



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## NÁVRH A POSOUZENÍ VÝZTUŽE VYBRANÝCH NOSNÝCH PRVKŮ ŽB OBJEKTU

DESIGN AND ASSESSMENT OF REINFORCEMENT OF SELECTED SUPPORTING ELEMENTS OF RC STRUCTURE

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jana Čírtková

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. IVANA ŠVAŘÍČKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2019



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Jana Čírtková
<b>Název</b>	Návrh a posouzení výztuže vybraných nosných prvků ŽB objektu
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Ivana Švaříčková, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	30. 11. 2018
<b>Datum odevzdání</b>	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

---

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

---

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **PODKLADY A LITERATURA**

Podklady:

Stavební podklady – situace, půdorysy, řezy, geologie

Platné předpisy a normy (včetně změn a oprav):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí

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

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura: na základě doporučení vedoucím práce

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ**

Pro zadaný železobetonový objekt navrhnete železobetonovou stropní konstrukci. Proveďte statické řešení a dimenzování v rozsahu určeném vedoucím práce. Statickou analýzu proveďte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně kontroly zjednodušenou metodou).

Vypracujte výkres tvaru stropní konstrukce a podrobné výkresy výztuže.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího práce.

Požadované výstupy:

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

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresy tvaru a výztuže (v rozsahu určeném vedoucím práce).

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

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

Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

## **STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování 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 se zabývá návrhem částí rodinného železobetonového domu. Konkrétně jde o návrh stropní desky nad 1.np a schodišťovou deskou. Vytvoření modelu a vyšetření vnitřních sil bylo provedeno v programu RFEM. Pro ověření výsledků při ručním výpočtu se musel model značně zjednodušit. Výsledkem jsou realizační výkresy výztuže. Posouzení konstrukce je provedeno dle ČSN EN 1992 - 1 - 1.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Monolitická železobetonová stropní deska, železobetonové schodiště, železobeton, výztuž, zatížení, zatěžovací stavy, ohybové momenty, obousměrně vyztužená deska, mezní stav použitelnosti

## **ABSTRACT**

This bachelor's thesis deals with a design of the selected parts of a detached house built of reinforced concrete – specifically the floor slab and the staircase. The internal forces were analyzed by the RFEM program. To verify the results of the manual calculation, the model had to be simplified to a considerable extent.. The results of these calculations are the realization drawings of the reinforcement. The assessment of the construction is carried out according to the ČSN EN 1992 - 1 - 1.

## **KEYWORDS**

Monolithic reinforced concrete slab, reinforced concrete staircase, reinforced concrete, reinforcement, load, load cases, bending moments, reciprocally reinforced slab, serviceability limit state

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Jana Čírtková Návrh a posouzení výztuže vybraných nosných prvků  
ŽB objektu. Brno, 2019. 25 s., 76 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení  
technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí.  
Vedoucí práce Ing. Ivana Švaříčková, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Návrh a posouzení výztuže vybraných nosných prvků ŽB objektu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 3. 5. 2019

---

Jana Čírtková  
autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Návrh a posouzení výztuže vybraných nosných prvků ŽB objektu* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 3. 5. 2019

---

Jana Čírtková  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ:**

V první řadě bych chtěla poděkovat své vedoucí bakalářské práce Ing. Ivaně Švaříčkové Ph.D. za ochotu, pevné obdivuhodnou trpělivost a cenné rady, které mi v průběhu práce dávala. Velké poděkování patří i mé rodině a blízkým přátelům, za podporu po celou dobu mého studia, především v období zkoušek a psaní závěrečné práce. Dále bych chtěla poděkovat manželům Ing. arch. Milanovi Nytrovi a Ing. arch. Haně Nytrové, kteří mi poskytli studie rodinného domu pro celou práci.

## Obsah

1. ÚVOD.....	2
2. POPIS OBJEKTU.....	3
3. POPIS KONSTRUKCE.....	3
3.1. SVISLÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY.....	3
3.2. VODOROVNÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY.....	3
3.3. SCHODIŠTĚ.....	3
4. MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY.....	4
4.1. BETON C20/25 XC1.....	4
4.2. OCEL B500B.....	4
5. ZATÍŽENÍ - DESKA.....	4
5.1. STÁLÉ ZATÍŽENÍ.....	4
5.2. PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ.....	5
6. ZATÍŽENÍ – SCHODIŠTĚ.....	5
6.1. STÁLÉ ZATÍŽENÍ.....	5
6.2. PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ.....	5
7. KOMBINACE ZATÍŽENÍ.....	5
8. VOLBA MODELU DESKY.....	6
8.1. VETKNUTÍ KONZOLY NA JEDNÉ STRANĚ.....	6
8.2. ZTUŽENÍ ŽEBRY VE VÝŠCE STĚN.....	7
8.3. 3D MODEL.....	9
9. MODEL SCHODIŠTĚ.....	10
9.1. KONTROLA MODELU NA KRAJI PŘÍMÉ ČÁSTI.....	11
10. NÁVRH VÝZTUŽE.....	11
10.1. DESKA - VÝZTUŽ NA OHYB.....	11
10.2. DESKA - VÝZTUŽ PROTI PROTLAČENÍ.....	12
10.3. SCHODIŠTĚ – VÝZTUŽ NA OHYB.....	12
11. ZÁVĚR.....	13
12. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	14
13. SEZNAM OBRÁZKŮ.....	15
14. SEZNAM PŘÍLOH.....	15
15. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	16

