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

# NOSNÁ ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE PRODEJNY A SKLADU SPORTOVNÍHO VYBAVENÍ

REINFORCED CONCRETE STRUCTURE

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE BC. IVO HASALA
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2014

# 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. Ivo Hasala |
| **Název** | Nosná železobetonová konstrukce prodejny a skladu sportovního vybavení |
| **Vedoucí diplomové práce** | Ing. Pavel Šulák, Ph.D. |
| **Datum zadání diplomové práce** | 31. 3. 2013 |
| **Datum odevzdání diplomové práce** | 17. 1. 2014 |

V Brně dne 31. 3. 2013

| | |
|---|---|
| ..... | ..... |
| prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc. | prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA |
| Vedoucí ústavu | Děkan Fakulty stavební VUT |

**Podklady a literatura**

Stavební podklady
Platné předpisy a normy (včetně změn a doplňků) zejména:
ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1 až 4: Zatížení stavebních konstrukcí
ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí
Literatura doporučená vedoucím diplomové práce.

**Zásady pro vypracování**

V rámci práce bude provedeno navržení a posouzení hlavních částí nosné konstrukce železobetonového skeletu. Výpočet vnitřních sil bude proveden pomocí dostupného programu a následně provedena kontrola správnosti výsledku zjednodušenou metodou. Kromě statické analýzy bude vypracována i výkresová dokumentace v odpovídající kvalitě a rozsahu. Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové práce.

Požadované výstupy:
Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)
Přílohy textové části:
P1. Použité podklady.
P2. Výkresy - tvaru a výztuže (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce).
P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x).
Popisný soubor závěrečné práce (1x).
Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

**Předepsané přílohy**

.....
Ing. Pavel Šulák, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

**Abstrakt**
V mé diplomové práci se zabývám statickým řešením vybraných prvků železobetonové budovy o dvou nadzemních podlažích a jednom podzemním podlaží. Vybranými prvky jsou piloty, střešní deska D1, sloup S1 ve 2NP, schodiště SK1 v 1NP, žebro Z1 ve 2NP, stěna ST6 ve 2NP, exteriérový strop u ocelového schodiště D5.
Součástí práce je srovnání výsledků ručního řešení pilot s výsledky programu GEO 5. Pro každou pilotu je spočtena mezní zatěžovací křivka, která je vložena jako funkce tuhosti pro podpory v podzemním podlaží. Dále je základová deska budovy podepřena plošnou podporou typu Soilin. Tímto způsobem zohledňuji v mé práci interakci s podložím včetně možného poklesu podpor.
V dalším bodu srovnávám hodnoty ohybových momentů z programového řešení Scia Engineer se zjednodušenou metodou součtových momentů pro dva vybrané pásy střešní desky D1.
Každý vybraný prvek posuzuji dle mezního stavu únosnosti a mezního stavu použitelnosti.
V posledním bodu porovnávám chování konstrukce při podepření tuhém bez interakce s podložím s podepřením pilotami včetně interakce s podložím.

**Klíčová slova**
Interakce s podložím, nelineární tuhost podpory, piloty, sloup, stěna, deska, schodiště, srovnání výpočtových modelů, metoda součtových momentů, srovnání podepření.

**Abstract**
In my master´s thesis I deal with static solution of basic elements of reinforced concrete building with two abovegrounds and one underground storey. These selected elements are piles, roof board D1, column S1 in 2NP, stairway SK1 in 1NP, beam Z1 in 2NP, wall ST6 in 2NP, exterier board near the steel stairway.
The component of my work is a comparison of manual calculation of piles and computer calculation of piles (GEO 5). Each of piles have their own load limit curve. This load limit curve is in the computer calculation as a function of support in underground storey. The underground board have a Soilin surface support. In this way I think the interaction with subsoil and with decline piles.
In the next point I compare bending moments of computer calculation Scia Engineer and the simplified method of sum moments for two selected lanes of roof board.
Each of elements I judge by ultimate limit state and by ultimate limit availability.
In the last point I compare a behavior of the structure with solid support without interaction with subsoil and with piles support with interaction with subsoil.

**Keywords**
Interaction with subsoil, nonlinear rigidity of piles, piles, column, wall, stairway, comparison of computational models, sum moments method, support comparison.

**Bibliografická citace VŠKP**

Bc. Ivo Hasala *Nosná železobetonová konstrukce prodejny a skladu sportovního vybavení.* Brno, 2014. 14 s., 180 s. příl. Diplomová 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 zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 17.1.2014

……

podpis autora
Bc. Ivo Hasala

**Poděkování:**

Rád bych poděkoval Ing. Pavlu Šulákovi, Ph.D. za jeho ochotu a čas, který mi věnoval při vypracovávání mé diplomové práce.

