

NOSNÉ KONSTRUKCE III. - KOVOVÉ A DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE

ÚLOHA 3 - ZASTŘEŠENÍ ZA POUŽITÍ DŘEVA

konzultant - Ing. Marián Veverka, Ph.D.

vypracovala - Eva Fricová

TECHNICKÁ ZPRÁVA

1. Základní údaje

Jedná se o jednolodní průmyslovou halu bez jeřábové dráhy o rozpětí 14 m, vzdálenosti vazníků 3,2 m, sloupů 3,2 m, světlé výšce 6,0m a celkové délce 8 modulů, tj. 25,6 m. Sněhová oblast I. - Praha, oblast větru III., ocel třídy S 235.

Skladba střechy - směrem od exteriéru - trapézový plech 100 02, geotextilie, hydroizolační folie, vodovzdorná překližka, tepelná izolace z minerálních vláken, distanční podložky, prkenné bednění.

2. Navržené konstrukce

vodovzdorná překližka - tl. 12 mm
prkenné bednění - tl. 25 mm
vaznice - 160 x 180 mm

příhradový vazník:

horní pásnice příhradového vazníku - 120 x 140 mm
dolní pásnice příhradového vazníku - 140 x 160 mm
diagonála vazníku - 100 x 140 mm

vazník z lepeného dřeva:

výška vazníku ve vrcholu $h_{ap} = 1,1$ m
výška vazníku v podpoře $h_0 = 0,4$ m
sklon hrany vazníku $\alpha = 6^\circ$
nadvýšení vazníku $u_0 = 0,1$ m
šířka vazníku $b = 0,3$ m

3. Seznam příloh

Statický výpočet	
Půdorys	M 1:200
Řez A-A	M 1:200
Detail uložení vazníku	M 1:10

V Praze 18.5.2011

Eva Fricová

KONSTRUKCE DŘEVĚNÉ HALY

roztěr vazeb 8 x 3,2 m

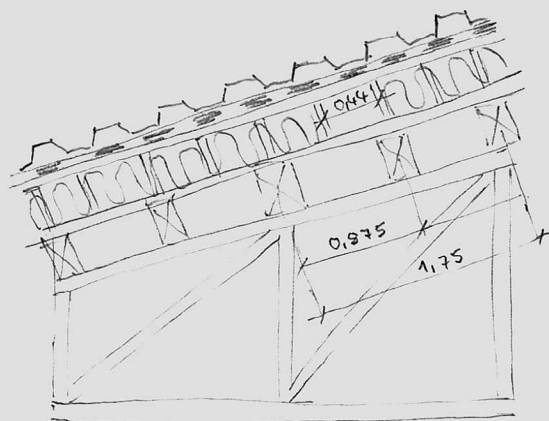
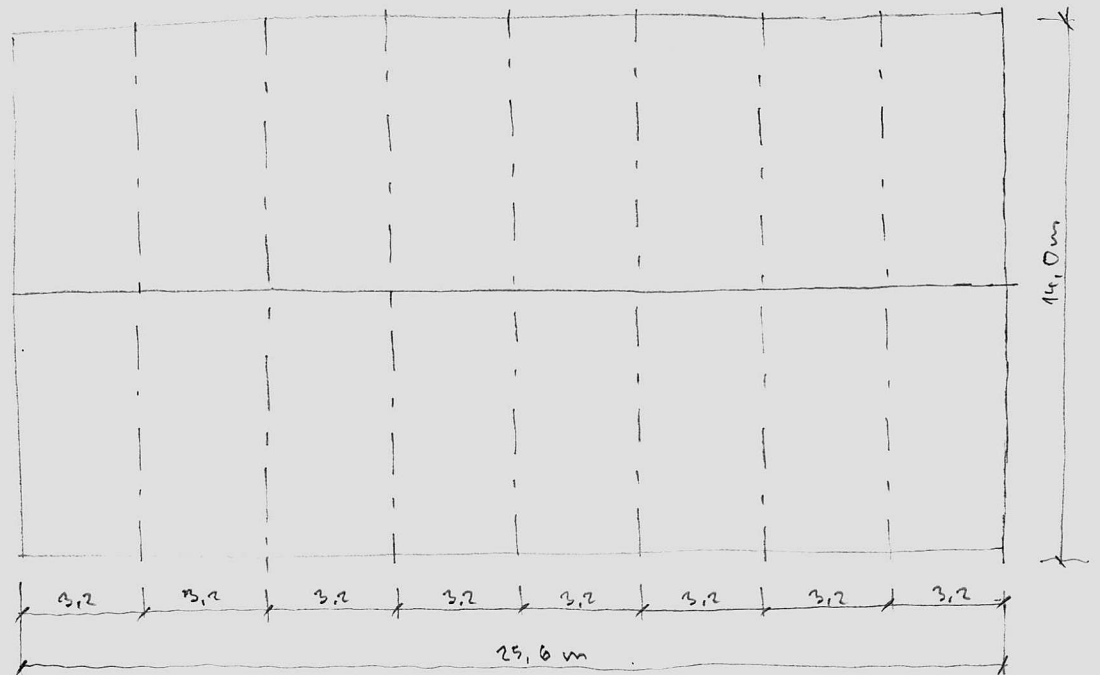
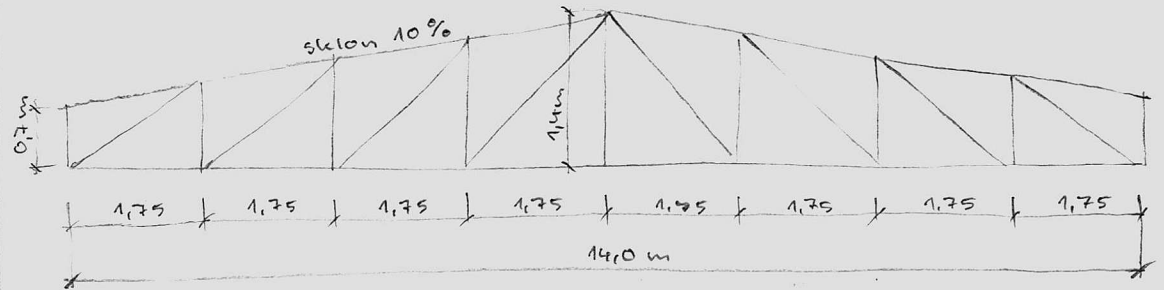
rozpětí 14 m

světla výška 6 m

střecha oblast I. - Praha

oblast větru III.

