

# Obsah

## **Statický výpočet – Příklad P1**

Zatížení	1
Návrh a posouzení	3
Posouzení zdiva	4

Investor: Statutární město Brno, městská část Brno – střed, Dominikánská 2, 601 69 Brno  
Stavba: **REKONSTRUKCE – SOLNIČNÍ 3a, BYT č. 9**

Část: **D1.2. Stavebně konstrukční část**  
Stupeň: Dokumentace pro stavební povolení  
Zodp. projektant: Ing. Jiří Hlučil  
Vypracoval: Ing. Vojtěch Kostiha  
Datum: Duben 2016

Obsah: **D1.3. – STATICKÝ VÝPOČET**

Výtisk č.:

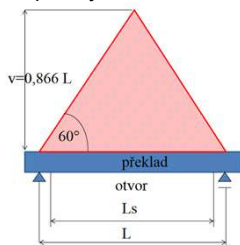
Předpoklad:

- zdvo z CPP (P10)
- malta MVC (M0,5)

- výška překlady  
 $h_p = 0,25 \text{ m}$

 $a = \min[h/2; t/2] =$ 
 $a = 0,125 \text{ m}$ 

- prostý nosník



- úhel roznosu  
 $\alpha = 60^\circ$

**PŘEKLAD NAD OTVOREM**

(byt č.9, ulice Solniční 3a, Brno)

1. Geometrie

- šířka otvoru  $b_o = 0,90 \text{ m}$
- výška otvoru  $h_o = 2,10 \text{ m}$
- tl. zdiva  $t_z = 0,60 \text{ m}$

2. Statické schéma

- uložení překlady

 $u_{p, \min} = 0,15 \text{ m}$ 
 $u_p = 0,15 \text{ m}$ 

- šířka uložení  $b_p = 0,60 \text{ m}$

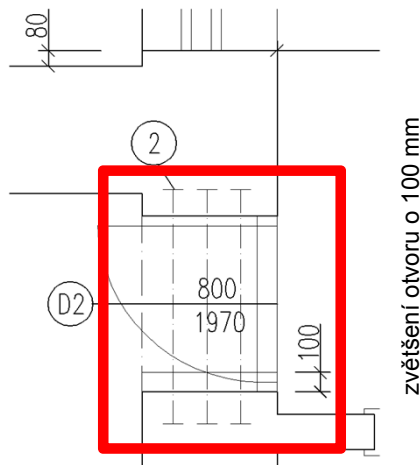
- efektivní délka překlady

 $l_{\text{eff}} = l_o + 2a = 0,9 + 2 \cdot 0,125 =$ 
 $l_{\text{eff}} = 1,150 \text{ m}$ 

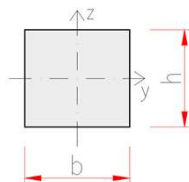
- roznos zatížení

 $h_z = \tan \alpha \cdot l_{\text{eff}} / 2 = \tan 60^\circ \cdot 1,15 / 2 = 0,9959 \text{ m} = 1,0 \text{ m}$ 

- úroveň stropu  $h_s = 3,36 \text{ m}$

 $\rightarrow h_{z, \text{celk}} = h_o + h_z = 2,1 + 1 = 3,10 \text{ m} \geq h_s \rightarrow \text{přenáší pouze zatížení zdiva}$ 
 $\rightarrow \text{šířka zatížení z horní stavby} \quad h_{zs} = -0,3002 = 0,0 \text{ m}$ 
3. Zatížení**Zatížení - PŘEKLAD P1**

Překlad P1	výška [m]	objemová tíha [kN/m³]	charakteristické $g_k$ [kN/m]	$\gamma_f$	výpočtové $g_d$ [kN/m]
- zatížení zdivo tl. 600 mm	0,60	19	11,400	1,35	15,390
- vl. tíha překlady, $h = 250 \text{ mm}$	0,25	25	3,750	1,35	5,063
- omítka MVC tl. 20 mm	0,02	21	1,302	1,35	1,758
celkem na $m$ $g$ [kN/m]			16,452	1,35	22,210
celkem na $m$ $q$ [kN/m]			0,0		0,0


