

# Statický výpočet

## Oprava střechy Revoluční 914/14

### Krnov

Zak. č. 8153/18

#### Použité normy:

ČSN EN 1991

ČSN EN 1992

ČSN EN 1993

ČSN EN 1995

#### Podklady:

Stavební výkresy

Zatěžovací údaje

Počet listů: 10

V Opavě - leden 2018

Vypracoval:

Ing. Daněk Stanislav



Krnov

## Průvodní zpráva

Obsahem statického výpočtu je posouzení konstrukce krovu v souvislosti s opravou střechy domu na ulici Revoluční č. 914/14 v Krnově.

Jedná se o stávající zděný objekt v souvislé zástavbě se sedlovou střechou. S ohledem na napadení hnilobou je nutno snést stávající krytinu a bednění. Dále se vymění pozednice a případně opraví napadené konce kleštín zajišťujících stabilitu nadezdívky. Použijí se dva profily o poloviční šířce, tj 2 x fošna 80/160 a pomocí dvojice svorníků M 12 se spojí s nenapadenou částí kleštín.

Profily nových krokví i stávajících prvků jsou posouzeny podle současně platných předpisů. S ohledem na navýšení normových hodnot zatížení sněhem a větrem jsou nutné profily krokví a vaznic větší oproti stávajícím. Z toho důvodu je navrženo zesílení vaznic pomocí ocelových profilů, které se ke stávajícím hranolům připevní svorníky M 12 u každé krokve. Obdobně je navrženo také zesílení vazných trámů. S ohledem na velké profily je posouzena alternativa zpevnění plných vazeb rozpěrou nebo dvojicí šikmých vzpěr. V prostoru s podkrovím jsou prvky krovu posouzeny také pro přetížení zatepleným podhledem. A posouzena možnost částečného zrušení plných vazeb.

Podle ČSN EN 1993 se u ocelových prvků jedná o konstrukci skupiny 2 a dle tabulky č. 2 a poznámky 3) vyhovuje ocel třídy S 235. Podle ČSN 73 2601 se jedná o výrobní skupinu B. U řeziva se předpokládá třída pevnosti C16, což odpovídá třídě SI podle ČSN 49 1531.

### A. Zátěžeri:

#### 1. Státě:

$$\text{Střecha + bednění} = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Krov} = 0,20 \text{ -- " --}$$

$$0,55 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,35 = 0,74 \text{ kN/m}^2$$

#### 2. Sklě:

$$\alpha = 32^\circ \rightarrow \mu = \frac{60-32}{30} \cdot 0,8 = 0,747$$

$$\text{vůč } 1,00 \cdot 0,747 \cdot 10 \cdot 10 = 0,75 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 = 1,12 \text{ kN/m}^2$$

#### 3. Větr:

sařkladu' rychlost větru 27,5 m/s

kategorie křem III  $\Rightarrow z_0 = 0,3 \text{ m}$

$$z_{\text{min}} = 5,0 \text{ m}$$

$$z_1 = h = 14,6 \text{ m}$$

$$k_{z1} = 0,19 \cdot \left( \frac{z_1}{z_0} \right)^{-0,07} = 0,168$$

$$c_{z1} = 0,168 \cdot \ln \left( \frac{14,6}{0,05} \right) = 0,954$$

$$c_0 = 1,0 \Rightarrow w_m = c_{z1} = 0,954$$

$$v_m = 0,954 \cdot 1,0 \cdot 27,5 = 26,23 \text{ m/s}$$

$$I = \frac{1}{1 \cdot \ln \left( \frac{14,6}{0,05} \right)} = \frac{1}{5,677} = 0,176$$

$$q_s = (1 + 7 \cdot 0,176) \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 26,23^2 = 960 \text{ N/m}^2 = 0,96 \text{ kN/m}^2$$

