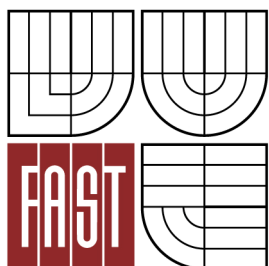




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

STROPNÍ KONSTRUKCE BYTOVÉHO DOMU CONCRETE CEILING OF APARTMENT HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

KATEŘINA VYHNALÍKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN PERLA

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

| | |
|--------------------------------|---|
| Studijní program | B3607 Stavební inženýrství |
| Typ studijního programu | Bakalářský studijní program s prezenční formou studia |
| Studijní obor | 3608R001 Pozemní stavby |
| Pracoviště | Ústav betonových a zděných konstrukcí |

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

| | |
|---|----------------------------------|
| Student | Kateřina Vyhnalíková |
| Název | Stropní konstrukce bytového domu |
| Vedoucí bakalářské práce | Ing. Jan Perla |
| Datum zadání bakalářské práce | 30. 11. 2013 |
| Datum odevzdání bakalářské práce | 30. 5. 2014 |
| V Brně dne 30. 11. 2013 | |

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

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

Podklady a literatura

Podklady:

Situace, řezy, půdorysy, IGP

Základní normy (včetně všech změn a doplňků):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991: Zatížení konstrukcí (část 1-1, 1-3 až 1-7)

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura:

podle doporučení vedoucího bakalářské práce

Zásady pro vypracování

Návrh stropní desky nad 2.NP bytového domu ve variantě plně monolitické betonové desky - při návrhu bude respektováno rozmístění vynášených zděných příček a provedeno posouzení přetvoření stropní konstrukce s ohledem na jejich celistvost.

Požadované výstupy:

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

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresová část:

- výkresy tvaru včetně řešení přerušení tepelných mostů navazujících balkónů;

- schéma vyztužení stropní konstrukce (ve stupni DPS).

P3. Statický výpočet (v zadaném rozsahu bakalářské práce).

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x).

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

Předepsané přílohy

.....

Ing. Jan Perla
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Cílem bakalářské práce je nadimenzovat a posoudit železobetonovou stropní desku v typickém podlaží obytného domu. K řešení vnitřních sil je využito výpočetního software RFEM. Součástí práce je i ruční výpočet vnitřních sil a porovnání s výsledky ze software a výkresová dokumentace navrženého řešení. Veškeré výpočty jsou provedeny v souladu s Eurokódem 2.

Klíčová slova

Monolitická stropní deska, zatížení, vnitřní síly, ohyb, kotevní délka, železobeton, beton, výztuž, mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti

Abstract

The aim of bachelor thesis is to dimension and assess concrete ceiling in a typical storey of apartment house. Software RFEM is used here to calculate internal forces. The thesis also includes manual calculation of internal forces and comparison with results of software and also includes drawings of proposed solution. All calculation are done in accordance with Eurocode 2.

Keywords

monolithic concrete plate, loads, internal forces, bending, anchorage length, reinforced concrete, concrete, reinforcement, the ultimate limit state, serviceability limit state

Bibliografická citace VŠKP

Kateřina Vyhnalíková, *Stropní konstrukce bytového domu*. Brno, 2014. 25 s., 300 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a
zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jan Perla.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 18.5.2014

.....
podpis autora
Kateřina Vyhnalíková

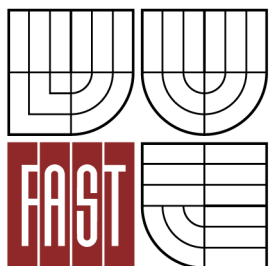
Poděkování

Chtěla bych poděkovat panu Ing. Janu Perlovi za ochotu, trpělivost, lidský přístup a za všechnen čas, který mi věnoval při vypracování této práce. Spolupráce s ním a jeho cenné rady odborníka z praxe byly pro mě velkým přínosem.



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

STROPNÍ KONSTRUKCE BYTOVÉHO DOMU

CONCRETE CEILING OF APARTMENT HOUSE

A. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

KATEŘINA VYHNALÍKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN PERLA

BRNO 2014

OBSAH

| | |
|---|----|
| 1. ÚVOD..... | 10 |
| 2. POPIS OBJEKTU | 11 |
| 2.1. Stavební řešení objektu | 11 |
| 2.2. Geologické poměry | 11 |
| 2.3. Založení objektu | 12 |
| 2.4. Vodorovné konstrukce | 12 |
| 2.5. Svislé konstrukce..... | 12 |
| 2.6. Schodiště | 12 |
| 2.7. Prováděcí postupy | 12 |
| 3. VÝPOČETNÍ METODA | 13 |
| 4. ZATÍŽENÍ..... | 13 |
| 4.1. Kombinace výsledků | 14 |
| 5. MATERIÁLY..... | 16 |
| 6. POSTUP VYZTUŽOVÁNÍ | 16 |
| 7. POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ Z RUČNÍHO VÝPOČTU A RFEM..... | 17 |
| 8. ZÁVĚR..... | 21 |
| 9. ZDROJE | 22 |
| 10. SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ | 24 |
| 11. SEZNAM PŘÍLOH | 25 |

1. ÚVOD

V bakalářské práci se zabývám návrhem stropní konstrukce nad 2NP v bytovém domě. Cílem je statický návrh desky, nadimenzování výztuže, zpracování výkresů a posouzení průhybů desky dle Eurokodu 2. Na vytvoření modelu desky je využit program RFEM 5.02 a výztuž je nadimenzována na vnitřní síly zjištěné z tohoto programu. Navržená výztuž je zakreslena do výkresů (viz příloha B3). Součástí je i výpočet hodnot potřebných pro kotvení, přesahy výztuže, stykovací délky atd. Výkres výztuže je zpracován tak, aby rozmístění výztuže bylo logické, proveditelné a odpovídalo Eurokodu. V bakalářské práci jsem se zabývala i návrhem a posouzením prvků přerušujících tepelné mosty – izonosníků. Jsou navrženy u balkonů a lodžie. Výztuž balkonů je navržena tak, aby přenesla dané zatížení a také aby navazovala na výztuž izonosníků.

Součástí bakalářské práce je ruční výpočet vnitřních sil a porovnání výsledků ručního výpočtu a výsledků z RFEM. Tento ruční výpočet je samostatnou přílohou B1 bakalářské práce.

2. POPIS OBJEKTU

2.1. STAVEBNÍ ŘEŠENÍ OBJEKTU

Jedná se o řadový bytový dům v obci Lipůvka. Je nepodsklepený, má celkem 4 nadzemní podlaží a je zastřešen šikmou střechou. Výška hřebene je 14,200 m. Půdorysné rozměry objektu jsou 20,39 x 12,40 m.

V 1NP jsou na polovině půdorysné plochy umístěny garáže a sklepní kóje pro obyvatele domu, na zbytku půdorysu je jedna bytová jednotka. Půdorysy 2NP, 3NP a 4NP jsou shodné – v každém podlaží jsou celkem 3 bytové jednotky. V každém podlaží jsou tři balkony a jedna lodžie. Jednotlivá podlaží jsou propojena schodištěm. To je monolitické, železobetonové, umístěné ve schodišťovém prostoru uprostřed objektu.

2.2. GEOLOGICKÉ POMĚRY

Povrch vlastního staveniště je prakticky rovinný s mírným úklonem k jihu a tvoří jej cca 0,2 m mocná ornice s překryvem travnatým drnem. Rostlý svrchní pokryv je tvořen středně plastickými jílovitými hlínami tř. F8. Z hlediska konzistence se jedná o lepší než tuhé až pevné hlíny, jejichž mocnost se pohybuje od 0,4 m do 1,0 m. Hlavní geologickou vrstvou ovlivňující založení objektu je neogenní jíla tř. F8 (symbol CV) s konzistencí tuhou až pevnou, místy se však vyskytují konzistence tuhé, ale také až pevné v závislosti na vlhkosti v zemině. Zemina má vysoký podíl jílovité frakce a vysokou mez tekutosti. Některá místa mají vysoký obsah vápna, jiná jsou však zcela bez vápnatých ploch a pro lze očekávat ještě plastičtější chování tohoto jílu.

Spodní voda byla provedeným průzkumem zastižena pouze pod severozápadním rohem navrhovaného objektu v hloubce okolo 3,0 m. Vzhledem k výskytu zcela nepropustných, vysoce plastických podložních jílu bude množství vody závislé na momentálních klimatických podmínkách. Voda není agresivní. Výkopy zasahují až do neogenních jílu, budou propustnější než okolní zemina, a proto se budou srážkové vody pravděpodobně zdržovat v těchto zásypech.

Jedná se o jednoduché základové poměry, které se v základové spáře sice drobně mění, ale jejich geotechnické vlastnosti se příliš neliší. Spodní voda se může vyskytovat jako srážková infiltrovaná v propustnějších obsypech, a proto lze očekávat, že bude ovlivňovat založení objektu.

2.3. ZALOŽENÍ OBJEKTU

Vzhledem k malé únosnosti půd v očekávané základové spáře bylo použito založení na uměle hutněném polštáři mocnosti 0,6 m ze zeminy charakteru hlinitopísčitých štěrků tř. G3. Vlastní objekt je navržen na základových pásech pod jednotlivými zdmi. Pásky o výšce 0,75 m jsou navrženy z betonu tř. C20/25 – XC2 a nejsou vyztuženy. Šířka pásu je odstupňována podle intenzity zatížení stěnou přízemí – od 0,6 m do 1,3 m.

Zámrazná hloubka na staveništi činí 1,6 m.

2.4. VODOROVNÉ KONSTRUKCE

Stropní konstrukce je navržena jako pět na sebe navazujících desek. Každá z desek je podporována po obvodu nosnými stěnami. Každá deska má jinou tloušťku dle statického výpočtu, desky jsou křížem vyztužené a jejich rozměry se odvíjí od zadaného půdorysu. Třída betonu pro vnitřní prostředí je C20/25 a pro venkovní – balkony – je C30/37, ocel B500A. Výztuž je navržena při dolním i horním povrchu. Veškeré pruty jsou průměru R10, kromě výztuže v balkonech – ta je průměru R8. Součástí je i návrh a posouzení prvků přerušujících tepelné mosty – izonosníků. Výztuž balkonů je navržena tak, aby odpovídala a navazovala na výztuž těchto izonosníků.

Vliv smykových sil přenesé beton, viz statický výpočet.

2.5. SVISLÉ KONSTRUKCE

Svislé konstrukce jsou zděné, zhotovené z keramických tvárnic Porotherm. Obvodové zdi jsou zhotoveny z tvárnic Porotherm 45 P+D, vnitřní nosné stěny z tvárnic Porotherm 25 P+D nebo 30 P+D a příčky z tvárnic Porotherm 115 P+D. Nad navrženými otvory jsou osazeny překlady Porotherm 7.

2.6. SCHODIŠTĚ

Schodiště je železobetonové, monolitické. Návrh schodiště není předmětem této bakalářské práce. Pro uložení schodiště budou do okolních konstrukcí zabudovány nosné akuboxy a ve výkresu je pro ně zakreslené místo pro uložení.

2.7. PROVÁDĚCÍ POSTUPY

Bednění musí být dostatečně tuhé a musí zajistit konstrukci předepsaný tvar tak, aby vyhovoval požadavkům na maximální povolené odchylky i po provedení betonáže.

Výtuž musí být kladena dle výkresu výztuže (příloha B3). Je třeba zajistit tloušťku krycí vrstvy pomocí distančních podložek. Je nutné provést kontrolu uložené výztuže.

Betonáž musí probíhat tak, aby nedošlo k rozmišení jednotlivých složek betonové směsi a kvalita betonu byla stejná ve všech částech konstrukce. Čerstvý beton je nutné ošetřovat, především zajistit dostatečnou vlhkost na povrchu kropením po dobu 2-3 dny. Betonáž nesmí být prováděna za teplot nižších než 5 °C.

Odbednění je možné provádět po nabytí alespoň 75% pevnosti po 28 dnech, po dobu dalších 20 dní musí být deska podepřena v rozteči 3x3 m.

3. VÝPOČETNÍ METODA

Pro vytvoření modelu desky jsem použila studentskou verzi výpočetního programu RFEM 5.02. Tento software je založen na metodě konečných prvků. Vytvořila jsem desku jako 2D prvek.

4. ZATÍŽENÍ

Konstrukce je zatížena stálým zatížením a užitným zatížením dle ČSN EN 1991-1 – Zatížení konstrukcí.

Do stálého zatížení je zahrnuta vlastní tíha desky, podlahy (v objektu jsou dvě různé skladby podlah – S1 a S2), omítka a příčky.

Podlahy a omítka jsou v RFEM zadány jako plošné zatížení, příčky jako volné liniové zatížení přesně v místě, kde je příčka v projektu navrhována. Příčky jsou zahrnuty do stálého zatížení. Jedná se o bytový dům, příčky většinou tvoří stěny sociálního zařízení a nepředpokládám jejich přemístování, jako by tomu bylo například u kancelářských budov a volně přemístitelných příček.

Příčky v ručním výpočtu jsou rozpočítány na určitou plochu a uvažovány potom jako plošné zatížení kvůli zjednodušení výpočtu.

Užitné zatížení pro stropní konstrukci je uvažováno $q_k = 2,0$ [kN/m²], kat.A – plochy obytných budov dle platného Eurokódu.

Zvláště se věnuji zatížení balkonů. Do stálého zatížení balkonů krom vlastní tíhy desky a podlah je zahrnuto i zábradlí. Pro užitné zatížení balkonů jsem uvažovala dvě varianty zatížení – plošné zatížení na celé ploše balkonu $q_k = 3,0$ [kN/m²]. Jako druhou variantu jsem uvažovala plošné zatížení $q_k = 3,0$ [kN/m²] pouze na okraji balkonu a svislou a vodorovnou sílu na hraně balkonu. Svislá síla Q_k je velikosti 2 kN a vodorovná síla 0,5 kN. Tato druhá varianta má simulovat zatížení v případě, že na okraji balkonu stojí

lidé a opírají se o hranu zábradlí. Do výpočtu jsem potom uvažovala druhou variantu, při které vznikal větší ohybový moment a tu jsem také použila pro simulaci v RFEM.

4.1.KOMBINACE VÝSLEDKŮ

Nakombinování účinků jednotlivých zatěžovacích stavů je provedeno pomocí kombinace výsledků. Tyto kombinace jsou vytvořeny ručně a to podle rovnice 6.10.a a 6.10.b. Rozhodující byly kombinace 6.10a, které vycházely méně příznivě.

Kombinace jsou vytvořeny tak, aby se nakombinovaly různé varianty užitého zatížení, aby vznikaly šachy v jednom i druhém směru.

Další jsou kombinace v charakteristických hodnotách pro porovnání výsledků s ručním výpočtem a časté a kvazistálé kombinace v časech $T = 28$ dní – odbědnění, $T = 100$ dní – postavení a omítnutí přiček a $T = 50$ let – životnost konstrukce. Do těchto kombinací jsou zahrnuta zatížení těmi konstrukcemi, které jsou v daném čase již vybudovány.

Rovnice 6.10a

$$\Sigma \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Rovnice 6.10b

$$\Sigma \xi \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Rovnice 6.14b – Charakteristická

$$\Sigma G_{k,j} + Q_{k,1} + \Sigma \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Rovnice 6.15b – Častá

$$\Sigma G_{k,j} + \Psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Rovnice 6.16b – Kvazistálá

$$\Sigma G_{k,j} + \Sigma \gamma_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Dílčí součinitele spolehlivosti dle ČSN EN 1991:

Stálé účinky (příznivé)

$$\gamma_{G,j}=1,35$$

Nahodilé účinky

$$\gamma_{q,1}=1,5$$

Kombinační součinitele pro kategorii A – obytné plochy

$$\Psi_1=0,7$$

$$\Psi_0=0,5$$

$$\Psi_2=0,3$$

POZN.: Program RFEM verze 5.02 se v kombinování výsledků chová jinak, než verze 4.0. Verze 4.0 nakombinuje zatížení nebo výsledky tak, jak si je do příslušné kombinace zadá uživatel bez dalšího zásahu. Verze 5.02 sice do výpočtu zahrne všechny zatěžovací stavy dané kombinace, ale pro moment v každé místě uvažuje pouze ty, které mají nepříznivý vliv. Pokud tedy například balkon odlehčuje konstrukci (snižuje velikost momentu v poli), program RFEM verze 5.02 jeho účinek do kombinace už nezahrne a nepočítá s ním. Nakombinuje pouze pro dané místo nepříznivé účinky zatěžovacích stavů.

5. MATERIÁLY

Beton 20/25

Charakteristická pevnost v tlaku (válcová)

$$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost betonu v tlaku

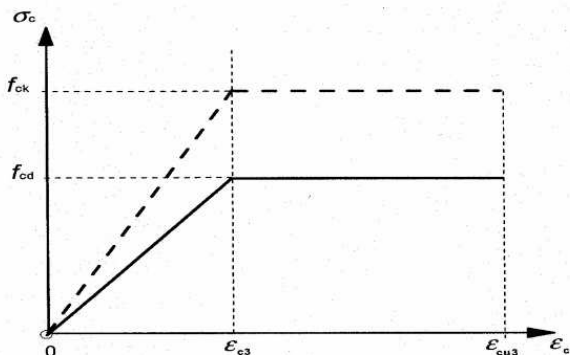
$$f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$$

Střední hodnota pevnosti betonu v tahu za ohybu

$$f_{ctm} = 2,2 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti betonu

$$E_{cm} = 30 \text{ MPa}$$



Pracovní diagram betonu v tlaku pro dimenzování – bilineární [10] – str. 125

Ocel B500A

Charakteristická hodnota meze kluzu oceli

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

Návrhová hodnota meze kluzu oceli

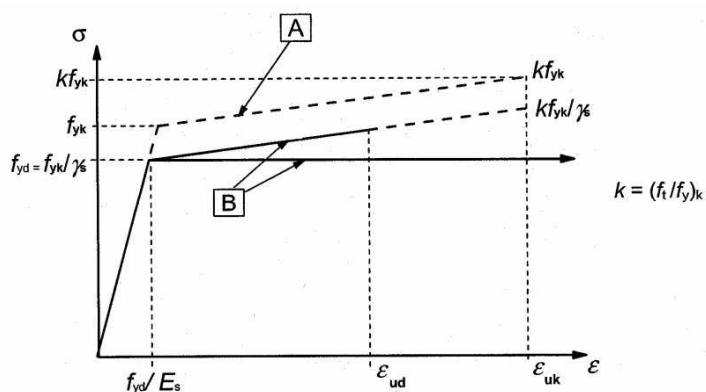
$$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti oceli

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

Poměrné přetvoření výztuže

$$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 434,78 / 200\,000 = 0,00217$$



Pracovní diagram betonářské oceli v tahu i tlaku pro dimenzování: A – idealizovaný, B – návrhový [3] – str. 125

6. POSTUP VYZTUŽOVÁNÍ

Konstrukce je nadimenzována na tzv. dimenzační momenty.

Výztuž u dolního povrchu je navržena jako síť, která odpovídá minimálnímu vyztužení. V místech, kde by tato síť nepřenesla daný moment, je navržena přídatná výztuž, která se vloží do mezer základní sítě.

Horní výztuž u desek D1 a D3 je navržena pro každý moment v rohu zvlášť a je zakotvena podle pravidel pro rozdělení materiálu. Uprostřed desky je umístěna kari síť.

Horní výztuž u desek D2, D4 a D5 je navržena jako jednotná síť, stejně jako u dolního povrchu. Po řádném zakotvení výztuže sahaly pruty téměř do poloviny desky a proto nebylo řešení zvolené u D1 a D3 vhodné.

7. POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ Z RUČNÍHO VÝPOČTU A RFEM

Součástí mé bakalářské práce byl ruční výpočet vnitřních sil pomocí zjednodušených metod. Používala jsem dvě metody výpočtu – první varianta byla, že nosník tvořily dvě desky, které byly oboustranně pnuté nebo jedna deska byla oboustranně pnutá a druhá jednostranně. Potom jsem každé pole zvlášť vypočetla jako nosník na jedné straně prostě podepřený a na druhé straně v místě střední podpory vetknutý. V místě podpory jsem potom použila vyrovnaní momentů v poměru tuhostí jednotlivých desek a přerozdělila jsem i momenty v poli. Tento výpočet jsem použila pro Nosník 1, Nosník 4, Nosník 5, Nosník 6.

Druhá varianta byla, že obě desky na daném nosníku jsem uvažovala jako jednostranně pnuté – potom jsem nemusela počítat rozdělovací součinitele a veškeré zatížení bylo přenášeno v jednom směru. Tuto variantu jsem řešila pomocí třímomentové rovnice jako spojitý nosník. Takto jsem počítala Nosník 2 a Nosník 3.

Počítala jsem zvlášť průběhy vnitřních sil pro stálé zatížení a zvlášť pro užité a to v charakteristických hodnotách. V RFEM jsem si vytvořila odpovídající kombinace pro porovnání s ručním výpočtem.

Výsledky z RFEM a ručního výpočtu se výrazně lišily, zejména momenty v poli (např. 15,52/5,43). V ručním výpočtu mi vycházely momenty mnohem větší než v RFEM. U momentů nad podporou potom můžeme najít větší shodu, zejména momenty od užitého zatížení vycházely podobně (3,21/2,87; 5,05/5,00; 3,48/3,89; ...).

Jako hlavní důvod toho, že výsledky vycházely takto odlišně, je tvar půdorysu, který se příliš nehodí pro porovnání ručního výpočtu a výpočtu z programu. Desku D4 a D2, které jsou výrazně obdélníkové, jsem v ručním výpočtu uvažovala jako jednostranně pnuté. Ve skutečnosti se chovají téměř jako oboustranně pnuté. Moment přenášený v kratším směru je sice větší, ale moment ve směru kolmém je nezanedbatelný – např. u D4 je moment přenášený v hlavním směru 34,243 kNm a v kolmém směru 17,782 kNm. Téměř třetina celkového zatížení je tedy přenášena i do delšího rozměru. V ručním výpočtu jsem uvažovala 100 % zatížení do směru kratšího. Tím si i zdůvodňuji, že momenty v poli v ručním výpočtu vychází výrazně větší než v RFEM.

Momenty nad podporou, které vycházely podobně, jsou zejména momenty na nosnících 5 a 6 – toto jsem i předpokládala, protože i v ručním výpočtu jsem od začátku desky uvažovala jako oboustranně pnuté.

