

STATICKÝ VÝPOČET

NÁZEV STAVBY: SPORTOVNÍ HALA U ZŠ JUNÁCKA
MÍSTO STAVBY: P.Č.: 3602/1, 3602/9, KU STARÁ BELÁ
INVESTOR: STATUTÁRNÍ MĚSTO OSTRAVA, PROKEŠOVO NÁMĚSTÍ 8, 729 30
V ZASTOUPENÍ MĚSTSKÉHO OBVODU STARÁ BELÁ, JUNÁCKA 127, 724 00
STUPEŇ DOKUMENT.: DPS
DATUM: 06/2022
VYPRACOVAL: Ing. Pavol Kohutiar



MERA KOHUTIAR s.r.o.
RYBNÍČNÁ 40
831 06 BRATISLAVA
IČO: 50 913 522
DIČ: SK 212 052 9070
WWW.MERA-KOHUTIAR.SK



NÁVRH A POSOUZENÍ LAMELOVÉHO VÁZNIKU

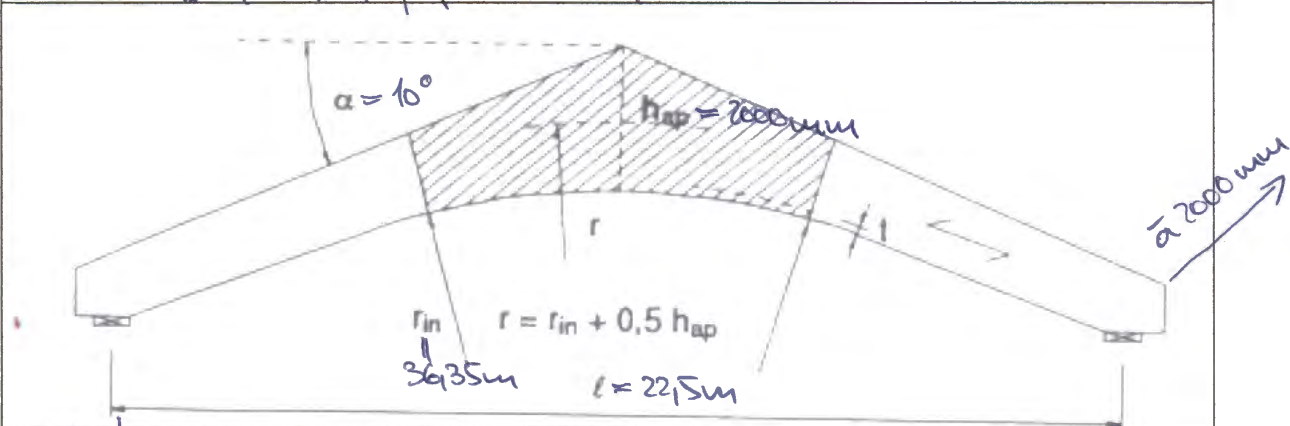
MATERIAL: LEPELÉ LAMELOVÉ DŘEVO (GL30H)

TŘÍDA PROVOZU: 1

CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY ROVNOMĚRNÉHO ZATÍŽENÍ:

STÁLÉ: $g_k = 7,3 \text{ kN/m}$

SNĚH: $s_k = 20 \text{ kN/m}$; $p = 20 \text{ kN/m}$



POZŘETÍ: $L = 22,5 \text{ m}$

VÝŠKA NOSNIKU VE VÝCHOLU: $h_{ap} = 2000 \text{ mm}$

VÝŠKA NOSNIKU V NEZAKŘIVENÉ ČÁSTI: $h = 1415 \text{ mm}$

ŠÍŘKA VÁZNIKU: $b = 160 \text{ mm}$

VNITŘNÍ POLOMĚR: $r_{in} = 36,35 \text{ m}$

POLOMĚR STŘEDNICE: $r = 36,35 \text{ m} + 2/2 = 37,35 \text{ m}$

TROUSTKA LAMELY: $t = 25 \text{ mm}$

SKLON STŘECHY: $\alpha = 10^\circ$

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY: GL30H; $f_H = 130$

$f_{t,0,k} = 30 \text{ MPa}$

$f_{t,1,k} = 315 \text{ MPa}$

$f_{c,0,k} = 30 \text{ MPa}$

$f_{c,90,k} = 2,5 \text{ MPa}$

$f_{t,90,k} = 0,15 \text{ MPa}$

$E_{0,1000} = 13600 \text{ MPa}$

$G_{0,1000} = 650 \text{ MPa}$

KOMBINACE	VUTRĚNÍ SILY	k_{mod}/f_{tk}
g	$V_D = 129,8 \text{ kN}; M_D = 447,9 \text{ kNm}$	$0,6/1,3 = 0,46$
g+p	$V_D = 162,8 \text{ kN}; M_D = 975,9 \text{ kNm}$	$0,8/1,3 = 0,61$
g+p+s	$V_D = 182,6 \text{ kN}; M_D = 1094,7 \text{ kNm}$	$0,9/1,3 = 0,69$
g+p+s+w	$V_D = 186,4 \text{ kN}; M_D = 1100,8 \text{ kNm}$	$0,9/1,3 = 0,69$