## 1. ÚVOD

Tato práce se zabývá dílčími částmi rodinného monolitického domu ze železobetonu. Konkrétně se bude jednat o stropní desku nad 1. nadzemním podlažím a o jednostranně vetknutou schodišťovou desku. Veškeré modelování a výpočet vnitřních sil proběhne v programu Dlubal RFEM 5.15. První část bude věnována volbě vhodného 2D modelu, který bude srovnáván se zjednodušeným 3D modelem a následně porovnán s ručním výpočtem. Na nejvhodnější variantu pak bude provedeno dimenzování. Další část bakalářské práce se bude věnovat návrhu schodišťové desky.

K práci jsou přiloženy přílohy obsahující statický výpočet a výkresovou dokumentaci.

## **2. POPIS OBJEKTU**

Řešený dům je navržen v Brně- Líšeň. Z důvodu svažitosti terénu je dům řešený jako monolitická železobetonová konstrukce- Rodinný dům o dvou nadzemních podlaží má půdorysné rozměry 13,6m x 6,5m. Celkové ztužení konstrukce má největší vliv na stropní desku především v oblasti vykonzolované části 2. NP, kde deska nemusí být podepřená sloupy. Celý objekt je navržen z betonu třídy C20/25 a výztuže z ocele B500B. Opláštění je navrženo z provětrávané fasády. Ve vykonzolované části je počítáno pouze se zateplením železobetonové konstrukce. Nad druhým podlažím se nachází plochá jednoplášťová střecha. Spojení mezi patry zajišťuje schodiště, které je od zbytku konstrukce oddílatované.

## **3. POPIS KONSTRUKCE**

### **3.1. SVISLÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY**

V rámci bakalářské práce není řešen návrh a dimenzování svislých konstrukcí.

Dle předběžného návrhu v modelu počítáme s železobetonovými deskovými stěnami tloušťky 220mm.

### **3.2.VODOROVNÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY**

Stropní konstrukce je navržena jako po obvodě podepřená deska. Původní návrh tloušťky byl 200 mm. Při dimenzování však bylo zjištěno, že postačí deska tlustá 160 mm. Půdorysně má obdélníkový tvar s konzolovitým vyložení na jedné straně. Na druhé straně je otvor pro schodiště.

### **3.3.SCHODIŠTĚ**

Schodiště je navrženo jako železobetonové monolitické. Je z jednoho ramene obtočeného kolem vřetenové zdi, do které je jednostranně vetknuté. Původně byla navržena tloušťka 150 mm. Z důvodu optimalizace materiálu bylo dimenzování provedeno na desku tl. 100 mm. Šířka ramene je 1,100 m.

## 4. MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

Celý objekt je navržen z betonu třídy C20/25 stupeň vlivu prostředí XC1 a výztuže z ocele B500B.

### 4.1. BETON C20/25 XC1

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

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 20/1,5 = 13,33 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$$

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

$$f_{ctk,0,05} = 1,5 \text{ MPa}$$

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

### 4.2. OCEL B500B

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

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

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

$$\epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 434,78/200 \cdot 10^3 = 2,174 \text{ ‰}$$

## 5. ZATÍŽENÍ - DESKA

### 5.1. STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Stálé zatížení od vlastní tíhy desky a skladby vrstev nad a pod deskou je uvažováno po celé ploše jako rovnoměrné spojitě zatížení.

Pro návrhové hodnoty uvažujeme dílčí součinitel stálého zatížení  $\gamma_{G,j} = 1,5$ .

Pro výpočet mezního stavu použitelnosti uvažujeme součinitel  $\gamma_{G,j} = 1,0$ .

Schodiště se do zatížení desky nezahrnuje, jelikož je navržené s vetknutím do vřetenové zdi a od stropní desky oddělené dilatací.

- VLASTNÍ TÍHA DESKY - tíha železobetonové desky
- OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ - tíha na železobetonovou desku od skladby podlahy (laminátová podlaha, cementový potěr, kročejová izolace) a omítky
- LINIOVÉ ZATÍŽENÍ OD PŘÍČEK - Vzhledem k tomu, že příčky budou zděné a po dobu životnosti se nebudou přemisťovat, zahrnuji toto

zatížení do stálého.

- LINIOVÉ ZATÍŽENÍ OD NOSNÝCH ZDÍ - Toto zatížení je počítané pouze pro nosné zdi 2. NP, které nejsou podepřené v 1. NP. Tíha obvodových zdí se používá pouze pro srovnání se 3D modelem, kde se bere jen tíha ŽB konstrukce. Z tohoto důvodu nezapočítávám tíhu obvodového pláště a tepelné izolace.

Na schodiště působí pouze zatížená rovnoměrné plošně od vlastní tíhy a tíhy skladby podlahy.

## 5.2. PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ

Zatížení od sněhu a větru při výpočtu pro výpočet stropní desky nad 1.NP neuvažujeme.

Pro návrhové hodnoty uvažujeme dílčí součinitel stálého zatížení  $\gamma_{G,j} = 1,35$ .

Pro výpočet mezního stavu použitelnosti uvažujeme součinitel  $\gamma_{G,j} = 1,0$ .

Užitné zatížení: Kategorie **A**- Plochy pro domácí a obytné činnosti

stropní konstrukce:  $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$

## 6. ZATÍŽENÍ – SCHODIŠTĚ

### 6.1. STÁLÉ ZATÍŽENÍ

- VLASTNÍ TÍHA DESKY - tíha železobetonové desky
- OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ - tíha na železobetonovou desku způsobená jednotlivými stupni a keramickým obkladem. Hodnoty jsou přepočítané na rovnoměrné zatížení.

### 6.2. PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ

Užitné zatížení: Kategorie **A**- Plochy pro domácí a obytné činnosti- schodiště:

$q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$

## 7. KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Kombinace byly získány z programu Dlubal RFEM 5.15.01 Typ MSÚ (STR/GEO). Program pracuje na základě metody konečných prvků.

Kombinace odpovídá rovnicím 6.10a a 6.10b podle ČSN EN 1991-1-1.

$$6.10a) \sum \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot G + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$6.10b) \sum \xi \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot G + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

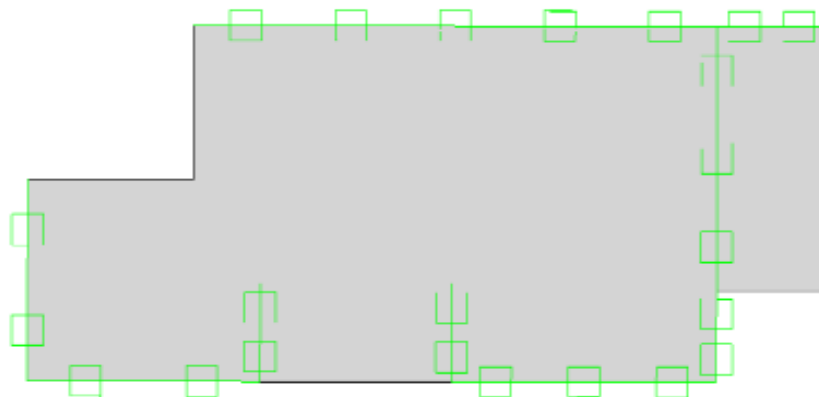
Výstupem programu Dlubal RFEM jsou návrhové vnitřní síly, na které je následně nadimenzovaná stropní i desková konstrukce.

## 8. VOLBA MODELU DESKY

Jelikož je celá konstrukce navrhovaná monoliticky, v místech podpor uvažujeme vetknutí. U konzoly by se dal předpokládat maximální průhyb na konci desky, což neodpovídá reálu, jelikož konzola je ztužená celkovým zmonolitněním se stěnami a stropem nad 2.NP. Proto navrhuji dvě varianty pro zjednodušený model.

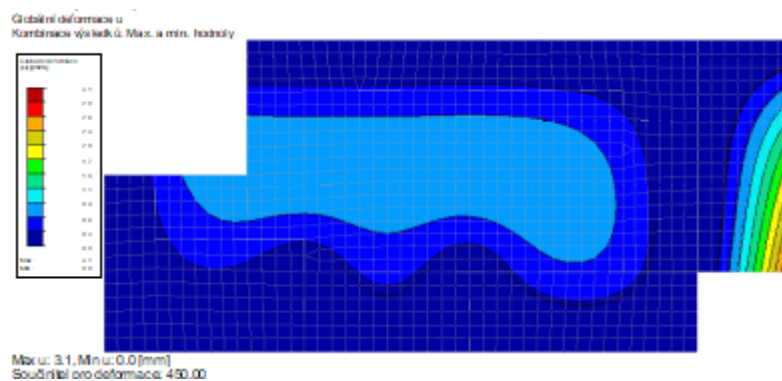
### 8.1. VETKNUTÍ KONZOLY NA JEDNÉ STRANĚ

V modelu 1 je pro zmírnění průhybu konzoly navržené vetknutí na jedné straně.

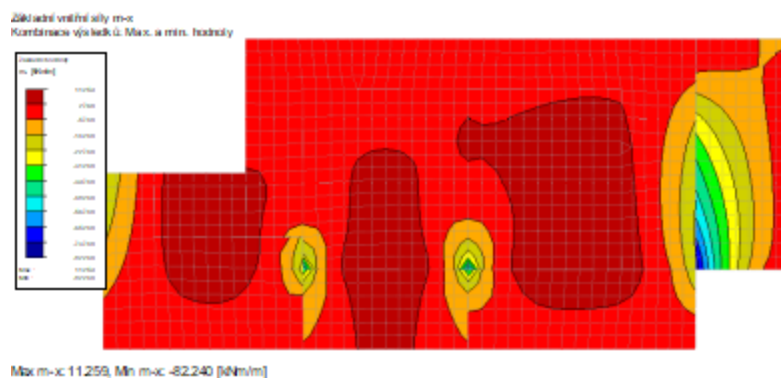


Obrázek 1: Model 1 - přidání vetknutí konzole

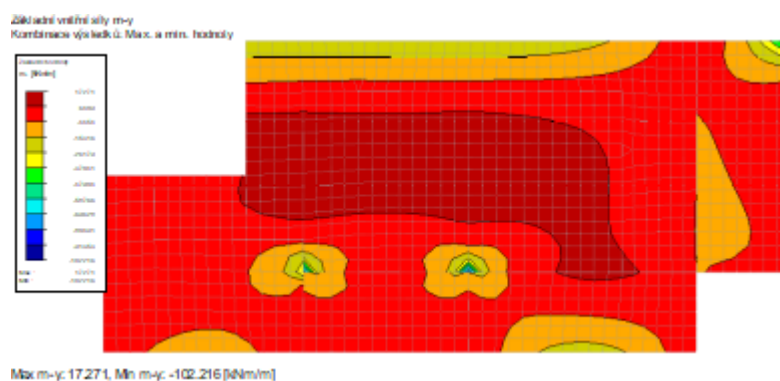
Výsledky globální deformace a momentů ve směru X a Y jsou následující :



Obrázek 2: Model 1 - výsledky deformace u



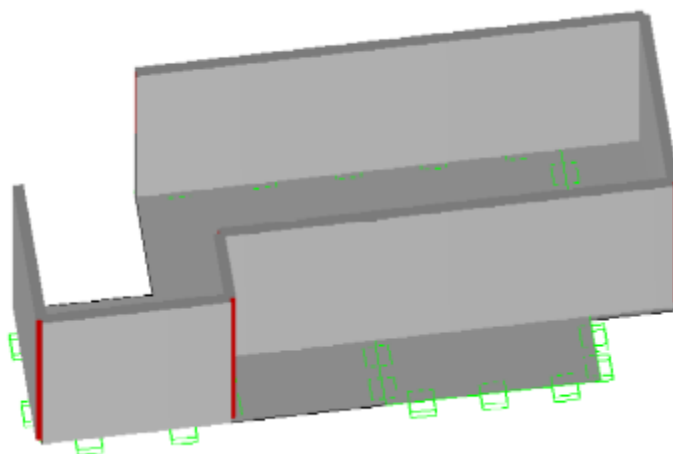
Obrázek 4: Model 1 - výsledky momenty  $M_x$



Obrázek 3: Model 1 výsledky  $M_y$

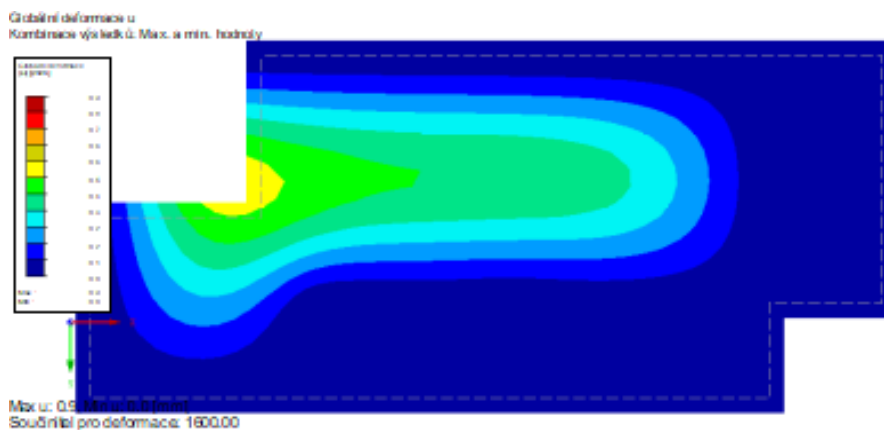
## 8.2.ZTUŽENÍ ŽEBRY VE VÝŠCE STĚN

V modelu 2 jsem vytvořila na vrchní části desky ztužující žebra výšky 2,75m , která simulují monolitické stěny na konstrukci, což způsobí částečně ztužení, zvláště v oblastní konzoly.