Závěr: Momenty získané ručním výpočtem a výpočtem z RFEM se výrazně liší. Hlavním důvodem je celkový tvar půdorysu a rozdílné přerozdělení vnitřních sil v obou modelech. Tuto část práce jsem dělala jako první v pořadí. Přínosem pro mě bylo to, že

jsem si lépe osvojila chování spojitého nosníku. Součástí ručního výpočtu jsou i kombinace výsledků – užité plné, pravý a levý šach, varianty, kdy jsem uvažovala zatížení z balkonů a kdy ne. Lépe jsem si osvojila význam jednotlivých kombinací, vliv zatížení od balkonů na desku. Toto se mi potom hodilo při tvoření kombinací pro hledání maximálního momentu v každém místě.

Momenty v poli, stálé zatížení, charakteristická hodnota [kNm]

| | POLE 1 | | POLE 2 | |
|----------|--------|-------|--------|------|
| | RUČNÍ | RFEM | RUČNÍ | RFEM |
| NOSNÍK 1 | 25,78 | 15,61 | 0,28 | 2,19 |
| NOSNÍK 2 | 20,13 | 19,80 | 5,58 | 1,43 |
| NOSNÍK 3 | 15,52 | 5,43 | 13,35 | 8,60 |
| NOSNÍK 4 | 9,33 | 8,24 | 9,94 | 4,12 |
| NOSNÍK 5 | 12,29 | 10,47 | 0,5 | 2,03 |
| NOSNÍK 6 | 9,06 | 6,58 | 0,89 | 1,95 |

Momenty v poli, užité zatížení, charakteristická hodnota [kNm]

| | POLE 1 | | POLE 2 | |
|----------|--------|------|--------|------|
| | RUČNÍ | RFEM | RUČNÍ | RFEM |
| NOSNÍK 1 | 5,57 | 3,20 | -1,02 | 1,18 |
| NOSNÍK 2 | 4,43 | 4,03 | 2,15 | 0,94 |
| NOSNÍK 3 | 2,90 | 1,26 | 3,37 | 2,57 |
| NOSNÍK 4 | 2,42 | 2,11 | 2,45 | 1,47 |
| NOSNÍK 5 | 2,91 | 3,16 | -0,92 | 1,26 |
| NOSNÍK 6 | 9,06 | 6,58 | 0,89 | 1,95 |

Momenty nad podporou, stálé zatížení, charakteristická hodnota [kNm]

| | PODPORA | |
|----------|---------|--------|
| | RUČNÍ | RFEM |
| NOSNÍK 1 | -9,84 | -10,93 |
| NOSNÍK 2 | -23,00 | -34,20 |
| NOSNÍK 3 | -30,95 | -22,77 |
| NOSNÍK 4 | -20,17 | -18,04 |
| NOSNÍK 5 | -10,30 | -10,73 |
| NOSNÍK 6 | -8,79 | -7,98 |

Momenty nad podporou, užité zatížení, charakteristická hodnota [kNm]

| | PODPORA | |
|----------|---------|-------|
| | RUČNÍ | RFEM |
| NOSNÍK 1 | -3,21 | -2,87 |
| NOSNÍK 2 | -5,90 | -7,30 |
| NOSNÍK 3 | -3,73 | -5,42 |
| NOSNÍK 4 | -5,05 | -5,00 |
| NOSNÍK 5 | -3,45 | -3,89 |
| NOSNÍK 6 | -3,45 | -3,09 |

8. ZÁVĚR

V bakalářské práci jsem navrhla stropní desku nad 2NP bytového domu. Nadimenzovala jsem výztuž, zpracovala výkresy a posoudila průhyb desky.

Výztuž jsem navrhla na dimenzační momenty z modelu ze software.

Konstrukce je navržena tak, aby odolala vlivům zatížení po celou životnost konstrukce.

Součástí byl i ruční výpočet a porovnání s výsledky z RFEM. Vnitřní síly z ručního výpočtu se od těch zjištěných z RFEM výrazně lišily. Důvodem je tvar půdorysu, který se příliš nehodí pro porovnávání. Vnitřní síly se přerozdělí jinak, než bylo předpokládáno v ručním výpočtu.

9. ZDROJE

Literatura

- [1] BAŽANT, Zdeněk, Betonové konstrukce I - Betonové konstrukce plošné - část 1. Brno: VUT v Brně, 2005, 56s.
- [2] BAŽANT, Zdeněk, Betonové konstrukce I - Betonové konstrukce plošné - část 2. Brno: VUT v Brně, 2004, 73s.
- [3] ZICH, Miloš a kol, Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů. Vyd. 1. Praha: Verlag Dashöfer, 2010, 145s.
ISBN 978-80-86867-38-7.
- [4] BAREŠ, Richard, Tabulky pro výpočet desek a stěn. Vydání 1. Brno: SNTL, 1964, 540s.
- [5] BENDA, Jiří, Stavební mechanika II pro obor S. Vydání 1. Brno: SNTL, 1977, 130s.

Normové předpisy

- [6] 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.
- [7] ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb. Praha: Český normalizační institut, 2010.
- [8] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. Český normalizační institut, březen 2004.
- [9] ČSN EN 1991-1-1. (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Český normalizační institut, duben 2004, oprava 02.10, změna Z1 02.10, změna Z2 03.10.

Webová sídla

- [10] Schöck, Technické informace Schöck Isokorb [online]. [cit. 2014-05-20]. Dostupné na World Wide Web:
<<http://www.schoeck-wittek.cz/cs/download--cz/isokorb--12>>
- [11] ŠVAŘÍČKOVÁ, Ivana, Pomůcky ke cvičení [online]. [cit. 2014-05-20]. Dostupné na World Wide Web:
<http://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/default_soubory/pomucky.htm>.
- [11] Wienerberger [online]. 2014 [cit. 2014-05-20]. Dostupné z World Wide Web:
<<http://www.wienerberger.cz/>>.

Software

Archicad 15 – studentská verze
Dlubal RFEM 5.02 – studentská verze
Microsoft Office Word 2007

10. SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ
- gk - charakteristická hodnota stálého zatížení
 - qk - charakteristická hodnota užitného zatížení
 - gd - návrhová hodnota stálého zatížení
 - qd - návrhová hodnota užitného zatížení
 - hs - tloušťka desky
 - l - osově rozpětí
 - ln - světlé rozpětí
 - Ved - posouvající síla
 - fyk - charakteristická hodnota meze kluzu
 - fyd - návrhová hodnota meze kluzu
 - fck - charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku
 - fcd - návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku
 - fctm - střední hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu
 - ecu - mezní poměrné přetvoření betonu v tlaku
 - es - poměrné přetvoření betonářské výztuže
 - E - modul pružnosti daného materiálu
 - k - ohybová tuhost prvku
 - c_{nom} - krytí výztuže vrstvou betonu
 - A_{st} - plocha navržené betonářské výztuže
 - $A_{st,min}$ - minimální možná plocha betonářské výztuže
 - $A_{st,max}$ - maximální možná plocha betonářské výztuže
 - $A_{st,req}$ - nutná plocha betonářské výztuže
 - b - šířka průřezu
 - d - účinná výška průřezu
 - x - poloha neutrální osy
 - xlim - limitní poloha neutrální osy
 - z - rameno vnitřních sil
 - Mrd - moment na mezi únosnosti
 - vEd - maximální smykové napětí
 - vRd,c - smyková únosnost prvku bez smykové výztuže
 - ρ - stupeň vyztužení
 - γ_c - dílčí součinitel betonu dle EN 1992-1-1
 - γ_s - dílčí součinitel betonářské výztuže dle EN 1992-1-1

11. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha B1 – Ruční výpočet

Příloha B2 – Statický výpočet

Příloha B3 – Výkresová dokumentace

Příloha B4 – Výstupy z programu Dlubal RFEM 5.01

Příloha C1 – Použité podklady