A) OVĚŘENÍ SMYKCU V MÍSTĚ ULOŽENÍ:

$$\begin{aligned}\tau_{v,D} &= \frac{3 \times V_D}{2 \times b \times h} = \frac{3 \times 129,8}{2 \times 0,67 \times 160 \times 1415} = 1,28 \text{ MPa} < 1,61 \text{ MPa} = \frac{k_{mod} \cdot f_{vk}}{f_{tk}} \\ &= \frac{3 \times 162,8}{2 \times 0,67 \times 160 \times 1415} = 1,61 \text{ MPa} < 2,13 \text{ MPa} \\ &= \frac{3 \times 182,6}{2 \times 0,67 \times 160 \times 1415} = 1,80 \text{ MPa} < 2,41 \text{ MPa} \\ &= \frac{3 \times 186,4}{2 \times 0,67 \times 160 \times 1415} = 1,84 \text{ MPa} < 2,41 \text{ MPa}\end{aligned}$$

VÝPOČET

B) OHTB VSTŘEDU ROZPĚTÍ

$$k_1 = 1 + 14 \times \tan \alpha + 54 \times \tan^2 \alpha$$

$$k_2 = 0,35 - 8 \times \tan \alpha$$

$$k_3 = 0,60 + 8,3 \times \tan \alpha - 4,8 \times \tan^2 \alpha$$

$$k_4 = 6 \times \tan^2 \alpha$$

$$k_L = 1 + k_2 \times \frac{h_{ap}}{r} + k_3 \times \left(\frac{h_{ap}}{r} \right)^2 + k_4 \times \left(\frac{h_{ap}}{r} \right)^3 = 1,34$$

$$\sigma_{m,D} = k_L \times \frac{6 \times M_D}{b \times h_{ap}^2} \leq k \cdot f_{m,D}$$

$$\sigma_{\text{max}} = 137 \times \frac{6 \times 777,9 \times 10^6}{160 \times 2000^2} = 9,99 \text{ MPa} < 0,76 \times 0,46 \times 30 = 10,48 \text{ MPa}$$

$$137 \times \frac{6 \times 975,9 \times 10^6}{160 \times 2000^2} = 12,53 \text{ MPa} < 0,76 \times 0,61 \times 30 = 13,9 \text{ MPa}$$

$$137 \times \frac{6 \times 1094,7 \times 10^6}{160 \times 2000^2} = 14,06 \text{ MPa} < 0,76 \times 0,69 \times 30 = 15,7 \text{ MPa}$$

$$137 \times \frac{6 \times 1100,8 \times 10^6}{160 \times 2000^2} = 14,13 \text{ MPa} < 0,76 \times 0,69 \times 30 = 15,7 \text{ MPa}$$

VÝHODUJE

c) TĚH KOČMO K VLÁKNŮM VE VŘCHOLU VÁŽNÍKU:

$$k_5 = 0,2 \times \text{tand}$$

$$k_6 = 0,25 - 1,5 \times \text{tand} + 2,6 \times \text{tand}^2$$

$$k_7 = 2,1 \times \text{tand} - 4 \times \text{tand}^2$$

$$k_p = k_5 + k_6 \times \frac{h_{qp}}{v} + k_7 \times \left(\frac{h_{qp}}{v} \right)^2 = 0,039$$

$$\sigma_{\text{t,90,0}} = k_p \times \frac{6 \times H_D}{b \times h_{qp}^2} \leq k_{\text{dis}} \times \left(\frac{V_0}{v} \right)^2 \times f_{\text{t,90,0}}$$

$$= \frac{0,039 \times 6 \times 777,9 \times 10^6}{160 \times 2000^2} = 0,28 \text{ MPa} > 1,4 \times 0,36 \times 0,46 \times 0,5 = 0,11 \text{ MPa}$$

$$= \frac{0,039 \times 6 \times 975,9 \times 10^6}{160 \times 2000^2} = 0,35 \text{ MPa} > 1,4 \times 0,36 \times 0,61 \times 0,5 = 0,15 \text{ MPa}$$

$$= \frac{0,039 \times 6 \times 1094,7 \times 10^6}{160 \times 2000^2} = 0,40 \text{ MPa} > 1,4 \times 0,36 \times 0,69 \times 0,5 = 0,17 \text{ MPa}$$

$$= \frac{0,039 \times 6 \times 1100,8 \times 10^6}{160 \times 2000^2} = 0,40 \text{ MPa} > 1,4 \times 0,36 \times 0,69 \times 0,5 = 0,17 \text{ MPa}$$

SEDIČNÍ ZKŘIVENÍ NOSNÍK MUSÍ BÝT ŘEŠENO

PŘEDOPRAVY NEBO VLOŽENÍ ZÁVITOVÝMI TYČEMI.

M2-8.8 DIN 976-1.