V Brně dne 17.1.2014

……

podpis autora
Bc. Ivo Hasala

# OBSAH

**ÚVOD** ..... **3**

**PRŮVODNÍ ZPRÁVA** ..... **4**

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ..... 4

*1.1 ÚDAJE O STAVBĚ* ..... *4*

2. ZATÍŽENÍ ..... 4

- *1NP 5,0 kN/m$^2$* ..... *4*
- *2NP 5,0 kN/m$^2$* ..... *4*
- *střecha 0,75 kN/m$^2$* ..... *4*
- *přitížení terénu 0,7 kN/m$^2$* ..... *4*
- *přemístitelné příčky v 1PP 0,5 kN/m$^2$* ..... *4*
- *přemístitelné příčky v 1NP 0,5 kN/m$^2$* ..... *4*
- *přemístitelné příčky ve 2NP 0,8 kN/m$^2$* ..... *4*
- *výtah 0,81 kN/m$^2$* ..... *4*

3. DILATAČNÍ CELKY ..... 4

4. PROSTOROVÁ TUHOST OBJEKTU ..... 5

Prostorová tuhost objektu je zajištěna železobetonovými obvodovými stěnami a dále železobetonovými stěnami výtahové šachty. Při hloubení stavební jámy bude svah zajištěn pomocí ocelových pažnic s výdřevou. . 5

5. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ PODMÍNKY ..... 5

6. POPIS KONSTRUKCÍ ..... 6

*6.1 Stropní desky:* ..... *6*

*6.2 Schodiště:* ..... *6*

*6.3 Atika:* ..... *6*

*6.4 Svislé nosné konstrukce* ..... *6*

*6.5 Založení budovy* ..... *6*

7. POUŽITÉ MATERIÁLY ..... 7

*7.1 Beton* ..... *7*

*7.2 Betonářská výztuž* ..... *7*

*7.3 Ocel* ..... *7*

8. POŽADAVKY NA KONTROLU KRYTÝCH KONSTRUKCÍ ..... 7

9. BOURACÍ PRÁCE ..... 7

10. BEZPEČNOST PRÁCE ..... 7

**ZÁVĚR** ..... **8**

**SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ** ..... **8**

1. NORMY ..... 8
2. LITERATURA ..... 8
3. SOFTWARE ..... 9
4. INTERNETOVÉ STRÁNKY ..... 9

**SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ** ..... **9**

**SEZNAM PŘÍLOH** ..... **14**

1. PŘÍLOHA P1 – Použité podklady ..... 14
   - *1.1 Skladby konstrukcí* ..... *14*
   - *1.2 Výstupy z programu GEO* ..... *14*
2. PŘÍLOHA P2 – Výkresová dokumentace ..... 14
   - *2.1 Výkres výztuže desky D1 – dolní povrch* ..... *14*
   - *2.2 Výkres výztuže desky D1 – horní povrch* ..... *14*
   - *2.3 Výkres výztuže desky D1 – řetězové zřícení* ..... *14*
   - *2.4 Výkres výztuže sloupu S1 ve 2NP* ..... *14*
   - *2.5 Výkres výztuže stěny ST6 ve 2NP* ..... *14*
   - *2.6 Výkres výztuže schodiště SK1 v 1NP* ..... *14*
   - *2.7 Výkres výztuže žebra Z1 ve 2NP* ..... *14*
   - *2.8 Výkres výztuže piloty A* ..... *14*
   - *2.9 Výkres tvaru konstrukcí ve 2NP* ..... *14*
   - *2.10 Výkres tvaru konstrukcí v 1NP* ..... *14*
3. PŘÍLOHA P3 – Statický výpočet ..... 14

# ÚVOD

V mé diplomové práci se zabývám statickým posouzením základních konstrukčních prvků železobetonové monolitické budovy. Řešený objekt má 2 nadzemní podlaží a 1 podzemní podlaží. Podzemní podlaží slouží jako parkoviště. Prostory nadzemního podlaží jsou z větší části využívány jako prodejna sportovního oblečení.
Součástí statického výpočtu je řešení následujících prvků:

- Piloty (typu A, B, C, D, E) (viz. příloha P3 – Statický výpočet)
- Střešní deska D1 (viz. příloha P3 – Statický výpočet)
- Sloup S1 ve 2NP (viz. příloha P3 – Statický výpočet)
- Schodiště SK1 v 1NP (viz. příloha P3 – Statický výpočet)
- Žebro Z1 ve 2NP (viz. příloha P3 – Statický výpočet)
- Stěna ST6 ve 2NP (viz. příloha P3 – Statický výpočet)
- Deska D5 nad venkovním schodištěm (viz. příloha P3 – Statický výpočet)

