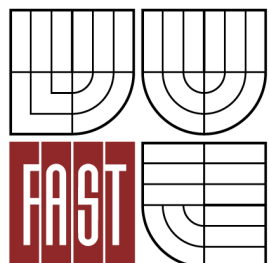




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

BETONOVÁ KONSTRUKCE KRYTÉHO PARKOVIŠTĚ PRO BYTOVÉ DOMY

CONCRETE STRUCTURE COVERED PARKING FOR APARTMENT BUILDINGS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

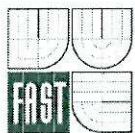
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. KATEŘINA VYHNALÍKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN PERLA

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	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Kateřina Vyhnalíková
Název	Betonová konstrukce krytého parkoviště pro bytové domy
Vedoucí diplomové práce	Ing. Jan Perla
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

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, 1-5 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 diplomové práce

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

Návrh a výpočet betonové nosné konstrukce dvoupodlažních předsazených garáží u bytového domu včetně zohlednění účinků objemových změn od smrštění a změn klimatických teplot.

Požadované výstupy:

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

Výkresová část:

- výkresy tvaru;

- výkresy výztuže vybrané stropní desky a některých svislých konstrukcí.

Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce).

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. Jan Perla
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Cílem diplomové práce je návrh a posouzení vybraných nosných prvků jednoho podlaží betonové konstrukce krytého parkoviště pro bytové domy. 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, stěny, protlačení, sloupy, interakční diagram

Abstract

The aim of diploma thesis is a design and an assessment of selected structural elements of one floor in monolithic concrete structures serving as covered parking for an apartment house. Software RFEM is used here to calculate internal forces. The thesis also includes manual calculation of internal forces and comparison with software results. It 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, walls, punching, columns, interaction diagram

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Kateřina Vyhnalíková, *Betonová konstrukce krytého parkoviště pro bytové domy*.
Brno, 2016. 23 s., 593 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta
stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jan Perla.

Prohlášení:

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

V Brně dne 7.1.2016

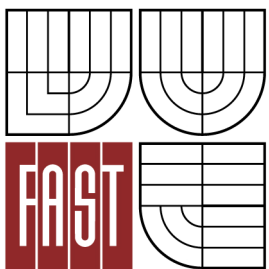
.....
podpis autora
Bc. Kateřina Vyhnalíková

Poděkování

Chtěla bych poděkovat panu Ing. Janu Perlovi za ochotu, trpělivost, cenné rady odborníka z praxe a čas, který mi věnoval při vypracování této práce.



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

BETONOVÁ KONSTRUKCE KRYTÉHO PARKOVIŠTĚ PRO BYTOVÉ DOMY

CONCRETE STRUCTURE COVERED PARKING FOR APARTMENT BUILDINGS

A. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. KATEŘINA VYHNALÍKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN PERLA

BRNO 2016

OBSAH

1. ÚVOD.....	10
2. POPIS OBJEKTU	11
2.1. STAVEBNÍ ŘEŠENÍ OBJEKTU	11
2.2. GEOLOGICKÉ POMĚRY.....	11
2.3. ZALOŽENÍ OBJEKTU.....	11
2.4. VODOROVNÉ KONSTRUKCE.....	12
2.5. NOSNÉ STĚNY	12
2.6. SLOUPY	12
2.7. PROVÁDĚCÍ POSTUPY	13
3. VÝPOČETNÍ METODA	13
4. ZATÍŽENÍ.....	13
4.1. STÁLÉ ZATÍŽENÍ	13
4.2. UŽITNÉ ZATÍŽENÍ	13
4.3. ZATÍŽENÍ SNĚHEM	14
4.4. ZATÍŽENÍ VĚTREM	14
4.5. ZATÍŽENÍ TEPLOTOU	14
4.6. ZATÍŽENÍ SMRŠTĚNÍM	14
4.7. KOMBINACE VÝSLEDKŮ	15
5. MATERIÁLY.....	17
6. POSTUP VYZTUŽOVÁNÍ	18
7. POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ Z RUČNÍHO VÝPOČTU A RFEM.....	18
8. ZÁVĚR.....	19
9. ZDROJE	20
10. SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ	22
11. SEZNAM PŘÍLOH	23

1. ÚVOD

V diplomové práci se zabývám návrhem jednoho podlaží krytého parkovacího domu pro sousedící bytové domy. Cílem je statický návrh desky s hlavicemi a některých svislých konstrukcí v daném podlaží, nadimenzování výztuže, posouzení mezního stavu únosnosti, použitelnosti, případně mimořádného zatížení a zpracování výkresů řešené části.

