



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra betonových a zděných konstrukcí

REZIDENCE KAVČÍ HORY, PRAHA

RESIDENTIAL HOUSE KAVČÍ HORY, PRAGUE

REŠERŠNÍ ČÁST

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Michal Vízek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Hana Hanzlová, CSc.

Praha 2016



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební
Tháškova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Bc. Vízek Jméno: Michal Osobní číslo: 381213
Zadávací katedra: betonových a zděných konstrukcí
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Rezidence Kavčí Hory, Praha
Název diplomové práce anglicky: Residential house Kavčí Hory, Prague
Pokyny pro vypracování:
Předběžný návrh vodorovných a svislých nosných prvků objektu, koncepce řešení, ztužení objektu.
Výkresy tvaru jednotlivých podlaží.
Podrobný návrh vybraných nosných prvků pater nad velkým otvorem v konstrukci.
Výkresy výztuže vybraných prvků.
Stručná technická zpráva ke statické části projektu.

Seznam doporučené literatury:
Literatura běžně doporučovaná ke studiu + příslušné normy.

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Hana Hanzlová, CSc.
Datum zadání diplomové práce: 24.2.2016 Termín odevzdání diplomové práce: 20.5.2016

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

21.8.2016

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)



SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: _____

Název diplomové práce: _____

Základní část: BETON podíl: 70 %

Formulace úkolů: Předb. návrh rožar. a výhled
nový nájemní objekt. Podrobný návrh
střešního nosiču mezi 2. a 3. NP. Schéma
výhledu střešního nosiče. Výhled
výhledu střešního nosiče. Studijní řešení
speciál ke střešní části

Podpis vedoucího DP: Datum: 24.2.2016

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: KPS podíl: 20 %

Konzultant (jméno, katedra): doc. Ing. T. ČEJKA, Ph.D.

Formulace úkolů: 1:100 - PŘEDBÍŽNĚ 4.NP, TECH. POKLAD, REZ. SKLADSTVO
1:100 VÝHLEDY DETAIL (2+), ROZLOŽENÍ ORALOVÝCH KUSŮ - STŘEŠNÍ FYZIKA,
TECH. ZPRÁVA

Podpis konzultanta: Datum: 29.2.2016

3. Část: ZAKLADÁNÍ podíl: 10 %

Konzultant (jméno, katedra): Ing. J. ZÁČEK, CSc.

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: Datum: 18/05/2016

4. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: Datum:

Poznámka: Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci (vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1.stranou zadání již ve 2.týdnu semestru)



OBSAH

1. ÚVOD	7
1.1. SEZNÁMENÍ S ŘEŠENÝM OBJEKTEM	7
1.2. KONSTRUKČNÍ SCHÉMATA	7
2. STROPNÍ DESKA BĚŽNÉHO PODLAŽÍ	8
2.1. VNITŘNÍ STĚNA	9
2.2. ZÁKLADOVÁ DESKA	9
2.3. SUTERÉNNÍ STĚNA	10
3. GLOBÁLNÍ 3D MODEL KONSTRUKCE	10
4. STĚNOVÝ NOSNÍK	11
5. VÝPOČETNÍ MODEL	13
6. ZATÍŽENÍ	13
7. VÝSLEDKY	14
8. MODEL S UPRAVENOU GEOMETRIÍ VZPĚR A TÁHEL	14
8.1. VÝSLEDKY	14
9. PRŮHYB STĚNOVÉHO NOSNÍKU	15
10. ZÁVĚR	16
11. ZDROJE	17
12. SEZNAM OBRÁZKŮ	20



