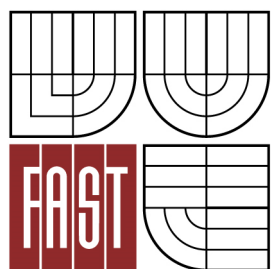




**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

**RODINNÝ DŮM**  
SINGLE - FAMILY HOUSE

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

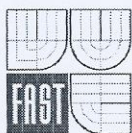
**MICHAL HECZKO**

**VEDOUcí PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Ing. ROSTISLAV JENEŠ**

BRNO 2014





# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

**Studijní program** B3607 Stavební inženýrství  
**Typ studijního programu** Bakalářský studijní program s prezenční formou studia  
**Studijní obor** 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby  
**Pracoviště** Ústav betonových a zděných konstrukcí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Student** Michal Heczko

**Název** Rodinný dům

**Vedoucí bakalářské práce** Ing. Rostislav Jeneš

**Datum zadání  
bakalářské práce** 30. 11. 2013

**Datum odevzdání  
bakalářské práce** 30. 5. 2014

V Brně dne 30. 11. 2013

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.  
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## Podklady a literatura

Platné ČSN.

Základní normy:

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991-1-1: Obecná zatížení-Objemové tíhy, vlastní tíha .....

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb.

ČSN EN 1996-1-1: Navrhování zděných konstrukcí.

Literatura doporučená vedoucím BP.

Stavební podklady.

## Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Vypracování stavebního a konstrukčního návrhu části zděné stavby dvoupodlažního rodinného domu. Vypracujte podrobný statický výpočet zděných svislých nosných konstrukcí této budovy, a to alespoň ve dvou materiálových variantách. Pro jednu variantu vypracujte výkres tvaru a skladby. Navrhněte koncepčně vodorovné nosné konstrukce objektu.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího bakalářské práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti dle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1) Použité podklady

P2) Podrobný statický výpočet některých konstrukčních prvků

P3) Výkres tvaru a skladby typického podlaží

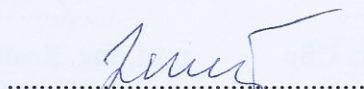
Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x). Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě dle směrnic a na CD (1x).

## Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Rostislav Jeneš  
Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

Bakalářská práce pojednává o vypracování stavebního a konstrukčního návrhu části zděné stavby dvoupodlažního rodinného domu, statického výpočtu a výkresu tvaru řešeného domu dle platných evropských norem. Návrh a posouzení je proveden pro dva zdící materiály doplněné o železobeton. Hlavní náplní práce je posudek svislých zděných prvků jakou jsou stěny a pilíře, vodorovné prvky jsou řešeny pouze koncepčně.

## **Klíčová slova**

geometrie, zatížení, únosnost v tlaku, vnitřní síly, součinitel, posudek, stěna, pilíř

## **Abstract**

The bachelor thesis deals with the development of the design and construction of two-storey brick buildings house, static calculation and drawing the shape of the house solved by current European standards. Design and evaluation is carried out for two masonry materials supplemented by reinforced concrete. The main work is a critique of vertical masonry elements such as walls and pillars, horizontal elements are addressed only conceptually.

## **Keywords**

geometry, load carrying capacity in compression, inner strength, coefficient, opinion, wall, pillar

## **Bibliografická citace VŠKP**

Michal Heczko *Rodinný dům*. Brno, 2014. 14 s., 90 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Rostislav Jeneš

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 30.5.2014

.....  
podpis autora  
Michal Heczko

## OBSAH:

1. Úvod .....	9
2. Popis objektu .....	9
3. Materiál .....	10
3.1 POROTHERM 44.....	10
3.2 POROTHERM 25 AKU P+D.....	10
3.3 Skladba stropu POROTHERM.....	10
3.4 YTONG P6-650.....	11
3.5 Beton C20/25l.....	11
3.6 Ocel B500B .....	11
4. Zatížení.....	12
4.1 Proměnná.....	12
4.2 Stálá .....	12
5. Předpoklad provádění.....	13
6. Závěr .....	13
7. Seznam použitých zdrojů .....	14
7.1 Normy .....	14
7.2 Webové stránky .....	14
8. Seznam příloh.....	14

## **1. Úvod**

Bakalářská práce je zaměřená na řešení nosných obvodových stěn a pilířů ze zdiva rodinného domu pro dva materiály. Vodorovné nosné prvky jsou řešeny koncepčně. Rodinný dům je volně stojící, navržený jako novostavba, o dvou nadzemních podlažích. Materiálové charakteristiky zdiva jdou dle katalogů firem Wienerberger a Ytong. Celý projekt je zpracován dle EN.

