

# STATICKÝ VÝPOČET

## SO 02 - BUDOVA MERNÉHO OBJEKTU, ŽILINA

### VÝPOČET ZAŤAŽENIA

#### A) STÁLE ZAŤAŽENIE Strecha

P.č.	Vrstva strechy	hr. x objem. tiaž	charakt. zaťaž.	súč. zaťaž.	návrh. zaťaž.
	Typ zaťaženia	$h \times g$ (kN.m <sup>3</sup> )	$q_k$ (kN.m <sup>2</sup> )	$g_G$	$q_d$ (kN.m <sup>2</sup> )
1	hydroizolácia	-	0,100	1,350	0,135
2	tepelná izolácia	0,15*1,5	0,125	1,350	0,169
3	železobetónová konštrukcia	0,15*25	3,750	1,100	4,125
	<b>Stále zaťaženie</b>		3,975	-	4,429

$$g_{k,s} := 3.975 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$g_{d,s} := 4.429 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

#### B) PREMENNÉ ZAŤAŽENIE - zaťaženie snehom - výpočet viď ďalej

$$\gamma_Q := 1.5$$

$$s_k := 0.879 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$s_d := s_k \cdot \gamma_Q$$

$$s_d = 1.319 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

#### B) PREMENNÉ ZAŤAŽENIE - zaťaženie strechy - kat. H

$$q_{k,H} := 0.75 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$q_{d,H} := q_{k,H} \cdot \gamma_Q$$

$$q_{d,H} = 1.125 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

#### B) PREMENNÉ ZAŤAŽENIE - zaťaženie vetrom - výpočet viď ďalej

#### A) STÁLE ZAŤAŽENIE Podlaha

P.č.	Vrstvy podlahy	hr. x objem. tiaž	charakt. zaťaž.	súč. zaťaž.	návrh. zaťaž.
	Typ zaťaženia	$h \times g$ (kN.m <sup>3</sup> )	$q_k$ (kN.m <sup>2</sup> )	$g_G \quad g_Q$	$q_d$ (kN.m <sup>2</sup> )
1	Keramická dlažba + lepidlo	0,01*22	0,220	1,350	0,297
2	Betónový poter	0,05*23	1,150	1,350	1,553
3	Priečky	-	1,200	1,350	1,620
4	Podkladný betón	0,15*23	3,450	1,350	4,658
	<b>Stále zaťaženie</b>		6,020	-	8,127

$$g_{k,1np,p} := 6.02 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$g_{d,1np,p} := 8.127 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

#### B) PREMENNÉ ZAŤAŽENIE - zaťaženie strechy - kat. E

$$q_{k,E} := 5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$q_{d,E} := q_{k,E} \cdot \gamma_Q$$

$$q_{d,E} = 7.5 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

## Zaťaženie snehom – pultová strecha

### Konštrukcia:

Jednopodlažná hala s ľahkou strechou, zaťažená snehom a vetrom:  
ak platí, že  $(\sum Q_{ks} + Q_{kw}) / (\sum G_k + Q_{ks} + Q_{kw}) > 0,5$

nie

### Charakteristická hodnota zaťaženia snehom na zemi:

Zóna: 2  
Nadmorská výška: 340 m.n.m.  
Súčiniteľ:  $a = 0,425$   
Súčiniteľ:  $b = 505$   
Charakteristická hodnota zaťaženia snehom na zemi:  $s_k = 1,098$  kN/m<sup>2</sup>

### Návrhová hodnota výnimočného zaťaženia snehom na zemi:

Región: nie  
Súčiniteľ výnimočného zaťaženia snehom:  $C_{esl} = 0$   
Návrhová hodnota výnimočného zaťaženia snehom na zemi:  $s_{Ad} = 0,000$  kN/m<sup>2</sup>

### Súčiniteľ expozície:

Topografia: normálna  
Súčiniteľ expozície:  $C_e = 1,00$   
plochy, kde sa nevyskytuje výrazné odfukovanie snehu účinkami vetra

