

# 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

## ŽELEZOBETONOVÁ NOSNÁ KONSTRUKCE POLYFUNKČNÍHO DOMU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

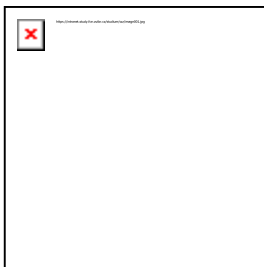
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

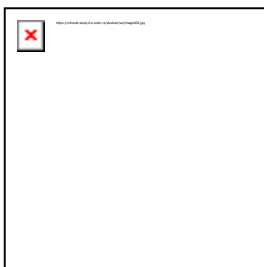
AUTHOR

ANNA MARKOVÁ

BRNO 2013



**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

# **ŽELEZOBETONOVÁ NOSNÁ KONSTRUKCE POLYFUNKČNÍHO DOMU**

REINFORCED CONCRETE STRUCTURE OF A MULTIFUNCTION BUILDING

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

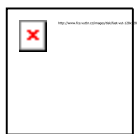
**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**ANNA MARKOVÁ**

**VEDOUcí PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.**

BRNO 2013



# 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>                              | Anna Marková                                          |
| <b>Název</b>                                | Železobetonová nosná konstrukce<br>polyfunkčního domu |
| <b>Vedoucí bakalářské práce</b>             | Ing. Pavel Šulák, Ph.D.                               |
| <b>Datum zadání<br/>bakalářské práce</b>    | 30. 11. 2012                                          |
| <b>Datum odevzdání<br/>bakalářské práce</b> | 24. 5. 2013                                           |
| V Brně dne 30. 11. 2012                     |                                                       |

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

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

## **Podklady a literatura**

Platné předpisy a normy (včetně změn a doplňků) zejména:

ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 19901 -1 až 4 Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí

Další potřebná literatura po dohodě s vedoucím bakalářské práce

## **Zásady pro vypracování**

V rámci bakalářské práce bude navržena železobetonová monolitická stropní konstrukce typického podlaží. Pro analýzu nosné konstrukce bude použit výpočetní program MKP. Výsledky budou ověřeny zjednodušenou ruční metodou. Posouzení prvků proveďte podle mezního stavu únosnosti. Kromě statické analýzy bude vypracována i výkresová dokumentace v odpovídající kvalitě a rozsahu bakalářské práce.

Předepsané výstupy:

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

Přílohy textové části

P1) Použité podklady

P2) Statický výpočet

P3) Výkresová dokumentace

P4) řešení vnitřních sil a výstupy výpočetního programu

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. Pavel Šulák, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

Cílem této vysokoškolské kvalifikační práce je navrhnout železobetonovou monolitickou stropní konstrukci typického podlaží. Jedná se o lokálně podepřenou desku tloušťky 250 mm nepravidelného tvaru. Rozpětí polí je 6 x 6 m s přesahem 1,2 m. Uvnitř objektu je schodiště s výtahovou a instalační šachtou, obehnané monolitickou železobetonovou stěnou tloušťky 300 mm. Konstrukční výška podlaží je 3500 mm. Sloupy mají průřez 450/450 mm. V této práci byla provedena analýza metodou konečných prvků, statický návrh a výkresová dokumentace stropní desky.

## **Klíčová slova**

Železobeton, monolitická stropní konstrukce, návrh, deska, výztuž, protlačení, ohyb, řetězové zřícení, zatížení, zatěžovací stavy

## **Abstract**

The aim of this qualification thesis is to design a reinforced concrete monolithic ceiling construction of typical floor. It concerns locally supported panel that is 250 mm thick and of irregular shape. The spread of the span is 6 x 6 m with the overshoot of 1,2 m. Inside the building there is a staircase with a lift and a plumbing stack that is surrounded by the monolithic reinforced concrete wall that is 300 mm thick. The structural height of the floor is 3500 mm. The pillars` cross-sections are 450/450 mm. An analysis using the end-element method, a static design and a drawing documentation of the ceiling panel were conducted within this thesis.

