



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

OBYTNÝ DŮM ERASMUS, BRNO

RESIDENTIAL HOUSE ERASMUS, BRNO

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. RADEK KOLIBAČ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. BOŽENA PODROUŽKOVÁ

BRNO 2014



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. Radek Kolibač
Název	Obytný dům ERASMUS, Brno
Vedoucí diplomové práce	Ing. Božena Podroužková
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2013
Datum odevzdání diplomové práce	17. 1. 2014
V Brně dne 31. 3. 2013	

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

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

Podklady a literatura

Stavební výkresy (půdorys 5. NP, řezy, pohledy),

Základní normy:

- ČSN EN 1990 včetně změny A1;
- ČSN EN 1991-1 až 4: Zatížení konstrukcí;
- ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí - Obecná pravidla pro pozemní stavby;
- ČSN EN 206-1: Beton - specifikace, vlastnosti, výroba a shoda.

Literatura doporučená vedoucí diplomové práce.

Zásady pro vypracování

Vypracujte konstrukční řešení objektu, který má jedno podzemní a deset nadzemních podlaží. Svislé nosné konstrukce tvoří železobetonové stěny a sloupy.

Vodorovné nosné konstrukce jsou navrženy jako stropní desky z monolitického železobetonu, stejně jako schodiště.

Zaměřte se na konstrukční prvky 5. NP, t.j. stěny, stropní desku a schodiště.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1) Použité podklady

P2) Statický výpočet

P3) Výkresová dokumentace

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x), Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě dle směrnic a na CD (1x).

Předepsané přílohy

.....
Ing. Božena Podroužková
Vedoucí diplomové práce

Anotace:

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout a posoudit typické prvky 5. nadzemního podlaží monolitické železobetonové konstrukce obytného domu. Vodorovné nosné konstrukce tvoří spojitá deska o šesti polích se ztužujícími žebry, které se nacházejí pod obvodovým pláštěm, obousměrně prostě podepřená deska podesty, dále schodišťový trám a překlady v prostorách chodeb a lodžii. Svislé nosné konstrukce tvoří stěny a sloupy.

Annotation:

The objective of this thesis was to design and check typical elements of the 5th storey of monolithic reinforced concrete structure of residential building. Horizontal load-bearing structure consists of a continuous slab of six fields with reinforcing ribs, which are located under the building envelope, bidirectional slab simply supported, further staircase beam and lintels in the corridors and loggias. Vertical structures consist of walls and columns.

Klíčová slova:

Návrh, posudek, železobeton, deska, spojitá deska, žebro, překlad, schodiště, stěna, sloup

Key words:

Design, Check, Reinforced concrete, Slab, Continuous slab, Rib, Lintel, Staircase, Wall, Column

Bibliografická citace VŠKP:

Bc. Radek Kolibač *Obytný dům ERASMUS, Brno*. Brno, 2014. 17 s., 94 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Božena Podroužková.

Prohlášení:

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

V Brně dne 17.1.2014

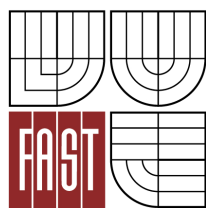
.....
podpis autora
Bc. Radek Kolibač

Poděkování:

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mě během psaní diplomové práce podporovali, velké díky patří zejména rodině a přítelkyni, za finanční a psychickou podporu v průběhu celého studia a také vedoucí této práce Ing. Boženě Podroužkové za projevenou vstřícnost a trpělivost.

Obsah:

Technická zpráva.....	8
Seznam norem.....	8
Popis konstrukce.....	8
Geologické a hydrologické poměry.....	9
Základové poměry.....	10
Základy.....	10
Průvodní zpráva k statickému výpočtu.....	11
Seznam norem.....	11
Identifikace objektu.....	11
Základní údaje o objektu.....	11
Cíl statického výpočtu.....	12
Výpis posuzovaných prvků.....	12
Zatížení.....	12
Materiály a jejich vlastnosti.....	12
Deska D1.....	13
Žebra Z1, Z2, Z3.....	13
Stěna St1, Sloup S2.....	14
Deska D4.....	14
Desky D2, D3.....	14
Seznam použitých zdrojů.....	15
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	16
Seznam příloh.....	17



TECHNICKÁ ZPRÁVA

Seznam norem:

- ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí. 2004
- ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. 2004
- ČSN EN 1991-1-3: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem. 2005
- ČSN EN 1991-1-4: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem. 2007
- ČSN EN 206-1: Beton – specifikace, vlastnosti, výroba a shoda. 2001

Popis konstrukce:

Navrhovaný objekt se nachází na ulici Hrnčířská v Brně, v městské části Královo Pole. Jedná se o jedenáctipodlažní bytový dům (deset nadzemních a jedno podzemní podlaží) o půdorysném tvaru písmene L. Podzemní a 1. nadzemní podlaží tvoří garáže a technické místnosti, 2.-10. podlaží tvoří bytové jednotky.

Vodorovné nosné konstrukce jsou tvořeny spojitou monolitickou deskou o 6 polích tl. 260 mm nad podzemním a 1. nadzemním podlažím, a tl. 200 mm nad 2.-9. nadzemním podlažím. Světlé rozpětí desek se pohybuje v rozmezí 4,4 m – 6,8 m. Po obvodu jsou desky vyztuženy žebry o celkové výšce 350 mm a šířce 250 mm. V podzemním podlaží je deska vynášena prefabrikovanými předpjatými nosníky, v ostatních podlažích monolitickými stěnami.

Svislé nosné konstrukce v podzemním podlaží tvoří monolitické ŽB sloupky o rozměrech 350x350 mm, v dalších podlažích to jsou monolitické ŽB stěny tl. 200 mm

doplněné o sloupky o rozměrech 200x300 mm, resp. 200x225 mm. V prostorách chodeb jsou stěny nahrazeny monolitickými překlady. Konstrukční výška objektu je 2,800 m v podzemním podlaží, 3,100 m v 1. nadzemním a 3,000 m v ostatních podlažích.

V objektu jsou navržena dvě dvouramenná železobetonová schodiště s mezipodestami. Schodišťová ramena a mezipodesty mají tl. 120 mm, hlavní podesty mají tl. 100 mm. Hlavní podesty a schodišťová ramena jsou vynášeny ŽB schodišťovým trámem. Dále se v objektu nacházejí dva výtahy.

Obvodový plášť budovy je zděný z keramických tvarovek POROTHERM 30 P+D (nebo podobným), které jsou dále zatepleny fasádním polystyrenem tl. min. 100 mm.

Objekt není dilatován, pro kompenzaci účinků smršťování je betonáž stropních desek rozdělena do několika etap.

Použité materiály:

- beton C25/30, ocel B500
- prefabrikované trámy
- zdivo: obvodový plášť: POROTHERM 30 P+D
vnitřní stěny: POROTHERM 25 AKU
příčky: příčkovky YTONG

Geologické a hydrologické poměry:

Dle inženýrsko-geologického průzkumu je zájmové území součástí metabazitové zóny brněnského masivu s velmi různorodým zastoupením jednotlivých hornin. Tyto tvoří např. diabasy, jemnozrnné diority, granodiority a gabra, či ultrabazity.

Sedimentární pokryv je tvořen poměrně homogenním prostředím tzv. téglů – jíly, slínití jíly až slíny, převážně tuhé konzistence.

Nad neogénem se nacházejí kvartérní fluviální sedimenty. Ve spodní části se jedná o hlinitopísčité štěrky s valouny do 8 cm. Štěrků jsou zvodnělé. Ve vyšších vrstvách štěrky přecházejí v písčité až písčitoštěrkovité sedimenty.

Nad touto vrstvou se nachází eolitické a eolitickodeluviální polygenetické sprašové sedimenty. Typy zemin přecházejí od spraší, přes sprašové hlíny až k jílům.

Svrchní vrstvu tvoří převážně antropogenní navážky.

Hladina podzemní vody byla zjištěna v hloubce 7,0 – 7,6 m. Z hlediska působení na beton představuje podzemní voda středně agresivní chemické prostředí třídy XA2.

Základové poměry:

Základové poměry jsou hodnoceny jako jednoduché, stavba jako náročná, z toho plyne geotechnická kategorie II.

Staveniště je vhodné, ale s nutností zohlednit vlastnosti základové půdy. Tu budou tvořit jíly s vyhovujícími geotechnickými vlastnostmi. Tyto jíly jsou náchylné k sesouvání, to je však z velké míry eliminováno mírným sklonem do 10 % a hlubinným založením.

Doporučený sklon výkopů je 1:3,5, krátkodobě v klimaticky příznivém období mohou být i svislé stěny. Výkopy by měly zůstat otevřeny a vystaveny klimatickým vlivům jen po nezbytně nutnou dobu, protože hrozí narušení smykových vlastností zeminy a možné sesuvy.

Jíly jsou nepropustné pro srážkovou vodu a proto jsou nutné drenáže.

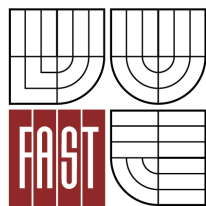
Základy:

Hlubinné založení – dle návrhu geotechnika, viz samostatná část projektu. Piloty jsou v úrovni hlav ukončeny převážkami výšky 1500 mm nebo železobetonovými základovými pasy výšky 700 mm, případně hlavicemi výšky 1000 mm v místech osamělých podpor.

V Brně, leden 2014

Vypracoval: Bc. Radek Kolibač

.....



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

PRŮVODNÍ ZPRÁVA K STATICKÉMU VÝPOČTU

Seznam norem:

- ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí. 2004
- ČSN EN 1991-1: Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. 2004
- ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí – Obecná pravidla pro pozemní stavby. 2006
- ČSN EN 206-1: Beton – specifikace, vlastnosti, výroba a shoda. 2001

Identifikace objektu:

Objekt: Obytný dům ERASMUS
ul. Hrnčířská, Brno
Kraj Jihomoravský

Základní údaje o objektu:

Navrhovaný objekt se nachází na ulici Hrnčířská v Brně, v městské části Královo Pole. Jedná se o jedenáctipodlažní bytový dům (deset nadzemních a jedno podzemní podlaží) o půdorysném tvaru písmene L. Podzemní a 1. nadzemní podlaží tvoří garáže a technické místnosti, 2.-10. podlaží tvoří bytové jednotky.

Cíl statického výpočtu:

Cílem statického výpočtu je navrhnout a posoudit typické prvky jedné části 5. nadzemního podlaží, tj. stropní desku, hlavní podestu, schodiště, stěnu, sloup, trámy a překlady na mezní stav únosnosti, stropní deska D1 byla dále posouzena i z hlediska mezního stavu použitelnosti.

Výpis posuzovaných prvků:

Deska D1

Ztužující obvodová žebra Z1, Z2 a Z3

Stěna St1

Sloup S2

Hlavní podesta – deska D4

Schodišťová ramena vč. mezipodesty – desky D2 a D3

Schodišťový trám T1

Trám T2

Překlad P2

Zatížení:

Zatížení je uvažováno dle norem:

- ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. 2004
- ČSN EN 1991-1-3: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem. 2005
- ČSN EN 1991-1-4: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem. 2007

Materiály a jejich vlastnosti:

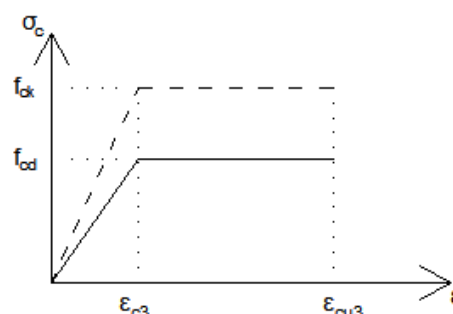
Beton C25/30: $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

$f_{cd} = 16,67 \text{ MPa}$

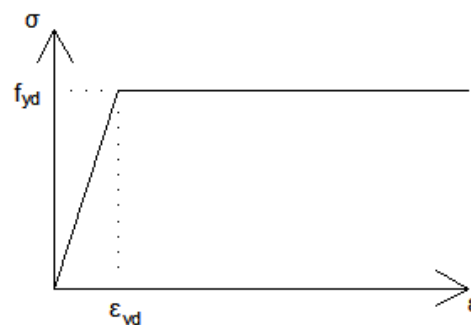
$E_{cm} = 31 \text{ GPa}$

$\epsilon_{cu3} = 3,5\%$

pracovní diagram: bilineární



Ocel B500: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$
 $E_s = 200 \text{ GPa}$
 $\varepsilon_{yd} = 2,17 \text{ ‰}$
pracovní diagram: idealizovaný, bez zpevnění



Deska D1:

Deska D1 je navrhována jako spojitá deska o 6 polích se světlým rozpětím polí 4,4 – 6,8 m. Jako deska je vytvořen i výpočtový model konstrukce. Deska je vynášena liniovými podporami, které nahrazují příčné stěny a jednu stěnu podélnou. Tomuto podepření také odpovídají účinky zatížení, kdy výrazně převažují účinky pouze v jednom směru – x. Dále jsou v desce modelována ztužující žebra pod obvodovým pláštěm budovy.

Výztuž je navrhována na návrhový moment M_{Ed} , který je stanoven v průřezích ve středu polí a nad podporami. Těmito průřezy jsou vedeny vhodné dílčí řezy, ve kterých jsou průběhy momentů průměrovány na výsledný návrhový moment. Nad podporami jsou momenty ještě dále redukovány.

Deska byla posouzena na MSÚ na prostý ohyb, dále na smyk a protlačení v jednom kritickém místě.

Dále byla deska posouzena na MSP ve vytipovaném kritickém průřezu (pole č. 4). Pro tento posudek byl použit velmi zjednodušený prutový model konstrukce – spojitý nosník o 3. polích, na koncích vetknutý s kritickým průřezem ve středu polí. V MSP bylo ověřeno omezení napětí, omezení trhlin bez přímého výpočtu a mezní stav přetvoření porovnáním mezní ohybové štíhlosti.

Žebra Z1, Z2, Z2:

Žebra byla modelována jako součásti desky D1. Zde působí jako ztužující prvek a přebírají tak značnou část momentových účinků.

V posudcích bylo pro určení tlacené plochy betonu počítáno se spolupůsobením betonu s deskou. Pro určení spolupůsobící šířky bylo pro zjednodušení uvažováno s roznášecím úhlem 30° .

Stěna St1, Sloup S2:

Pro zjištění maximálního svislého zatížení na stěnu, resp. sloup bylo sečteno veškeré zatížení nad daným sloupem, tj. ze šesti vyšších pater – plošné zatížení bylo převedeno na liniové vynásobením zatěžovací šířkou pro danou stěnu. Dále bylo nutné počítat s klimatickým zatížením sněhem a větrem.

Pro určení účinků od vodorovného zatížení větrem byl vytvořen nový model, který vystihoval chování rámové konstrukce. Předpokladem bylo, že navrhovaná část objektu přenáší pouze tlak větru působící na čelo konstrukce, sání větru na opačné straně je přenášeno kolmými stěnami druhé části objektu. Účinky sání větru na střechu jsou zanedbány, neboť se jedná o odlehčující účinky.

Pro zjištění účinků zatížení na sloup byly výsledné intenzity vynásobeny integrační šířkou sloupu.

Účinná délka stěny (sloupu) byla uvažována pro případ částečně pružného vetknutí na obou koncích, kdy $0,5l < l_0 < l$. Konkrétně jsem uvažoval se střední hodnotou rozmezí, tedy $l_0 = 0,75l$. Stěna i sloup byly takto vyhodnoceny jako masivní prvky.

Posouzení bylo provedeno na kombinaci ohybu a tlaku. Stěna byla posouzena pomocí nalezení rovnováhy na průřezu, pro posouzení sloupu byl vytvořen interakční diagram.

Deska D4

Deska D4 byla navržena a jako obousměrně prostě podepřená deska. Posouzena tedy byla na základní návrhové veličiny $M_x D^{+,-}$ a $M_y D^{+,-}$, kde se projeví i kroutící momenty v desce.

Desky D2, D3

Schodišťové desky jsou modelovány jako náhradní prutové konstrukce šířky 1 m.

Seznam použitých zdrojů:

- ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí. 2004
- ČSN EN 1991-1: Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. 2004
- ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí – Obecná pravidla pro pozemní stavby. 2006
- ČSN EN 206-1: Beton – specifikace, vlastnosti, výroba a shoda. 2001

PROCHÁZKA, Jaroslav. *Navrhování betonových konstrukcí: příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2*. 1. vyd. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010. Technická knižnice (ČKAIT). ISBN 978-80-87438-03-9.

NAVRÁTIL, Jaroslav. *Předpjaté betonové konstrukce: příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2*. Vyd. 2. Brno: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2008, 186 s. Technická knižnice (ČKAIT). ISBN 978-80-7204-561-7.

Seznam použitých zkratk a symbolů:

$A_{s,rqd}$	nutná plocha výztuže
A_{st}	navržená plocha výztuže
c	krycí vrstva
E	modul pružnosti
f	zatížení obecné
f_{ck}	charakteristická pevnost betonu v tlaku
f_{cd}	návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{yk}	charakteristická mez kluzu oceli
f_{yd}	návrhová mez kluzu oceli
g	zatížení stálé
$K1$	označení kombinace
M_{Ed}	ohybový moment návrhový
q	zatížení užité
V_{Ed}	posouvající síla návrhová
$ZS1$	označení zatěžovacího stavu
Φ	průměr betonářské výztuže
γ_M	součinitel spolehlivosti materiálu
ϵ	poměrné přetvoření
Θ	úhel, který svírá tlaková diagonála se směrem střednice prvku

Seznam příloh:

Příloha č. P1: Použité podklady

Příloha č. P2: Statický výpočet

Příloha č. P2.1: Účinky zatížení deska D1

Příloha č. P2.2: Výpočetní model St1

Příloha č. P3: Výkresová dokumentace:

Výkres č.: P3.1 – Výkres tvaru

P3.2 – Schéma výztuže spodní – Deska D1, Žebra Z1, Z2, Z3

P3.3 – Schéma výztuže horní – Deska D1, Žebra Z1, Z2, Z3

P3.4 – Výkres výztuže Stěna St1, Sloupy S1, S2, Překlady P1,P2

P3.5 – Výkres výztuže Deska D4, Trámy T1, T2

P3.6 – Výkres výztuže Desky D2, D3