### Tepelný súčiniteľ:

Vysoký prestup tepla (vyhrievané strechy, presklené strechy ...) nie  
Tepelný súčiniteľ:  $C_t = 1,00$

### Tvarový súčiniteľ:

Sklon strechy:  $\alpha = 2,00^\circ$   
Výsledný tvarový súčiniteľ:  $\mu_i = 0,800$

### Súčinitele zaťaženia a kombinácií zaťaženia:

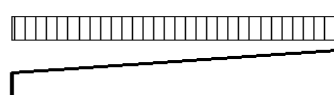
	$\gamma_Q$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Vietor:	1,50	0,7	0,2	0,0
Sneh:	1,50	0,5	0,317	0,056

### Zaťaženie snehom na streche:

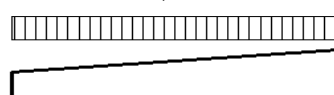
Charakteristická hodnota zaťaženia snehom:  $s_k = 0,879$  kN/m<sup>2</sup>



Návrhová hodnota zaťaženia snehom:  $s_d = 1,318$  kN/m<sup>2</sup>



Mimoriadna hodnota zaťaženia snehom:  $s_{Ad} = 0,000$  kN/m<sup>2</sup>



## Zaťaženie vetrom – Plochá strecha

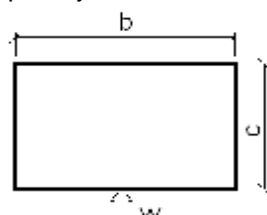
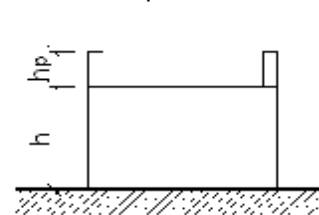
### Vetrová oblasť:

Vetrová oblasť:	I	
Základná rýchlosť vetra:	$v_b = 24,0$	m/s
Referenčný základný tlak vetra (hustota vzduchu $1,25 \text{ kg/m}^3$ )	$q_b = 0,360$	kN/m <sup>2</sup>

### Kategória terénu:

Kategória terénu:	(okolia jazier a územia bez prekážok)	I	
Dĺžka drsnosti:	$z_0 = 0,010$	m	
Minimálna výška:	$z_{\min} = 1$	m	
Súčiniteľ terénu:	$k_r = 0,170$		

### Geometria strechy

pôdorys	pohľad		
		$b = 6,000$	m
		$c = 3,300$	m
		$h = 2,600$	m
		$h_p = 0,500$	m
		$h_p/h = 0,192$	

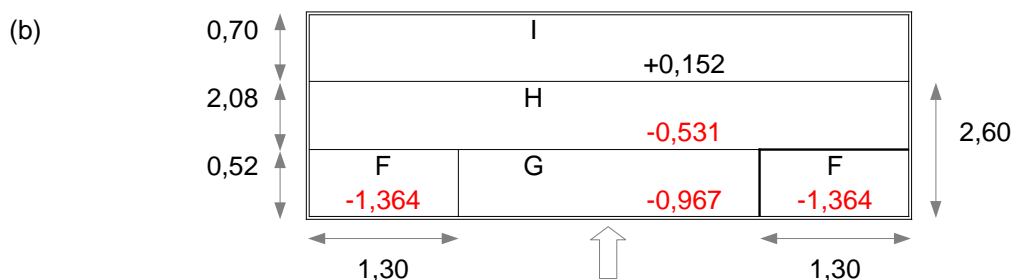
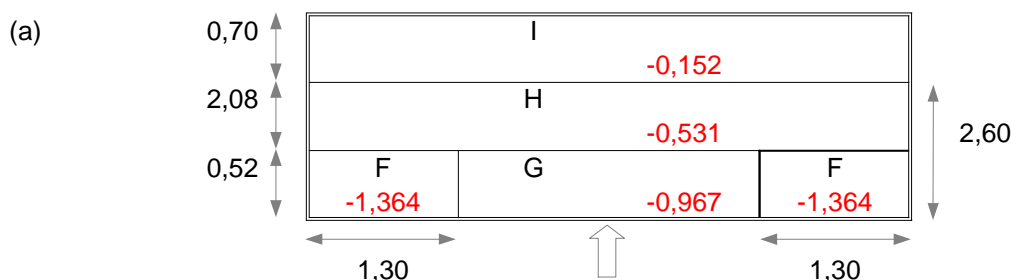
Referenčná výška:	$z = 3,100$	m
Rozdelenie strechy na pásma:	$e = 5,200$	m