DELKA OBLASTI PATAHANÉ KOLMO K VÁLKŮM

$$L_k = \frac{4 \times r_{in} \times T \cdot \varphi}{360} = \frac{4 \times 36,35 \times \pi \times 10}{360} = 1,68 \text{ m}$$

ÚKRYT PŘEDPÍNUTÝCH NEBO VLEPOVANÝCH TIČÍ M12-8.8 \bar{a} 500

$$F_{t,pb} = k_2 \times F_{tB} \times A_s / f_{t12} = 0,9 \times 800 \times 84,3 / 125 = 48,55 \text{ kN}$$

SÍLA PŮSOBÍCÍ NA 1 SVORUČK:

$$F_{t,qop} = \sigma_{t,qop} \times b \times a_{sm} = 0,4 \times 0,16 \times 0,5 = 32 \text{ kN} < 48,55 \text{ kN}$$

NORMOVÁ PŘEDPÍNACÍ SÍLA:

$$F_p = 0,7 \times f_{yk} \times A_s = 0,7 \times 640 \times 84,3 = 37,76 \text{ kN}$$

ÚTAHOVACÍ MOMENT K DOSÁHNUTÍ NORMOVÉ PŘEDPÍNACÍ SÍLY:

$$M_a = 0,13 \times F_p \times d = 0,13 \times 37,76 \times 12 = 58,56 \text{ Nm}$$

ÚKRYT A POSOUŽENÍ VLEPOVANÝCH TIČÍ M12-8.8 \bar{a} 500

$$\begin{aligned} F_{t,qop} &= \frac{\sigma_{t,qop} \times b^2 \times a_1}{L_{ap} \times n_1} = \frac{0,28 \times 160^2 \times 500}{975 \times 1} = 3,67 \text{ kN} \\ &= \frac{0,35 \times 160^2 \times 500}{975 \times 1} = 4,59 \text{ kN} \\ &= \frac{0,40 \times 160^2 \times 500}{975 \times 1} = 5,25 \text{ kN} \\ n &= \frac{0,40 \times 160^2 \times 500}{975 \times 10} = 5,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\sigma_{t,qop} = \frac{2 \times F_{t,qop}}{\pi \times L_{ap} \times d_r} \leq \frac{k_{mod}}{f_{tk}} \cdot F_{tk,k}$$

$$= \frac{2 \times 3670}{\pi \times 975 \times 12} = 0,201 \text{ MPa} < 0,46 \times 4 = 1,84 \text{ MPa}$$

$$= \frac{2 \times 4590}{\pi \times 975 \times 12} = 0,25 \text{ MPa} < 0,61 \times 4 = 2,44 \text{ MPa}$$

$$= \frac{2 \times 5250}{\pi \times 975 \times 12} = 0,285 \text{ MPa} < 0,69 \times 4 = 2,76 \text{ MPa}$$

$$= \frac{2 \times 5250}{\pi \times 975 \times 12} = 0,285 \text{ MPa} < 0,69 \times 4 = 2,76 \text{ MPa}$$

VÝHODUJE

D) POSOUZENÍ ÚPĚTI V MÍSTĚ VLOŽENÍ: $b = 160 \text{ mm}$; $d = 350 \text{ mm}$

$$F_{c1d} = \frac{F_{c1d}}{\frac{F_{c1d}}{k_{c1d} \times F_{c1d}} \times \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{13,83}{\frac{13,83}{1,5 \times 1,15} \times \sin^2 10 + \cos^2 10} = 4,08 \text{ MPa}$$

$$= \frac{18,30}{\frac{18,30}{1,5 \times 1,525} \times \sin^2 10 + \cos^2 10} = 5,42 \text{ MPa}$$

$$= \frac{20,7}{\frac{20,7}{1,5 \times 1,725} \times \sin^2 10 + \cos^2 10} = 6,2 \text{ MPa}$$

$$= \frac{20,7}{\frac{20,7}{1,5 \times 1,725} \times \sin^2 10 + \cos^2 10} = 6,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c1d} = \frac{N_d}{b \times d} \leq F_{c1d}$$

$$= \frac{129,8}{160 \times 350} = 2,31 \text{ MPa} < 4,08 \text{ MPa}$$

$$= \frac{162,8}{160 \times 350} = 2,90 \text{ MPa} < 5,42 \text{ MPa}$$

$$= \frac{182,6}{160 \times 350} = 3,26 \text{ MPa} < 6,2 \text{ MPa}$$

$$= \frac{186,4}{160 \times 350} = 3,32 \text{ MPa} < 6,2 \text{ MPa}$$

VÝHODNĚ

E) PROVĚŘENÍ STABILITY OHTBANEHO VÁZNIKU:

$$\sigma_{\text{krit}} = \frac{\pi \cdot \sqrt{E_{0,05} \times I_z \times G_{0,05} \times I_t}}{0,9 \times L_{\text{eff}} \times W_y}$$

$$\sigma_{\text{krit}} = \frac{\pi \cdot \sqrt{13500 \times 682 \times 10^8 \times 650 \times 2173 \times 10^9}}{0,9 \times 22500 \times 1,066 \times 10^8} = 5,88 \text{ MPa}$$

$$I_z = \frac{1}{12} h b^3; I_t = \frac{1}{3} h b^3; W_y = \frac{1}{6} b h^2$$

$$\lambda_{\text{rel,m}} = \sqrt{\frac{F_{\text{m,ok}}}{\sigma_{\text{krit}}}} = \sqrt{\frac{30}{5,88}} = 2,25$$

$$k_{\text{krit}} = \frac{1}{\lambda_{\text{rel,m}}^2} = \frac{1}{2,25^2} = 0,197 \rightarrow k_{\text{krit}} = 10$$

TLACENÁ OBLAST JE ZABEZPEČENÁ PROTI STRÁTĚ STABILIT
VÝBOČNÍM - KROUCEMÍ, HORIZONTÁLNÍM A SVISLÝM ŽUVĚNÍM
A UOZVENÍM VÁZNIKU ZABRANOVÁNÍM KROUCEMÍ.

$$\sigma_{\text{m,0}} = \frac{6 \times H_0}{b \times h_0^2} \leq \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} \times F_{\text{m,ok}}$$

$$= \frac{6 \times 774,9 \times 10^6}{160 \times 2000^2} = 7,3 \text{ MPa} < 13,8 \text{ MPa}$$

$$\frac{6 \times 945,9 \times 10^6}{160 \times 2000^2} = 9,15 \text{ MPa} < 18,3 \text{ MPa}$$

$$\frac{6 \times 1094,9 \times 10^6}{160 \times 2000^2} = 10,26 \text{ MPa} < 20,7 \text{ MPa}$$

$$\frac{6 \times 1100,8 \times 10^6}{160 \times 2000^2} = 10,3 \text{ MPa} < 20,7 \text{ MPa}$$

YHOUSE

F) PROVEDĚNÍ KOMBINACE OHYBU A TIAKOVÉ SILY:

$$\lambda_z = \frac{l_{eff}}{\lambda_z} = \frac{5625}{0,289 \times 160} = 121,64$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \times \sqrt{\frac{F_{crit,k}}{E_{0,105}}} = 1,826$$

$$k_z = 0,5 \times (1 + \beta_c \times (\lambda_{rel,z} - 0,3)) + \lambda_{rel,z}^2$$

$$k_z = 0,5 \times (1 + 0,1 \times (1,826 - 0,3)) + 1,826^2 = 2,24$$

$$k_{eff} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,282$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,0D}}{k_{crit} \cdot \sigma_{m,0D}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0D}}{k_{eff} \times F_{c,0D}} \leq 1,0$$

$$\left(\frac{4,3}{1,0 \times 13,8} \right)^2 + \frac{10000 / 160 \times 2000}{0,282 \times 13,8} = 0,287 < 1,0$$

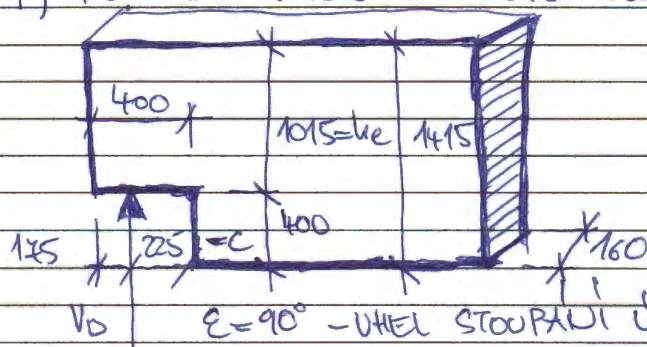
$$\left(\frac{9,15}{1,0 \times 13,8} \right)^2 + \frac{10000 / 160 \times 2000}{0,282 \times 13,8} = 0,447 < 1,0$$

$$\left(\frac{10,26}{1,0 \times 13,8} \right)^2 + \frac{10000 / 160 \times 2000}{0,282 \times 13,8} = 0,552 < 1,0$$

$$\left(\frac{10,3}{1,0 \times 13,8} \right)^2 + \frac{10000 / 160 \times 2000}{0,282 \times 13,8} = 0,555 < 1,0$$

VERHOUDIGE

F) POSOUŽENÍ VÁPŘEZU V HÍSTĚ ULOŽENÍ -



$\varepsilon = 90^\circ$ - ÚHEL STOUPAVÍ ÚSEKU

$k_u = 65$ - LEPENÉ LAMELOVÉ DŘEVO

$$\alpha = h_e/h = 1015/1415 = 0,717$$

$$k_g = 1,0$$

$$k_g = 1 + \frac{1,1}{\tan \varepsilon \cdot h \cdot \tan \varepsilon} = 1 + \frac{1,1}{\tan 90^\circ \cdot h \cdot \tan 90^\circ} = 1,0$$

$$k_{q0} = \frac{k_u}{\sqrt{h} \times (\sqrt{\alpha} \times (1 - \alpha) + 0,8 \times \frac{c}{h} \times \sqrt{1 - \alpha^2})}$$

$$k_{q0} = \frac{65}{\sqrt{1415} \times (\sqrt{0,717} \times (1 - 0,717) + 0,8 \times \frac{225}{1415} \times \sqrt{1 - 0,717^2})} = 0,303$$

$$k_u = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 0,303 \cdot 1 \end{array} \right\} = 0,303$$

$$\tau_{vD} = \frac{3}{2} \times \frac{V_D}{b \cdot h_e} = \frac{3}{2} \times \frac{129,8}{0,167 \times 160 \times 1015} = 1,18 \text{ MPa} > k_u \times f_{vD} = 0,48 \text{ MPa}$$

$$\frac{3}{2} \times \frac{162,8}{0,167 \times 160 \times 1015} = 2,24 \text{ MPa} > 0,643 \text{ MPa}$$

$$\frac{3}{2} \times \frac{182,6}{0,167 \times 160 \times 1015} = 2,51 \text{ MPa} > 0,72 \text{ MPa}$$

$$\frac{3}{2} \times \frac{186,4}{0,167 \times 160 \times 1015} = 2,56 \text{ MPa} > 0,72 \text{ MPa}$$

