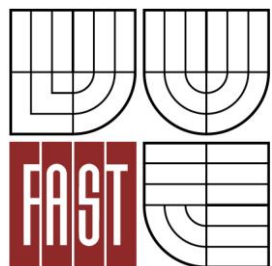




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

BYTOVÝ DŮM - NÁVRH A POSOUZENÍ VYBRANÝCH ŽB PRVKŮ

APARTMENT BUILDING - DESIGN OF SELECTED REINFORCED CONCRETE ELEMENTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

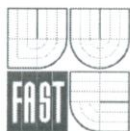
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

LUKÁŠ JAKOUBEK

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. IVANA ŠVAŘÍČKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2015



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 Lukáš Jakoubek
Název Bytový dům - návrh a posouzení vybraných ŽB prvků
Vedoucí bakalářské práce Ing. Ivana Švaříčková, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2014
Datum odevzdání bakalářské práce 29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 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 normy:

- 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 pro pozemní stavby. 2006
 - ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb. 2010
- Další potřebná literatura po dohodě s vedoucím bakalářské práce.

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

V zadaném objektu vypracujte statické řešení ŽB stropní konstrukce nad 2.NP a schodiště.

Pro vybrané prvky proveďte návrh a posouzení výztuže.

Pro stanovení účinků od zatížení využijte program pro výpočet vnitřních sil.

Posouzení prvků proveďte podle mezního stavu únosnosti.

Vypracujte výkres tvaru a k navrhovaným prvkům výkresy výztuže.

Požadované výstupy:

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

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady, studie

P2. Statický výpočet

P3. Výkresová dokumentace

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

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

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

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. Ivana Švaříčková, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na statické řešení monolitické spojitě železobetonové stropní konstrukce a trojramenného schodiště v pětipodlažním bytovém domě. Celá konstrukce je navržena z železobetonu. Pro stanovení účinků vnitřních sil konstrukce je použit výpočetní program Scia Engineer 2013.1. Posouzení prvků je provedeno podle 1. mezního stavu. Práce obsahuje vypracování statického výpočtu, dimenzování výztuže, výkresy tvarů a výkresy výztuže řešených prvků.

KLÍČOVÁ SLOVA

Železobetonová stropní konstrukce, spojitá železobetonová deska, monolitická deska, trojramenné železobetonové schodiště, tronsole, dimenzování, Scia Engineer 2013.1, mezní stav únosnosti, beton, železobeton, výztuž, zatížení, zatěžovací stavy, vnitřní síly, výkres tvaru, výkres výztuže

ABSTRACT

The bachelor thesis is focused on the continuous static solutions of monolithic reinforced concrete ceiling construction and the three-flight staircase in the five-storied apartment house. The entire structure is designed from concrete. To determine the effects of internal forces used computational design of Scia Engineer 2013.1. Assessment of the elements is performed by the first limit state. Work includes developing a static calculation, design reinforcement drawings, shapes and reinforcement drawings solved elements.

KEYWORDS

Reinforced concrete ceiling construction, continuous reinforced concrete slab, monolithic slab, reinforced concrete three-flight staircase, tronsole, sizing, Scia Engineer 2013.1, ultimate limit state, concrete, reinforced concrete, reinforcement, load, load cases, internal forces, drawing shaped reinforcement drawing

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Lukáš Jakoubek *Bytový dům - návrh a posouzení vybraných ŽB prvků*. Brno, 2015. 27 s., 123 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Ivana Švaříčková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ:

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

V Brně dne 29.5.2015

.....
podpis autora
Lukáš Jakoubek

PODĚKOVÁNÍ:

Rád bych poděkoval vedoucí mé bakalářské práce Ing. Ivaně Švaříčkové, Ph.D za cenné rady, odborného vedení a poskytnutý čas, který mi věnovala při tvorbě této práce.

Dále bych poděkoval svým rodičům za podporu během celého mého studia a své přítelkyni za pevné nervy a psychické podpory.