$$q_d = 1,5 \cdot 0,96 = 1,44 \text{ kN/m}^2$$

$$c_{pe10} = 0,4 (-0,4)$$

### B. Posouzení krovu:

Krov

### 1. Krokve:

$$l_{\text{max}} = 4,6 \text{ m}$$

$$b = 1,3 \text{ m}$$

$$\alpha = 32^\circ$$

$$q_k = (0,55 + 0,25) \cdot 1,3 \cdot \cos 32^\circ + 0,96 \cdot 0,4 \cdot 1,3 = 1,93 \text{ kN/m'}$$

$$q_d = (0,74 + 1,12) \cdot 1,3 \cdot \cos 32^\circ + 1,44 \cdot 0,4 \cdot 1,3 = 2,80 \text{ kN/m'}$$

$$M = \frac{1}{8} \cdot 2,80 \cdot 4,6^2 = 7,40 \text{ kNm}$$

$$W_{\text{min}} = \frac{7,40}{12 \cdot 10^3} = 617 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 617 \text{ cm}^3 > 597 \text{ cm}^3$$

$$v_{\text{max}} = \frac{460}{200} = 2,3 \text{ cm}$$

$$J_{\text{min}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,93 \cdot 460^4}{100 \cdot 10^3 \cdot 2,3} = 4898 \text{ cm}^4 = 4779 \text{ cm}^4$$

vylové profily 160/160  $\bar{a}$  1,3 m; 120/160  $\bar{a}$  1,0 m  
140/140  $\bar{a}$  0,85 m; 120/180  $\bar{a}$  1,3 m

### 2. Vaznice:

$$l = 5,25 \text{ m}$$

$$l_s = 3,7 \text{ m}$$

$$b = \frac{4,6}{2} + 4,3 = 6,6 \text{ m}$$

$$l_i = \frac{5,25^2}{2 \cdot 5,25 - 3,7} = 4,05 \text{ m} < 0,6 \cdot 5,25 = 3,15 \text{ m}$$

$$q_k = 7,30 \cdot 6,6 + 0,96 \cdot 0,4 \cdot 6,6 \cdot \cos 32^\circ = 10,73 \text{ kN/m'}$$

$$q_d = 1,86 \cdot 6,6 + 1,44 \cdot 0,4 \cdot 6,6 \cdot \cos 32^\circ = 15,50 \text{ kN/m'}$$

$$M = \frac{1}{8} \cdot 15,50 \cdot 4,05^2 = 31,78 \text{ kNm}$$

$$W_{\text{min}} = \frac{31,78}{12 \cdot 10^3} = 2648 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 2648 \text{ cm}^3$$

$$v_{\text{max}} = \frac{405}{250} = 1,62 \text{ cm}$$

$$J_{\text{min}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{10,73 \cdot 405^4}{100 \cdot 10^3 \cdot 1,62} = 23203 \text{ cm}^4$$

vylovuje 200/280; 240/260; 180/300

- ocelový profil

Kruc

$$W_{min} = 2648 \cdot \frac{12}{210} = 151 \text{ cm}^3$$

$$J_{min} = 23203 \cdot \frac{100 \cdot 10^3}{2,4 \cdot 10^6} = 1105 \text{ cm}^4$$

vyhovuje [ 180 ; LPE 200 ; LE 200 ; 2x [ 140

+ vodorovný M 12 u každé krovce

$$l = 4,0 \text{ m} \quad l_s = 2,5 \text{ m}$$

$$l_i = \frac{40^2}{2 \cdot 4,0 - 2,5} = 2,91 \text{ m} > 0,6 \cdot 4,0 = 2,40 \text{ m}$$

$$M = \frac{1}{8} \cdot 15,50 \cdot 2,91^2 = 16,41 \text{ kNm}$$

$$W_{min} = \frac{16,41}{12 \cdot 10^3} = 1367 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 1367 \text{ cm}^3$$

$$v_{max} = \frac{291}{250} = 1,16 \text{ cm}$$

$$J_{min} = \frac{5}{384} \cdot \frac{10,73 \cdot 291^4}{100 \cdot 10^3 \cdot 1,16} = 8637 \text{ cm}^4$$

vyhovuje 140/240 ; 180/220 ; 200/200

- ocelový profil

$$W_{min} = 1367 \cdot \frac{12}{210} = 78 \text{ cm}^3$$

$$J_{min} = 8637 \cdot \frac{100 \cdot 10^3}{2,1 \cdot 10^6} = 411 \text{ cm}^4$$

vyhovuje [ 140

3. Stoupačky:

$$b_{max} = \frac{5,3 + 3,75}{2} = 4,53 \text{ m}$$

$$P_s = (10,73 + 0,60) \cdot 4,53 = 51,32 \text{ kN}$$

$$P_d = (15,50 + 0,6 \cdot 1,35) \cdot 4,53 = 73,88 \text{ kN}$$

slabší profil 140/180

$$A = 11,0/140 = 154 \text{ cm}^2$$

$$l_{x2} = 2,55 \text{ m}$$

$$i = 0,289 \cdot 14 = 4,05 \text{ cm}$$

$$l_{x2}' = 1,6 \text{ m}$$

$$i' = 0,289 \cdot 11 = 3,18 \text{ cm}$$

Kontrola

$$\lambda = \frac{2,55}{4,05} = 63 \Rightarrow \varphi = 0,683$$

$$\lambda' = \frac{160}{2,89} = 55 < 63$$

$$\sigma = \frac{73,88}{0,683 \cdot 154 \cdot 10^{-4}} = 7024 \text{ kPa} < R$$

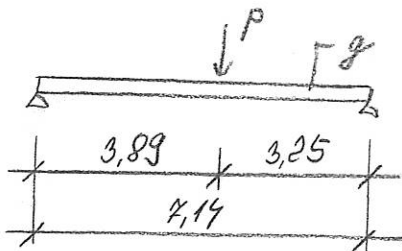
vyhovuje

4. Vazba trámy:

$$l = 1,05 \cdot 6,8 = 7,14 \text{ m}$$

$$g = 0,22 \cdot 0,24 \cdot 5,0 = 0,26 \text{ kN/m'}$$

$$\cdot 1,35 = 0,36 \text{ kN/m'}$$



$$A = \frac{1}{2} \cdot 0,36 \cdot 7,14 + 73,88 \cdot \frac{3,25}{7,14} = 1,29 + 33,62 = 34,91 \text{ kN}$$

$$M_{\max} = 34,91 \cdot 3,89 - \frac{1}{2} \cdot 0,36 \cdot 3,89^2 = 133,08 \text{ kNm}$$

$$W_{\min} = \frac{133,08}{12 \cdot 10^3} = 11090 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 11090 \text{ cm}^3 \gg 2112 \text{ cm}^3$$

stavající profil 220/240 nevyhovuje

$$W_{\min} = \frac{133,08}{210 \cdot 10^3} = 634 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 634 \text{ cm}^3$$

$$v_{\max} = \frac{714}{400} = 1,79 \text{ cm}$$

$$J_{\min} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,26 \cdot 7,14^4}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 1,79} + \frac{1}{48} \cdot \frac{5132 \cdot 3,25}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 1,79} (3 \cdot 7,14^2 - 4 \cdot 3,25^2) = 234 + 10232 = 10466 \text{ cm}^4$$

vyhovuje 2x I 260 ; I 300

5. Doplňení rozpěry:

$$D = \frac{73,88}{\sin 33^\circ} = 135,65 \text{ kN}$$

$$l_{n2} = 3,0 \text{ m}$$

$$N = \frac{73,88}{\lg 33^\circ} = 113,77 \text{ kN}$$

$$l_{n2} = 6,6 \text{ m}$$

Kontrola

navrhovaný profil 200/200

$$i = 0,289 \cdot 20 = 5,78 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{660}{5,78} = 114 \Rightarrow \varphi = 0,239$$

$$A = 400 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = \frac{113,77}{0,239 \cdot 400 \cdot 10^{-4}} = 11900 \text{ kPa} < R$$

vyhovuje

vrata - slavnající 150/140

$$A = 210 \text{ cm}^2$$

$$l_{vr} = 3,0 \text{ m}$$

$$i = 14 \cdot 0,289 = 4,05 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{300}{4,05} = 74 \Rightarrow \varphi = 0,562$$

$$\sigma = \frac{135,65}{0,562 \cdot 210 \cdot 10^{-4}} = 11394 \text{ kPa} < R \text{ MPa}$$

vyhovuje

6. Doplnění vzpěr:

$$D = \frac{135,65}{2} = 67,83 \text{ kN}$$

$$l_{vr} = 3,8 \text{ m}$$

navrhovaný profil 140/140

$$A = 196 \text{ cm}^2$$

$$\lambda = \frac{380}{4,05} = 94 \Rightarrow \varphi = 0,351$$

$$i = 0,289 \cdot 14 = 4,05 \text{ cm}$$

$$\sigma = \frac{67,83}{0,351 \cdot 196 \cdot 10^{-4}} = 9860 \text{ kPa} < R$$

vyhovuje

$$\sigma = \frac{67,83}{0,562 \cdot 110 \cdot 10^{-4}} = 5747 \text{ kPa} < R$$

slavnající vyhovuje

C. Přepočet pro byt:

1. Průtížení podhledem:

$$\text{izolace } 0,24 \cdot 0,50 = 0,12 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{SDK} = 0,20 \text{ -- " --}$$

$$0,32 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,35 = 0,43 \text{ kN/m}^2$$

lambáky

$$0,10 \text{ -- " --} \cdot 1,35 = 0,14 \text{ -- " --}$$

$$0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$0,57 \text{ kN/m}^2$$

Knov

## 2. Přepočet krokvi:

$$l = 4,6 \text{ m} \quad b = 10 \text{ m}$$

$$q_s = (0,55 + 0,75 + 0,42) \cdot \cos 32^\circ + 0,96 \cdot 0,4 = 1,45 \text{ kN/m'}$$

$$q_d = (0,74 + 1,12 + 0,52) \cdot \cos 32^\circ + 1,44 \cdot 0,4 = 2,05 \text{ kN/m'}$$

$$M = \frac{1}{8} \cdot 2,05 \cdot 4,6^2 = 5,42 \text{ kNm}$$

$$W_{\min} = \frac{5,42}{12 \cdot 10^3} = 452 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 452 \text{ cm}^3$$

$$v_{\max} = \frac{460}{300} = 1,53 \text{ cm}$$

$$J_{\min} = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,45 \cdot 460^4}{100 \cdot 10^3 \cdot 1,53} = 5525 \text{ cm}^4$$

vyhoví 120/180; 160/160  $\bar{a}$  10 m; 160/180  $\bar{a}$  1,3 m

## 3. Hambáčky:

$$l = 6,75 \text{ m} \quad b = 10 \text{ m}$$

$$M = \frac{1}{8} \cdot 0,57 \cdot 6,75^2 = 3,25 \text{ kNm}$$

$$W_{\min} = \frac{3,25}{12 \cdot 10^3} = 271 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 271 \text{ cm}^3$$

$$v_{\max} = \frac{675}{300} = 2,25 \text{ cm}$$

$$J_{\min} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,42 \cdot 675^4}{100 \cdot 10^3 \cdot 2,25} = 5046 \text{ cm}^4$$

vyhoví 160/160; 120/180  $\bar{a}$  10 m; 140/180; 100/200  $\bar{a}$  1,3 m

## 4. Vaznice:

$$l = 3,4 \text{ m} \quad b = 6,6 \text{ m} \quad b' = 5,0 \text{ m}$$

$$q_s = 10,73 + 0,42 \cdot 5,0 = 12,82 \text{ kN/m'}$$

$$q_d = 15,50 + 0,57 \cdot 5,0 = 18,35 \text{ kN/m'}$$

$$l_0 = 1,8 \text{ m} \quad l_x = \frac{3,4^2}{2 \cdot 3,4 - 1,8} = 2,31 \text{ m} > 0,6 \cdot 3,4 = 2,04 \text{ m}$$

