



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

**NOSNÁ ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE
VÍCEPDLAŽNÍHO OBYTNÉHO OBJEKTU**
LOAD-BEARING REINFORCED CONCRETE STRUCTURE OF A MULTI-STOREY
RESIDENTIAL BUILDING

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Kristián Badány

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR ŠIMŮNEK, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Kristián Badány
Název	Nosná železobetonová konstrukce vícepodlažního obytného objektu
Vedoucí práce	Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2021
Datum odevzdání	14. 1. 2022

V Brně dne 31. 3. 2021

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

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Podklady:

Stavební podklady – situace, půdorysy, řezy.

Platné předpisy a normy (včetně změn a oprav):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí

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

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura doporučená vedoucím diplomové práce.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Pro vícepodlažní železobetonový objekt navrhnete nosnou konstrukci.

Provedte statické řešení konstrukce a nadimenzujte její vybrané části: část stropní konstrukce a vybrané další prvky v rozsahu určeném vedoucím práce. Statickou analýzu provedte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně kontroly zjednodušenou metodou).

Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a podrobné výkresy výztuže posuzovaných prvků.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové práce.

Požadované výstupy:

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

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

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

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

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

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

Diplomová práce bude odevzdána pro ÚBZK 1x na CD.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Obsahom diplomovej práce je návrh a statické posúdenie nosnej betónovej konštrukcie obytného bytového domu. Budova je situovaná v meste Brno. Celkové pôdorysné rozmery stavby sú 39,320 x 22,58 m, celková výška objektu v najvyššom bode je 10,29 m. Jedná sa o trojpodlažní objekt obdĺžnikového tvaru, zložený z jedného čiastočne podzemného podlažia, ktoré je navrhnuté ako monolitický skelet a dvoch nadzemných podlaží, ktoré tvoria železobetónové steny a steny z nosných keramických tvaroviek. Nosné stropné konštrukcie sú navrhnuté ako železobetónové dosky. Súčasťou práce je výkresová dokumentácia vybraných posudzovaných prvkov.

KLÍČOVÁ SLOVA

Statické posúdenie, bytový dom, monolitický skelet, železobetónová stena, nosná stropná konštrukcia, železobetónová doska

ABSTRACT

The objective of the diploma thesis is a design and check of load-bearing concrete structure of multi-storey residential building. The building is located in Brno. The total ground plan's dimensions are 39,32 x 22,58 metres, total height of the building in the highest point is 10,29 metres. The object is three-storey building with rectangular plan with partial basement designed as cast-in-place concrete frame and two above-ground floor designed as reinforced concrete walls and masonry walls. Load-bearing floor structures are designed as reinforced concrete slabs. Drawing documentation is included.

KEYWORDS

Design check, residential building, cast-in-place concrete frame, reinforced concrete wall, load-bearing floor structure, reinforced concrete slab

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Kristián Badány *Nosná železobetonová konstrukce vícepodlažního obytného objektu*. Brno, 2022. 18 s., 177 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Nosná železobetonová konstrukce vícepodlažního obytného objektu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 14. 1. 2022

Bc. Kristián Badány
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Nosná železobetonová konstrukce vícepodlažního obytného objektu* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 14. 1. 2022

Bc. Kristián Badány
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou by som chcel poďakovať vedúcemu mojej diplomovej práce Ing. Petrovi Šimůnkovi PhD. Za odborné vedenie a ochotu při konzultáciách.

Ďalej by som chcel poďakovať mojim najbližším, ktorý ma podporovali počas celého štúdia.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

**NOSNÁ ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE
VÍCEPDLAŽNÍHO OBYTNÉHO OBJEKTU**

LOAD-BEARING REINFORCED CONCRETE STRUCTURE OF A MULTI-STOREY
RESIDENTIAL BUILDING

TEXTOVÁ ČASŤ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kristián Badány

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR ŠIMŮNEK, Ph.D.

