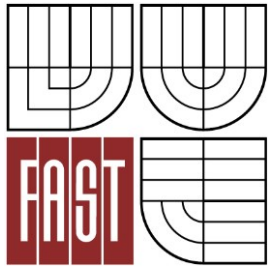




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

POSOUZENÍ ZDĚNÝCH A ŽELEZOBETONOVÝCH PRVKŮ OBJEKTU OBYTNÉ BUDOVY

Masonry and reinforcement items review of building

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

TOMÁŠ JANČA

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR ŠIMŮNEK, Ph.D.

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Tomáš Janča
Název	Posouzení zděných a železobetonových prvků objektu obytné budovy
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2015
Datum odevzdání bakalářské práce	27. 5. 2016
V Brně dne 30. 11. 2015	

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

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

Podklady a literatura

Stavební podklady: situace, půdorysy, řezy

Technické předpisy:

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí. 2004

ČSN EN 1991-1 až 4: Zatížení stavebních konstrukcí. 2004-2007

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby. 2006

ČSN EN 1996-1-1+A1: Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce, 2013

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb, 2010

Další potřebná literatura po dohodě s vedoucím bakalářské práce

Zásady pro vypracování

Proveďte statické řešení zadané konstrukce.

Nadimenzujte vybranou stropní konstrukci a další nosné prvky konstrukce (např. sloup nebo schodiště) v rozsahu určeném vedoucím práce. Pro vybranou stropní konstrukci proveďte model v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí. Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a výkresy vyztuže posuzovaných prvků.

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

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresy tvaru a vyztuže (v rozsahu určeném vedoucím práce).

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x)

Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

.....
Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá návrhem a posouzení zděných a železobetonových prvků rodinného domu o dvou nadzemních podlažích. Návrh vybraných částí nosné konstrukce byl proveden výpočetní metodou konečných prvků a vhodnými idealizovanými ručními modely. Posouzena byla stropní monolitická konstrukce nad prvním podlažím, vnitřní nosná stěna, základový pás a třiramenné schodiště. Všechny vybrané prvky byly posouzeny na mezní stav únosnosti, železobetonová stropní deska i na mezní stav použitelnosti.

Klíčová slova

Rodinný dům, železobeton, křížem vyztužená stropní deska, stěna, základový pás, schodiště, mezní stav únosnosti

Abstract

The bachelor thesis deals with the design and assessment of masonry and reinforcement items of a house with two floors. Design of selected parts of the structure was performed using finite element method and suitable manual idealized models. Were assessed ceiling monolithic structure above the first floor, internal load bearing wall, foundation strip and reinforced concrete staircase. All selected elements were assessed at the ultimate limit state, reinforced concrete slab and the serviceability limit state.

Keywords

A house, reinforced concrete, two way slab, wall, strip foundation, staircase, the ultimate limit state

...

Bibliografická citace VŠKP

Tomáš Janča Posouzení zděných a železobetonových prvků objektu obytné budovy. Brno, 2016. 21 s., 37 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Petr Šimůnek, Ph.D

Prohlášení:

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

V Brně dne 27.5.2016

.....
podpis autora
Tomáš Janča

Poděkování:

V prvé řadě bych rád poděkoval mému vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Šimůnkovi, Ph.D., za poskytnutí cenných rad, které mi byly velmi nápomocné a také za ochotu a trpělivost. A v neposlední řadě děkuji své rodině za jejich podporu při mém studiu.

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Základní údaje o stavbě.....	10
2.1	Architektonické řešení.....	10
2.2	Základní technický popis stavby.....	10
2.2.1	Stavební řešení.....	10
2.2.2	Konstrukční a materiálové řešení.....	10
2.2.2.1	Základové konstrukce.....	10
2.2.2.2	Svislé nosné konstrukce.....	10
2.2.2.3	Vodorovné nosné konstrukce.....	11
2.2.2.4	Schodiště.....	11
3	Statické řešení monolitické železobetonové desky.....	12
3.1	Výpočtový model.....	12
3.2	Zatížení.....	12
3.2.1	Zatížení stálá.....	12
3.2.2	Zatížení proměnná.....	12
3.3	Zatěžovací stavy.....	12
3.4	Kombinace zatížení.....	13
3.5	Výsledné vnitřní síly.....	13
3.6	Ruční ověření.....	13
3.7	Návrh výztuže.....	13
3.8	Mezní stav použitelnosti.....	13
4	Statické řešení vnitřní nosné stěny.....	14
5	Statické řešení základového pásu.....	15
5.1	Posouzení únosnosti základové zeminy.....	15
5.2	Posouzení únosnosti základu namáhaného ohybovým momentem.....	15
5.3	Posouzení v místě oslabení nosné zdi otvorem.....	15
6	Statické řešení železobetonového deskového schodiště.....	16
7	Závěr.....	17

1 Úvod

Předmětem této bakalářské práce je návrh a posouzení zděných a železobetonových prvků rodinného domu. Návrh byl proveden kombinací výpočetní metody konečných prvků a vhodnými idealizovanými ručními modely.

Řešeny jsou prvky nosné konstrukce stavby, jako monolitická křížem vyztužená stropní deska, vnitřní nosná stěna z keramických tvárnic, základový pás z prostého betonu a třiramenné železobetonové schodiště.

Statické řešení je provedeno podle evropských norem zejména ČSN EN 1992-1-1 a národních dodatků České republiky. Všechny vybrané prvky byly posouzeny na mezní stav únosnosti, železobetonová stropní deska i na mezní stav použitelnosti. Ke statickému výpočtu byly vypracovány výkresy tvaru a výztuže.

2 Základní údaje o stavbě

2.1 Architektonické řešení

Jedná se o novostavbu rodinného domu. Rodinný dům je navržen jako dvoupodlažní, nepodsklepený. Krytina pultové střechy se sklonem 3° je navržena z hydroizolační fólie. Celková výška domu je 6 450mm, měřena od podlahy prvního nadzemního podlaží, která je v nadmořské výšce 178,95 metrů nad mořem.

2.2 Základní technický popis stavby

2.2.1 Stavební řešení

Rodinný dům je řešen jako zděný objekt z jednovrstvého zdiva HELUZ tl. 300mm, monolitickou železobetonovou stropní deskou tl. 150mm a zastřešen pultovou střechou ve sklonu 3°. Založený je na základových pásech z prostého betonu.

2.2.2 Konstrukční a materiálové řešení

2.2.2.1 Základové konstrukce

Šířka a hloubka základových konstrukcí je dimenzována na únosnost základové spáry 150 kPa. Pevnost zeminy a hloubku základové spáry je nutné ověřit autorizovaným geologem před betonáží základových pasů.

2.2.2.2 Svislé nosné konstrukce

Svislé nosné konstrukce jsou navrženy v zdícím systému HELUZ. Jako obvodové nosné zdivo budou použity tvárnice HELUZ 30 FAMILY na tenkovrstvou zdící maltu HELUZ. Vnitřní nosné zdivo je tvořeno z tvárnic HELUZ 30 STI. Při zdění je nutno dodržet technologické postupy a předpisy výrobce.

2.2.2.3 Vodorovné nosné konstrukce

Stropní konstrukce nad 1.NP je řešena jako monolitická křížem vyztužená deska tl. 150mm. Je použit beton třídy C20/25 XC1 a ocel třídy B500B. Je křížem vyztužena při obou površích ocelovou betonářskou výztuží. Krytí výztuže se uvažuje 20mm. Obvod desky a všech otvorů je lemován výztuží-příložkami tvaru U dle zásad předepsaných normou. V místech otvorů je přidána po stranách doplňková výztuž.

2.2.2.4 Schodiště

Tříramenné schodiště o šířce ramene 900mm je navrženo jako deskové monolitické železobetonové. Výška schodišťového stupně 176,471mm je odvozena z konstrukční výšky a z velikosti optimálního stupně. Šířka stupně 270mm dle odvozené hodnoty délky kroku.