ocel S 235



SKLADBA STŘECHY:

trapezový plech

geotextilie

hydroizolace

vodovodná překližka

tepelná izolace tl. 200 mm

distanční podložky

bednění

1) VODOUZDORNÁ PŘEKLIŽKA

STÁLÉ ZATÍŽENÍ	charakt. hodnota [kN/m ²]	navrhova' hodnota [kN/m ²]
trapezový plech 110 02	0,121	
geotextilie 300g/m ²	0,003	
hydroizolacní folie 3mm	0,003 · 16 = 0,05	
vodouzdorná překlizka		
tl. 12 mm, ρ = 700 kg/m ³	0,012 · 7,0 = 0,084	

$$\sum q_{k1} = 0,258 \text{ kN/m}^2 \quad 1,35 \quad \sum q_{d1} = 0,348 \text{ kN/m}^2$$

KRÁTKODOBÉ ZATÍŽENÍ = KLIMATICKÉ ZATÍŽENÍ

Zatížení sněhem převzaté z ocelové haly (úloha 2 - str. 2)

$$s_k = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

$$\sum q_{k2} = 0,56 \text{ kN/m}^2 \quad 1,5 \quad \sum q_{d2} = 0,84 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{CELKOVÉ ZATÍŽENÍ} \quad \sum (q_{k1} + q_{k2}) = 0,818 \text{ kN/m}^2 \quad \sum (q_{d1} + q_{d2}) = 1,192 \text{ kN/m}^2$$

⇒ zatížením působí svisle - musíme ho přepočítat kolmo na sklon střechy
sklon střechy 10% tj. $\alpha = 6^\circ$

$$q'_{k1} = q_{k1} \cdot \cos \alpha = 0,258 \cdot \cos(6) = 0,256 \text{ kN/m}^2$$

$$q'_{d1} = 0,348 \cdot \cos(6) = 0,346 \text{ kN/m}^2$$

$$q'_{k2} = 0,56 \cdot \cos(6) = 0,55 \text{ kN/m}^2$$

$$q'_{d2} = 0,84 \cdot \cos(6) = 0,83 \text{ kN/m}^2$$

$$\sum (q'_{k1} + q'_{k2}) = 0,256 + 0,55 = 0,806 \text{ kN/m}^2$$

$$\sum (q'_{d1} + q'_{d2}) = 0,346 + 0,83 = 1,176 \text{ kN/m}^2$$

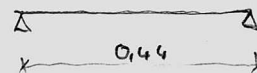
VÝPOČET OHYBOVÉHO MOMENTU

prostě podepřemý nosník

$$M = 1/8 \cdot q \cdot l^2$$

$$M = 1/8 \cdot 1,176 \cdot 0,4^2$$

$$M = 0,028 \text{ kNm}$$



osová vzdal. distanční lať

$$q = \sum (q'_{d1} + q'_{d2})$$

třída trvalé zatížení - stálé (navrhova' životnost 30 let)

třída vlhkosti 2

POSOUZENÍ 1. MEZNÍ STAV - ÚNOSNOST

stanovení k_{mod} podle tabulky

stálé zatížení $k_{mod} = 0,6$

krátkodobé zatížení $k_{mod} = 0,9$

převzeme součinitel s nejkratší dobou trvání \Rightarrow krátkodobé

návrh profilu překližky

$$W_{min} = \frac{M}{f_{m,d}}$$

$f_{m,d}$ - návrh. pevnost překližky

$f_{m,k}$ - charakt. pevnost překližky

$$f_{m,k} = 29 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,9$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{29}{1,2} = 21 \text{ MPa}$$

$$W_{min} = \frac{0,028}{21 \cdot 10^3} = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$M = 0,028 \text{ kNm}$$

(str. 2)

zvolili jsme překližku tl. 12 mm

$$W_{návrh} = 1/6 \cdot b \cdot h^2 = 1/6 \cdot 1 \cdot 0,012^2 = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

posouzení $W_{návrh} > W_{min}$

$$24 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 > 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

vyhovuje

výpočet napětí - posouzení

$$\sigma = \frac{M}{W_{návrh}} < f_{m,d}$$

$$\sigma = \frac{0,028}{24 \cdot 10^{-6}} = 1166 \text{ kPa} < f_{m,d} = 21000 \text{ kPa}$$

\Rightarrow navrhovaná překližka tl. 12 mm vyhovuje

POSOUZENÍ 2. MEZNÍ STAV - PŘECHYB

stanovení k_{def} podle tabulky

stálé zatížení $k_{1,def} = 1,0$

krátkodobé zatížení $k_{2,def} = 0$

přechyb od nahodilého (klimatického) zatížení

$$E_d = E / \gamma_M$$

$$E = 9 \text{ GPa}$$

$$\gamma_M = 1,0$$

$$q'_k = 0,55 \text{ kN/m}^2$$

(str. 2)