1. ÚVOD

1.1. SEZNÁMENÍ S ŘEŠENÝM OBJEKTEM

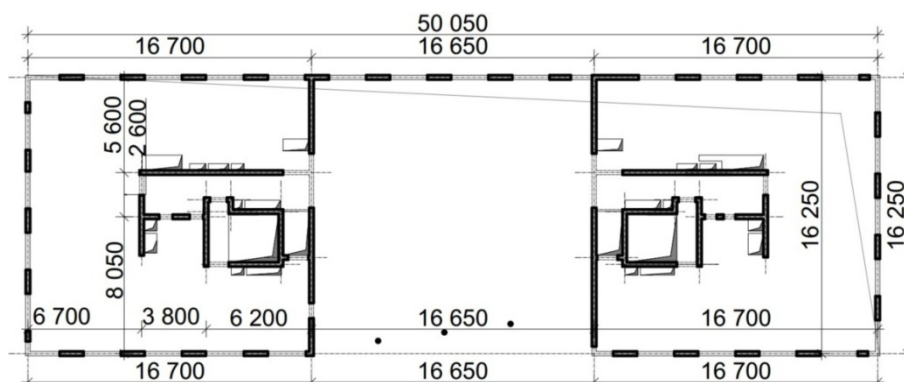
Tématem této diplomové práce je komplexní návrh nosné železobetonové konstrukce obytné budovy již existujícího objektu bytového domu, který se nachází na Kavčích horách v Praze, Podolí. Jako součást zadání byly převzaty půdorysy, řezy a vizualizace z původní studie.

Nosná konstrukce spodní i vrchní stavby je provedena jako monolitická, železobetonová včetně obvodových stěn. Izolace spodní stavby je řešena vodostavebním betonem. Schodiště a výtahové šachty jsou rovněž monolitické železobetonové.

1.2. KONSTRUKČNÍ SCHÉMATA

Na následujících konstrukčních schématech jsou zakresleny veškeré svislé nosné konstrukce a rovněž konstrukce vodorovné včetně prostupů, šikmých ramp, prostorů pro schodiště a výtahových šachet. Dimenze jednotlivých nosných prvků jsou pouze orientační a je nutno je podrobit statickému výpočtu.

Na základě konstrukčních schémat bude proveden předběžný statický návrh všech nosných prvků a dále vypracován podrobný návrh včetně případné optimalizace vybraných nosných prvků.



Obr. 1 - KONSTRUKČNÍ SCHÉMA DESKY NAD 1.NP



Pozn.: Podrobněji jsou všechna konstrukční schémata zpracovaná jako součást výkresové přílohy ke statické části.

2. STROPNÍ DESKA BĚŽNÉHO PODLAŽÍ

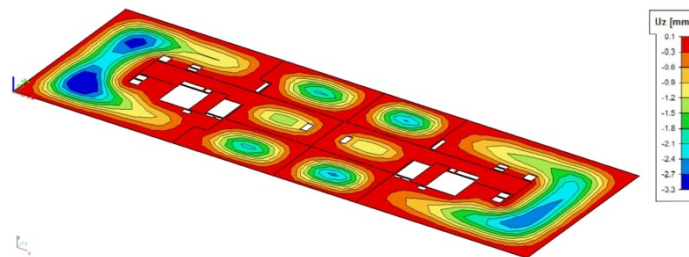
-po obvodě podepřená deska

-maximální rozpon $l_x = 8,5$ m, $l_y = 5,7$ m

NÁVRH TLOUŠŤKY STROPNÍ DESKY $h_D = 190$ mm

ODHAD č.2

$h_D = 190$ mm



Obr. 2 - Výsledné hodnoty pružného průhybu stropní desky 190 mm

$y_{\text{pruž}} = 3,30$ mm

Celkový průhyb včetně dotvarování a trhlin (odhad):

$$y_{\text{celk}} = K_{\text{trh}} * K_{\text{dotv}} * y_{\text{pruž}} = (2 \sim 3) * 3 * 3,3 = 24,75 \text{ mm}$$

Limitní hodnota průhybu pro kvazistálou kombinaci zatížení:

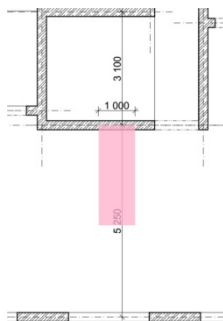
$$y_{\text{lim}} = \frac{L_{\text{max}}}{250} = \frac{6700}{250} = 26,8 \text{ mm}$$

$y_{\text{celk}} = 24,75 \text{ mm} \leq y_{\text{lim}} = 26,8 \text{ mm} \rightarrow$ průhyb **vyhovuje**



Závěr: Navržená tloušťka desky 190 mm je dostatečná. Lze tedy předpokládat, že navržená deska by měla bezpečně vyhovět na celkový průhyb včetně rozvoje trhlin a dotvarování.

2.1. VNITŘNÍ STĚNA



Obr. 3 – Zatěžovací plocha A_{zat} (vnitřní stěna)

PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH TLOUŠTKY STĚNY NA DOSTŘEDNÝ TLAK

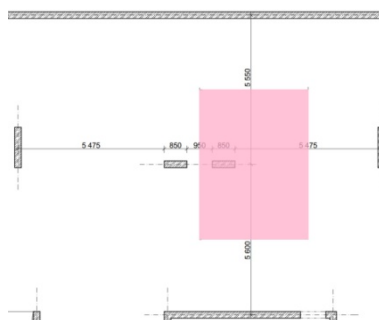
NÁVRH: $t=200$ mm

2.2. ZÁKLADOVÁ DESKA

Na základě velikosti normálové síly v patě stěny nejnižšího podlaží bude proveden předběžný návrh základové desky.

Rozměry sloupu s průřezem obdélníku:

A = 850mm, B = 200mm



Obr. 4 - Zatěžovací plocha $A_{zat,1}$ (základová deska)



Deska tloušťky 450mm by na protlačení vyhověla bez smykové výztuže. S ohledem na potřebnou tuhost základové konstrukce byla tloušťka desky zvolena 500mm.

NÁVRH: h = 500 mm

2.3. SUTERÉNNÍ STĚNA

Maximální ohybový moment: $M_{Ed,max} = -141,71 \text{ kNm}$

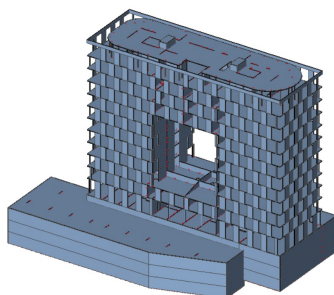
NÁVRH: t = 500 mm

Pozn.: Suterénní stěny jsou spolu se základovou deskou navrženy jako konstrukce typu "bílá vana" z vodostavebního betonu C30/37 s příměsí Xypexu, a tím tvoří clonu proti podzemní vodě. Stupeň vyztužení byl uvažován 0,65%, s ohledem na trhliny zde bude min. 8 profilů $\text{Ø}20/\text{m}'$.

Pozn.: Kompletní výpočty pro předběžný návrh rozměrů jsou uvedeny ve statické části diplomové práce.

3. GLOBALNÍ 3D MODEL KONSTRUKCE

V této fázi byl na základě předběžného návrhu konstrukčních prvků vytvořen výpočetní 3D model nosné konstrukce v programu Scia Engineer 15. Na celkový model byla aplikována všechna zatížení spočtená v kapitole 2, vyjma zatížení zeminou. Místa styku svislých nosných prvků se základovou deskou jsou modelována jako vetknutí.



Obr. 5 - Konstrukční model - Axonometrie (přední pohled)

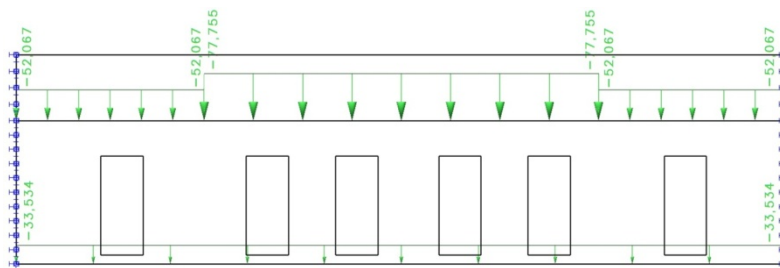


4. STĚNOVÝ NOSNÍK

Vlastní model stěnového nosníku, byl však vytvořen samostatně s uvážením působení přiléhajících konstrukcí.

Geometrie modelu je založena na skutečném tvaru konstrukce stěnového nosníku. Ten je modelován jako stěnový prvek tloušťky 200 mm s otvory a systémovou rovinou střed. Materiál stěnového nosníku je beton C30/37.

SCHÉMA ZATÍŽENÍ NOSNÍKU



Obr. 6 - LC2 - Stálé zatížení od stropních desek (charakteristické hodnoty)

PODPORY

Stropní nosník je podepřen pružnými liniovými podporami na bočních stranách nosníku. Normálová tuhost podpor reprezentuje tuhost komunikačního jádra, podpírajícího stěnový nosník.

$$I_z = 54,592 \text{ m}^4$$

TUHOSTI V JEDNOTLIVÝCH PODLAŽÍ

$$k_2 = \frac{1}{u_2} = 1255,81 \text{ MN/m} \quad k_3 = \frac{1}{u_3} = 746,27 \text{ MN/m}$$

Pozn.: Získané vodorovné tuhosti komunikačního jádra vycházejí příliš velké. V důsledku rozvoje trhlin v betonu a dotvarování bude skutečná výsledná tuhost komunikačního jádra mnohem nižší. Předběžným odhadem je možné stanovit, že výsledná tuhost s vlivem rozvoje trhlin bude zhruba

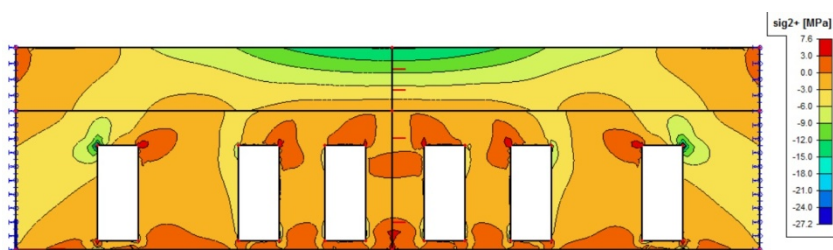


čtvrtinová oproti vypočítané vodorovné tuhosti. Tuhosti v dalších podlaží je možní stanovit obdobným způsobem.

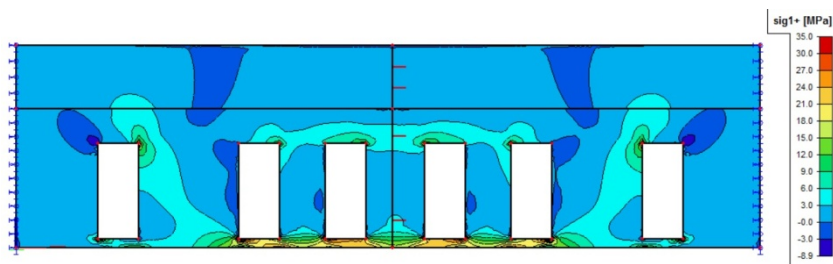
VÝSLEDKY

Na schématech jsou zobrazeny průběhy hlavních napětí ve stěnovém nosníku. Pro návrh stěnového nosníku jsou především použity průběhy hlavních tlakových sil.

Vznik singularit v místech kolem otvoru a okrajů liniových podpor způsobuje nedostatečné zobrazení průběhu hlavních napětí, proto byly tyto hodnoty v programu potlačeny.



Obr. 7 - PRŮBĚH HLAVNÍCH TLAKOVÝCH NAPĚTÍ sig2 [MPa]

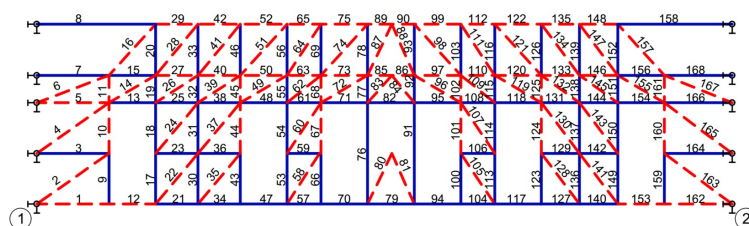


Obr. 8 - PRŮBĚH HLAVNÍCH TAHOVÝCH NAPĚTÍ sig1 [MPa]

Z průběhu hlavních tlakových napětí je patrný vznik tlačeného pásu ve středu horního okraje konstrukce.