Na vytvoření modelu desky je využit program RFEM 5.05. Výztuž je nadimenzována na vnitřní síly zjištěné z tohoto programu. K vyztužování je použita nástavba programu RFEM Concrete Surfaces a u každého prvku je součástí i ruční ověření výztuže navržené programem.

Navržená výztuž je zakreslena do výkresů (viz příloha B2). Součástí je i výpočet hodnot potřebných pro kotvení, přesahy výztuže, stykové délky atd. Výkres výztuže je zpracován tak, aby rozmístění výztuže bylo logické, proveditelné a odpovídalo Eurokódu.

Součástí diplomové práce je ruční výpočet vnitřních sil pomocí metody náhradních rámců a porovnání výsledků ručního výpočtu a výsledků z RFEM.

2. POPIS OBJEKTU

2.1. STAVEBNÍ ŘEŠENÍ OBJEKTU

Jedná se o krytý parkovací dům pro sousedící bytové jednotky. Objekt je dvoupodlažní, z jedné části zcela zasypaný okolní zeminou a ze druhé zcela otevřený. Konstruktivní systém objektu je obousměrný. Svislými nosnými prvky jsou sloupy a obvodové železobetonové stěny. Největší půdorysné rozměry 1PP jsou 89,80 x 30,30 m a 1NP 55,40 x 30,30 m. Konstruktivní výška 1PP je 2,55 m a 1NP 2,96 m.

V prostoru 1PP je celkem 103 parkovacích míst, sklepy, rozvodovna NN, výměníková stanice a kočárkárna. V 1NP je prostor pro 68 osobních aut, sklepy a místnost pro ústřednu EPS.

2.2. GEOLOGICKÉ POMĚRY

Pro posouzení základových poměrů byl proveden inženýrsko-geologický průzkum a byly odebrány vzorky zeminy z vrtů. Na základě tohoto průzkumu bylo budoucí staveniště označeno jako podmíněně vhodné. Základové poměry jsou označeny jako složité, povrch je svažité, mocnost a charakter zeminy se v rozsahu staveniště mění. Hladina podzemní vody nebyla sondážními pracemi zastižena.

2.3. ZALOŽENÍ OBJEKTU

Založení objektu je zvoleno na plošných základech – patkách pod sloupy a pasech pod stěnami. Vzhledem k doporučení geologického průzkumu je základová spára situována 1,5 m pod upravený terén.

Základy budou zhotoveny z betonu C30/37 a vyztuženy ocelí B500B betonované na podkladní beton tl. 100 mm.

Základová půda pod objektem je nestejnorodá a terén svažité. Rozměry patek jsou navrženy vždy podle únosnosti zeminy v daném místě založení a také v závislosti na tom, zda se nachází pod jednopodlažní či dvoupodlažní částí objektu.

Pro stanovení sedání objektu byl vytvořen model podloží v programu RF SOILIN. Rozměry základů jsou navrženy tak, aby sedání jednotlivých částí objektů bylo rovnoměrné. Patky pod částí, která má dvě podlaží, jsou navrženy jako čtvercové rozměru 2,5 x 2,5 m. Patky pod částí, která má jedno podlaží, jsou navrženy jako čtvercové rozměru 2,0 x 2,0. Pasy pod stěnami mají šířku 0,8 m. Hloubka založení všech základových konstrukcí je stejná a to 1,5 m pod upravený terén.

2.4. VODOROVNÉ KONSTRUKCE

Konstrukce stropu je provedena jako křížem vyztužená deska s hlavicemi, která je podporována sloupy a po obvodu nosnými železobetonovými stěnami.

Tloušťka desky je 250 mm v oblasti polí a v oblasti nad sloupy je zesílena hlavicemi na celkovou tloušťku 430 mm.

Deska je spádovaná ve sklonu 2 %.

Třída betonu je C25/30 a ocel B500B.

Výztuž u dolního povrchu je volena průměru R10 v celém povrchu konstrukce. Výztuž u horního povrchu je v místě polí průměru R10 a v oblasti záporných momentů nad hlavice průměru R16. Výztuž je vázána v pravoúhlém systému dle výkresu výztuže.

Vliv smykových sil dle statického výpočtu přenesl beton. Nebylo nutné navrhovat výztuž na protlačení. V oblasti hlavic konstrukce na namáhání protlačením vyhoví.

Distanční podložky budou dodány dle zvyklosti dodavatele.

Deska je posouzena na MSÚ, MSP – šířku trhlin a průhyb, a na požární zatížení zjednodušenou tabulkovou metodou.

2.5. NOSNÉ STĚNY

Nosné stěny jsou navrženy jako železobetonové, monolitické, tloušťky 250 mm.

Třída betonu pro stěny je C25/30 a třída oceli B500B.

Svislá výztuž je volena průměru R10 ve všech stěnách. Vodorovná výztuž je navržena průměru R12 ve stěnách, které jsou pod terénem a R10 ve stěnách, které jsou již nad terénem.

Stěny jsou posouzeny na MSÚ, MSP – šířku trhlin a na požární zatížení zjednodušenou tabulkovou metodou.

2.6. SLOUPY

Sloupy jsou navrženy jako čtvercové o průřezu 300 x 300 mm.

Třída betonu pro sloupy je C25/30 a třída oceli B500B.

Sloupy jsou rozděleny do jednotlivých skupin podle namáhání. Navržená výztuž je buď průměru R16, anebo průměru R12.

Je provedeno posouzení na MSÚ, na mimořádné zatížení- náraz vozidla a také na požární zatížení zjednodušenou tabulkovou metodou.

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.

Výztuž musí být kladena dle výkresu výztuže. 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 7-10 dnů. 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 3 x 3 m.

3. VÝPOČETNÍ METODA

Pro vytvoření modelu budovy byla použita studentská verze výpočetního programu RFEM 5.05. Tento software je založen na metodě konečných prvků.

Objekt byl vytvořen pomocí prostorového modelování prutů a desek. Pro modelování podloží byl použit přídatný modul RF SOILIN.

4. ZATÍŽENÍ

4.1. STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Stálé zatížení zahrnuje vlastní tíhu konstrukce, všechny vrstvy podlahy, střešní vrstvy, spádové vrstvy a příčky.

4.2. UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

Užitné zatížení garáží a dopravních ploch pro vozidla, jejichž celková tíha je menší než 30 kN, spadá dle ČSN EN 1991-1-1 do kategorie F. V kategorii F uvažujeme zatížení hodnotou v rozmezí 1,5 - 2,5 kN/m².

Střecha nad garážemi je řešena jako zelená, přístupná pro obyvatele domu. Nachází se na ní například hřiště. Podle normy spadá do kategorie I: přístupná střecha, která se má dále zařadit podle způsobu užívání do kategorie A až G. Nejlépe je možné střechu zařadit do kategorie C, zařazení je ale nepřesné, v normě nejsou tyto případy nijak lépe řešeny. Proto je zvoleno užitné zatížení na střechu v mezích 2 – 3 kN/m².

4.3. ZATÍŽENÍ SNĚHEM

Podle normy ČSN EN 191 1-3 je pro oblasti II charakteristická hodnota zatížení sněhem $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$.

4.4. ZATÍŽENÍ VĚTREM

Dle normy EN 1991-1-1-4, NA 2.4. je uvažována základní rychlost větru 25 m/s .

Zatížení větrem tvoří celkem 4 zatěžovací stavy – vítr pravý, levý, přední a zadní. Do výpočtu je zahrnut i vnitřní tlak větru

4.5. ZATÍŽENÍ ZEMNÍM TLAKEM

Pro zatížení je uvažován zemní tlak v klidu. Nepředpokládá se deformace konstrukce a ani zatlačení konstrukce do zeminy. Zatížení je zadáno jako trojúhelníkové zatížení s lineárním průběhem v závislosti na výšce dané zeminy v daném místě.

4.6. ZATÍŽENÍ TEPLOTOU

Zatížení teplotou je stanoveno dle ČSN EN 1991-1-5: Zatížení teplotou. Zatížení se skládá ze tří složek: rovnoměrná složka teploty dána rozdílem mezi průměrnou teplotou T a výchozí teplotou T_0 , lineární proměnnou složkou teploty ΔT_M , která je dána rozdílem teplot vnějšího a vnitřního povrchu průřezu a rozdílem teplot jednotlivých částí konstrukcí.

Teploty T_{out} jsou stanoveny z národních map izoterm a jsou $T_{\text{léto}} = 40 \text{ °C}$ a $T_{\text{zima}} = -28,1 \text{ °C}$.

4.7. ZATÍŽENÍ SMRŠTĚNÍM

Byly spočteny jednotlivé hodnoty smrštění pro každý prvek zvlášť v čase životnosti konstrukce.

4.8. KOMBINACE VÝSLEDKŮ

Nakombinování účinků jednotlivých zatěžovacích stavů je provedeno pomocí kombinace výsledků. Tyto kombinace jsou vytvořeny ručně a to podle rovnice 6.10a a 6.10b.

Další jsou kombinace v charakteristických hodnotách pro porovnání výsledků s ručním výpočtem a časté a kvazistálé kombinace pro posouzení mezního stavu použitelnosti.

Rovnice 6.10a

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

Rovnice 6.10b

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

Rovnice 6.14b – Charakteristická

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

Rovnice 6.15b – Častá

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

Rovnice 6.16b – Kvazistálá

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

Dílčí součinitele spolehlivosti dle ČSN EN 1991:

Stálé účinky (příznivé) $\gamma_{G,j} = 1,35$

Nahodilé účinky $\gamma_{Q,1} = 1,5$

Součinitele pro užité zatížení:

Kombinační součinitele pro kategorii F – dopravní plochy, tíha vozidla ≤ 30 kN:

$$\Psi_0 = 0,7$$

$$\Psi_1 = 0,7$$

$$\Psi_2 = 0,6$$

Kombinační součinitele pro kategorii C – shromažďovací plochy :

$$\Psi_0 = 0,7$$

$$\Psi_1 = 0,7$$

$$\Psi_2 = 0,6$$

Součinitele pro zatížení větrem

$$\Psi_0 = 0,6$$

$$\Psi_1 = 0,2$$

$$\Psi_2 = 0,0$$

Součinitele pro zatížení sněhem

$$\Psi_0 = 0,5$$

$$\Psi_1 = 0,2$$

$$\Psi_2 = 0,0$$

Součinitele pro zatížení teplotou

$$\Psi_0 = 0,6$$

$$\Psi_1 = 0,5$$

$$\Psi_2 = 0,0$$

5. MATERIÁLY

Beton 25/30

Charakteristická pevnost v tlaku (válnová)

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost betonu v tlaku

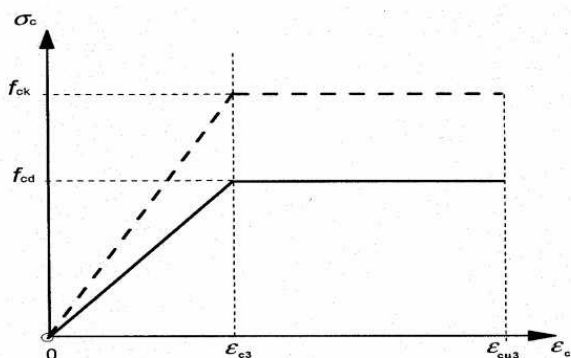
$$f_{cd} = 16,67 \text{ MPa}$$

Střední hodnota pevnosti betonu v tahu za ohybu

$$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti betonu

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



Pracovní diagram betonu v tlaku pro dimenzování – bilineární [1] – str. 125

Ocel B500B

Charakteristická hodnota meze kluzu oceli

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

Návrhová hodnota meze kluzu oceli

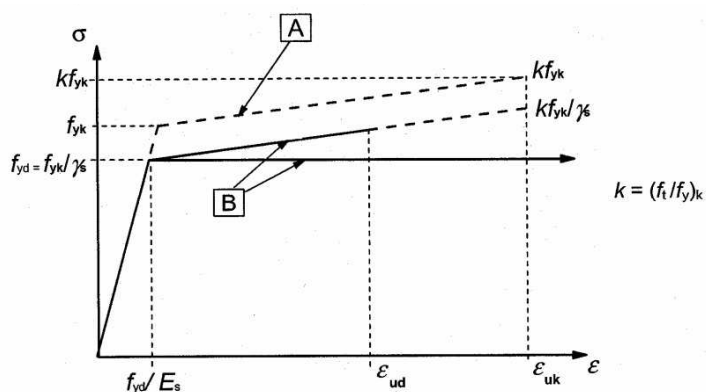
$$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$$

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 [1] – str. 125

6. POSTUP VYZTUŽOVÁNÍ

Konstrukce je nadimenzována na tzv. dimenzační momenty.

Pro návrh výztuže byl použit přídavný modul RFEM Concrete Surfaces.

Navržená výztuž v deskách byla ověřena podle normy ČSN EN 1992-2, příloha LL a ve stěnách pomocí interakčního diagramu.

Výztuž do sloupů byla navržena pomocí interakčních diagramů v programu Beton FIN 2D a 3D.

Výztuž je navržena tak, aby splnila požadavky na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti dle ČSN EN 1992-1-1.

7. POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ Z RUČNÍHO VÝPOČTU A RFEM

Ruční výpočet vnitřních sil na konstrukci byl proveden pomocí metody náhradních ráků.

Při porovnání hodnot záporných momentů nad podporou je ve všech případech rozdíl mezi oběma metodami maximálně do 20 %. Většinou je rozdíl od – 10 do – 20 %. To znamená, že výsledky získané pomocí metody náhradních ráků jsou ve většině případů o 10 - 20 % menší než hodnoty získané z modelu.

Hodnoty kladných momentů uprostřed pole se ale liší velice výrazně. V některých případech i o 100 %.

Momenty získané metodou náhradních ráků jsou vždy menší než hodnoty získané z modelu.

Závěr tedy je, že momenty získané metodou náhradních ráků jsou menší než hodnoty momentů získané pomocí softwaru RFEM, který pracuje na principu metody konečných prvků. Při dimenzování podle vnitřních sil z ručního výpočtu by byla konstrukce poddimenzovaná. Výpočet pomocí metody konečných prvků vede na přesnější výsledky a návrh konstrukce na stranu bezpečnou.

Podrobný výpočet je samostatnou přílohou diplomové práce.

8. ZÁVĚR

V diplomové práci jsem navrhla stropní desku jednoho podlaží parkovacího domu, stěny a sloupy tohoto jednoho podlaží. Nadimenzovala jsem výztuž a zpracovala výkresy tohoto podlaží. Jednotlivé prvky jsem posoudila na mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti a zatížení požárem.

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.

9. ZDROJE

Literatura

- [1] ZICH, Miloš a kol, Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů. Vyd. 1. Praha: Verlag Dashöfer, 2010, 145s.
ISBN 978-80-86867-38-7.
- [2] ZOUFAL, Roman a kol, Hodnoty požární odolnosti stavebních konstrukcí podle Eurokódu. Vyd. 1. Praha: PAVUS, a.s., 2009, 128s.
ISBN 978-80-904481-0-0.

Normové předpisy

- [3] 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.
- [4] ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb. Praha: Český normalizační institut, 2010.
- [5] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. Český normalizační institut, březen 2004.
- [6] 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.
- [7] ČSN EN 1991-1-3. (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem. Český normalizační institut, červen 2013.
- [8] ČSN EN 1991-1-4. (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem. Český normalizační institut, duben 2007.
- [9] ČSN EN 1991-1-5. (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou. Český normalizační institut, září 2004.
- [10] ČSN EN 1991-1-7. (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, Část 1-5: Obecná zatížení – Mimořádná zatížení. Český normalizační institut, září 2004.

- [11] ČSN P ENV 1992-2. Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty. Praha: Český normalizační institut, listopad 1998.
- [12] ČSN73 0802. Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty. Praha: Český normalizační institut, květen 2009.

Webová sídla

- [13] ŠVARŤÍČKOVÁ, Ivana, Pomůcky ke cvičení [online]. [cit. 2016-01-07]. Dostupné na World Wide Web:
<http://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/default_soubory/pomucky.htm>.

Software

Archicad 15 – studentská verze
Autocad 15 – studentská verze
Dlubal RFEM 5.05 – studentská verze
Microsoft Office 2010
FIN Beton 2D a 3D – studentská verze

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
ε_{cu}	- mezní poměrné přetvoření betonu v tlaku
ε_s	- 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 – Statický výpočet

Příloha B2 – Výkresová dokumentace

Příloha B3 – Příloha ke statickému výpočtu

Příloha B4 – Ruční výpočet vnitřních sil a porovnání s výsledky z RFEM

Příloha C1 – Použité podklady