(3)

$$w_{2,inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q'_k \cdot l^4}{E_d \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,55 \cdot 0,44^4}{9 \cdot 10^6 \cdot 1,44 \cdot 10^{-7}} = 2,13 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$\delta_{lim} = l / 300 = 0,44 / 300 = 14,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

vyhovuje

$$I_{xy} = 1/12 \cdot b \cdot h^3 = 1/12 \cdot 1 \cdot 0,012^3 = 1,44 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$s_{gk} = 0,256 \text{ kN/m}^2$$

(str. 2)

průhyb od stálého zatížení

$$u_{1,inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{s_{gk} \cdot l^4}{E_d \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,256 \cdot 0,44^4}{9 \cdot 10^6 \cdot 1,44 \cdot 10^{-7}} = 3,64 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

konечný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$$u_{net,fin} = u_{1,inst} \cdot (1 + k_{1def}) + u_{2,inst} (1 + \psi_2 \cdot k_{2def}) < \delta_{lim} = l/200$$

$$u_{net,fin} = 3,64 \cdot 10^{-5} \cdot (1+1) + 2,13 \cdot 10^{-4} \cdot (1 + 0 \cdot 0) = 4,058 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

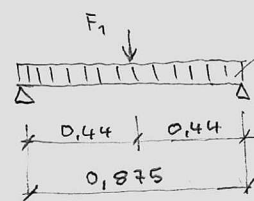
$$\delta_{lim} = 0,44 / 200 = 2,2 \cdot 10^{-3} = 22 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

posouzení $u_{net,fin} < \delta_{lim}$

$$4,058 \cdot 10^{-4} \text{ m} < 22 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

vyhovuje

2) PRŮKRNÉ BĚDNĚNÍ



vlastní tíha

F1 - síla od distančních podložek

zakřovací šířka $zS = 0,875 \text{ m}$

zatížení od střešiny na podložku

$$s_{gd} = 0,346 \text{ kN/m}^2$$

(str. 2)

$$s_{gd} \cdot 0,44 \cdot 1 = 0,346 \cdot 0,44 \cdot 1 = 0,152 \text{ kN}$$

vlastní tíha podložky tl. 40 mm

$$0,2 \cdot 0,040 \cdot 6,6 \cdot 1 \cdot \cos(6) \cdot 1,35 = 0,070 \text{ kN}$$

Průměrné zatížení - sniž

$$0,83 \cdot 0,44 \cdot 1 = 0,3652$$

$$F_1 = 0,152 + 0,070 + 0,365 = 0,587 \text{ kN}$$

$$\rho = 700 \text{ kg/m}^3$$

$$m = 75 \text{ kg/m}^3$$

vlastní tíha bednění tl. 25 mm

$$0,025 \cdot 1 \cdot 7,0 = 0,175 \text{ kN/m}$$

tepelná izolace tl. 200 mm

$$0,200 \cdot 1 \cdot 0,75 = 0,15 \text{ kN/m}$$

$$\underline{s_{gk} = 0,325 \text{ kN/m}}$$

$$s_{gk} = s_{gk} \cdot \cos(\alpha) = 0,325 \cdot \cos(6) = 0,323 \text{ kN/m}$$

$$s_{gd} = s_{gk} \cdot 1,35$$

$$s_{gd} = 0,433 \text{ kN/m}$$

$$s'_{gd} = 0,437 \text{ kN/m}$$

POSOUZENÍ 1. MEZNÍ STAV - ÚNOSNOST

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot (s'_{gd} + q_d) \cdot l^2 + (F \cdot l) / 4$$

$$M_{Ed} = 1/8 \cdot (0,437) \cdot 0,875^2 + (0,587 \cdot 0,875) / 4 = 0,1702 \text{ kNm}$$

EVA FRICOVA

12.11.2017

stanovení k_{mod} podle tabulky

stálé zatížení $k_{mod} = 0,6$

krátkodobé zatížení $K_{mod} = 0,9$

Použijeme také

$k_{mod} = 0,9$

$$W = 1/6 \cdot b \cdot h^2 = 1/6 \cdot 1 \cdot 0,025^2 = 1,04 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$I = 1/12 \cdot b \cdot h^3 = 1/12 \cdot 1 \cdot 0,025^3 = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

návrh profilu prkna a posouzení normálového napětí v ohybu

$$W_{min} = \frac{M}{f_{m,d}} = \frac{0,1702}{11,07 \cdot 10^3} = 1,53 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,9 \cdot \frac{16 \cdot 10^3}{1,3} = 11\,076 \text{ kPa}$$

$k_{mod} = 0,9$

$f_{m,k} = 16 \text{ MPa}$

$\gamma_m = 1,3$

$$\sigma = \frac{M}{W_{návrh}} < f_{m,d}$$

$$\sigma = \frac{0,1702}{1,04 \cdot 10^{-4}} = 1636,5 \text{ kPa} < f_{m,d} = 11\,076 \text{ kPa}$$

vyhovuje

POSOUZENÍ 2. MĚRNÍ STAV POUŽITELNOSTI

stanovení k_{def} podle tabulky

stálé zatížení $k_{1,def} = 1,0$

krátkodobé zatížení $k_{2,def} = 0$

průhyb od nahodilého (klimatického) zatížení

$$u_{2,inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l^4}{E_d \cdot I} + \frac{1}{48} \cdot \frac{P_k \cdot l^3}{E_d \cdot I} < \delta_{lim} = \frac{l}{300}$$

$E_d = E / \gamma_m$

$E = 8 \text{ GPa}$

$\gamma_m = 1,0$

sníh str. 2

$q_k = 0,55 \text{ kN/m}^2$

$$P_k = q_k \cdot z_0 \cdot 1 = 0,55 \cdot 0,44 \cdot 1 = 0,242 \text{ kN}$$

$$u_{2,inst} = \frac{1}{48} \cdot \frac{0,242 \cdot 0,875^3}{8 \cdot 10^6 \cdot 1,3 \cdot 10^{-6}} = 3,24 \cdot 10^{-4} \text{ m} < \delta_{lim} = \frac{0,875}{300} = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

vyhovuje

průhyb od stálého zatížení

$$u_{1,inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l^4}{E_d \cdot I} + \frac{1}{48} \cdot \frac{P_k \cdot l^3}{E_d \cdot I}$$

q_k viz str. 4

q_k střecha = $0,258 \text{ kN/m}^2$

(str. 2)

podložka viz str. 4

(5)

$$P_k = q_k \text{ střecha} + q_k \text{ podložka}$$

$$P_k = 0,258 \cdot 0,44 \cdot 1 + 0,2 \cdot 0,40 \cdot 6,6 \cdot 1 \cdot \cos(6) = 0,16 \text{ kN}$$

$$u_{1,inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,258 \cdot 0,875^4}{8 \cdot 10^6 \cdot 1,3 \cdot 10^{-6}} + \frac{1}{48} \cdot \frac{0,16 \cdot 0,875^3}{8 \cdot 10^6 \cdot 1,3 \cdot 10^{-6}} = 4,48 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$$u_{\text{net,fin}} = u_{1,\text{inst}} \cdot (1 + k_{1,\text{def}}) + u_{2,\text{inst}} \cdot (1 + \psi_2 - k_{2,\text{def}}) < \delta_{\text{lim}} = l/200$$

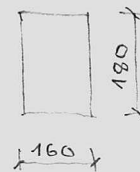
$$u_{\text{net,fin}} = 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot (1 + 1) + 3,24 \cdot 10^{-4} \cdot (1 + 0) < \delta_{\text{lim}} = 0,875/200$$

$$u_{\text{net,fin}} = 1,22 \cdot 10^{-3} \text{ m} < \delta_{\text{lim}} = 4,375 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad \text{vyhovuje}$$

3) NÁVRH A POSOUZENÍ VAZNICE



zatežovací šířka 0,875 m



STÁLÉ ZATÍŽENÍ	charakt. hodnota [kN/m]	γ_G	návrhová hodnota [kN/m]
(str. 2) skladba střechy	$0,258 \cdot 0,875 = 0,226$		
(str. 4) tepelná izolace	$0,200 \cdot 0,75 \cdot 0,875 = 0,131$		
(str. 4) distanční podložky	$0,200 \cdot 0,040 \cdot 6,6 \cdot 3 = 0,158$		
bednění	$0,025 \cdot 7,0 \cdot 0,875 = 0,153$		
vaznice	$0,160 \cdot 0,180 \cdot 7,0 = 0,202$		
	$\sum q_{kv} = 0,87 \text{ kN/m}$	1,35	$\sum q_{dv} = 1,17 \text{ kN/m}$

KRÁTKODOBÉ - KLIMATICKÉ ZATÍŽENÍ

sníh	char. hodnota [kN/m]	γ_Q	návrhová hodnota [kN/m]
(str. 2) $s_u = 0,56 \text{ kN/m}^2$	$0,56 \cdot 0,875 = 0,49$		
	$\sum q_{kv} = 0,49 \text{ kN/m}$	1,5	$\sum q_{dv} = 0,735 \text{ kN/m}$

CELKOVÉ ZATÍŽENÍ	$\sum (q_{kv} + q_{kv}) = 1,36 \text{ kN/m}$	$\sum (q_{dv} + q_{dv}) = 1,9 \text{ kN/m}$
------------------	--	---

$$W = 1/6 \cdot b \cdot h^2 = 1/6 \cdot 0,160 \cdot 0,180^2 = 8,64 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$I = 1/12 \cdot b \cdot h^3 = 1/12 \cdot 0,160 \cdot 0,180^3 = 7,776 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$M = 1/8 \cdot (q_{dv} + q_{dv}) \cdot l^2 = 1/8 \cdot 1,9 \cdot 3,2^2 = 2,432 \text{ kNm}$$

stanovení k_{mod} dle tabulkystálé zatížení $k_{mod} = 0,9$ krátkodobé zatížení $k_{mod} = 0,9$

návrh profilu hranolu

$$W_{min} = \frac{M}{f_{m,d}} = \frac{2,432}{15,23 \cdot 10^3} = 1,59 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$k_{mod} = 0,9$$

$$f_{m,k} = 22 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{22 \cdot 10^3}{1,3} = 15\,230,7 \text{ kPa}$$

posouzení normálového napětí v ohybu

$$\sigma_{m,d} = \frac{M}{W_{návrh}} < f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{2,432}{8,64 \cdot 10^{-4}} = 2814,8 \text{ kPa} < f_{m,d} = 15\,230,7 \text{ kPa}$$

vyhovuje

POSOUZENÍ 2. MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

stanovení k_{def} dle tabulkystálé zatížení $k_{1def} = 1,0$ krátkodobé zatížení $k_{2def} = 0$

$$E_d = E / \gamma_M$$

$$E = 8 \text{ GPa}$$

$$\gamma_M = 1,0$$

průhyb od krátkodobého (klimatického) zatížení

$$u_{2,inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l^4}{E_d \cdot I} < \delta_{lim} = \frac{l}{300} = 3,2$$

$$u_{2,inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,149 \cdot 3,2^4}{8 \cdot 10^6 \cdot 7,776 \cdot 10^{-5}} = 1,07 \cdot 10^{-3} \text{ m} < \delta_{lim} = 0,010 \text{ m}$$

vyhovuje

průhyb od stálého zatížení

$$u_{1,inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_k \cdot l^4}{E_d \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,187 \cdot 3,2^4}{8 \cdot 10^6 \cdot 7,776 \cdot 10^{-5}} = 1,909 \cdot 10^{-3}$$

