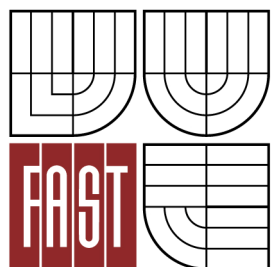




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

ŽELEZOBETONOVÁ SKELETOVÁ KONSTRUKCE

REINFORCED CONCRETE STRUCTURE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

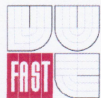
AUTHOR

Bc. FILIP HONS

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.



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

Diplomant Bc. Filip Hons
Název Železobetonová skeletová konstrukce
Vedoucí diplomové práce Ing. Pavel Šulák, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce 31. 3. 2014
Datum odevzdání diplomové práce 16. 1. 2015

V Brně dne 31. 3. 2014

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



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

Podklady a literatura

Stavební podklady

Platné předpisy a normy (včetně změn a doplňků) zejména:

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 až 4: Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí

Literatura doporučená vedoucím diplomové práce.

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

V rámci práce bude provedeno navržení a posouzení hlavních částí nosné konstrukce železobetonového skeletu. Výpočet vnitřních sil bude proveden pomocí dostupného programu a následně provedena kontrola správnosti výsledku zjednodušenou metodou. Kromě statické analýzy bude vypracována i výkresová dokumentace v odpovídající kvalitě a rozsahu. Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní 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).

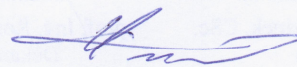
Popisný soubor závěrečné práce (1x).

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 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. Pavel Šulák, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na návrh monolitické železobetonové konstrukce vícepodlažního objektu, který tvoří 2 podzemní a 6 nadzemních podlaží. V práci jsou řešeny dvě různé desky a to deska nad 1.NP a deska nad 3.NP, dále tři sloupy podporující desky, samostatné schodiště umístěné ve ztužujícím jádru, základová deska. Všechny výpočty jsou provedeny dle platných norem, převážně dle ČSN EN 1992-1-1.

Klíčová slova

Monolitická lokálně podepřená deska, sloup, schodiště, zatížení, zatěžovací stavy, vnitřní síly, dimenzování výztuže, výkresová dokumentace, metoda konečných prvků.

Abstract

Master's thesis focuses on the design of monolithic reinforced concrete structures storey hose which consist of 2 underground and 6 floors. This project deals whit two different boards, board over ground floor and over second floor, as well as three pillars supporting board, separate staircase placed in a reinforced core, base plate. All calculations are done according to applicable standards, mainly according to ČSN EN 1992-1-1.

Keywords

Monolithic slab supported locally, colimn, staircase, load, load cases, internal forces, reinforcement dimensioning, drawing documentation, finite element method.

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Filip Hons *Železobetonová skeletová konstrukce*. Brno, 2015. 19 s., 197 s. příl.a 15 výkresů Diplomové 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 12.1.2015

.....

podpis autora
Bc. Filip Hons

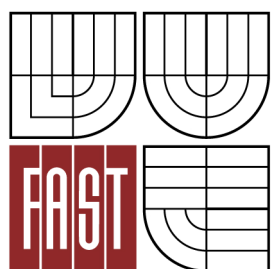
Poděkování:

Rád bych poděkoval svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Pavlu Šulákovi, Ph.D za cenné rady při psaní mé diplomové práce. Dále bych rád poděkoval svým rodičům a přátelům za podporu při studiu.



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) TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. FILIP HONS

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.

BRNO 2015

OBSAH:

| | |
|-------------------------------------------|----|
| OBSAH: | 9 |
| ÚVOD: | 10 |
| GEOLOGICKÉ POMĚRY: | 10 |
| POPIS KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ OBJEKTU..... | 11 |
| POPIS ŘEŠENÝCH ČÁSTÍ KONSTRUKCE: | 11 |
| MATERIÁLY A PODMÍNKY PRO PROVEDENÍ: | 14 |
| ZÁVĚR: | 15 |
| POUŽITÝ SOFTWARE: | 16 |
| POUŽITÁ LITERATURA: | 16 |
| POUŽITÉ ZKRATKY A SYMBOLY: | 17 |
| SEZNAM PŘÍLOH DIPLOMOVÉ PRÁCE: | 19 |

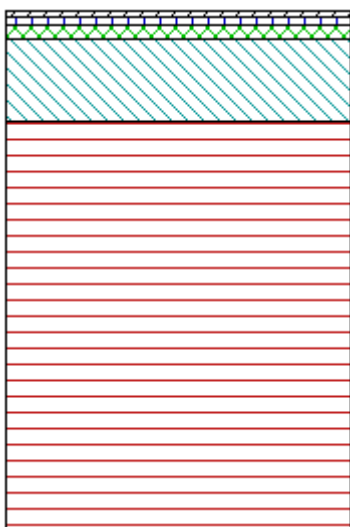
ÚVOD:

Tématem diplomové práce je návrh a posouzení nosné železobetonové monolitické konstrukce multifunkčního objektu, který bude postaven v Liberci. Objekt je osmipodlažní, přičemž jsou dvě podlaží pod úrovní terénu, v nich se nachází podzemní garáže a technické místnosti. V prvním a druhém nadzemním podlaží se nacházejí obchodní jednotky, ve třetím podlaží je restaurace se zahrádkou na terase a ve zbylých nadzemních podlažích jsou kancelářské prostory.

Skrz celý objekt probíhá jedno železobetonové ztužující jádro, ve kterém je centrální schodiště a osobní výtah. Strojovna výtahové šachty je umístěna na střeše objektu. Objekt je navržen jako monolitický skelet tvořený sloupy a deskami. Výplňové zdivo obvodové je z tvárnic Heluz PLUS 30 uni broušená. Vnitřní stěny jsou z Heluz Plus 25 a příčky typové sádkartonové jednoduché s dvojitým opláštěním.

GEOLOGICKÉ POMĚRY:

Na území stavby byl proveden inženýrsko-geologický průzkum, podle jeho vyhodnocení byl také proveden návrh založení konstrukce. Podle tohoto průzkumu tvoří podloží v místě základové spáry zemina třídy F3 – písčité hlína tuhá.



- 1) F3 – Tuhá $t=0,4\text{m}$ $E_{\text{def}} = 7,0 \text{ MN/m}^2$ $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$
- 2) S3 – $t = 0,6\text{m}$ $E_{\text{def}} = 15 \text{ MN/m}^2$ $\gamma=17,5 \text{ kN/m}^3$
- 3) G3 – ulehlý $t = 1,0\text{m}$ $E_{\text{def}} = 50 \text{ MN/m}^2$ $\gamma=22 \text{ kN/m}^3$
- 4) G3-GF $t = 6,0\text{m}$ $E_{\text{def}} = 60 \text{ MN/m}^2$ $\gamma=22 \text{ kN/m}^3$
- 5) R4 $t = 30\text{m}$ $E_{\text{def}} = 300 \text{ MN/m}^2$ $\gamma=26 \text{ kN/m}^3$

Popis jednotlivých vrstev:

- 1) F3 – Písečná hlína tuhá
- 2) S3 – písek s příměsí jemnozrnné zeminy
- 3) G3 – Štěrka písčité ulehlejší
- 4) G3-GF – Žula biotitická zcela zvětřalá
- 5) R4 – žula biotitická silně zvětřalá

POPIS KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ OBJEKTU.

Objekt je navržen jako monolitický skelet tvořený sloupy a deskami. Výplňové zdivo obvodové je z tvárnic Heluz PLUS 30 uni broušená. Vnitřní stěny jsou z Heluz Plus 25 a příčky typové sádkartonové jednoduché s dvojitým opláštěním.

Svislé nosné konstrukce jsou tvořeny v podzemní části obvodovými nosnými stěnami šíře 300 mm a sloupy, které se dělí na tři různé typy. Uvnitř budovy vede také ztužující jádro se stěnami šíře 300 mm.

Vodorovné nosné konstrukce jsou tvořeny železobetonovými deskami tloušťky 250 mm a objekt je založen na základové desce tloušťky 500 mm.

Schodiště je tvořeno železobetonovými deskami tloušťky 200 mm na které jsou nabetonované schodišťové stupně.

POPIS ŘEŠENÝCH ČÁSTÍ KONSTRUKCE:

Desky nad 1.NP a 3.NP

Stropní desky tloušťky 250 mm jsou vyztužené v obou směrech výztuží B500B, deska je z betonu C 30/37. Návrh výztuže byl proveden na mezní stav únosnosti MSÚ. Navržená výztuž odpovídá požadavkům dle ČSN EN 1991-1-1. Kromě ohybové výztuže byla navržena výztuž proti řetězovému zhroucení průměru 3 x 20 mm v obou směrech a smyková výztuž proti protlačení sloupu skrz desku, tvořená žebříčky.

Základová deska

Železobetonová základová deska tloušťky 500 mm je provedena z betonu C 40/50 a vyztužena betonářskou výztuží třídy B500 B v obou směrech. Návrh výztuže byl proveden na mezní stav únosnosti a na protlačení sloupu deskou.

Výztuž proti protlačení byla navržena z žebříčků. Pod základovou desku byla navržena podkladní betonová mazanina z prostého betonu třídy C 16/20 tloušťky 100 mm, která zajistila možnost nižší krycí vrstvy pro nosnou výztuž v základové desce.

