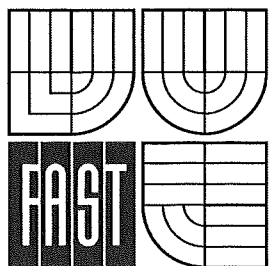


**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## **OBYTNÁ BUDOVA PRO MENTÁLNĚ POSTIŽENÉ, VELEHRAD**

RESIDENTIAL BUILDING FOR MENTALLY HANDICAPPED PEOPLE, VELEHRAD

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

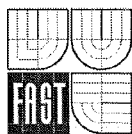
**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**MICHAL ŠULC**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Ing. BOŽENA PODROUŽKOVÁ**

BRNO 2014



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Student** Michal Šulc


**Název** Obytná budova pro mentálně postižené,  
Velehrad

**Vedoucí bakalářské práce** Ing. Božena Podroužková

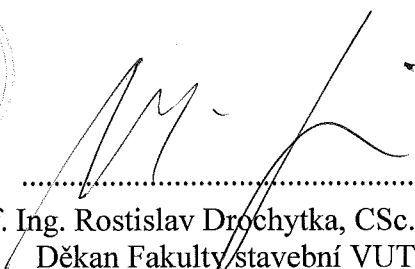
**Datum zadání  
bakalářské práce** 30. 11. 2013

**Datum odevzdání  
bakalářské práce** 30. 5. 2014

V Brně dne 30. 11. 2013

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



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

## Podklady a literatura

Výkresy pro stavební povolení (půdorysy, řezy);

Základní normy:

- ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí (včetně změny A1);
- ČSN EN 1991-1 až 4: Zatížení konstrukcí;
- ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí - Obecná pravidla pro pozemní stavby;
- ČSN EN 206-1: Beton - specifikace, vlastnosti, výroba a shoda;

Literatura doporučená vedoucí bakalářské práce.

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

Vypracujte konstrukční řešení objektu, který má tři nadzemní podlaží.

Svislé nosné konstrukce tvoří zděné stěny v podélném směru.

Vodorovné nosné konstrukce jsou nad 1. a 2. nadzemním podlažím navrženy jako spojitě stropní desky o třech polích, nad 3. podlažím jako deska o jednom poli s převislými konci.

Desky jsou z monolitického železobetonu stejně jako schodiště.

Střecha je sedlová, její nosnou konstrukci tvoří dřevěný krov.

Zaměřte se na dimenzování stropních desek nad 2. a 3. podlažím. Vypracujte výkresy tvaru a výkresy výztuže.

Požadované výstupy:

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

Přílohy textové části:

P1) Použité podklady

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 elektronicke formě dle směrnic a na CD.

## Struktura bakalářské/diplomové 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. Božena Podroužková  
Vedoucí bakalářské práce

**Abstrakt**

Bakalářská práce je zaměřena na návrh monolitické železobetonové stropní desky obytného objektu, vypracování výkresů tvaru a výkresů výztuže řešených prvků. Řešené stropní desky se nacházejí nad prvním a třetím nadzemním podlažím. Výpočty vnitřních sil jsou provedeny ručně a výpočetním programem od společnosti Dlubal.

**Klíčová slova**

železobetonová stropní deska, vnitřní síly, zatížení, kombinace zatížení, návrh, výkres výztuže, výkresová dokumentace

**Abstract**

The bachelor thesis is aimed for design of monolithic reinforced concrete slab of residential building, elaboration drawings of shape and drawings of reinforcement of selected elements. The slabs are situated over the first and third floor. Calculations of internal forces is made manually and by software system from Dlubal company.

**Keywords**

reinforced concrete slab, internal forces, load, load combinations, design, scheme of reinforcement, drawing documentation

...

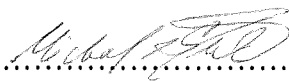
## **Bibliografická citace VŠKP**

Michal Šulc *Obytná budova pro mentálně postižené, Velehrad*. Brno, 2014. 7 s., 57 s. příl.  
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a  
zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Božena Podroužková

**Prohlášení:**

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

V Brně dne 27.5.2014



.....  
podpis autora  
Michal Šulc

Poděkování: .....