 $E_{cm} = 30 \text{ GPa}$ 
 $I_p = 4,0011 \text{E-}05 \text{ m}^2$ 

 $V_{Ed} = 7,786 \text{ kN}$ 
 $M_{Ed} = 2,711 \text{ kNm}$ 
4. Návrh překlady

- I. systémové překlady typu RZP - navržený typ: RZP 159/14/19 V

- šířka překlady  $b_p = 0,140 \text{ m}$
- výška překlady  $h_p = 0,190 \text{ m}$
- délka překlady  $l_p = 1,590 \text{ m}$
- uložení  $u_p = 0,35 \text{ m} \geq u_{\min} = 0,15 \text{ m} \rightarrow \text{vyhovuje}$
- navržený počet kusů  $n_p = 4 \text{ ks}$
- únosnost 1ks  $q_n = 4,50 \text{ kN/m}$  - liniové užité zatížení
- $Q_u = 8,60 \text{ kN}$  - únosnost ve smyku
- $M_u = 4,32 \text{ kNm}$  - únosnost v ohybu
- $w_u = 0,20 \text{ mm}$  - mezní průhyb

5. Vnitřní síly a posouzení

Tabulkové posouzení

 $g_{Ed} = 16,49 \text{ kN/m} \leq g_{rd} = 18,00 \text{ kN/m} \rightarrow \text{vyhovuje}$ 
 $V_{Ed} = 7,79 \text{ kN} \leq V_{rd} = 34,40 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje}$ 
 $M_{Ed} = 2,71 \text{ kNm} \leq M_{rd} = 17,28 \text{ kNm} \rightarrow \text{vyhovuje}$ 
 $w_{lin} = 0,013 \text{ mm} \leq w_d = 0,20 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$ 
 $w_{nelin} = 0,042 \text{ mm} \leq w_d = 0,20 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$ 

Navržen překlad P1 z železobetonu a alternativně z ocel. nosníku (viz výpočet P1).

**Zatěžovací stavy**

č.	název	typ zatížení	komb. souč.
1.	vlastní tíha	stálé	1,35
2.	ostatní stálé (vč. stropu)	stálé	1,35

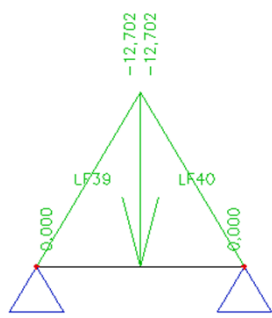
**Kombinace**

č.	název	zatěžovací stavy	souč.
1.	EN MSU (STR)	1; 2	1,35

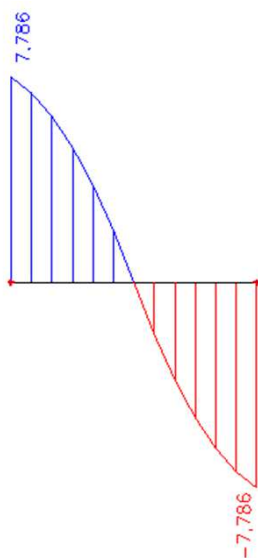
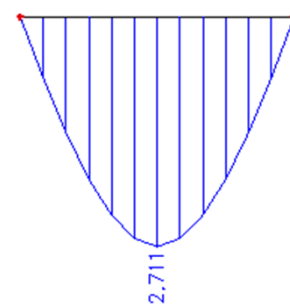
Zatěžovací stavy kombinovány dle rovnice 6.10

Zatížení

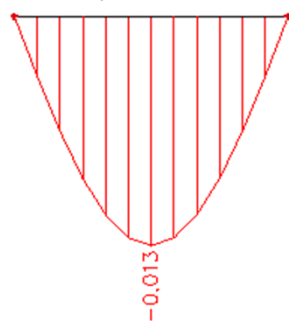
- ostatní stálé



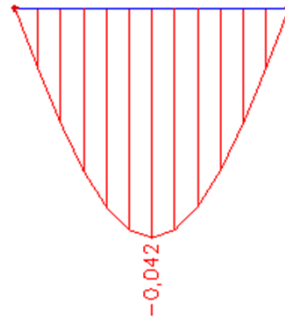
Vnitřní síly

 $V_{Ed}$  [kN] $M_{Ed}$  [kNm]