### Výpočet špičkového tlaku vetra v úrovni strechy

Súčiniteľ turbulencie:	$k_t = 1,0$	
Súčiniteľ orografie:	$c_0(z) = 1,0$	
Intenzita turbulencie:	$I_v(z) = 0,174$	
Súčiniteľ drsnosti:	$c_r(z) = 0,974$	
Stredná rýchlosť vetra:	$v_m(z) = 23,37$	m/s
Súčiniteľ vystavenia vetru:	$c_e(z) = 2,106$	
<b>Špičkový tlak vetra:</b>	<b><math>q_p(z) = 0,758</math></b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

### Charakteristické hodnoty tlaku vetra na strechu

Oblasť	F	G	H	I	
Plocha	0,68	1,77	12,48	4,20	m <sup>2</sup>
(a) Súčiniteľ vonkajšieho tlaku	-1,80	-1,28	-0,70	-0,2	
(b) Súčiniteľ vonkajšieho tlaku	-1,80	-1,28	-0,70	+0,2	



## Zaťaženie vetrom – Steny

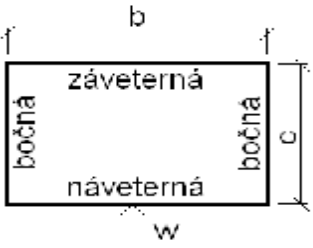

### Vetrová oblasť:

Vetrová oblasť:	I	
Základná rýchlosť vetra:	$v_b = 24,0$	m/s
Referenčný základný tlak vetra (hustota vzduchu $1,25 \text{ kg/m}^3$ )	$q_b = 0,360$	kN/m <sup>2</sup>

### Kategória terénu:

Kategória terénu:	(okolia jazier a územia bez prekážok)	I	
Dĺžka drsnosti:	$z_0 = 0,010$	m	
Minimálna výška:	$z_{\min} = 1$	m	
Súčiniteľ terénu:	$k_r = 0,170$		

### Geometria budovy

pôdorys stien	pohľad		
		$b = 6,000$	m
		$c = 3,300$	m
		$h = 3,100$	m

Max. referenčná výška:	$z = 3,100$	m
Rozdelenie bočnej steny na pásma:	$e = 6,000$	m
Výškový pomer:	$h/c = 0,939$	

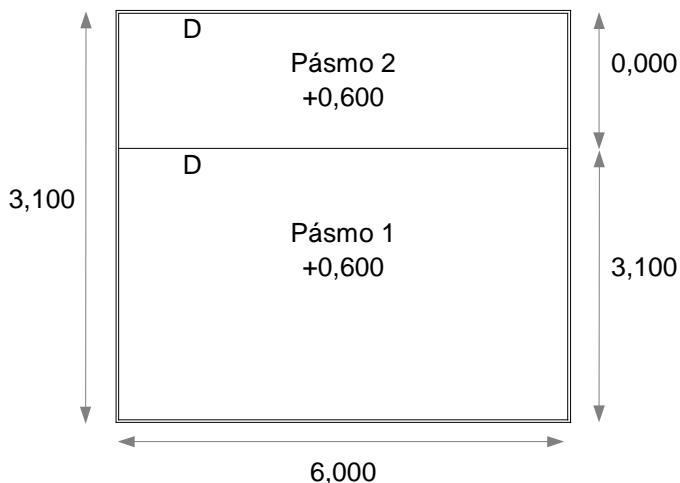
### Výpočet špičkového tlaku vetra na stenu