Pro vyhodnocení vnitřních sil na všech výše uvedených prvcích jsem použil program Scia Engineer verze 2011.1. Počet zatěžovacích stavů nahodilých zatížení pro různé šachy a počet nelineárních kombinací jsem volil s ohledem na časovou, softwarovou a hardwarovou náročnost nelineárního výpočtu.
Dále jsem použil pro posouzení pilot výpočetní program GEO 5. Výstupy z programu GEO 5 jsem porovnával s ručním výpočtem všech pilot. Výstupy z programu GEO 5 jsou součástí přílohy P1 – Použité podklady a hlavní číselné hodnoty jsou uspořádány v příloze P3 – Statický výpočet. Zjištěné hodnoty mezních zatěžovacích křivek jednotlivých pilot byly zadány jako funkce tuhosti pro podpory v globálním modelu Scia Engineer v 1PP. Tím jsem zohlednil možný pokles podpor pro aktuální zatížení.
Dále jsem provedl srovnání výsledků ručního řešení pro dva zvolené pruhy střešní desky D1 metodou součtových momentů a výsledků z programu Scia Engineer. Srovnával jsem výsledky ručního řešení, 3D globálního modelu Scia Engineer a 2D lokálního modelu Scia Engineer. Tabulkové srovnání je uvedeno v příloze P3 – Statický výpočet.
V poslední části jsem srovnal chování globálního modelu při podepření tuhém bez interakce s podložím s chováním globálního modelu při podepření pilotami včetně interakce s podložím. Srovnání je součástí přílohy P3 – Statický výpočet.

# PRŮVODNÍ ZPRÁVA

## 1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

### 1.1 ÚDAJE O STAVBĚ

| | |
|---|---|
| Název objektu: | Snowboard Zezula |
| Adresa: | Hudcova 309/2a |
| | 621 00, Brno – Medlánky |
| Informace: | Katastrální území Brno – Královo Pole |
| | Číslo parcely 408/1 |
| | Číslo popisné 3078 |
| Projektant: | Bc. Ivo Hasala |
| Zodpovědný projektant: | Bc. Ivo Hasala |

Předmětem této průvodní zprávy je seznámení s konstrukčním řešením daného objektu Snowboard Zezula. Objekt má navržena dvě nadzemní podlaží a jedno podzemní podlaží. Půdorysné rozměry obdélníkového tvaru jsou přibližně 39,1x19,6 m. Podzemní podlaží slouží jako parkoviště. Nadzemní podlaží se půdorysně rozšiřují směrem k protější budově s číslem popisným 172. V projektu je uvažováno s budoucím možným prosklením otvoru ve střešní desce jako architektonickým prvkem. Tento otvor je doposud zastřešen trapézovým plechem se všemi vrstvami střešního pláště.

## 2. ZATÍŽENÍ

Nahodilá zatížení jednotlivých prvků byly vyčíslena dle ČSN EN 1991-1-1, stálá zatížení byla vyčíslena primárně dle podkladů výrobců materiálů a dále také dle ČSN EN 1991-1-1. Veškeré hodnoty zatížení jsou zadány do modelu v charakteristických hodnotách a poté dle zvolených kombinací upraveny danými součiniteli.

Výpis nahodilých zatížení:

a) Užitná:

| | |
|---|---|
| - 1PP | 2,5 kN/m$^2$ |
| - 1NP | 5,0 kN/m$^2$ |
| - 2NP | 5,0 kN/m$^2$ |
| - střecha | 0,75 kN/m$^2$ |
| - přitížení terénu | 0,7 kN/m$^2$ |
| - přemístitelné příčky v 1PP | 0,5 kN/m$^2$ |
| - přemístitelné příčky v 1NP | 0,5 kN/m$^2$ |
| - přemístitelné příčky ve 2NP | 0,8 kN/m$^2$ |
| - výtah | 0,81 kN/m$^2$ |

b) Ostatní:

| | |
|---|---|
| - sníh | 1,0 kN/m$^2$ |
| - vítr | 25 m/s |

## 3. DILATAČNÍ CELKY

Celý objekt je navržen jako jeden dilatační celek.

## 4. PROSTOROVÁ TUHOST OBJEKTU

Prostorová tuhost objektu je zajištěna železobetonovými obvodovými stěnami a dále železobetonovými stěnami výtahové šachty. Při hloubení stavební jámy bude svah zajištěn pomocí ocelových pažnic s výdřevou.

## 5. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ PODMÍNKY

Z geomorfologického hlediska se daná lokalita řadí do provincie České vysočiny, subprovincie Česko-moravské soustavy, oblasti Brněnské vrchoviny, celku Bobravské vrchoviny, podcelku Řečkovicko-kuřimského prolomu. Geologické podloží tvoří předkvartérní sedimenty miocenní, zastoupené zde vápnitým jílem. Kvartérní sedimenty tvoří písčité štěrky, které jsou překryté vrstvou spraše.
Hladina podzemní vody nebyla zjištěna.
Geologický profil je také součástí přílohy P1 – Použité podklady a přílohy P3 – Statický výpočet.