## **2. Popis objektu**

Rodinný dům o dvou nadzemních podlažích. Objekt je půdorysně situován do dvou navazujících obdélníků o rozměrech, 5,9 x 8,15m výšky 3,0m a 15,45 x 8,4m výšky 7,0m. Užitná plocha kategorie A, plochy pro domácí a obytné činnosti [1]. Střechy objektu jsou navrženy jako ploché, pochozí.

Pro materiál od firmy Wienerberger je stropní konstrukce tvořena nosníky POT s vložkami MIAKO zesílená o železobetonovou desku pro zvýšení únosnosti o tloušťce 60mm dle jejich katalogu [7]. Obvodové stěny jdou tvořeny tepelně izolačními zdíciými prvky POROTHERM 44, pevnostní třídy P8 spojené maltou pro tenké spáry M10 [6]. Vnitřní stěny z akustických nosných prvků POROTHERM 25 AKU P+D, pevnostní třídy P10 spojené maltou pro tenké spáry M10 [6].

U zdíciých prvku od firmy Ytong bylo potřeba provést stropní konstrukci z železového betonu o tloušťce 180mm z důvodů nízké únosnosti jimi nabízených stropních dílců. Obvodové nosné stěny jdou tvořeny přesnými tvárniciemi z pórobetonu P6-650 spojené maltou pro tenké spáry M10. Vnitřní nosné stěny jdou ze stejného materiálu odlišné tloušťky [8].

### 3. Materiál

#### 3.1 POROTHERM 44 [6],[5]

rozměry	247 x 440 x 238mm
skupina zdících prvků	2
objemová hmotnost	800 kg/m <sup>3</sup>
pevnost v tlaku	P8
malta pro tenké spáry	M10
Součinitel tvaru tab. 4.2: šířka 247mm, výška 238mm	$\delta = 1,15$
Součinitel tab. 5.1: zdící prvek – pálená cihla skupiny 2, malta pro tenké spáry	$K = 0,7$ $\eta = 1$
Normalizovaná pevnost	$f_b = 9,2MPa$
Charakteristická pevnost	$f_k = 4,61MPa$
Součinitel spolehlivosti materiálu tab. 6.2: Materiál C, kategorie provádění 3	$\gamma_M = 2,5$
Návrhová pevnost zdiva v tlaku	$f_d = 1,84MPa$

#### 3.2 POROTHERM 25 AKU P+D [6],[5]

rozměry	372 x 250 x 238mm
skupina zdících prvků	2
objemová hmotnost	1000 kg/m <sup>3</sup>
pevnost v tlaku	P10
malta pro tenké spáry	M10
Součinitel tvaru tab. 4.2: šířka 250mm, výška 238mm	$\delta = 1,15$
Součinitel tab. 5.1: zdící prvek – pálená cihla skupiny 2, malta pro tenké spáry	$K = 0,7$ $\eta = 1$
Normalizovaná pevnost	$f_b = 11,5MPa$
Charakteristická pevnost	$f_k = 5,58MPa$
Součinitel spolehlivosti materiálu tab. 6.2: Materiál C, kategorie provádění 3	$\gamma_M = 2,5$
Návrhová pevnost zdiva v tlaku	$f_d = 2,23MPa$

### 3.3 Skladba stropu POROTHERM [7]

Stropní nosníky POT

rozměry	160 x 175mm
Délka	dle příslušných rozpětí

Stropní vložky MIAKO 19/62,5 PTH

rozměry	190 x 525 x 250
---------	-----------------

únosnost stropů s osovou vzdáleností nosníků 650 mm a betonovou deskou C20/25 pro světlé rozpětí  $L = 2,75m$ ,  $g_k = 9,94 kN/m^2$  bez vlastní tíhy zmonolitněné stropní konstrukce

$$\text{pro 1. NP } g_k = 9,94 kN/m^2 > \sum f_{k2} = 3,625 kN/m^2$$

$$\text{pro 2. NP } g_k = 9,94 kN/m^2 > \sum f_{k1} = 4,87 kN/m^2$$

pro světlé rozpětí  $L = 4,5m$ ,  $g_k = 6,47 kN/m^2$  bez vlastní tíhy zmonolitněné stropní konstrukce

$$\text{pro 1. NP } g_k = 6,47 kN/m^2 > \sum f_{k2} = 3,625 kN/m^2$$

$$\text{pro 2. NP } g_k = 6,47 kN/m^2 > \sum f_{k1} = 4,87 kN/m^2$$

pro světlé rozpětí  $L = 5,0m$ ,  $g_k = 6,1 kN/m^2$  bez vlastní tíhy zmonolitněné stropní konstrukce

$$\text{pro 1. NP } g_k = 6,1 kN/m^2 > \sum f_{k2} = 4,87 kN/m^2$$

### 3.4 YTONG P6-650 [8]

rozměry	300 x 249 x 499mm
---------	-------------------

skupina zdících prvků	1
-----------------------	---

objemová hmotnost	650 kg/m <sup>3</sup>
-------------------	-----------------------

pevnost v tlaku	P6
-----------------	----

malta pro tenké spáry	M10
-----------------------	-----

Součinitel tvaru tab. 4.2: šířka 300mm, výška 249mm

$$\delta = 1,15$$

Součinitel tab. 5.1: zdící prvek – betonová tvárnice skupiny 1, malta pro tenké spáry

$$K = 0,8$$

$$\eta = 1$$

Normalizovaná pevnost	$f_b = 6,9 MPa$
-----------------------	-----------------

Charakteristická pevnost	$f_k = 4,13 MPa$
--------------------------	------------------

Součinitel spolehlivosti materiálu tab. 6.2: Materiál C, kategorie provádění 3

$$\gamma_M = 2,5$$

Návrhová pevnost zdiva v tlaku	$f_d = 1,65 MPa$
--------------------------------	------------------

### 3.5 Beton C20/25 [4]

charakteristická pevnost v tlaku	$f_{ck} = 20,0MPa$
Návrhová pevnost v tlaku	$f_{cd} = 13,3MPa$
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_c = 1,5$

### 3.6 Ocel B500B [4]

charakteristická pevnost	$f_{yk} = 500,0MPa$
Návrhová pevnost v tlaku	$f_{yd} = 434,78MPa$
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_s = 1,15$

## 4. Zatížení

### 4.1 Proměnná

[2] Sněhová oblast II. - Brno a okolí

Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi  $s_k = 1,0 kN/m^2$

[3] Větrná oblast II. - Brno a okolí

Výchozí základní rychlost větru  $v_{b,0} = 25m/s$

### 4.2 Stálá

[1] Kategorie A, plochy pro domácí a obytné činnosti  $q_k = 2,0 kN/m^2$

[1] Stálé zatížení vychází ze skladby podlahy a stropu. Objemové tíhy materiálů jsou dle ČSN EN 1991.

Kamenná dlažba	26	kN/m <sup>3</sup>
Keramická dlažba	26	kN/m <sup>3</sup>
Podkladní beton C12/15	24	kN/m <sup>3</sup>
Železový beton	25	kN/m <sup>3</sup>
Hydroizolace z asfaltové lepenky	0,005	kN/m <sup>2</sup>
Tepelná izolace z polystyrenu	1,5	kN/m <sup>3</sup>
Spadová vrstva z pórobetonu	6	kN/m <sup>3</sup>
Omítka MVC	18	kN/m <sup>3</sup>

