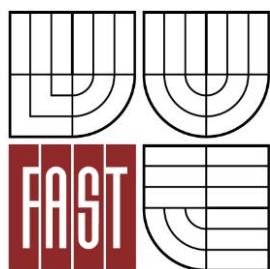




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

ŽELEZOBETONOVÁ MONOLITICKÁ KONSTRUKCE

REINFORCED CONCRETE LOAD-BEARING CONSTRUCTION

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. LUKÁŠ KOZUMPLÍK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.

BRNO 2016



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	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Lukáš Kozumplík
Název	Železobetonová monolitická konstrukce
Vedoucí diplomové práce	Ing. Pavel Šulák, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2015
Datum odevzdání diplomové práce	15. 1. 2016
V Brně dne 31. 3. 2015	

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

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Stavební podklady – situace, půdorysy, řezy, geologie

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.

Proved'te statické řešení konstrukce a nadimenzujte její vybrané části: část stropní konstrukce, vybrané sloupy a konstrukci schodiště v rozsahu určeném vedoucím práce. Statickou analýzu proved'te 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 bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....

Ing. Pavel Šulák, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na statické řešení vícepodlažní administrativní budovy. Nosnou konstrukci tvoří monolitický železobeton. V práci je řešena vybraná stropní konstrukce, sloup, základová patka, část nosné stěny a prefabrikované schodiště. Výpočet vnitřních sil je proveden pomocí výpočetního programu SCIA Engineer. Výstup z programu je ověřen zjednodušenou ruční metodou. Posouzení konstrukce je provedeno dle platných norem a předpisů.

Klíčová slova

Železobetonová monolitická konstrukce, administrativní budova, lokálně podepřená stropní deska, sloup, základová patka, stěna, prefabrikované schodiště.

Abstract

The diploma thesis is focused on a structural analysis of a multi-storey office building. The Loadbearing structure is made of cast-in-place reinforced concrete. In the thesis there is analysed a selected floor slab, a column, a foundation pad, a part of loadbearing wall and a precast staircase. Computation of internal forces is carried out by computational software SCIA Engineer. The Results from the software are veriflicated via simplified manual method. Assessment of a structure is done according to valid standards and regulations.

Keywords

Cast-in-place reinforced concrete structure, office building, locally supported floor slab, column, foundation pad, wall, precast staircase.

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Lukáš Kozumplík *Železobetonová monolitická konstrukce*. Brno, 2015. 8 s., 246 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a
zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Pavel Šulák, Ph.D.

Prohlášení:

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

V Brně dne 15. 1. 2016

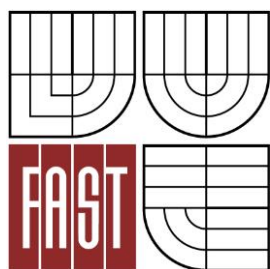
.....
podpis autora
Bc. Lukáš Kozumplík

Poděkování:

Rád bych poděkoval panu Ing. Pavlu Šulákovi, Ph.D. za jeho snahu a ochotu kdykoliv pomoci a za užitečné a cenné rady, které mi pomohli s vypracováním této práce. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří mě během mého studia podporovali. Speciální poděkování patří mé babičce, která už bohužel není mezi námi a bez které by možná tato práce nevznikla. Právě ona mi v posledním roce dodávala nejvíce energie a elánu. Myšlenka na to, jak by si užila moji promoci a jak nepřekonatelně velkou radost by jí to udělalo, byla mým hnacím ústrojím. Bohužel zhoubná nemoc, se kterou se poslední rok potýkala, jí nedovolila dožít zakončení mého studia.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

A) TEXTOVÁ ČÁST

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. LUKÁŠ KOZUMPLÍK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.

BRNO 2016

OBSAH:

1. Úvod.....	2
2. Popis objektu	2
2.1 Všeobecně.....	3
2.2 Model Konstrukce	3
2.3 Popis řešených částí nosných konstrukcí	3
2.2.1 Stropní deska nad 1. NP	3
2.2.2 Sloup v 1. NP	3
2.2.3 Základová patka pod řešeným sloupem	3
2.2.4 Stěna v 2.NP.....	3
2.2.5 Schodiště v 1.NP	4
3. Použité materiály a hmoty.....	4
4. Zatížení.....	5
4.1 Stálé	5
4.2 Proměnné	5
4.2.1 Užité	5
4.2.2 Zatížení větrem	5
4.2.3 Zatížení sněhem	5
5. Prováděcí podmínky.....	5
6. Závěr.....	6
7. Seznam použitých zdrojů a programů	6
7.1 Normy.....	6
7.2 Literatura	7
7.3 Internetové zdroje	7
7.4 Programy	7
8. Seznam použitých zkratk a symbolů	7
9. Seznam příloh.....	8