Sloupy

V objektu se nacházejí tři typy sloupů, vnitřní sloup, krajní dlouhý a rohový dlouhý sloup a dále pak krátký krajní a rohový sloup. Sloupy byly navrženy na mezní stav únosnosti a posouzeny pomocí interakčních diagramů.

Vnitřní sloup:

Jedná se o nejvíce namáhaný sloup v objektu, vedoucí od základové desky až po nejvýše položenou desku. Je tvořen betonem třídy C 30/37 a vyztužen betonářskou výztuží třídy B 500B. Rozměry sloupu jsou 550 x 550 mm. Nosná výztuž byla navržena na mezní stav únosnosti a smyková výztuž (třmínky) byla navržena podle konstrukčních zásad.

Krajní a rohový dlouhý sloup:

Jedná se o sloupy vedoucí z ukončené obvodové stěny v podzemních patrech a podporujících až desku nad posledním podlažím. Jsou tvořeny betonem třídy C 30/37 a vyztuženy betonářskou výztuží B500B. Rozměry sloupů jsou navrženy na 400 x 400 mm. Nosná výztuž byla navržena na mezní stav únosnosti a smyková výztuž (třmínky) byla navržena podle konstrukčních zásad.

Krajní a rohový krátký sloup:

Jedná se o sloupy vedoucí z ukončené obvodové stěny v podzemních patrech a podporujících desku nad druhým nadzemním podlažím. Jsou tvořeny betonem třídy C 30/37 a vyztuženy betonářskou výztuží B500B. Rozměry sloupů jsou navrženy na 300 x 300 mm. Nosná výztuž byla navržena na mezní stav únosnosti a smyková výztuž (třmínky) byla navržena podle konstrukčních zásad.

Schodiště:

Dvouramenné schodiště vedoucí ve ztužujícím jádru je navrženo z betonu třídy C 30/37 a vyztuženo ocelí třídy B 500 B. Schodiště je tvořeno hlavní podestou šířky 2590 mm délky 5100 mm a výšky 200 mm, schodišťovými rameny šíře 1500 mm a půdorysné délky 2610 mm tloušťka desky činí 200 mm na níž jsou nabetonovány schodišťové stupně výšky 170 mm a délky 290 mm. Mezipodesta mezi jednotlivými rameny je šířky 1500 mm a délky 5100 mm a tloušťky desky 200 mm.

MATERIÁLY A PODMÍNKY PRO PROVEDENÍ:

Beton C 30 / 37

$$f_{ck} = 30 \text{ Mpa}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = 30/1,5 = 20 \text{ Mpa}$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ Mpa}$$

$$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon_{c3} = 1,75 \text{ ‰}$$

Beton C 40 / 45

$$f_{ck} = 40 \text{ Mpa}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = 40/1,5 = 26,66 \text{ Mpa}$$

$$f_{ctm} = 3,5 \text{ Mpa}$$

$$E_{cm} = 35 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon_{c3} = 1,75 \text{ ‰}$$

Pro monolitické konstrukce je nutné dodržovat ČSN EN 206 -1: Beton - část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda a ČSN P ENV 13670-1 Provádění betonových konstrukcí – část 1: Společná ustanovení.

Bednění a jeho podpůrné konstrukce se musí vyrobit tak aby:

- Bezpečně odolávalo všem účinkům, kterým bude vystaveno během prací na stavbě
- bylo dostatečně tuhé, aby nebyly překročeny předepsané tolerance průhybů kce a aby byla zaručena celistvost konstrukčního prvku
- tvar, vzhled, funkce a trvanlivost betonové konstrukce nebyly zhoršeny nebo poškozeny montáží bednění nebo jeho odstraňováním

Průměrná denní teplota při betonáži nesmí být menší než 5°C. povrch betonových konstrukcí se musí ošetřovat a vlhčit alespoň po dobu jednoho týdne. Zhutňování betonu se provede u desek ponornými vibrátory a u sloupů příložnými vibrátory na bednění.

Bednění a jeho podpěrné a opěrné konstrukce se nesmí odstranit dokud beton nedosáhl dostatečné pevnosti, aby betonový prvkem přenesl veškerá zatížení, která na něj budou po odstranění bednění působit.

V celé nosné konstrukci bude použita betonářská výztuž B 500 B:

Ocel B 500B

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

$$\gamma_s = 1,15$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 434,78 \text{ Mpa}$$

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

$$\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 434,78 / 200000 = 2,17 \text{ ‰}$$

Ukládání výztuže je nutné průběžně kontrolovat, aby nedošlo k záměně podobných prutů výztuže. Po uložení musí mít výztuž nejen správnou polohu dle výkresů, ale musí být také zajištěna proti přemístění a zdeformování při samotné betonáži.

