

**PEVNOSTNÝ VÝPOČET  
RÁMOV POSUVNÝCH BRÁN**

## ÚVOD.

Pevnostný výpočet rámov posuvných brán vychádza z dokumentácie prvkov pre výrobu brán a z predpokladaného používania.

### Okrajové podmienky výpočtu.

Použitý materiál: hliník 6063 T66 ( DIN 573 )

$$t \leq 10$$

$$f_y = 200 \text{ MPa}$$

$$10 < t \leq 25$$

$$f_y = 180 \text{ MPa}$$

Výpočet podľa STN EN 1999-1-1.

### Dovolené namáhania.

Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti materiálu, tab.12:

- pre prierez triedy 1, 2, 3

$$\gamma_{M0} = 1,1$$

- pre prierez triedy 4

$$\gamma_{M0} = 1,1$$

- stabilita

$$\gamma_{M1} = 1,1$$

Max. dovoľené napätie

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0} = 200 / 1,1 = 181,8 \text{ MPa}$$

$$= 180 / 1,1 = 163,6 \text{ MPa}$$

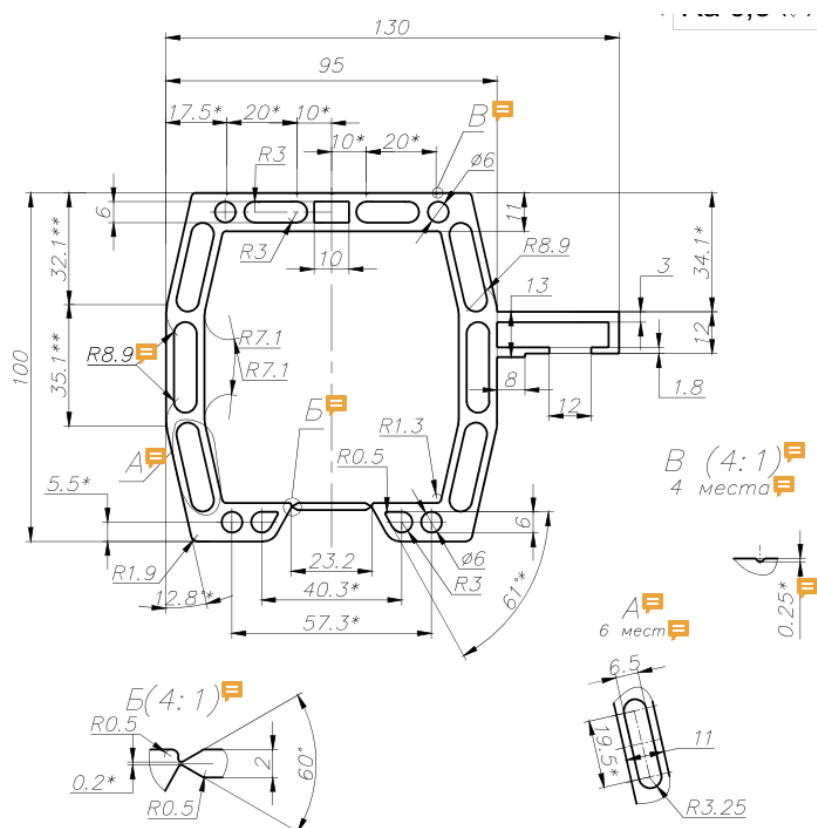
Súčinitele zaťaženia

$$\varphi_1 = 1,5$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\varphi_2 = 1,1$$

## 1. PRIEREZOVÉ CHARAKTERISTIKY VODIACEHO PROFILU.



$$\text{AREA} = 2,09973\text{e}+03 \text{ mm}^2$$

CENTER OF GRAVITY with respect to \_ coordinate frame:

$$X \quad Y \quad 9.3573174\text{e}-04 \quad -4.6794153\text{e}+01 \text{ mm}$$

INERTIA at CENTER OF GRAVITY with respect to \_ coordinate frame: ( $\text{mm}^4$ )

INERTIA TENSOR:

$$I_{xx} \quad I_{xy} \quad 2.4259382\text{e}+06 \quad 0.0000000\text{e}+00$$

$$I_{yx} \quad I_{yy} \quad 0.0000000\text{e}+00 \quad 2.1601462\text{e}+06$$

AREA MOMENTS OF INERTIA with respect to PRINCIPAL AXES: ( $\text{mm}^4$ )

$$I_1 \quad I_2 \quad 2.1601462\text{e}+06 \quad 2.4259382\text{e}+06$$

POLAR MOMENT OF INERTIA:  $4.5860845\text{e}+06 \text{ mm}^4$

SECTION MODULI and corresponding points:

	MODULUS	1	2	COORD
about AXIS 1:	$4.54789\text{e}+04 \text{ mm}^3$	$1.3748\text{e}+01$	$-4.7498\text{e}+01$	mm
	$4.54748\text{e}+04 \text{ mm}^3$	$1.2742\text{e}+01$	$4.7502\text{e}+01$	mm
about AXIS 2:	$4.55969\text{e}+04 \text{ mm}^3$	$-5.3204\text{e}+01$	$-1.9739\text{e}+01$	mm
	$5.18467\text{e}+04 \text{ mm}^3$	$4.6791\text{e}+01$	$3.8959\text{e}+01$	mm

Zat'azenia:

Vetrom  $450 \text{ N/mm}^2$  trieda 2 podl'a EN 12424

Snehom neuvazuje sa z dovodu malej poddorysnej plochy

Prierezové charakteristiky:

TR4HR 60x60x3  $1,86 \text{ kg / m}$

$$S = 60 \cdot 60 - 54 \cdot 54 = 684 \text{ mm}^2$$

$$I_x = I_y = (60^4 - 54^4) / 12 = 0,37 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_t = 0,602 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_x = W_y = 0,37 / 30 = 0,012 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

NCP-10093 + TR4HR 60x60x3  $7,54 \text{ kg / m}$

$$S = 2099 + 684 = 2783 \text{ mm}^2$$

$$e_x = 2099 \cdot 46,8 - 684 \cdot 30 / 2783 = 27,9 \text{ mm}$$

$$I_x = 18,9^2 \cdot 2099 + 57,9^2 \cdot 684 + 2,43 \cdot 10^6 = 5,47 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{xh} = 5,47 / 87,9 = 0,062 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$W_{xh} = 5,47 / 72,1 = 0,076 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 2,43 \cdot 10^6 + 0,37 \cdot 10^6 = 2,80 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{yh} = 2,80 / 30 = 0,093 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$W_{ys} = 2,80 / 50 = 0,056 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$I_k = 5,47 + 2,8 = 8,27 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_k = 8,27 / \sqrt{(87,9^2 + 30^2)} = 0,089 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

## 2. RÁM BRÁNY S DĚŽKOU 3 m S PLNOU VÝPLŇOU.

Děška brány	3 000 mm
Věška brány	2 100 mm
Hmotnost výplně	10 kg/m <sup>2</sup>

$$m_B = 1,86 \cdot 3 + 7,54 \cdot 3 + 3 \cdot 2 \cdot 10 = 105,2 \text{ kg}$$

Zatřazenie následkom prevádzkového vetra

$$\lambda = l/h = 3\,000 / 2\,100 = 1,43$$

$$c_{p,net} = 1,2$$

$$F = q(3) \cdot c_{p,net} \cdot A = 450 \cdot 1,2 \cdot 3 \cdot 2,1 = 3\,402 \text{ N}$$

$$M_{oyw} = 1,22 \cdot 3\,402 \cdot 3\,000 / 2 = 6,23 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$M_{kyw} = 1,22 \cdot 3\,402 \cdot 2\,100 / 2 = 4,36 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

Vzper

$$L_{cr} = 2 \cdot 3\,000 = 6\,000 \text{ mm}$$

$$\lambda = 6\,000 \cdot \sqrt{2\,783 / 2,8} \cdot 10^6 = 189,2$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \sqrt{170 / 170} = 93,9$$

$$\lambda' = \sqrt{1 \cdot 189,2 / 93,9} = 2,015$$

$$\text{krivka vzpernej pevnosti „c“} \quad \chi = 0,1937$$

$$N_{Sd} = 105,2 \cdot 9,81 \cdot 3 / 2 / 2 = 865,2 \cdot 3 / 2 / 2 = 649 \text{ N}$$

$$N_{b,Rd} = 0,1937 \cdot 1 \cdot 2\,560 \cdot 181,8 / 1,1 = 81\,954 \text{ N}$$

$$T_{Sd} = \sqrt{(3\,240^2 + 865,2^2)} = 3\,354 \text{ N}$$

$$T_{b,Rd} = 1 \cdot 2\,560 \cdot 181,8 / 1,3 = 358\,006 \text{ N}$$

$$M_{ySd} = M_{oyw} = 5,93 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$M_{yb,Rd} = 1 \cdot 0,056 \cdot 10^6 \cdot 181,8 / 1,1 = 9,26 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$M_{kSd} = M_{kyw} = 3,95 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$M_{k,Rd} = 1 \cdot 0,089 \cdot 10^6 \cdot 181,8 / 1,3 = 12,45 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