Obsah:

1.	ÚVOD	9
2.	TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	10
2.1	PODKLAD.....	10
2.2	ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA OBJEKTU	10
2.2.1	Stavební řešení	10
2.2.2	Konstrukční řešení	11
2.2.3	Hlavní konstrukční materiály.....	13
2.3	ZATÍŽENÍ.....	14
2.4	GEOMETRIE KONSTRUKCE.....	14
2.5	ZATĚŽOVACÍ STAVY	15
2.6	VNITŘNÍ SÍLY Z PROGRAMU SCIA ENGINEER 2013.1	15
2.7	VÝPOČET KRYTÍ	15
2.8	MINIMÁLNÍ PLOCHA VYZTUŽENÍ.....	15
2.9	NÁVRH PODÉLNÉ VÝZTUŽE STROPNÍ DESKY	15
2.10	NÁVRH KOTEVNÍCH DÉLEK PODÉLNÉ VÝZTUŽE.....	16
2.11	VÝPOČET VÝZTUŽE NA PROTLAČENÍ.....	16
2.12	NÁVRH ROZMĚRŮ PŘÍLOŽEK	16
3.	PROVÁDĚCÍ POSTUPY	17
3.1.1	Výztuž.....	17
3.1.2	Betonáž	17
4.	ZÁVĚR.....	19
5.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	21
5.1	LITERATURA.....	21
5.2	NORMOVÉ PŘEDPISY	22
5.3	SOFTWARE	23
6.	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	24

7.	SEZNAM PŘÍLOH	26
8.	SEZNAM TABULEK.....	27

1. ÚVOD

V bakalářské práci se zabývám návrhem a posouzením železobetonové stropní desky a trojramenného schodiště v atypickém pětipodlažním BD podle zadaných výkresových podkladů. Řeším železobetonovou stropní desku nad 2NP a tříramenné deskové schodiště spojující 2NP a 3NP.

Cílem práce je vypracovat návrh spojitě železobetonové křížem vyztužené desky a desek schodiště. Tři desky tvoří ramena schodiště a dvě desky tvořící podesty schodiště. Výpočetním programem Scia Engineer 2013.1 budou zjištěny průběhy vnitřních sil. Podle platné normy bude nadimenzována výztuž a vypracovány a zkompleťovány výkresy tvaru a výztuže. U zakreslení výztuže ve výkresech je kladen důraz na srozumitelné, vhodné a realistické uspořádání výztuže. Výkresy jsou nedílnou a samostatnou přílohou této práce.

Veškeré výpočty jsou provedeny pomocí výpočtového programu Scia Engineer 2013.1. Statický výpočet je celý zhotoven v programu Microsoft Word Office. Výkresy jsou narýsovány v programu Allplan 2012.

2. TECHNICKÁ ZPRÁVA

V technické zprávě popisují základní konstrukce řešené budovy, obecné údaje o stavbě, použitý materiál a druh zatížení řešených konstrukcí. Také se zde zabývám popisem technologického provádění řešených konstrukcí.

2.1 PODKLAD

Posouzení spojitě železobetonové stropní konstrukce jsem provedl na základě poskytnutých podkladů pětipodlažní bytové stavby ve formátu DWG od statika pana Ing. Jakuba Gembala. Z poskytnutých zdrojů jsem vypracoval technickou zprávu a výkresovou dokumentaci BD v programu Allplan 2012. Dále jsem provedl model konstrukce stropu v programu Scia Engineer 2013.1 s jehož pomocí jsem dostal výstupy vnitřních sil na vymodelované konstrukci. Z těchto připravených výstupů jsem již mohl nadimenzovat a posoudit výztuž desky stropu a desek schodiště.

2.2 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA OBJEKTU

2.2.1 Stavební řešení

Jedná se o samostatně stojící pětipodlažní bytový dům obdélníkového tvaru s vykonzolovanou stropní deskou v rozích budovy tvořící balkony a plochou dvouplášťovou střechou. Bytový dům je nepodsklepen a je středově symetrický. Budova má pět nadzemních podlaží. Hodnota nejvyššího vrcholu domu od výškové úrovně $\pm 0,000 = 234.100$ m. n. m. činí +15,700 m. Hlavní vstup do objektu je orientován na severní světovou stranu.

