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

NÁVRH A POSOUZENÍ ŽB SKELETU

DESIGN AND REVIEW OF RC STRUCTURE

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE BC. BEATA HEČKOVÁ
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE Ing. PETR ŠIMŮNEK, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2015

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. Beata Hečková
Název	Návrh a posouzení ŽB skeletu
Vedoucí diplomové práce	Ing. Petr Šimůnek, 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.	prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Vedoucí ústavu	Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Platné technické předpisy:
ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí. 2004
ČSN EN 1991-1 až 4: Zatížení stavebních konstrukcí. 2004 -2007
ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. 2006
Další potřebná literatura po dohodě s vedoucím diplomové práce.

Zásady pro vypracování

Předmětem diplomové práce je vícepodlažní železobetonový objekt. Proveďte statické řešení konstrukce.
Nadimenzujte vybrané konstrukční části: část stropní konstrukce, vybrané ŽB sloupy a konstrukci schodiště v rozsahu určeném vedoucím práce. Statickou analýzu proveďte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí. Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a výkresy výztuže posuzovaných prvků.

Požadované výstupy:
Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)
Přílohy textové části:
P1. Použité podklady a varianty řešení
P2. Výkresy (přehledné, podrobné a detaily 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 1x v listinné podobě a 1x v elektronické podobě na CD.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....

Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá návrh vybraných částí monolitického železobetonového objektu. Statický výpočet obsahuje posouzení stropní desky na lokálních podporách, výpočet sloupů, trámu, schodiště a základové patky. Objekt bude využíván jako polyfunkční dům. V rámci práce byl vypracován statický výpočet, výkresy vyztužení a výkresy tvaru.

Abstract

This diploma thesis deal with of the design of selected parts of a monolithic reinforced concrete building. Static solution includes an assessment of slab in local supports, calculation of columns, beam, stair and footing. The building will be used as an multifunctional building. In this thesis was developed a static calculation, reinforcement drawings and shape drawings.

Klíčová slova

Polyfunkční dům, železobeton, lokálně podepřená deska, sloup, patka, schodiště, trám, mezní stav únosnosti, výkres tvaru, výkresy vyztužení.

Keywords

Multifunctional building, reinforced concrete, slab in local supports, column, footing, stair, beam, ultimate limit state, drawing of reinforcement, drawing of shape.

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Beata Hečková *Návrh a posouzení ŽB skeletu.* Brno, 2015. 187 s., 17 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(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 16.1.2015

……
podpis autora

Bc.Beata Hečková

Poděkování:

Především bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Petru Šimůnkovi, PhD. za trpělivost, ochotu a cenné připomínky při konzultacích. Hlavní dík však patří mým rodičům a příteli, kteří mě po celou dobu studia podporovali.

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

PRŮVODNÍ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE Bc. BEATA HEČKOVÁ
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE Ing. PETR ŠIMŮNEK, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2015

Obsah:

1 Úvod **3**

2 Popis konstrukce **3**

3 Klimatické podmínky **3**

4 Základové poměry **4**

5 Materiálové vlastnosti **4**

6 Zatížení **5**

6.1 Stálé zatížení 5

6.1.1 Vlastní tíha 5

6.1.2 Stálé zatížení od podlah 5

6.2 Proměnné zatížení 6

6.3 Sníh 6

6.4 Vítr 6

6.5 Kombinace zatížení 6

7 Navrhované prvky **7**

7.1 Deska D1 7

7.2 Sloup S1, S2 a S4 7

7.3 Schodiště 8

7.4 Základová patka 8

7.5 Trám T1 9

8 Závěr **9**

9 Seznam použitých zkratek **10**

10 Použitý software **11**

11 Seznam požitých zdrojů **11**

12 Seznam příloh **12**

1 Úvod

Diplomová práce se zabývá návrhem a posouzením vybraných nosných částí železobetonové konstrukce polyfunkčního domu. Jedná se o pětipodlažní podsklepený objekt. Statické schéma a výpočet vnitřních sil byl proveden pomocí studentské verze pogramu Scia Engineer 2013. Všechny konstrukce jsou navrženy tak, aby vyhověly požadavkům normy Eurocode 2 (ČSN EN 1992-1-1). Na základě provedených výpočtů byla zpracována výkresová dokumentace.

2 Popis konstrukce

Konstrukční systém tvoří železobetonová lokálně podepřená stropní deska tl. 200 mm a lokální podpory sloupy s čtvercovým půdorysem 400 x 400 mm. Sloupy jsou založené na patkách o rozměru 2 100 x 2 100 mm. V zaoblené části desky je umístěn ztužující trám. Železobetonový objekt má tvar obdélníku spojeného s čtvrtkruhem o rozměrech 32,8 m x 20,0 m. Typické pole má rozměr 6 m x 6 m. Poslední dvě patra nejsou nad celou konstrukcí, ale pouze nad čtvrtkruhovou částí půdorysu. Jednotlivá podlaží propojuje schodiště a osobní výtah, schodišťové pole zároveň plní funkci ztužujícího jádra, jsou zde umístěny ztužující stěny ve tvaru U. Střecha nad obdélníkovou částí je pochůzná plochá a bude využívána jako terasa. Střecha nad čtvrtkruhovou částí není pochůzná a je jednoplášťová plochá. Příčky jsou navrženy ze zdiva Porotherm 11,5 P+D. Obvodový plášť se skládá ze zdiva Porotherm 25 P+D a polystyrenu Isover o tloušťce 150 mm.

3 Klimatické podmínky

Objekt bude situován v Ústí nad Orlicí. Jedná se o III. sněhovou oblast, tj. zatížení sněhem 1,5 kN/m^2. Zatížení větrem bylo uvažováno v příčném i podélném směru. Oblast spadá do II kategorie terénu, maximální tlak větru na konstrukci je 816 N/m^2.

4 Základové poměry

Základové poměry jsou v místě založení jednoduché, jednotlivé vrstvy se v rozsahu objektu nemění, vrstvy mají přibližně stejnou mocnost a jsou téměř vodorovné. Konstrukce je staticky náročná, a proto objekt patří do druhé geotechnické kategorie.

Na základě hydrogeologického průzkumu byla základová půda zatříděna jako třída G3 (G-F), štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy, únosnost základové půdy R_d/A = 600kPa. Základová spára se nachází nad úrovní podzemní vody.

5 Materiálové vlastnosti

Beton C30/37

Ocel B500B-10505(R)

Stupeň vlivu prostředí XC1 (základová patka XC2)

Konzistence S3, dle normy ČSN EN 206-1

Beton:

třída: C30/37

	Charakteristická hodnota	Materiálový součinitel	Návrhová hodnota
Pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30\ MPa$	$\gamma_c = 1{,}5$	$f_{cd} = 20{,}0\ MPa$

	Charakteristická hodnota
Pevnost v tahu	$f_{ctm} = 2{,}9\ MPa$

$E_{cm} = 32\ GPa$

Přetvoření:

$\varepsilon_{cu3} = 3{,}5\ ‰$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1{,}5} = 20{,}0\ MPa$$

Ocel:

Použitá třída oceli: B500B-10505 (R)

	Charakteristická hodnota	Materiálový součinitel	Návrhová hodnota
Pevnost v tlaku a tlaku	$f_{yk} = 500\ MPa$	$\gamma_s = 1{,}15$	$f_{yd} = 434{,}78\ MPa$

$E_s = 200\ GPa$

$\varepsilon_{yd} = 2{,}17\ ‰$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1{,}15} = 434{,}78\ MPa$$

6 Zatížení

Nosná konstrikce je posouzena na účinky zatížení vlastní tíhou, stálým, proměnným a klimatickým zatížením. Charakteristické hodnoty zatížení jsou stanoveny dle ČSN EN 1990 (Zásady navrhování konstrukcí) a ČSN EN 1991-1 (Zatížení konstrukcí – Část 1-1, 1-3,1-4).