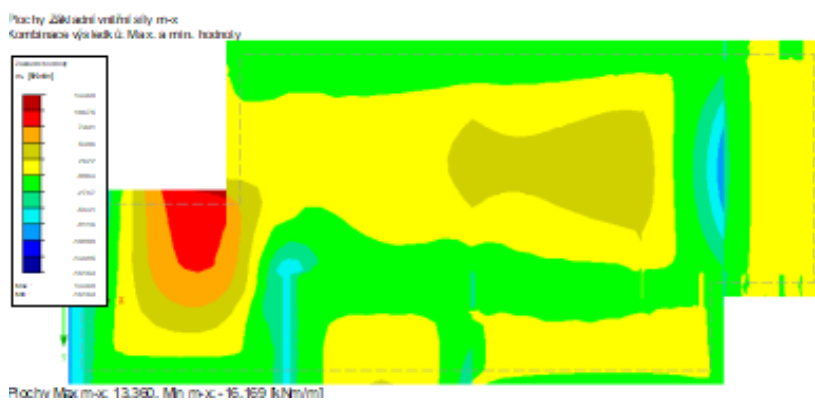


Obrázek 5: Model 2 - ztužení žebry na výšku zdí

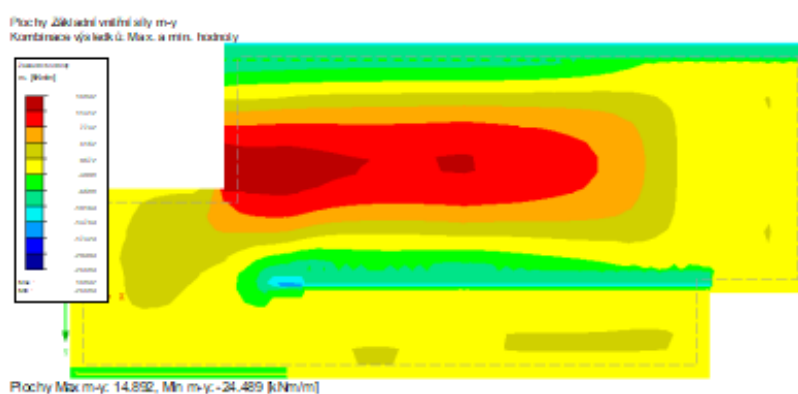
Výsledky globální deformace a momentů ve směru X a Y jsou následující :



Obrázek 8: Model 2- výsledky deformace

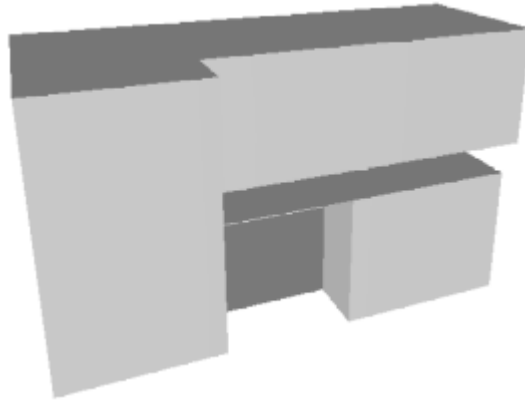


Obrázek 7: Model 2- výsledky momenty Mx



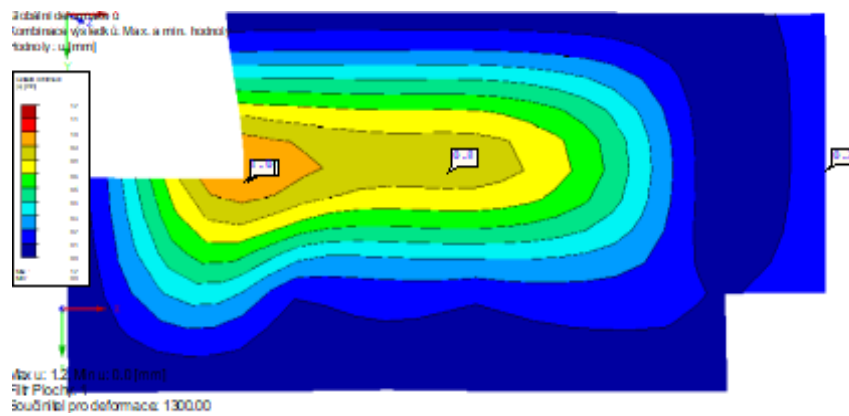
Obrázek 6 Model 2- výsledky momenty My

### 8.3.3D MODEL



Obrázek 9: 3D model

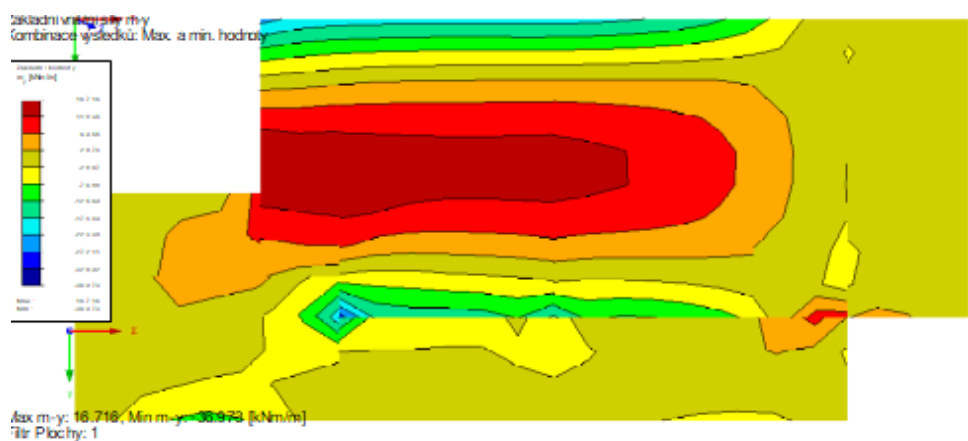
Výsledky globální deformace a momentů ve směru X a Y jsou následující :



Obrázek 11: 3D model- výsledky deformace u



Obrázek 10: 3D model- výsledky momenty  $M_x$



Obrázek 12: 3D model- výsledky momenty  $M_y$

		MODEL 1	MODEL 2	3D MODEL
Deformace $u$ [mm]	U otvoru	0,8	0,9	1,2
	Na konzole	3,0	0	0,2
$M_x$ [kNm/m]	U otvoru	9,2	13,2	10,3
	U konzoly	-61,3	-16,2	-16,7
	U obvod. stěny	-11,9	-10,1	-13,5
$M_y$ [kNm/m]	U otvoru	14,9	14,9	15,9
	U konzoly	-11,4	-3,2	-3,5
	U obvod. stěny	-29,0	-10,3	-19,6

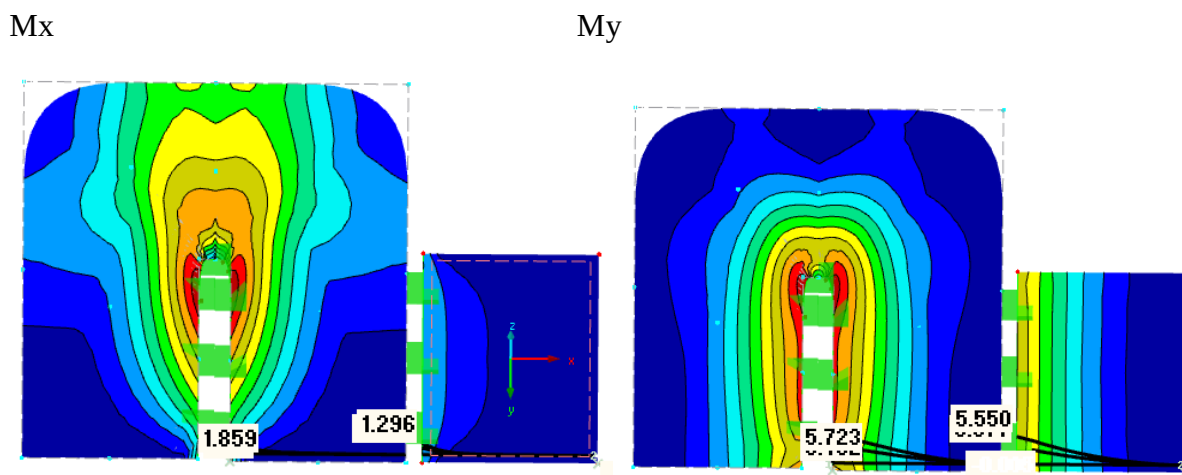
Z tabulky je zřejmé, že model 1 je nepoužitelný, jelikož chování konzoly je odlišné. Model 2 je možné brát v úvahu, i když v případě této konstrukce by byl nejvhodnější přesný 3D model.

## 9. MODEL SCHODIŠTĚ

Jedná se o schodiště mezi 1.NP a 2.NP ve vymodelovaném otvoru stropní konstrukce. Nejprve bude provedena schodišťová deska, na kterou se následně provedou jednotlivé stupně. Schodiště bude samostatně stojící železobetonová konstrukce. Železobetonová deska je uvažována vetknutá po vnitřní straně do vřetenové zdi-monoliticky spojené.

Při modelování zakřivené desky je v programu RFEM nutné použít funkci NURBS plochy, jejíž obvodové křivky jsou B-spline. Tyto křivky neumožňují udělat ostré hrany. U modelu to způsobí zaoblení rohů. Uvedené zjednodušení je možné v modelu brát v úvahu, jelikož chování konstrukce ovlivní minimálně. Deska pak bude vyztužovaná až do rohů.

### 9.1. KONTROLA MODELU NA KRAJI PŘÍMÉ ČÁSTI



Obrázek 13: Schodiště- výsledky momenty  $M_x$  a  $M_y$

## 10. NÁVRH VÝZTUŽE

### 10.1. DESKA - VÝZTUŽ NA OHYB

Ohybová výztuž je dimenzovaná na základě návrhových vnitřních sil z programu RFEM pro daný povrch a směr. Návrh je ve dvou navzájem kolmých směrech. Krytí výztuže je 25mm. Nejprve byla navržena základní síť z prutů o průměrech 10 mm se vzdáleností 300 mm u spodního i horního líce desky. Dovyztužení je potřeba pouze lokálně do mezer pruty  $\varnothing 10$  mm po 300 mm (viz přílohy P2 a P3).

Je nutné brát ohledy na provázání konstrukce se svislými konstrukcemi. Navržení a dimenzování převazující konstrukce bude zpracováno v rámci stěnových konstrukcí. Je nutné dbát na správné uložení hlavní nosné výztuže. V některých případech bude ukládána do třetí vrstvy. Detailně viz příloha P2- výkres č.03- HORNÍ VÝZTUŽ- DETAILY.

Prostupy budou určeny blíže po zpracování specializací. Budou provedeny rozhrnutím výztuže.

Výztuž je nutná ukotvit 400 mm. Při stykování se musí překrývat 500 nebo 550 mm (dle příloh P2)

## **10.2. DESKA - VÝZTUŽ PROTI PROTLAČENÍ**

Smyková výztuž proti protlačení není potřeba. Únosnost desky vyhověla.

## **10.3. SCHODIŠTĚ – VÝZTUŽ NA OHYB**

Výztuž ve schodišťové desce je navržena na základě výpočtu programu RFEM a následným přepočtem vnitřních sil do směrů tangenciálních a příčných. Výztuž je v jednom směru navržena paralelně se střednicí schodiště a v druhém kolmo na tečnu této střednice. V konstrukci budou v obou směrech pruty o průměrech 8 mm ve vzdálenosti 200 mm u horního i dolního povrchu desky. Vzdálenost příčné výztuže se směrem od vřetenové zdi zvětšuje. Maximální rozestupy na vnější straně jsou 300mm. Z tohoto důvodu jsou navrženy příložky. Okraje budou ztuženy lemovací výztuží.

Výztuže bude ukotveno do vřetenové zdi. Na přechodu mezi schodištěm a stropní deskou bude výztuž zavedena minimálně 300mm do vodorovné konstrukce.

Pruty se budou formovat a zastříhovat až na místě při armování dle přílohy P2, výkres č. 05, Výkres výztuže schodiště.

## **11. ZÁVĚR**

Cílem práce bylo zpracovat dílčí části železobetonového monolitického rodinného domu. Byla zpracována stropní deska mezi prvním a druhým nadzemním podlaží a schodišťová deska. Při zpracování modelu bylo nutné zohlednit ztužení celé konstrukce vlivem celkového zmonolitnění. Nepravidelný tvar komplikoval ruční ověření vnitřních sil. Ve zjednodušené formě výsledky s menší odchylkou odpovídaly.

Přínosem této práce bylo získání zkušeností s prací v programu RFEM a dimenzování konstrukce na základě výsledků z něj získaných. Dále také samotná tvorba vhodného modelu k zadané konstrukci a následné zpracování výsledků do dokumentů a výkresů.

## 12. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- ČSN EN 1990: Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. Praha : Český normalizační institut, 2004
- ČSN EN 1991-1 : Eurokód 1: : Zatížení konstrukcí. Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemích staveb: Český normalizační institut, 2004
- ČSN EN 1992-1-1: Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut, 2011
- ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
- BAREŠ, Richard A., Richard A. Bareš, Tabulky pro výpočet desek a stěn, Praha: Státní nakladatelství technické literatury , 1989
- ŠVAŘÍČKOVÁ IVANA, Ing. Ivana Švaříčková Ph.D.: Pomůcky (online) dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/default.htm>

### 13. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Model 1 - přidání vetknutí konzole .....	6
Obrázek 2: Model 1 - výsledky deformace u.....	6
Obrázek 3: Model 1 výsledky $M_y$ .....	7
Obrázek 4: Model 1 - výsledky momenty $M_x$ .....	7
Obrázek 5: Model 2 - ztužení žebry na výšku zdí .....	7
Obrázek 6 Model 2- výsledky momenty $M_y$ .....	8
Obrázek 7: Model 2- výsledky momenty $M_x$ .....	8
Obrázek 8: Model 2- výsledky deformace.....	8
Obrázek 9: 3D model .....	9
Obrázek 10: 3D model- výsledky momenty $M_x$ .....	9
Obrázek 11: 3D model- výsledky deformace u.....	9
Obrázek 12: 3D model- výsledky momenty $M_y$ .....	10
Obrázek 13: Schodiště- výsledky momenty $M_x$ a $M_y$ .....	11

### 14. SEZNAM PŘÍLOH

- P1) POUŽITÉ PODKLADY
- P2) VÝKRESY TVARU A VÝZTUŽE
- P3) STATICKÝ VÝPOČET

## 15. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

$A_c$	průřezová plocha betonu
$A_s$	průřezová plocha výztuže
$A_{s, \min}$	minimální průřezová plocha výztuže
$A_{s, \max}$	maximální průřezová plocha výztuže
$a$	vzdálenost
$b$	šířka průřezu
$c_{\text{nom}}$	nominální krycí vrstva
$c_{\text{min}}$	minimální krycí vrstva
$\Delta c_{\text{dev}}$	přídavek na návrhovou odchylku
$c_{\text{min}, b}$	minimální krycí vrstva s přihlédnutím k požadavku soudržnosti
$c_{\text{min}, \text{dur}}$	minimální krycí vrstva s přihlédnutím k podmínkám prostředí
$\Delta c_{\text{dur}, y}$	přídavná hodnota z hlediska spolehlivosti
$\Delta c_{\text{dur}, \text{st}}$	redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli
$\Delta c_{\text{dur}, \text{add}}$	redukce minimální krycí vrstvy při použití dodatečné ochrany
$d$	účinná výška průřezu
$d_{\text{eff}}$	efektivní výška průřezu
$E_{\text{cm}}$	Sečnový modul pružnosti betonu
$E_s$	Návrhová hodnota modulu pružnosti betonářské oceli
$f_{\text{cd}}$	Návrhová válcová pevnosti betonu v tlaku
$f_{\text{ck}}$	Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku
$f_{\text{ctk}, 0,05}$	Charakteristická pevnost betonu v dostředném tahu
$f_{\text{ctd}}$	Návrhová pevnost betonu v dostředném tahu
$f_{\text{yk}}$	Charakteristická mez kluzu betonářské výztuže
$f_{\text{yd}}$	Návrhová mez kluzu betonářské oceli
$G_{k,j}$	Charakteristická hodnota stálého zatížení
$h$	výška průřezu

$l_{b,rqd}$	základní kotevní délka
$l_{bd}$	kotevní délka
$l_{b,min}$	minimální kotevní délka
$l_o$	stykovací délka
$M_{Ed}$	návrhová hodnota působícího ohybového momentu
$M_{Rd}$	Návrhová hodnota únosnosti průřezu
$N_{Ed}$	návrhová hodnota normálové síly
$N_{Rd}$	Návrhová hodnota únosnosti průřezu
$Q_{k,1}$	Charakteristická hodnota hlavního proměnného zatížení
$Q_{k,i}$	Charakteristická hodnota vedlejšího proměnného zatížení
$s_u$	Vzdálenost mezi vložkami
$u_0$	obvod zdi
$u_1$	základní kontrolaný obvod
$V_{Ed}$	Návrhová hodnota posouvající síly
$V_{Rd,c}$	Smyková únosnost prvku bez smykové výztuže
$v_{min}$	minimální smyková únosnost prvku
$V_{Rd,sy,max}$	maximální únosnost prvku se smykovou výztuží
$x$	rameno vnitřních sil
$z_c$	rameno vnitřních sil k těžišti tlačeního okraje
$z_i$	rameno vnitřních sil k těžišti průřezu betonářské výztuže
$\alpha_1$	= vliv tvaru prutu za předpokladu odpovídající krycí vrstvy betonu
$\alpha_2$	= vyjadřuje vliv minimální betonové krycí vrstvy
$\alpha_3$	= vyjadřuje vliv ovinutí příčnou nepřivařenou výztuží
$\alpha_4$	= vyjadřuje vliv ovinutí příčnou přivařenou výztuží
$\alpha_5$	= vyjadřuje vliv účinku ovinutím příčným tlakem
$\gamma_{G,j}$	Dílčí součinitel stálého zatížení
$\gamma_Q$	Dílčí součinitel proměnného zatížení

$\gamma_c$	součinitel spolehlivosti betonu
$\gamma_s$	součinitel spolehlivosti výztuže
$\epsilon_{cu3}$	Mezní poměrné stlačení betonu pro bilineární pracovní diagram
$\epsilon_s$	Návrhová hodnota poměr
$\Phi$	Průměr prutu betonářské výztuže
$\varphi$	úhel natočení schodišťové desky
$\psi_0$	Součinitel pro kombinační hodnotu proměnného zatížení
$\rho_1$	stupeň vyztužení