

# Příklad řešení železobetonové rámové konstrukce ručním výpočtem a numerickými metodami

Pro zadanou rámovou konstrukci spočtete průběh ohybových momentů od plného zatížení pomocí metody konečných prvků.

Pro **dolní příčel rámu** provedte kontrolní výpočet ohybových momentů pomocí deformační metody.

Uvažujte příčle průřezu 400/600 mm, sloupy průřezu 400/400 mm, beton třídy C20/25 ( $E_{cm} = 29$  GPa). Návrhová hodnota celkového rovnoměrného zatížení příčle je 62 kN/m.

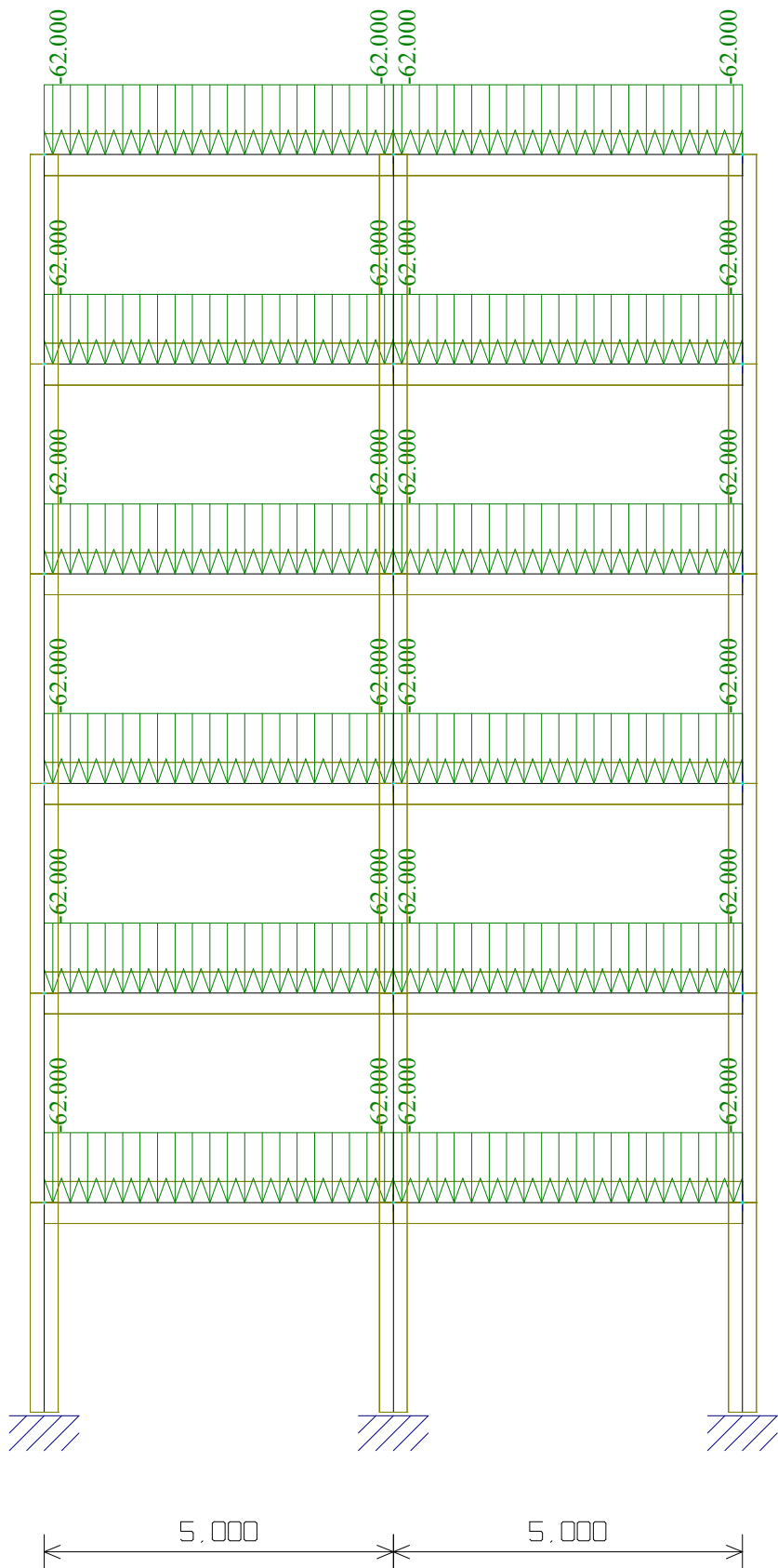
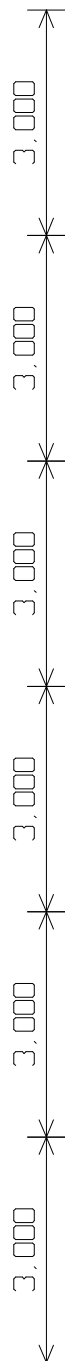
Geometrie konstrukce, hodnoty zatížení