GEOMETRIE MODELU

Na základě průběhů hlavních tlakových a tahových napětí byl vytvořen model náhradní příhradoviny. V modelu značí červené přerušovaná čára tlačené vzpěry a modrá plná čára táhla. Pro tento model byly spočteny vnitřní síly v jednotlivých prvcích a navržena výztuž.



Obr. 9 - Model - náhradní příhradovina

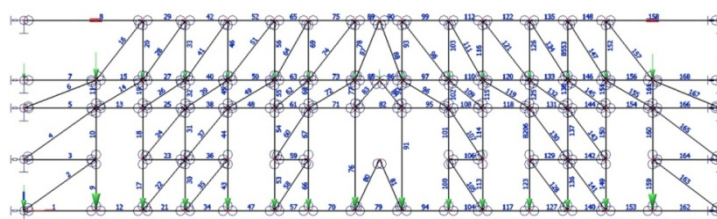
5. VÝPOČETNÍ MODEL

Na základě geometrie modelu náhradní příhradoviny byl vytvořen výpočetní model v programu Scia Engineer. Výsledek je prutový model, který má jednotlivé pruty vzájemně kloubově propojeny. Tímto propojením byl zajištěn přenos výhradně normálových sil s vyloučením ohybových momentů. Jednotlivé pruty jsou uvažovány jako nestlačitelné.

6. ZATÍŽENÍ

Pro zajištění pouze osově namáhaných prvků v příhradovém modelu je zatížení do konstrukce vnášeno pouze ve styčnicích. Zatížení je na nosník aplikováno odděleně po jednotlivých zatěžovacích stavech v charakteristických hodnotách. Výsledný účinek je poté výsledkem návrhové kombinace zatížení, „Obálka únosnost“.

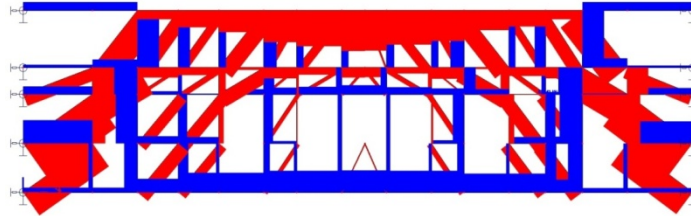
Všechny vnější síly, včetně vlastní tíhy, jsou do modelu náhradní příhradoviny vnášeny pouze v uzlech (výsledkem jsou pouze normálové síly v prutech). Zatížení je tedy nutné přepočítat do hlavních zatěžovacích uzlů modelu náhradní příhradoviny. Vlastní tíha je přisouzena styčnicům v nejnižší úrovni na vodorovné části nosníku.



Obr. 10 - ZS3 - Proměnné zatížení od stropní desky (charakteristické hodnoty)



7. VÝSLEDKY



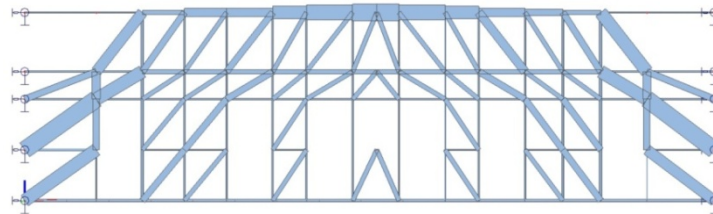
Obr. 11 - Model - normálové síly na prutech

Největší tahové síly jsou na prutu 151 a to **829,41 kN**.

Největší tlakové síly jsou na prutu 4 a to **1411,30 kN**.

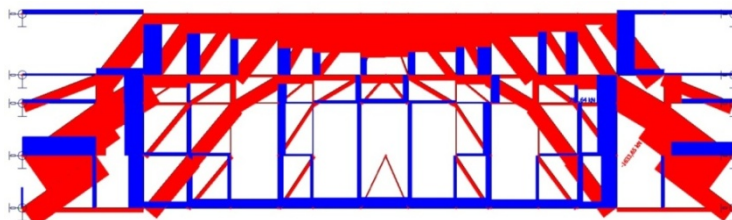
Z výsledků je patrný průběh normálových sil, že hlavní tahové napětí vzniká při spodní hraně stěnového nosníku. Hlavní tlakové napětí v konstrukci stěnového nosníku má obloukový průběh.

