/m ³]	[kW/m ²]
Isover Osvik tl. 160 mm	0,3	0,048
Neratop Element tl. 200 mm	-	0,33
Parozábrana	-	-
Isover Osvik tl. 40 mm	0,3	0,012
Sádrokarton tl. 12,5 mm	0,8	0,0225
- výpočet v programu TEPL0 2014 EDU		$q_k = 0,413$ kW/m ²

5.03 NÁVRH STROPNÍ KONSTRUKCE (NAD 1.NP)

Zatížení:

Stálé..... $q_{k,1} = 1,86 \text{ kW/m}^2$

$$q_{d,1} = 1,86 \cdot 1,35 = 2,511 \text{ kW/m}^2$$

Užití (kategorie B - kancelářské plochy)..... $q_{k,1} = 2,5 \text{ kW/m}^2$

$$q_{d,1} = 2,5 \cdot 1,5 = 3,75 \text{ kW/m}^2$$

Materiálové charakteristiky:

Masivní dřevěná deska	9/9/9	6/15/6
Modul pružnosti podélně: $E_{m,0}$ [MPa]	4800	5300
Char. pevnost v ohybu: $f_{m,y,k}$ [MPa]	20,3	13,9
Char. pevnost v tahu: $f_{t,0,k}$ [MPa]	11,5	9,3
Char. pevnost v tlaku: $f_{c,0,k}$ [MPa]	3,0	3,0
Char. pevnost ve smyku lep. sp.: $f_{v,0,k}$ [MPa]	4,0	4,0

Modul pružnosti ve smyku: G [MPa] 600 600

NOVATOP - element typ A1 $h = 280$ mm

(skladba: 9/9/9 - 6/15/6 - 9/9/9)

rozpětí nosníku $l = 5300$ mm

rozděč žebek $e = 340$ mm

Efekt. moment setrvačnosti $I_{\text{eff}} = 5,92 \cdot 10^8$ mm⁴

Relaxační modul . . . $E_V = 11\ 000$ MPa

Efektivní ohybová tuhost . . . $E I_{\text{eff}} = 6,37 \cdot 10^{12}$ Nmm²

Vzdálenost těžiště od spodní hrany $z_p = 140$ mm

Statický moment k těžišti $S_1 = 2,42 \cdot 10^6$ mm³

Statický moment k lepení spáře $S_2 = 2,19 \cdot 10^6$ mm³

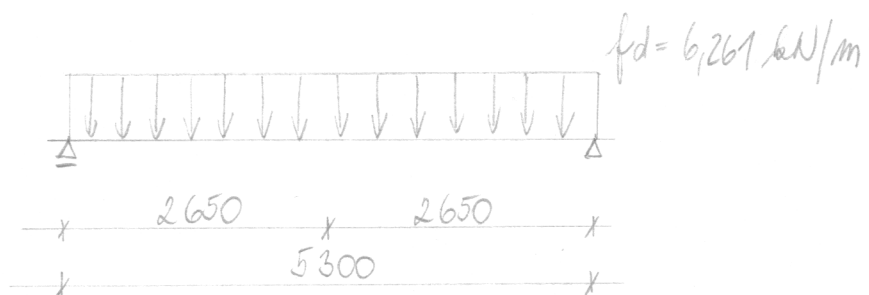
Součinitel dobruování $k_{\text{def}} = 0,60$

Výpočet mřížkových sil (strop nad 1.NP):

- třída proužku 1 $k_{\text{mod}} = 0,80$

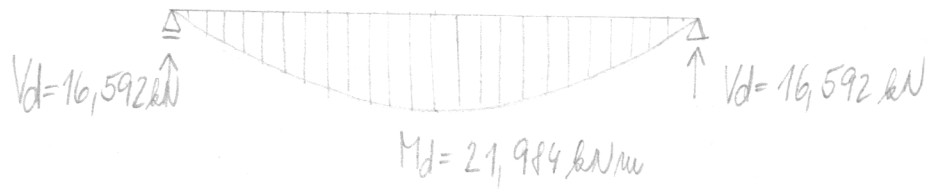
sálšení: $f_d = q_{d1} + q_{d1} = 2,511 + 3,75 = 6,261$ kN/m²

Schéma sálšení: (počítáno na 1 km)



$$M_d = \frac{1}{8} \cdot f_d \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 6,261 \cdot 5,3^2 = 21,984 \text{ kNm}$$

$$V_d = \frac{1}{2} \cdot f_d \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 6,261 \cdot 5,3 = 16,592 \text{ kN}$$



5.04 Posouzení MSÚ

Posouzení ohybu v krajních vlákních

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{I_{eff}} \cdot \frac{E_{m,0}}{E_v} \cdot z_s = \frac{21,984 \cdot 10^6}{5,92 \cdot 10^8} \cdot \frac{4800}{11000} \cdot 140 = 3,684 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = \frac{f_{m,0} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{20,3 \cdot 0,8}{1,25} = 12,492 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{3,684}{12,492} = 0,295 \leq 1,0$$

Posouzení napětí v šířce spodní desky

- vzdálenost šířky přesu od šířky spodní desky:

$$z_i = z_s - \frac{9+9+9}{2} = 140 - \frac{9+9+9}{2} = 126,5 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{I_{eff}} \cdot \frac{E_{m,0}}{E_v} \cdot z_i = \frac{21,984 \cdot 10^6}{5,92 \cdot 10^8} \cdot \frac{4800}{11000} \cdot 126,5 = 3,33 \text{ MPa}$$

$$f_{t,d} = \frac{f_{t,0} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{11,5 \cdot 0,8}{1,25} = 7,044 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{t,d}} = \frac{3,33}{7,044} = 0,47 \leq 1,0$$

STROPNÍ KCE NA OHYB VYHOVUJE

Posouzení smykového napětí

- smykové napětí v těžišti průřezu:

$$\tau_{m,d} = \frac{V_d \cdot S_T}{I_{\text{eff}} \cdot t} = \frac{16,592 \cdot 10^3 \cdot 2,42 \cdot 10^6}{5,92 \cdot 10^8 \cdot 2 \cdot 27} = 1,256 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = \frac{f_{m,k} \cdot k_{\text{mod}}}{\gamma_m} = \frac{3,0 \cdot 0,8}{1,25} = 1,92 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{1,256}{1,92} = 0,654 < 1,0$$

Smykové napětí v desce:

- způsob posuvu 1 ve stříhu

(předpokládá se selhání posuvových lamel přilehajících k lepené spáře ve smyku)

$$\tau_{m,d} = \frac{V_d \cdot S_2}{I_{\text{eff}} \cdot t} = \frac{16,592 \cdot 10^3 \cdot 2,19 \cdot 10^6}{5,92 \cdot 10^8 \cdot 2 \cdot 27} = 1,137 \text{ MPa}$$

$$f_{m,k} = \frac{3,0 \cdot 0,8}{1,25} = 1,92 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{1,137}{1,92} = 0,59 < 1,0$$

Smykové napětí v lepené spáře:

- způsob posuvu 2 ve stříhu

(použitá je jen lepená plocha klesla místo s podélnými vláknami)

$$\tau_{m2,d} = \frac{V_d \cdot S_2}{I_{\text{eff}} \cdot t_{\text{netto}}} = \frac{16,592 \cdot 10^3 \cdot 2,19 \cdot 10^6}{5,92 \cdot 10^8 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 6} = 2,444 \text{ MPa}$$

$$f_{m,glue,d} = \frac{f_{m,glue,k} \cdot k_{\text{mod}}}{\gamma_m} = \frac{4,0 \cdot 0,8}{1,25} = 2,56 \text{ MPa}$$

$$\frac{\gamma_{M2,d}}{\gamma_{M2,d}} = \frac{2,447}{2,56} = 0,96 < 1,0$$

STROPNI KONSTRUKCE NA SMYK VYHOVUJE

5.05 Posouzení MSP

Průřevý okašitý průhyb (charakteristická kombinace)

• Podíl s ohybu:

$$w_{s,q,ind} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l^4}{EI_{eff}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,86 \cdot 5300^4}{6,37 \cdot 10^{12}} = 3,0 \text{ mm}$$

$$w_{s,q,ind} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l^4}{EI_{eff}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{2,5 \cdot 5300^4}{6,37 \cdot 10^{12}} = 4,03 \text{ mm}$$

• Podíl se smyku:

$$w_{M,q,ind} = \frac{1}{8} \cdot \frac{q_k \cdot l^2}{G \cdot A} = \frac{1}{8} \cdot \frac{1,86 \cdot 5300^2}{600 \cdot 226 \cdot 27,2} = 0,89 \text{ mm}$$

$$w_{M,q,ind} = \frac{1}{8} \cdot \frac{q_k \cdot l^2}{G \cdot A} = \frac{1}{8} \cdot \frac{2,5 \cdot 5300^2}{600 \cdot 226 \cdot 27,2} = 1,20 \text{ mm}$$

• Okašitý průhyb od stálého zatížení

$$w_{q,ind} = w_{s,q,ind} + w_{M,q,ind} = 3,0 + 0,89 = 3,89 \text{ mm}$$

• Okašitý průhyb od ústředního zatížení

$$w_{q,ind} = w_{s,q,ind} + w_{M,q,ind} = 4,03 + 1,20 = 5,23 \text{ mm}$$

- Průřezný okamžitý průhyb

$$w_{inst} = w_{g,inst} + w_{q,inst} = 3,89 + 5,23 = 9,12 \text{ mm}$$

- Konečný průhyb

$$w_{fin} = w_{g,inst} \cdot (1 + k_{def}) + w_{q,inst} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def})$$

$$w_{fin} = 3,89(1 + 0,6) + 5,23 \cdot (1 + 0,6 \cdot 0,6) = 13,34 \text{ mm}$$

Kontrola doporučených mezních hodnot:

Průřezný okamžitý průhyb

$$w_{inst} = 9,12 \text{ mm} < \frac{l}{300} = \frac{5300}{300} = 17,67 \text{ mm}$$

Konečný průhyb

$$w_{fin} = 13,34 \text{ mm} < \frac{l}{250} = \frac{5300}{250} = 21,2 \text{ mm}$$

STROPNÍ KCE NOVATOP ELEMENT ($h = 280 \text{ mm}$)

VYHOVUJE VŠEM POŽADAVKŮM.

6.01 STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

Střešní konstrukce administrativní budovy bude tvořena příhradovým nosníkem. Jejich výpočet bude proveden v programu TRUSS 3D. Střecha je rázová nepochozí s výjimkou běžné údržby a oprav.

Vstupní parametry:

Dřvo C24 - jehličnaté

úroveň provozu 1: $k_{def} = 0,90$

osová vzdálenost nosníků: 1 m

sklon střechy: $\alpha =$

typ krytiny: betonová taška

ZATÍŽENÍ

Stále:

střešní krytina $q_k = 0,65 \text{ kN/m}^2$

plastová lišta výpočet program

Užitné:

užitné (nepochozí střecha) $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$

Sníh:

sněžná oblast I $s_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$

součinitel expozice $c_e = 1,00$

tepelný součinitel $c_{st} = 1,00$

Větr:

větrná oblast $v_{z0} = 25 \text{ m/s}$

kategorie větrů II

referenční výška budovy $z_e = 9,0 \text{ m}$

součinitel směru větru $c_{dir} = 1,00$

součinitel ročního období $c_{season} = 1,00$

součinitel topografie $c_o = 1,00$

maximální dynamický tlak $q_k = 0,89 \text{ kN/m}^2$

maximální součinitel příčného tlaku $c_{pi, max} = 0,20$

minimální součinitel příčného tlaku $c_{pi, min} = -0,30$

Výstupy z programu TRUSS viz příloha č. 1

Maximální hodnoty reakcí: (R_z)

stykůvk č. 12 : $R_z = 23,01 \text{ kN}$

stykůvk č. 20 : $R_z = 23,01 \text{ kN}$

4.01 NÁVRH VNĚJŠÍ NOSNÉ STĚNY

konstrukční číslo C24

charakteristická pevnost v tlaku: $f_{yk} = 24 \text{ MPa}$

charakteristická pevnost v ohybu: $f_{m,k} = 24,0 \text{ MPa}$

modul pružnosti normoběžně v tlaku: $E_{g,mean} = 11600 \text{ MPa}$

tloušťka panelu: $t = 84 \text{ mm}$ ($2 \times 9q + 24q + 9q$)

výška stěny: $h = 2400 \text{ mm}$

plocha průřezu: $A = 8400 \text{ mm}^2/\text{m}$

plastní tíha panelu: $g_k = 0,65 \text{ kN/m}^2$

tída nosu I... $k_{mod} = 99$

Zalíbení:

Stálé:

stříšní konstrukce: $g_{str,d} = 23,01 \text{ kN} / 14 = 1,64 \text{ kN/m}$

plastní tíha panelu: $g_{pl,k} = 2 \cdot (2,7 \cdot \frac{0,84}{2} \cdot 0,65) = 1,44 \text{ kN/m}$