6.1 Stálé zatížení

6.1.1 Vlastní tíha

g_k=5,0 kN/m^2

6.1.2 Stálé zatížení od podlah

Kancelářské prostory g_k=1,5 kN/m^2

Bytové prostory g_k=1,44 kN/m^2

Pochůzná střecha g_k=1,81 kN/m^2

Nepochůzná střecha g_k=0,31kN/m^2

6.2 Proměnné zatížení

Kancelářské prostory	q_k=2,5 kN/m^2
Bytové prostory	q_k=1,5 kN/m^2
Schodiště	q_k=3,0 kN/m^2
Zatížení od příček	q_k=1,2 kN/m^2

6.3 Sníh

Zatížení sněhem je uvažováno 1,2 kN/m^2.

6.4 Vítr

Oblast spadá do II kategorie terénu, maximální tlak větru na konstrukci je 816 N/m^2.

6.5 Kombinace zatížení

Pro výpočet návrhových hodnot byla použita kombinace EN - MSÚ (STR/GEO) sada B, výpočet byl proveden v programu Scia Engineer.

7 Navrhované prvky

7.1 Deska D1

Navržená tloušťka desky je 200 mm. Zvolené materiály jsou beton třídy C30/37 a ocel třídy B500B. Lokálně podepřená deska byla rozdělena do jednotlivých polí o rozměru 6,0 x 6,0 m. Pole byly rozděleny do sloupových a mezisloupových pruhů o šířce 3 m. Výpočet vnitřních sil byl proveden programem Scia Engineer (2D model desky). Pro proměnné zatížení vyla vytvořena výběrová skupina a zatížení působí ve schématech plné, šachovnicové a v pruzích.

Výztuž určená pro přenesení kladných ohybových momentů byla umístěna u spodního líce konstrukce a je tvořena ØR12 a ØR8 po vzdálenosti 100 až 200mm. Výztuž určená pro přenesení záporných ohybových momentů je umístěna u horního líce desky a je tvořena ØR12, ØR16, ØR20 a to ve vzdálenosti 100 až 200mm. V desce je umístěno několik otvorů, vyztuž se v místě otvoru přeruší a vyztuží přídavnou výztuží.

7.2 Sloup S1, S2 a S4

Sloup má rozměry průřezu 400 x 400 mm a jeho délka je 3795 mm. Materiály se shodují s materiálem desky beton třídy C30/37 a ocel třídy B500B. Pro výpočet byly použity vnitřní síly z prostorového 3D modelu.

Pro výpočet byly vybrány čtyři kombinace v hlavě sloupu a čtyři kombinace v patě sloupu.

N_{max}, N_{min} a odpovídající M

M_{max}, M_{min} a odpovídající N

Provede se posudek ve směru x na účinky prvního řádu, případně i druhého řádu. Momenty zvětšené o účinky přídavné excentricity způsobené vlivem imperfekcí, o účinky prvního a druhého řádu, se vynesou spolu s normálovou silou do interakčního diagramu a zkontroluje se, zda se body vyskytují uvnitř interakčního diagramu. Tento samý postup se provede i v druhém směru z. Vzhledem k tomu, že sloup je namáhán ve dvou směrech je nutné provést posudek na dvouosé namáhání ohybem. Sloupy jsou vyztužené 4ØR16 a třmínky jsou Ø6 po 240 a 120 mm.

7.3 Schodiště

Schodiště je řešeno jako deskové s dodatečně betonovanými stupni. Schodišťový prostor je umístěn ve ztužujícím jádru. Sklon ramene je 28° a splňuje požadovaný sklon 25° až 35°. K propojení stropní desky a ramene je použit prvek Tronsole typ T8, který slouží k přerušení kročejového hluku. Mezipodesta je vložena do kapes Tronsole typ AZT, tento systém zamezuje šíření kročejového hluku do přilehlých prostor. Výška stupně je 163 mm a šířka stupně 300 mm. Schodiště je navrženo jako dvouramenné s rovnými stupni. Bylo řešeno schodiště spojující 1NP a 2NP.

Rameno má rozměr 1500 x 2700 mm tloušťky 160 mm a podesta 1500 x 5600 mm tloušťky 200 mm. Je použit beton třídy C30/37 a ocel třídy B500B. Pro výpočet vnitřních sil byl vytvořen model schodiště v programu Scia Engineer.

Rameno je vyztužené u spodního líce desky ØR10 po 120 mm s rozdělovací výztuží ØR16 po 200 mm. Podesta je vyztužená u spodního líce desky ØR10 po 120 mm a po 200 mm s rozdělovací výztuží ØR16 po 200 mm. U horního líce desky je vyztužená ØR10 po 120 mm a po 200 mm s rozdělovací výztuží ØR16 po 200 mm. K napojení prvku AZT je potřeba na každou kapsu přídavná výztuž v podélném směru 10 ØR10 a v příčném směru 4 ØR10.

7.4 Základová patka

Základové poměry jsou v místě založení dobré. Objekt patří do 1. geotechnické kategorie, takže není nutné posuzovat vliv sedání. Uvažovaná hodnota R_{dt} je 600 kPa.

Patka je dimenzovaná jako konzola. Má půdorysný rozměr 2100 x 2100 mm a výška 800 mm. Materiály jsou požity beton třídy C30/37 a ocel třídy B500B. Třída vlivu prostředí je uvažována XC2. Pro vypočtený ohybový moment je navržená výztuž ØR16 po 170 mm. Výztuž na protlačení není nutná.

7.5 Trám T1

Trám je umístěn po obvodě desky v zaoblené části, aby pomohl roznést zatížení v desce a snížil průhyb v kritické oblasti H6. Navržené rozměry trámu jsou 250 x 400 mm. Materiály se shodují s materiálem desky beton třídy C30/37 a ocel třídy B500B.

Výztuž je dimenzována na ohybový moment a posouvající sílu. Při spodním okraji trámu je navržena výztuž 2ØR10 a při horním okraji je navržena výztuž 2ØR10. Na posouvající sílu jsou navrženy třmínky z ØR8 po 250 mm.

8 Závěr

Konstrukce byla vypočtena pomocí software Scia Engineer 2013 (studentská verze). Návrh a posouzení bylo provedeno na MSÚ, dle níže uvedených norem. Byly dodrženy zásady pro navrhování. Rozsah práce odpovídá požadavkům zadání.

9 Seznam použitých zkratek

c	betonová krycí vrstva
c_{nom}	nominální hodnota betonové krycí vrstvy
E_{cm}	sečnový modul pružnosti betonu
E_s	modul pružnosti betonářské výztuže
f_{cd}	návrhová hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
f_{ck}	charakteristická hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
f_{ctm}	střední hodnota pevnosti betonu v tahu
f_{yd}	návrhová hodnota meze kluzu betonářské oceli
f_{yk}	charakteristická hodnota meze kluzu betonářské výztuže
ε_{cu3}	přetvoření betonu
ε_{yd}	přetvoření oceli

10 Použitý software

Scia Engineer 2013 – studentská verze

AutoCAD 2008

Microsoft Word

Microsoft Excel

11 Seznam požitých zdrojů

[1] ŠTĚPÁNEK, Petr; Zmek, Bohuslav. *Prvky betonových konstrukcí : Dimenzování betonových prvků-část2*. Brno : VUT, 2005. 50 s.

[2] BAŽANT, Zdeněk. *Betonové konstrukce I : Betonové konstrukce plošné-část1*. Brno : VUT, 2005. 56 s.

[3] BAŽANT, Zdeněk. *Betonové konstrukce I : Betonové konstrukce plošné-část2*. Brno : VUT, 2004. 73 s.

[4] ČÍRTEK, Ladislav; ZICH, Miloš. *Betonové konstrukce I : Základové konstrukce*. Brno : VUT, 2005. 51 s.

[5] ČSN EN 1990 ed. 2 . *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. 100 s.

[6] 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, 2004. 40 s.

[7] ČSN EN 1991-1-3 . *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení sněhem*. Praha : Český normalizační institut, 2007. 48 s.

[8] ČSN EN 1991-1-4 . *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem*. Praha : Český normalizační institut, 2007. 119 s

[9] ČSN EN 1992-1-1. *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha : Český normalizační institut, 2006. 210 s.

12 Seznam příloh

P1 Použité podklady

P2 Výkresy

P3 Statický výpočet

Popisný soubor závěrečné práce

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP

Elektronická podoba práce na CD