Pásmo:	1	2	
Referenčná výška:	$z = 3,100$	$3,100$	m
Súčiniteľ turbulencie:	$k_l = 1,0$	$1,0$	
Súčiniteľ orografie:	$c_0(z) = 1,0$	$1,0$	
Intenzita turbulencie:	$I_v(z) = 0,174$	$0,174$	
Súčiniteľ drsnosti:	$c_r(z) = 0,974$	$0,974$	
Stredná rýchlosť vetra:	$v_m(z) = 23,37$	$23,37$	m/s
Súčiniteľ vystavenia vetru:	$c_e(z) = 2,106$	$2,106$	
Špičkový tlak vetra:	$q_p(z) = 0,758$	$0,758$	kN/m <sup>2</sup>

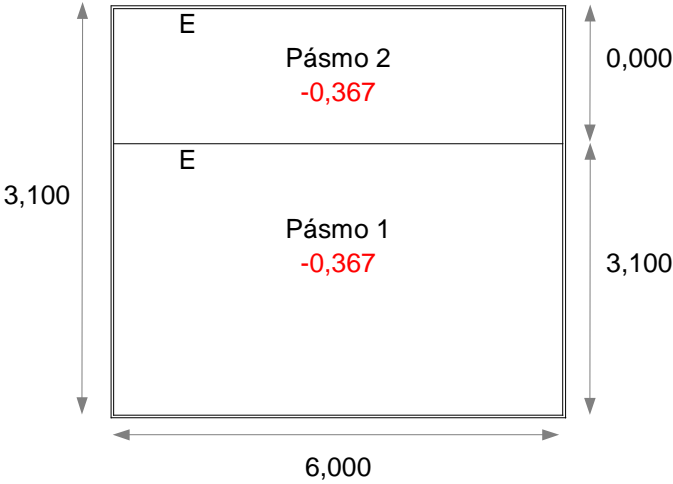
### Charakteristické hodnoty tlaku vetra na steny v kN/m<sup>2</sup>

Oblasť	A	B	C	D	E	
Plocha steny	3,72	6,51	0,00	18,60	18,60	m <sup>2</sup>
Súčiniteľ vonkajšieho tlaku	-1,20	-0,86	0,00	0,79	-0,48	

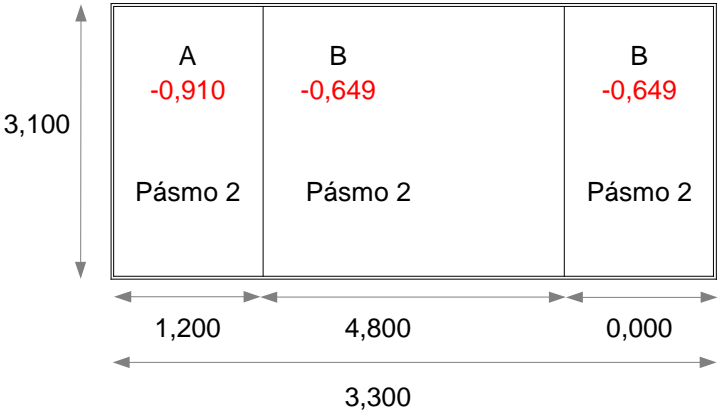
Náveterná stena



Záveterná stena



Bočná stena



## Návrh základového pásu pod obvodovou stenou. Výpočet na 1bm

### Zaťaženia na pás

- zaťažovacia šírka  $z_s := 1650\text{mm}$
  - základový pás  $l_p := 1.0\cdot\text{m}$
  - murivo  $l_m := 1.0\cdot\text{m}$
  - zaťaženie murivom  $g_{k,m2} := l_m \cdot b_m \cdot h_m \cdot \gamma_n$
  - normálová sila  $V_{ds} := (g_{k,s} + s_k + q_{k,H}) \cdot z_s \cdot l_p + g_{k,m2}$
  - výpočtová  $V_{de} := (g_{d,s} + s_d + q_{d,H}) \cdot z_s \cdot l_p + g_{d,m2}$
  - šmyková sila  $H_{de} := 0\cdot\text{kN}$
  - ohybový moment  $M_{de} := 0\cdot\text{kN}\cdot\text{m}$
  - obj. tiaž betónu:  $\gamma_{bet} := 25\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
  - obj. tiaž muriva:  $\gamma_m := 4\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
  - obj. tiaž zeme:  $\gamma_{zk} := 19.5\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
  - obj. tiaž betónu:  $\gamma_{bk} := 23\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
  - šířka pásu:  $b := 0.5\text{m}$
  - dĺžka pásu:  $l := 1\text{m}$
  - výška pásu:  $h := 0.45\text{m}$
  - hĺbka základovej škáry:  $D := h + 0\text{m}$
  - obj. tiaž betónu:  $\gamma_{bk} := 23\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
  - obj. tiaž zeme:  $\gamma_{zk} := 19.5\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
  - normové zaťaženie od pásu:  $G_{zk} := b \cdot l \cdot [h \cdot \gamma_{bk} + (D - h) \cdot \gamma_{zk}]$
  - výpočtové zaťaženie od pásu:  $G_{zd} := 1.35 \cdot G_{zk}$
  - zvislá sila od konštrukcie:  $V_{de} = 14.64\cdot\text{kN}$
  - zvislá sila pôsobiaca na zákl. škáru:  $F_{Vd} := V_{de} + G_{zd}$
  - moment od konštrukcie:  $M_d := M_{de}$
  - vodorovná sila od konštrukcie:  $V_d := H_{de}$
  - moment pôsobiaci v zákl. škáre:  $M_{Vd} := M_d + V_d \cdot h$
  - excentricita:  $e_{d,z} := \frac{M_{Vd}}{F_{Vd}}$
  - náhradná šírka:  $b_1 := b - 2 \cdot e_{d,z}$
  - napätie v základovej škáre:  $\sigma_{d,z} := \frac{F_{Vd}}{b_1 \cdot l}$
  - posúdenie napätia v základovej škáre:  $R_d := 150\text{kPa}$
- obj. tiaž betónu:  $\gamma_{bet} := 25\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
- obj. tiaž muriva:  $\gamma_m := 4\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
- obj. tiaž zeme:  $\gamma_{zk} := 19.5\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
- obj. tiaž betónu:  $\gamma_{bk} := 23\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
- šířka pásu:  $b := 0.5\text{m}$
- dĺžka pásu:  $l := 1\text{m}$
- výška pásu:  $h := 0.45\text{m}$
- hĺbka základovej škáry:  $D := h + 0\text{m}$
- obj. tiaž betónu:  $\gamma_{bk} := 23\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
- obj. tiaž zeme:  $\gamma_{zk} := 19.5\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
- normové zaťaženie od pásu:  $G_{zk} := b \cdot l \cdot [h \cdot \gamma_{bk} + (D - h) \cdot \gamma_{zk}]$
- výpočtové zaťaženie od pásu:  $G_{zd} := 1.35 \cdot G_{zk}$
- zvislá sila od konštrukcie:  $V_{de} = 14.64\cdot\text{kN}$
- zvislá sila pôsobiaca na zákl. škáru:  $F_{Vd} := V_{de} + G_{zd}$
- moment od konštrukcie:  $M_d := M_{de}$
- vodorovná sila od konštrukcie:  $V_d := H_{de}$
- moment pôsobiaci v zákl. škáre:  $M_{Vd} := M_d + V_d \cdot h$
- excentricita:  $e_{d,z} := \frac{M_{Vd}}{F_{Vd}}$
- náhradná šírka:  $b_1 := b - 2 \cdot e_{d,z}$
- napätie v základovej škáre:  $\sigma_{d,z} := \frac{F_{Vd}}{b_1 \cdot l}$
- posúdenie napätia v základovej škáre:  $R_d := 150\text{kPa}$

**Charakteristiky podložia** - podložie nie je definované - Uvažovaná únosnosť podložia -  $R_d = 150\text{ kPa}$

Výpočet zaťaženia na základovú škáru:

- šířka pásu:  $b := 0.5\text{m}$
  - dĺžka pásu:  $l := 1\text{m}$
  - výška pásu:  $h := 0.45\text{m}$
  - obj. tiaž betónu:  $\gamma_{bk} := 23\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
  - hĺbka základovej škáry:  $D := h + 0\text{m}$
  - obj. tiaž zeme:  $\gamma_{zk} := 19.5\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
  - normové zaťaženie od pásu:  $G_{zk} := b \cdot l \cdot [h \cdot \gamma_{bk} + (D - h) \cdot \gamma_{zk}]$
  - výpočtové zaťaženie od pásu:  $G_{zd} := 1.35 \cdot G_{zk}$
  - zvislá sila od konštrukcie:  $V_{de} = 14.64\cdot\text{kN}$
  - zvislá sila pôsobiaca na zákl. škáru:  $F_{Vd} := V_{de} + G_{zd}$
  - moment od konštrukcie:  $M_d := M_{de}$
  - vodorovná sila od konštrukcie:  $V_d := H_{de}$
  - moment pôsobiaci v zákl. škáre:  $M_{Vd} := M_d + V_d \cdot h$
  - excentricita:  $e_{d,z} := \frac{M_{Vd}}{F_{Vd}}$
  - náhradná šírka:  $b_1 := b - 2 \cdot e_{d,z}$
  - napätie v základovej škáre:  $\sigma_{d,z} := \frac{F_{Vd}}{b_1 \cdot l}$
  - posúdenie napätia v základovej škáre:  $R_d := 150\text{kPa}$
- obj. tiaž betónu:  $\gamma_{bet} := 25\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
- obj. tiaž muriva:  $\gamma_m := 4\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
- obj. tiaž zeme:  $\gamma_{zk} := 19.5\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
- obj. tiaž betónu:  $\gamma_{bk} := 23\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
- šířka pásu:  $b := 0.5\text{m}$
- dĺžka pásu:  $l := 1\text{m}$
- výška pásu:  $h := 0.45\text{m}$
- hĺbka základovej škáry:  $D := h + 0\text{m}$
- obj. tiaž betónu:  $\gamma_{bk} := 23\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
- obj. tiaž zeme:  $\gamma_{zk} := 19.5\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$
- normové zaťaženie od pásu:  $G_{zk} := b \cdot l \cdot [h \cdot \gamma_{bk} + (D - h) \cdot \gamma_{zk}]$
- výpočtové zaťaženie od pásu:  $G_{zd} := 1.35 \cdot G_{zk}$
- zvislá sila od konštrukcie:  $V_{de} = 14.64\cdot\text{kN}$
- zvislá sila pôsobiaca na zákl. škáru:  $F_{Vd} := V_{de} + G_{zd}$
- moment od konštrukcie:  $M_d := M_{de}$
- vodorovná sila od konštrukcie:  $V_d := H_{de}$
- moment pôsobiaci v zákl. škáre:  $M_{Vd} := M_d + V_d \cdot h$
- excentricita:  $e_{d,z} := \frac{M_{Vd}}{F_{Vd}}$
- náhradná šírka:  $b_1 := b - 2 \cdot e_{d,z}$
- napätie v základovej škáre:  $\sigma_{d,z} := \frac{F_{Vd}}{b_1 \cdot l}$
- posúdenie napätia v základovej škáre:  $R_d := 150\text{kPa}$

$$V_{uzitie} := \frac{\sigma_{d,z}}{R_d} \quad V_{uzitie} = 28.835\%$$
$$\text{if}(R_d \leq \sigma_{d,z}, \text{"Nevyhovuje"}, \text{"Vyhovuje"}) = \text{"Vyhovuje"}$$

**Prierez:** ŽB veniec

**Norma:** EN 1992-1-1

**Betón:** C20/25  $f_{ck}=20,0$  MPa  $f_{ctm}=2,20$  MPa  $E_{cm}=30000$  MPa

**Oceľ:** B500B  $f_{yk}=500$  MPa  $E_s=200000$  MPa

**Súčiniteľ:**  $\gamma_c=1,500$   $\gamma_s=1,150$   $\alpha_{cc}=1,000$

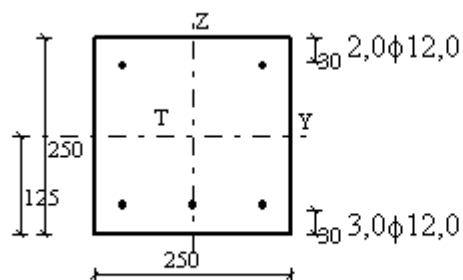
**Zaťaženie:**  $N_{Ed}=0,00$  kN  $M_{Ed}=1,50$  kNm

**Prierez:**  $A_b=0,063$  m<sup>2</sup>  $A_s=565,5$  mm<sup>2</sup>  $d=0,214$  m  $z_b=0,196$  m

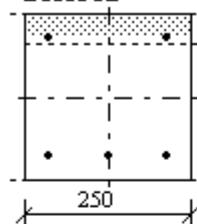
**Pozdĺžna výstuž:** (z - vzdialenosť ťažiska radu výstuže od spodného okraja prierezu)

2 x  $\phi 12,0$  z = 214 mm  $A_s = 226,2$  mm<sup>2</sup>  $t_s = 178,0$  mm

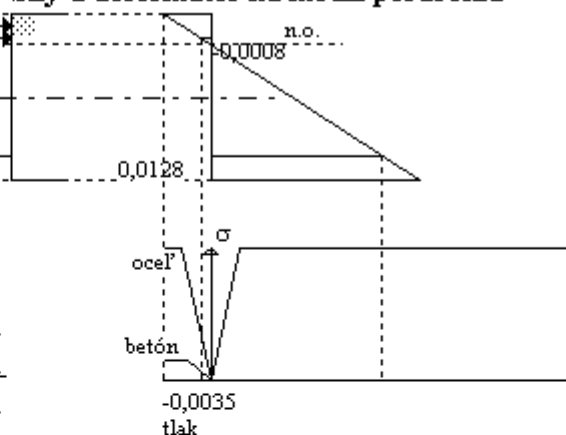
3 x  $\phi 12,0$  z = 36 mm  $A_s = 339,3$  mm<sup>2</sup>  $t_s = 89,0$  mm



