



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

NOSNÉ PRVKY ŽELEZOBETONOVÉ KONSTRUKCE

THE MEMBERS OF LOAD BEARING REINFORCED CONCRETE STRUCTURE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Ivan Leitner

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR ŠIMŮNEK, Ph.D.

BRNO 2018



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. Ivan Leitner
Název	Nosné prvky železobetonové konstrukce
Vedoucí práce	Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2017
Datum odevzdání	12. 1. 2018

V Brně dne 31. 3. 2017

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

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
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 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.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování 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 diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práca je zameraná na návrh a posúdenie nosnej železobetónovej konštrukcie administratívnej budovy z hľadiska medzného stavu únosnosti a použiteľnosti. Pre výpočet vnútorných síl bol vytvorený 3D model konštrukcie v programe Scia Engineer 17. Súčasťou práce je vypracovaný statický výpočet a výkresová dokumentácia stropnej dosky nad 1.NP, schodiska a stĺpu. Všetky konštrukcie sú navrhované podľa ČSN EN 1992-1-1.

KLÍČOVÁ SLOVA

betón, železobetón, administratívna budova, lokálne podoprená doska, schodisko, stĺp, statický výpočet, výstuž, vnútorné sily, výkres výstuže

ABSTRACT

The diploma thesis is focused on the design and assessment of the reinforced concrete structure of the administrative building in terms of the ultimate limit state and serviceability limit state. A 3D model of construction in Scia Engineer 17 was created for calculation of internal forces. The thesis contains static calculation and technical drawings of ceiling slab above first floor, staircase and a column. All structures are designed according to EN 1992-1-1.

KEYWORDS

concrete, reinforced concrete, office building, locally supported plate, staircase, column, static calculation, reinforcement, internal forces, drawing of reinforcement

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Ivan Leitner *Nosné prvky železobetonové konstrukce*. Brno, 2018. 16 s., 185 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a
zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 12. 1. 2018

Bc. Ivan Leitner
autor práce

POĎAKOVANIE

Týmto by som sa chcel poďakovať vedúcemu mojej práce Ing. Petrovi Šimůnkovi, Ph.D. za odbornú pomoc, pripomienky a čas venovaný konzultáciám.



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

TEXTOVÁ ČASŤ

NOSNÉ PRVKY ŽELEZOBETONOVÉ KONSTRUKCE

THE MEMBERS OF LOAD BEARING REINFORCED CONCRETE STRUCTURE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Ivan Leitner

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR ŠIMŮNEK, Ph.D.

BRNO 2018

OBSAH

1.	ÚVOD	- 9 -
2.	POPIS OBJEKTU	- 10 -
3.	KONŠTRUKČNÝ SYSTÉM	- 10 -
4.	POPIS RIEŠENÝCH ČASTÍ	- 10 -
4.1.	STROPNÁ DOSKA NAD 1.NP	- 10 -
4.2.	STĹPY	- 11 -
4.3.	SCHODISKO	- 12 -
5.	MATERIÁLY	- 12 -
6.	ZAŤAŽENIE	- 13 -
6.1.	STÁLE	- 13 -
6.2.	NAHODILÉ	- 13 -
7.	ZÁVER	- 14 -
	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	- 15 -
	POUŽITÝ SOFTWARE	- 15 -
	ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A ZNAČIEK	- 16 -
	ZOZNAM PRÍLOH	- 16 -

1. Úvod

Cieľom tejto diplomovej práce je vypracovanie statického riešenia a návrh vybraných nosných prvkov monolitckej železobetónovej konštrukcie päťpodlažnej administratívnej budovy. Posudzovaný objekt má štyri nadzemné podlažia, ktoré sú využívané ako kancelárske plochy a jedno podzemné podlažie slúžiace ako parkovisko pre osobné vozidlá. V rozsahu diplomovej práce sú posudzované len niektoré prvky nosnej železobetónovej konštrukcie a to konkrétne: monolitická stropná doska nad prvým nadzemným podlažím, najviac zaťažený krajný a vnútorný stĺp v 1.NP, obvodové stužujúce trámy a monolitické schodisko s medzipodestou.

Pre stanovenie vnútorných síl bol použitý grafický výpočtový software Scia Engineer 17.01. Objekt bol modelovaný v celku ako 3D, pre jednotlivé posudky boli vytvorené aj 2D modely ako overenie vypočítaných hodnôt.

Výsledkom diplomovej práce je vypracovaný statický posudok a výkresová dokumentácia vyššie uvedených riešených častí konštrukcie.

2. Popis objektu

Päťposchodová administratívna budova so štyrmi nadzemnými podlažiami, využívanými ako kancelárske plochy a jedným podzemným podlažím pre parkovanie osobných automobilov, má približne obdĺžnikový pôdorys s rozmermi 58,05 x 26,05 m. Výška objektu je 16,65 m od úrovne terénu. Konštrukčná výška nadzemných podlaží je 3,97 m, podzemné podlažie je navrhnuté s konštrukčnou výškou 3,5 m. Objekt tvorí jeden dilatačný celok, dilatačnou škárou bude oddelená iba vjazdová rampa pre vjazd vozidiel do podzemnej garáže v 1.PP situovaná na severozápadnej strane objektu.

Obvodový plášť budovy je z južnej a juhovýchodnej strany tvorený predsadenou presklenou fasádou kotvenou ku stropným doskám. Opláštenie budovy zo severnej a severozápadnej strany je tvorené murovaným plášťom so vsadenými oknami. Zateplenie je riešené kontaktným zatepľovacím systémom Rockwool hrúbky 140 mm. Vonkajší povrch je obložený vonkajšími kompozitnými panelmi ACP hrúbky 4 mm, zavesenými na nosných hliníkových roštach. Strešná konštrukcia je tvorená plochou jednoplášťovou strechou.

3. Konštrukčný systém

Z konštrukčného hľadiska sa jedná o monolitický železobetónový skelet. Stropné dosky sú lokálne podopierané stĺpmi štvorcového prierezu 500 x 500 mm, respektíve stenami stužujúceho jadra hrúbky 250 mm. V úrovni 1.PP sú okraje dosky podopierané taktiež suterénnymi stenami. Po obvode stropnej dosky sa nachádzajú stužujúce okrajové trámy.

Stuženie objektu vo vodorovnom smere zaisťujú steny stužujúceho jadra, prechádzajúce cez celú výšku objektu. V jadre je umiestnené schodisko a výťahové šachty.

4. Popis riešených častí

4.1. Stropná doska nad 1.NP

Stropná doska nad 1.NP je navrhnutá ako monolitická s konštantnou hrúbkou 270 mm. Doska je lokálne podopieraná štvorcovými stĺpmi 500 x 500 mm s osovými

vzdialenosťami v smere X 8,25 m respektíve 6 m a v smere Y 7,0 m resp. 5,25 m, stenami stužujúceho jadra a v 1.PP aj suterénnymi stenami. Tvar dosky je priložený vo Výkrese tvaru, v prílohe P2. Po obvode stropnej dosky sú navrhnuté okrajové trámy s výškou 770 mm a hrúbkou 270 mm.

Pri spodnom povrchu je doska vystužená obojsmernou spojitou ortogonálnou výstužou Ø12/260 mm v smere x a Ø12/270 mm v smere y, čo zodpovedá minimálnej ploche výstuže. V miestach maximálnych momentov je doska dovystužená prídavnou výstužou Ø8 mm a Ø10 mm, vkladanou medzi prúty základného rastra, podľa výkresovej dokumentácie. V doske, nad stĺpmi, je v oboch smeroch navrhnutá spojitá výstuž proti reťazovému zrúteniu 3Ø18.

Pri hornom povrchu je doska vystužená základným rastrom výstuže Ø12/250 mm smere x a Ø10/200 mm v smere y. Nad podporami je doska dovystužená pridaním výstuže priemerov Ø10, Ø16, Ø18 alebo Ø20 mm medzi prúty základného rastra. Výstuž je dimenzovaná na spriemerované dimenzačné ohybové momenty získané z 3D modelu vytvoreného v programe Scia Engineer 17.01.