BRNO 2022

OBSAH

1. ZÁKLADNÉ INFORMÁCIE O STAVBE.....	2
2. KONSTRUKČNÉ RIEŠENIE	2
2.1. ZVISLÉ NOSNÉ KONŠTRUKCIE	2
2.2. VODOROVNÉ KONŠTRUKCIE	2
2.3. ZÁKLADOVÉ KONŠTRUKCIE	2
2.4. SCHODISKO.....	3
2.5. ZVISLÉ NENOSNÉ STENY	3
3. POUŽITÉ MATERIÁLY	3
3.1. BETÓN C30/37	3
3.2. VÝSTUŽ B500B	4
3.3. POROTHERM 30, P10, M5.....	4
3.4. POROTHERM AKU 30 Z PROFI, P15, M5	4
4. ZAŤAŽENIE	4
4.1. STÁLÉ ZAŤAŽENIE	4
4.2. PREMENNÉ ZAŤAŽENIE	5
5. STATICKÉ REŠENIE – VYBRANÉ ČASTI KONŠTRUKCIE.....	6
5.1. STROPNÁ DESKA D1 (NAD 1.NP).....	6
5.2. PREFABRIKOVANÉ SCHODISKO A MONOLITICKÁ PODESTA	6
5.3. STĽP v 1.PP	7
5.4. ZÁKLADOVÁ PÄTKA POD STĽPOM	7
5.5. OBVODOVÁ STĚNA V 1.PP	7
6. ZÁVER	8
7. ZOZNAM PRÍLOH	8
8. ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	9
8.1. LITERATÚRA	9
8.2. INTERNETOVÉ ZDROJE	10
9. SOFTWARE	10

1. ZÁKLADNÉ INFORMÁCIE O STAVBE

Obsahom diplomovej práce je návrh a statické posúdenie nosnej betónovej konštrukcie obytného bytového domu. Budova je situovaná v meste Brno. Celkové pôdorysné rozmery stavby sú 39,320 x 22,58 m, celková výška objektu v najvyššom bode je 10,29 m. Jedná sa o trojpodlažný objekt obdĺžnikového tvaru, zložený z jedného čiastočne podzemného podlažia a dvoch nadzemných podlaží, ktoré tvoria železobetónové steny a steny z nosných keramických tvaroviek. Súčasťou práce je výkresová dokumentácia vybraných posudzovaných prvkov.

2. KONŠTRUKČNÉ RIEŠENIE

2.1. ZVISLÉ NOSNÉ KONŠTRUKCIE

Zvislé nosné konštrukcie v podzemnom podlaží sú tvorené betónovými stenami z betónu pevnosti C30/37. Hrúbka steny je 280 mm. Vnútri podzemného podlažia vynášajú stropnú dosku stĺpy z betónu C30/37 rozmeru 1000 x 300 mm. Zvislé konštrukcie v podlaží sú tvorené železobetónovými stenami a stenami murovanými. Na zateplenie bol použitý kontaktný zatepľovací systém ETICS v hrúbke 160 a 220 mm.

2.2. VODOROVNÉ KONŠTRUKCIE

Stropné konštrukcie sú tvorené monolitickou, krížom vystuženou železobetónovou doskou z betónu C30/37 s hrúbkou 230 mm. Súčasťou dosiek sú balkóny, ktoré sú riešené pomocou systému Shöck, ktorý prerušuje tepelný most.

2.3. ZÁKLADOVÉ KONŠTRUKCIE

Objekt je po obvode založený na jednostupňových základových pasoch. Vnútorne stĺpy sú uložené na základových pätkách, ktoré sú z betónu C30/37. Rozmery pätky sú 3,5 x 2,8 m s výškou 0,9 m.