## **Keywords**

Reinforced concrete, monolithic ceiling construction, design, panel, framework, dent, flection, chain fall, weight, states of loading

### **Bibliografická citace VŠKP**

MARKOVÁ, Anna. *Železobetonová nosná konstrukce polyfunkčního domu*. Brno, 2013. 9 s., 55 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Pavel Šulák, Ph.D..

**Prohlášení:**

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

V Brně dne 24. 5. 2013

.....  
podpis autora

**Poděkování:**

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Pavlu Šulákovi, za odborné vedení při konzultacích, jeho čas a trpělivost. A děkuji své rodině, za finanční a duševní podporu během celého studia.

## **OBSAH:**

|       |                                         |   |
|-------|-----------------------------------------|---|
| 1     | Úvod .....                              | 2 |
| 2     | Popis objektu .....                     | 2 |
| 3     | Konstrukční systém .....                | 3 |
| 3.1   | Svislé prvky .....                      | 3 |
| 3.2   | Vodorovné prvky .....                   | 3 |
| 4     | Návrh konstrukce.....                   | 3 |
| 4.1   | Použité materiály .....                 | 3 |
| 4.2   | Zatížení, řešení vnitřních sil.....     | 4 |
| 4.3   | Návrh konstrukce .....                  | 4 |
| 4.3.1 | Ohybová výztuž.....                     | 4 |
| 4.3.2 | Výztuž proti řetězovému zřícení.....    | 5 |
| 4.3.3 | Smyková výztuž .....                    | 5 |
| 5     | Závěr.....                              | 5 |
| 6     | Seznam použitých zdrojů.....            | 6 |
| 7     | Seznam použitých zkratk a symbolů ..... | 8 |
| 8     | Seznam příloh .....                     | 9 |

# 1 ÚVOD

Úkolem této bakalářské práce bylo navrhnout monolitickou stropní konstrukci typického podlaží polyfunkční budovy. Provést analýzu ve výpočetním programu metodou konečných prvků s ověřením zjednodušenou metodou, posouzení podle mezního stavu únosnosti a vypracování výkresové dokumentace.

Stropní konstrukce je lokálně podepřená. Její analýzu jsem provedla v programu SCIA Engineer 2009 a ověřila Metodou konečných prvků. Maximální ohybové momenty nad podporami, vzaté z řezu konstrukcí v programu, jsou redukovány grafickou metodou. Špice momentů jsou oříznuty ve výšce průniku ohybového momentu a líce sloupu, a následně je velikost momentů přepočítána na šířku pruhu, zpravidla 3 m. Kvůli bezpečnosti, jsou takto získané momenty zvětšeny o 20% (viz příloha P4: Řešení vnitřních sil a výstupy výpočetního programu). Podle mezního stavu únosnosti byla navržena výztuž na ohyb, protlačení a řetězové zřícení. Protlačení vnitřního sloupu je ověřeno také v programu Schöck BOLE (viz příloha P2: Statický výpočet). Výkresová dokumentace byla vypracovaná v rozsahu výkresu tvaru konstrukce, výkres výztuže horního povrchu desky, výkres spodní výztuže a výkres smykové výztuže.

## 2 POPIS OBJEKTU

Objekt je pětipodlažní, se čtyřmi nadzemními a jedním podzemním podlažím. Konstrukční výška všech podlaží je 3,5 m. Jedná se o budovu mezi komunikacemi svírajícími ostrý úhel. Ten je na budově řešen obloukem, který na jedné straně pokračuje šikmo přes jednu řadu sloupů. Budova je rozdělena pravoúhlým systémem sloupů. V jádru objektu jsou sloupy nahrazeny železobetonovým jádrem, obsahujícím schodiště, výtahovou šachtu a instalační šachtu. Délka objektu je 26,4 m, šířka 20,4 m. Zastřešení plochou střechou a založení na základových patkách není v bakalářské práci řešeno. Obvodovou konstrukci tvoří keramické zdivo Porotherm 19 AKU, zateplené 130 mm polystyrenu, doplněné o liniové okno výšky 1,5 m.

### **3 KONSTRUKČNÍ SYSTÉM**

#### **3.1 Svislé prvky**

Svislé nosné prvky tvoří systém železobetonových čtvercových sloupů o straně 450 mm a monolitické jádro se stěnou tloušťky 300 mm a vnitřních rozměrech 5,55 x 5,55 m. Výztuž stěn bude zatažená do stropní desky. Osová vzdálenost sloupů je v obou směrech 6,0 m.

