

Investor: Statutární město Brno, městská část Brno – střed, Dominikánská 2, 601 69 Brno  
Stavba: **REKONSTRUKCE – HYBEŠOVA 6, BYT č. 5**

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

Obsah: **D1.3. – STATICKÝ VÝPOČET**

Výtisk č.:

# Obsah

## **Statický výpočet – Příklad P1**

<i>Zatížení</i>	1
<i>Návrh a posouzení</i>	2
<i>Posouzení zdiva</i>	3

**PŘEKLAD NAD OTVOREM**

(byt č.5, ulice Hybešova 6, Brno)

Předpoklad:

- zdívo z CPP (P10)
- malta MVC (M1)

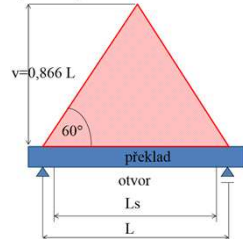
- výška překladu

$$h_p = 0,25 \text{ m}$$

$$a = \min[h/2; t/2] =$$

$$a = 0,100 \text{ m}$$

- prostý nosník



- úhel roznosu

$$\alpha = 60^\circ$$

**1. Geometrie**

- šířka otvoru  $b_o = 2,32 \text{ m}$
- výška otvoru  $h_o = 2,10 \text{ m}$
- tl. zdíva  $t_z = 0,15 \text{ m}$

**2. Statické schéma**

- uložení překladu

$$u_{p, \min} = 0,174 \text{ m}$$

$$u_p = 0,20 \text{ m}$$

- efektivní délka překladu

$$l_{\text{eff}} = l_o + 2a = 2,32 + 2 \cdot 0,1 =$$

$$l_{\text{eff}} = 2,520 \text{ m}$$

- roznos zatížení

$$h_z = \text{tg} \alpha \cdot l_{\text{eff}} / 2 = \text{tg} 60^\circ \cdot 2,52 / 2 = 2,1824 \text{ m} = 2,190 \text{ m}$$

- úroveň stropu  $h_s = 3,5 \text{ m}$

$$\rightarrow h_{z, \text{celk}} = h_o + h_z = 2,1 + 2,19 = 4,290 \text{ m} \geq h_s \rightarrow \text{přenáší zatížení z horní kce}$$

$$\rightarrow \text{šířka zatížení z horní stavby} \quad h_{zs} = 0,91221 = 0,92 \text{ m}$$

$$\rightarrow \text{jedná se o průběžnou příčku - nepřenáší zatížení ze stropu, ale vynáší kci stěny.}$$

**3. Zatížení****Zatížení - PŘEKLAD P1**

Překlád P1	výška [m]	objemová tíha [kN/m³]	charakteristické $g_k$ [kN/m]	$\gamma_f$	výpočtové $g_d$ [kN/m]
- zatížení z horní stavby - zděná stěna (stálé)	-	-	8,081	1,35	10,909
- zděná stěna z CPP, tl. 150 mm	2,19	19	6,242		8,426
- omítka stěny, tl. 20 mm	0,02	21	1,840		2,483
- vl. tíha překladu, $h = 250 \text{ mm}$	0,25	25	3,750	1,35	5,063
- omítka MVC tl. 20 mm	0,02	21	0,273	1,35	0,369
- zatěžovací plocha	celkem na m g [kN/m]		12,104	1,35	16,341
$A_z = 16,632 \text{ m}^2$	celkem na m q [kN/m]		0,0		0,0

Pozn.: \* nad překladem se nachází 2 typická podlaží (bez bližší specifikace) - uvažována výška podlaží 4 m

**Zatěžovací stavy**

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

Zatěžovací stavy kombinovány dle rovnice 6.10

**4. Vnitřní síly**

- rovnoměrné zatížení

$$V_{Ed} = 10,295 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 6,486 \text{ kNm}$$

- trojúhelníkové zatížení

$$V_{Ed} = 13,716 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 8,635 \text{ kNm}$$

**5. Návrh překladu**

- I. systémové překlady typu RZP - navržený typ: RZP 269/7/24 P

- šířka překladu  $b_p = 0,07 \text{ m}$

- výška překladu  $h_p = 0,24 \text{ m}$

- délka překladu  $l_p = 2,69 \text{ m}$

- uložení  $u_p = 0,19 \text{ m} \geq u_{\min} = 0,17 \text{ m} \rightarrow \text{vyhovuje}$

- navržený počet kusů  $n_p = 2 \text{ ks}$

- únosnost 1ks  $q_n = 11,0 \text{ kN/m}$

$$Q_n = 15,50 \text{ kN}$$

$$M_n = 10,48 \text{ kNm}$$

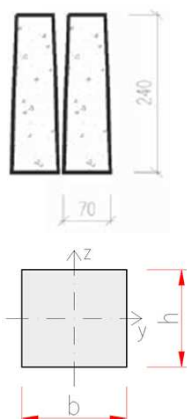
$$w_n = 12,0 \text{ mm}$$

- liniové užité zatížení

- únosnost ve smyku

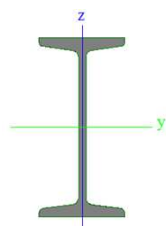
- únosnost v ohybu

- mezní průhyb



$$V_{Ed} = 5,416 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1,493 \text{ kNm}$$



$$V_{Ed} = 10,538 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 8,802 \text{ kNm}$$

- statický model
- prostý nosník



### 5. Posouzení

Tabulkové posouzení

$g_{Ed} = 16,34 \text{ kN/m}$	$\leq g_{Rd} = 22,0 \text{ kN/m}$	→ <b>vyhovuje</b>
$V_{Ed} = 13,72 \text{ kN}$	$\leq V_{Rd} = 31,0 \text{ kN/m}$	→ <b>vyhovuje</b>
$M_{Ed} = 8,63 \text{ kNm}$	$\leq M_{Rd} = 20,96 \text{ kNm}$	→ <b>vyhovuje</b>
$w_{lin} = 1,774 \text{ mm}$	$\leq w_d = 6,0 \text{ mm}$	→ <b>vyhovuje</b>
$w_{nlin} = 6,298 \text{ mm}$	$\leq w_d = 12,0 \text{ mm}$	→ <b>vyhovuje</b>

### 6. Návrh překládu - ocelový profil

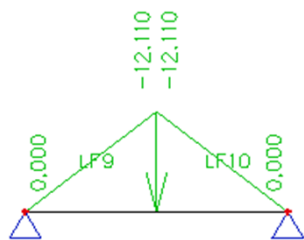
- ocelový nosník	1x 140 (S235)	→ $f_d = 204,35 \text{ MPa}$
- plocha	$A = 1,82E-03 \text{ m}^2$	
- moment setrvačnosti	$W_{el,y,z} = 8,1900E-05 \text{ m}^3$	$1,070E-05 \text{ m}^3$
	$W_{pl,y,z} = 9,5400E-05 \text{ m}^3$	$1,790E-05 \text{ m}^3$
- průřezový modul	$I_{y,z} = 5,7300E-06 \text{ m}^4$	$3,520E-07 \text{ m}^4$
- délka překládu	$l = 2,550 \text{ m}$	
- únosnost	$\sigma_{Ed} = M/W = 8,802/0,00008 = 107,5 \text{ MPa}$	
	$\sigma_{Ed} = 107,5 \text{ MPa} \leq \sigma_{Rd} = 204,35 \text{ MPa}$	→ <b>vyhovuje</b>
- průhyb	$w = 3,560 \text{ mm} \leq w_{lim} = l/250 = 2350/250 = 9,40 \text{ mm}$	
	$w = 3,560 \text{ mm} \leq w_{lim} = l/500 = 2350/500 = 4,70 \text{ mm}$	→ <b>vyhovuje</b>

Při výpočtu bylo předpokládáno s průběžným vyzdéním posuzované stěny bez vynášení stropní, resp. střešní konstrukce.

Z hlediska působení stěny je nutné v maximální míře omezit průhyb překládu, který by se při vyšších hodnotách negativně projevil vznikem trhlin ve stěně v přilehlém vyšším podlaží. Z tohoto důvodu byl omezujícím kritériem průhyb.