2.4. SCHODISKO

Schodisko je zložené z prefabrikovaných ramien a monolitickej podesty. Hrúbka podesty je 230 mm a schodiskových ramien 140 mm. Prefabrikované schodiska sú na oboch koncoch uložené na ozub podesty a na izoláciu proti kročajovému hluku. Podesta je prikotvená pomocou vylamovacích líšt ku železobetónovým stenám. Schodisko je z betónu C30/37.

2.5. ZVISLÉ NENOSNÉ STENY

Zvislé nenosné steny sú vymurované z pórobetónových tvaroviek.

3. POUŽITÉ MATERIÁLY

3.1. BETÓN C30/37

Charakteristická hodnota pevnosti v tlaku	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
Kocková hodnota pevnosti v tlaku	$f_{ck,cube} = 37 \text{ MPa}$
Stredná hodnota pevnosti v tlaku	$f_{cm} = 38 \text{ MPa}$
Stredná hodnota pevnosti v ťahu	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
Dolní kvantil pevnosti v ťahu	$f_{ctk 0,05} = 2 \text{ MPa}$
Horní kvantil pevnosti v ťahu	$f_{ctk 0,95} = 3,8 \text{ MPa}$
Stredná hodnota modulu pružnosti	$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$
Súčiniteľ spoľahlivosti materiálu	$\gamma_c = 1,5$
Súčiniteľ zohľadňujúci dlhodobé nepriaznivé účinky	$\alpha_{cc} = 1,0$
Návrhová hodnota pevnosti v tlaku	$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$
Objemová tiaž betónu	$\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$
Limitné pretvorenie pre výpočet účinkov zaťaženia	$\varepsilon_{cu3} = 3,5\%$
Pomerné pretvorenie	$\varepsilon_{c3} = 1,75\%$

3.2. VÝSTUŽ B500B

Charakteristická medza klzu	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
Súčiniteľ spoľahlivosti materiálu	$\gamma_c = 1,15$
Návrhová medza klzu	$f_{yd} = 434,783 \text{ MPa}$
Stredná hodnota modulu pružnosti	$E_s = 200 \text{ GPa}$
Limitné pretvorenie na medzi klzu	$\varepsilon_{yd} = 2,174\%$

3.3. POROTHERM 30, P10, M5

Objemová hmotnosť prvku	$\gamma_b = 870 \text{ kg/m}^3$
Charakteristická hodnota pevnosti v tlaku	$f_k = 4,01 \text{ MPa}$
Súčiniteľ pretvárnosti muriva	$K_E = 1000$
Hodnota modulu pružnosti	$E_b = 4,014 \text{ GPa}$

3.4. POROTHERM AKU 30 Z PROFI, P15, M5

Objemová hmotnosť prvku	$\gamma_b = 1000 \text{ kg/m}^3$
Charakteristická hodnota pevnosti v tlaku	$f_k = 5,15 \text{ MPa}$
Súčiniteľ pretvárnosti muriva	$K_E = 1000$
Hodnota modulu pružnosti	$E_b = 5,154 \text{ GP}$

4. ZAŤAŽENIE

Statická analýza konštrukcie bola vypočítaná metódou konečných prvkov pomocou programu RFEM od spoločnosti Dlubal. V softwaru bol vytvorený priestorový model, ktorým boli zistené účinky stálych a premenných zaťažení.

Konštrukcia bola navrhnutá na účinky týchto zaťažení podľa ČSN EN 1991:

4.1. STÁLÉ ZAŤAŽENIE

- Vlastná tiaž konštrukcie bola vygenerovaná softwarom RFEM
- Zaťaženie od podlahy - skladba podlahy v bytoch 1NP – $1,66 \text{ kN/m}^2$
- Skladba podlahy v bytoch 1NP – $1,83 \text{ kN/m}^2$
- Skladba podlahy balkónu – $0,02 \text{ kN/m}^2$