JE LUTNE ŽESLEKÍ

VLEPOVÁNOU TÍCI

$$\begin{aligned}
 F_{t,90,D} &= 13 \times 10 \times \left[3 \times (1-\alpha)^2 - 2 \times (1-\alpha)^3 \right] \\
 &= 13 \times 129,8 \times \left[3 \times (1-0,717)^2 - 2 \times (1-0,717)^3 \right] = 32,87 \text{ kN} \\
 &= 13 \times 162,8 \times \left[0,1948 \right] = 41,22 \text{ kN} \\
 &= 13 \times 184,6 \times \left[0,1948 \right] = 46,24 \text{ kN} \\
 &= 13 \times 186,4 \times \left[0,1948 \right] = 47,20 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

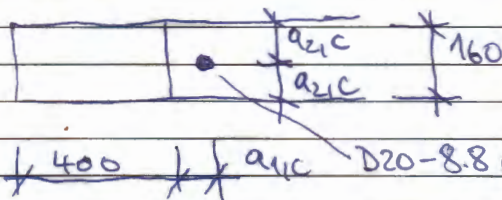
$$\begin{aligned}
 l_{ad} &= \min. \begin{cases} h - h_e = 1415 - 1015 = 400 \text{ mm} \\ l_s - (h - h_e) = 990 \text{ mm} \end{cases}
 \end{aligned}$$

$$l_{ad} = 990 \text{ mm}; 400 \text{ mm} = 400 \text{ mm}; D=20-8.8 \quad l_s = 1390 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{t,D} &= \frac{F_{t,90,D}}{n \cdot d_r \cdot l_{ad}} = \frac{32,87}{1 \times 10 \times 3,14 \times 400} = 1,30 \text{ MPa} < 1,495 \text{ MPa} = f_{k,D} \\
 &= \frac{41,22}{1 \times 10 \times 3,14 \times 400} = 1,64 \text{ MPa} < 1,98 \text{ MPa} \\
 &= \frac{46,24}{1 \times 10 \times 3,14 \times 400} = 1,84 \text{ MPa} < 2,24 \text{ MPa} \\
 &= \frac{47,20}{1 \times 10 \times 3,14 \times 400} = 1,87 \text{ MPa} < 2,24 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

WITHOUT

$$f_{k,y,k} = 3,25 \text{ MPa} \rightarrow l_{ad} = 400 \text{ mm} \rightarrow f_{k,D} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \times f_{k,y,k}$$



$$\begin{aligned}
 a_{1,c} &= \max \begin{cases} 7 \times d \times \sin \alpha = 0 \\ 3 \times d = 60 \text{ mm} \end{cases}
 \end{aligned}$$

$$400 \quad a_{1,c} \quad D20-8.8 \quad l_s = 1390$$

$$a_{2,c} = 3 \times d = 60 \text{ mm}$$

$$F_{t,D} = k_2 \times F_{t,D} \times A_c / \gamma_{M2} = 99 \times 800 \times 245 / 125 = 141,2 \text{ kN}$$

WITHOUT

НАЧЕР А ПОСЛУЖЕЊИ НАЈВЉЕГЕ ВАНУЉНО НА ПОЖАР. ОДОЈНОСТ
РАС МЕТОДОМ РЕДУКОВАНОГ ПРОРЕЗУ.

МАХИМ. ОМБ. МОМЕНТ ОД КОМБИНАЦИЈЕ: $G + P + S$

$$M_D = 1094,7 \text{ kNm}$$

$$\xi = \frac{Q_{km}}{G_k} = \frac{2,0}{3,65} = 0,55$$

$$\mu_{fi} = \frac{(1,0 + 4,11 \times \xi)}{(8,6 + 4,11 \times \xi)} = \frac{(1,0 + 0,2 \times 0,55)}{(1,35 + 1,5 \times 0,55)} = 0,51 < 0,65$$

$$M_{D,fi} = M_D \times \mu_{fi} = 1094,7 \times 0,51 = 558,3 \text{ kNm}$$

РЕДУКЦИЈА ПРОРЕЗУ: $P_D = 0,4 \text{ mm/min}$

$$t_{fireq} = 15 \text{ min}$$

$$d_0 = 7 \text{ mm}$$

$$k_0 = \frac{t_{fireq}}{20} = \frac{15}{20} = 0,75$$

$$d_{dwe} = P_D \times t_{fireq} = 0,4 \times 15 = 10,5 \text{ mm}$$

$$d_{ef} = d_{dwe} + k_0 \times d_0 = 10,5 + 0,75 \times 7 = 15,75 \text{ mm}$$

$$b_{fi} = b - 2 \cdot d_{ef} = 160 - 2 \times 15,75 = 128,5 \text{ mm}$$

$$h_{fi} = h - d_{ef} = 2000 - 15,75 = 1984,25 \text{ mm}$$

$$W_{fi} = \frac{b_{fi} \times h_{fi}^2}{6} = \frac{128,5 \times 1984,25^2}{6} = 8,432 \times 10^7 \text{ mm}^3$$

$$f_{m,fi} = k_{mod,fi} \times k_{fi} \times \frac{f_{m,ok}}{\gamma_{M,fi}} = 1,0 \times 1,15 \times \frac{30}{1,0} = 34,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,fi} \leq k_{crit} \times f_{m,fi}$$

$$\sigma_{m,Fi} = \frac{M_{Fi}}{W_{Fi}} = \frac{558,3 \times 10^6 \text{ Nmm}}{8,432 \times 10^8 \text{ mm}^3} = 6,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,Fi} = 6,62 \text{ MPa} < 1,0 \times 34,5 = 34,5 \text{ MPa}$$