Zat. stav : ZS1

Datum : 10.11.2014

Čas : 12:24

Projekt : RPMT



# Ohybové momenty od plného zatížení

Zat. stav : ZS1

Datum : 10.11.2014

Čas : 12:48

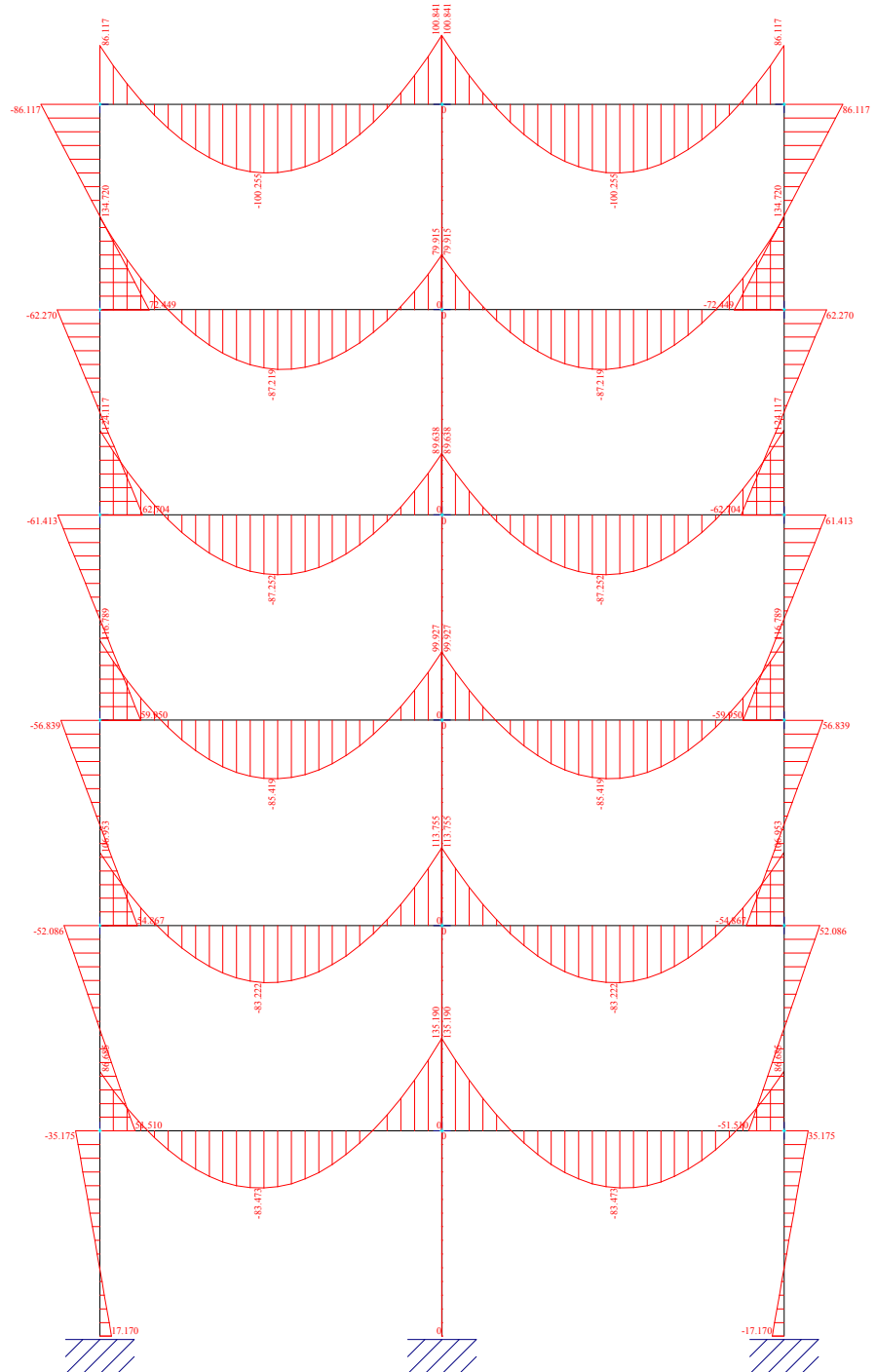
Projekt : RPMT



Pruty

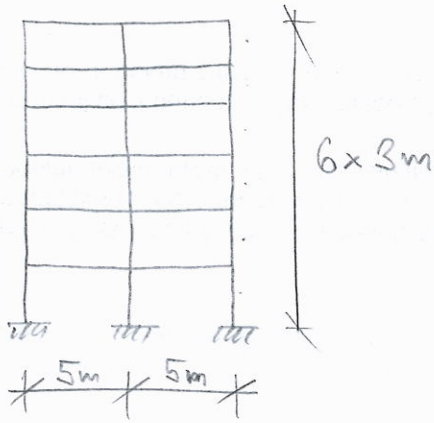
osy veličiny lokální

moment  $M_y$  [kNm]



# KONTROLNÍ VÝPOČET RAMU DEFORMAČNÍ METODOU

## ZADÁNÍ



Průčel  $0,4 \times 0,6 \text{ m}$   
 Sloup  $0,4 \times 0,4 \text{ m}$   
 $E_{cm} = 29 \text{ GPa (C 20/25)}$   
 $q_d = 18 \text{ kN/m}$   
 $g_d = 44 \text{ kN/m}$

## MOMENTY SETRVAČNOSTI PRŮŘEZŮ

$$I_p = \frac{1}{12} \cdot 0,4 \cdot 0,6^3 = 7,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

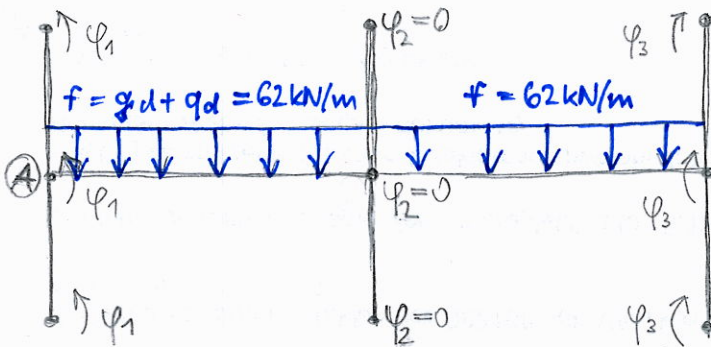
$$I_s = \frac{1}{12} \cdot 0,4^4 = 2,13 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

## OHYBOVÉ TUHOSTI PRUTŮ

$$k_p = \frac{2E_{cm}I_p}{L_p} = \frac{2 \cdot 29 \cdot 10^6 \cdot 7,2 \cdot 10^{-3}}{5} = 23520 \text{ kNm}$$

$$k_s = \frac{2E_{cm}I_s}{L_s} = \frac{2 \cdot 29 \cdot 10^6 \cdot 2,13 \cdot 10^{-3}}{3} = 41180 \text{ kNm}$$

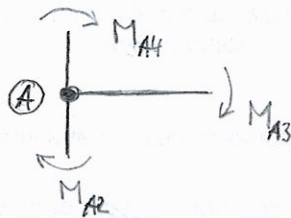
## STŘEDNÍ VÝSEK – stanovení pootočení



$\varphi_2 = 0$  – vychází ze symetrie  
 $\varphi_2 = \varphi_1$

$$\varphi_1 = ?$$

Stěnic  $\textcircled{A}$ :



$$\sum M_{Ai} = 0$$

$$M_{Ai} = \bar{M}_{Ai} + k_i (2\varphi_1 + \varphi_i)$$

$\bar{M}_{Ai}$  – moment pootočení v počátku stěpnic  
 $k_i$  – tuhost prutu  
 $2\varphi_1 + \varphi_i$  – pootočení na 2. konci prutu

Mod prutového zatížení,  
 $\bar{M} = \frac{1}{12} FL^2$  pro oboustranně vetknutý prut  
 Mod pootočení konců prutu na oboustranně vetknutém prutu

$$\sum M_{Ai} = M_{A2} + M_{A3} + M_{A4} = 0$$

dolní prut (sloup)

$$0 = 0 + 41180 \cdot (2\varphi_1 + \varphi_1) + \frac{62 \cdot 5^2}{12} + 83520 (2\varphi_1 + \varphi_2) + 0 + 41180 (2\varphi_1 + \varphi_1)$$