- lineární průhyb



- nelineární průhyb

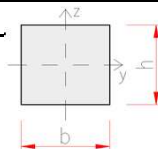


**PŘEKLAD P1** - železobetonová varianta

(posudek dle ČSN EN 1992-1-1)

**Vstupní veličiny**

Šířka  $b = 600$  mm  
 Výška  $h = 150$  mm  
 Krytí  $c = 35$  mm



$V_{Ed} = 9,484$  kN  
 $M_{Ed} = 2,782$  kNm

**Materiál**

Beton **C 25/30**  $\gamma_c = 1,5$  Výztuž **B500 (10505)**  $\gamma_s = 1,15$   
 $f_{ck} = 25$  MPa  $f_{yk} = 500$  MPa  
 $f_{ctm} = 2,6$  MPa  $E_s = 200$  GPa  
 $E_{cm} = 31$  GPa  $f_{yd} = 434,8$  MPa  
 $f_{cd} = 16,67$  MPa

**Výztuž**

podélná  $\phi = 10$  mm  $2$  ks  $A_{st,celk} = 157,1$  mm<sup>2</sup>  
 + dovyztužení  $\phi = 10$  mm  $0$  ks  $A_{st} = 0,0$  mm<sup>2</sup>  
 třmínky  $\phi = 6$  mm  $s = 70$  mm  $A_{st,celk} = 157,1$  mm<sup>2</sup>  
 počet stříhů  $2$   $A_{sw} = 56,5$  mm<sup>2</sup>  
 Ocel třmínků **B500 (10505)**  
 $f_{ywk} = 500$  MPa  $f_{ywd} = 434,8$  MPa

**Posouzení ohybu**

$d' = 46,0$  mm  $d = h - d' = 104,0$  mm  
 $x = 8,5$  mm  $A_{st,min} = 84,4$  mm<sup>2</sup>  
 $x_{lim} = 64,2$  mm  $A_{st,max} = 2489,7$  mm<sup>2</sup>  
 $x_{lim} > x$  vyhovuje  $A_{st,max} > A_{st} \geq A_{st,min}$  splněno

**Moment únosnosti**

$M_{Rd} = f_{yd} A_{st} Z_c = 6,9$  kNm  $Z_c = 100,59$  mm  
 $M_{Rd} = 6,870$  kNm  $\geq M_{Ed} = 2,782$  kNm  
**průřez VYHOVUJE**

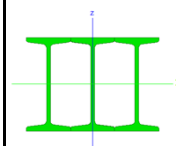
**Posouzení smyku****Posouvající síla přenášená betonem**

$\rho_1 = 0,00 < 0,02$   $k = 2,4 < 2$   $C_{Rd,c} = 0,12$   
 $v_{min} = 0,035 \cdot k^{1,5} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0,65$   
 $V_{Rd,cm} = C_{Rd,c} \cdot k(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b \cdot d = 20,7$  kN  $\min V_{Rd,c} = 40,3$  kN

Smyková výztuž pouze konstrukční.

**Posouvající síla přenesená betonem se smykovou výztuží**

$\cotg \theta = 1,5 < 1,0 - 2,5 >$   $s_{max} = 78,0$  mm  
 neposuzuje se podmínka splněna  
 $\rho_w = 0,0013$   $\rho_{w,min} = 0,0008$   
 $\rho_w \geq \rho_{w,min}$  podmínka splněna  
 $V_{Rd,s} = A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot Z \cdot \cotg \theta / s = 53,0$  kN  
 $V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot Z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cotg \theta + \tg \theta) = 250,7$  kN  
 $V_{Rd,s} = 53,0$  kN  $\geq V_{Ed} = 9,5$  kNm  
**průřez VYHOVUJE**

Délka prvku  $l = 0,9$  mLineární průhyb  $w_{lim} = L/500 = 900/500 = 1,8$  mmPosouzení  $w = 0,026$  mm  $\leq w_{lim} = 1,8$  mm  $\rightarrow$  **VYHOVUJE****Nelineární průhyb s dotvarováním** $w_{lim} = L/250 = 900/250 = 3,6$  mm $w = 0,139$  mm  $\leq w_{lim} = 3,6$  mm  $\rightarrow$  **VYHOVUJE***Prvek vyhoví na posouzení II. mezního stavu.***Alternativní varianta:** ocelový nosník 3x I100 (S235)  $\rightarrow f_d = 204,348$  MPa

