



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 KONSTRUKCE ŽB A ZDĚNÉHO VÍCEPDLAŽNÍHO OBJEKTU

REINFORCED CONCRETE AND MASONRY BEARING STRUCTURE
OF A MULTI-STOREY BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

František Fojtek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR ŠIMŮNEK, 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	František Fojtek
Název	Nosná konstrukce ŽB a zděného vícepodlažního objektu
Vedoucí práce	Ing. Petr Šimůnek, 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 – 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, vybrané sloupy a konstrukci schodiště v rozsahu určeném vedoucím práce.

Statickou analýzu proveďte 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)

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 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. Petr Šimůnek, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá návrhem a posouzením nosné monolitické železobetonové konstrukce administrativní budovy. Konkrétně se jedná o lokálně podepřenou stropní desku, jejíž dominantou je kruhový otvor o průměru dva metry, vnitřní sloup a schodiště. Analýza konstrukce byla provedena metodou konečných prvků v programu SCIA Engineer 18.1 a ověřena pomocí metody náhradních rámců. Konstrukce je navržena a posouzena dle ČSN EN 1992-1-1 a ČSN 73 1201.

KLÍČOVÁ SLOVA

ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA, ŽELEZOBETON, LOKÁLNĚ PODEPŘENÁ DESKA, NÁVRH, POSOUZENÍ, SLOUP, SCHODIŠTĚ, ZATÍŽENÍ, VÝZTUŽ

ABSTRACT

The bachelor's thesis deals with the design and assessment of a load-bearing monolithic reinforced concrete structure of an administrative building. Specifically, it is a locally supported ceiling slab, the dominant feature of which is a circular opening with a diameter of two meters, an inner column and a staircase. The analysis of the structure was performed by the finite element method in the SCIA Engineer 18.1 program and verified by the method of spare frames. The structure is designed and assessed according to ČSN EN 1992-1-1 and ČSN 73 1201.

KEYWORDS

ADMINISTRATIVE BUILDING, REINFORCED CONCRETE, LOCALLY SUPPORTED SLAB, DESIGN, ASSESSMENT, COLUMN, STAIRS, LOADS, REINFORCEMENT

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

František Fojtek *Nosná konstrukce ŽB a zděného vícepodlažního objektu*. Brno, 2020. 8 s., 196 s. příl. Bakalářská 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 bakalářské práce s názvem *Nosná konstrukce ŽB a zděného vícepodlažního objektu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 1. 6. 2020

František Fojtek
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Nosná konstrukce ŽB a zděného vícepodlažního objektu* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 1. 6. 2020

František Fojtek
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Obrovské poděkování patří panu Ing. Petru Šimůnkovi, Ph.D. za jeho osobní přístup, cenné rady a především čas, který se mnou strávil při konzultacích mé bakalářské práce.

Poděkování také patří mojí rodině, která mě podporovala po celou dobu studia.



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 KONSTRUKCE ŽB A ZDĚNÉHO VÍCEPDLAŽNÍHO OBJEKTU

REINFORCED CONCRETE AND MASONRY BEARING STRUCTURE
OF A MULTI-STOREY BUILDING

TEXTOVÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

František Fojtek

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR ŠIMŮNEK, Ph.D.

BRNO 2020

OBSAH

1.0 ÚVOD.....	3
2.0 POPIS OBJEKTU.....	3
3.0 POPIS KONSTRUKCE.....	4
3.1 SVISLÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY.....	4
3.2 VODOROVNÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY	4
3.3 SCHODIŠTĚ.....	4
4.0 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY.....	4
4.1 BETON C30/37.....	4
4.2 OCEL B 500 B.....	4
5.0 ZATÍŽENÍ.....	5
5.1 ZATÍŽENÍ STÁLÉ-PLOŠNÉ.....	5
5.2 ZATÍŽENÍ STÁLÉ-LINIOVÉ.....	5
5.3 ZATÍŽENÍ UŽITNÉ.....	5
5.4 SNÍH.....	5
6.0 ZATĚŽOVACÍ STAVY.....	5
7.0 KOMBINACE ZATÍŽENÍ.....	6
8.0 VNITŘNÍ SÍLY.....	6
9.0 NÁVRH VÝZTUŽE.....	6
10.0 MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI.....	6
11.0 ZÁVĚR.....	7
12.0 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	7
12.1 POUŽITÝ SOFTWARE.....	7
12.2 NORMY.....	7
12.3 LITERATURA.....	7
12.4 WEBOWÉ STRÁNKY.....	8
13.0 SEZNAM PŘÍLOH.....	8

1.0 ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá návrhem a posouzením nosné monolitické železobetonové konstrukce administrativní budovy. Konkrétně se jedná o návrh lokálně podepřené desky nad prvním nadzemním podlažím, vnitřní sloup a schodiště. Analýza konstrukce lokálně podepřené desky byla provedena metodou konečných prvků (dále jen „MKP“) jako 2D model v programu SCIA Engineer 18.1(dále jen „SCIA“), kontrola výpočtu byla provedena metodou náhradních rámců. Analýza náhradních rámců byla taktéž provedena v programu SCIA. Hodnoty zjištěných momentů byly ručně upraveny dle ČSN EN 1992-1-1, a porovnány s výstupem s 2D MKP výpočtu.