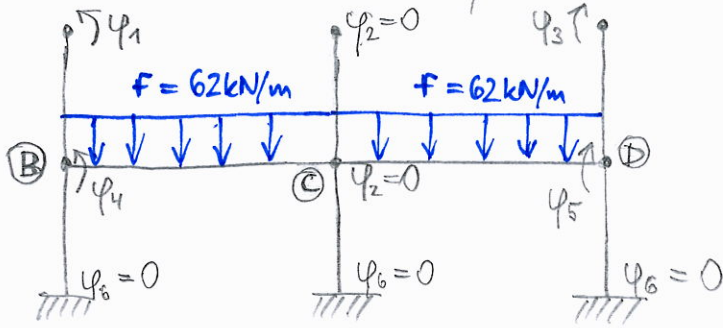
vodorovný prut (průčel)

$$0 = 123,17 + 414120 \varphi_1$$

$$\varphi_1 = -3,119 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$$

průčel se pootočí směrem dolů

# DOLNÍ VÝSEK - stanovení pootočení



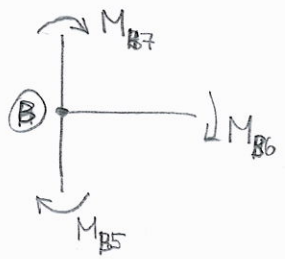
$\varphi_1, \varphi_3$  - převezmeme ze středního výseku

$\varphi_2 = 0$   
 $\varphi_5 = \varphi_4$  - ze symetrie

$\varphi_6 = 0$  - upevnění

$\varphi_4 = ?$

Styčnick B:



$$\sum M_{Bi} = 0$$

$$M_{Bi} = \bar{M}_{Bi} + k_i (2\varphi_4 + \varphi_i)$$

$$\sum M_{Bi} = M_{B5} + M_{B6} + M_{B7} = 0$$

$$0 = 0 + 41180 (2\varphi_4 + \varphi_1) + \frac{62 \cdot 5^2}{12} + 83520 (2\varphi_4 + \varphi_2) + 0 + 41180 (2\varphi_4 + \varphi_6)$$

$$0 = 129,17 - 12,844 + 331760 \varphi_1$$

$$\varphi_1 = -3,893 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$$

→ přičel se potočí směrem dolů

# DOLNÍ VÝSEK - momenty na přičeli

Styčnick B:  $M_{B6} = \bar{M}_{B6} + k_p (2\varphi_4 + \varphi_2) = \frac{1}{12} \cdot 62 \cdot 5^2 + 83520 (2 \cdot (-3,893 \cdot 10^{-4}) + 0)$

$$M_{B6} = 64,14 \text{ kNm}$$

Styčnick D - ze symetrie odpovídá styčnicku B

Styčnick C -  $M_C = -\bar{M}_C + k_p (2\varphi_2 + \varphi_4) = -\frac{1}{12} \cdot 62 \cdot 5^2 + 83520 (2 \cdot 0 - 3,893 \cdot 10^{-4})$

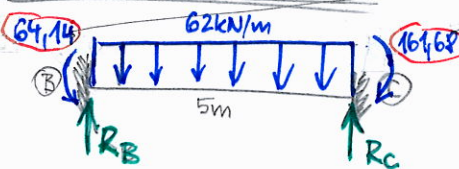


vpravo z orientace nezvratně

$$M_C = -161,68 \text{ kNm}$$

oba momenty táhnou horní vlákna

Moment v poli:



$$\downarrow \Sigma: R_B + R_C = 62 \cdot 5 = 310 \text{ kN}$$

$$\uparrow \Sigma: 5R_C - 62 \cdot 5 \cdot \frac{5}{2} - 161,68 + 64,14 = 0$$

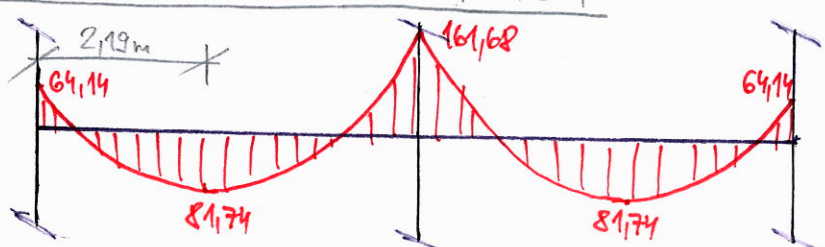
$$\Rightarrow R_C = 174,5 \text{ kN}$$

$$R_B = 134,5 \text{ kN}$$

Souřadnice  $M_{max}$ :  $x_{max} = L \cdot \frac{R_B}{R_B + R_C} = 5 \cdot \frac{134,5}{310} = 2,19 \text{ m}$

$$M_{max} = M_B - R_B x_{max} + \frac{f}{2} x_{max}^2 = 64,14 - 134,5 \cdot 2,19 + \frac{62}{2} \cdot 2,19^2 = -81,74 \text{ kNm}$$

# VYKRESLENÍ MOMENTŮ NA DOLNÍ PŘÍČI



[kNm]