Monolitické deskové schodiště tvoří dvakrát zalomená deska oboustranně vetknutá v místě podest do stěn. Schodiště je dvouramenné, se sklonem 32°. V každém rameni je 10 stupňů výšky 175 mm a šířky 280 mm. Schodišťové rameno délky 2520 mm má šířku 1400 mm. Šířka podesty je 1630 mm, šířka mezipodesty je 1400 mm.

#### **3.2 Vodorovné prvky**

Vodorovné prvky tvoří v každém podlaží stropní deska tloušťky 250 mm. Ta je rozdělená systémem sloupů na 4 x 3 pole, o rozměrech 6 x 6 m. Deska má od osy sloupu přesah 1200 mm.

### **4 NÁVRH KONSTRUKCE**

#### **4.1 Použité materiály**

Pro návrh byl použit beton C25/30, konzistence S2, a ocel B410. Jejich materiálové charakteristiky viz příloha P2: statický výpočet.

Bylo počítáno s životností 80 let – kategorie návrhové životnosti S4, stupeň vlivu prostředí XC1.

Užité průměry prutů výztuže jsou 18 mm pro řetězové zřícení, ohyb 8 mm; 10 mm; 14 mm a 18 mm a smyk 6 a 7 mm. Maximální délka prutu je 9000 mm. Stykování ohybové výztuže 400 mm a výztuže proti řetězovému zřícení 500 mm.

## 4.2 Zatížení, řešení vnitřních sil

Stálé liniové zatížení tvoří obvodové zdivo včetně zateplení a liniové okno. Stálé rovnoměrné zatížení je způsobeno tíhou navrhované desky, podhledu a podlahy.

Nahodilé zatížení je od provozu a přemístitelných příček.

Devět zatěžovacích stavů a čtrnáct jejich kombinací, bylo vytvořeno ručně v programu SCIA Engineer 2009. Výstupy ze softwaru byly ověřeny zjednodušenou Metodou konečných prvků (obě metody výpočtu a jejich srovnání, viz příloha P4: řešení vnitřních sil a výstupy výpočetního programu).

## 4.3 Návrh konstrukce

### 4.3.1 Ohybová výztuž

Krytí výztuže je 35 mm. Výztuž ve směru „y“ je blíže k lici desky, ve směru „x“ je blíže ke středu průřezu.

Spodní výztuž má zpravidla délku vzdálenosti os sloupů, zvětšenou o stykování přesahem. Přesah 400 mm se ob jeden prut výztuže střídá nalevo a napravo od sloupu, ve vzdálenosti 500 mm od jeho osy. Výztuž zpravidla není zkracována, z důvodu následného nedodržení maximální vzdálenosti prutů výztuže 300 mm. Pruty, které mohli být zkráceny, jsou zkráceny 830 mm od osy sloupu, což je součin 0,15 a světlého rozpětí sloupů 5550 mm. Výztuž je v jednotlivých pruzích po stejných vzdálenostech, nebo po jejich násobcích, z důvodu možnosti stykování. Dochází tak k mírnému navýšení plochy výztuže a k složitější kombinaci průřezů jednotlivých prutů.

Horní prutová výztuž ve sloupových pruzích má délku zpravidla 3800 mm, tj. větší než velikost součinu 0,3 a světlého rozpětí sloupů 5550 mm od líce sloupu k okraji výztuže. Pruty, které mohly být zkráceny, mají délku 2670 mm, tj. konec prutu od líce sloupu rovna součinu 0,2 krát světlé rozpětí sloupů. V mezipodporových pruzích jsou jednotlivé pruty délky 3000 mm, tj. větší než vzdálenost konce prutu od líce sloupu rovna 0,22 krát světlé rozpětí sloupů. V místech křížení mezipodporových pruhů desky je prutová výztuž nahrazena KARI sítí  $\phi 8/150/150$  mm o rozměrech 3 x 3 m.

#### **4.3.2 Výztuž proti řetězovému zřícení**

Jsou navrženy čtyři pruty průměru 18 mm, které jsou stykovány přesahem 500 mm ob jeden prut ve třetinách rozpětí.