<u>Předpokládaný geologický profil:</u>

| | | |
|---|---|---|
| 0 – 6,9 m | Spraš žlutohnědá, vápenitá, pevná | F6 CI |
| 6,9 – 7,5 m | Písčitý štěrk, ulehlý, Ø5 až 8 mm | G2 GP |
| 7,5 - | Jíl vápenitý, šedozelený, pevný | F8 CH |

<u>Geotechnické vlastnosti zemin:</u>

a) Spraš žlutohnědá, vápenitá, pevná (F6 CI)

- Poissonovo číslo $\nu = 0,4$
- Převodní součinitel $\beta = 0,47$
- Objemová tíha $\gamma = 21\ kN/m^3$
- Modul deformace $E_{def} = 8\ MPa$
- Oedometrický modul $E_{oed} = 17,021\ MPa$
- Efektivní soudružnost $c_{ef} = 20\ kPa$
- Efektivní úhel vnitřního tření $\varphi_{ef} = 17\ °$
- Výpočtová únosnost $R_{dt} = 200\ kPa$

b) Písčitý štěrk, ulehlý, Ø5 až 8 mm (G2 GP)

- Poissonovo číslo $\nu = 0,2$
- Převodní součinitel $\beta = 0,9$
- Objemová tíha $\gamma = 20\ kN/m^3$
- Modul deformace $E_{def} = 200\ MPa$
- Oedometrický modul $E_{oed} = 222,2\ MPa$
- Efektivní soudružnost $c_{ef} = 0\ kPa$
- Efektivní úhel vnitřního tření $\varphi_{ef} = 40\ °$

c) Jíl vápenitý, šedozelený, pevný (F8 CH)

- Poissonovo číslo $\nu = 0,42$
- Převodní součinitel $\beta = 0,37$
- Objemová tíha $\gamma = 20,5\ kN/m^3$
- Modul deformace $E_{def} = 6\ MPa$
- Oedometrický modul $E_{oed} = 16,216\ MPa$
- Efektivní soudružnost $c_{ef} = 15\ kPa$
- Efektivní úhel vnitřního tření $\varphi_{ef} = 15\ °$

Výše popsané základové poměry lze považovat za jednoduché. Navrženou konstrukci lze považovat za náročnou. Při návrhu základů náročných staveb v jednoduchých základových poměrech se postupuje podle 2. geotechnické kategorie.
Základová půda, po nasycení jakoukoliv vodou je náchylná k prosedání.

## 6. POPIS KONSTRUKCÍ

Železobetonové konstrukce v interiérových částech jsou provedeny jako pohledový beton s třídou pohlednosti PB3. Do těchto konstrukcí patří sloupy, stěny z interiérové části, stěny výtahové šachty z interiérové části, obvodová žebra ze spodních a vnitřních stran, schodiště a dále boční a spodní část exteriérového stropu u ocelového schodiště.

### 6.1 Stropní desky:

Stropní desky jsou projektovány jako železobetonové s nosnou výztuží v obou směrech. Tyto desky jsou podporovány železobetonovými sloupy, železobetonovými stěnami a obvodovými žebry. Tloušťky stropních desek včetně použitých materiálů jsou navrženy následovně:

| | | | |
|---|---|---|---|
| - | střešní deska D1 | 250 mm | C30/37 |
| - | strop nad 1NP | 270 mm | C30/37 |
| - | strop na 1PP | 300 mm | C30/37 |
| - | základová deska | 300 mm | C30/37 |

### 6.2 Schodiště:

V celé budově jsou navržena schodiště železobetonová s tloušťkou nosné konstrukce 270 mm, materiálu C35/45. Výstup z 1PP do 1NP zajišťuje jedno schodiště dvouramenná a z 1NP do 2NP dvě schodiště jednoramenná s mezipodestou. Jsou monoliticky spojena se stropními deskami.

### 6.3 Atika:

Nosná konstrukce atiky je tvořena ocelovými válcovanými profily IPE 200 a IPE 140. V každém rohu je navržen jeden válcovaný profil a na každé straně maximálně po 2,5 metrech. Atika je z jedné strany šikmá pod stejným úhlem jako sloupy a fasáda stejné strany. Konstrukce atiky bude natřena proti korozi. Ocelové profily jsou ukotveny ke střešní desce pomocí chemických kotev. Z každé strany budou k ocelovým profilům připevněny OSB desky, mezi které bude vložena tepelná izolace. Tloušťka OSB desek je navržena 18 mm.

### 6.4 Svislé nosné konstrukce

Svislé konstrukce jsou tvořeny železobetonovými stěnami a sloupy. Veškeré sloupy jsou navrženy čtvercového průřezu o rozměru 400x400 mm a jeden rohový sloup obdélníkového průřezu o rozměru 400x250 mm. Sloupy v 1NP a 2NP jsou na jedné straně odkloněny od svislé roviny směrem do ulice. Materiál sloupů je beton třídy C40/50 ve všech podlažích.
Železobetonové stěny jsou navrženy v tloušťkách 200 mm, 250 mm a 300 mm. Železobetonové stěny v 1PP jsou navrženy z betonu o tloušťce 300 mm.

### 6.5 Založení budovy

Založení celého objektu je navrženo pomocí vrtaných pilot o průměru 630 mm. Statické posouzení pilot je součástí přílohy P1 – Použité podklady a přílohy P3 – Statický výpočet. Celkově je navrženo 5 typů pilot (A, B, C, D, E), které

se vzájemně liší svými délkami a hloubkou hlavy piloty.
Výpis navržených pilot:

- pilota typu A délka 20 m hloubka hlavy od UT 3,5 m
- pilota typu B délka 15 m hloubka hlavy od UT 3,5 m
- pilota typu C délka 12 m hloubka hlavy od UT 4,9 m
- pilota typu D délka 5 m hloubka hlavy od UT 3,5 m
- pilota typu E délka 8 m hloubka hlavy od UT 3,5 m

Piloty budou spojeny se základovou deskou pomocí nosné výztuže. Konstrukční uspořádání výztuže je navrženo tak, aby statické připojení pilot k základové desce bylo kloubové.
Distančníky v základové desce a obvodových železobetonových stěnách v 1PP budou z betonu.
Pod základovou desku bude uložena tepelná izolace z extrudovaného polystyrenu o pevnosti 300 kPa při 10% stlačení. Pod tepelnou izolaci bude proveden podkladní beton třídy C12/15 a zhutnění násypu ze štěrkopísku. Zhutnění násypu bude provedeno na hodnotu $E_{def}$ = 15 MPa.

## 7. POUŽITÉ MATERIÁLY

### 7.1 Beton

- základová deska C30/37
- stropní desky C30/37
- strop u ocelového schodiště C30/37
- sloupy C40/50
- železobetonové stěny C30/37
- obvodová žebra C30/37
- schodiště C35/45
- piloty C20/25

### 7.2 Betonářská výztuž

- B 500B

### 7.3 Ocel

- S235 trapézové plechy
- S350 trapézové plechy

## 8. POŽADAVKY NA KONTROLU KRYTÝCH KONSTRUKCÍ

Třída kontroly betonových konstrukcí je 2 dle ČSN EN 13670

## 9. BOURACÍ PRÁCE

Při výstavbě objektu nejsou předpokládány bourací práce.

## 10. BEZPEČNOST PRÁCE

Všechny na stavbě prováděné práce budou v souladu s platnými předpisy o ochraně zdraví při práci. Bezpečnost práce bude zajištěna v souladu se zákonem č. 309/2006 Sb. K tomuto zákonu se váže prováděcí předpis

č. 591/2006. Dalším předpisem, kterým je třeba se řídit při pracích ve výškách je nařízení vlády č. 362/2005 Sb. Veškeré práce budou prováděny za pomocí ochranných pomůcek.

# ZÁVĚR

Veškeré nosné konstrukce jsem staticky posoudil dle platných zásad a předpisů.
Veškeré výstupy z programu GEO 5, které jsem srovnával s ručním výpočtem, se shodovaly s velkou přesností.
Z toho usuzuji, že mnou provedené ruční výpočty pilot jsou provedeny správně. Shodnost výsledků je dána tím, že jak v ručním, tak programovém výpočtu je použito stejných vztahů.
Veškeré hodnoty vnitřních sil byly získány z globálního 3D modelu programu Scia Engineer.
Hodnoty ohybových momentů ve střešní železobetonové desce získané z programu Scia Engineer se s požadovanou přesností shodovaly s hodnotami ohybových momentů získaných ručním výpočtem metodou součtových momentů. Ohybové momenty ve střešní desce byly velmi podobné v obou srovnávaných variantách díky velké osové tuhosti navržených pilot, tedy poklesy podpor byly malé a chování střešní desky v globálním modelu se velmi blížilo chování desky lokálního modelu a metody součtových momentů. Při návrhu výztuže desky jsem vycházel z výsledků globálního 3D modelu programu Scia Engineer.
Srovnáním velikostí ohybových momentů při podepření tuhém bez interakce s podložím a podepření pilotami včetně interakce s podložím jsem zjistil, že hodnoty ohybových momentů jsou velmi podobné u všech stropních desek. U základové desky byly rozdíly ve výsledcích největší. Při návrhu výztuže základové desky by tedy bylo nutné zohlednit interakci s podložím včetně interakce s pilotami.

# SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

## 1. NORMY


- [1] ČSN EN 1991-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [2] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, Část 1-3 : Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [3] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [4] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [5] ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla
- [6] ČSN EN 1536 Provádění speciálních geotechnických prací – Vrtané piloty
- [7] Technická pravidla ČBS 03 – Pohledový beton


## 2. LITERATURA


- [1] KRÁL, Jaromír. *Navrhování konstrukcí na zatížení větrem: příručka k ČSN EN 1991-1-4*. 1. vyd. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010, 112 s. ISBN 978-80-87438-05-3.
- [2] PROCHÁZKA, Jaroslav, Alena KOHOUTKOVÁ a Jitka VAŠKOVÁ. *Příklady navrhování betonových konstrukcí 1*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007, 145 s. ISBN 978-80-01-03675-4.

- [3] ŠMIŘÁK, Svatopluk. *Pružnost a plasticita I: pro distanční studium*. Brno: PC-DIR, c1995, 210 s. ISBN 80-214-0739-5.
- [4] ZICH, Miloš a Zdeněk BAŽANT. *Plošné betonové konstrukce, nádrže a zásobníky*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010, 161 s. ISBN 978-80-7204-693-5.
- [5] PROCHÁZKA, Jaroslav. *Navrhování betonových konstrukcí: příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2*. 1. vyd. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010, 330 s. ISBN 978-80-87438-03-9.


**3. SOFTWARE**

- Scia Engineer 2011.1
- Geo 5 v 17 CS
- Microsoft Excel 2007
- Microsoft Word 2007
- ArchiCad 2012
- Adobe Photoshop CS5

**4. INTERNETOVÉ STRÁNKY**


- [1] DEKTRADE. [online]. [cit. 2013-12-21]. Dostupné z: www.dektrade.cz
- [2] WEBER. [online]. [cit. 2013-12-21]. Dostupné z: http://www.weber-terranova.cz/


## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

$q_k$ ..... charakteristická hodnota nahodilého zatížení
$tl$ ..... tloušťka
$\rho$ ..... objemová hmotnost
$g_k$ ..... charakteristická hodnota stálého zatížení
$s_k$ ..... charakteristická hodnota zatížení sněhem
$q_k$ ..... charakteristická hodnota nahodilého zatížení
$\gamma_s$ ..... objemová tíha sněhu
$\mu_2$ ..... tvarový součinitel
$l_s$ ..... dosah návěje
$b$ ..... šířka
$h$ ..... výška
$c_r$ ..... součinitel expozice
$c_t$ ..... tepelný součinitel
$v_{b0}$ ..... základní rychlost větru
$c_{dir}$ ..... součinitel směru
$c_e(z)$ ..... součinitel expozice v závislosti na výšce objektu
$c_{season}$ ..... součinitel ročního období
$c_{prob}$ ..... součinitel pravděpodobnosti
$q_b$ ..... základní dynamický tlak větru (pro střední rychlost)
$c_o$ ..... součinitel ortografie

$k$ ..... ekvivalentní drsnost
$k_r$ ..... součinitel terénu
$z_{max}$ ..... maximální výška
$z_{min}$ ..... minimální výška
$d$ ..... délka
$b_A$ ..... šířka oblasti A
$b_B$ ..... šířka oblasti B
$b_C$ ..... šířka oblasti C
$q_p(z)$ ..... maximální dynamický tlak větru
$w_e(z)$ ..... vnější tlak větru
$c_{pe,10}$ ..... součinitel vnějšího tlaku větru
$e$ ..... náhradní rozměr
$k_l$ ..... součinitel turbulence
$Q_k$ ..... charakteristická hodnota nahodilé síly
$\nu$ ..... Poissonovo číslo
$\beta$ ..... součinitel přenosu zatížení
$E_{def}$ ..... modul deformace
$E_{oed}$ ..... Oedometrický modul
$c_u$ ..... soudružnost zeminy
$c_{ef}$ ..... efektivní soudružnost zeminy
$\varphi_u$ ..... totální úhel vnitřního tření zeminy
$\varphi_{ef}$ ..... efektivní úhel vnitřního tření zeminy
$R_{dt}$ ..... výpočtová únosnost zeminy pod patou piloty
$g_z$ ..... zatížení zeminou
$\sigma_q$ ..... boční tlak zeminy
$\gamma_G$ ..... dílčí součinitel stálého zatížení
$\gamma_Q$ ..... dílčí součinitel nahodilého zatížení
$\psi_{0,i}$ ..... kombinační součinitel
$\gamma_b$ ..... součinitel odporu na patě piloty
$\gamma_s$ ..... součinitel odporu na plášti piloty
$\gamma_t$ ..... součinitel odporu pro celkový tlak
$\gamma_{st}$ ..... součinitel odporu na plášti v tahu
$k_1$ ..... zvětšující součinitel v závislosti na délce piloty
$\gamma_{R1}$ ..... součinitel technologie provádění pilot
$m_1$ ..... koeficient podle druhu zatížení
$m_2$ ..... koeficient vyjadřující vliv ochrany dříku piloty
$a$ ..... regresní koeficient
$b$ ..... regresní koeficient
$e$ ..... regresní koeficient
$I_d$ ..... index ulehlosti zeminy
$I_c$ ..... stupeň konzistence zeminy
$\gamma_{R2}$ ..... součinitel působení s ohledem na hloubku vrstvy soudržné zeminy
$k_2$ ..... součinitel bočního tlaku na plášti piloty
$\gamma_\varphi$ ..... dílčí součinitel úhlu vnitřního tření zeminy
$\gamma_c$ ..... dílčí součinitel úhlu efektivní soudružnosti zeminy

$\gamma_{cu}$ ..... dílčí součinitel pro neodvodněnou smykovou pevnost zeminy
$\gamma_{qu}$ ..... dílčí součinitel pro jednoosou pevnost zeminy
$\gamma_{\gamma}$ ..... dílčí součinitel pro objemovou hmotnost zeminy
$d$ ..... průměr
$h_z$ ..... vzdálenost hlavy piloty od původního terénu
$u$ ..... obvod piloty
$R_{c,k}$ ..... charakteristická únosnost piloty
$R_{b,k}$ ..... charakteristická únosnost paty piloty
$A_b$ ..... plocha paty piloty
$R_{s,k}$ ..... charakteristická únosnost pláště piloty
$R_d$ ..... výpočtová únosnost zeminy pod patou piloty
$c_d$ ..... návrhová hodnota koheze zeminy
$\varphi_d$ ..... návrhová hodnota úhlu vnitřního tření zeminy
$z_i$ ..... hloubka středu i-té vrstvy zeminy
$h_p$ ..... hloubka paty piloty
$L_p$ ..... snížená hodnota délky piloty
$\sigma_{or}$ ..... geostatické napětí
$\sigma_x$ ..... boční tlak zeminy
$k_z$ ..... součinitel bočního tlaku na plášti piloty
$f_s$ ..... plášťové tření
$F_{ed}$ ..... návrhová hodnota vnějšího zatížení
$R_{su}$ ..... mezní únosnost na plášti piloty
$R_{sy}$ ..... zatížení na plné mobilizaci plášťového tření
$\beta$ ..... koeficient přenosu zatížení do paty piloty
$d_0$ ..... průměr piloty v patě
$q_0$ ..... napětí na patě piloty
$I$ ..... příčinkový koeficient sedání piloty
$E_s$ ..... průměrná velikost sečnového modulu deformace zeminy
$I_1$ ..... základní příčinkový koeficient sedání piloty
$R_k$ ..... korelační součinitel vyjadřující vliv tuhosti piloty
$R_h$ ..... vliv nestlačitelného podloží pod patou piloty
$E_b$ ..... modul pružnosti betonu
$K$ ..... tuhost piloty
$s$ ..... sednutí piloty
$s_{25}$ ..... sednutí piloty 25 mm
$R_{bu}$ ..... hodnota zatížení při sednutí piloty 25 mm
$R_{pu}$ ..... únosnost paty piloty
$L$ ..... délka piloty
$D_i$ ..... hloubka středu vrstvy zeminy od upraveného terénu
$s_{max}$ ..... maximální sednutí piloty
$s_{min}$ ..... minimální sednutí piloty
$\Delta s$ ..... nerovnoměrné sednutí pilot
$\Delta s_{lim}$ ..... limitní hodnota nerovnoměrného sednutí pilot
$f_{ck}$ ..... charakteristická hodnota pevnosti betonu v dostředném tlaku
$E_{cm}$ ..... sečnový modul pružnosti betonu

$f_{ctm}$ ..... průměrná pevnost betonu v tahu
$\varepsilon_{c3}$ ..... průměrné stlačení betonu při dosažení maximálního napětí
$\varepsilon_{cu3}$ ..... mezní poměrné stlačení betonu
$\gamma_c$ ..... dílčí součinitel betonu
$f_{cd}$ ..... návrhová pevnost betonu v dostředném tlaku
$f_{yk}$ ..... charakteristická pevnost betonářské výztuže
$E_s$ ..... návrhová hodnota modulu pružnosti betonářské výztuže
$\gamma_s$ ..... dílčí součinitel betonářské oceli
$\varepsilon_{ys}$ ..... poměrné přetvoření betonářské oceli při dosažení maximálního napětí
$f_{yd}$ ..... návrhová pevnost betonářské oceli
$\emptyset_i$ ..... průměr hlavní nosné výztuže
$\emptyset_{tř}$ ..... průměr třmínků
$c_{nom}$ ..... maximální krytí výztuže
$c_{min}$ ..... minimální krytí výztuže
$\Delta c_{dev}$ ..... přídavek na návrhovou odchylku
$c_{min,dur}$ ..... přídavná bezpečnostní složka
$\Delta c_{dur,\gamma}$ ..... přídavná bezpečnostní složka
$\Delta c_{dur,st}$ ..... redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli
$\Delta c_{dur,add}$ ..... redukce minimální krycí vrstvy při použitý přídavné ochrany
$A_{s,min}$ ..... minimální plocha výztuže
$A_{s,max}$ ..... maximální plocha výztuže
$A_c$ ..... průřezová plocha betonu
$s_{cl,max}$ ..... maximální vzdálenost mezi pruty nosné výztuže
$l_{bd}$ ..... návrhová kotevní délka
$\alpha_1$ ..... vliv tvaru prutu
$\alpha_2$ ..... vliv krycí vrstvy výztuže
$\alpha_3$ ..... vliv příčné výztuže
$\alpha_4$ ..... vliv příčné přivařené výztuže
$\alpha_5$ ..... vliv tlaku kolmého na plochu štěpení
$\alpha_6$ ..... součinitel pro určení přesahové délky
$l_{b,min}$ ..... minimální kotevní délka
$l_{b,rqd}$ ..... základní kotevní délka
$f_{bd}$ ..... návrhová hodnota mezního napětí v soudružnosti
$\eta_1$ ..... součinitel kvality podmínek
$\eta_2$ ..... součinitel průměru prutu
$V_{rd,s}$ ..... únosnost se smykovou výztuží
$A_{sw}$ ..... průřezová plocha třmínku
$f_{ywd}$ ..... návrhová mez kluzu třmínků
$s$ ..... vzdálenost třmínků
$z$ ..... rameno vnitřních sil
$V_{ed,max}$ ..... maximální působící návrhová posouvající síla
$V_{rd}$ ..... únosnost prvku ve smyku
$A_{s,prov}$ ..... navržená plocha výztuže
$\alpha_1$ ..... součinitel ztužení
$\alpha_2$ ..... součinitel ztužení

$h_{lim}$ ..... limitní tloušťka desky
$\varepsilon$ ..... poměr délek
$\eta$ ..... součinitel poměru součtu délek stran obdélníkového deskového pole
$I_b$ ..... moment setrvačnosti účinného průřezu ztužujícího trámu
$I_s$ ..... moment setrvačnosti desky
$E_{cb}$ ..... modul pružnosti ztužujícího trámu
$E_{cs}$ ..... modul pružnosti desky
$\beta_t$ ..... součinitel kroucení
$G_{cb}$ ..... modul pružnosti ve smyku okrajového krouceného průřezu
$M_{tot}$ ..... celkový součtový moment
$\omega$ ..... součinitel rozdělení momentů do sloupových a středních pruhů
$A_{s,req}$ ..... požadovaná plocha výztuže
$d$ ..... účinná výška průřezu
$x$ ..... výška tlačeného betonu
$M_{rd}$ ..... návrhová únosnost v ohybu
$M_{ed}$ ..... návrhová hodnota zatížení ohybovým momentem
$W_1$ ..... rozdělení smyku kolem sloupu
$v_{rd,c}$ ..... smyková odolnost v protlačení pro desky bez smykové výztuže
$\rho_l$ ..... stupeň vyztužení
$f_{y,wd,eff}$ ..... účinná návrhová pevnost smykové výztuže na protlačení
$\alpha$ ..... úhel mezi rovinou desky a smykovou výztuží
$u_0$ ..... délka obvodu sloupu
$u_{out}$ ..... kontrolní obvod, ve kterém už není třeba smyková výztuž na protlačení
$r_0$ ..... vzdálenost od líce sloupu a 1. řady výztuže
$n$ ..... převodní součinitel pro ideální průřez
$A_i$ ..... průřezová plocha ideálního průřezu
$c_{gi}$ ..... poloha těžiště ideálního průřezu
$I_i$ ..... moment setrvačnosti ideálního průřezu
$W_i$ ..... modul průřezu ideálního průřezu
$M_{cr}$ ..... moment na mezi vzniku trhlin
$I_{ir}$ ..... moment setrvačnosti ideálního průřezu s trhlinou
$A_{ir}$ ..... plocha ideálního průřezu s trhlinou
$\sigma_c$ ..... napětí v betonu
$\sigma_s$ ..... napětí ve výztuži
$\zeta$ ..... interpolační součinitel pro aktuální napjatost průřezu
$w_k$ ..... šířka trhliny
$h_{c,eff}$ ..... efektivní výška tlačeného betonu pro určení šířky trhliny
$k_1$ ..... součinitel pro pruty s vlivem soudružnosti
$k_2$ ..... součinitel vyjadřující vliv rozdělení poměrného přetvoření po výšce průřezu
$k_3$ ..... součinitel pro výpočet šířky trhliny
$k_4$ ..... součinitel pro výpočet šířky trhliny
$\rho_{p,eff}$ ..... efektivní stupeň vyztužení
$\varphi_c$ ..... součinitel dotvarování
$\varepsilon_{cd}$ ..... poměrné smršťování vysycháním
$\varepsilon_{ca}$ ..... poměrné smršťování autogenní

$\varepsilon_{cs}$ ..... celkové poměrné smršťování
$E_{c,eff}$ ..... efektivní modul pružnosti betonu
$S_i$ ..... statický moment
C ..... ohybová poddajnost
f ..... průhyb konstrukce
$\lambda$ ..... štíhlost
$\lambda_{lim}$ ..... limitní štíhlost
$l_0$ ..... účinná délka prvku
$b_w$ ..... šířka žebra
$h_w$ ..... výška žebra
$b_k$ ..... náhradní šířka žebra
$h_k$ ..... náhradní výška žebra
$u_k$ ..... obvod náhradního průřezu
$A_k$ ..... plocha náhradního průřezu
$T_{rd,c}$ ..... návrhová únosnost prvku v kroucení

# SEZNAM PŘÍLOH


1. **PŘÍLOHA P1 – Použité podklady**

   1.1 Skladby konstrukcí

   1.2 Výstupy z programu GEO

2. **PŘÍLOHA P2 – Výkresová dokumentace**

   2.1 Výkres výztuže desky D1 – dolní povrch

   2.2 Výkres výztuže desky D1 – horní povrch

   2.3 Výkres výztuže desky D1 – řetězové zřícení

   2.4 Výkres výztuže sloupu S1 ve 2NP

   2.5 Výkres výztuže stěny ST6 ve 2NP

   2.6 Výkres výztuže schodiště SK1 v 1NP

   2.7 Výkres výztuže žebra Z1 ve 2NP

   2.8 Výkres výztuže piloty A

   2.9 Výkres tvaru konstrukcí ve 2NP

   2.10 Výkres tvaru konstrukcí v 1NP

3. **PŘÍLOHA P3 – Statický výpočet**