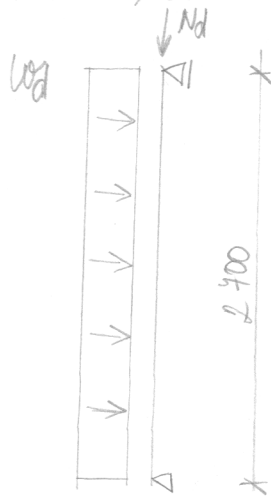
$$f_d = g_{str,d} + 1,35 \cdot g_{pl,k} = 1,64 + 1,35 \cdot 1,44 = 3,62 \text{ kN/m}$$

Užitné:

Vítr... $w_k = 1,5 \text{ kN/m}$

$$w_d = w_k \cdot 1,5 = 1,5 \cdot 1,5 = 2,25 \text{ kN/m}$$

Výpočet mřížových sil



$$N_d = f_d \cdot 1 \text{ m} = 362 \text{ kN}$$

$$w_d = 2,25 \text{ kN/m}$$

• maximální moment: $M_d = \frac{w_d \cdot l^2}{8} + N_d \cdot e$

$$M_d = \frac{2,25 \cdot 27^2}{8} + 362 \cdot 0,015 = 2,10 \text{ kNm}$$

• maximální posouvající síla: $V_d = \frac{w_d \cdot l}{2}$

$$V_d = \frac{2,25 \cdot 27}{2} = 3,04 \text{ kN}$$

4.02 Posouvání únosnosti

$$z_s = \frac{h}{2} = \frac{84}{2} = 42 \text{ mm}$$

$$w = \frac{EI_{\text{eff}}}{E_{0, \text{mean}} \cdot z_s} = \frac{2,82 \cdot 10^{11}}{11600 \cdot 42} = 5,77 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{\frac{EI_{\text{eff}}}{E_{0, \text{mean}} \cdot A_{\text{eff}}}} = \sqrt{\frac{2,82 \cdot 10^{11}}{11600 \cdot 9,4 \cdot 1000}} = 25,99 \text{ mm}$$

$$\lambda_{\text{rel,y}} = \frac{l_{\text{eff}}}{\pi \cdot i} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,0,05}}} = \frac{2700}{\pi \cdot 25,99} \cdot \sqrt{\frac{24}{\frac{5}{6} \cdot 11600}} = 1,648$$

$$\beta_c = 0,1 \text{ pro CLT}$$

$$k_y = \frac{1}{2} \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = \frac{1}{2} \cdot (1 + 0,1 \cdot (1,648 - 0,3) + 1,648^2)$$

$$k_y = 1,925$$

$$k_{ey} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,925 + \sqrt{1,925^2 - 1,648^2}} = 0,342$$

$$\sigma_{e,0d} = \frac{M_d}{A_{eff}} = \frac{3,62 \cdot 10^3}{9 \cdot 4 \cdot 10^3} = 0,101 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,0d} = \frac{M_d}{W} = \frac{2,10 \cdot 10^6}{5,79 \cdot 10^5} = 3,63 \text{ MPa}$$

$$f_{e,0d} = \frac{f_{c,0d} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{24 \cdot 0,9}{1,25} = 17,28 \text{ MPa}$$

$$f_{m,0d} = \frac{f_{m,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{24 \cdot 0,9}{1,25} = 17,28 \text{ MPa}$$

Posouzení:

$$\frac{\sigma_{e,0d}}{k_{ey} \cdot f_{e,0d}} + \frac{\sigma_{m,0d}}{f_{m,0d}} = \frac{0,101}{0,342 \cdot 17,28} + \frac{3,63}{17,28} = 0,23 \leq 1,0$$

Vnější nosná stěna splňuje požadavek.

4.03 NÁVRH VNITŘNÍ NENOSNÉ STĚNY

- NOVATOP mesipokojevá stěna W110

tloušťka: 87 mm

Skladba: Sádrokartonová deska 12,5 mm

Masivní dřevěná stěna sl. 62 mm

Sádrokartonová deska 12,5 mm

Požární odolnost: REI 30 min

Hmotnost: $m = 54 \text{ kg/m}^2$

4.04 NÁVRH VNITŘNÍ NOSNÉ STĚNY

- NOVATOP SOLID mesipokojevá stěna W110

tloušťka: 149 mm (masivá = 124 mm)

Skladba: Sádrokartonová deska 12,5 mm

Masivní dřevěná stěna sl. 124 mm ($2 \times 9 \text{ p} + 4 \times 9 + 9 \text{ p}$)

Sádrokartonová deska 12,5 mm

Požární odolnost: REI 60 min

Hmotnost: $m = 85 \text{ kg/m}^2$

konstrukční dřevo C24

charakteristická pevnost σ tlaku: $f_{t0,k} = 24 \text{ MPa}$

charakteristická pevnost σ ohybu: $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$

modul pružnosti rovnoběžně s plávkou: $E_{0, \text{mean}} = 11600 \text{ MPa}$

plocha průřezu: $A = 124000 \text{ mm}^2/\text{m}'$

výška stěny: $h = 2400 \text{ mm}$

třída prutu I $k_{\text{mod}} = 0,9$

plastní tíha panelů: $g_k = 0,85 \text{ kN/m}^2$

Zatížení:

prácišovací šířka: $b_{\text{pr}} = 5,3 \text{ m}$

• 2x plastní tíha panelů + strop 1.NP + strop 2.NP

Stěle:

plastní tíha panelů: $g_{\text{pl}, k} = 2 \cdot (2,7 \cdot \frac{0,124}{2} \cdot 0,85) = 0,28 \text{ kN/m}$

strop 1.NP: $g_{\text{st}, k} = 1,86 \cdot 5,3 = 9,86 \text{ kN/m}$

strop 2.NP: $g_{\text{st}, k} = 0,413 \cdot 5,3 = 2,19 \text{ kN/m}$

Užití:

strop 1.NP (kat. B): $g_{\text{st}, k} = 25 \cdot 5,3 = 13,25 \text{ kN/m}$

Výpočet vnitřních sil:



$$N_d = 1,35 \cdot (0,28 + 9,86 + 2,19) + 15 \cdot (13,25) = 36,52 \text{ kN}$$

$$M_d = N_d \cdot e = 36,52 \cdot 0,015 = 0,55 \text{ kNm}$$

4.05 Perencanaan' inersia

$$r_{sp} = \frac{h}{2} = \frac{124}{2} = 62 \text{ mm}$$

$$W = \frac{EI_{eff}}{E_{g,mean} \cdot r_{sp}} = \frac{6,21 \cdot 10^{11}}{11600 \cdot 62} = 8,63 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$i = \sqrt{\frac{EI_{eff}}{E_{g,mean} \cdot A_{eff}}} = \sqrt{\frac{6,21 \cdot 10^{11}}{11600 \cdot 9 \cdot 4 \cdot 1000}} = 38,56 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{l_{eff}}{\pi \cdot i} \cdot \sqrt{\frac{f_{yok}}{E_{g,905}}} = \frac{2700}{\pi \cdot 38,56} \cdot \sqrt{\frac{24}{5 \cdot 11600}} = 1,11$$

$$\beta_e = 0,1 \text{ pro CLT}$$

$$k_y = \frac{1}{2} \cdot (1 + \beta_e \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2)$$

$$k_y = \frac{1}{2} \cdot (1 + 0,1 \cdot (1,11 - 0,3) + 1,11^2) = 1,157$$

$$k_{ey} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,157 + \sqrt{1,157^2 - 1,11^2}} = 0,674$$

$$\sigma_{mod} = \frac{N_d}{A_{eff}} = \frac{36,52 \cdot 10^3}{9 \cdot 4 \cdot 10^3} = 1,01 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{mod} = \frac{M_d}{W} = \frac{0,55 \cdot 10^6}{8,63 \cdot 10^5} = 0,64 \text{ MPa}$$

$$f_{mod} = \frac{f_{yok} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{24 \cdot 0,9}{1,25} = 17,28 \text{ MPa}$$

$$f_{mod} = \frac{f_{tik} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{24 \cdot 0,9}{1,25} = 17,28 \text{ MPa}$$

Posouzení:

$$\frac{\sigma_{\text{ed}}}{k_{\text{is}} \cdot f_{\text{ed}}} + \frac{\sigma_{\text{md}}}{f_{\text{md}}} = \frac{1,01}{0,674 \cdot 17,28} + \frac{0,64}{17,28} = 0,12 \leq 1,0$$

Vnitřní nosná stěna splňuje všechny požadavky.

CELKOVĚ NAVRŽENÉ KONSTRUKCE
VYHOVUJÍ VŠEM POŽADAVKŮM DLE
VYPSANÝCH NŮREM.