1. ÚVOD

Předmětem diplomové práce je statické řešení železobetonové nosné konstrukce administrativní budovy o čtyřech nadzemních podlažích. Jedná se o fiktivní budovu zasazenou do blíže nespecifikovaného fiktivního prostředí. Předlohou této budovy je jedna z budov administrativního centra TITANIUM na Nových sadech 25 v Brně. Skutečná budova má 8 nadzemních podlaží a je lichoběžníkového půdorysu o přibližných rozměrech 25,6 x 86,5 m (šířka x délka delší strany). Pro potřeby diplomové práce jsem zmenšil delší půdorysný rozměr na polovinu a výsledkem je lichoběžníkovitý půdorys o přibližných rozměrech 25,6 x 43,3 m (šířka x délka delší strany). Taktéž jsem zredukoval počet podlaží.

V rámci diplomové práce nebyl řešen celý objekt ale jen vybrané části nosné konstrukce. Jedná se o stropní konstrukci nad 1. NP, vybraný sloup v 1. NP., základová patka pod tímto sloupem, vybraný úsek stěny v 2. NP a prefabrikované schodiště.

2. POPIS OBJEKTU

2.1 VŠOBEČNĚ

Jedná se o administrativní budovu se čtyřmi nadzemními podlažími. Půdorys budovy je lichoběžník o přibližných rozměrech 25,6 x 43,3 m.

Hlavní nosná konstrukce je tvořena z železobetonu. Jedná se o systém železobetonových stropních desek, které jsou podporovány železobetonovými sloupy a stěnami z železobetonu. Jedna stěna tvoří štítovou stěnu a podporuje jeden okraj desek. Další stěny tvoří ztuzující jádro. Sloupy jsou rozmístěny více či méně pravidelně po celé půdorysné ploše desky.

Železobetonové ztuzující jádro slouží taktéž jako komunikační jádro. Jsou v něm umístěny výtahy a schodiště.

Plášť budovy je na jedné straně tvořen již zmíněnou železobetonovou nosnou štítovou stěnou tloušťky 200 mm, na protější straně je vyzděn z výplňových pórobetonových tvárnic YTONG tloušťky 250 mm a na zbylých 2 stranách je tvořen prosklenou fasádou. Zmíněné pórobetonové tvárnice a skleněný plášť vytváří liniové zatížení na okraji každé stropní desky.

Vnitřní příčky jsou kolem sociálního jádra tvořeny z pórobetonových tvárnic YTONG tloušťky 200 mm. Ostatní příčky jsou ze sádkkartonu a jejich poloha není specifikována. Příčky z pórobetonu vytváří liniové zatížení „uvnitř“ desky a příčky ze sádkkartonu jsou zohledněny ve výpočtu náhradním plošným zatížením.

Střechu objektu tvoří železobetonová deska na níž je položena střešní konstrukce jednoplášťové ploché střechy bez provozu.

Objekt bude celý využíván zejména pro kancelářské prostory.

2.2 MODEL KONSTRUKCE

Celá konstrukce je vytvořena jako 3D model ve výpočetním programu SCIA Engineer. Veškeré vnitřní síly pro dimenzování jsou brány z tohoto 3D modelu. Výjimku tvoří schodiště, které je ve 3D modelu zohledněno pouze jako reakce na podesty a je následně modelováno samostatně jako prostý nosník.

2.3 POPIS ŘEŠENÝCH ČÁSTÍ NOSNÝCH KONSTRUKCÍ

2.3.1 Stropní deska nad 1. NP

Jedná se o monolitickou desku pnutou ve dvou směrech. Deska je lokálně podepřena sloupy v pravidelném rastru 7,2 x 6 m. Následně je deska ztužena ztužujícím jádrem a štítovou stěnou. Tloušťka desky je po celé ploše konstantní a má hodnotu 250 mm.

Konstrukce je navržena z hlediska Mezního stavu únosnosti a Mezního stavu použitelnosti dle ČSN EN 1992-1-1.

Pro MSÚ se jedná o návrh výztuže na ohybový moment při obou lících desky. Výztuž proti řetězovému zřícení při spodním líci desky. A výztuž proti protlačení.

Pro MSP se jedná o omezení napětí v betonu a výztuži, omezení šířky trhlin v betonu a omezení deformací (průhybu).

Prostředí konstrukce: XC1.