Děkuji vedoucí své práce, paní Ing. Boženě Podroužkové za odborný přístup, cenné rady a dostatek trpělivosti při vypracovávání bakalářské práce.

# PRŮVODNÍ ZPRÁVA

## **Obsah:**

- 1 Úvod
- 2 Popis objektu
- 3 Popis řešení konstrukce
- 4 Zatížení
- 5 Způsob vyztužení
- 6 Průhyb
- 7 Závěr



## 1. Úvod

Zadání závěrečné práce ve vybraném objektu (obytná budova pro mentálně postižené ve Velehradě) se týká návrhu a posouzení dvou železobetonových desek umístěných nad 1. a 3. nadzemním podlažím.

## 2. Popis objektu

Jedná se o trojpodlažní stavbu s valbovou střechou se sklonem  $25^\circ$ . Nosné zdivo dělí stavbu na tři podélné trakty. Stavba je zhotovena ze zdícího systému Porotherm. Obvodové stěny mají tloušťku 450 mm a vnitřní nosné zdi 300 mm. Světlé rozpony podélných traktů jsou 6,15 – 4,8 – 6,15 m. Délka stavby činí 22,7 m a šířka 3,8 m. Konstrukční výšky jsou ve všech podlažích 2,95 m. Z venkovní strany obvodové zdi je samonosná přízdívka z vápenopískových cihel v tloušťce 150 mm. Příčky mezi obytnými místnostmi jsou zděné z plných cihel tl. 150 mm. V umývárkách a záchodech jsou příčky z pórobetonu s tl. 100 mm. Na řešené konstrukce byl použit beton C 30/37 a ocel třídy B500B.

## 3. Popis řešení konstrukce

Deska nad 1NP má tloušťku 200 mm a je jednosměrně pnutá přes všechny tři trakty budovy. Na obvodovém zdivu je uložena 300 mm a doplněna o tepelnou izolaci z polystyrénu tl. 150 mm. Byla uvažována jako nosník o třech polích s prostým podepřením na obou koncích a vypočítána ručně pomocí zjednodušené deformační metody. V souměrné části budovy ve třech kombinacích zatížení a v nesouměrně ve dvou pro dimenzaci výztuže v místě umýváren, kde se vlivem většího počtu příček výrazně lišilo zatížení, přičemž v protilehlém, kde je umístěna jídelna, je stálé zatížení naopak o rozpočítané příčky menší, než ve zbylé části budovy. V této nesymetrické části jsou v desce umístěny dva otvory kvůli prostupu stoupaček a odpadům o velikosti 600 x 150 mm, vzdáleny od sebe 700 mm.

Deska nad 3NP se nachází nad obydleným podkrovím a je pnutá jednosměrně přes prostřední trakt a na obou koncích konzolově vyložena do světlé vzdálenosti 3,05 m od vnitřní stěny. Do obou konzol je zakotvena pozednice, do níž je přenášeno zatížení od krokví. Do středu prostředního pole je po 4,2 m (vzdálenost plných vazeb krovu) opřena sloupek, který přenáší zatížení z vrcholové vaznice do desky. Tloušťka desky byla navržena ze čtrnáctiny efektivní délky konzoly a zaokrouhlena nahoru na 220 mm. Na desku je umístěna tepelná izolace z kamenné vlny v tloušťce 200 mm a krytá OSB deskou. V desce jsou dva otvory. Jeden pro komín s rozměry 450 x 800 mm a druhý 600 x 600 mm pro průlez s nízkým pohybem osob.