Analýza vnitřního sloupu a schodiště byla provedena pomocí MKP jako 3D model v programu SCIA.

2.0 POPIS OBJEKTU

Administrativní budova se nachází ve městě Ostrava a je řešena jako čtyřpodlažní objekt. Budova je využívána pro administrativní účely, pořádání konferencí a odborné školení. Půdorys je obdélníkového tvaru o rozměrech 22,4 x 14,4 m. Konstrukční výška všech podlaží je 3,8 m. Nosný systém je monolitický skelet doplněný ztužujícími stěnami, které tvoří ztužující jádro pro zajištění dostatečné vodorovné tuhosti. Spojení mezi patry je zajištěno výtahem a schodištěm. Střešní konstrukci tvoří jednoplášťová plochá střecha. Obvodový plášť je tvořen tvárnici YTONG.

3.0 POPIS KONSTRUKCE

3.1 SVISLÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY

Svislé nosné prvky tvoří sloupy o rozměrech 400 x 400 mm, a ztužující stěny o tloušťce 200mm. Ztužující stěna není v bakalářské práci řešena.

3.2 VODOROVNÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY

Stropní konstrukce je řešena jako lokálně podepřená deska tloušťky 260mm. Po obvodě je deska podporována žebry 250 x 500 mm, které zvyšují vodorovnou tuhost konstrukce a zabraňují protlačení krajních a rohových sloupů. Žebra nejsou v bakalářské práci řešeny.

3.3 SCHODIŠTĚ

Schodiště je řešeno jako monolitické železobetonové. Konstrukci schodiště tvoří dvě ramena o tloušťce desky 160 mm a mezipodesta taktéž o tloušťce 160 mm. Šířka schodišťových ramen a mezipodesty je 1,2 m. Mezipodesta je vetknuta do ztužující stěny pomocí vylamovací výztuže HTB 150 – TYP 5 – 8/15 – 8 – 2500.

4.0 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

4.1 BETON C30/37

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ – charakteristická pevnost v tlaku

$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$ – návrhová pevnost v tlaku

$f_{ctm} = 2,9 \text{ Mpa}$ – průměrná pevnost v tahu

$E_{CM} = 31 \text{ GPa}$ - sečnový modul pružnosti

$\epsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$ – mezní přetvoření

4.2 OCEL B 500 B

$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ – charakteristická hodnota meze kluzu

$f_{yd} = 434,783 \text{ MPa}$ – návrhová pevnost v tahu

$E = 200 \text{ GPa}$ – sečnový modul pružnosti

$\epsilon_{yd} = 2,17 \text{ ‰}$ – přetvoření oceli

5.0 ZATÍŽENÍ

5.1 STÁLÉ ZATÍŽENÍ – PLOŠNÉ

Jako stálé zatížení plošné je uvažována vlastní tíha desky, konstrukce podlahy, konstrukce podhledu, povrchová úprava schodiště, omítka schodiště a skladba střešního pláště.

5.2 STÁLÉ ZATÍŽENÍ – LINIOVÉ

Jako stálé zatížení liniové je uvažováno zatížení od obvodového pláště, zatížení od atiky a zatížení od schodiště.

5.3 UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

S ohledem na využití objektu byla budova zařazena podle ČSN EN 1991-1-1 do kategorie C => C3 přístupné plochy ve veřejných a administrativních budovách. Pro dané zařazení odpovídá zatížení $5,0 \text{ kN/m}^2$.

Celý prostor objektu bude řešen jako „OPEN SPACE“, a uspořádání jednotlivých prostor bude přizpůsobeno dle požadavků budoucích pronajímatelů objektu. Z tohoto důvodu bylo uvažováno užité zatížení od příček dle ČSN EN 1991-1-1 => příčky s vlastní tíhou $\leq 3,0 \text{ kN/m}$ => zatížení $1,2 \text{ kN/m}^2$.

5.4 SNÍH

Objekt je lokalizován ve městě Ostrava, která spadá do II. Sněhové oblasti. Charakteristická hodnota zatížení vzhledem ke sklonu střechy odpovídá hodnotě $0,8 \text{ kN/m}^2$.

6.0 ZATĚŽOVACÍ STAVY

Pro 2D MKP analýzu v programu SCIA bylo vytvořeno 17 zatěžovacích stavů, které jsou součástí přílohy P3. Pro kontrolu zda naše kombinace obsahují nejvíce nepříznivý stav zatížení byl vytvořen další 2D model v programu SCIA kde bylo každé užité zatížení nastavené jako samostatný zatěžovací stav na danou část desky a program vytvořil automaticky všechny možné kombinace.

Výsledným porovnáním bylo zjištěno, že ve vybraných 17 zatěžovacích stavech je obsažen nejvíce nepříznivý stav zatížení.

Pro model rámu, 3D model objektu a 3D model schodiště bylo postupováno obdobným způsobem.

7.0 KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Kombinace zatížení byly vytvořeny v programu SCIA dle ČSN EN 1991-1-1 rovnice 6.10a a 6.10b.

8.0 VNITŘNÍ SÍLY

Vnitřní síly byly zjištěny analýzou vytvořených modelů v programu SCIA. Výztuž na ohyb je navrhována na hodnoty **dimenzačních momentů**, což jsou momenty ke kterým je přičten vliv krouticích momentů. Dané dimenzační momenty byly zprůměrovány v příslušných řezech a z těchto řezů se vzali průměrné hodnoty momentů na které byla navržena výztuž.

Výztuž na protlačení a řetězové zřícení byla navržena z reakcí v nejméně zatížené podpoře.

Pro návrh sloupu se v 3D modelu vybral nejméně zatížený sloup, který byl modelován jako prut a hodnoty vnitřních sil byly stanoveny z reakcí v hlavě a patě tohoto prutu.

9.0 NÁVRH VÝZTUŽE

V desce byla navržena základní síť $\varnothing 12/200$ mm v obou směrech u dolního a horního povrchu, ve směru x u dolního povrchu nebylo nutné základní síť zhustit, ve směru y se ve vybraných místech základní síť zhustila. U horního povrchu jsou navrženy příložky ve vybraných místech v obou směrech a nad vnitřními sloupy jsou navrženy příložky $\varnothing 16/100$ mm. Výztuž proti řetězovému zřícení byla navržena jako dva $\varnothing 16$. Výztuž proti protlačení desky byla navržena nad vnitřními sloupy, byly použity smykové lišty Schock BOLE O 12/210-4/A640. Na protlačení byl v programu Shock BOLE zkontrolován i roh ztužujícího jádra, kde bylo zjištěno že výztuž proti protlačení není nutná.

Pro sloup byla navržena výztuž 4 x $\varnothing 16$ mm a třmínky $\varnothing 6$ mm.

Pro schodiště byla navržena výztuž $\varnothing 8/200$ mm u dolního povrchu, $\varnothing 8/180$ mm u horního povrchu a rozdělovací výztuž $\varnothing 8/300$ mm.

10.0 MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

Mezní stav použitelnosti byl řešen u stropní lokálně podepřené desky a u schodišťového ramene podle ČSN EN 1992-1-1, a to výpočtem limitní štíhlosti podle rovnic 7.16a a 7.16b. Obě posuzované konstrukce kritériím vyhověly.

11.0 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout a posoudit nosnou konstrukci monolitické železobetonové administrativní budovy. Konkrétně byl proveden návrh lokálně podepřené desky, vnitřního sloupu a schodiště. Navržené prvky byly posouzeny dle platných **norem**. Všechny posuzované prvky vyhověly a byly pro ně zpracovány realizační výkresy.

12.0 ZDROJE

12.1 POUŽITÝ SOFTWARE

Archicad 22

Scia Engeneer 18.1

SCHOCK BOLE

Microsoft Office Word 2007

Microsoft Office Excel 2007

12.2 NORMY

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

[3] ČSN EN 1991-1-3. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - část 1-3 Obecná zatížení - Zatížení sněhem. Praha: Český normalizační institut, červen 2006

[4] ČSN EN 1992-1-1. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - část 1-1 Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut, prosinec 2006

[5] ČSN 73 1201. Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb. Praha: Český normalizační institut, listopad 2010

12.3 LITERATURA

[6] ZICH, Miloš. Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů. Praha:Dashöfer, 2010 , ISBN 978-80-86897-38-7

12.4 WEBOWÉ STRÁNKY

[7] Analýza metod výpočtu železobetonových lokálně podepřených desek. Dostupné z:
http://people.fsv.cvut.cz/~tipkamar/granty_soubory/FRVS_2011/analyza_lok_po d_desek.pdf

[8] ŠVAŘÍČKOVÁ IVANA, Ing. Ivana Švaříčková, Ph.D. Pomůcky do cvičení [online] Dostupné z:
https://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/default_soubory/pomucky.htm

[9] Skripta BL001. Prvky betonových konstrukcí. Dostupné z:
https://www.bzk.fce.vutbr.cz/wp-content/uploads/sites/6/2017/03/BL001_skripta_3.3.2017.pdf

[10] Halfen, Stykovací výztuž. Dostupné z: <https://www.halfen.com/cz/2094/product-ranges/stavba/vyztuze/hbt-stykovaci-vyztuz/uvod/>

[11] Schock, Smykové lišty. Dostupné z: <https://www.schoeck-wittek.cz/cs/bole>

[12] ARCHIWEB, Podkladní studie, Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/b/pasivni-administrativni-budova-intoza>

13.0 SEZNAM PŘÍLOH

P1 - POUŽITÉ PODKLADY

P2 – VÝKRESY TVARU A VÝZTUŽE

P3 – STATICKÝ VÝPOČET