Pro betonáž schodiště byl použit beton pevnostní třídy C20/25 XC1 a betonářská výztuž třídy B500B. Schodiště je opatřeno zábradlím o výšce 900mm.

Návrh a umístění výztuže je dále řešeno ve statickém výpočtu a ve výkresové dokumentaci.

3 Statické řešení monolitické železobetonové desky

3.1 Výpočtový model

Výpočet desky byl proveden za pomoci programu SCIA Engineer 15.3, kde na základě výkresu tvaru byla vymodelována 2D deska o tloušťce 150mm získána z empirických vztahů. Scia Engineer využívá deformační variantu metody konečných prvků. Program pracuje s vlastní sítí konečných prvků, kde její velikost lze uživatelsky nastavit. Pro výpočet byla velikost sítě zvolena na 0,2m. Podpory jsou řešeny jako liniové, simulující podepření stěnami. Dále byly do programu zadány materiálové charakteristiky pro beton C20/25 a pro ocel B500B.

3.2 Zatížení

Zatížení je uvažováno v souladu s normou ČSN EN 1991-1. Zatížení působící na konstrukci rozdělujeme do dvou skupin, a to na zatížení proměnná a na zatížení stálá.

3.2.1 Zatížení stálá

Vlastní tíha desky, kterou řeší výpočetní program a celková vlastní tíha nosných a nenosných prvků působících na desku.

3.2.2 Zatížení proměnná

Užitná zatížení vznikají v důsledku užívání, obvykle užíváním osobami. Podlaží rodinného domu spadá do kategorie A – obytné plochy a plochy pro domácí činnosti.

Zatížením sněhem se uvažuje jako proměnné pevné statické zatížení. Lokalita, ve které je objekt situován, je zatříděna do sněhové oblasti I.

3.3 Zatěžovací stavy

Na základě předpokládaného zatížení bylo vytvořeno celkem 9 zatěžovacích stavů. A to, zatěžovací stav vlastní tíhou konstrukce, ostatním stálým zatížením, užitným zatížením a užitným zatížením rozděleném na pásy, tak aby bylo docíleno nejnepříznivějším účinkům a zatížením sněhem.

3.4 Kombinace zatížení

Kombinace zatížení je vyjádřena jako méně příznivá kombinace ze dvou kombinačních rovnic (6.10a) a (6.10b) dle ČSN EN 1990. Součinitele zatížení byly ručně vloženy do kombinací.

3.5 Výsledné vnitřní síly

Výpočet byl proveden programem Scia Engineer 15.3 využívající metodu konečných prvků. Výsledkem jsou minimální a maximální hodnoty hledaných vnitřních sil v jednotlivých bodech. Na základě rozhodujících hodnot byla navržena výztuž v jednotlivých směrech a v jednotlivých površích. Pro přehlednost výsledků jsou ve statickém výpočtu vytaženy odpovídající řezy v izometrickém zobrazení.

3.6 Ruční ověření

Ve vybraných řezech byly programové výsledky ověřeny ručním výpočtem pomocí rozdělení zatížení náhradních nosníků u spojitě křížem vyztužené desky. Hodnoty v polích se v průměru lišily o 10% a v místech podpor je rozdíl 20%. Výpočet metodou konečných prvků vykázal bezpečnější hodnoty.

3.7 Návrh výztuže

Plocha výztuže je počítána na 1 běžný metr šířky desky. Navrhnutá výztuž je na extrémní hodnoty ohybových momentů daných průřezů. Ještě před posouzením bylo ověřeno, zda návrh splňuje konstrukční zásady pro vhodnost návrhu. Dále je potřeba navrhnout kotevní a stykové délky pro dané výztuže.

3.8 Mezní stav použitelnosti

Z důvodu splnění omezení poměru rozpětí k účinné výšce, která zajistí, že nadměrné průhyby za běžných okolností nevzniknou, lze od přesnějšího výpočtu průhybu upustit.