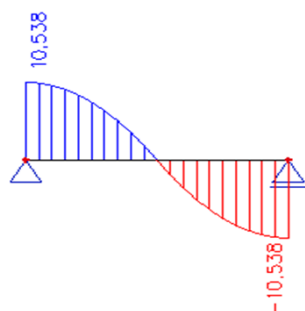
Zatížení

- ostatní stálé

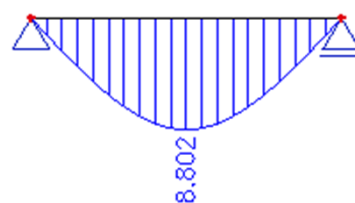


Vnitřní síly

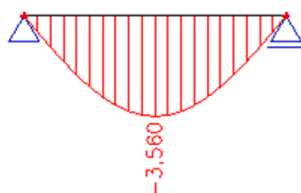
$V_{Ed} [\text{kN}]$



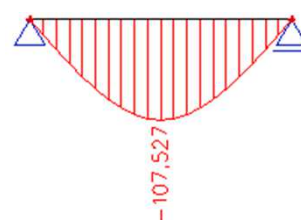
$M_{Ed} [\text{kNm}]$



- lineární průhyb



- průběh napětí



**POSOUZENÍ ZDĚNÉ STĚNY - vnitřní nosná stěna (tl. 150 mm)**

- průběžná příčka:  
přenáší zatížení z horní  
stavby (3.NP a 4.NP)

stěna:  $b_s = 0,150 \text{ m}$   
 $h_s = 4,0 \text{ m}$   
 $l_s = 1,0 \text{ m}$

**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]
- zatížení z horní stavby I.- 3.NP+ 4.NP			29,520		39,852
- stálé: příčka tl. 150 mm	4,0	19	11,40	1,35	15,390
omítka tl. 20 mm	4,0	21	3,360	1,35	4,536
- zatížení z překladu	-	-	2,608	1,35	3,521
- vl. tíha zdiva, tl. = 150 mm	0,15	19	11,40	1,35	15,39
- omítka MVC tl. 20 mm	0,02	21	3,360	1,35	4,536

Nepředpokládá se vynášení stropní,  
resp. střešní kce posuzovanou stěnou.

I. celkem na m g [kN/m] **32,128**  
I. celkem na m q [kN/m] **0,0**

- třída: III.  
- kategorie zdících prvků:  
zdící prvky kategorie II. a  
jakákoli malta  
- skupina zdících prvků: 1  
- použitá malta:  
obyč. malta  
- typ zdiva: pálené

**Z.1 Materiál: Zdivo CPP**

CPP P 10 65 / 140 / 290

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

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

$l = 1,000 \text{ m}$

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

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 1 (vápenocementová malta)

$\zeta = 2100 \text{ kg/m}^3$

obj. hmotnost

$f_{mk} = 1,0 \text{ MPa}$

pevnost v tlaku

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

soudržnost

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

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

**Z.2 Vlastnosti zdiva**

- charakt. pevnost v tlaku

$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} = 0,55 \cdot 7,7^{0,7} \cdot 1^{0,3} = 2,296 \text{ MPa}$

$K = 0,55$

$K = 1,0 \cdot 0,55 = 0,55$

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

$\delta = 0,77$

$\gamma_M = 2,5$

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

- návrhová pevnost zdiva

$f_d = f_k / \gamma_M = 2,296 / 2,5 = 0,918 \text{ MPa}$

$\eta = 1,0$

- modul pružnosti zdiva (krátkodobý)

$K = 500$

$E = K \cdot f_k = 1,148 \text{ GPa}$

- modul pružnosti zdiva (dlouhodobý)

$\emptyset_\infty = 1,5$

$E_{lt} = E / (1 + \emptyset_\infty) = 0,459 \text{ GPa}$

šířka nosníku

$b_n = 1000 \text{ mm}$

**Z.3 Vnitřní síly**

I.  $N_{ed,hlava} = 43,3728 \text{ kN}$   $N_{ed,střed} = 53,3358 \text{ kN}$   $N_{ed,pata} = 63,2988 \text{ kN}$

**Z.4 Posouzení v uložení**

zatěžovací plocha

$A = 150 \cdot 150 = 0,0225 \text{ m}^2$

- uložení stropních nosníků na stěnu

$\sigma_{Ed} = N_{Ed} / A = 13,46 / 0,023 = 0,598 \text{ MPa}$

$\sigma_{Rd} = 0,918 \text{ MPa} \geq \sigma_{Ed} = 0,598 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$

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

$\beta = 1,00$

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

$N_{Rd,c} = \beta \cdot A_b \cdot f_d = 1,0 \cdot 0,023 \cdot 918,261 = 20,661 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 13,4598 \text{ kN}$

**Z.4.1 Posouzení v hlavě**

- průřezová plocha  
 $t = b \cdot h = 0,15 \cdot 1 = 0,150 \text{ m}^2$

- vliv horizontální síly  
 $e_{hi} = 0 \text{ m}$

$M_{id} = 0 \text{ kNm}$

$N_{id} = 43,3728 \text{ kN}$

$t = 0,150 \text{ m}$

$t/6 = 0,025 \text{ m}$

- podle způsobu podepření  
 $\zeta = 1$

- účinná tloušťka  
 $t_{ef} = t = 0,150 \text{ m}$

nutno zohlednit dotvarování

- zatížení  $N_{Ed} = 43,373 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 0 \text{ kNm}$

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

$e_{init} = h_{eff}/450 = 4/450 = 0,0089 \text{ m}$

$\Phi = 1 - 2e_{mk}/t = 1 - 2 \cdot 0,012/0,15 = 0,843$

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

$e_m = M_{id}/N_{id} + e_{hi} + e_{init} = 0/43,373 + 0 + 0,0089 = 0,009 \text{ m}$

- podmínka

$0,05 \cdot t \leq e_{mk} = e_m + e_k = 0,009 + 0,003 = 0,012 \text{ m}$

$0,05 \cdot 0,15 = 0,0075 \leq 0,012 \rightarrow$  vyhovuje

- účinná výška

$h_{ef} = h_0 \cdot \zeta = 4 \cdot 1 = 4,0 \text{ m}$

- štíhlost

$h_{ef}/t_{ef} = 4/0,15 = 26,667 \leq 27 \rightarrow$  vyhovuje

$\lambda = h_{ef}/t_{ef} \cdot (f_k/E)^{0,5} = 26,667 \cdot (2,296/1,148)^{0,5} = 37,712$

$\lambda = 37,712 \leq 15 \rightarrow e_k = 0,002921 \text{ m}$

*Návrhová únosnost v hlavě*

$N_{Rd} = \Phi \cdot t \cdot f_d = 0,843 \cdot 0,15 \cdot 0,918 = 116,050 \text{ kN}$

**$N_{Rd} = 116,050 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 43,373 \text{ kN} \rightarrow$  vyhoví**

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

- zatížení  $N_{Ed} = 53,336 \text{ kN}$   $M_{Ed} = 0 \text{ kNm}$

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

$e_{init} = h_{eff}/450 = 4/450 = 0,0089 \text{ m}$

$\Phi_m = A_1 \cdot e^{-(u \cdot u)/2} = 0,8425 \cdot e^{-(1,228)^2/2} = 0,3964$

$u = ((h_{ef}/t_{ef}) - 2)/(23 - 37 \cdot e_{mk}/t) = (4/0,15 - 2)/(23 - 37 \cdot 0,012/0,15)$

$u = 1,228$

$A_1 = 1 - 2 \cdot e_{mk}/t = 1 - 2 \cdot 0,009/0,15 = 0,843$

$e_m = M_m/N_m + e_{hm} + e_{init} = 0/43,373 + 0 + 0,0089 = 0,009 \text{ m}$

- štíhlost

$h_{ef}/t_{ef} = 4/0,15 = 26,667 \leq 27 \rightarrow$  vyhovuje

$\lambda = h_{ef}/t_{ef} \cdot (f_k/E)^{0,5} = 26,667 \cdot (2,296/0)^{0,5} = 37,712$

$\lambda = 37,712 \leq 15 \rightarrow e_k = 0,002921 \text{ m}$

Podmínka:

$0,05 \cdot t \leq e_{mk} = e_m + e_k = 0,009 + 0,003 = 0,012 \text{ m}$

$0,05 \cdot 0,15 = 0,0075 \leq 0,012 \rightarrow$  vyhovuje

*Návrhová únosnost*

$N_{Rd} = \Phi_m \cdot t \cdot f_d = 0,3964 \cdot 0,15 \cdot 0,918 = 54,60 \text{ kN}$

**$N_{Rd} = 54,600 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 53,336 \text{ kN} \rightarrow$  vyhoví**

**Z.4.3 Posouzení v patě**

- průřezová plocha

$$t = b \cdot h = 0,15 \cdot 1 =$$

$$t = 0,150 \text{ m}^2$$

- vliv horizontální síly

$$e_{hi} = 0 \text{ m}$$

$$M_{id} = 0 \text{ kNm}$$

$$N_{id} = 63,2988 \text{ kN}$$

$$t = 0,150 \text{ m}$$

$$t/6 = 0,025 \text{ m}$$

- podle způsobu podepření

$$\zeta = 1$$

- účinná tloušťka

$$t_{ef} = t = 0,150 \text{ m}$$

nutno zohlednit dotvarování

- zatížení  $N_{Ed} = 63,299 \text{ kN}$

$$M_{Ed} = 0,0 \text{ kNm}$$

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

$$e_{init} = h_{eff}/450 = 4/450 = 0,0089 \text{ m}$$

$$\Phi = 1 - 2e_{mk}/t = 1 - 2 \cdot 0,012/0,15 = 0,843$$

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

$$e_m = M_{id}/N_{id} + e_{hi} + e_{init} = 0/63,299 + 0 + 0,0089 = 0,009 \text{ m}$$

