



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

ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE VÍCEPATROVÉ BUDOVY

REINFORCED CONCRETE STRUCTURE OF MULTI-STOREY BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MICHAELA GREGOROVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.

BRNO 2020




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

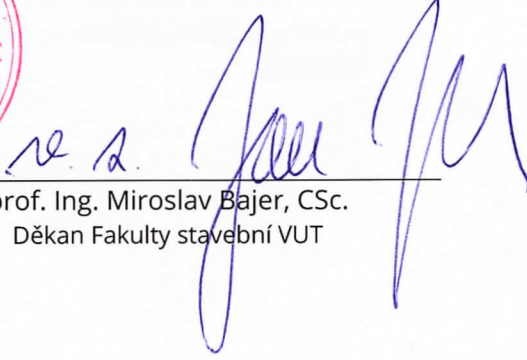
| | |
|--------------------------------|---|
| Studijní program | B3607 Stavební inženýrství |
| Typ studijního programu | Bakalářský studijní program s prezenční formou studia |
| Studijní obor | 3608R001 Pozemní stavby |
| Pracoviště | Ústav betonových a zděných konstrukcí |

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

| | |
|------------------------|--|
| Student | Michaela Gregorová |
| Název | Železobetonová konstrukce vícepatrové budovy |
| Vedoucí práce | Ing. Pavel Šulák, Ph.D. |
| Datum zadání | 30. 11. 2019 |
| Datum odevzdání | 22. 5. 2020 |

V Brně dne 30. 11. 2019


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


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



PODKLADY A LITERATURA

Podklady:

Stavební podklady

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: na základě doporučení vedoucího práce

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V rámci bakalářské práce proveďte celkovou předběžnou statickou analýzu železobetonového skeletu. Následně navrhnete a posudíte železobetonovou monolitickou stropní konstrukci typického podlaží případně další dílčí části konstrukce dle domluvy s vedoucím práce. Pro analýzu nosné konstrukce použijte vhodný výpočetní program MKP. Takto získané výsledky ověřte zjednodušenou ruční metodou. Posouzení prvků proveďte podle mezního stavu únosnosti a též ověřte mezní stav použitelnosti. Kromě statické analýzy bude vypracována i výkresová dokumentace (výkres tvaru a výkres výztuže) v odpovídající kvalitě a rozsahu odpovídající bakalářské práci.

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 práce).

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

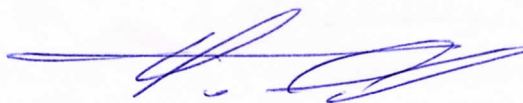
Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ 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. Pavel Šulák, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na návrh křížem vyztužené stropní desky obytné vícepatrové budovy, vypracování výkresu tvaru a výkresů výztuže řešené desky. Řešená stropní deska se nachází nad 1.NP. Výpočet vnitřních sil je proveden metodou náhradních spojitých nosníků a porovnán s výsledky z výpočtového programu SCIA Engineer. Výkresy výztuží jsou kresleny v programu AutoCAD s nástavbou Recoc. Další část této práce se zabývá schodištěm, které vede z 1.NP do 2.NP, tedy navazuje na řešený strop. Dále je posouzena vnitřní stěna, která je ze zdících prvků a pod ní navrhnut základový pas. Pro výpočty byla použita norma ČSN EN 1992.

KLÍČOVÁ SLOVA

Křížem vyztužená deska, deskové schodiště, posouzení vnitřní zděné stěny

ABSTRACT

Bachelor thesis is focused on design of two way slab of multiple building, elaborating drawing of shape and reinforcement drawing of solid ceiling tile. Solved ceiling tile is located above 1.NP. Calculation of internal forces is performed by the method of spare continuous beams and compared with results from calculation program SCIA Engineer. Reinforcement drawing are drawn in program AutoCAD with superstructure Recoc. Next part this bachelor deals staircase, which leads from 1.NP to 2.NP, this it is connected to the solved ceiling. Next is assessed internal wall, which is made of brick elements and below it, proposed foundation construction. For calculations has been used norm ČSN EN 1992.

KEYWORDS

Two way slab, board staircase, assessment of the internal brick wall

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Michaela Gregorová *Železobetonová konstrukce vícepatrové budovy*. Brno, 2020. 16 s., 66 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných
konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Pavel Šulák, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Železobetonová konstrukce vícepatrové budovy* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 22. 5. 2020



Michaela Gregorová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Železobetonová konstrukce vícepatrové budovy* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 22. 5. 2020



Michaela Gregorová

autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Pavlovi Šulákovi, Ph.D. za ochotu a přístup na konzultacích a za poskytnutí cenných rad při vypracování mé bakalářské práce a rodině za podporu během studia. Dále bych chtěla poděkovat projekční společnosti PPP, spol. s r.o. za poskytnutí nástavbového programu Recoc na rýsování výkresů výztuže.



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

ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE VÍCEPATROVÉ BUDOVY

REINFORCED CONCRETE STRUCTURE OF MULTI-STOREY BUILDING

TEXTOVÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MICHAELA GREGOROVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.

BRNO 2020

Obsah

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1. ÚVOD | 12 |
| 2. POPIS OBJEKTU | 12 |
| 3. POPIS KONSTRUKCE | 12 |
| 3.1. ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE..... | 12 |
| 3.2. SVISLÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY | 12 |
| 3.3. VODOROVNÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY..... | 12 |
| 4. ZATÍŽENÍ | 12 |
| 4.1. STÁLÉ ZATÍŽENÍ..... | 12 |
| 4.2. PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ | 12 |
| 4.3. ZATĚŽOVACÍ STAVY | 12 |
| 5. MATERIÁL | 13 |
| 6. ZÁVĚR | 13 |
| 7. POUŽITÁ LITERATURA..... | 13 |
| 8. POUŽITÝ SOFTWARE..... | 14 |
| 9. POUŽITÉ ZNAČKY | 14 |
| 10. SEZNAM PŘÍLOH | 16 |

1. ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá návrhem a posouzením vybraných částí železobetonové konstrukce vícepatrové budovy. Cílem práce bylo navrhnout a posoudit stropní konstrukci nad prvním nadzemním podlažím jako křížem vyztuženou desku, schodiště vedoucí do prvního nadzemního podlaží, vnitřní nosnou zděnou stěnu a navrhnout pod ní základový pas. Pro výpočet vnitřních sil byla použita ruční metoda náhradních spojitých nosníků a pro porovnání byl použit program SCIA Engineer 18, který byl i použit pro výpočet průhybu stropní desky. Navržená vyztuž byla zakreslena do výkresů v programu AutoCAD s nastavbovým programem Recoc.

2. POPIS OBJEKTU

Jedná se o obytný dům, který je řešen jako čtyřpatrový objekt. V každém patře jsou prostory pro dva byty. Půdorys je obdélníkový o rozměrech 13,9x22,2 m, rozdělený do šesti polí o rozměrech 6x7 m. Konstrukční výška podlaží jsou 3 m. Nosný systém je zděný z prvků Porotherm 30 Profi. Spojení mezi patry je zajištěno monolitických schodištěm.

3. POPIS KONSTRUKCE

3.1. ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE

Pod nosné stěny jsou předpokládány základové pasy. Byl proveden výpočet a návrh základového pasu pod vnitřní nosnou zeď. Základový pas byl navrhnut s šířkou 1,5 m a výškou 1,05 m.

3.2. SVISLÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY

Stropní deska je podporována nosnými stěnami z broušených cihelných bloků Porotherm 30 Profi, které jsou použity na vnitřní i vnější nosné zdivo na maltu pro tenké spáry. Stěna je tloušťky 0,3 m.

3.3. VODOROVNÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY

Stropní deska je navržena jako křížem vyztužená deska o šesti polích s rozměrem 6x7 m. Tloušťka stropní desky je 0,2 m.

4. ZATÍŽENÍ

4.1. STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Ve stálém zatížení je uvažováno s vlastní tíhou stropní desky a skladbou podlahy.

4.2. PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ

V proměnném zatížení je uvažováno užité zatížení pro obytné plochy, přemístitelné příčky a užité zatížení pro schodiště.

4.3. ZATĚŽOVACÍ STAVY

Pro výpočet byly vytvořeny čtyři zatěžovací stavy: ostatní stálé, šach 1, šach 2 a užité plné. Tyto stavy byly vypočítány ruční metodou náhradních spojitých nosníků a použity do programu

SCIA Engineer a porovnány. Pro stropní desku bylo použito kombinační rovnice 6.10, pro výpočet zděné stěny byly použity kombinační rovnice 6.10a, 6.10b.

5. MATERIÁL

Pro návrh všech betonových konstrukcí byl použit beton C25/30 a ocel B500.

BETON C25/30

XC1 – BETON UVNITŘ BUDOV S NÍZKOU VLHKOSTÍ

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = 1,2 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$$

OCEL B500

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon_{yd} = 2,17 \text{ ‰}$$

6. ZÁVĚR

Návrh a posouzení řešených konstrukcí bylo provedeno dle platných norem a zásad. Cílem bakalářské práce bylo navrhnout stropní desku tak, aby splňovala podmínky mezního stavu únosnosti a mezního stavu použitelnosti – stav trhlin s omezením na $w_k=0,4$ mm. K řešeným betonovým prvkům byl vypracován výkres tvaru a výkresy výztuže. Výkres dolní výztuže stropní desky byl vypracován ve dvou variantách (s ředěním výztuže a bez ředění výztuže) pro srovnání množství použité výztuže.

7. POUŽITÁ LITERATURA

Platné normy:

[1] ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

[2] ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí

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

[4] ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Ostatní literatura:

[5] ŠTĚPÁNEK, Petr a Zmek Bohuslav. Prvky Betonových konstrukcí: Dimenzování betonových prvků – část 3. VUT Brno 2005

[6] BAŽANT, Zdeněk. Betonové konstrukce 1: Betonové konstrukce plošné – část 1. VUT Brno 2005

[7] JENEŠ, Rostislav a Podroužková Božena. Zděné konstrukce: Základy navrhování. VUT Brno 2005

[8] BL06: Zděné konstrukce: Sbírká příkladů. VUT Brno

[9] Podklady firmy Wienerberger

8. POUŽITÝ SOFTWARE

SCIA Engineer 18.1

AutoCAD 2014 s nástavbou RECOG

Microsoft Office Word 2007

9. POUŽITÉ ZNAČKY

| | |
|------------------|--|
| $a_{1,2}$ | uložení desky |
| a_{gc} | polovina tloušťky desky |
| a_g | poloha neutrální osy ideálního průřezu |
| a | vyložení základového pasu |
| b | šířka průřezu |
| b_p | šířka základového pasu |
| b_z | šířka zdiva |
| c | krytí výztuže |
| c_{nom} | jmenovitá (nominální) hodnota tloušťky betonové krycí vrstvy |
| c_{min} | minimální hodnota tloušťky krycí vrstvy |
| Δc_{dev} | zohlednění další ochrany výztuže |
| $c_{min,b}$ | minimální hodnota tloušťky krycí vrstvy dle profilu výztuže a velikosti kameniva |
| $c_{min,dur}$ | minimální hodnota tloušťky krycí vrstvy dle konstrukční třídy |
| d_x | účinná výška výztuže ve směru x |
| d_y | účinná výška výztuže ve směru y |
| e_m | výstřednost zatížení |
| e_{hm} | výstřednost v polovině výšky stěny v důsledku vodorovného zatížení |
| e_{init} | počáteční výstřednost |
| e_{mk} | výsledná výstřednost |
| f_d | celkové zatížení |
| f_x | zatížení do směru x |
| f_y | zatížení do směru y |
| f_{ck} | charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní |
| f_{cd} | návrhová pevnost betonu v tlaku |
| f_{ctm} | průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tlaku |
| f_{ctd} | návrhová pevnost betonu v tahu |
| f_{yk} | charakteristická mez kluzu betonářské výztuže |
| f_{yd} | návrhová mez kluzu betonářské výztuže |
| $f_{ctk0,05}$ | dolní kvantil pevnosti betonu v dostředném tlaku |
| f_{bd} | mezní napětí v soudržnosti |
| f_b | normalizovaná pevnost v tlaku zdících prvků |
| f_k | charakteristická pevnost zdících prvků |
| g_k | charakteristická hodnota stálého zatížení |
| g_d | návrhová hodnota stálého zatížení |
| h_s | výška desky |
| $h_{s,min}$ | minimální výška desky |
| $h_{c,eff}$ | výška taženého betonu |

| | |
|-------------|--|
| h_{ef} | vzpěrná výška stěny |
| h_p | výška základového pasu |
| k | rozdělovací součinitel |
| k_i | tuhost konstrukce |
| $l_{b,rqd}$ | základní kotevní délka |
| $l_{b,min}$ | minimální kotevní délka |
| n_i | součinitel tuhosti |
| q_k | charakteristická hodnota proměnného zatížení |
| q_d | návrhová hodnota proměnného zatížení |
| s | vzdálenost výztuže |
| $s_{r,max}$ | maximální vzdálenost výztuže |
| $s_{r,max}$ | maximální vzdálenost trhlin |
| t_{ef} | účinná tloušťka stěny |
| w_x | průhyb ve směru x |
| w_y | průhyb ve směru y |
| w_k | šířka trhliny |
| w_3 | návrhové rovnoměrné rozdělení zatížení na prvku 3 |
| w_4 | návrhové rovnoměrné rozdělení zatížení na prvku 4 |
| x | poloha neutrální osy |
| $x_{bal,1}$ | vzdálenost neutrální osy od okraje tlaceného průřezu |
| z | rameno vnitřních sil |
| $A_{s,req}$ | požadovaná plocha výztuže |
| A_s | průřezová plocha betonářské výztuže |
| $A_{s,R}$ | průřezová plocha rozdělovací výztuže |
| $A_{s,min}$ | minimální průřezová plocha betonářské výztuže |
| $A_{s,max}$ | maximální průřezová plocha betonářské výztuže |
| A_c | průřezová plocha betonu |
| A_i | plocha ideálního průřezu |
| A_1 | vliv výstřednosti |
| E_s | návrhová hodnota modulu pružnosti betonářské oceli |
| E_{cm} | střední hodnota modulu pružnosti betonu v tlaku |
| EI | ohybová tuhost |
| E_i | modul pružnosti prvku |
| F | výsledná síla ve výztuži |
| G | vlastní tíha základového pasu |
| I_i | moment setrvačnosti ideálního průřezu |
| I_{ir} | moment setrvačnosti ideálního průřezu s trhlinou |
| I_i | moment setrvačnosti prvku |
| K | součinitel pro zdivo s maltou pro tenké spáry |
| L_x | délka (rozpětí) ve směru x |
| L_y | délka (rozpětí) ve směru y |
| $L_{eff,x}$ | efektivní délka ve směru x |
| $L_{eff,y}$ | efektivní délka ve směru y |
| L_n | světlé rozpětí |
| M_b | návrhový moment v podpoře b |

| | |
|------------------|--|
| $M_{b,max}$ | maximální moment v podpoře b |
| $M_{b,RED}$ | redukovaný moment v podpoře b |
| M_c | návrhový moment v podpoře c |
| $M_{c,max}$ | maximální moment v podpoře c |
| M_1 | návrhový moment v poli 1 |
| $M_{1,max}$ | maximální moment v poli 1 |
| $M_{1,RED}$ | redukovaný moment v poli 1 |
| M_2 | návrhový moment v poli 2 |
| $M_{2,max}$ | maximální moment v poli 2 |
| $M_{2,RED}$ | redukovaný moment v poli 3 |
| M_3 | návrhový moment v poli 3 |
| $M_{3,max}$ | maximální moment v poli 3 |
| $M_{3,RED}$ | redukovaný moment v poli 3 |
| M_{cr} | moment při vzniku trhlin |
| M_{Rd} | moment únosnosti |
| M_1 | moment v hlavě stěny |
| $M_{1,red}$ | redukovaný moment v hlavě stěny |
| M_{nd} | moment uprostřed výšky stěny |
| N_{Edm} | normálová síla uprostřed výšky stěny |
| N_{Rdm} | únosnost uprostřed výšky stěny |
| $R_{b,max}$ | návrhová hodnota podporové reakce |
| \emptyset | průměr výztuže |
| α_c | poměr modulů pružnosti (stupeň vyztužení) |
| ϵ_{cu3} | maximální poměrné přetvoření betonu v tlaku |
| ϵ_{yd} | poměrné přetvoření oceli |
| ϵ_s | průměrná hodnota poměrného přetvoření výztuže |
| ϵ_{sm} | průměrná hodnota poměrného přetvoření výztuže |
| ϵ_{cm} | průměrná hodnota poměrného přetvoření betonu |
| γ_B | objemová tíha betonu |
| γ_G | dílčí součinitel stálého zatížení |
| γ_Q | dílčí součinitel proměnného zatížení |
| $\rho_{p,eff}$ | účinný stupeň vyztužení |
| σ_s | napětí v tahové výztuži stanovené v průřezu porušeném trhlinou |
| χ | redukční součinitel |
| η_1 | součinitel zohledňující kvalitu podmínek soudržnosti a polohu prutu během betonáže |
| η_2 | součinitel zohledňující průměr prutu |
| δ | součinitel tvaru |
| μ | redukční součinitel |
| ρ_2 | zmenšující součinitel v závislosti na upevnění ztužované stěny |
| ϕ_m | zmenšující součinitel vlivu štíhlosti a výstřednosti |
| σ_{gd} | napětí v základové spáře |

10. SEZNAM PŘÍLOH

- P1) Výkresová dokumentace
- P2) Statický výpočet