Proti pretlačeniu stropnej dosky sú navrhnuté šmykové lišty Halfen Deha HDB s priermi Ø10, Ø12, Ø14 a Ø16 mm. Návrh lišt bol prevedený podľa európskeho certifikátu ETA 12/0454. Výpočet bol prevedený ručne, pre vybrané miesta nad stĺpmi, a pomocou softwaru HDB 13.02 od výrobcu. Umiestnenie a počet šmykových lišt sú vykreslené vo výkrese hornej výstuže, v prílohe P2.

Stropná doska bola nadimenzovaná na medzný stav únosnosti podľa ČSN EN 1992 -1 – 1 a taktiež bol overený aj medzný stav použiteľnosti z hľadiska priehybu dosky a obmedzenia maximálneho napätia vo výstuži a v betóne, v miestach najväčších dimenzačných ohybových momentov v oboch smeroch.

Súčasťou stropnej dosky sú aj okrajové trámy s rozmermi 770 x 270 mm (výška od hornej hrany dosky). V trámoch je navrhnutá výstuž Ø14 mm pri spodnom povrchu a Ø18 mm pri hornom povrchu. Presnejší počet a umiestnenie výstuže sú popísané v kapitole 5. prílohy P3.

4.2. Stĺpy

V rámci diplomovej práce sú riešené dva stĺpy v úrovni 1.NP - krajný a vnútorný stĺp namáhané najväčšou normálovou silou. Stĺpy sú vystužené pozdĺžnou výstužou 8Ø12 mm. Posúdenie na šmyk vyhovelo bez nutnosti návrhu šmykovej

výstuže, strmene sú použité ako konštrukčné, Ø6 mm po vzdialenostiach 240 mm. V päte a hlave stĺpa, vo vzdialenosti minimálne 500 mm od hrany dosky, sú strmene zahustené po osových vzdialenostiach 140 mm z dôvodu zamedzenia vybočenia pozdĺžnej výstuže pri priehybe dosky. Výstuž je navrhnutá na medzný stav únosnosti pomocou interakčného diagramu.

4.3. Schodisko

Schodiskové ramená aj medzipodesta sú navrhnuté ako monolitické železobetónové s hrúbkou dosky 180 mm a stupňami z prostého betónu. Šírka ramien aj medzipodesty je 1700 mm.

Každé rameno je na vstupe aj výstupe uložené cez prvok pre prerušenie krokového hluku Schock Tronsole typ T. Ramená sú vystužené pozdĺžnymi prútmi Ø8/150 mm pri spodnom povrchu, ktoré prenášajú maximálne ohybové momenty podľa MSÚ. Priečna výstuž Ø6/400 mm slúži ako konštrukčná. Každé rameno je na okrajoch doplnené o prídavnú stavebnú výstuž Ø8 mm, pre bezpečné zachytenie šmykových síl cez prvky Schock Tronsole, podľa pokynov výrobcu. Schodiskové ramená boli tiež posúdené z hľadiska medzného stavu použiteľnosti na priehyb, metódou limitnej štíhlosti.

Medzipodesta je na okrajoch spojená so stenami stužujúceho jadra pomocou vylamovacej výstuže Plexus B081515. Hlavná nosná výstuž medzipodesty o priemere Ø8/150 mm a bola navrhnutá na prenesenie maximálnych ohybových momentov v medznom stave únosnosti. Rozdeľovacia výstuž má priemer Ø6/150 mm respektíve Ø6/300 mm.

5. Materiály

Všetky železobetónové prvky objektu budú z betónu C30/37 a betonárskej výstuže B500B. Trieda konštrukcie je S4. Konštrukcia je z hľadiska vplyvu prostredia zatriedená do skupiny XC1 – suché alebo stále mokré prostredie. Maximálny priemer kameniva v betónovej zmesi $d_g = 16$ mm, stupeň konzistencie čerstvého betónu podľa sadnutia kužeľa – S3 (100 až 150 mm).

BETÓN C30/37

charakteristická pevnosť v tlaku	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
stredná hodnota pevnosti v ťahu	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
modul pružnosti	$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$
súčiniteľ spoľahlivosti betónu	$\gamma_c = 1,5$

BETONÁRSKA VÝSTUŽ B500B

charakteristická hodnota pevnosti v ťahu na medzi klzu	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
modul pružnosti	$E_s = 200 \text{ GPa}$
súčiniteľ spoľahlivosti	$\gamma_s = 1,15$

6. Zaťaženie

6.1. Stále

Vlastná tiaž	- železobetón	$\gamma = 2500 \text{ kg/m}^3$
Podlahy	- podľa jednotlivých skladieb, viď. kapitola 2. prílohy P3	
Obvodový plášť	- murovaný	$g_k = 5,55 \text{ kN/m}$
	- presklený	$g_k = 3,2 \text{ kN/m}$
Zábradlie	- pôsobenie líniovej sily	$g_k = 1,0 \text{ kN/m}$

6.2. Nahodilé

Užitné	- kategória B - užitné zaťaženie stropných konštrukcií, balkónov a schodísk	$q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$
Ľahké priečky do 1 kN/m		$q_k = 0,5 \text{ kN/m}^2$
Sneh	- podľa ČSN EN 1991-1-3	
	- II. snehová oblasť	$s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$
Vietor	- podľa ČSN EN 1991-1-4	
	- II. veterná oblasť	$v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$
	- III. kategória terénu	

7. Záver

Diplomová práca sa zaoberá návrhom a posúdením nosných prvkov železobetónovej konštrukcie administratívnej budovy. Výsledkom práce je statický výpočet priložený v prílohe P3 a výkresová dokumentácia navrhovaných prvkov v prílohe P2. Konštrukcia je navrhovaná v súlade s platnými ČSN EN normami.

Zoznam použitých zdrojov

ČSN EN 1990: *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: ČNI, 2004.

ČSN EN 1991-1-1: *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*, Praha: ČNI, 2004.

ČSN EN 1991-1-3: *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem*, Praha: ČNI, 2005.

ČSN EN 1991-1-4: *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*, Praha: ČNI, 2007.

ČSN EN 1992-1-1: *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*, Praha: ČNI, 2006

ČSN 73 1210: *Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb*, Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010

ČSN EN 206: *Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda*, Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010

ZICH, Miloš a kol.: *Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódu*, Praha: Dashöfer Holding, Ltd., 2010, 145 str

ŠMEJKAL, Jiří – PROCHÁZKA, Jaroslav. 2014. *Protlačení z pohledu ČSN EN 1992-1-1 a předpisů pro patentovanou smykovou výstuž*. In BETON. ISSN 1213-3116, 2014, roč. 14, č. 5, s 60–67.

Použitý software

Microsoft Office Word 2007, Microsoft Corporation

Microsoft Office Excel 2007, Microsoft Corporation

AutoCAD 2017, Autodesk inc.

Scia Engineer 17.01, Nemetschek Scia

HDB – 13.02, HALFEN

Zoznam použitých skratiek a značiek

Ø	priemer výstuže
MKP	metóda konečných prvkov
MNR	metóda náhradných rámov
MSÚ	medzný stav únosnosti
MSP	medzný stav použiteľnosti
NP	nadzemné podlažie
PP	podzemné podlažie
M_{Ed}	návrhová hodnota ohybového momentu
M_{Rd}	návrhová hodnota momentovej únosnosti
N_{Ed}	návrhová hodnota normálovej sily
N_{Rd}	návrhová hodnota normálovej únosnosti

Skratky použité v statickom výpočte sa zhodujú so skratkami používanými v normách ČSN EN 1991; 1992.

Zoznam príloh

P1 Použité podklady

P2 Výkresová dokumentácia

V1 – VÝKRES TVARU DOSKY

V2 – VÝKRES SPODNEJ VÝSTUŽE DOSKY D2

V3 – VÝKRES HORNEJ VÝSTUŽE DOSKY D2

V4 – VÝKRES VÝSTUŽE TRÁMU T1 A T2

V5 – VÝKRES VÝSTUŽE SCHODISKA

V6 – VÝKRES VÝSTUŽE STĹPU S1

P3 Statický výpočet