

STATICKÝ VÝPOČET

Objekt: ***Nosný obvodový panel montovaného RD***

Investor: **Houseblock s.r.o.
Prostřední Bečva 519
756 56**

Vypracoval: **prof. Ing. Antonín Lokaj, Ph.D.**



Stránky: **1 ÷ 8**

03/2022

ÚVODNÍ POZNÁMKY

VŠEOBECNĚ

Statický výpočet nosného panelu obvodové stěny montovaného rodinného domu je proveden podle platných norem v ČR (mj.):

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. ČNI, 2004

ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. ČNI, 2006

NOSNÝ PANEL OBVODOVÉ STĚNY

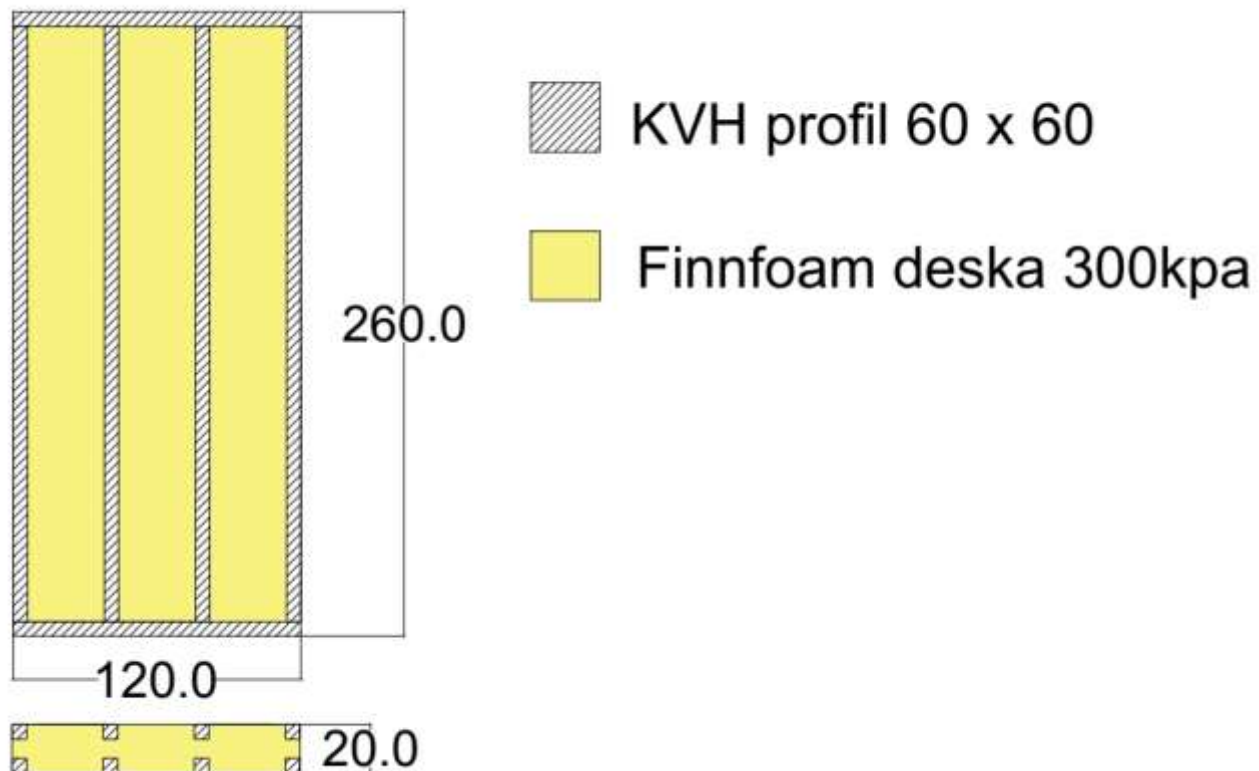
Stěny jsou navrženy v panelovém provedení s nosnou kostrou z dřevěných sloupků.

Stěnové obvodové nosné panely se skládají z nosného zdvojeného dřevěného rámu z RD S10 (dle ČSN 73 2824-1) opláštěného sádrovláknitými deskami tloušťky 12,5 mm (oboustranně). Tepelno izolaci tvoří vrstva polyuretanu mezi sloupky. Horní vodorovný nosník stěny má zdvojený čtvercový průřez o rozměrech 60/60 mm, dolní vodorovný nosník (prahový) má rovněž zdvojený čtvercový průřez o rozměrech 60/60 mm. Maximální vzdálenost sloupků je 400 mm. Opláštění je připevněno k dřevěnému rámu pomocí ocelových sponek $\varnothing$ 1,5 mm - 45 mm ve vzdálenostech 75 mm (max.).