- plocha  $A = 3,23E-03$  m<sup>2</sup>  
 - průřezový modul  $W_{el,y,z} = 1,0384E-04$  7,685E-05 m<sup>3</sup>  
 $W_{pl,y,z} = 1,2119E-04$  1,161E-04 m<sup>3</sup>  
 - moment setrvačnosti  $I_{y,z} = 5,1921E-06$  5,763E-06 m<sup>4</sup>  
 - délka překladu  $l = 1,15$  m

**Posouzení:**

- únosnost  $\sigma_{Ed} = M/W = 2,782/0,0001 = 26,8$  MPa  $\leq \sigma_{Rd} = 204$  MPa  $\rightarrow$  vyhovuje  
 - průhyb  $w = 0,289$  mm  $\leq w_{lim} = l/250 = 1150/250 = 4,60$  mm  $\rightarrow$  vyhovuje

**POSOUZENÍ ZDĚNÉ STĚNY - vnitřní nosná stěna (tl. 600 mm)**

stěna:  $b_s = 0,600 \text{ m}$   
 $h_s = 3,75 \text{ m}$   
 $l_s = 0,84 \text{ m}$

**Zatížení - ZDĚNÁ STĚNA**

zděná stěna	výška [m]	objemová tíha [kN/m <sup>3</sup> ]	charakteristické $g_k$ [kN/m]	$\gamma_f$	výpočtové $g_d$ [kN/m]
- tíha zdiva			11,960	1,35	16,147
- vl. tíha zdiva, $h = 600 \text{ mm}$	0,6	19	42,8	1,35	57,71
- omítka MVC tl. 20 mm	0,02	21	4,166	1,35	5,625

*I. celkem na  $m$   $g$  [kN/m]* **16,127**  $1,35$  21,771

*I. celkem na  $m$   $q$  [kN/m]* **0,0** 0,0

**Z.1 Materiál: Zdivo CPP**

Ytong P 10 65 / 140 / 290

$\zeta = 1900 \text{ kg/m}^3$

$h = 0,140 \text{ m}$

$l = 0,840 \text{ m}$

$t = 0,065 \text{ m}$

pevnost zdících prvků v tlaku dle EN 772-1

$f_b = 10 \text{ MPa}$

charakteristická pevnosti zdiva v tlaku dle ČSN EN 1996-1-1

$f_k = 7,7 \text{ MPa}$

**Malta MVC (M5)**

M 0,5 (vápenocementová malta)

$\zeta = 2000 \text{ kg/m}^3$

obj. hmotnost

$f_{mk} = 0,5 \text{ MPa}$

pevnost v tlaku

$f_{s,t} = 0,50 \text{ MPa}$

soudržnost

**Z.2 Vlastnosti zdiva**

$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} = 0,44 \cdot 7,7^{0,7} \cdot 0,5^{0,3} = 1,492 \text{ MPa}$

$K = 0,8 \cdot 0,55 = 0,44$

$\delta = 0,77$

$f_b = f_u \cdot \delta = 10 \cdot 0,77 = 7,7 \text{ MPa}$

$f_d = f_k / \gamma_M = 7,7 / 2,2 = 0,678 \text{ MPa}$

- modul pružnosti zdiva (krátkodobý)

$E = K \cdot f_k = 0,746 \text{ GPa}$

- modul pružnosti zdiva (dlouhodobý)

$E_{lt} = E / (1 + \emptyset_\infty) = 0,298 \text{ GPa}$

**Z.3 Vnitřní síly**

$N_{ed,hlava} = 21,7712 \text{ kN}$   $N_{ed,střed} = 53,4398 \text{ kN}$   $N_{ed,pata} = 85,1083 \text{ kN}$

$M_{ed,hlava} = 1,0886 \text{ kNm}$   $M_{ed,střed} = 2,672 \text{ kNm}$   $M_{ed,pata} = 4,2554 \text{ kNm}$

**Z.4 Posouzení v uložení**

- uložení stropních nosníků na stěnu

$\sigma_{Ed} = N_{Ed} / A = 21,771 / 0,09 = 0,242 \text{ MPa}$

$\sigma_{Rd} = 0,678 \text{ MPa} \geq \sigma_{Ed} = 0,242 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$

- posouzení v soustředném zatížení  $\rightarrow \text{vyhoví}$

$N_{Rd,c} = \beta \cdot A_b \cdot f_d = 1,0 \cdot 0,09 \cdot 0,678 \cdot 0,54 = 61,025 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 21,7712 \text{ kN}$

- třída: III.