Podmienka spoľahlivosti

$$649 / 81\,954 + 3\,354 / 358\,006 + 5,93 / 9,26 + 3,95 / 12,45 = 1,04 < 1 - \text{vyhovuje}$$

### 3. RÁM BRÁNY S DĚŽKOU 4,5 m S PLNOU VÝPLŇOU.

Děška brány	4 500 mm
Věška brány	1 200 mm
Hmotnost výplně	10 kg/m <sup>2</sup>

$$m_B = 1,86 \cdot 4,5 + 7,54 \cdot 4,5 + 4,5 \cdot 1,2 \cdot 10 = 119,8 \text{ kg}$$

Zatřazení následkom prevádzkového vetra

$$\lambda = l/h = 4\,500 / 1\,200 = 3$$

$$c_{p,net} = 1,2$$

$$F = q(3) \cdot c_{p,net} \cdot A = 450 \cdot 1,2 \cdot 4,5 \cdot 1,2 = 2\,916 \text{ N}$$

$$M_{oyw} = 1,22 \cdot 2\,916 \cdot 4\,500 / 2 = 8,01 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$M_{kyw} = 1,22 \cdot 2\,916 \cdot 1\,200 / 2 = 2,13 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

Vzper

$$L_{cr} = 2 \cdot 4\,500 = 9\,000 \text{ mm}$$

$$\lambda = 9\,000 \cdot \sqrt{2\,783 / 2,8} \cdot 10^6 = 283,8$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \sqrt{170 / 170} = 93,9$$

$$\lambda' = \sqrt{1 \cdot 283,8 / 93,9} = 3,022$$

$$\text{krivka vzpernej pevnosti „c“} \quad \chi = 0,0938$$

$$N_{Sd} = 119,8 \cdot 9,81 \cdot 4,5 / 2 / 1,2 = 1\,077,1 \cdot 4,5 / 2 / 1,2 = 2\,020 \text{ N}$$

$$N_{b,Rd} = 0,0938 \cdot 1 \cdot 2\,560 \cdot 181,8 / 1,1 = 39\,687 \text{ N}$$

$$T_{Sd} = \sqrt{(2\,916^2 + 1\,077,1^2)} = 3\,108 \text{ N}$$

$$M_{ySd} = M_{oyw} = 8,01 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$M_{kSd} = M_{kyw} = 2,13 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

Podmienka spoľahlivosti

$$2\,020 / 39\,687 + 3\,108 / 358\,006 + 8,01 / 9,26 + 2,13 / 12,45 = 1,096 < 1 - \text{vyhovuje}$$

#### 4. RÁM BRÁNY S DĚŽKOU 6 m S PLNOU VÝPLŇOU.

Děška brány	6 000 mm
Věška brány	600 mm
Hmotnost výplně	10 kg/m <sup>2</sup>

$$m_B = 1,86 \cdot 6 + 7,54 \cdot 6 + 6 \cdot 0,6 \cdot 10 = 99,4 \text{ kg}$$

Zatřazenie následkom prevádzkového vetra

$$\lambda = l/h = 6\,000 / 600 = 10$$

$$c_{p,net} = 1,2$$

$$F = q(3) \cdot c_{p,net} \cdot A = 450 \cdot 1,2 \cdot 6 \cdot 0,6 = 1\,944 \text{ N}$$

$$M_{oyw} = 1,22 \cdot 1\,944 \cdot 6\,000 / 2 = 7,12 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$M_{kyw} = 1,22 \cdot 1\,944 \cdot 600 / 2 = 0,71 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

Vzper

$$L_{cr} = 2 \cdot 6\,000 = 12\,000 \text{ mm}$$

$$\lambda = 12\,000 \cdot \sqrt{2\,783 / 2,8} \cdot 10^6 = 378,4$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \sqrt{170 / 170} = 93,9$$

$$\lambda' = \sqrt{1 \cdot 378,4 / 93,9} = 4,029$$

$$\text{krivka vzpernej pevnosti „c“} \quad \chi = 0,0548$$

$$N_{Sd} = 99,4 \cdot 9,81 \cdot 6 / 2 / 0,6 = 906,4 \cdot 6 / 2 / 0,6 = 4\,532 \text{ N}$$

$$N_{b,Rd} = 0,0548 \cdot 1 \cdot 2\,560 \cdot 181,8 / 1,1 = 23\,186 \text{ N}$$

$$T_{Sd} = \sqrt{(1\,944^2 + 906,4^2)} = 2\,145 \text{ N}$$

$$M_{ySd} = M_{oyw} = 8,01 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$M_{kSd} = M_{kyw} = 2,13 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

Podmienka spoľahlivosti

$$4\,532 / 23\,186 + 2\,145 / 358\,006 + 8,01 / 9,26 + 1,11 / 12,45 = 1,156 < 1 - \text{vyhovuje}$$

5. RÁM BRÁNY S VÝŠKOU 2,2 m A S DĚŽKOU 3 m S VÝPLŇOU HUSTOTY 95%.

Děžka brány                      3 000 mm  
Věška brány                      2 200 mm

$$m_B = 400 \text{ kg}$$

Zařazenie následkom prevádzkového vetra

$$F = q(3) \cdot c_{p,net} \cdot A \cdot \varphi = 450 \cdot 1,2 \cdot 3,0 \cdot 2,2 \cdot 0,95 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 2\,991 \text{ N}$$

$$M_y = M_{oyw} = 1,22 \cdot 2\,991 \cdot 3\,000 / 2 = 5,47 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$R_x = 400 \cdot 9,81 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 3\,466 \text{ N}$$

$$M_x = 3\,466 \cdot 3\,000 / 2 = 5,19 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$R = \sqrt{3\,991^2 + 3\,466^2} = 4\,682 \text{ N}$$

Normálové napätie

$$\begin{array}{rcl} \sigma_{ox} = 5,19 / 0,062 = & & = 83,7 \text{ MPa} \\ \sigma_{oy} = 5,47 / 0,056 = & & = 97,6 \text{ MPa} \\ & & \hline \Sigma \sigma_R = 181,0 \text{ MPa} \end{array}$$

$$\tau = 4\,682 / 2\,560 = 1,8 \text{ MPa}$$

6. RÁM BRÁNY S VÝŠKOU 2,2 m A S DĚŽKOU 4,5 m S VÝPLŇOU HUSTOTY 25%.

Děžka brány                      4 500 mm  
Věška brány                      2 200 mm

$$m_B = 400 \text{ kg}$$

Zařazenie následkom prevádzkového vetra

$$F = q(3) \cdot c_{p,net} \cdot A \cdot \varphi = 450 \cdot 1,2 \cdot 4,5 \cdot 2,2 \cdot 0,25 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 1\,180 \text{ N}$$

$$M_y = M_{oyw} = 1,22 \cdot 1\,180 \cdot 4\,500 / 2 = 3,24 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$R_x = 400 \cdot 9,81 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 3\,466 \text{ N}$$

$$M_x = 3\,466 \cdot 4\,500 / 2 = 7,79 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$R = \sqrt{1\,180^2 + 3\,466^2} = 3\,661 \text{ N}$$

Normálové napätie

$$\begin{aligned}\sigma_{ox} &= 7,79 / 0,062 = &= 125,6 \text{ MPa} \\ \sigma_{oy} &= 3,24 / 0,056 = &= 57,8 \text{ MPa} \\ & & \underline{\Sigma \sigma_R = 183,4 \text{ MPa}}\end{aligned}$$

$$\tau = 3\,661 / 2\,560 = 1,4 \text{ MPa}$$

7. RÁM BRÁNY S VÝŠKOU 2,2 m A S DĹŽKOU 3 m S VÝPLŇOU HUSTOTY 100%.

Dĺžka brány                      3 000 mm  
Výška brány                      2 200 mm

$$m_B = 300 \text{ kg}$$

Zaťaženie následkom prevádzkového vetra

$$F = q(3) \cdot c_{p,net} \cdot A \cdot \varphi = 450 \cdot 1,2 \cdot 3,0 \cdot 2,2 \cdot 1,0 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 3\,148 \text{ N}$$

$$M_y = M_{oyw} = 1,22 \cdot 3\,148 \cdot 3\,000 / 2 = 5,76 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$R_x = 300 \cdot 9,81 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 2\,599 \text{ N}$$

$$M_x = 2\,599 \cdot 3\,000 / 2 = 3,89 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$R = \sqrt{3\,148^2 + 2\,599^2} = 4\,082 \text{ N}$$

Normálové napätie

$$\begin{aligned}\sigma_{ox} &= 3,89 / 0,062 = &= 62,8 \text{ MPa} \\ \sigma_{oy} &= 5,76 / 0,056 = &= 102,8 \text{ MPa} \\ & & \underline{\Sigma \sigma_R = 165,6 \text{ MPa}}\end{aligned}$$

$$\tau = 4\,082 / 2\,560 = 1,6 \text{ MPa}$$

8. RÁM BRÁNY S VÝŠKOU 2,2 m A S DĹŽKOU 4,5 m S VÝPLŇOU HUSTOTY 40%.

Dĺžka brány                      4 500 mm  
Výška brány                      2 200 mm

$$m_B = 300 \text{ kg}$$



Zaťaženie následkom prevádzkového vetra

$$F = q(3) \cdot c_{p,net} \cdot A \cdot \varphi = 450 \cdot 1,2 \cdot 4,5 \cdot 2,2 \cdot 0,4 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 1\,889 \text{ N}$$

$$M_y = M_{oyw} = 1,22 \cdot 1\,889 \cdot 4\,500 / 2 = 5,18 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$R_x = 300 \cdot 9,81 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 2\,599 \text{ N}$$

$$M_x = 2\,599 \cdot 4\,500 / 2 = 5,85 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$R = \sqrt{1\,889^2 + 2\,599^2} = 3\,213 \text{ N}$$

Normálové napätie

$$\begin{array}{rcl} \sigma_{ox} = 5,85 / 0,062 = & & = 94,3 \text{ MPa} \\ \sigma_{oy} = 5,18 / 0,056 = & & = 92,6 \text{ MPa} \\ & & \hline \Sigma \sigma_R = 186,9 \text{ MPa} \end{array}$$

$$\tau = 3\,213 / 2\,560 = 1,3 \text{ MPa}$$

#### 9. RÁM BRÁNY S VÝŠKOU 2,2 m A S DĹŽKOU 5 m S VÝPLŇOU HUSTOTY 20%.

Dĺžka brány 5 000 mm

Výška brány 2 200 mm

$$m_B = 300 \text{ kg}$$

Zaťaženie následkom prevádzkového vetra

$$F = q(3) \cdot c_{p,net} \cdot A \cdot \varphi = 450 \cdot 1,2 \cdot 5,0 \cdot 2,2 \cdot 0,2 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 1\,049 \text{ N}$$

$$M_y = M_{oyw} = 1,22 \cdot 1\,049 \cdot 5\,000 / 2 = 3,2 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$R_x = 300 \cdot 9,81 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 2\,599 \text{ N}$$

$$M_x = 2\,599 \cdot 5\,000 / 2 = 6,49 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$R = \sqrt{1\,049^2 + 2\,599^2} = 2\,803 \text{ N}$$

Normálové napätie

$$\begin{array}{rcl} \sigma_{ox} = 6,49 / 0,062 = & & = 104,8 \text{ MPa} \\ \sigma_{oy} = 3,2 / 0,056 = & & = 57,2 \text{ MPa} \\ & & \hline \Sigma \sigma_R = 182,0 \text{ MPa} \end{array}$$

$$\tau = 2\,803 / 2\,560 = 1,1 \text{ MPa}$$

10. RÁM BRÁNY S VÝŠKOU 2,2 m A S DÍŽKOU 3,5 m S VÝPLŇOU HUSTOTY 100%.

Dĺžka brány                      3 500 mm  
Výška brány                      2 200 mm

$$m_B = 200 \text{ kg}$$

Zaťaženie následkom prevádzkového vetra

$$F = q(3) \cdot c_{p,net} \cdot A \cdot \varphi = 450 \cdot 1,2 \cdot 3,5 \cdot 2,2 \cdot 1,0 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 3\,672 \text{ N}$$

$$M_y = M_{oyw} = 1,22 \cdot 3\,672 \cdot 3\,500 / 2 = 7,84 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$R_x = 200 \cdot 9,81 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 1\,733 \text{ N}$$

$$M_x = 1\,733 \cdot 3\,500 / 2 = 3,03 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$R = \sqrt{3\,672^2 + 1\,733^2} = 4\,060 \text{ N}$$

Normálové napätie

$$\begin{array}{rcl} \sigma_{ox} = 3,03 / 0,062 = & & = 48,9 \text{ MPa} \\ \sigma_{oy} = 7,84 / 0,056 = & & = 140,0 \text{ MPa} \\ & & \hline \Sigma \sigma_R = 188,9 \text{ MPa} \end{array}$$

$$\tau = 4\,060 / 2\,560 = 1,6 \text{ MPa}$$

11. RÁM BRÁNY S VÝŠKOU 2,2 m A S DÍŽKOU 4,5 m S VÝPLŇOU HUSTOTY 50%.

Dĺžka brány                      4 500 mm  
Výška brány                      2 200 mm

$$m_B = 200 \text{ kg}$$

Zaťaženie následkom prevádzkového vetra

$$F = q(3) \cdot c_{p,net} \cdot A \cdot \varphi = 450 \cdot 1,2 \cdot 4,5 \cdot 2,2 \cdot 0,5 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 2\,361 \text{ N}$$

$$M_y = M_{oyw} = 1,22 \cdot 2\,361 \cdot 4\,500 / 2 = 6,48 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$R_x = 200 \cdot 9,81 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 1\,733 \text{ N}$$

$$M_x = 1\,733 \cdot 4\,500 / 2 = 3,89 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$R = \sqrt{2\,361^2 + 1\,733^2} = 2\,929 \text{ N}$$

Normálové napätie

$$\begin{aligned}\sigma_{ox} &= 3,89 / 0,062 = &= 62,9 \text{ MPa} \\ \sigma_{oy} &= 6,48 / 0,056 = &= 115,7 \text{ MPa} \\ & & \underline{\Sigma \sigma_R = 178,6 \text{ MPa}}\end{aligned}$$

$$\tau = 2\,929 / 2\,560 = 1,1 \text{ MPa}$$

12. RÁM BRÁNY S VÝŠKOU 2,2 m A S DĚŽKOU 6,0 m S VÝPLŇOU HUSTOTY 15%.

Děžka brány                      6 000 mm  
Výška brány                      2 200 mm

$$m_B = 200 \text{ kg}$$

Zatáženie následkom prevádzkového vetra

$$F = q(3) \cdot c_{p,net} \cdot A \cdot \varphi = 450 \cdot 1,2 \cdot 6,0 \cdot 2,2 \cdot 0,15 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 944 \text{ N}$$

$$M_y = M_{oyw} = 1,22 \cdot 944 \cdot 6\,000 / 2 = 3,4 \cdot 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$R_x = 200 \cdot 9,81 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 1\,733 \text{ N}$$

$$M_x = 2\,599 \cdot 6\,000 / 2 = 7,79 \cdot 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$R = \sqrt{944^2 + 1\,733^2} = 1\,973 \text{ N}$$

Normálové napätie

$$\begin{aligned}\sigma_{ox} &= 7,79 / 0,062 = &= 125,8 \text{ MPa} \\ \sigma_{oy} &= 3,4 / 0,056 = &= 61,7 \text{ MPa} \\ & & \underline{\Sigma \sigma_R = 187,2 \text{ MPa}}\end{aligned}$$

$$\tau = 1\,973 / 2\,560 = 0,8 \text{ MPa}$$

13. RÁM BRÁNY S VÝŠKOU 2,2 m A S DĚŽKOU 3,7 m S VÝPLŇOU HUSTOTY 100%.

Děžka brány                      3 700 mm  
Výška brány                      2 200 mm  
Hmotnosť výplne                10 kg/m<sup>2</sup>

$$m_B = 1,86 \cdot 2 + 7,54 \cdot 2 + 2 \cdot 2,2 \cdot 10 = 62,8 \text{ kg}$$

$$m_B = 1,86 \cdot 3 + 7,54 \cdot 3 + 3 \cdot 2,2 \cdot 10 = 94,2 \text{ kg}$$

$$m_B = 1,86 \cdot 3,7 + 7,54 \cdot 3,7 + 3,7 \cdot 2,2 \cdot 10 = 116,2 \text{ kg}$$

Zaťaženie následkom prevádzkového vetra

$$F = q(3) \cdot c_{p,net} \cdot A \cdot \varphi = 450 \cdot 1,2 \cdot 3,8 \cdot 2,2 \cdot 1,0 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 4\,025 \text{ N}$$

$$M_y = M_{oyw} = 1,22 \cdot 4\,025 \cdot 3\,800 / 2 = 9,33 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$R_x = 100 \cdot 9,81 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 866,5 \text{ N}$$

$$M_x = 866,5 \cdot 3\,800 / 2 = 1,65 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$R = \sqrt{4\,025^2 + 866,5^2} = 4\,117 \text{ N}$$

Normálové napätie

$$\begin{array}{rcl} \sigma_{ox} = 1,65 / 0,062 = & & = 26,5 \text{ MPa} \\ \sigma_{oy} = 9,33 / 0,056 = & & = 166,6 \text{ MPa} \\ & & \hline \Sigma \sigma_R = 188,9 \text{ MPa} \end{array}$$

$$\tau = 4\,117 / 2\,560 = 1,6 \text{ MPa}$$

#### 14. RÁM BRÁNY S VÝŠKOU 2,2 m A S DĹŽKOU 4,5 m S VÝPLŇOU HUSTOTY 65%.

Dĺžka brány	4 500 mm
Výška brány	2 200 mm
Hmotnosť výplne	10 kg/m <sup>2</sup>

$$m_B = 1,86 \cdot 4,5 + 7,54 \cdot 4,5 + 4,5 \cdot 2,2 \cdot 10 \cdot 0,65 = 106,7 \text{ kg}$$

Zaťaženie následkom prevádzkového vetra

$$F = q(3) \cdot c_{p,net} \cdot A \cdot \varphi = 450 \cdot 1,2 \cdot 4,5 \cdot 2,2 \cdot 0,65 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 3\,069 \text{ N}$$

$$M_y = M_{oyw} = 1,22 \cdot 3\,069 \cdot 4\,500 / 2 = 8,43 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$R_x = 100 \cdot 9,81 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 866,5 \text{ N}$$

$$M_x = 866,5 \cdot 4\,500 / 2 = 1,95 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$R = \sqrt{3\,069^2 + 866,5^2} = 3\,189 \text{ N}$$

Normálové napätie

$$\begin{array}{rcl} \sigma_{ox} = 1,95 / 0,062 = & & = 31,4 \text{ MPa} \\ \sigma_{oy} = 8,43 / 0,056 = & & = 150,5 \text{ MPa} \\ & & \hline \Sigma \sigma_R = 181,9 \text{ MPa} \end{array}$$

$$\tau = 3\,189 / 2\,560 = 1,2 \text{ MPa}$$

15. RÁM BRÁNY S VÝŠKOU 2,2 m A S DÍŽKOU 6,0 m S VÝPLŇOU HUSTOTY 33%.

Dĺžka brány                      6 000 mm  
Výška brány                      2 200 mm

$$m_B = 1,86 \cdot 6 + 7,54 \cdot 6 + 6 \cdot 2,2 \cdot 10 \cdot 0,33 = 100 \text{ kg}$$

Zaťaženie následkom prevádzkového vetra

$$F = q(3) \cdot c_{p,net} \cdot A \cdot \varphi = 450 \cdot 1,2 \cdot 6,0 \cdot 2,2 \cdot 0,33 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 2\,078 \text{ N}$$

$$M_y = M_{oyw} = 1,22 \cdot 2\,078 \cdot 6\,000 / 2 = 7,6 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$R_x = 100 \cdot 9,81 \cdot 2,8 / (2,8 + 0,37) = 866,5 \text{ N}$$

$$M_x = 866,5 \cdot 6\,000 / 2 = 2,59 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$R = \sqrt{2\,078^2 + 866,5^2} = 2\,251 \text{ N}$$

Normálové napätie

$$\begin{array}{rcl} \sigma_{ox} = 2,59 / 0,062 = & & = 41,9 \text{ MPa} \\ \sigma_{oy} = 7,6 / 0,056 = & & = 135,8 \text{ MPa} \\ & & \hline \Sigma \sigma_R = 177,7 \text{ MPa} \end{array}$$

$$\tau = 2\,251 / 2\,560 = 0,9 \text{ MPa}$$