- podmínka

$$0,05 \cdot t \leq e_{mk} = e_m + e_k = 0,009 + 0,003 = 0,012 \text{ m}$$

$$0,05 \cdot 0,15 = 0,0075 \leq 0,012 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

- účinná výška

$$h_{ef} = h_0 \cdot \zeta = 4 \cdot 1 = 4,0 \text{ m}$$

- štíhlost

$$h_{ef}/t_{ef} = 4/0,15 = 26,667 \leq 27 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\lambda = h_{ef}/t_{ef} \cdot (f_k/E)^{0,5} = 26,667 \cdot (2,296/1,148)^{0,5} = 37,712$$

$$\lambda = 37,712 \leq 15 \rightarrow e_k = 0,002921 \text{ m}$$

*Návrhová únosnost v hlavě*

$$N_{Rd} = \Phi \cdot t \cdot f_d = 0,843 \cdot 0,15 \cdot 0,918 = 116,050 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 116,050 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 63,299 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhoví}$$

**Závěr:**

Provedené stavební úpravy v rámci rekonstrukce bytu č. 5, Hybešova 6 týkající se vybourání části zděné stěny tl. 150 mm a přesunutí dveřního otvoru při použití předloženého statického řešení (tj. vynesení zděné stěny překladem dle návrhu) prokazují splnění podmínek definovaných mezními stavy (MSÚ i MSP) a konstrukce tak z tohoto hlediska vyhovuje.

Zděná stěna tl. 150 mm vynášející překlád při předpokládaných pevnostech prokazuje v posudku dostatečnou únosnost stávajícího zdiva.

Navržené stavební úpravy nemají vliv na statiku dotčených částí objektu, ani celého bytového domu Hybešova 6 a neovlivní tak ani sousední stavby.

Nicméně při zhotovení je nutné dodržet správný postup prací, aby nedošlo ke vzniku nežádoucích trhlin ve stěně v přilehlém vyšším podlaží.

Je nutné pamatovat na možný průhyb překládu, který může vést ke vzniku trhlin ve zděné stěně v přilehlém vyšším podlaží.

**Postup zbudování překladu a vybourání otvoru ve stávající zděné stěně**

- podchycení stropních konstrukcí dřevěnou nebo ocelovou konstrukcí (v případě, že stěna vynáší strop);
- vysekání otvorů pro osazení příčných nosníků ve stěně nad uvažovaným překladem (nad horní hranou) skrz stěnu po vzdálenosti max 0,5 m;
- osazení dřevěných, nebo ocelových nosníků do vytvořených otvorů a jejich vyklínování. Příčné nosníky vynést ve vzdálenosti cca 600 mm od obou líců dřevěnou nebo ocelovou konstrukcí (podélný trám vynášen stojkami, stojky uložit na roznášecí plochy - ocel. deska, roznášecí dřevěná deska apod.);
- vysekání otvoru pro osazení překladu (I-profilu); výška otvoru odpovídá minimálně výšce překladu a v místech uložení překladu je vyšší o min. 150 mm (pro vytvoření roznášecí plochy);
- upravení roznášecí plochy (pomocí silného plechu nebo betonového roznášecího kvádru) - nutné provést technologickou pauzu pro vytvrzení roznášecí plochy;
- osazení překladu (I profil), dozdění v místě nad nosníkem plnými cihlami a doklínkováním při **použití nesmrštitelné malty** (nutné provést technologickou pauzu pro vytvrzení malty);
- po zatvrdnutí malty vybourání potřebného otvoru ve stěně;
- úprava ostění, dozdění nového překladu, omítnutí nového ostění (s použitím např. perlinky pro zabránění vzniku trhlin).

**Při bouracích pracích musí být zdivo nad bouracím otvorem podepřeno samostatnou provizorní konstrukcí, které smí být odstraněna až po osazení překladu a dostatečném vyztužení malty.**

**Podchycena musí být i stropní konstrukce, pokud jej stěna vynáší.**

**V každé fázi realizace rekonstrukce, tj. při bouracích pracích a osazení překladu, je nutné zajistit stabilitu dotčených konstrukcí.**

V Brně 30. 6. 2016