konečný průhyb od stálého a krátkodobého zatížení

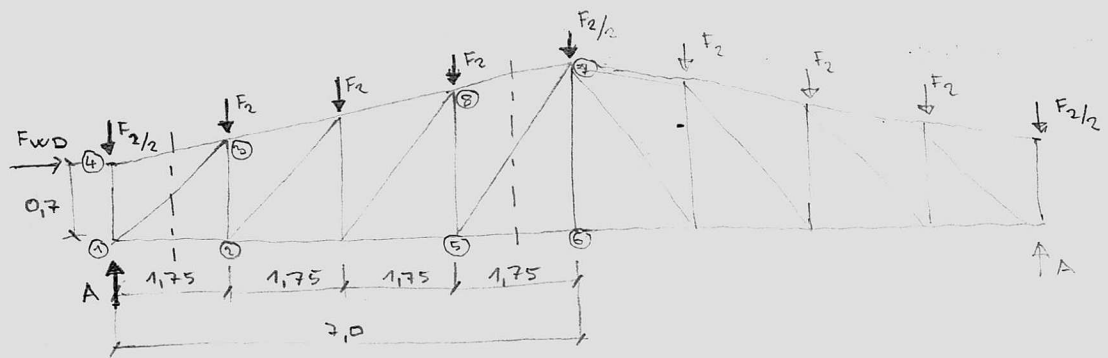
$$u_{net,fin} = u_{1,inst} (1 + k_{1def}) + u_{2,inst} (1 + \psi_2 \cdot k_{2def}) < \delta_{lim} = l/200$$

$$u_{net,fin} = 1,909 \cdot 10^{-3} \cdot (1+1) + 1,07 \cdot 10^{-3} \cdot (1+0) < \delta_{lim} = 3,2/200$$

$$u_{net,fin} = 4,88 \cdot 10^{-3} \text{ m} < \delta_{lim} = 0,016 \text{ m}$$

vyhovuje

4) NÁVRH A POSOUZENÍ PRŮHRADOVÉHO VAZNÍKU



zatížením reakcemi v místě styku se svíslicí (maximální reakce od vaznic)
v horním styčnicku nad podporou reakce od větru

REAKCE OD VAZNIC - SVISLÉ SÍLY

(str. 2)

od skladby střechy

$$(0,85 + 0,95) \cdot 1,75 \cdot 3,2$$

$$1,105 \cdot 1,75 \cdot 3,2 = 6,166 \text{ kN}$$

(str. 6)

podložky 4x

$$(0,2 \cdot 0,040 \cdot 6,6 \cdot 3,2) \cdot 4 = 1,35 = 0,912 \text{ kN}$$

bednění

$$0,025 \cdot 7,0 \cdot 1,75 \cdot 3,2 \cdot 1,35 = 1,323 \text{ kN}$$

tepelná izolace

$$0,200 \cdot 0,75 \cdot 1,75 \cdot 3,2 \cdot 1,35 = 1,134 \text{ kN}$$

tíha vaznic 2x

$$(0,160 \cdot 0,180 \cdot 7,0 \cdot 3,2) \cdot 2 \cdot 1,35 = 1,741 \text{ kN}$$

$$F_1 = 11,77 \text{ kN} \quad (\text{návrhové hodnoty})$$

REAKCE OD VĚTRU

ze str. 2 $s_k = 0,56 \text{ kN/m}^2$

$$0,56 \cdot 1,15 = 0,644 \text{ kN/m}^2$$

plocha, na kterou působí

$$0,32 \cdot (0,712) = 0,228 \text{ m}^2$$

$$F_{wD} = 0,644 \cdot 0,228 = 0,147 \text{ kN}$$

ODHAD VLASTNÍ TÍHY VAZNÍKU

horní pásnice

$$0,160 \cdot 0,220 \cdot 6,6 = 0,232 \text{ kN/m}$$

diagonála

$$0,040 \cdot 0,060 \cdot 6,6 = 0,016 \text{ kN/m}$$

dolní pásnice

$$0,160 \cdot 0,180 \cdot 6,6 = 0,190 \text{ kN/m}$$

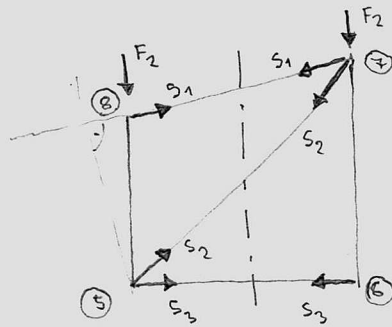
$$F_{VL} = 0,438 \text{ kN/m}$$

$$\text{na 1 vaznici} \quad 0,438 \cdot 1,75 = 0,7665$$

$$F_2 = F_1 + 0,7665 = 12,53 \text{ kN}$$

reakce podpor

$$A = 3 \cdot F_2 + 2 \cdot F_2/2 = 3 \cdot 12,53 + 2 \cdot 12,53/2 = 50,12 \text{ kN}$$



sklon $\alpha = 6^\circ$

$$\textcircled{5} \quad -S_1 \cdot 1,22 \cdot \cos \alpha + F_2 \cdot 1,75 + F_2 \cdot 3,5 + F_2/2 \cdot 5,25 - A \cdot 5,25 = 0$$

$$S_1 = \frac{12,53 \cdot 1,75 + 12,53 \cdot 3,5 + 6,26 \cdot 5,25 - 50,12 \cdot 5,25}{1,22 \cdot \cos(6^\circ)}$$

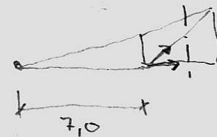
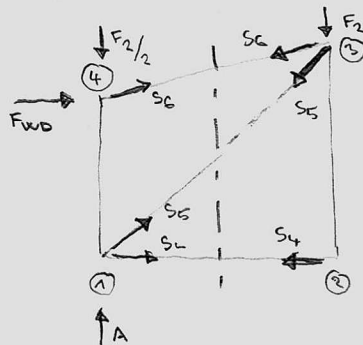
$$S_1 = -135,56 \text{ kN} \quad \text{tlak}$$

$$\textcircled{7} \quad S_3 \cdot 1,4 + F_2 \cdot 1,75 + F_2 \cdot 3,5 + F_2 \cdot 5,25 + F_2/2 \cdot 7,0 - A \cdot 7,0 = 0$$

$$S_3 = \frac{12,52 \cdot 1,75 + 12,52 \cdot 3,5 + 12,52 \cdot 5,25 + 6,26 \cdot 7,0 - 50,12 \cdot 7,0}{1,4}$$

$$-S_3 = -125,4 \text{ kN}$$

$$S_3 = 125,4 \text{ kN} \quad \text{tah}$$



$$\textcircled{3} \quad A \cdot 7,0 - F_2/2 \cdot 7,0 + S_5 \cdot 3,13 - F_{wd} \cdot 0,7 = 0$$

$$-S_5 = \frac{50,12 \cdot 7 - 6,26 \cdot 7 - 0,094 \cdot 0,7}{3,13}$$

$$S_5 = -98,07 \text{ kN} \quad \text{tlak}$$

$$f_{c,0,ik} = 20 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 6,7 \text{ GPa}$$

$$\gamma_n = 1,3$$

$$k_{mod} = 0,6$$

KORNÍ TLACĚNÁ PRÁSNICE

učení návrhové pevnosti v tlaku

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot (f_{c,0,ik} / \gamma_n) = 0,6 \cdot (20 \cdot 10^3 / 1,3) = 9230 \text{ kPa}$$

návrh průřezu prsnice

$$N_{d1} = 135,56 \text{ kN}$$

$$A_{min} = N_{d1} / \sigma = N_{d1} \cdot \gamma_n / f_{c,0,ik} = 135,56 \cdot 1,3 / 20 \cdot 10^3 = 8,81 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_n = 0,120 \cdot 0,140 = 0,0168 \text{ m}^2 > A_{min}$$

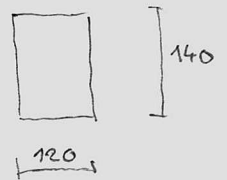
vyhovuje

vypočet průřezových charakteristik a vzpěrné délky

$$I_z = 1/12 \cdot b \cdot h^3 = 1/12 \cdot 0,12 \cdot 0,14^3 = 2,74 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{2,74 \cdot 10^{-5}}{0,0168}} = 0,040$$

$$L_{cr} = 0,7 \cdot l = 0,7 \cdot 1,76 = 1,232$$



návrh a posouzení prutu vzhledem

$$\lambda_z = \frac{L_{cr}}{i_z} = \frac{1,232}{0,040} = 30,8$$

$$\sigma_{c,cr} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,05}}{\lambda_z^2} = \frac{\pi^2 \cdot 6,7 \cdot 10^3}{30,8^2} = 69,70 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c10,k}}{\sigma_{c,cr}}} = \sqrt{\frac{20}{69,70}} = 0,536 > 0,5 \quad \text{vyhovuje}$$

$$k_z = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2)$$

$$k_z = 0,5 (1 + 0,2 (0,53 - 0,5) + 0,53^2) = 0,643$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{0,643 + \sqrt{0,643^2 - 0,536^2}} = 1,05$$

vypočet návrhového napětí

$$N_{d1} = 135,56 \text{ kN} \\ (\text{str. 9})$$

$$\sigma_{c10,d} = \frac{N_{d1}}{A} = \frac{135,56}{0,0168} = 8069,05 \text{ kPa}$$

posouzení tlacového prutu na vzhled při vybočení kolmo na osu z

$$\frac{\sigma_{c10,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c10,d}} = \frac{8069,05}{1,05 \cdot 9230} = 0,83 \leq 1 \quad \text{vyhovuje}$$

TLAČENÁ DIAGONÁLA

určení návrhové pevnosti v tlaku

$$f_{c10,d} = k_{mod} \cdot (f_{c10,k} / \gamma_M) = 0,6 \cdot (20 \cdot 10^3 / 1,3) = 9230 \text{ kPa}$$

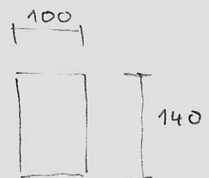
návrh průřezu pásnice

$$N_{d2} = 98,07 \text{ kN}$$

$$100 \times 140 \text{ mm}$$

$$A_{min} = N_{d2} / \sigma = N_{d2} \cdot \gamma_M / f_{c10,k} = 98,07 \cdot 1,3 / 20 \cdot 10^3 = 6,37 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$A_n = 0,100 \cdot 0,140 = 0,014 \text{ m}^2$$



$$I_z = 1/12 \cdot b \cdot h^3 = 1/12 \cdot 0,1 \cdot 0,14^3 = 2,28 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{2,28 \cdot 10^{-5}}{0,014}} = 0,040$$

$$L_{cr} = 1,956$$

navrh a posouzení prutu vzhledem

$$\lambda_z = \frac{L_{cr}}{i_z} = \frac{1,956}{0,040} = 48,9$$

$$\sigma_{c,cr} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,05}}{\lambda_z^2} = \frac{\pi^2 \cdot 6,7 \cdot 10^3}{48,9^2} = 27,65 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,cr}}} = \sqrt{\frac{20}{27}} = 0,86 > 0,5 \quad \text{vyhovuje}$$

$$k_z = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2)$$

$$k_z = 0,5 (1 + 0,2 (0,86 - 0,5) + 0,86^2) = 0,91$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,82$$

vypočet návrhového napětí

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{d,z}}{A} = \frac{98,07}{0,014} = 7005 \text{ kPa}$$

posouzení tlacového prutu na vstěr při vybočení L z

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} = \frac{7005}{0,82 \cdot 230} = 0,92 \leq 1,0 \quad \text{vyhovuje}$$

DOLNÍ TAŽENÁ PÁŠNICE

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot (f_{t,0,k} / \gamma_{ff}) = 0,6 \cdot (13 \cdot 10^3 / 1,3) = 6000 \text{ kPa}$$

$$N_d = 125,4 \text{ kN}$$

$$A_{min} = N_d / f_{t,0,d} = 125,4 / 6000 = 0,0209 \text{ m}^2$$

Navrhují 140 × 160 mm

$$A_n = 0,140 \cdot 0,160 = 0,0224 \text{ m}^2$$

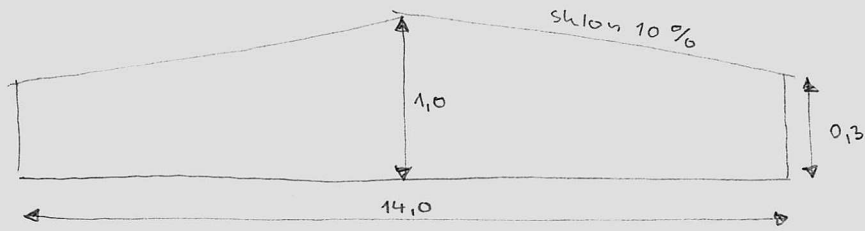
posouzení průřezu pášnice

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{125,4}{0,224} = 559,82 \text{ kPa} \leq f_{t,0,d} = 6000 \text{ kPa}$$

vyhovuje

5) POSOUZENÍ VAZNIKU Z LEPENÉHO LATELOVÉHO DŘEVA

sklon 10‰

 $\alpha = 6^\circ$  $h_0 = 0,3 \text{ m}$ $h_{ap} = 1,0 \text{ m}$ $u_0 = 0,1 \text{ m}$ $b = 0,2 \text{ m}$ h_{ap} - výška vazníku ve vrcholu (cca 1/15 rozpětí) u_0 - nadvýšemi vazníku (cca 0,5‰ rozpětí) b - šířka vazníku (cca 1‰ rozpětí)

vlastní tíha vazníku

$$V = (0,3 \cdot 14 + 0,7 \cdot 7) \cdot 0,2 = 1,82 \text{ m}^3$$

$$\rho = 600 \text{ kg/m}^3$$

$$g_k = 1,82 \cdot 6 = 10,92 \text{ kN}$$

1,35

$$g_D = 14,742 \text{ kN}$$

$$\bar{g}_k = 10,92 / 14 = 0,78 \text{ kN/m}$$

$$\bar{g}_D = 14,742 / 14 = 1,05 \text{ kN/m}$$

statice zatížením od střechy

 $z_s = 3,2 \text{ m}$

skladba popříkřížku

$$0,258 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,2 = 0,826 \text{ kN/m}$$

tepelná izolace

$$0,200 \cdot 0,75 \cdot 3,2 = 0,48$$

distančním podložky

$$0,200 \cdot 0,040 \cdot 3 \cdot 6,6 = 0,158$$

bedněm

$$0,025 \cdot 7,0 \cdot 3,2 = 5,6$$

vaznice

$$0,160 \cdot 0,180 \cdot 7,0 = 0,20$$

$$\sum g_k = 7,264 \text{ kN/m}$$

$$\sum g_D = 7,264 \cdot 1,35 = 9,806 \text{ kN/m}$$

klimatické zatížením

 $s_k = 0,56 \text{ kN/m}^2$

sm'h

$$0,56 \cdot 3,2$$

$$\sum q_k = 1,792 \text{ kN/m}$$

1,5

$$\sum q_D = 2,688 \text{ kN/m}$$

celkové zatížením $\sum (g_k + q_k) = 9,056 \text{ kN/m}$

$$\sum (g_D + q_D) = 12,494 \text{ kN/m}$$

URČENÍ NAVRHOVÝCH PEVNOSTÍ

navrhová pevnost v ohybu

$$f_{m,s,d} = k_{mod} \cdot (f_{m,s,k} / \gamma_M) = 0,9 \cdot (24 \cdot 10^3 / 1,3) = 16615 \text{ kPa}$$

navrhová pevnost ve smyku

$$f_{v,s,d} = k_{mod} \cdot (f_{v,s,k} / \gamma_M) = 0,9 \cdot (2,7 \cdot 10^3 / 1,3) = 1869 \text{ kPa}$$

navrhová pevnost kolmo k vláknům

$$f_{c,s,d} = k_{mod} \cdot (f_{c,s,k} / \gamma_M) = 0,9 \cdot (5,5 \cdot 10^3 / 1,3) = 3807 \text{ kPa}$$

$$f_{t,s,d} = k_{mod} \cdot (f_{t,s,k} / \gamma_M) = 0,9 \cdot (0,45 \cdot 10^3 / 1,3) = 311 \text{ kPa}$$

Základní kombinace zatížením pro 1. mezní stav

$$q_D = 1,35 \cdot q_{Gk} + 1,5 \cdot q_{k}$$

$$q_D = 1,35 \cdot 8,044 + 1,5 \cdot 1,792$$

$$q_D = 13,544 \text{ kN/m}$$

(str. 12)

