

Investor: Statutární město Brno, městská část Brno – střed, Dominikánská 2, 601 69 Brno
Stavba: **REKONSTRUKCE – HYBEŠOVA 6, BYT č. 4**

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.4, ulice Hybešova 6, Brno)

Předpoklad:

- zdívo z CPP (P10)
- malta MVC (M1)

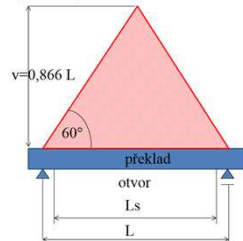
- výška překladu

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

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

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

- prostý nosník



- úhel roznosu

$$\alpha = 60^\circ$$

1. Geometrie

- šířka otvoru $b_o = 2,29 \text{ m}$
- výška otvoru $h_o = 2,10 \text{ m}$
- tl. zdíva $t_z = 0,15 \text{ m}$

2. Statické schéma

- uložení překladu $u_{p, \min} = 0,172 \text{ m}$
 $u_p = 0,20 \text{ m}$
- efektivní délka překladu
 $l_{\text{eff}} = l_o + 2a = 2,29 + 2 \cdot 0,1 = 2,490 \text{ m}$
 $l_{\text{eff}} = 2,490 \text{ m}$

- roznos zatížení

$$h_z = \text{tg} \alpha \cdot l_{\text{eff}} / 2 = \text{tg} 60^\circ \cdot 2,49 / 2 = 2,1564 \text{ m} = 2,160 \text{ m}$$

- úroveň stropu $h_s = 3,5 \text{ m}$

$$\rightarrow h_{z, \text{celk}} = h_o + h_z = 2,1 + 2,16 = 4,260 \text{ m} \geq h_s \rightarrow \text{přenáší zatížení z horní kce}$$

$$\rightarrow \text{šířka zatížení z horní stavby} \quad h_{zs} = 0,87757 = 0,88 \text{ m}$$

\rightarrow 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/m ³]	charakteristické g_k [kN/m]	γ_f	výpočtové g_d [kN/m]
- zatížení z horní stavby - zděná stěna (stálé)	-	-	7,970	1,35	10,760
- zděná stěna z CPP, tl. 150 mm	2,16	19	6,156		8,311
- omítka stěny, tl. 20 mm	0,02	21	1,814		2,449
- 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 $A_z = 16,434 \text{ m}^2$	celkem na $m \text{ g}$ [kN/m]		11,993	1,35	16,191
	celkem na $m \text{ q}$ [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

$$V_{Ed} = 10,079 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 6,274 \text{ kNm}$$

- trojúhelníkové zatížení

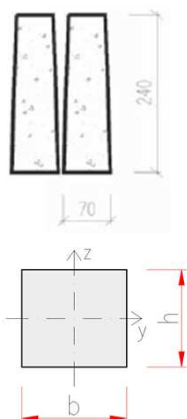
$$V_{Ed} = 13,460 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 8,392 \text{ kNm}$$

5. Návrh překladu

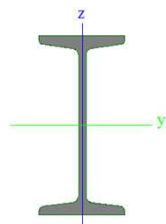
I. systémové překlady typu RZP - navržený typ: RZP 269/7/24 P

- 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 $u_p = 0,20 \text{ m} \geq u_{\min} = 0,17 \text{ m} \rightarrow \text{vyhovuje}$
- navržený počet kusů $n_p = 2 \text{ ks}$
- únosnost 1ks $q_n = 11,00 \text{ kN/m}$ - liniové užité zatížení
 $Q_n = 15,50 \text{ kN}$ - únosnost ve smyku
 $M_n = 10,48 \text{ kNm}$ - únosnost v ohybu
 $w_n = 12,0 \text{ mm}$ - mezní průhyb



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

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



$$V_{Ed} = 10,362 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 8,585 \text{ kNm}$$

- statický model
- prostý nosník



5. Posouzení

Tabulkové posouzení

$$g_{Ed} = 16,19 \text{ kN/m} \leq g_{Rd} = 22,0 \text{ kN/m} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$V_{Ed} = 10,36 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 31,0 \text{ kN/m} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$M_{Ed} = 8,59 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 20,96 \text{ kNm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$w_{lin} = 1,705 \text{ mm} \leq w_d = 6,0 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$w_{nelin} = 6,062 \text{ mm} \leq w_d = 12,0 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6. Návrh překládu - ocelový profil

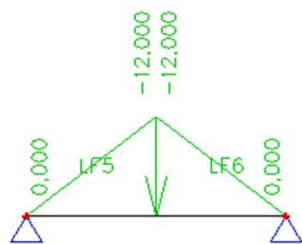
- ocelový nosník 1x 140 (S235) $\rightarrow f_d = 204,35 \text{ MPa}$
- plocha $A = 1,82E-03 \text{ m}^2$
- moment setrvačnosti $W_{el,y;z} = 8,1900E-05 \text{ m}^3$
 $W_{pl,y;z} = 9,5400E-05 \text{ m}^3$
- průřezový modul $I_{y;z} = 5,7300E-06 \text{ m}^4$
- délka překládu $l = 2,500 \text{ m}$
- únosnost $\sigma_{Ed} = M/W = 8,585/0,00008 = 104,8 \text{ MPa}$
 $\sigma_{Ed} = 104,8 \text{ MPa} \leq \sigma_{Rd} = 204,35 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$
- průhyb $w = 3,419 \text{ mm} \leq w_{lim} = l/250 = 2300/250 = 9,20 \text{ mm}$
 $w = 3,419 \text{ mm} \leq w_{lim} = l/500 = 2300/500 = 4,60 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$

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.

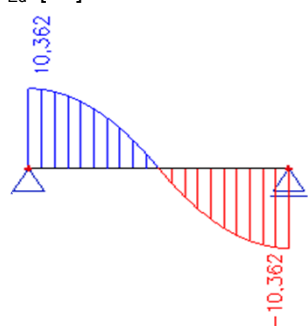
Zatížení

- ostatní stálé

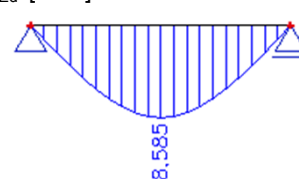


Vnitřní síly

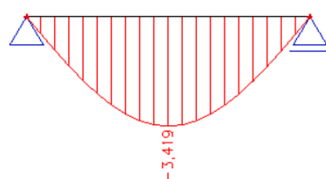
$V_{Ed} \text{ [kN]}$



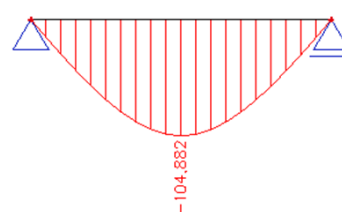
$M_{Ed} \text{ [kNm]}$



- 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 ³]	charakteristické g_k [kN/m]	γ_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	-	-	2,988	1,35	4,034
- 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] **32,508**
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

$K = 0,55$

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

$\gamma_M = 2,5$

- návrhová pevnost zdiva

$\eta = 1,0$

$K = 500$

$\emptyset_\infty = 1,5$

šířka nosníku

$b_n = 1000 \text{ mm}$

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

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

$\delta = 0,77$

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

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

- modul pružnosti zdiva (krátkodobý)

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

- modul pružnosti zdiva (dlouhodobý)

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

Z.3 Vnitřní síly

I. $N_{ed,hlava} = 43,8864 \text{ kN}$ $N_{ed,střed} = 53,8494 \text{ kN}$ $N_{ed,pata} = 63,8124 \text{ kN}$

Z.4 Posouzení v uložení

zatěžovací plocha

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

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

$\beta = 1,00$

- uložení stropních nosníků na stěnu

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

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

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

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

$N_{id} = 43,8864 \text{ kN}$

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

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

- podle způsobu podepření
 $\zeta = 1$

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

nutno zohlednit dotvarování

- zatížení $N_{Ed} = 43,886 \text{ kN}$
 $M_{Ed} = 0 \text{ kNm}$

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

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

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

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

$e_m = M_{id}/N_{id} + e_{hi} + e_{init} = 0/43,886 + 0 + 0,0089 = 0,009 \text{ m}$

- 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

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

$N_{Rd} = 116,050 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 43,886 \text{ kN} \rightarrow$ vyhoví

Z.4.1.2 Posouzení (včetně vzpěru) - uprostřed

- zatížení $N_{Ed} = 53,849 \text{ kN}$ $M_{Ed} = 0 \text{ kNm}$

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

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

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

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

$u = 1,228$

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

$e_m = M_m/N_m + e_{hm} + e_{init} = 0/43,886 + 0 + 0,0089 = 0,009 \text{ m}$

- 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

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

$N_{Rd} = 54,600 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 53,849 \text{ kN} \rightarrow$ vyhoví

- průřezová plocha
 $t = b \cdot h = 0,15 \cdot 1 = 0,150 \text{ m}^2$
- vliv horizontální síly
 $e_{hi} = 0 \text{ m}$
- $M_{id} = 0 \text{ kNm}$
 $N_{id} = 63,8124 \text{ kN}$
 $t = 0,150 \text{ m}$
 $t/6 = 0,025 \text{ m}$

- podle způsobu podepření
 $\zeta = 1$
- účinná tloušťka
 $t_{ef} = t = 0,150 \text{ m}$
- nutno zohlednit dotvarování

Z.4.3 Posouzení v patě

- zatížení $N_{Ed} = 63,812 \text{ kN}$
 $M_{Ed} = 0,0 \text{ kNm}$
- $e_{hi} = 0 \text{ m} \rightarrow$ působení horizontální síly
 $e_{init} = h_{eff}/450 = 4/450 = 0,0089 \text{ m}$
- $\Phi = 1 - 2e_{mk}/t = 1 - 2 \cdot 0,012/0,15 = 0,843$
 $e_m = M_i/N_i + e_{hi} + e_{init} \geq 0,05 \cdot t$
 $e_m = M_{id}/N_{id} + e_{hi} + e_{init} = 0/63,812 + 0 + 0,0089 = 0,009 \text{ m}$
- 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

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

$$N_{Rd} = 116,050 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 63,812 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhoví}$$

Závěr:

Provedené stavební úpravy v rámci rekonstrukce bytu č. 4, 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. 2013