

PŘÍLOHA 10.3

POSOUZENÍ DŘEVĚNÉHO TRÁMU
ZÁKLADNÍ PARAMETRY

$$k_{def} := 0,6 \quad f_{m,k} := 24 \text{ MPa} \quad f_{c,0,k} := 21 \text{ MPa}$$

$$k_{mod} := 0,8 \quad f_{v,k} := 4 \text{ MPa} \quad f_{t,0,k} := 14 \text{ MPa}$$

$$Y_M := 1,3 \quad E_{0,mean} := 11000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_{cr} := 0,67$$

$$\psi_2 := 0,3 \quad E_{0,05} := 7400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{m,d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{Y_M} = 14,7692 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{Y_M} = 12,9231 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{Y_M} = 2,4615 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{t,0,k}}{Y_M} = 8,6154 \text{ MPa}$$

$$\sigma_k := 3,291 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \sigma_d := 4,443 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad f_k := 4,578 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_k := 1,29 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad q_d := 1,93 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad f_d := 6,373 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$L := 4755 \text{ mm} \quad \text{délka prvku}$$

$$l := 215 \text{ mm} \quad \text{uložení}$$

$$\text{ROZMĚRY TRÁMU:} \quad b := 180 \text{ mm} \quad h := 195 \text{ mm}$$

MSÚ

$$W_y := \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = 1,1408 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$I_y := \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = 1,1122 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$W_z := \frac{1}{6} \cdot h \cdot b^2 = 1,053 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$S := \frac{1}{8} \cdot b \cdot h^2 = 8,5556 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$\text{Průřezový modul} \\ A := b \cdot h = 35100 \text{ mm}^2$$

Ohybový moment

$$M_{Ed} := \frac{1}{8} \cdot (f_d) \cdot (L)^2 = 18,0117 \text{ kN m}$$

Normálové napětí za ohybu

$$\sigma_{m,d} := \frac{M_{Ed}}{W_y} = 15,7894 \text{ MPa}$$

Poměrná štíhlost

$$l_{ef} := 0,9 \cdot l + 2 \cdot h = 0,5835 \text{ m}$$

$$\sigma_{m,crit} := \frac{0,78 \cdot b^2 \cdot E_{0,05}}{h \cdot l_{ef}} = 1643,599 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,m} := \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = 0,1208$$

$$\lambda_{rel,m} < 0,75 = 1 \implies k_{crit} := 1$$

Redukovaná návrhová pevnost

$$f_{m,d} \cdot k_{crit} = 14,7692 \text{ MPa}$$

Posouzení

$$\sigma_{m,d} < k_{crit} \cdot f_{m,d} = 0 \implies \text{NEVYHOVUJE}$$

Posouvající síla

$$k_{cr} := 0,67$$

součinitel trhlin

$$V_{yd} := \frac{1}{2} \cdot (f_d) \cdot L = 15,1518 \text{ kN}$$

Maximální smykové napětí za ohybu

$$\tau_{v,d} := \frac{3 \cdot V_{yd}}{2 \cdot A} = 0,6475 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,d} := \frac{3 \cdot V_{yd}}{2 \cdot h \cdot b \cdot k_{cr}} = 0,9664 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 2,4615 \text{ MPa} \quad \tau_{v,d} \leq f_{v,d} = 1 \implies \text{vyhovuje}$$

MSP

$$w_{ref} := \frac{5}{384} \cdot \frac{f_k \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot I_y} = 24,9074 \text{ mm}$$

$$g_k = 3,291 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$u_{inst,G} := 3,291 \cdot w_{ref} = 81,9703 \text{ mm}$$

$$q_k = 1,29 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$u_{inst,Q} := 1,29 \cdot w_{ref} = 32,1306 \text{ mm}$$

$$u_{fin,G} := u_{inst,G} \cdot (1 + k_{def}) = 0,1312 \text{ m}$$

$$u_{fin,Q} := u_{inst,Q} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def}) = 0,0379 \text{ m}$$

$$u_{fin} := u_{fin,G} + u_{fin,Q} = 0,1691 \text{ m}$$

$$w_{fin} := \frac{L}{250} = 0,019 \text{ m}$$

$$u_{fin} \leq w_{fin} = 0 \implies \text{NEVYHOVUJE}$$

NÁVRH NOVÉHO DŘEVĚNÉHO PRVKU - KUCHYŇ

$$g_k := 3,349 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad q_k := 1,29 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_d := 4,522 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad q_d := 1,93 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad f_d := 6,451 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$L := 4755 \text{ mm}$$