VOŠLIK VŤHOVOSTE A POŽARÚ ODOLNOST R15.

Posouzení prostého nosníku ze dřeva na ohyb a průhyb

Vlastnosti materiálů:

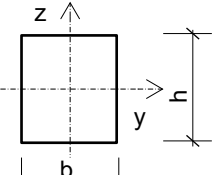
třída provozu - vnitřní prostředí		1	
třída trvání zatížení		Stálé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení		k_{mod}	0,6
dílní součinitel pro vlastnosti materiálu		γ_M	1,3
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		třída pevnosti	C24
ohyb		$f_{m,k}$	24 MPa
smyk		$f_{v,k}$	4 MPa
modul pružnosti		$E_{0,mean}$	11000 MPa
		$E_{0,05}$	7400 MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:		$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{m,d}$ 11,1 MPa
			$f_{v,d}$ 1,85 MPa

Zatížení	X	charakteristické X_k	γ_F	návrhové X_d	
rovnoměrné stálé	G	3,6	1,35	4,86	kN/m
rovnoměrné proměnné	Q	1,0	1,5	1,50	kN/m
zatížení celkem (G + Q)		4,6		6,4	kN/m

Vnitřní síly:

		rozpětí nosníku	L	2,0	m
maximální ohybový moment		$M_{E,d} = 1/8 * (g_d + q_d) * L^2$	3,2	kNm	
maximální posouvající síla		$V_{E,d} = 1/2 * (g_d + q_d) * L$	6,4	kN	

Průřez:

		šířka	b	120	mm
		výška	h	160	mm
průřezový modul		$W_y = 1/6 * b * h^2$	512000	mm ³	
moment setrvačnosti		$I_y = 1/12 * b * h^3$	40960000	mm ⁴	

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_{E,d} / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	0,74	Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr}	0,67	-
0,74		$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	1,85	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!				

Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné a torzní stabilitě):

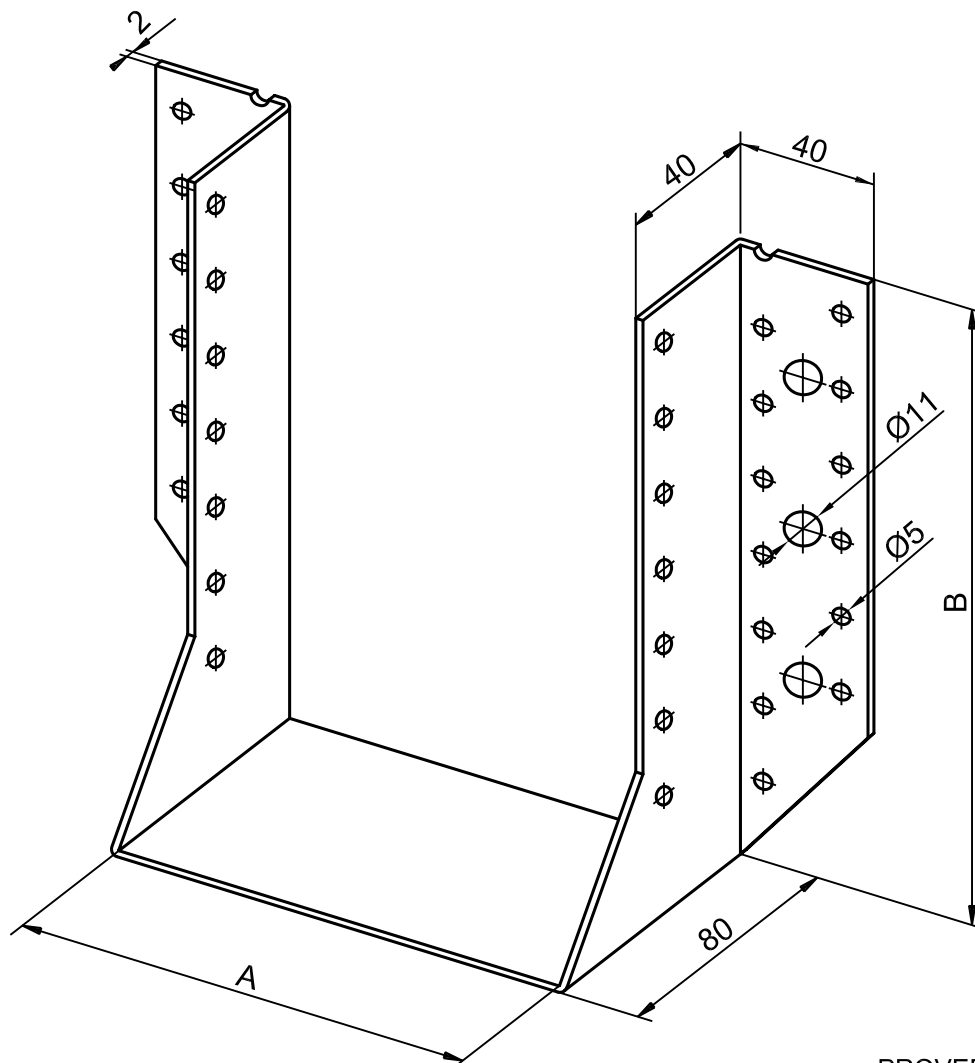
zajištěna příčná a torzní stabilita v délce		L_{ef}	1,00	m
normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$	6,21	MPa
kritické napětí za ohybu (obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	546,82	MPa
poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}}$	$\lambda_{rel,m}$	0,21	-
		nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	$k_{crit} = \begin{cases} 1 & (\lambda_{rel,m} \leq 0,75) \\ 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m} & (0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4) \\ 1/\lambda_{rel,m}^2 & (1,4 < \lambda_{rel,m}) \end{cases}$	k_{crit}	1,00	-
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	11,08	MPa
6,21		$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$	11,08	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!				