## 5. Předpoklad provádění [5]

- Uložení stropů na zdivo v minimální šířce  $u = \frac{2}{3} \cdot t$
- Působíště podporové reakce  $a = \min\left(\frac{u}{2}; \frac{h_s}{2}\right)$
- Excentricita uložení je menší jak  $\frac{1}{3} \cdot t$ , rozhoduje tlak
- Excentricita při výstavbě stěny se uvažuje 0,05m
- Štíhlostní poměr  $\frac{h_{eff}}{t_{eff}} < 27$   
< 15 bez dotvarování
- Součinitel vlhkosti  $\eta = 1$  pro zdící prvky kondicionované na vzduchu
- Zdící prvky jsou spojené maltou pro tenké spáry 0,5 až 3 mm
- Zdivo je v patě a hlavě kloubově uloženo

Charakteristická pevnost nevyztuženého zdiva maltou pro tenké spáry z pálených a betonových tvárnic se vypočítá  $f_k = K \cdot f_b^{0,85}$  za předpokladu:

- Normalizovaná pevnost zdiva  $f_k < 50MPa$
- Pevnost malty pro tenké spáry  $f_M < 10MPa$

Modul pružnosti zdiva se uvažuje  $E = K_E \cdot f_k$ , kde  $K_E$  je dáno výrobcem, doporučené hodnoty pro pálené tvárnice  $K_E = 1000$ , betonové tvárnice  $K_E = 700$

## 6. Závěr

Všechny navržené stěny a pilíře vyhoví při posudku dle ČSN EN s dostatečnou rezervou. Obvodový pilíř z PTH musí být nejméně 500 mm široký a z tvárnic YTONG nejméně 900 mm. Zmonolitněné stropní konstrukce od firmy Wienerberger vyhoví předpokládaným zatížením dle jejich katalogu. Stropní konstrukce společnosti Ytong nejsou dostatečně únosné, proto je vhodné zvolit monolitické nebo prefabrikované železobetonové stropní desky. V této práci je dimenzována křížem vyztužená stropní deska s označením D1.

Srovnání obou materiálů je velmi obtížné, při výpočtu únosnosti vyhověli oba i při velmi odlišných materiálech. Investor stavby se pravděpodobně bude zajímat především o cenu a ta se z této práce stanovuje velmi obtížně. Známe sice rozměry a můžeme stanovit spotřebu materiálu na výstavbu nosných prvků, ale ty zcela jistě budou doplněny o další nezbytné prvky, například tepelnou nebo hlukovou izolaci, které jsou významně odlišné u těchto materiálů.

## 7. Seznam použitých zdrojů

### 7.1 Normy:

1. ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Část 1-1: Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení budov, ČNI, Praha, 2004
2. ČSN EN 1991-1-3: Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Část 1-3: Zatížení sněhem, ČNI, Praha, 2005
3. ČSN EN 1991-1-4: Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Část 1-4: Zatížení větrem, ČNI, Praha, 2005
4. ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, ČNI, Praha, 2005
5. ČSN EN 1996: Navrhování zděných konstrukcí, ČNI, Praha, 2007

### 7.2 Webové stránky:

6. Cihelné bloky pro obvodové, nosné a vnitřní stěny: Technické info a technické listy. [online]. Wienerberger AG, 2014 [cit. 2014-05-30]. Dostupné z: <http://www.wienerberger.cz/zdivo/katalog-v%C3%BDrobn%C5%AF/ciheln%C3%A9-bloky-pro-obvodov%C3%A9-nosn%C3%A9-a-vnit%C5%99n%C3%AD-st%C4%9Bny>
7. Porotherm strop: Technické údaje Porotherm stropu tvořeného cihelnými vložkami MIAKO a keramobetonovými stropními POT nosníky. [online]. Wienerberger AG, 2014 [cit. 2014-05-30]. Dostupné z: <http://www.wienerberger.cz/stropy-p%C5%99eklady/katalog-v%C3%BDrobn%C5%AF/porotherm-strop.html?lpi=1119439164895>
8. Přesné tvárnice. [online]. YTONG, 2014 [cit. 2014-05-30]. Dostupné z: <http://www.ytong.cz/cs/content/presne-tvarnice-ytong.php>

## 8. Seznam příloh

- |     |                       |
|-----|-----------------------|
| P1) | Použité podklady      |
| P2) | Statický výpočet      |
| P3) | Výkresová dokumentace |