STEJNÉ VLASTNOSTI JAKO PŮVODNÍ PRVEK

$$l := 215 \text{ mm}$$

$$\text{ROZMĚRY TRÁMU:} \quad b := 200 \text{ mm} \quad h := 240 \text{ mm}$$

MSÚ

$$W_y := \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = 1,92 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$I_y := \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = 2,304 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$W_z := \frac{1}{6} \cdot h \cdot b^2 = 1,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$S := \frac{1}{8} \cdot b \cdot h^2 = 1,44 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

Průřezový modul

$$A := b \cdot h = 48000 \text{ mm}^2$$

Ohybový moment

$$M_{Ed} := \frac{1}{8} \cdot (f_d) \cdot (L)^2 = 18,2322 \text{ kN m}$$

Normálové napětí za ohybu

$$\sigma_{m,d} := \frac{M_{Ed}}{W_y} = 9,4959 \text{ MPa}$$

Poměrná štíhlost

$$l_{ef} := 0,9 \cdot l + 2 \cdot h = 0,6735 \text{ m}$$

$$\sigma_{m,crit} := \frac{0,78 \cdot b^2 \cdot E_{0,05}}{h \cdot l_{ef}} = 1428,3593 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,m} := \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = 0,1296$$

$$\lambda_{rel,m} < 0,75 = 1 \quad \implies \quad k_{crit} := 1$$

Redukovaná návrhová pevnost

$$f_{m,d} \cdot k_{crit} = 14,7692 \text{ MPa}$$

Posouzení

$$\sigma_{m,d} < k_{crit} \cdot f_{m,d} = 1 \quad \implies \text{VYHOVUJE}$$

Posouvající síla

$$k_{cr} := 0,67 \quad V_{yd} := \frac{1}{2} \cdot (f_d) \cdot L = 15,3373 \text{ kN}$$

součinitel trhlin

Maximální smykové napětí za ohybu

$$\tau_{v,d} := \frac{3 \cdot V_{yd}}{2 \cdot A} = 0,4793 \text{ MPa}$$

$$L = 4,755 \text{ m}$$

$$f_{v,d} = 2,4615 \text{ MPa} \quad \tau_{v,d} := \frac{3 \cdot V_{yd}}{2 \cdot h \cdot b \cdot k_{cr}} = 0,7154 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d} = 1 \quad \implies \text{VYHOVUJE}$$

MSP

podíl z ohybu

$$g_{ref} := 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$w_{ref} := \frac{5}{384} \cdot \frac{g_{ref} \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot I_y} = 2,6264 \text{ mm}$$

$$g_k = 3,349 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$u_{inst,G} := 3,349 \cdot w_{ref} = 0,0088 \text{ m}$$

$$g_k = 1,29 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$u_{inst,Q} := 1,29 \cdot w_{ref} = 0,0034 \text{ m}$$

$$w_{inst,Q} := \frac{L}{300} = 0,0158 \text{ m}$$

$$u_{inst,Q} \leq w_{inst,Q} = 1 \quad \implies \text{VYHOVUJE}$$

$$\psi_2 = 0,3$$

$$u_{fin,G} := u_{inst,G} \cdot (1 + k_{def}) = 14,0735 \text{ mm}$$

$$u_{fin,Q} := u_{inst,Q} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def}) = 3,998 \text{ mm}$$

$$u_{fin} := u_{fin,G} + u_{fin,Q} = 18,0714 \text{ mm}$$

$$L = 4,755 \text{ m}$$

$$w_{fin} := \frac{L}{250} = 19,02 \text{ mm}$$

$$u_{fin} \leq w_{fin} = 1 \quad \implies \text{VYHOVUJE}$$

PRVEK VYHOVUJE JAK MSÚ TAK MSP

NAVRHUJI TRÁM Z ROSTLÉHO DŘEVA C24 200X240mm

NAVHRH NOVÉHO DŘEVĚNÉHO PRVKU - KUCHYŇ ZÚŽENÍ

$$g_k := 3,349 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_k := 1,29 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_d := 4,522 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_d := 1,93 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad f_d := 6,451 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$L := 1250 \text{ mm}$$

STEJNÉ VLASTNOSTI JAKO PŮVODNÍ PRVEK

$$l := 215 \text{ mm}$$

$$\text{ROZMĚRY TRÁMU:} \quad b := 170 \text{ mm} \quad h := 130 \text{ mm}$$

MSÚ

$$W_y := \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = 4,7883 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$I_y := \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = 3,1124 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$W_z := \frac{1}{6} \cdot h \cdot b^2 = 6,2617 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$S := \frac{1}{8} \cdot b \cdot h^2 = 3,5913 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

Průřezový modul

$$A := b \cdot h = 22100 \text{ mm}^2$$

Ohybový moment

$$M_{Ed} := \frac{1}{8} \cdot (f_d) \cdot (L)^2 = 1,26 \text{ kN m}$$

Normálové napětí za ohybu

$$\sigma_{m,d} := \frac{M_{Ed}}{W_y} = 2,6313 \text{ MPa}$$

Poměrná štíhlost

$$l_{ef} := 0,9 \cdot l + 2 \cdot h = 0,4535 \text{ m}$$

$$\sigma_{m,crit} := \frac{0,78 \cdot b^2 \cdot E_{0,05}}{h \cdot l_{ef}} = 2829,4598 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,m} := \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = 0,0921$$

$$\lambda_{rel,m} < 0,75 = 1 \implies k_{crit} := 1$$

Redukovaná návrhová pevnost

$$f_{m,d} \cdot k_{crit} = 14,7692 \text{ MPa}$$

Posouzení

$$\sigma_{m,d} < k_{crit} \cdot f_{m,d} = 1 \implies \text{VYHOVUJE}$$

Posouvající síla

$$k_{cr} := 0,67$$

$$V_{yd} := \frac{1}{2} \cdot (f_d) \cdot L = 4,0319 \text{ kN}$$

součinitel trhlin

Maximální smykové napětí za ohybu

$$\tau_{v,d} := \frac{3 \cdot V_{yd}}{2 \cdot A} = 0,2737 \text{ MPa}$$

$$L = 1,25 \text{ m}$$

$$f_{v,d} = 2,4615 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,d} := \frac{3 \cdot V_{yd}}{2 \cdot h \cdot b \cdot k_{cr}} = 0,4084 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d} = 1 \implies \text{VYHOVUJE}$$

MSP

podíl z ohybu

$$g_{ref} := 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_k = 3,349 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$w_{ref} := \frac{5}{384} \cdot \frac{g_{ref} \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot I_y} = 0,0929 \text{ mm}$$

$$q_k = 1,29 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$u_{inst,G} := 3,349 \cdot w_{ref} = 0,0003 \text{ m}$$

$$u_{inst,Q} := 1,29 \cdot w_{ref} = 0,0001 \text{ m}$$

$$w_{inst,Q} := \frac{L}{300} = 0,0042 \text{ m}$$

$$u_{inst,Q} \leq w_{inst,Q} = 1 \implies \text{VYHOVUJE}$$

$$\psi_2 = 0,3$$

$$u_{fin,G} := u_{inst,G} \cdot (1 + k_{def}) = 0,4975 \text{ mm}$$

$$u_{fin,Q} := u_{inst,Q} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def}) = 0,1413 \text{ mm}$$