Krov



$$M = \frac{1}{8} \cdot 18,35 \cdot 2,31^2 = 12,24 \text{ kNm}$$

$$W_{\min} = \frac{12,24}{12 \cdot 10^6} = 1020 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 1020 \text{ cm}^3$$

$$v_{\max} = \frac{231}{300} = 0,77 \text{ cm}$$

$$J_{\min} = \frac{5}{384} \cdot \frac{12,82 \cdot 231^4}{100 \cdot 10^3 \cdot 0,77} = 23\,077 \text{ cm}^4$$

vyhovuje 200/240; 160/260; 140/280

ocelový profil

$$W_{\min} = 1020 \cdot \frac{12}{210} = 58 \text{ cm}^3$$

$$J_{\min} = 23\,077 \cdot \frac{100 \cdot 10^3}{21 \cdot 10^6} = 1098 \text{ cm}^4$$

vyhovuje [ 160 a větší; I 160

5. Vaznice u eskodisté:

$$l = 3,9 \text{ m}$$

$$M = \frac{1}{8} \cdot 18,35 \cdot 3,9^2 = 34,89 \text{ kNm}$$

$$W_{\min} = \frac{34,89}{12 \cdot 10^6} = 2907 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 2907 \text{ cm}^3$$

$$v_{\max} = \frac{390}{300} = 1,3 \text{ cm}$$

$$J_{\min} = \frac{5}{384} \cdot \frac{12,82 \cdot 390^4}{100 \cdot 10^3 \cdot 1,3} = 29\,706 \text{ cm}^4$$

vyhovuje 200/300; 260/260; 240/280

ocelový profil

$$W_{\min} = 2907 \cdot \frac{12}{210} = 166 \text{ cm}^3$$

$$J_{\min} = 29\,706 \cdot \frac{100 \cdot 10^3}{21 \cdot 10^6} = 1415 \text{ cm}^4$$

vyhovuje [ 200; 2 x [ 160; 2 x I 160

Výhone doplnění vachy spirami

Krcov

## 6. Oprava kleštin:

$$q_k = 1,34 \cdot 0,4 \cdot \sin 32^\circ = 0,31 \text{ kN/m}^2$$

$$b = 9,0 \text{ m}$$

$$d = 4,53 \text{ m}$$

$$H = 0,31 \cdot 9,0 \cdot 4,53 = 12,64 \text{ kN}$$

$$A_{\min} = \frac{12,64}{10 \cdot 10^3} = 1262 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 12,64 \text{ cm}^2$$

$$A = 2 \cdot 8 \cdot 16 = 256 \text{ cm}^2 \gg A_{\min}$$

kašny 2 x 80/160 vyhovují

novéky 1412

$$e = 0,7$$

$$f_e = 0,84$$

$$2 \cdot 11 \cdot 160 \cdot 12 \cdot 0,7 = 29570 \text{ N} = 29,6 \text{ kN}$$

$$2 \cdot 50 \cdot 12^2 \cdot 0,84 = 12960 \text{ N} = 12,96 \text{ kN}$$

$$2 \cdot 7 \cdot 80 \cdot 12 \cdot 0,7 \cdot 2 = 18816 \text{ N} = 18,82 \text{ kN}$$

$$2 \cdot 33 \cdot 12^2 \cdot 0,84 \cdot 2 = 15967 \text{ N} = 15,97 \text{ kN}$$

vyhovují

## 7. Přepočet rozpěry:

$$e_s = \frac{12,82}{10,73} = 1,19$$

$$e_{ed} = \frac{18,35}{15,50} = 1,18$$

$$N = 113,77 \cdot 1,18 = 134,25 \text{ kN}$$

naveřenyj' profil J 120/120/5

$$A = 22,36 \text{ cm}^2$$

$$l_{02} = 6,6 \text{ m}$$

$$i = 4,66 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{660}{4,66} = 142 \Rightarrow \varphi = 0,34$$

$$\sigma = \frac{134,25}{0,34 \cdot 22,36 \cdot 10^{-4}} = 176589 \text{ Pa} < R$$

vyhovují