8. MODEL S UPRAVENOU GEOMETRIÍ VZPĚR A TÁHEL



Obr. 12 - Model - upravená geometrie vzpěr a táhel

8.1. VÝSLEDKY



Obr. 13 – Model - normálové síly na prutech



Pozn.: Při porovnání s výsledky z původně odhadnuté geometrie došlo k mírné změně v chování konstrukce. Jak je patrné při porovnání výsledků, tak nastala změna v průběhu normálových sil, což si vyžádalo úpravu návrhu geometrie.

9. PRŮHYB STĚNOVÉHO NOSÍKU

Maximální hodnota pružného průhybu nosníku uprostřed pole:

$$y_{\text{pruž}} = \mathbf{23,7\text{mm}}$$

Součinitel dotvarování K_{dotv}

-vnitřní prostředí RH = 50 %

-odbednění v čase $t_0 = 100$ dní (3 měsíce)

-beton C30/37

- $h_0 = 200$ mm

$$k_{\text{dotv}} = 1,1$$

Součinitel trhlin K_{trh}

$$K_{\text{trh}} = \frac{\frac{1}{12} * b * h^3}{J_{\text{ir}}} = \frac{\frac{1}{12} * 0,6 * 0,19_3}{0,000311} = 1,103$$

$$y_{\text{celk}} = K_{\text{trh}} * K_{\text{dotv}} * y_{\text{pruž}} = 1,1 * 1,6 * 23,7 = \mathbf{41,71\text{ mm}}$$

$$\rightarrow + 20 \% \rightarrow y_{\text{celk}} \approx 41,71 * 1,2 = \mathbf{50,05\text{ mm}}$$

$$y_{\text{celk}} = 50,05\text{ mm} \geq y_{\text{lim}} = 65,6\text{ mm} \rightarrow \text{průhyb } \mathbf{vyhovuje}$$

Pozn.: Metodou náhradní příhradoviny byl vyšetřen průhyb. Výpočetním modelem MKP byla stanovena hodnota pružného průhybu stěnového nosníku.

Pro ověření hodnot průhybu by bylo určitě vhodné provést také nelineární výpočet, který by dokázal zohlednit vznik trhlin v konstrukci (např. softwarem Atena). Tento výpočet



ale nebylo možné z časových důvodů v rámci diplomové práce provést.

Při provádění navrženého stěnového nosníku je třeba dbát na technologickou kázeň. Během tuhnutí a tvrdnutí musí být beton udržován v normálních tepelně vlhkostních podmínkách. Čerstvý beton nesmí být vystaven nárazům, otřesům a dalším škodlivým účinkům po dobu min. 7 dní. K ochraně proti vysychání se používá zakrytí betonu. S vlhčením je potřeba začít hned po ztvrdnutí betonu.

10. ZÁVĚR

Cílem této práce je předběžný návrh vodorovných a svislých nosných prvků objektu bytového domu Rezidence Kavčí Hory v Praze 4 na základě existující architektonické studie. Převzaté podklady byly pouze orientační a bylo nutné vhodně odhadnout veškeré rozměry hlavní nosné konstrukce.

V úvodní kapitole je tedy představeno rozmístění hlavních svislých nosných prvků. Jejich rozmístění tvoří základ pro vypracování následujícího statického výpočtu.

Dále je proveden detailní rozbor všech stálých a proměnných zatížení, které na konstrukci působí. Na základě získaných zatížení byl proveden předběžný návrh hlavních vodorovných a svislých nosných konstrukcí.

Hlavní část práce se zabývá návrhem stěnového nosníku mezi 2.NP a 3.NP, který přenáší zatížení se stropních desek a jeho rozpon je 16,4 m. Nosník byl navržen a statickým výpočtem posouzen ve výpočetním softwaru Scia Engineer. Na základě výsledků lineárně pružné analýzy konstrukce byl vytvořen model náhradní příhradoviny, respektující geometrii stěnového nosníku. Na modelu byl stanoven průběh normálových sil v jednotlivých prutech konstrukce. Z průběhů sil vzešel návrh hlavní nosné výztuže a následné posouzení nosníku z hlediska mezního stavu únosnosti a použitelnosti.