$$u_{fin} := u_{fin,G} + u_{fin,Q} = 0,6389 \text{ mm}$$

$$L = 1,25 \text{ m}$$

$$w_{fin} := \frac{L}{250} = 5 \text{ mm}$$

$$u_{fin} \leq w_{fin} = 1 \implies \text{VYHOVUJE}$$

PRVEK VYHOVUJE JAK MSÚ TAK MSP

NAVRHUJI TRÁM Z ROSTLÉHO DŘEVA C24 170X130mm

POSOUZENÍ OCELOVÉHO NOSNÍKU

$$L := 5,73 \text{ m}$$

$$L_1 := \frac{L}{2} = 2,865 \text{ m}$$

$$f_d := 5,51 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad f_k := 3,95 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_k := 2,81 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{Ed} := \frac{1}{8} \cdot f_d \cdot L^2 = 22,6137 \text{ kN m}$$

$$V_{Ed,z} := \frac{1}{2} \cdot f_d \cdot L = 15,7862 \text{ kN}$$

VOLÍM HE140B

$$Y_{M0} := 1$$

$$Y_{M1} := 1,1$$

$$Y_{M2} := 1,25$$

$$f_y := 235 \text{ MPa} \quad E := 210 \text{ GPa} \quad G := 80 \text{ GPa}$$

$$k_z := 1 \quad I_y := 1509 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 \quad h := 140 \text{ mm}$$

$$k_w := 1 \quad I_w := 22480 \cdot 10^6 \text{ mm}^6 \quad b := 140 \text{ mm}$$

$$C_{1,0} := 1,77 \quad I_t := 20,06 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 \quad d := 92 \text{ mm}$$

$$C_{1,1} := 1,85 \quad I_z := 549,7 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 \quad t_w := 7 \text{ mm}$$

$$W_y := 215,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad W_{pl,y} := 245,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad W_{pl,z} := 119,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_z := 78,52 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad A_{vz} := 1308 \text{ mm}^2 \quad t_f := 12 \text{ mm}$$

POSOUZENÍ MSÚ

$$\kappa_{wt} := \frac{\pi}{k_w \cdot L_1} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = 0,5947$$

$$C_1 := C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot \kappa_{wt} = 1,8176$$

$$\mu_{cr} := \frac{C_1}{k_z} \cdot \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2} = 2,1147$$

$$M_{cr} := \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L_1} = 315,6196 \text{ kN m}$$

křivka a

$$\alpha_{LT} := 0,21$$

$$\lambda_{LT} := \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = 0,4275$$

$$\Phi_{LT} := 0,5 \cdot \left(1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2 \right) = 0,6152$$

$$\chi_{LT} := \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 0,9454$$

MOMENTOVÁ ÚNOSNOST

$$M_{rd} := f_y \cdot W_{pl,y} = 57,669 \text{ kN m}$$

$$M_{c,rd} := M_{rd} \cdot \chi_{LT} = 54,521 \text{ kN m} \quad M_{c,rd} > M_{Ed} = 1 \implies \text{VYHOVUJE}$$

$$\sigma := \frac{M_{Ed}}{W_{pl,y}} = 92,1502 \text{ MPa}$$

$$\sigma < f_y = 1 \quad \implies \text{VYHOVUJE}$$

SMYKOVÁ ÚNOSNOST

$$V_{pl,Rd} := A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot Y_{M0}} = 177,4659 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,z} < V_{pl,Rd} = 1 \quad \implies \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{V_{Ed,z}}{V_{pl,Rd}} = 8,8953 \% \quad \frac{V_{Ed,z}}{V_{pl,Rd}} < 50 \% = 1 \quad \implies \text{malý smyk}$$