POSOUZENÍ SMYKU V PRŮŘEZU NAD PODPOROU

$$l = 14,0 \text{ m}$$

$$T_d = (q_D \cdot l) / 2 = (13,544 \cdot 14,0) / 2 = 94,808 \text{ kN}$$

$$\sigma_{v,d} = 3 \cdot T_d / (2 \cdot b \cdot h_0) = 3 \cdot 94,808 / (2 \cdot 0,3 \cdot 0,4) = 1185 \text{ kPa}$$

změněno

$$\sigma_{v,d} \leq f_{v,0,d}$$

$$1185 \text{ kPa} \leq 1869 \text{ kPa} \quad \text{vyhovuje}$$

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

$$h_0 = 0,4 \text{ m}$$

POSOUZENÍ OHYBU V KRITICKÉM PRŮŘEZU

$$x = \frac{h_0 \cdot l}{2 \cdot h_{ap}} = \frac{0,4 \cdot 14,0}{2 \cdot 1,1} = 2,545 \text{ m}$$

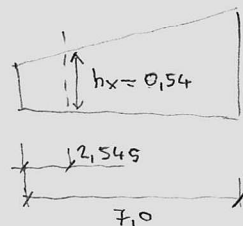
$$M_d = (T_d \cdot x) - (q_D \cdot x^2 / 2)$$

$$M_d = (94,808 \cdot 2,545) - (13,544 \cdot 2,545^2 / 2) = 107,42 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{m,0,d} = 1 + 4 \cdot \tan^2 \alpha \cdot \frac{6 \cdot M_d}{b \cdot h_x^2}$$

$$\sigma_{m,0,d} = 1 + 4 \cdot \tan^2(6) \cdot \frac{6 \cdot 107,42}{0,3 \cdot 0,54^2}$$

$$\sigma_{m,0,d} = 5999,32 \text{ kPa} \leq f_{m,0,d} = 16615 \text{ kPa} \quad \text{vyhovuje}$$



POSOUZENÍ OHYBU UPROSTŘED ROZPĚTÍ VAZNÍKU

$$M_d = 1/8 \cdot q_D \cdot l^2 = 1/8 \cdot 13,544 \cdot 14,0^2 = 331,82 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{m,d} = k_l \cdot \frac{6 \cdot M_d}{b \cdot h_{ap}^2} = 1,20 \cdot \frac{6 \cdot 331,82}{0,3 \cdot 1,1^2} = 6581,55 \text{ kPa}$$

$$k_l = 1 + 1,4 \cdot \tan \alpha + 5,4 \cdot \tan^2 \alpha = 1,20$$

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,0,d}$$

$$6581 \text{ kPa} \leq 16615 \text{ kPa} \quad \text{vyhovuje}$$

POSOUZENÍ TAHU KOLTOU K VLAKNŮM VE VRCHOLU

$$V = h a_p^2 \cdot (2 - 0,5 \cdot t_3 \alpha) \cdot b$$

$$V = 1,1^2 \cdot (2 - 0,5 \cdot t_3(6)) \cdot 0,3$$

$$V = 0,706 \text{ m}^3$$

$$\wedge V \leq 213 \cdot \gamma_b$$

$$V_b = (0,4 \cdot 14 + 0,7 \cdot 7) \cdot 0,3 = 3,15 \text{ m}^3$$

$$213 \cdot 3,15 = 2,1 \text{ m}^3$$

$$V \leq 2,1 \text{ m}^3 \quad \text{vyhovuje}$$

$$\sigma_{t,so,d} = k_p \cdot \frac{G \cdot M_{ap,d}}{b \cdot h_{ap}^2}$$

$$k_p = 0,2 \cdot t_3 \alpha = 0,2 \cdot t_3(6) = 0,0210$$

(str. 13)

$$\sigma_{t,so,d} = 0,021 \cdot \frac{6 \cdot 331,82}{0,3 \cdot 1,1^2}$$

$$k_{dis} = 1,4$$

$$\sigma_{t,so,d} = 1151 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{t,so,d} \leq k_{dis} \cdot (V_0 / V)^{0,2} \cdot f_{t,so,d}$$

$$1151 \text{ kPa} \leq 1,4 \cdot (0,01 / 0,706)^{0,2} \cdot 0,311 \text{ MPa}$$

$$1151 \text{ kPa} \leq 1858 \text{ kPa} \quad \text{vyhovuje}$$

POSOUZENÍ PRŮHYBU OD KRATKODOBÉHO ZATÍŽENÍ

$$u_{2,inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_Q \cdot l^4}{E_{0,mean,s} \cdot I_{02}} \leq \delta_{lim} = \frac{l}{300}$$

v 1/3 rozpom

$$I_{02} = 1/12 \cdot b \cdot h^3 = 1/12 \cdot 0,3 \cdot 0,76^3 = 0,0109 \text{ m}^4$$

$$u_{2,inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{2,688 \cdot 14^4}{11 \cdot 10^6 \cdot 0,0109} = 0,0112 < \delta_{lim} = \frac{14}{300} = 0,046$$

$$h = 0,76 \text{ m}$$

$$q_Q = 2,688 \text{ kN}$$

$$q_G = 10,85 \text{ kN}$$

vyhovuje

POSOUZENÍ PRŮHYBU OD STÁLÉHO ZATÍŽENÍ

$$u_{1,inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_G \cdot l^4}{E_d \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{10,85 \cdot 14^4}{11 \cdot 10^6 \cdot 0,0109} = 0,0452$$

$$E_{0,mean,s} = 11 \text{ GPa}$$

KONEČNÝ PRŮHYB OD STÁLÉHO A KRATKODOBÉHO ZATÍŽENÍ

$$u_{net,fin} = u_{1,inst} (1 + k_1 \cdot def) + u_{2,inst} (1 + k_2 \cdot def) - u_0 < \delta_{lim} = \frac{l}{200}$$

$$u_{net,fin} = 0,0452 \cdot (1 + 0,6) + 0,0112 (1 + 0) - 0,1 < \delta_{lim} = \frac{14}{200}$$

$$u_{net,fin} = 0,01648 < \delta_{lim} = 0,07 \quad \text{VYHOVUJE} \nabla$$