Jako součást obou desek je také navrženo pět překladů s rozměry a zatížením, pro něž neměl systém Porotherm ekvivalent. Pro první desku se světlými rozpory 2,35 – 3,6 – 4,8 a 4,7 m s výškou 450 mm. Pro druhou desku s rozpětím 3,6 a 3,1 m a výškou 470 mm. Jsou uvažovány jako nosníky částečně vetknuté na obou koncích. Jejich uložení se dle rozponu a modulů zděných tvárnic pohybuje od 250 do 375 mm.

## 4. Zatížení

Pro desku nad 1NP bylo vypočteno stálé zatížení od vlastní tíhy desky, omítky a podlahy, jež je tvořena parketami na betonové roznášecí vrstvě nad zvukovou izolací. Do stálého zatížení v krajních polích jsou i rozpočítány příčky oddělující od sebe obytné místnosti. V pravém poli v místě umývárny působí na víc osamělá síla od 300 mm tlusté příčky, která je využita pro vedení odpadů a stoupaček. Proměnlivé zatížení se v pokojích uvažuje 1,5 kN/m<sup>2</sup> a ve společných prostorách, jako jsou hala s jídelnou, 3 kN/m<sup>2</sup>. Zatížení je kombinováno dle normy a byli vybrány extrémní vztahy ze vztahů 6.10a a 6.10b.

Na desku nad 3NP působí rovnoměrné stálé zatížení od vlastní tíhy desky, omítky, tepelné izolace a roznášecích OSB desek. Na koncích konzol jsou síly, pomocí nichž jsou převedeny do desky výsledky kombinace zatížení od krovu a proměnlivého zatížení na něm. V místě plné vazby působí také síla ve středu středního pole od sloupku krovu, jež podporuje vrcholovou vaznici krovu. Výsledné síly od váhy vlastního krovu a od proměnlivého zatížení na něm (sníh, vítr příčný, vítr podélný) byly vypočteny programem RSTAB 8 od firmy Dlubal. Kombinace byly vytvořeny dle norem.

Překlady jsou zatěžovány vlastní vahou konstrukcemi nad nimi a u překladů umístěných napříč pnutí desek i rekcmi od zatížení na nich.

## 5. Způsob vyztužení

Hlavní výztuž je kladena ve směru pnutí obou desek u horního povrchu nad podporami a u dolního povrchu v polích. U žádné z kombinací nevyvodilo zatížení ve středním poli větší kladný moment a proto je zde výztuž při dolním povrchu pouze minimální dle konstrukčních zásad. Rozdělovací výztuž v deskách je stanovena jako minimálně 25% plochy výztuže hlavní, kvůli lepšímu roznášení zatížení od jednotlivých příček v příčném směru. U prostě uložených konců desky a také u hrany desky, která je rovnoběžná s jejím pnutím, byla navržena výztuž při horním povrchu na čtvrtinu momentu z přilehlého pole a pne se do délky, která je rovna nejméně jedné pětině pole směrem do desky. Při dolním okraji stropní desky nad 3NP byla navržena jen minimální výztuž, neboť v žádném z polí v žádné kombinaci nevyšel kladný ohybový moment. Výztuž, která je přerušena otvory v deskách, byla nahrazena výztuží o stejné ploše umístěné na víc do pruhů kolem otvorů. Šířka pruhů je rovna polovině šířky daného otvoru ve směru příčném na přerušenu výztuž. Krytí hlavní výztuže v deskách je 25 mm a u překladů nejméně 30 mm,

příčemž třmínky o průměru 6 mm jsou kryty jen 24 mm vrstvou betonu. Distanční podložky jsou uspořádány dle zvyklostí dodavatele.