V 1.NP se nachází parkovací prostory 15 parkovacích míst, s vjezdem z východní světové strany. Dále se zde nachází hlavní vstup do budovy ze severní strany se zádveřím, výtahem a svišťovým prostorem, pod kterým je umístěna úklidová místnost. Z druhé jižní strany je přístupná přijímací stanice, která tvoří technické zázemí budovy. Je zde i z chodby přístupných 6 sklepů a samostatná garáž. Tento prostor je propojen s druhým nadzemním podlažím dvojramenným schodištěm, které zde také končí, a výtahem.

V 2.NP začíná trojramenné schodiště, které je tvořeno kolem výtahové šachty a je zde i strojovna výtahu. Ze samostatné chodby jsou přístupné další dvě bytové jednotky a 3 sklepy. Jsou zde tedy 3 bytové jednotky tvořeny jako 3+KK a jedna bytová jednotka jako 4+KK. Každá bytová jednotka má jeden pokoj obohacen ložnicí.

Ve 3.NP jsou přístupné dvě bytové jednotky ze schodišťového prostoru s výtahem a hala, ze které jsou přístupné další dvě bytové jednotky a dva sklepy. Bytové jednotky jsou zde tři jako 3+KK a jedna jako 4+KK. Zde má také každá bytová jednotka jeden pokoj obohacen lodžii.

Ve 4.NP jsou ze schodišťového prostoru přístupné dvě bytové jednotky. Každá z těchto bytových jednotek je řešena jako 4+KK s přístupem na terasu a zimní zahradu.

V posledním 5.NP se nachází sklep přístupný ze schodišťového prostoru a byty 1+KK s terasou a 4+1 s terasou kolem celého bytu. Složení bytových jednotek a půdorysné plochy jednotlivých místností viz výkresy jednotlivých podlaží v příloze P1).

Konstrukční výška 1.NP:	3,150 m
Konstrukční výška 2.NP – 5.NP:	2,950 m
Zastavěná plocha:	476,84 m ²
Počet funkčních bytových jednotek:	12 bytů

2.2.2 Konstrukční řešení

Základy:

Objekt Bytového domu je založen na pilotách, přes které jsou vytvořeny základové pasy, jejichž dimenzování není předmětem této práce.

Svislé konstrukce:

V 1.NP jde o stěnový monolitický systém příčný ztužený ve druhém směru průvlaky a ve vnitř dvěma ztužujícími stěnovými jádry z betonu C20/25. V ostatních podlažích je použitý materiál pro nosné obvodové zdivo Porothersm 30 P+D třídy P15 na maltu M10. Nosné vnitřní zdivo je z akustických tvarovek Porothersm 30 AKU P+D a Porothersm 25 AKU P+D třídy P15 na tenkovrstvou maltu M10.

Příčky jsou provedeny z tvárnic Porothersm 11,5 P+D třídy P10 na tenkovrstvou maltu M10. Nad otvory jsou osazeny systémové překlady PTH 7- 70/238. Délky a uložení překladů dle výkresů v příloze P1).

Vodorovné konstrukce:

Vodorovné stropní konstrukce nad všemi podlažími jsou navrženy jako spojitě železobetonové křížem vyztužené desky. V 1.NP je deska podepřena monolitickými stěnami z betonu C20/25, v ostatních podlažích tvoří opěrnou konstrukci stěny Porotherm tl. 300 mm a 250 mm. V bakalářské práci se věnuji návrhu a statickému posouzení stropní konstrukce nad 2.NP, dále viz příloha P2). Konstrukce je středově symetrická půdorysného rozměru dle výkresu v příloze P3). Železobetonová deska nad 2.NP má tloušťku 200 mm. Na jihovýchodní a severozápadní straně je provedena rohová lodžiová konzola. Deska je navržena z betonu C20/25 a oceli B550B, třída prostředí v interiéru je XC1, třída prostředí v exteriéru je XA1.

Podlahy:

V 1.NP bude jako finální úprava tvořit broušený pohledový beton. Na stropní konstrukci ve 2.NP až 5.NP bude uložena podlaha ve finální tloušťce 150 mm. Skladba podlah viz příloha P1).

Schodiště:

Schodiště je z 1.NP do 2.NP vyřešeno jako železobetonové monolitické spárové desky dvouramenného schodiště. Desková ramena jsou uložena ve stropní desce formou SCHÖCK TRONSOLE T8 délky 1100 mm. Podesta je vetknuta do stěny ve výšce osy +1,445 m také formou SCHÖCK TRONSOLE typu AZT plus ve dvou místech dle výkresu v příloze P1). Z 2.NP do 5.NP se tyčí trojramenné schodiště kolem výtahové šachty. Schodiště tvoří železobetonové monolitické spárové desky tloušťky 160 mm. Ramena schodiště jsou uložena ve stropní desce formou SCHÖCK TRONSOLE T8 délky 1100 mm a dvě podesty vetknuty do nosných stěn Porotherm 30 AKU P+D formou SCHÖCK TRONSOLE typu AZT plus. Toto schodiště je předmětem tohoto projektu. Statické výpočty a návrh s posouzením těchto prvků se nachází v příloze P2). Výkresy tvaru a výztuže viz příloha P3).

2.2.3 Hlavní konstrukční materiály

Tabulka 2.2.3.A – Hlavní konstrukční materiály

Druh konstrukce	Deska D1	Desky schodiště
Beton	C 20/25	C 20/25
Ocel	B 500B	B500B
Dimenze	tl. 200 mm	tl. 160 mm
Třída prostředí	XC1 / XA1	XC1 / XA1
Třída konstrukce	S3	S3
Konzistence čerstvého betonu	S3	S3
Minimální krytí výztuže	35 mm	35 mm

Tabulka 2.2.3.B – Charakteristika použitého betonu dle EN 1992-1-1

Beton C20/25		
Charakteristická pevnost betonu v tlaku	f_{ck} [MPa]	20
Návrhová pevnost betonu v tlaku	f_{cd} [MPa]	13,33
Střední hodnota pevnosti betonu v tahu za ohybu	f_{ctm} [MPa]	2,2
Modul pružnosti betonu	E_{cm} [GPa]	30

Tabulka 2.2.3.C – Charakteristika použité oceli dle EN 10080

Ocel B500B		
Charakteristická hodnota meze kluzu oceli	f_{yk} [MPa]	500
Návrhová hodnota meze kluzu oceli	f_{yd} [MPa]	434,78
Modul pružnosti oceli	E_s [GPa]	200

2.3 ZATÍŽENÍ

Konstrukce stropu a schodiště jsou navrženy na zatížení vlastní tíhou. Dále je konstrukce stropu zatížena stálým zatížením od skladby podlah a omítky a proměnným zatížením od příček a akustických zdí ve 3.NP. Příčky Porotherm 11,5 P+D uvažuji spojitě rovnoměrně po celé ploše železobetonových desek a akustické zdi Porotherm 25 P+D AKU, uvažuji jako liniové spojitě zatížení. Desky schodiště jsou navrženy na vlastní zatížení a stálé zatížení od podlah a omítek, které uvažuji po celé ploše spojitě rovnoměrně. Rohové konzoly jsou na konci liniově zatíženy železobetonovými monolitickými stěnami. Na desku, kde je kloubově liniově připojené rameno schodiště, jsem záměrně vnesl rovnoměrné liniové zatížení, které vzniká od reakcí schodišťové desky.

Užitné zatížení uvažuji podle ČSN EN 1991-1 až 4 – Zatížení konstrukcí [1], [2], [3]. Toto zatížení stropní konstrukce není stejné, protože se jedná o bytový dům tj. kategorie A – plochy obytných budov, kde je zatížení u:

- Stropní konstrukce: $q_k = 2 \text{ kN/m}^2$
- Lodžie (terasy): $q_k = 4 \text{ kN/m}^2$
- Chodby společných prostor a schodiště: $q_k = 3 \text{ kN/m}^2$

Proměnné zatížení sněhem neuvažuji, jelikož lodžie budou zaskleny nad zábradlím ochranným sklem. Zatížení větrem přenesou nosné ztužující stěny, tedy toto zatížení v konstrukci stropu neuvažuji.

V programu Scia Engineer 2013.1 zkouším různé zatěžovací stavy užitného zatížení, jejichž kombinacemi se stálými zatíženími určím největší hodnoty vnitřních sil, na které dále dimenzuji konstrukci stropu i konstrukci schodiště. Výstupní hodnoty z tohoto programu jsou k nahlédnutí v příloze P2).

2.4 GEOMETRIE KONSTRUKCE

V této kapitole je popsána geometrie desky, rozměry a její zadání do programu Scia Engineer 2013.1. i s okrajovými podmínkami, kterými jsou vnitřní podpory v podobě sloupů a liniové podpory v podobě stěn, s nimiž je stropní deska monoliticky spojená.

2.5 ZATĚŽOVACÍ STAVY

V programu Scia Engineer 2013.1 bylo vytvořeno celkem sedmnáct zatěžovacích stavů. První zatěžovací stav je automaticky určen jako vlastní tíha konstrukce, druhý zatěžovací stav je tvořen účinky stálého liniového a plošného zatížení. Třetí zatěžovací stav je uvažován s plošným zatížením všech příček. Další následující zatěžovací stavy jsou tvořeny proměnným zatížením a jeho různým umístěním na plochách pro byty, chodby a balkony.

Dle rovnice 6.10) bylo vytvořeno celkem třicet devět kombinací zatěžovacích stavů a řešeno jako typ kombinace Obálka pro únosnost.

2.6 VNITŘNÍ SÍLY Z PROGRAMU SCIA ENGINEER 2013.1

Po zadání zatížení, vytvoření zatěžovacích stavů a jejich kombinací byly z výsledků vybrány potřebné vnitřní síly působící v ploše stropní desky, jimiž jsou návrhové momenty ve směru osy x a y , dle kterých se za pomoci řezů na ploše získávali hodnoty s rovnoměrným průběhem ve zvolených částech konstrukce, hlavně také v kritických místech, kde dosahovali návrhové momenty vysokých hodnot. Pro přesnější výsledky se osy lokálně natáčely ve směru předpokládaného ukládání výztuže.

2.7 VÝPOČET KRYTÍ

Hodnota tloušťky krytí výztuže závisí zejména na stupni vlivu prostředí, třídě konstrukce a uvažované výztuži. Stupeň vlivu prostředí pro případ stropní desky s balkony je XC1, jelikož je deska zcela obalena vrstvou tepelné izolace EPS.

2.8 MINIMÁLNÍ PLOCHA VYZTUŽENÍ

Minimální plocha vyztužení byla výpočtem stanovena na $\varnothing 8 / 200 \text{ mm}$.

2.9 NÁVRH PODÉLNÉ VÝZTUŽE STROPNÍ DESKY

Výztuž stropní desky byla dimenzována na návrhové momenty, které jsou výsledkem kombinací zatížení v programu Scia Engineer 2013.1. V příloze P2) Statický výpočet je výztuž navržena podrobně na jeden vybraný moment. Zbylé momenty jsou zařazeny do skupin dle velikosti a počítány hromadně za pomoci programu Excel 2013. První skupinu tvoří vždy momenty, které je schopna přenést výztuž $\varnothing 8 / 200 \text{ mm}$. Další skupiny jsou

tvořeny momenty podobnými a blízkými největší hodnotě momentu dané skupiny pro daný povrch a směr.

Je kontrolována míra vyztužení, osová a světlá vzdálenost a poměrné přetvoření. Tyto hodnoty jsou porovnávány s hodnotami hraničními a možnými dovolenými.

2.10 NÁVRH KOTEVNÍCH DÉLEK PODÉLNÉ VÝZTUŽE

Následuje výpočet kotevních délek vždy pro pole a pro podporu, kterou je stěna a sloup. Hodnoty reakcí působících ve stěnách a sloupech potřebných pro výpočet kotevní délky pro podpory jsou čerpány z programu Scia Engineer 2013.1.

2.11 VÝPOČET VÝZTUŽE NA PROTLAČENÍ

V okolí sloupů hrozí propíchnutí desky danou podporou, proto je nutné navrhovat v okolí sloupů výztuž na protlačení. Pro sloup SL1 je nutno navrhovat výztuž na protlačení. Statický výpočet v příloze P2.

Rozvinuté délky výztuže jsou součástí výkresu V1.2 v příloze P3) Výkresová dokumentace.

2.12 NÁVRH ROZMĚRŮ PŘÍLOŽEK

Ve statickém výpočtu je také příklad návrhu rozměru příložky pro ukončení podélné výztuže u okrajů stropní konstrukce.

3.PROVÁDĚCÍ POSTUPY

3.1.1 Výztuž

Výztuž předepsané třídy musí být kladena dle výkresů výztuže do dostatečně tuhého bednění, které musí konstrukci zajistit předepsaný tvar tak, aby vyhovoval požadavkům na maximální povolené odchylky i pro provedení betonáže. Výztuž musí být dále zabezpečena proti neočekávanému průhybu a musí být zajištěna dostatečná tloušťka krycí vrstvy pomocí distančních podložek, navržená ve statickém výpočtu v příloze P2).

Krytí dolní výztuže stropní desky bude zajištěno plastovými lištami o délce 1m. Pro dodržení vzdálenosti mezi horní a dolní výztuží desky budou použity tzv. distanční hřebíky, což jsou prostorové prvky uložené na spodní výztuži.

3.1.2 Betonáž

Betonáž nesmí být prováděna za teplot nižších jak 5°C. Před samostatnou betonáží je nutné provést kontrolu uložené výztuže a čistotu bednění. Ukládání betonu do bednění musí probíhat tak, aby nedošlo k rozmísení jednotlivých složek betonové směsi a aby byla kvalita

a struktura betonu stejná ve všech částech konstrukce. Ukládání betonové směsi musí být maximálně z výšky 0,5 m. Betonáž stropní desky bude probíhat v jedné vrstvě. V průběhu betonáže je nutné kontrolovat tloušťku krytí výztuže. Pokud bude nutnost betonáž přerušit, vytvoří se v místech nejmenších ohybových momentů, tj. v 1/3 až 1/4 rozpětí desky, pracovní spára. Zde je velmi důležité zhutnění betonové směsi. Během technické přestávky je nutné pracovní spáru vlhčit. Před pokračováním betonáže je nutné pracovní spáru mechanicky očistit od částic starého betonu a jiných nečistot, které by bránily dokonalému spojení. Je nutné ji řádně navlhčit a případnou přebytečnou vodu odstranit.

Betonáž schodiště se provádí postupně od nejnižší podesty, která spojuje druhé schodišťové rameno s další podestou. Tyto podesty jsou uloženy na Schöck Tronsolích typu AZT. Před betonáží musí být osazeny Schöck Tronsole správně do předem vytvořených kapes, které tvoří opěrný liniový bod schodišťových desek. Do těchto kapes se osadí nosný element AZT, který se celoplošně nasune do otvoru. Beton v oblasti trnu je nutné pečlivě nanést a zhutnit. Schéma Schöck Tronsole v příloze P3). Jako poslední se betonují desky schodišťových ramen, které spojují 2.NP se 3.NP. Před betonáží musí být očištěna pracovní

spára a připevněny Schöck Spárové desky PL bez mezer podél schodišťové stěny a v místě uložení schodišťového ramena na železobetonovou stropní konstrukci, abychom se vyhnuli akustickým mostům. Všechna styková místa musí být pečlivě přilepena přiloženou páskou. Při práci je nutné dbát na montážní postupy, aby nevznikaly akustické mosty.

Po dobu 7 – 10 dnů po dokončení betonáže se musí zajistit dostatečná vlhkost betonu na povrchu pravidelným kropením. S kropením je možné začít v době, kdy nehrozí vyplavení cementového tmele, to znamená cca 24 hodin po betonáži. Samotné ošetřování kropením vodou může být případně doplněno přikrytím konstrukce geotextílií. Konstrukci je třeba chránit proti vyplavení při dešti.

4. ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo zjistit vnitřní síly na železobetonové stropní konstrukci nad 2.NP a tříramenného schodiště spojující 2.NP a 3.NP podle zadaných půdorysných výkresů a následně provést dimenzování stropní desky, ramen schodiště podestových desek podle platné normy. Předcházelo tomu vymodelování konstrukcí ve výpočetním programu Scia Engineer 2013.1. Po analýze zadaných spočtených kombinací byl vybrán nejkritičtější stav s vnitřními silami, na ten byla nadimenzována potřebná betonářská výztuž pro železobetonovou stropní desku, železobetonové desky podest a ramen schodiště. Vnitřní síly považuji po kontrole s hodnotami statika Ing. Jakuba Gembala za správné. V modelu je rozlišnost pouze s rohovou konzolou. Je řešena staticky tak, že nese monolitickou stěnu nad sebou. Dále předpokládám, že stropní konstrukce nad stěnou je samonosná, takže v tomto případě není započítána do zatížení se stěnou. Zatěžovaná konzola je od stěny zatížena liniovým zatížením. V reálu je tato stěna vynášena současně konzolou nad 3.NP, jelikož jsou tyto prvky tuze monoliticky spojeny. Výsledkem mého návrhu jsou tedy větší vnitřní síly na řešené konzoly a následně navržené větší průřezy betonářské výztuže.

Dimenzování výztuže bylo provedeno na návrhové hodnoty vnitřních sil. Momenty nad podporami byly zprůměrovány. Jak v horním tak spodním vyztužení byl vytvořen základní rastr výztuže, který tvoří základní síť. V kritických místech byly poté přidány potřebné plochy výztuže pro dané momenty. Tam, kde není potřeba výztuž, tvoří tato síť rezervu kvůli nepříznivým objemovým změnám betonu, čímž je smršťování a dotvarování.

V konstrukci se nacházejí lodžie, které tvoří rohové konzoly. Řešení tepelného mostu bylo v tomto případě vyřešeno obalením konstrukce tepelnou izolací, která je napojena na vnější izolaci stěn.

Konstrukce schodiště byla dimenzována v této práci stejným způsobem, kterým byla provedena i v praxi. Byl použit systém Schöck Tronzole typu AZT se spárovými deskami.

Bakalářská práce má pro mě značný přínos. Spolupracoval jsem s lidmi, co mají široký obzor v tomto oboru. V letním semestru jsem již věnoval čas modelování a dimenzování konstrukce. Dimenzováním, následným posouzením a kreslením výkresů tvaru a výztuže jsem si zopakoval naučenou látku za poslední čtyři roky. Dále může být bakalářský práce podkladem pro zpracování podobných prací.

Na závěr mohu jen dodat, že řešením těchto vybraných železobetonových konstrukcí pro mě mělo větší přínos, než jsem čekal.

5. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

5.1 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] BILČÍK, Juraj; FILLO, Ľudovít; BENKO, Vladimír; HALVONIK, Jaroslav, Betónové konštrukcie – Navrhovanie podľa STN EN 1992-1-1. Vyd. 2. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2008, 374s.
- [4] Českomoravský beton – HEIDELBERGCEMENT Group, Příručka technologa – beton. Vyd. 1., aktualizace, Českomoravský beton, 2013, 292s.
- [5] PROCHÁZKA, Jaroslav; ŠTEMBERK, Petr, Concrete structures 1. Praha: nakladatelství ČVUT, 2007, 217s.
ISBN 978-80-01-03607-5.
- [6] PROCHÁZKA, Jaroslav; KOHOUTKOVÁ, Alena; VAŠKOVÁ, Jitka, Příklady navrhování betonových konstrukcí. 1. Vyd. 1. Praha: nakladatelství ČVUT, 2007, 145s.
ISBN 978-80-01-03675-4.
- [7] ZICH, Miloš a kol, Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů. Vyd. 1. Praha: Verlag Dashöfer, 2010, 145s.
ISBN 978-80-86867-38-7.
- [8] TERZIJSKI, Ivailo, Betonové prvky, M01, Základy navrhování konstrukcí, zatížení, materiály. Brno: VUT v Brně, 2005, 66s.
- [9] ŠTĚPÁNEK, Petr; ZMEK, Bohuslav, Prvky betonových konstrukcí – Dimenzování betonových prvků – část 1 – 3. Brno: VUT v Brně, 2005.

5.2 NORMOVÉ PŘEDPISY

- [10] 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.
- [11] ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb. Praha: Český normalizační institut, 2010.
- [12] ČSN EN 10080 Ocel pro výztuž do betonu – Svařitelná betonářská ocel – Všeobecně. Český normalizační institut, prosinec 2005.
- [13] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. Český normalizační institut, březen 2004.
- [14] 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.
- [15] ČSN EN 1991-1-3. (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, Část 1-3: Obecná zatížení – zatížení sněhem. Český normalizační institut, červenec 2005, změna Z1 02.06, změna Z2 02.10, oprava 02.10, změna Z3 03.10.

5.3 SOFTWARE

- [16] Allplan 2012 – studentská verze.
- [17] Scia Engineer 2013.1 – studentská verze.
- [18] Microsoft Office Word 2007.
- [19] Microsoft Office Excel 2007.

6. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

g_k	charakteristická hodnota stálého zatížení
q_k	charakteristická hodnota užitného zatížení
g_d	návrhová hodnota stálého zatížení
q_d	návrhová hodnota užitného zatížení
h_s	tloušťka desky
l_x	rozpětí desky ve směru x
l_y	rozpětí desky ve směru y
l_{sx}	světlé rozpětí desky ve směru x
l_{sy}	světlé rozpětí desky ve směru y
V_{ed}	návrhová posouvající síla
M_{ed}	návrhový ohybový moment
f_{yk}	charakteristická hodnota meze kluzu oceli
f_{yd}	návrhová hodnota meze kluzu oceli
f_{ck}	charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku
f_{cd}	návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku
f_{ctm}	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}	nominální hodnota 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

$A_{st,reg}$	nutná plocha betonářské výztuže
b	šířka průřezu
d	účinná výška průřezu
x	poloha neutrální osy
x_{lim}	limitní poloha neutrální osy
z	rameno vnitřních sil
M_{Rd}	moment na mezi únosnosti
$V_{Rd,c}$	smyková únosnost prvku bez smykové výztuže
ρ	stupeň vyztužení
γ_c	dílčí součinitel spolehlivosti betonu dle EN 1992-1-1
γ_s	dílčí součinitel spolehlivosti betonářské výztuže dle EN 1992-1-1

7. SEZNAM PŘÍLOH

- P1) Použité podklady
- P2) Statický výpočet
- P3) Výkresová dokumentace

8. SEZNAM TABULEK

Tabulka 2.2.3.A – Hlavní konstrukční materiály.....	6
Tabulka 2.2.3.B – Charakteristika použitého betonu dle EN 1992-1-1.....	6
Tabulka 2.2.3.C – Charakteristika použité oceli dle EN 10080.....	6