- Skladba podlahy na podestách schodišk – 1,85 kN/m²
- Skladba podlahy terasy – 4,40 kN/m²
- Skladba podlahy terasy - 1,60 kN/m²
- Skladba podlahy vstupu – 6,54 kN/m²
- Skladba podlahy v bytoch 2.np – 1,85 kN/m²
- Skladba podlahy v bytoch 2.np – 1,68 kN/m²
- Zaťaženie od strešnej konštrukcie
- Skladba strechy 0,50 kN/m²
- Skladba nad výťahom – 0,11 kN/m²
- Zaťaženie schodiska – 5,25 kN/m²
- Zaťaženie zeminou – 8,346 kN/m²

4.2. PREMENNÉ ZAŤAŽENIE

- Úžitkové – obytné plochy a plochy pre domáce činnosti
 - stropné konštrukcie – 1,5 kN/m²
 - schodisko – 3,0 kN/m²
 - balkóny – 3,0 kN/m²
 - terasy – 5,0 kN/m²
 - strechy neprístupné – 0,75 kN/m²
 - zábradlie a deliace steny – 0,5 a 3,0 kN/m
- Klimatické
 - zaťaženie snehom – snehová oblasť II. - $s_k = 1,0$ kN/m²
 - zaťaženie vetrom – vetrná oblasť II. $q_{pz} = 0,675$ kN/m²

Kombinácie sú vytvorené podľa rovníc 6.10a a 6.10b podľa normy ČSN EN 1990.

5. STATICKÉ REŠENIE – VYBRANÉ ČASTI KONŠTRUKCIE

Statická analýza konštrukcie bola vypočítaná metódou konečných prvkov pomocou programu RFEM od spoločnosti Dlubal. V softwaru bol vytvorený priestorový model, ktorým boli zistené účinky stálych a premenných zaťažení. Na objektu som sa zaoberal návrhom a posúdením dosky v 1.NP, stĺpom v 1.PP, schodiskom a stenou v 1.PP. Pre riešenie dotknutých prvkov bol vytvorený 3D model konštrukcie.

5.1. STROPNÁ DESKA D1 (NAD 1.NP)

Jedná sa o krížom vystuženú železobetónovú dosku hrúbky 230 mm. Doska je vystužená vo dvoch smeroch pri hornom a dolnom povrchu. Boli splnené limity pro minimálne vystuženie a bol splnený 1. a 2. medzný stav.

- dolný povrch: základná sieť Ø8 / 150 mm v oboch smeroch
- horný povrch: základná sieť Ø8 / 160 mm v oboch smeroch
zahustenie nad podporami Ø8 / 80 mm
v oboch smeroch
- balkóny : prúty prvku Isokorb® (výkres č. 3)

5.2. PREFABRIKOVANÉ SCHODISKO A MONOLITICKÁ PODESTA

Jedná sa o schodisko železobetónové, dvojramenné. Schodisko je zložené z prefabrikovaných ramien a monolitckej medzipodesty. Hrúbka podesty je 230 mm, hrúbka ramien 180 mm. Šírka ramien je 1250 mm. Pro manipuláciu zo schodiskom sú navrhnuté prepravné úchyty Halfen DEHA. Schodisko je na medzipodestu uložené na ozub.

Prefabrikované schodisko je vystužené takto:

- hlavná nosná výstuž v pozdĺžnom smeru - Ø10 / 300 mm
- nosná výstuž v priečnom smeru - Ø8 / 250 mm

Monolitická podesta:

- nosná výstuž v priečnom smere – Ø8 / 160 mm
- nosná výstuž v pozdĺžnom smere – Ø10/ 260 mm
- medzi podestou a stenou vylamovacia výstuž - Ferbox®
(výkres č. 6)

5.3. STĹP v 1.PP

Stĺpy sú navrhnuté ako železobetónové monolitické s prierezom 0,3 x 1,0 m. Pomocou iterakčného diagramu v oboch smeroch bola navrhnutá pozdĺžna výstuž 8 x Ø16 mm. Priečna výstuž (stremene) navrhnutá ako Ø6 mm.