Posouzení na průhyb:

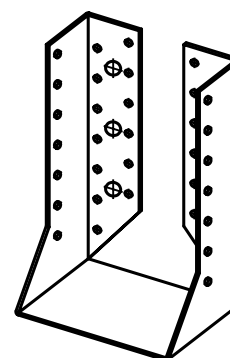
součinitel zvětšení deformace v čase (dotvarování a vlhkost)		$k_{1,def}$	0,6	-
		$k_{2,def}$	0	-
kategorie proměnného dominantního zatížení		kategorie A - obytné plochy		
součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení		$\psi_{2,1}$	0,3	-
průhyb od stálého zatížení		$w_{inst,1} = 5 \cdot g_k \cdot L^4 / (384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_y)$	1,66	mm
průhyb od proměnného zatížení		$w_{inst,2} = 5 \cdot q_k \cdot L^4 / (384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_y)$	0,46	mm
		2,13	$w_{inst} \leq l/300$	6,67 VYHOVUJE
konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení		$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	3,13	mm
		3,1	$w_{net,fin} \leq l/250$	8,0 VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na průhyb!				

Použité normy:	
ČSN EN 1995-1-1	Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí
ČSN 73 1702	Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných stavebních konstrukcí - Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Poznámky:
Za využití tohoto výpočetního nástroje je plně odpovědná osoba, která vystavila tento dokument.
Bez podpisu odpovědné osoby je protokol neplatný !



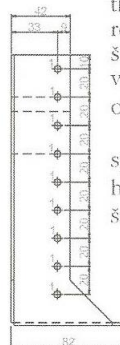
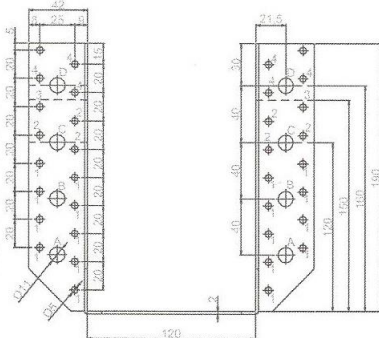
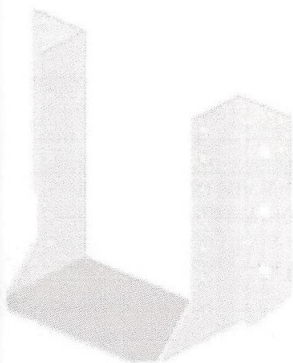
PROVEDENÍ VNITŘNÍ



Materiál: ocelový plech žárově zinkovaný S280GD+Z275

Rozměry: šířka A = 120 mm
výška B = 120, 140, 160, 200, 240 mm

Příklad objednání: třmen BV/T 11-29/B



tloušťka plechu 2,0 mm
rozměrová řada:
šíře 120 mm
výška 120, 150, 160, 190 mm
otvory 1,2,3,4 : ϕ 5,0 mm
A, B : ϕ 11,0 mm
spojovací prostředky:
hřebík BV/KH ϕ 4,0 mm
šroub ϕ 10,0 mm

ÚNOSNOSTI TŘMENU (ocel)

1) Stanovení únosnosti plechů oslabené otvory $b_{os} = 29$ mm

$$F_{is} = 0,243 \cdot (2 \cdot 29) \cdot 2 = 28,118 \text{ kN}$$

ÚNOSNOSTI - HŘEBÍKY ($\phi 4,0 \times 60$ mm, $\phi 4,0 \times 70$ mm)

2) Stanovení únosnosti hřebíků podle počtu F_{HR}

obsazené pozice	výška B mm	počet HŘ ks	F_{HR} kN
1	120	4	2,84
		6	4,26
		8	5,68
		10	7,10
		12	8,52
		14	9,94
		16	11,36
		18	12,78
1,2	150	20	14,2
		22	15,62
		24	17,04
1,2,3	160	26	18,46
1,2,3,4	190	28	19,88
		30	21,30
		32	22,72

Z vyobrazení třmenu je patrná možnost obsazení jednotlivých pozic. Z počtu hřebíků v jednotlivých pozicích dostáváme hřebíkovou únosnost F_{HR} .

V tomto případě je vždy rozhodující stříhová únosnost hřebíků.

ÚNOSNOSTI - ŠROUBY $\phi 10,0/5D$ (DO OCELOVÉHO NOSNÍKU)

3) Stanovení únosnosti šroubů pro připojení do ocelových nosníků

$F_o = 6,720$ kN .. únosnost v otlacení (!)

$F_s = 9,346$ kN .. únosnost ve stříhu

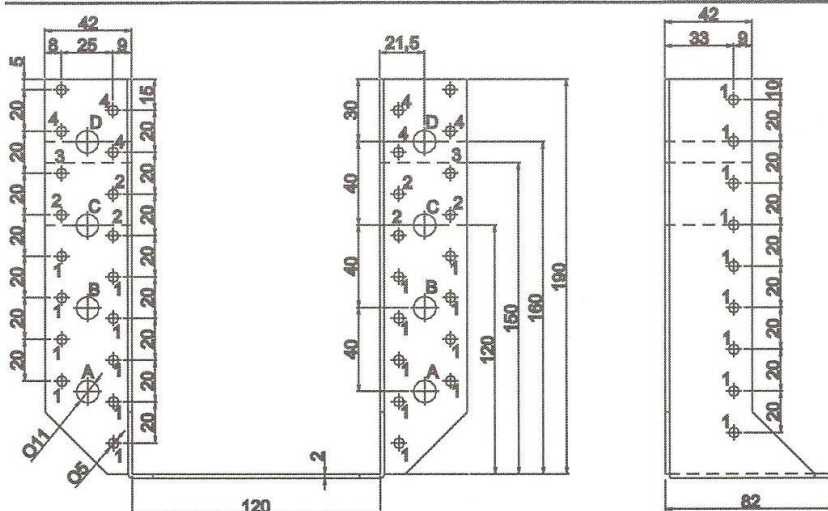
obsazené pozice	výška B mm	počet ŠŘ ks	F_{SR} kN
A	120	2	13,44
		4	26,88
A, B, C	150	6	28,118
	160	6	28,118
A, B, C, D	190	8	28,118

Z vyobrazení třmenu je patrná možnost obsazení jednotlivých pozic. Z počtu šroubů v jednotlivých pozicích dostáváme šroubovou únosnost F_{SR} .

!!! ROZHODUJE $F_{is}=28,118$ kN !!!

!!! ROZHODUJE $F_{is}=28,118$ kN !!!

!!! ROZHODUJE $F_{is}=28,118$ kN !!!



tloušťka plechu 2,0 mm
rozměrová řada:
šíře 120 mm
výška 120, 150, 160, 190 mm
otvory 1,2,3,4 : ϕ 5,0 mm
A, B : ϕ 11,0 mm
spojovací prostředky:
hřebík BV/KH ϕ 4,0 mm
šroub ϕ 10,0 mm

ÚNOSNOSTI - SVORNÍK (DO DŘEVĚNÉHO PROFILU)

1) Stanovení únosnosti plechů oslabené otvory $b_{osl} = 29$ mm

$$F_{us} = 0,243 \cdot (2 \cdot 29) \cdot 2 = 28,118 \text{ kN}$$

2) Stanovení únosnosti svorníků podle počtu F_{sv}

podle ČSN 73 1701 platí: $5 \cdot t_i \cdot d \cdot k$, resp. $22 \cdot d^2 \cdot \text{SQR} (k)$

kde jest:

t .. tloušťka dřevěného profilu

d .. průměr svorníku (v našem případě 10mm)

k .. součinitel odklonu síly od směru vláken (pro 90° $k = 0,75$)

Aplikováno na náš případ tedy: $5 \cdot t_i \cdot 10 \cdot 0,75 = 37,50 \cdot t_i$

$$\text{resp. } 22 \cdot 10^2 \cdot 0,86 = 1892 \text{ N}$$

hodnoty pro pevnost svorníku ve třmenu jsou:

$$F_s = 9,346 \text{ kN} \text{ .. únosnost ve střihu}$$

$$F_o = 6,720 \text{ kN} \text{ .. únosnost v otláčení}$$

větší, **rozhoduje tedy otláčení svorníku ve dřevěném prvku**

pro dřevěný prvek tloušťky 50 mm platí: (rozhoduje první vztah)

obsazené pozice	výška B mm	počet SV ks	F_{sv} kN
A	120	2 4	3,75 7,50
A, B, C	150 160	6 6	11,25 11,25
A, B, C, D	190	8	15,00

Z vyobrazení třmenu je patrná možnost obsazení jednotlivých pozic. Z počtu svorníků v jednotlivých pozicích dostáváme svorníkovou únosnost F_{sv} .

pro dřevěné prvky šíře 60mm a více platí: (rozhoduje druhý vztah)

obsazené pozice	výška B mm	počet SV ks	F_{sv} kN
A	120	2 4	3,784 7,568
A, B, C	150 160	6 6	11,352 11,352
A, B, C, D	190	8	15,136