MATERIÁLY

- Dřevo:** RD: S10 (ČSN 73 2824-1) = C24 (KVH)
Dřevěné materiály v kontaktu s venkovním prostředím a zvýšenou vlhkostí nutno impregnovat proti plísním, dřevokazným houbám a hmyzu.
- Desky:** FERMACEL
- Spojovací prostředky:** sponky $\varnothing$ 1,5 mm délky 45 mm

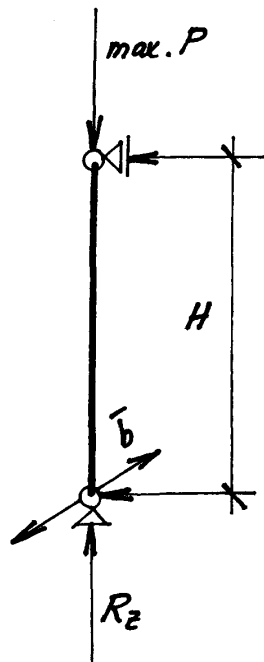
Schéma panelu:





Vertikální únosnost stěnových panelů

A) Schema:



B) Zatížení:

$$\gamma_Q = 1,5$$

$$\max H = 2,6 \text{ m}$$

$$b = \max. 0,4 \text{ m}$$

C) Průřez:

60/60 mm (RD S10)

$$A = 0,0036 \text{ m}^2$$

$$J_y = 1,08 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$w_y = 3,6 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$i_y = 0,0173 \text{ m}$$

$$f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{v,k} = 4,0 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{c,90,k} = 2,5 \text{ MPa}$$

$$E_{0,\text{mean}} = 11000 \text{ MPa}, E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}, G_{\text{mean}} = 690 \text{ MPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

$$k_{\text{mod}} = 0,9; \gamma_M = 1,3$$

$$f_{m,d} = f_{m,k} \times k_{\text{mod}} / \gamma_M = 24 \times 0,9 / 1,3 = 16,22 \text{ MPa}; f_{v,d} = 0,67 \times 2,77 = 1,85 \text{ MPa}, f_{c,0,d} = 14,54 \text{ MPa}, f_{c,90,d} = 1,73 \text{ MPa}$$

D) Únosnost jednoho sloupku:**Poznámky:**

Opláštění stěnového panelu (FERMACELL tl. 12,5 mm - oboustranně) zabraňuje vybočení sloupku ve směru osy **y** (v rovině stěny).

Opláštění je k dřevěné kostře připevněno sponkami Ø1,5/45 mm po 75 mm.

Pro únosnost s vlivem vzpěru je rozhodující vybočení ve směru osy **z** (kolmo k rovině stěny):

$$\lambda_y = 2,6/0,0173 = 150,29$$

$$\sigma_{c,crit,y} = (\pi^2 \times E_{0,05}) / \lambda_y^2 = (\pi^2 \times 7400) / 150,29^2 = 3,22 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = (f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y})^{0,5} = 2,554$$

$$k_y = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 3,987$$

$$k_{cy} = 1 / (k_y + (\lambda_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)^{0,5}) = 0,115$$

Max. únosnost sloupku v tlaku s vlivem vzpěru:

$$\max P_d = k_{cy} \times f_{c,0,d} \times A = 0,115 \times 14,54 \times 0,0036 = 0,006 \text{ MN} = 6 \text{ kN}$$

Panel o délce 1,2 m obsahuje 8 sloupků 60/60 mm:

$$\max P_d = 8 \times 6 = 48 \text{ kN}$$

Poznámka: únosnost sloupku je omezena únosností navazujících konstrukčních prvků (prahovka, věncovka) v tlaku kolmo k vláknům:

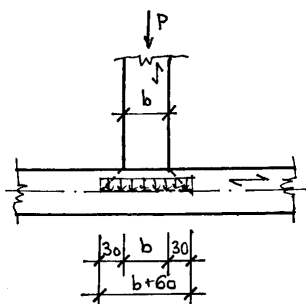
Max. únosnost sloupku v tlaku kolmo k vláknům:

$$\sigma_{c,90,d} = k_{c,90} \times f_{c,90,d} = 1,25 \times 1,73 = 2,16 \text{ MPa}$$

$$k_{c,90} = 1,25$$

$$\max P_d = \sigma_{c,0,d} \times A = 2,16 \times 0,0036 = 0,00778 \text{ MN} = 7,78 \text{ kN}$$