#### **4.3.3 Smyková výztuž**

Pro vnitřní a krajní sloupy jsou navrženy čtyři řady výztuže, o průměru 6 mm. Pro rohové sloupy je navrženo osm řad výztuže průměru 7 mm.

## **5 ZÁVĚR**

V této práci byl navržen konstrukční systém lokálně podepřené železobetonové desky. Vnitřní síly byly stanoveny metodou konečných prvků, a to programem SCIA Engineer 2009 a ověřeny zjednodušenou metodou součtových momentů. Na mezní stav únosnosti byla navržena ohybová výztuž, výztuž proti řetězovému zřícení a smyková výztuž. Smyková výztuž pro vnitřní sloup byla navíc alternativně vypočtena i softwarem Schöck BOLE.

## 6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ANDĚL, Martin. *Část nosné konstrukce víceúčelové budovy*. Brno, 2012. 17 s., 88 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce prof. Ing. Ivailo Terzijski CSc..
- [2] ČIHÁK, Tomáš. *Obytný objekt - nosná železobetonová konstrukce*. Brno, 2012. 7 s., 71 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Pavel Šulák, Ph.D..
- [3] ČSN EN 1990 Eurokód: *Zásady navrhování konstrukcí*. Praha : Český normalizační institut, březen 2004.
- [4] 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.
- [5] Ing. Miloš Zich, Ph.D. a kolektiv. *Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů*. [editor] Ing. Jiří Bašek. Praha : Dashöfer Holding, Ltd. a Verlag Dashöfer, nakladatelství, s.r.o., září 2010. 145 stran. ISBN 978-80-86897-38-7
- [6] Alena Tichá, Leonora Marková a kolektiv. *Bakalářský seminář (E). Průvodce studiem - pokyny a doporučená pravidla pro psaní bakalářské práce*. Brno 2006. 34 stran. Studijní opory pro studijní program s kombinovanou formou studia. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební.
- [7] *Betonové konstrukce II - BL09, Studijní podklady, Příručka na vytvoření matematického modelu lokálně podepřené desky pomocí programu Scia Engineer*. 28 stran. CZ.1.07/2.2.00/15.0426 Posílení kvality bakalářského studijního programu, Stavební inženýrství.
- [8] Schöck Bole, *Technische Information*. Juli 2009
- [9] Ing. Ludvík Motyčka, *Betonové konstrukce*. Navrhování podle ČSN EN 1992-1-1 1. část. Průmyslová střední škola v Letohradě, květen 2007.
- [10] Ing. Ludvík Motyčka, *Betonové konstrukce*. Navrhování podle ČSN EN 1992-1-1 2. část. Průmyslová střední škola v Letohradě, srpen 2008.
- [11] Ing. Petr Šlapka, *BEK1 – Betonové a zděné konstrukce, Letní semestr 2011/12*. [přednášky ze cvičení v el. formě] České vysoké učení technické v Praze, Fakulta

stavební, katedra betonových a zděných konstrukcí. Dostupné z:  
<<http://concrete.fsv.cvut.cz/~slapka/BEK1/cv4.pdf>>

- [12] Ing. Zdeněk Peřina, Ph.D. 7. *Kreslení svislých konstrukcí*. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební. Pozemní stavitelství I. – cvičení. Dostupné z: <<http://fast10.vsb.cz/perina/ps1esf/svisle-konstrukce.html>>
- [13] *Strnad s.r.o.* 2013. Požadavky na výstavbu schodišť a zábradlí. [komerční internetové stránky] Dostupné z: <<http://www.strand.cz/dokumenty/pozadavky-na-vystavbu-schodist-zabradli-105/>>

## **7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ**

Použité značení je převzato z norem. V případě odlišnosti nebo pro upřesnění jsou vysvětlivky přímo v textu nebo na výkrese, a proto nebyl jejich zvláštní seznam sestavován.

## **8 SEZNAM PŘÍLOH**

P1) Použité podklady

P2) Statický výpočet

P3) Výkresová dokumentace

P4) Řešení vnitřních sil a výstupy výpočetního programu