2.3.2 Sloup v 1. NP

Pro posouzení jsem si vybral jeden sloup v 1. NP, který je z hlediska normálové síly nejvíce zatížený. Sloup má půdorysný rozměr 400 x 400 mm a jeho délka od roviny vetknutí po teoretický bod průniku se stropní konstrukcí je 4125 mm. Sloup je dole vetknutý do základové patky a nahoře „rámově“ spojený se stropní deskou. Tento sloup je posouzen na MSÚ pomocí interakčního diagramu dle ČSN EN 1992-1-1.

Prostředí konstrukce: XC1.

2.3.3 Základová patka pod řešeným sloupem

V celé konstrukci se jedná o nejvíce zatíženou patku. Její rozměr je zvolen z hlediska únosnosti patky v daném prostředí, půdorysně 2,4 x 2,3 m a výška 0,75 m. Únosnost zeminy na jednotku základové plochy byla volena: $R_d/A' = 550 \text{ kPa}$.

Patka je navržena z hlediska: posouzení únosnosti základové patky, posouzení na usmýknutí v základové spáře, posouzení na ohybový moment a posouzení na protlačení. Posouzení z hlediska MSÚ je dle ČSN EN 1992-1-1.

Prostředí konstrukce: XC2.

2.3.4 Stěna v 2. NP

Jedná se o výsek štítové stěny v 2. NP. Výška této konstrukce je 3,8 m a tloušťka 200 mm. Tato stěna je posouzena na MSÚ pomocí interakčního diagramu dle ČSN EN 1992-1-1.

Prostředí konstrukce: XC3.

2.3.5 Schodiště v 1. NP

Konstrukce schodiště se skládá z prefabrikovaných schodišťových ramen uložených na ozub monolitické podešty a mezipodešty. V diplomové práci je řešeno jedno prefabrikované rameno, přesněji se jedná o nástupní rameno z 1. NP. Nosnou konstrukci tohoto ramene tvoří schodišťová deska s vybetonovaným schodišťovými stupni. Konstrukce je řešena jako prostý nosník se sklonem 29° a délkou 4315 mm. Šířka ramene činí 1750 mm a tloušťka schodišťové desky je 160 mm.

Schodišťové rameno je dimenzovaná jednak na provozní stav a také na montážní stav. Je posouzeno z hlediska MSÚ a MSP dle ČSN EN 1992-1-1.

Prostředí konstrukce: XC1.

3. POUŽITÉ MATERIÁLY A HMOTY

Železobetonové základové konstrukce jsou navrženy z betonu třídy C25/30. Veškeré ostatní železobetonové nosné konstrukce objektu jsou navrženy z betonu třídy C30/37. Jako betonářská výztuž je použita ocel B500B.

-Beton – C25/30

materiálové charakteristiky:

charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	25 MPa
návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	16,67 MPa
pevnost v tahu	f_{ctm}	2,6 MPa
modul pružnosti	E_{cm}	31 GPa

-Beton – C30/37

materiálové charakteristiky:

charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	30 MPa
návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	20 MPa
pevnost v tahu	f_{ctm}	2,9 MPa
modul pružnosti	E_{cm}	32 GPa

-Betonářská výztuž – B500B

materiálové charakteristiky:

charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500 MPa
návrhová pevnost	f_{yd}	434,78 MPa
modul pružnosti	E_s	210 GPa

4. ZATÍŽENÍ

4.1 STÁLÉ (Dle ČSN EN 1991-1-1)

Jedná se o:

- vlastní tíha konstrukce
- ostatní stáله zatížení: -tíha podlah a střešní konstrukce
- tíha podhledů a rozvodů
- tíha obvodového a vnitřního zdiva
- tíha skleněné fasády

4.2 PROMĚNNÉ

4.2.1 Užité (Dle ČSN EN 1991-1-1)

Jedná se o:

- užitné zatížení pro kancelářské plochy (kategorie B)
- užitné zatížení pro střechu (kategorie H)
- užitné zatížení pro schodiště

4.2.2 Zatížení větrem (Dle ČSN EN 1991-1-4)

Je uvažována II. větrová oblast, kategorie terénu IV.

4.2.2 Zatížení sněhem (Dle ČSN EN 1991-1-3)

Je uvažována II. sněhová oblast.

Veškeré hodnoty zatížení jsou obsaženy v příloze C) Statický výpočet.

5. PROVÁDĚCÍ PODMÍNKY

- a) Bednění – musí být provedeno v souladu s technologickým předpisem výrobce nebo dodavatele systémového bednění, musí být dostatečně tuhé, těsné, únosné
- b) Betonáž – výroba, doprava, ukládání, zhutňování a ošetřování betonu musí vyhovovat normovým předpisům (ČSN EN 206-1, ČSN EN 13670-1), beton musí mít požadovanou kvalitu, vybetonované konstrukce musí být do dosažení požadované pevnosti podporovány bedněním
- c) Výztuž – při ukládání výztuže je nutné dodržet polohu dle výkresové dokumentace a zajistit dostatečnou krycí vrstvu

6. ZÁVĚR

Výsledkem diplomové práce je statický posudek vybraných částí konstrukce včetně výkresové dokumentace. K výpočtu vnitřních sil byl použit výpočetní program SCIA Engineer 2012, který je založený na metodě konečných prvků. Program je velkým usnadněním ve výpočtu, avšak je nutné dbát zvýšené opatrnosti při modelování konstrukcí. Důležité je co nejvíce postihnout reálné chování konstrukce a zadat správné okrajové podmínky. Výsledkům z programu je lepší zpočátku nevěřit a jejich správnost si nejlépe nějakým jednoduchým postupem ověřit a předejít tak fatálním chybám.

Celá práce byla zpracována v souladu s platnými normami a předpisy.

7. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A PROGRAMŮ

7.1 NORMY

- [1] ČSN EN 1990: *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*, Praha: ČNI, 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: ČNI, 2004.
- [3] ČSN EN 1991-1-3: *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem*, Praha: ČNI, 2005.
- [4] ČSN EN 1991-1-4: *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*, Praha: ČNI, 2007.
- [5] ČSN EN 1992-1-1: *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí- Obecná pravidla pro pozemní stavby*, Praha: ČNI 11/2006.
- [6] ČSN 73 1201: *Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb*, Vydavatelství ÚNM Praha, 1986.
- [7] ČSN EN 206-1: *Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda*, Praha: ČNI 9/2001.

7.2 LITERATURA

- [8] Ing. Miloš Zich, Ph.D, Doc. Ing. Zdeněk Bažant, Csc. –*Plošné betonové konstrukce, nádrže a zásobníky*, ISBN 978-80-7204-693-5, Srpen 2010
- [9] Ing. Miloš Zich, Ph.D, a kolektiv –*Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódu*, ISBN 978-80-86897-38-7, Září 2010
- [10] PROCHÁZKA, J., ŠMEJKAL, J., VÍTEK, J., VASKOVÁ, J. *Navrhování betonových konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2*. ISBN 978-80-87438-03-9. Praha 2010.
- [11] BETON TKS 5/2011
- [12] MASOPUST, J., GLISNÍKOVÁ, V., M01 - Zakládání staveb

7.3 INTERNETOVÉ ZDROJE

- [13] <http://www.dektrade.cz>
- [14] <http://www.sis-systemy.cz>
- [15] <http://www.ytong.cz>
- [16] <http://www.halfen.cz>
- [17] <http://www.cfsfixings.com>
- [18] <http://negropolis.name/fermacell/maxifloor.html>

7.4 PROGRAMY

- [19] SCIA ENGINEER 2012.0 - Studentská verze
- [20] AutoCAD 2012
- [21] Recoc – vázaná výztuž
- [22] Microsoft Office Excel 2010
- [23] Microsoft Office Word 2010

8. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

NP = nadzemní podlaží
SDK = sádrokarton
MSÚ = mezní stav únosnosti
MSP = mezní stav použitelnosti
 f_{ck} = charakteristická pevnost betonu v tlaku
 f_{cd} = návrhová pevnost betonu v tlaku
 f_{ctm} = průměrná hodnota pevnosti betonu v tahu
 E_{cm} = střední hodnota modulu pružnosti betonu
 f_{yk} = charakteristická mez kluzu betonářské oceli
 f_{yd} = návrhová pevnost betonářské oceli
 E_s = modul pružnosti betonářské oceli

9. SEZNAM PŘÍLOH

B) Použité podklady

B1 – Schématický půdorys + Schématický řez konstrukce

B2 – Střešní konstrukce DEKROOF 08

B3 – Zdvojená podlaha MERO typ 5

B4 – Přesné tvárnice YTONG

B5 – CFS - Wavy Tail Socket Anchors

C) Statický výpočet

D) Výkresová dokumentace

D1 – STROPNÍ DESKA NAD 1.NP – VÝKRES TVARU

D2 – STROPNÍ DESKA NAD 1.NP – DOLNÍ VÝZTUŽ

D3 – STROPNÍ DESKA NAD 1.NP – HORNÍ VÝZTUŽ

D4 – STROPNÍ DESKA NAD 1.NP – SMYKOVÁ VÝZTUŽ

D5 – ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE – VÝKRES TVARU

D6 – VÝZTUŽ SLOUPU S1 A ZÁKLADOVÉ PATKY P1

D7 – VÝSEK VÝZTUŽE STĚNY S2 V 2.NP

D8 – SCHODIŠTĚ – VÝKRES TVARU

D9 – SCHODIŠTĚ – VÝKRES VÝZTUŽE