Max. krátkodobé zatížení sloupku nosné stěny (60/60 mm) – samostatně stojící:



$$\max P_d = \sigma_{c,0,d} \times A_{ef} = 2,16 \times 0,06 \times (0,06 + 2 \times 0,03) = 0,01555 \text{ MN} = 15,55 \text{ kN}$$

Max. krátkodobé zatížení sloupku nosné stěny (60/60 mm) – stojící na okraji panelu:

$$\max P_d = \sigma_{c,0,d} \times A_{ef} = 2,16 \times 0,06 \times (0,06 + 0,03) = 0,01166 \text{ MN} = 11,66 \text{ kN}$$

Z výše uvedeného vyplývá, že rozhodující je únosnost ve vzpěru (vybočení z roviny panelu) $\Rightarrow$ je nutné zmenšit vzpěrnou délku sloupku z roviny panelu.

Toho lze dosáhnout například vzájemným prošroubováním protilehlých sloupků na koncích a ve třetinách výšky pomocí vrtů Ø 8 mm.

Vzpěrná délka sloupku se tak sníží na hodnotu: $L_{vzp} = 2,6/3 = 0,87 \text{ m}$

Pro únosnost s vlivem vzpěru je rozhodující vybočení ve směru osy **z** (kolmo k rovině stěny):

$$\lambda_y = 0,87/0,0173 = 50,3$$

$$\sigma_{c,crit,y} = (\pi^2 \times E_{0,05}) / \lambda_y^2 = (\pi^2 \times 7400) / 50,3^2 = 28,86 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = (f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y})^{0,5} = 0,85$$

$$k_y = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,92$$

$$k_{cy} = 1 / (k_y + (\lambda_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)^{0,5}) = 0,46$$

Max. únosnost sloupku v tlaku s vlivem vzpěru:

$$\max P_d = k_{cy} \times f_{c,0,d} \times A = 0,46 \times 14,54 \times 0,0036 = 0,02407 \text{ MN} = \mathbf{24,07 \text{ kN}}$$

Panel o délce 1,2 m obsahuje 8 sloupků 60/60 mm:

$$\max P_d = 8 \times 24,07 = \mathbf{192,6 \text{ kN}}$$

V tomto případě je limitující pevnost horizontálních prvků panelu v tlaku kolmo k vláknům, proto celková vertikální únosnost panelu o délce 1,2 m s 8 sloupky činí maximálně:

$$\max P_d = 6 \times 15,55 + 2 \times 11,66 = \mathbf{116,62 \text{ kN}}$$

Horizontální únosnost panelu v rovině

Výpočet podle ČSN EN 1995-1-1 (metoda A):

Sponky: $\varnothing 1,53/45$ mm – vzdálenost = 75 mm

$$M_{y,Rk} = 0,3 \times f_{u,k} \times d^{2,6} = 0,3 \times 800 \times 1,53^{2,6} = 725 \text{ Nmm}$$

$$f_{h,k} = 3,9 d^{0,6} t^{0,7} = 29,5 \text{ MPa}$$

$$R_k = A \times (2 M_{y,Rk} \times f_{h,k} \times d)^{0,5} = 1,1 \times (2 \times 725 \times 29,5 \times 1,53)^{0,5} = 281 \text{ N}$$

$$R_d = 2 \times 281 \times 0,9/1,3 = 390 \text{ N}$$

$$F_{V,Rd} = \sum_{i=1}^n F_{i,V,Rd}$$

$$F_{i,V,Rd} = \frac{F_{f,Rd} \cdot b_i \cdot c_i}{s}$$

$$c_i = 1 \quad b_i \geq b_0$$

$$c_i = \frac{b_i}{b_0} \quad b_i < b_0$$

$$b_0 = \frac{h}{2}$$

$$h = 2,6 \text{ m}$$

$$F_{V,Rd} = 1,2 \times 0,390 \times 2 \times 1/0,075 = 12,48 \text{ kN} \Rightarrow 10,4 \text{ kN/m'}$$



V Ostravě, 03/2022.

Antonín Lokaj