## 6. Průhyb na konzole

Průhyb byl stanoven z kvazistálé kombinace zatížení, vypočten na konci konzole, která je tvořena deskou o tloušťce 220 mm vyloženou 3,05 m od líce podpory. Efektivní modul pružnosti, jež zahrnuje i vliv dotvarování ve stáří betonu 28 dní, byl vypočten na 10 GPa. Momenty setrvačnosti byly stanoveny nejprve na trhlinami neporušeném průřezu a následně na průřezu trhlinami porušeném. Výchozí průhyby z obou případů byly kombinovány pomocí součinitele  $\xi$  (v normě  $\zeta$ ) vystihující vliv tahového zpevnění. Výsledný průhyb byl 72 mm, což několika násobně překračuje povolenou hodnotu, která je stanovena jako  $1/250$  rozpětí prvku a to bez vlivu smršťování. Výška průřezu byla tedy zvýšena na 300 mm, což je téměř desetina vyložení, a upravena byla i hlavní výztuž. Postup výpočtu byl opakován a výsledek od namáhání průřezu bez trhlin vyšel 15 mm, což sice mírně přesahuje povolenou hodnotu, ale lze to eliminovat nadvýšením bednění na povolené maximum ( $1/250$  rozpětí). Avšak je třeba říci, že při krátkodobém zatížení v průřezu trhliny jistě vzniknou a průhyb by tedy nevyšel ani s povoleným nadvýšením. Další zvyšování desky, která je už tak dost nevhodná považují za zbytečné a neefektivní. Je jisté, že průhyb nevyšel především kvůli přílišnému vyložení konzole, které převyšuje polovinu délky středního pole o 0,65 m a následně způsobuje pootočení nad podporou, které má na celý průhyb podle výpočtu největší vliv. Při zachování dané konstrukce krovu považují za nejlepší změnu podpory krovu na konci konzole z pozednice na vaznici opřenou do sloupků vedených příčkami do stropní desky nad 2NP, jež si dokáže s přitížením, při zvětšení výztuže v pásu pod příčkou, lépe poradit. Žádná deska by se tedy nad 3NP nedělala a podhled by se zavěsil na kleštiny. V místě plné vazby krovu by bylo nutné pro sloupek z vrcholové vaznice umístit trám, který přenesení zatížení do nosných stěn. Takové řešení považují za ekonomičtější a z hlediska trvání výstavby také mnohem rychlejší.

## 7. Závěr

V této práci byly vypočteny vnitřní síly stropních desek a překladů s nimi souvisejících, převážně ručním výpočtem. K výpočtu sil od kombinací zatížení na krovu byl použit výpočetní program RSTAB 8 od firmy Dlubal. Byla navržena výztuž obou desek a překladů na MSÚ. Desky byly posouzeny na ohyb a na únosnost ve smyku, kterou splňují bez nutné smykové výztuže. Překlady byly posouzeny na ohyb a z posouzení smyku vyšla nutná smyková výztuž (třmínky), která je znázorněna ve výkresech. Konzola na desce nad 3NP byla také posouzena na průhyb, který z výše uvedených důvodů nevyšel, a byla doporučena změna konstrukce.

## **Seznam použitých zdrojů**

- ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí (včetně změny A1);
- ČSN EN 1991-1 až 4: Zatížení konstrukcí;
- ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí - Obecná pravidla pro pozemní stavby;

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ:

$Q_k$	charakteristická hodnota proměnného zatížení
$G_k$	charakteristická hodnota stálého zatížení
$E_s$	modul pružnosti betonářské oceli
$E_{cm}$	sečný modul pružnosti betonu
$E_{c,eff}$	účinný modul pružnosti betonu
$\gamma_G$	dílčí součinitel stálého zatížení
$\gamma_Q$	dílčí součinitel proměnného zatížení
$\gamma_M$	dílčí součinitel vlastnosti materiálu
$f_{ck}$	charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku
$f_{cd}$	návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku
$f_{yk}$	charakteristická hodnota meze kluzu betonářské oceli
$f_{yd}$	návrhová hodnota meze kluzu betonářské oceli
$d$	účinná výška průřezu
$h$	výška průřezu
$b$	šířka průřezu
$l$	délka pole daného nosníku
$l_s$	světlná vzdálenost mezi podporami daného nosníku

## **SEZNAM PŘÍLOH:**

P1) POUŽITÉ PODKLADY

P2) STATICKÝ VÝPOČET

P3) VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE