



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

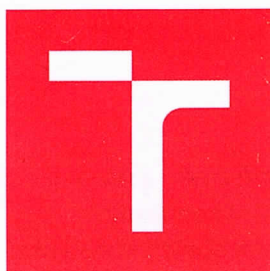
MICHAELA GREGOROVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.

BRNO 2020




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

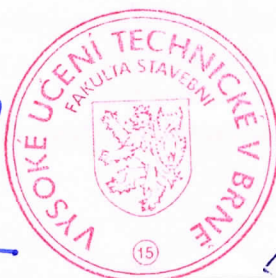
Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

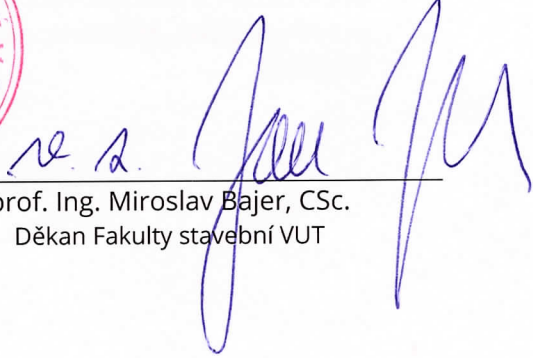
ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

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)

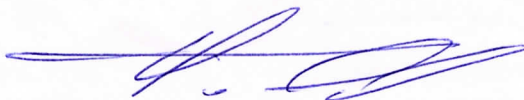
Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

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 výztuž 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 užitné zatížení pro obytné plochy, přemístitelné příčky a užitné zatížení pro schodiště.

4.3. ZATĚŽOVACÍ STAVY

Pro výpočet byly vytvořeny čtyři zatěžovací stavy: ostatní stálé, šach 1, šach 2 a užitné 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 RECO

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 trhlín
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