POSOUZENÍ MSP

PRŮHYB

$$w_{lim} := \frac{L}{250} = 0,0229 \text{ m}$$

$$w_m := \frac{5}{384} \cdot \frac{f_k \cdot (L^4)}{E \cdot I_y} = 0,0175 \text{ m}$$

$$w_m < w_{lim} = 1 \quad \implies \text{VYHOVUJE}$$

PRVEK VYHOVUJE JAK MSÚ TAK MSP

NAVRHUJI OCELOVÝ NOSNÍK HE140B

POSOUZENÍ ŽB PŘEKLADU

NAVRHUJI ŽB PŘEKLAD 210X150mm

BETON: C16/20 - XC2 - CL 0,2 - Dmax 16 - S3

$$\gamma_G := 1,35$$

$$f_{ck} := 16 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} := 24 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} := 1,9 \text{ MPa}$$

$$\gamma_Q := 1,5$$

$$f_{cd} := \frac{f_{ck}}{1,5} = 10,6667 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} := 27,5 \text{ GPa}$$

$$f_{ctk0,05} := 1,3 \text{ MPa}$$

OCEL: B500B $f_{yk} := 500 \text{ MPa}$

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1,15} = 434,7826 \text{ MPa}$$

$$\rho_{\text{žB}} := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$c_{nom} := 25 \text{ mm}$$

NÁVRH ŽB PRŮVLAKU

$$L_{p1} := 0,93 \text{ m}$$

$$h_{p1,návrh1} := \frac{1}{12} \cdot L_{p1} = 0,0775 \text{ m} \quad h_{p1,návrh2} := \frac{1}{10} \cdot L_{p1} = 0,093 \text{ m}$$

$$h_{p1} := 0,210 \text{ m}$$

$$b_{p1,návrh1} := \frac{1}{3} \cdot h_{p1} = 0,07 \text{ m} \quad b_{p1,návrh2} := \frac{1}{2} \cdot h_{p1} = 0,105 \text{ m}$$

$$b_{p1} := 0,150 \text{ m}$$

$$d_{hnv} := 6 \text{ mm} \quad \cot(\theta) := 1,5 \quad g := 8,1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$d_{p1} := h_{p1} - c_{nom} - \frac{d_{hnv}}{2} = 182 \text{ mm}$$

$$z_1 := 0,9 \cdot d_{p1} = 0,1638 \text{ m}$$

$$V_{Ed,1} := \frac{1}{2} \cdot g \cdot L_{p1} = 3,7665 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} := 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250 \text{ MPa}}\right) \cdot f_{cd} \cdot b_{p1} \cdot z_1 \cdot \left(\frac{\cot(\theta)}{1 + \cot(\theta)^2}\right) = 67,9311 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,1} := \frac{1}{8} \cdot g \cdot L_{p1}^2 = 0,8757 \text{ kN m}$$

$$\mu_{p1} := \frac{M_{Ed,1}}{b_{p1} \cdot d_{p1}^2 \cdot f_{cd}} = 0,0165 \quad \xi_{p1} := \frac{(0,8 - \sqrt{0,64 - 1,28 \cdot \mu_{p1}})}{0,64} = 0,0208 \quad \zeta := \frac{\mu_{p1}}{0,8 \cdot \xi_{p1}} = 0,9917$$

$$A_{s,req,p1} := \frac{M_{Ed,1}}{\zeta \cdot d_{p1} \cdot f_{yd}} = 11,1597 \text{ mm}^2$$

$$A_{p1} := \frac{\pi \cdot d_{hnv}^2}{4} = 28,2743 \text{ mm}^2$$

$$n_{p,1} := \frac{A_{s,req,p1}}{A_{p1}} = 0,3947$$

$$n_{p,1} := 2 \quad \implies \text{ručně}$$

$$A_{s,prov,p1} := n_{p,1} \cdot A_{p1} = 56,5487 \text{ mm}^2$$

$$x_{p1} := \frac{A_{s,prov,p1} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b_{p1} \cdot f_{cd}} = 0,0192 \text{ m}$$

$$z_{p1} := d_{p1} - 0,4 \cdot x_{p1} = 0,1743 \text{ m}$$

$$M_{Rd,p1} := A_{s,prov,p1} \cdot f_{yd} \cdot z_{p1} = 4,2858 \text{ kN m}$$

$$M_{Ed,1} < M_{Rd,p1} = 1 \quad \implies \text{VYHOVUJE}$$

NAVRHUJI ŽB PRŮVLAK: 210X150mm s výztuží 2x ϕ 6mm $A_{s,prov,p1} = 56,5487 \text{ mm}^2$