4 Statické řešení vnitřní nosné stěny

Výpočet je řešen dle zásad ČSN EN 1996-1-1. Vnitřní nosná stěna je vyzděna z keramických broušených tvárnic HELUZ STI 30 na tenkovrstvou maltu HELUZ. Pevnost a jiné vlastnosti zdiva získáváme z technických dokumentů výrobce a je nutné při zdění dodržet dané technologické předpisy zdění.

Stěna je nahoře i dole opřena o železobetonový strop. Posouzení na mezní stav únosnosti bylo provedeno v patě a uprostřed stěny. Pro výpočet ohybových momentů od výstřednosti svislého zatížení byla použita zjednodušená metoda, která uvažuje průřez bez trhlin a předpokládá pružné chování materiálu, proto lze výpočet styku řešit pomocí zjednodušeného rámového modelu.

5 Statické řešení základového pásu

Základový pás je řešen pod vnitřní nosnou stěnou. Stavba je dle zatřídění nenáročná v jednoduchých základových poměrech a spadá do 1. geodetické kategorie. Pas je z prostého betonu třídy C16/20. Rozměry základového pásu byl předběžně navržen pomocí empirických vztahů na základě roznášejícího úhlu pro prostý nebo slabě vyztužený beton.

5.1 Posouzení únosnosti základové zeminy

Výpočtová pevnost zeminy je stanovena v zadání. Aby byla splněna podmínka spolehlivosti v mezním stavu porušení, musí být napětí v základové spáře, vyvolané účinky zatížení v návrhové kombinaci.

5.2 Posouzení únosnosti základu namáhaného ohybovým momentem

Při posouzení základového pasu na ohybový moment lze předpokládat statické působení prvku jako konzola vetknutá do stěny a zatížená napětím v zemině. Pas je posuzován na moment působící na 1 metr šířky.

5.3 Posouzení v místě oslabení nosné zdi otvorem

V místě oslabení nosné zdi otvorem je nutno základ vyztužit. Ohybový moment v oblasti líce otvoru a uprostřed otvoru, lze stanovit přibližně zjednodušeným model, tj. s uvažováním rovnoměrného rozdělení napětí v základové spáře po délce pásu a s přihlédnutím k částečné redistribuci momentů. Na základě těchto ohybových momentů je navržena výztuž. Po provedení návrhu bylo rovněž posouzeno dodržení konstrukčních zásad.

6 Statické řešení železobetonového deskového schodiště

Schodiště bylo navrženo v souladu s typologickými zásadami pro stavbu typu rodinného domu. Z důvodu složitosti prostorové konstrukce, byl zvolen zjednodušený výpočetní model. Konstrukce se rozdělila na prosté nosníky, které se řešily samostatně. Jejich spojitost je řešena až při vyztužování. Obě podpory se uvažovaly jako kloubové a jako výpočtový model je možno brát prostý nosník. Z nejednoznačného charakteru podpor, je výztuž dimenzována u obou povrchů. Schodiště je uloženo v obvodové nosné stěně, kde se při zdění vynechaly kapsy pro podepření schodišťových podest. Proti přenosu kročejového hluku je schodiště připojeno ke stropní konstrukci a stěnám prvky Schöck Tronsole.

7 Závěr

Ve statickém výpočtu byly navrženy a posouzeny vybrané nosné prvky rodinného domu. Stropní monolitická deska o tloušťce 150mm byla vyšetřena v programu Scia Engineer 15.3 metodou konečných prvků. Na základě zjištěných vnitřních sil, jež byl ověřeny ručním výpočtem, byla navržena betonářská výztuž při obou povřích desky. Dále bylo provedeno posouzení stropní desky na druhý mezní stav-průhyb desky, který z důvodu splnění omezení poměru rozpětí k účinné výšce zajistí, že nadměrné průhyby za běžných okolností nevzniknou. Použité postupy jsou v souladu s platnou evropskou normou ČSN EN 1992-1-1. Posouzení vnitřní nosné stěny z keramických tvárnic na mezní stav únosnosti bylo provedeno v patě a uprostřed stěny. Ohybový moment od výstřednosti svislého zatížení byl počítán za pomoci zjednodušeného rámového modelu. Zděná konstrukce byla posouzena podle obecných pravidel evropské normy ČSN EN 1996-1-1. Rovněž byl navržen a posouzen základový pás pod touto stěnou z prostého betonu. Pás byl posouzen na únosnost základové půdy, kde byla v zadání stanovena výpočtová pevnost zeminy na 150kPa a dále byl posouzen na ohybový moment. V místě oslabeném nosné zdi byla navržena výztuž na ohybový moment v oblasti líce otvoru a přibližně uprostřed otvoru. Tříramenné železobetonové deskové schodiště bylo navrženo v souladu s typologickými zásadami rodinného domu. Jednotlivé prvky schodiště se vyšetřovali samostatně zjednodušujícím výpočtovým modelem.

Seznam použitých zdrojů

- [1] ČSN EN 1990 ed. 2. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [2] ČSN EN 1991-1-1. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004.
- [3] ČSN EN 1991-1-2. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-2: Obecná zatížení – Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004.
- [4] ČSN EN 1991-1-3 ed. 2. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013
- [5] ČSN EN 1992-1-1 ed. 2. *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [6] ČSN EN 1996-1-1 +A1. *Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013
- [7] Ing. Miloš Zich, Ph.D, a kolektiv – *Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódu*, ISBN 978-80-86897-38-7, Praha 2010
- [8] HELUZ v.o.s.: *Cihly pro obvodové a vnitřní zdivo [online]*. 2016-05-27 [cit. 2016-05-27]. Dostupné z: <http://www.heluz.cz/cs/vyrobky/cihly-pro-obvodove-a-vnitрни-zdivo>
- [9] SCHOCK-WITTEK S.R.O. *Schöck Tronsole®: Profesionální akustické řešení [online]*. 2016-05-27 [cit. 2016-05-27]. Dostupné z: <http://www.schoeck-wittek.cz/cs/produkty/tronsole--40>

Použitý software

Autodesk AutoCAD 2016

Autodesk AutoCAD Advance concrete 2016

Scia Engineer 15.3

Microsoft Word

Microsoft Exel

Použité zkratky

A_{cc}	průřezová plocha tlačeneho betonu
A_s	průřezová plocha betonářské výztuže
b	šířka příčného řezu
B	šířka schodišťového ramene
d	účinná výška průřezu
E	modul pružnosti materiálu
E_{cm}	sečnový modul pružnosti betonu
ϵ_{cu3}	mezní poměrné přetvoření betonu v tlaku
f_{cd}	návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{ck}	charakteristická pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu
f_{yd}	návrhová pevnost betonářské výztuže (mez kluzu)
f_{yk}	charakteristická pevnost betonářské výztuže (mez kluzu)
G, g	hodnota stálého zatížení
h	výška prvku
h_s	tloušťka desky
M_{Ed}	návrhový ohybový moment
M_{Rd}	moment na mezi únosnosti (dle ČSN EN 1992-1-1)
m_{xD+}	návrhový ohybový moment při horním okraji desky ve směru x
m_{yD+}	návrhový ohybový moment při horním okraji desky ve směru y
m_{xD-}	návrhový ohybový moment při spodním okraji desky ve směru x
m_{yD-}	návrhový ohybový moment při spodním okraji desky ve směru y
Q, q	hodnota proměnného zatížení
V_{Ed}	návrhová posouvající síla
x	vzdálenost od krajních tlačeneých vláken k neutrální ose
α_{cc}	součinitel uvažující dlouhodobé účinky na tlakovou pevnost
γ_c	součinitel spolehlivosti betonu
γ_G	dílčí součinitel stálého zatížení
γ_Q	dílčí součinitel proměnného zatížení
γ_s	součinitel spolehlivosti betonářské výztuže
η	převodní součinitel
λ	redukční součinitel výšky tlačene oblasti
ν	Poissonův součinitel
\emptyset	průměr prutu betonářské výztuže
l (nebo L)	délka; rozpětí
d_g	největší jmenovitý rozměr zrna kameniva
c	kryti výztuže betonem

Seznam příloh

P1) Použité podklady

P2) Výkresová dokumentace

P3) Statický výpočet