5.4. ZÁKLADOVÁ PÄTKA POD STĹPOM

Vnútorne stĺpy sú založené na monolitických železobetónových pätkách, pätky sú rozmeru 3,5 x 2,8 m., výšky 0,9 m. Pätká je uložená na podkladovom betóne hrúbky 100 mm. Bola navrhnutá ohybová výstuž v oboch smeroch a to takto:

- smer x – Ø14 / 120 mm
- smer y – Ø14 / 120 mm

Po overení pretlačenia bolo zistené, že smyková výstuž nie je nutná.

5.5. OBVODOVÁ STĚNA V 1.PP

Vonkajšia stena je navrhnutá z železobetónu hrúbky 280 mm. Stena je vystužená v dvoch smeroch - pri vonkajšom a vnútornom povrchu.

- vonkajší povrch: zvislá výstuž Ø10 / 130 mm
vodorovná výstuž Ø8 / 170 mm
- vnútorný povrch: zvislá výstuž Ø10 / 130 mm
vodorovná výstuž Ø8 / 170 mm

6. ZÁVER

Výstupom diplomovej práce je návrh a posúdenie hornej stavby železobetónovej podlažnej budovy podľa platných noriem a predpisov. Vybrané časti konštrukcie vyhovujú na I. a II. medzný stav.

7. ZOZNAM PRÍLOH

P1/ POUŽITÉ PODKLADY

P2/ VÝKRESY TVARU A VÝSTUŽE

v.č. 1 - VÝKRES TVARU STROPNEJ DOSKY NAD 1NP – D1
M 1:50

v.č. 2 - VÝSTUŽ STROPNEJ DOSKY NAD 1NP – D1 – DOLNÝ POVRCH
M 1:50

v.č. 3 - VÝSTUŽ STROPNEJ DOSKY NAD 1NP – D1 – HORNÝ POVRCH
M 1:50

v.č. 4 - VÝKRES TVARU PREFABRIKOVANÉHO SCHODISKOVÉHO RAMENA
M 1:25

v.č. 5 - VÝKRES VÝSTUŽE PREFABRIKOVANÉHO SCHODISKOVÉHO RAMENA
M 1:25

v.č. 6 - VÝKRES VÝSTUŽE MEDZIPODESTY
M 1:25

v.č.7 - VÝSTUŽ SUTERÉNNEJ STENY
M 1:50

P3/ STATICKÝ VÝPOČET

8. ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

8.1. LITERATÚRA

[1] ČSN EN 1990: Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. Praha: Český normalizační institut, 2004

[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: Český normalizační institut, 2004

[3] ČSN EN 1991-1-3: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – zatížení sněhem. Praha: Český normalizační institut, 2005

[4] ČSN EN 1991-1-4: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – zatížení větrem. Praha: Český normalizační institut, 2007

[5] ČSN EN 1992-1-1: Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut, 11/2006

[6] ZICH, Miloš a kol., Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódu. Praha: Verlag Dashöfer nakladatelství, 2010.

8.2. INTERNETOVÉ ZDROJE

- [1] Software pro navrhování a výpočty konstrukcí [online].
Dostupné z: <https://www.dlupal.com/cs>
- [2] Schöck-Witteck [online].
Dostupné z: <https://www.schoeck-witteck.cz/cs/home>
- [4] Halfen [online]. Dostupné z: <https://www.halfen.com/cz/>
- [5] Prefa Brno [online]. Dostupné z: <https://www.prefa.cz>
- [6] FERBOX [online]. Dostupné z:
<https://jpcz.cz/produkty/vyztuzovani/vylamovaci-vyztuz-ferbox>
- [7] Databáze norem ČSN [online]. Dostupné z:
<https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>

9. SOFTWARE

Autodesk AUTOCAD 16

Dlupal RFEM 5.24

Microsoft Office Word 2007

Microsoft Office Excel 2007