- kategorie zdících prvků:  
zdící prvky kategorie I. a  
předpisová malta

- skupina zdících prvků: 1

- použitá malta:

obyč. malta

- typ zdival: pálené

$f_m \leq \{20; 2 \cdot f_b\}$

$f_m \leq \{20; 2 \cdot 10\} \rightarrow \text{vyhovuje}$

- charakt. pevnost v tlaku

$K = 0,55$

( $v = 65$ ,  $\delta = 140$ )

$\gamma_M = 2,2$

- návrhová pevnost zdiva

$\eta = 1,0$

$K = 500$

$\emptyset_\infty = 1,5$

šířka nosníku

$b_n = 840 \text{ mm}$

zatěžovací plocha

$A = 150 \cdot 600 = 0,09 \text{ m}^2$

$\beta = (1 + 0,3a_1/h_c) \cdot (1,5 - 1,1A_b/A_{ef}) =$

$\beta = 1,00$

**Z.4.1 Posouzení v hlavě**

- průřezová plocha  
 $t = b \cdot h = 0,6 \cdot 0,84 = 0,504 \text{ m}^2$
- vliv horizontální síly  
 $e_{hi} = 0 \text{ m}$
- $M_{id} = 1,0886 \text{ kNm}$
- $N_{id} = 21,7712 \text{ kN}$
- $t = 0,600 \text{ m}$
- $t/6 = 0,100 \text{ m}$

- podle způsobu podepření  
 $\zeta = 1$

- účinná tloušťka  
 $t_{ef} = t = 0,600 \text{ m}$

výstřednost od dotvarování lze zanedbat

- zatížení  
 $N_{Ed} = 21,771 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 1,1 \text{ kNm}$

$$e_{hi} = 0 \text{ m} \rightarrow \text{působení horizontální síly}$$

$$e_{init} = h_{eff}/450 = 3,75/450 = 0,0083 \text{ m}$$

$$\Phi = 1 - 2e_{mk}/t = 1 - 2 \cdot 0,058/0,6 = 0,806$$

$$e_m = M_i/N_i + e_{hi} + e_{init} \geq 0,05 \cdot t$$

$$e_m = M_{id}/N_{id} + e_{hi} + e_{init} = 1,089/21,771 + 0 + 0,0083 = 0,058 \text{ m}$$

- podmínka

$$0,05 \cdot t \leq e_{mk} = e_m + e_k = 0,058 + 0 = 0,058 \text{ m}$$

$$0,05 \cdot 0,6 = 0,03 \leq 0,058 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

- účinná výška

$$h_{ef} = h_0 \cdot \zeta = 3,75 \cdot 1 = 3,75 \text{ m}$$

- štíhlost

$$h_{ef}/t_{ef} = 3,75/0,6 = 6,25 \leq 27 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\lambda = h_{ef}/t_{ef} \cdot (f_k/E)^{0,5} = 6,25 \cdot (1,492/0,746)^{0,5} = 8,839$$

$$\lambda = 8,8388 \leq 15 \rightarrow e_k = 0 \text{ m}$$

**Návrhová únosnost v hlavě**

$$N_{Rd} = \Phi \cdot t \cdot f_d = 0,806 \cdot 0,504 \cdot 0,678 = 275,290 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 275,290 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 21,771 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhoví}$$

**Z.4.1.2 Posouzení (včetně vzpěru) - uprostřed**

- zatížení  
 $N_{Ed} = 53,440 \text{ kN}$        $M_{Ed} = 2,67 \text{ kNm}$

$$e_{hi} = 0,04934 \text{ m} \rightarrow \text{působení horizontální síly}$$

$$e_{init} = h_{eff}/450 = 3,75/450 = 0,0083 \text{ m}$$

$$\Phi_m = A_1 \cdot e^{-(u \cdot u)/2} = 0,3987 \cdot e^{-(0,3579)^2/2} = 0,3739$$

$$u = ((h_{ef}/t_{ef}) - 2)/(23 - 37 \cdot e_{mk}/t) = (3,75/0,6 - 2)/(23 - 37 \cdot 0,18/0,6)$$

$$u = 0,3579$$

$$A_1 = 1 - 2 \cdot e_{mk}/t = 1 - 2 \cdot 0,18/0,6 = 0,399$$

$$e_m = M_m/N_m + e_{hm} + e_{init} = 2,672/21,771 + 0,0493 + 0,008 = 0,180 \text{ m}$$

- štíhlost

$$h_{ef}/t_{ef} = 3,75/0,6 = 6,25 \leq 27 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\lambda = h_{ef}/t_{ef} \cdot (f_k/E)^{0,5} = 6,25 \cdot (1,492/0,746)^{0,5} = 8,839$$

$$\lambda = 8,8388 \leq 15 \rightarrow e_k = 0 \text{ m}$$

Podmínka:

$$0,05 \cdot t \leq e_{mk} = e_m + e_k = 0,18 + 0 = 0,180 \text{ m}$$

$$0,05 \cdot 0,6 = 0,03 \leq 0,180 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

**Návrhová únosnost**

$$N_{Rd} = \Phi_m \cdot t \cdot f_d = 0,3739 \cdot 0,504 \cdot 0,678 = 127,78 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 127,784 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 53,440 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhoví}$$

**Z.4.3 Posouzení v patě**

- průřezová plocha  
 $t = b \cdot h = 0,6 \cdot 0,84 = 0,504 \text{ m}^2$
- vliv horizontální síly  
 $e_{hi} = 0 \text{ m}$

- zatížení  
 $N_{Ed} = 85,108 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 4,3 \text{ kNm}$

$$e_{hi} = 0 \text{ m} \rightarrow \text{působení horizontální síly}$$

$$e_{init} = h_{eff}/450 = 3,75/450 = 0,0083 \text{ m}$$

$$M_{id} = 4,2554 \text{ kNm}$$

$$N_{id} = 85,1083 \text{ kN}$$

$$t = 0,600 \text{ m}$$

$$t/6 = 0,100 \text{ m}$$

- podle způsobu podepření

$$\zeta = 1$$

- účinná tloušťka

$$t_{ef} = t = 0,600 \text{ m}$$

výstřednost od dotvarování lze zanedbat

$$\Phi = 1 - 2e_{mk}/t = 1 - 2 \cdot 0,058/0,6 = 0,806$$

$$e_m = M_i/N_i + e_{hi} + e_{init} \geq 0,05 \cdot t$$

$$e_m = M_{id}/N_{id} + e_{hi} + e_{init} = 4,255/85,108 + 0 + 0,0083 = 0,058 \text{ m}$$

- podmínka

$$0,05 \cdot t \leq e_{mk} = e_m + e_k = 0,058 + 0 = 0,058 \text{ m}$$

$$0,05 \cdot 0,6 = 0,03 \leq 0,058 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

- účinná výška

$$h_{ef} = h_0 \cdot \zeta = 3,75 \cdot 1 = 3,75 \text{ m}$$

- štíhlost

$$h_{ef}/t_{ef} = 3,75/0,6 = 6,25 \leq 27 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\lambda = h_{ef}/t_{ef} \cdot (f_k/E)^{0,5} = 6,25 \cdot (1,492/0,746)^{0,5} = 8,839$$

$$\lambda = 8,8388 \leq 15 \rightarrow e_k = 0 \text{ m}$$

*Návrhová únosnost v hlavě*

$$N_{Rd} = \Phi \cdot t \cdot f_d = 0,806 \cdot 0,504 \cdot 0,678 = 275,290 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 275,290 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 85,108 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhoví}$$

#### Závěr:

Provedené stavební úpravy bytu č. 9, Solniční 3a v podobě zvětšení otvoru o 100 mm při použití předloženého statického zajištění (volba jedné z navržených variant) prokazují splnění podmínek definovaných mezními stavy (MSÚ i MSP) a konstrukce tak z tohoto hlediska vyhoví.

Provedené posouzení zděné konstrukce vynášející překlad prokazuje dostatečnou únosnost stávajícího zdiva.

Navržené stavební úpravy nemají vliv na statiku dotčených částí objektu i celého domu Solniční 3a a neovlivní tak ani sousední stavby.