Všechny části konstrukce byly navrženy v souladu s platnou legislativou a na základě konzultací s vedoucí diplomové práce.



11. ZDROJE

Seznam publikací a článků:

- [1] Betonové a zděné konstrukce v architektuře 1, Komentované příklady, Ing. Lucie Drbohlavová, Ing. Hana Hanzlová, CSc., Česká technika – nakladatelství ČVUT, Praha 2012
- [2] Betonové a zděné konstrukce 1, Základy navrhování betonových konstrukcí, Ing. Hana Hanzlová, CSc., Ing. Jiří Šmejkal, CSc., Česká technika – nakladatelství ČVUT, Praha 2013
- [3] Navrhování s použitím modelů náhradní příhradoviny, Prof. Jaroslav Procházka, CSc., Ing. Jiří Šmejkal, CSc., časopis BETON 5/2009
- [4] Navrhování stěnových nosníků s použitím modelů náhradní příhradoviny, Prof. Jaroslav Procházka, CSc., Ing. Jiří Šmejkal, CSc., časopis BETON 6/2010
- [5] Průzkumy a zakládání budov na pankrácké pláni a Kavčích Horách, RNDr. Libuše Luštinová, Ing. Jiří Seyček, CSc., časopis GEOTECHNIKA 1-2/2014

Technické normy:

- [6] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [7] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [8] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [9] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – zatížení sněhem
- [10] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – zatížení větrem



- [11] ČSN EN 1996-1-1 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí
- [12] ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb
- [13] ČSN 73 1204 Navrhování betonových deskových konstrukcí působících ve dvou směrech
- [14] ČSN 73 6058 Jednotlivé, řadové a hromadné garáže
- [15] ČSN EN 206 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [16] ČSN 73 0532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a související akustické vlastnosti prvků – Požadavky
- [17] ČSN EN 10080 Ocel pro výztuž do betonu - Svařitelná betonářská výztuž - Všeobecně
- [18] ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí

Seznam internetových zdrojů:

- [19] <http://www.recoc.cz>
- [20] <http://www.isover.cz>
- [21] <http://www.dek.cz>
- [22] <http://www.gtrade.cz>
- [23] <http://www.elearning.scia.net>
- [24] <http://www.porotherm.cz>
- [24] <http://www.zakladani.cz>
- [25] <http://www.rezidencekavcihory.cz>
- [26] <http://www.betontsk.cz>

Použité programy:



- [25] ArchiCAD 19 – Studentská verze
- [26] AutoCAD Architecture 2016 – Studentská verze
- [27] Scia Engineer 15.1 – Studentská verze
- [28] Microsoft Word 2013
- [29] Microsoft Excel 2013



12. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 - KONSTRUKČNÍ SCHÉMA DESKY NAD 1.NP.....	7
Obr. 2 - Výsledné hodnoty pružného průhybu stropní desky 190 mm.....	8
Obr. 3 – Zatěžovací plocha A_{zat} (vnitřní stěna).....	9
Obr. 4 - Zatěžovací plocha $A_{zat,1}$ (základová deska)	9
Obr. 5 - Konstruktivní model - Axonometrie (přední pohled)	10
Obr. 6 - LC2 - Stálé zatížení od stropních desek (charakteristické hodnoty).....	11
Obr. 7 - PRŮBĚH HLAVNÍCH TLAKOVÝCH NAPĚTÍ σ_2 [MPa]	12
Obr. 8 - PRŮBĚH HLAVNÍCH TAHOVÝCH NAPĚTÍ σ_1 [MPa].....	12
Obr. 9 - Model - náhradní příhradovina	13
Obr. 10 - ZS3 - Proměnné zatížení od stropní desky (charakteristické hodnoty)	13
Obr. 11 - Model - normálové síly na prutech	14
Obr. 12 - Model - upravená geometrie vzpěr a táhel	14
Obr. 13 – Model - normálové síly na prutech	14