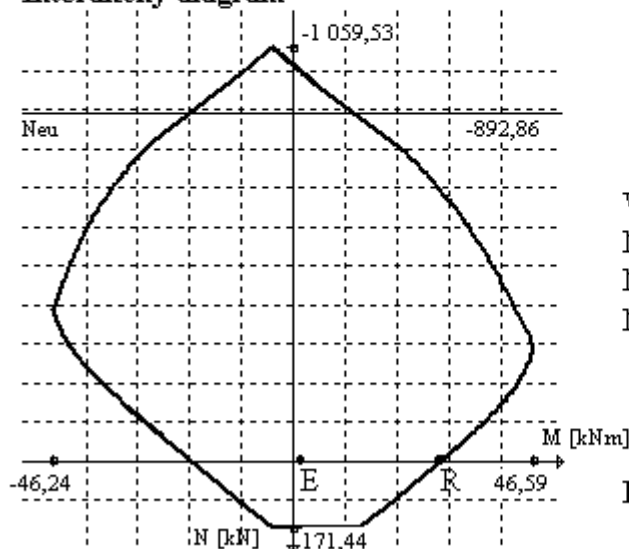
**Prierez**



**Sily a deformácie na medzi porušenia**



**Interakčný diagram**



Využitie: 5,28%

$N=0,00$  kN

$N_{Ed}=0,00$  kN

$N_{Rd}=0,00$  kN

$M=1,50$  kNm

$M_{Ed}=1,50$  kNm

$M_{Rd}=28,42$  kNm

**Prierez vyhovuje !**

ConcreteEC2 (c)2010

**Prierez:** ŽB veniec

**Norma:** EN 1992-1-1

**Betón:** C20/25  $f_{ck}=20,0$  MPa  $f_{ctm}=2,20$  MPa  $E_{cm}=30000$  MPa

**Oceľ:** B500B  $f_{yk}=500$  MPa  $E_s=200000$  MPa

**Strmene:** B500B  $f_{ywk}=500$  MPa  $E_s=200000$  MPa

**Zat'azenie:**  $V_{Ed}=6,00$  kN  $T_{Ed}=0,00$  kNm  $N_{Ed}=0,00$  kN  $M_{Ed}=1,50$  kNm

**Súčiniteľ:**  $\gamma_c=1,500$   $\gamma_s=1,150$   $\alpha_{cc}=1,000$

**Prierez:**  $b_w=0,250$  m  $h=0,250$  m  $d=0,214$  m  $z_b=0,196$  m

**Strmene:**  $\phi_s=6,0$  mm 2-strižný  $s_s=250$  mm  $\alpha_s=90,0^\circ$

$A_{sw}=56,5$  mm<sup>2</sup> (šmyk)

**Pozdĺžna výstuž:** (z - vzdialenosť ťažiska radu výstuže od spodného okraja prierezu)

výstuž z [mm]  $A_s$  [mm<sup>2</sup>]

2 x  $\phi 12,0$  214 226,2

3 x  $\phi 12,0$  36 339,3

Plocha hlavnej ťahovej výstuže:

$A_{sl,main} = 339,3$  mm<sup>2</sup>

Plocha doplnkovej výstuže:

$A_{sl} = 226,2$  mm<sup>2</sup>

**Šmyková odolnosť prvku so šmykovou výstužou:**

Priemerné tlakové napätie v priereze od  $N_{Ed}$ :

$\sigma_{cp}=0,0$  kPa

Súčiniteľ inerakcie:

$\alpha_{cw}=1,0$

Maximálna šmyková odolnosť:

$V_{Rd,max} = 177,3$  kN

Šmyková odolnosť:

$V_{Rd,s} = 22,9$  kN

Výsledná šmyková odolnosť  $V_{Rd,s} < V_{Rd,max}$ :

**$V_{Rd,s} = 22,9$  kN**

**Ťahová sila vo výstuži:**

Celková dodatočná sila od šmykových účinkov a krútenia:  $F_{td,1} = 3,6$  kN

Dodatočná sila bude prenášaná doplnkovou výstužou.

Sila v doplnkovej výstuži:

$F_{td} = F_{td,1} = 3,6$  kN

**Odolnosť prierezu:**

Porušenie tlakovej diagonály:

$V_{Ed}/V_{Rd,max} < 1$   $0,034 < 1$  vyhovuje

Odolnosť prierezu:

$V_{Ed} < V_{Rd,s}$   $6,0 < 22,9$  kN vyhovuje

Sila v doplnkovej výstuži:

$F_{td} < A_{sl} f_{yd}$   $3,6 < 98,3$  kN vyhovuje

Stupeň vystuženia:

$\rho_w > \rho_{w,min}$   $0,00090 > 0,00072$  vyhovuje

**Prierez vyhovuje !**