Důležité je aby byla dodržena požadovaná krycí vrstva výztuže betonem. Krycí vrstva musí být zajištěna pomocí distančních prvků.

Výztuž sloupů a stěn vážeme před postavením bednění, výztuž stropních konstrukcí ukládáme přímo do bednění.

ZÁVĚR:

Jednotlivé prvky navrhované konstrukce byly spočteny v souladu s platnými normami a zásadami. Posouzení všech řešených konstrukcí bylo vyhodnoceno jako vyhovující. Ke všem řešeným konstrukčním prvkům byly zkresleny výkresy betonářské výztuže.

POUŽITÝ SOFTWARE:

Scia Engineer 2012.0 – studentská licence

Nemetschek Allplan 2009 – studentská licence

Microsoft office Word 2007

Microsoft office Excel 2007

POUŽITÁ LITERATURA:

- 1) ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: zatížení konstrukcí – část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb (březen 2004)
- 2) ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: zatížení konstrukcí – část 1-3: Obecná zatížení – zatížení sněhem (červen 2005)
- 3) ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – zatížení větrem
- 3) ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby (listopad 2006)
- 4) ČSN 731201 Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb (září 2010)
- 5) Holický M., Marková J., Sýkora M. Zatížení stavebních konstrukcí příručka k ČSN EN 1991. Technická knihovna, ISBN 978-80-87093-89-4, Praha 2010

POUŽITÉ ZKRATKY A SYMBOLY:

| | |
|------------------|-----------------------------------------------------------------|
| A | - zatěžovací plocha |
| A_2 | - zatěžovací plocha bez sloupu |
| $A_{s,nut}$ | - nutná plocha nosné výztuže |
| A_s | - navrhovaná plocha nosné výztuže |
| A_{sw} | - navrhovaná plocha smykové výztuže |
| $b_x; b_y$ | - strany obdélníka pro výpočet |
| $c_1; c_2$ | - půdorysné rozměry sloupu |
| d | - vzdálenost středu výztuže od krajních tlačných vláken průřezu |
| d_1 | - vzdálenost středu výztuže od krajních tažených vláken průřezu |
| E_{cm} | - modul pružnosti betonu |
| E_s | - modul pružnosti výztuže (oceli) |
| f_{bd} | - mezní napětí v soudržnosti |
| f_{ck} | - charakteristická pevnost betonu v tlaku |
| f_{ctm} | - pevnost betonu v tahu |
| f_{ctk} | - 5% kvantil pevnosti betonu v tahu |
| f_{yk} | - charakteristická pevnost oceli v tahu |
| $f_{ywd,eff}$ | - účinná návrhová pevnost smykové výztuže na protlačení |
| g_k | - charakteristické stálé zatížení |
| h_s | - tloušťka navrhované desky |
| l_0 | - návrhová přesahová délka |
| l_{bd} | - návrhová kotevní délka |
| l_{brqd} | - základní kotevní délka |
| $L_x; L_y$ | - osová vzdálenost sloupů |
| $L_{xs}; L_{ys}$ | - světlá vzdálenost mezi sloupy |
| M_{ed} | - moment vyvolaný od zatížení |
| M_{rd} | - moment únosnosti konstrukce |
| N_{ed} | - normálová síla působící v ose prvku (sloupu) |
| N_{sx} | - normálová síla působící na výztuž proti řetězovému zhroucení |
| q_k | - charakteristické užité zatížení |
| $S_{max, slab}$ | - maximální vzdálenost nosné výztuže |
| S_{min} | - minimální světlá vzdálenost nosné výztuže |

| | |
|---------------|---------------------------------------------------------------|
| S_r | - radiální vzdálenost obvodů smykové výztuže |
| S_t | - rozteč mezi jednotlivými smykovými výztužemi |
| U_0 | - obvod sloupu |
| U_1 | - základní posuzovaný obvod |
| U_{out} | - obvod, ve kterém není již nutná výztuž na protlačení |
| V_{rdcs} | - únosnost v protlačení sloupů a desek s připočítáním výztuže |
| V_{rdmax} | - maximální smykové napětí v protlačení |
| W_1 | - modul vypočtený pro základní kontrolovaný obvod U_1 |
| x | - poloha neutrálné osy posuzovaného prvku |
| ρ | - objemová tíha materiálu |
| σ_{sd} | - návrhové napětí v prutu v místě kotvení výztuže |

SEZNAM PŘÍLOH DIPLOMOVÉ PRÁCE:

B) STATICKÝ VÝPOČET

C) VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE