

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra geotechniky



Diplomová práce

Konstrukční řešení objektu Vinařství Olbramovice
(Structural design of Olbramovice Winery)

Návrh základové konstrukce

Geotechnika

Bc. Dominika Majerová

2020

Konzultant: Ing. Jan Kos, CSc.



Obsah

1	ÚVOD	3
2	VÝCHOZÍ PODKLADY – SCHÉMA OBJEKTU	3
2.1	MATERIÁLY	5
2.2	GEOLOGICKÉ POMĚRY	5
3	NÁVRH ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE	6
3.1	PARAMETRY VÝPOČTU	6
3.1.1	Zadání geologického profilu	7
3.1.2	Model terénu	8
3.1.3	Zadané parametry do výpočtu – výpočet Soilinu	8
3.2	NÁVRH ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE	11
3.2.1	Požadavky na výsledky	11
3.2.2	Výsledky výpočtu	12
3.2.3	Doplnění základové konstrukce	16
4	ZDROJE	17

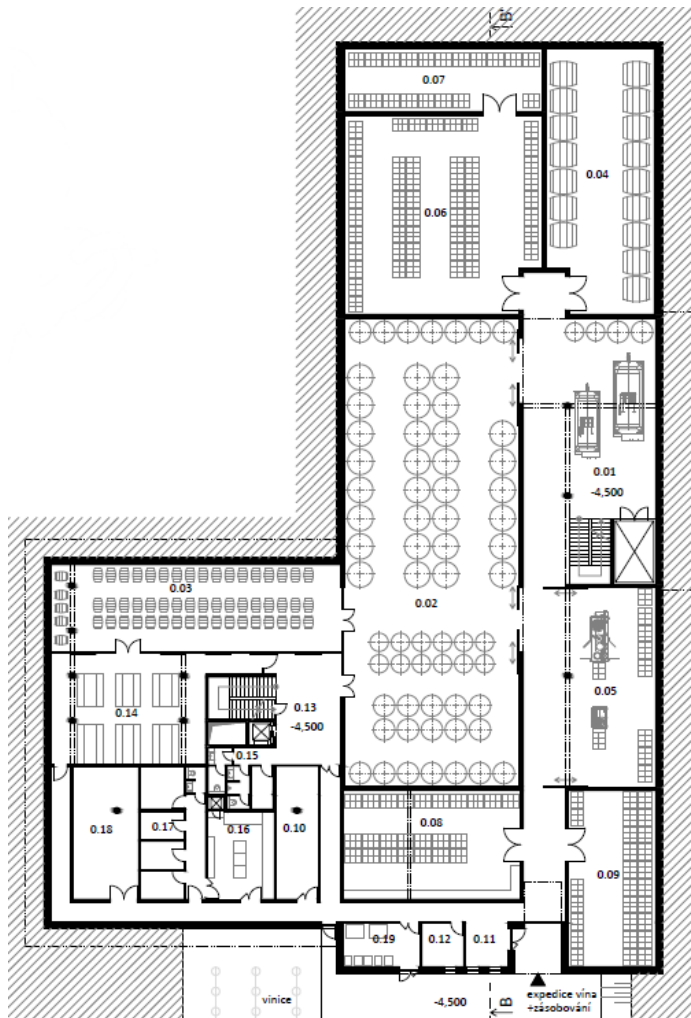


1 ÚVOD

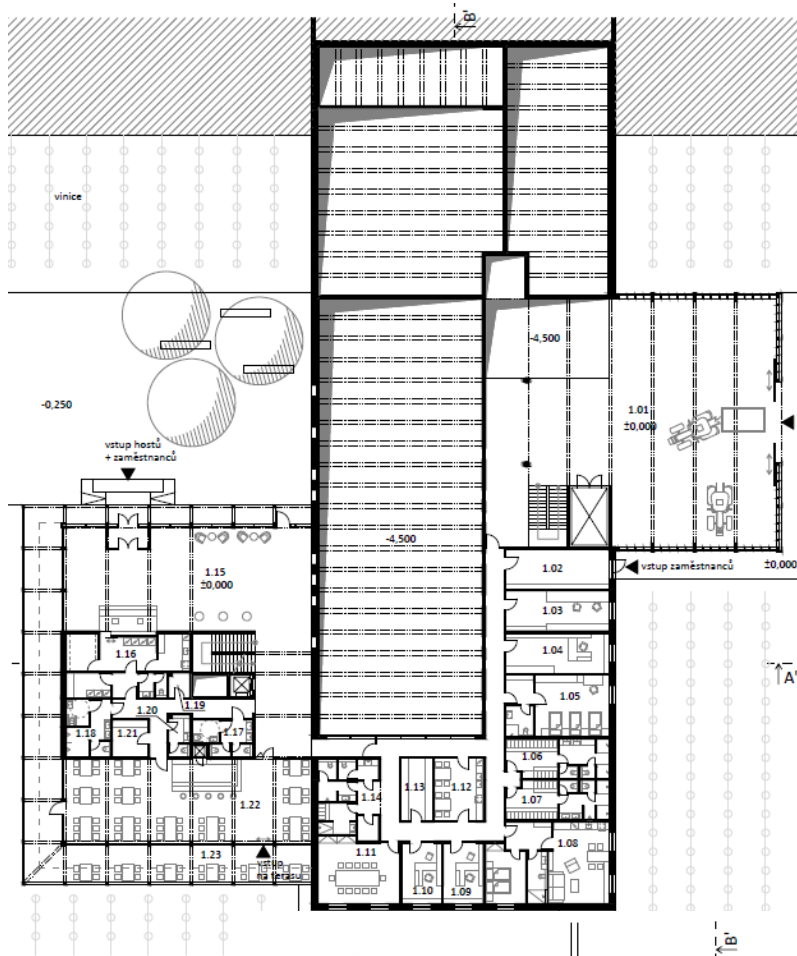
V této části je proveden návrh základové konstrukce – základové desky s ohledem na její sedání.

2 VÝCHOZÍ PODKLADY – SCHÉMA OBJEKTU

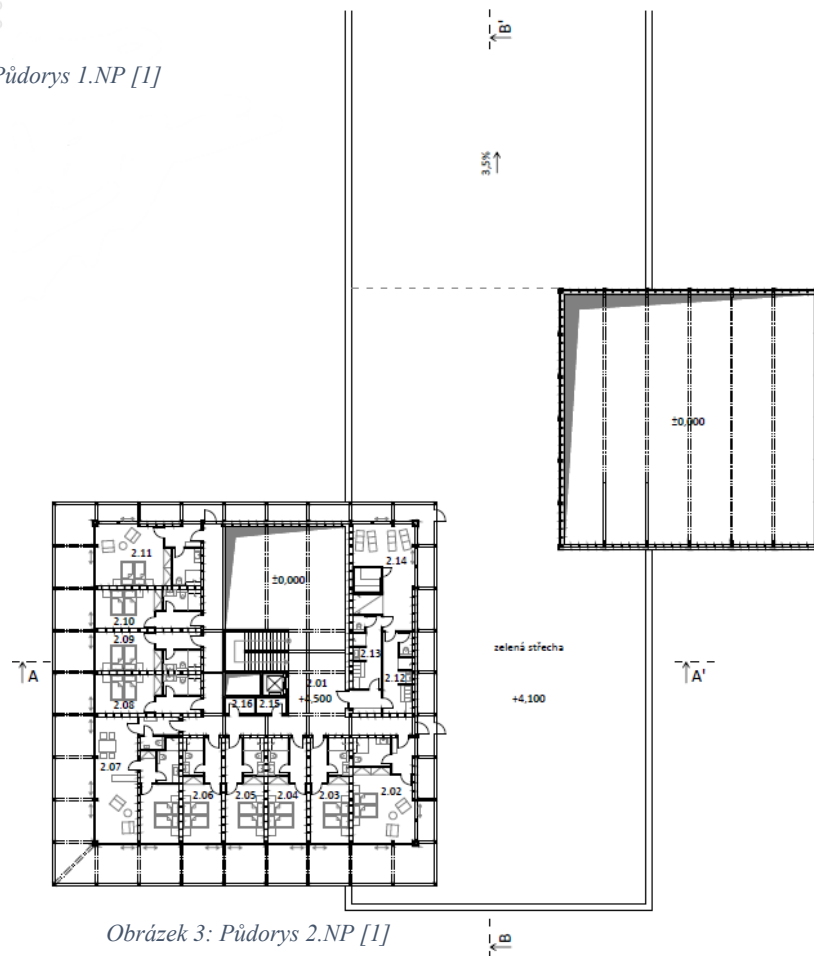
Výchozí podklady byly převzaty z vypracované studie v rámci diplomové práce [1] a byly použity pro získání rozměrů objektu.



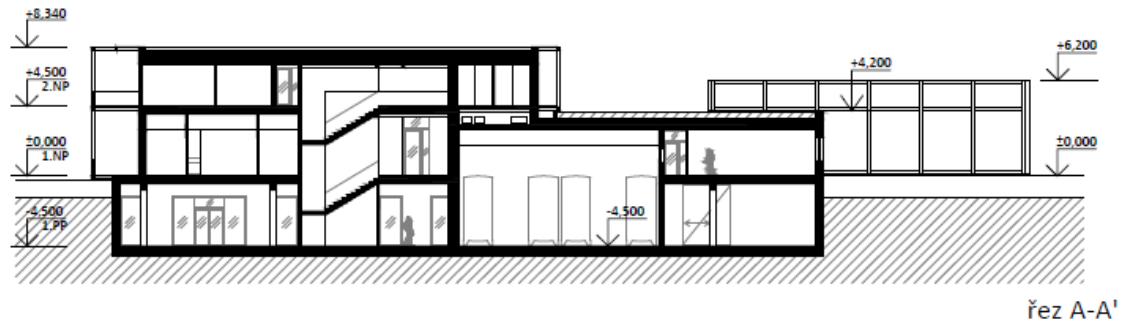
Obrázek 1: Půdorys 1.PP [1]



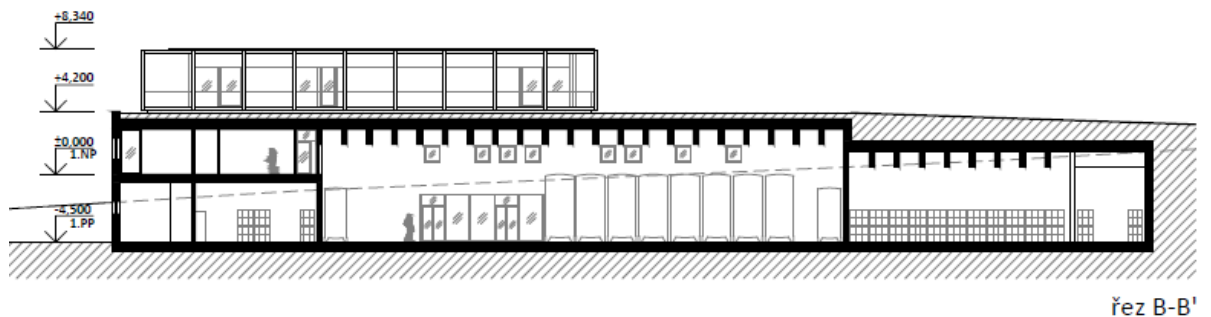
Obrázek 2: Půdorys 1.NP [1]



Obrázek 3: Půdorys 2.NP [1]



Obrázek 4: Řez A-A' [1]



Obrázek 5: Řez B-B' [1]

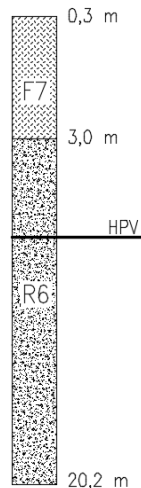
2.1 Materiály

Pro základovou desku je použit beton C25/30-XC2,XA1-CI0.2-Dmax16-S3

Výztuž: ocel B500B

2.2 Geologické poměry

Pro návrh byl zvolen následující geologický profil, jež byl vytvořen z dostupných informací. Podrobněji jsou geologické poměry zmíněny v příloze – Technická zpráva. Únosnost zeminy je předpokládána $R_{dt}=250\text{kPa}$.



Obrázek 6: Schéma vrtu

	F7	R6
$\gamma_z [\text{kN}/\text{m}^3]$	21	22
$\nu [-]$	0,4	0,35
$\varphi_{ef} [^\circ]$	17	25
$E_{def} [\text{MPa}]$	3	20
$m [-]$	0,1	0,4

Tabulka 1: Tabulka charakteristik zemín pod objektem



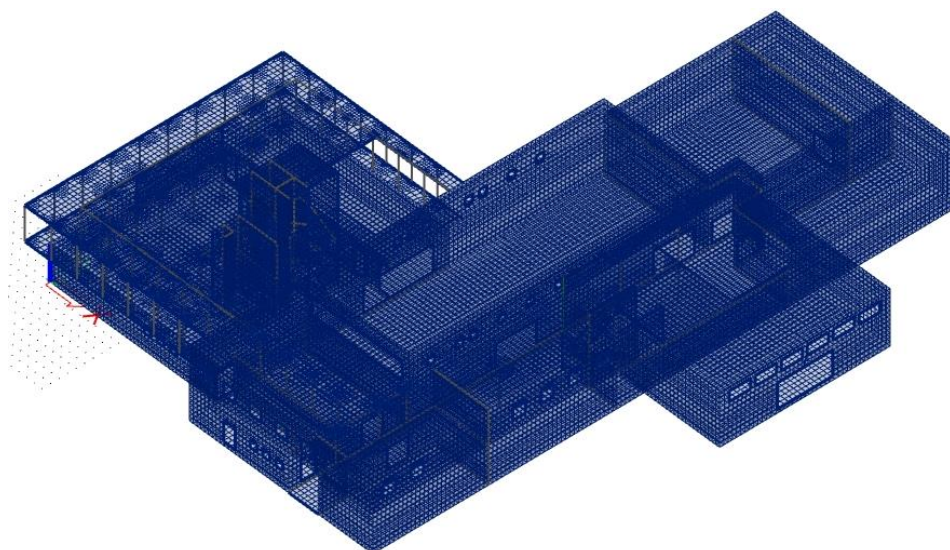
3 NÁVRH ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE

Výchozí pro návrh bylo zvolení založení na základové desce. Pro návrh základových konstrukcí je použit 3D model a výpočet je proveden pomocí programu SCIA Engineer pomocí výpočtu SOILIN, kam byly vloženy vrty a vymodelován terén v okolí objektu.

3.1 Parametry výpočtu

Na základě provedeného předběžného návrhu rozměrů hlavních nosných prvků byl vytvořen 3D komplexní model ve výpočetním statickém programu Scia Engineer 19.0 [19]. Model byl vytvořen pouze pro železobetonové konstrukce objektu, dřevostavba byla do modelu zahrnuta pomocí liniových a bodových zatížení. Na model bylo aplikováno veškeré stálé a proměnné zatížení ze Statické části – betonové konstrukce, Statický výpočet kap. 3.3., včetně zatížení zemním tlakem v klidu. Vylehčené stropní desky byly vymodelovány náhradní tloušťkou desky a vlastní tíha byla simulována náležitým odtížením konstrukce. Podpora objektu je vymodelována pomocí plošné podpory – pružného podloží a zadaného terénu.

Pro výpočet byl použit program Scia Engineer, který používá pro výpočet metodu konečných prvků (MKP). Výsledné řešení výpočtu je závislé na zvolené velikosti vygenerované sítě, tedy na velikosti jednotlivých plošných prvků v metrech. Pro výpočet byla zvolena velikost plošných prvků 0,5m. V místě



Obrázek 7: Síť vytvořeného 3D modelu ve SCIA Engineer



připojení prutových a plošných prvků byla výpočetní síť zhuštěna. Výpočet výsledků MKP byl proveden pomocí lineárního výpočtu.

3.1.1 Zadání geologického profilu

Geologický profil je do výpočtu zadán následovně. Kde parametr m je koeficient strukturní pevnosti definovaný dle tabulky ČSN 73 1001.

Koeficient m podle ČSN 73 1001:

Třída podloží	m
F1-F8 s $E_{def} < 4\text{MPa}$, nepřekonsolidované a měkké nebo tuhé konzistence R1, R2 a R4, R5 nezasažené erozí	0,1
F1-F8 ty, které nepatří do první skupiny S1, S2, G1, G2 pod hladinou podzemní vody R3	0,2
S1, S2, G1, G2 nad hladinou podzemní vody S3-S5 G3-G5 R4, R5 ty, které nepatří do první skupiny	0,3
R6	0,4
spraš, sprašová hlína	0,5

Tabulka 2: Tabulka s hodnotami koeficientu m [14]

Geologický profil

Tloušťka = 2.70[m], $E_{def} = 3.00[\text{MN}/\text{m}^2]$, $Ti\eta = 21.00[\text{kN}/\text{m}^3]$

Tloušťka = 17.20[m], $E_{def} = 20.00[\text{MN}/\text{m}^2]$, $Ti\eta = 22.00[\text{kN}/\text{m}^3]$

	Popis	Tloušťka [m]	$E_{def} [\text{MN}/\text{m}^2]$	Poisson	$Ti\eta$ suché zeminy [kN/m ³]	$Ti\eta$ mokré zeminy [kN/m ³]	m
1	F7	2,70	3,00	0,400	21,00	24,00	0,10
2	R6	17,20	20,00	0,300	22,00	25,00	0,40
*		0,00	0,00	0,000	0,00	15,00	0,20

Hladina vody m Jméno

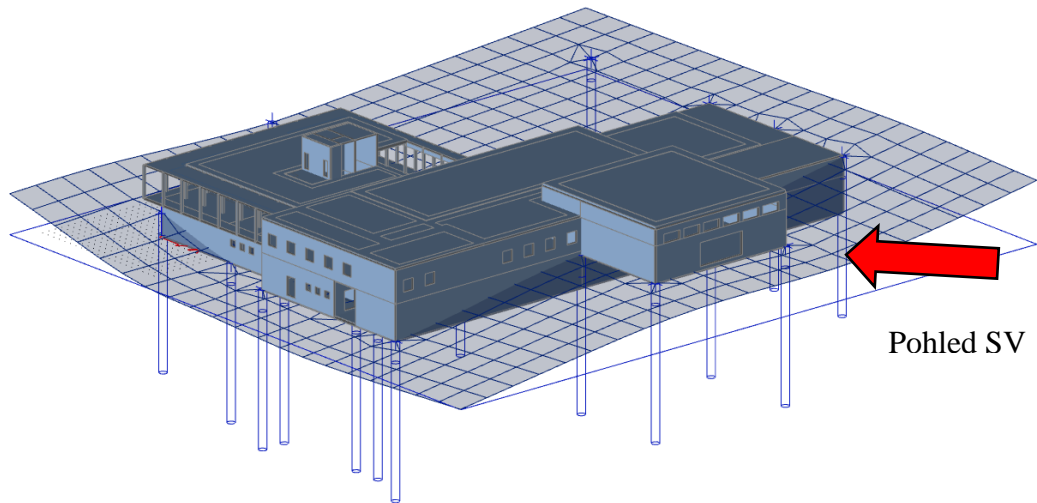
Nestlačitelné podloží pod poslední zadanou vrstvou

Obrázek 8: Zadaný geologický profil v programu SCIA Engineer

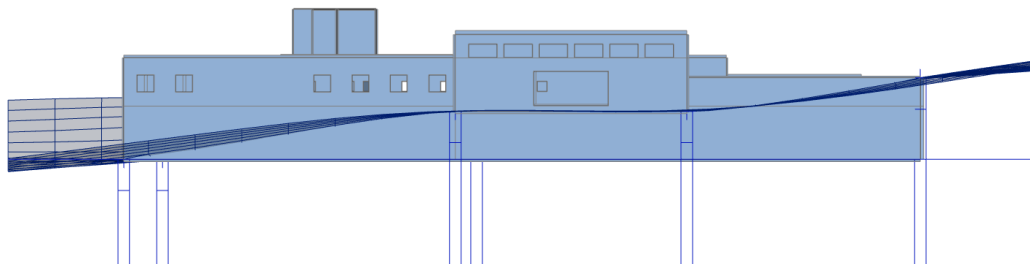


3.1.2 Model terénu

Po zadání geologického profilu byly vrtvy rozmístěny do okolí stavby tak, aby tvar povrchu terénu co nejvíce odpovídal realitě. Terén byl zadán do úrovně původního terénu. Po zadání všech vrtů byla vygenerována plocha terénu.



Obrázek 9: Vygenerovaný model povrchu terénu ve SCIA Engineer



Obrázek 10: Tvar terénu z pohledu SV ve SCIA Engineer

3.1.3 Zadané parametry do výpočtu – výpočet Soilinu

Pro výpočet byla použita kombinace pro mezní stav použitelnosti, tedy veškeré zatížení je zadáno bez součinitele spolehlivosti pro zatížení. Maximální počet iterací pro výpočet byl zvolen počtem 10 a parametry C byly ponechány ve výchozím nastavení pro výpočet SOILIN.

4 Soilin	
Kombinace pro SOILIN	MSP
Maximální iterace pro interakci s podložím	10
C1x [MN/m ³]	1,0000e-01
C1y [MN/m ³]	1,0000e-01
C1z [MN/m ³]	1,0000e+01
C2x [MN/m]	5,0000e+00
C2y [MN/m]	5,0000e+00
Tloušťka volné vrstvy na úrovni kontaktu. [m]	0,000

Obrázek 11: Výchozí zadané parametry C pro výpočet



Parametry C jsou iterační parametry, které vyjadřují deformační vlastnosti celého masívu pod základy pomocí zadaného 2D modelu podloží – pomocí modelu povrchu. Parametry C jsou určovány přímo na konstrukčních prvcích, které jsou v kontaktu s vymodelovaným podložím a ovlivňují matici tuhosti. Zjednodušeně lze říci, že konstrukce je na „podporách na parametrech C“. „Podpora na parametrech C“ pak představuje zevšeobecnění Winklerovy myšlenky – Winkler-Pasternakův model podloží, kde se předpokládá, že reakce podloží je přímo úměrná zatlačení nosníku (desky, základu, konstrukce) do podloží. „Zevšeobecnění je velmi důležité a zabývá se hlavně úvahou o významnosti smykového rozložení v podloží, které je opomenuté Winklerovým modelem.“ [14]

Výstupem soilinu jsou parametry podloží C_{1z} , C_{2x} a C_{2y} .
Parametry C_{1x} a C_{1y} jsou vždy definovány uživatelem.

C_{1z} - Odpor prostředí proti w_P (mm) [C_{1z} in MN/m³]
 C_{2x} - Odpor prostředí proti w_P/x_P (mm/m) [C_{2x} in MN/m]
 C_{2y} - Odpor prostředí proti w_P/y_P (mm/m) [C_{2y} in MN/m]
 C_{1x} - Odpor prostředí proti u_P (mm) [C_{1x} in MN/m³]
 C_{1y} - Odpor prostředí proti v_P (mm) [C_{1y} in MN/m³]

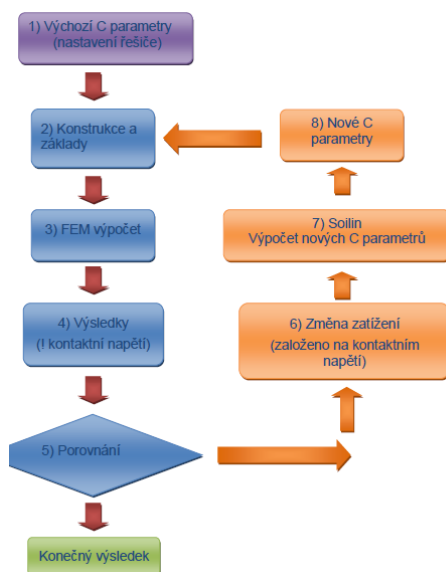
Obrázek 12: Parametry C [14]

Iterační cyklus soilinu

Hodnoty pro horní stavbu a základy jsou počítané FEM. Tyto hodnoty jsou poté použity jako vstupní data pro soilin.

Iterace je zastavena, když se kontaktní napětí σ_z a posun u_z významně neliší ve dvou po sobě následujících cyklech. Pro toto porovnání je použita kvadratická norma, která je spočítána po každém cyklu.

Diagram iteračního cyklu:



Obrázek 13: Schéma interakčního cyklu [14]

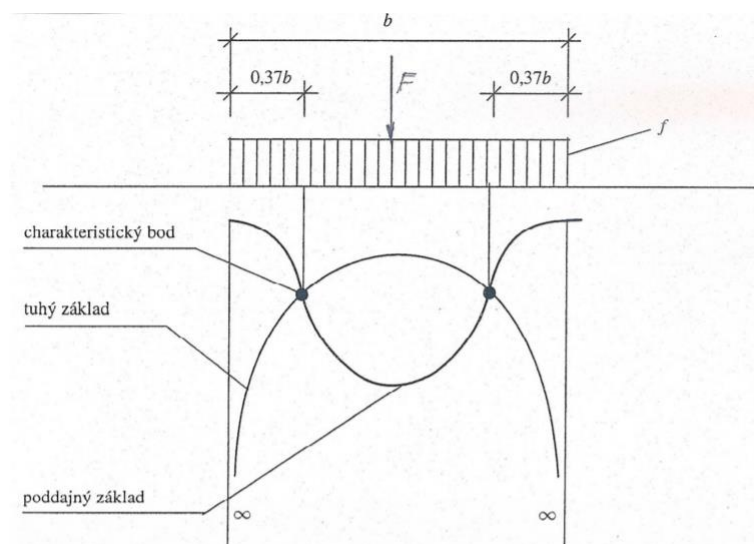


Nepřesnosti Winkler-Pasternakova modelu:

Problémem Winkler-Pasternakova modelu zůstává nerovnoměrný průběh kontaktního napětí pod tuhým a poddajným základem. Hodnoty kontaktního napětí pak nejsou příliš reálné.

Vliv na rozdělení a velikost kontaktního napětí má [15]:

- tuhost základu
- vlastnosti zeminy v podloží
- tvar a velikost základové konstrukce
- velikost a způsob zatížení
- hloubka založení
- hloubka hladiny podzemní vody



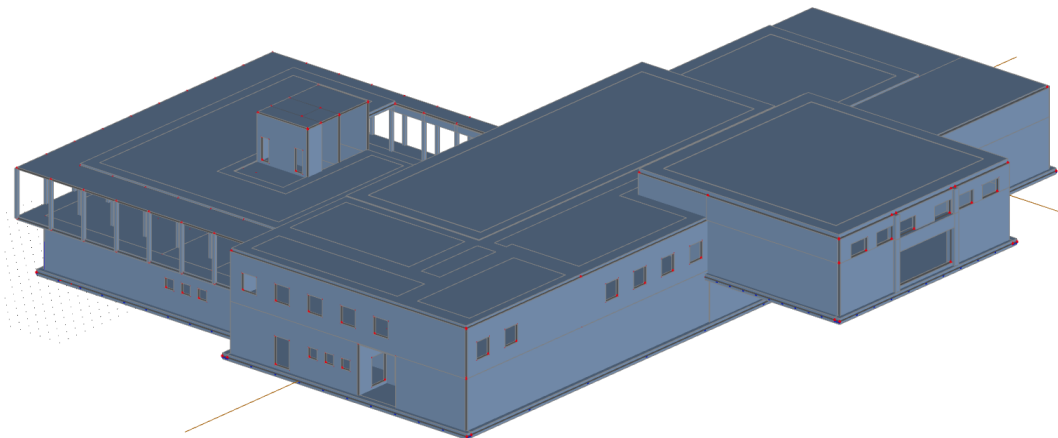
Obrázek 14: Kontaktní napětí pro tuhý a poddajný základ [15]

Z obrázku 14 je pak patrné, že pro poddajný základ je napětí pod středem základu největší a k rohům základu se snižuje. Naopak pro tuhý základ se hodnoty napětí pod hranami základu blíží k nekonečnu (vznikají zde vysoké nereálné hodnoty).

Pro základovou desku tl. 500mm je předpokládáno, že se bude chovat jako tuhý základ. Průběh napětí pak bude v modelu upraven tak, že bude deska v modelu



rozšířena vně za obvodové stěny o 500mm z důvodu, aby se limity blížíící se nekonečným hodnotám napětí přesunuli ven ze skutečného modelu.



Obrázek 15: Upravený model s rozšířeným základem

3.2 Návrh základové konstrukce

3.2.1 Požadavky na výsledky

Požadavkem na vyhovující základ je jeho sedání. Maximální (limitní) sedání je stanovenou normou ČSN EN 1997-1

Druh stavby	Konečné celkové průměrné sednutí $S_{m,lim}$	Nerovnoměrné sednutí		
	Hodnota (mm)	Druh	Hodnota	Název
1. Budovy a konstrukce u nichž nevznikají vlivem nerovnoměrného sedání přidatná namáhání a není nebezpečí porušení prostupů a souvisejících konstrukcí	120	$\frac{\Delta s}{L}$	0,003 0,006	RP ÚP
2. Konstrukce				
2.1 staticky určité	100	Δs	0,005	ÚP
2.2 železobetonové staticky neurčité	60	L	0,002	ÚP
2.3 ocelové staticky neurčité	80		0,003	ÚP
3. Vícepodlažní skeletové budovy				
3.1 železobetonové skelety s výplňovým zdivem	60	$\frac{\Delta s}{L}$	0,0015	RP
3.2 ocelové skelety s výplňovým zdivem	70		0,0025	ÚP
4. Vícepodlažní budovy s nosnými stěnami				
4.1 zděné z cihel a bloků se ztužujícími věnci	80	$\frac{\Delta s}{L}$	0,0015	RP
4.2 z velkorozměrových panelů a monolitického betonu	60		0,0015	ÚP
5. Železobetonové konstrukce				
5.1 Tuhé železobetonové konstrukce	200	$\frac{\Delta s}{B}$	0,003	N
5.2 Komíny do výšky 100 m	200		0,005	N
5.3 Komíny vyšší než 100 m	100		0,002	N
6. Jeřábové dráhy	50	$\frac{\Delta s}{L}$	0,0015	ÚP

Tabulka 3: Limitní hodnoty sedání konstrukce [5]



Průměrná hodnota konečného celkového sednutí (s) a nerovnoměrného sednutí ($\Delta s/l$) musí zůstat v mezích dle tabulky 3 [5].

Pro řešený objekt je tedy nutné splnit následující podmínky:

$$s < s_{lim}$$

$$\frac{s}{L} < \left(\frac{s}{L}\right)_{lim}$$

Dalším požadavkem je únosnost základu.

$$R_{dt} \geq \sigma_z$$

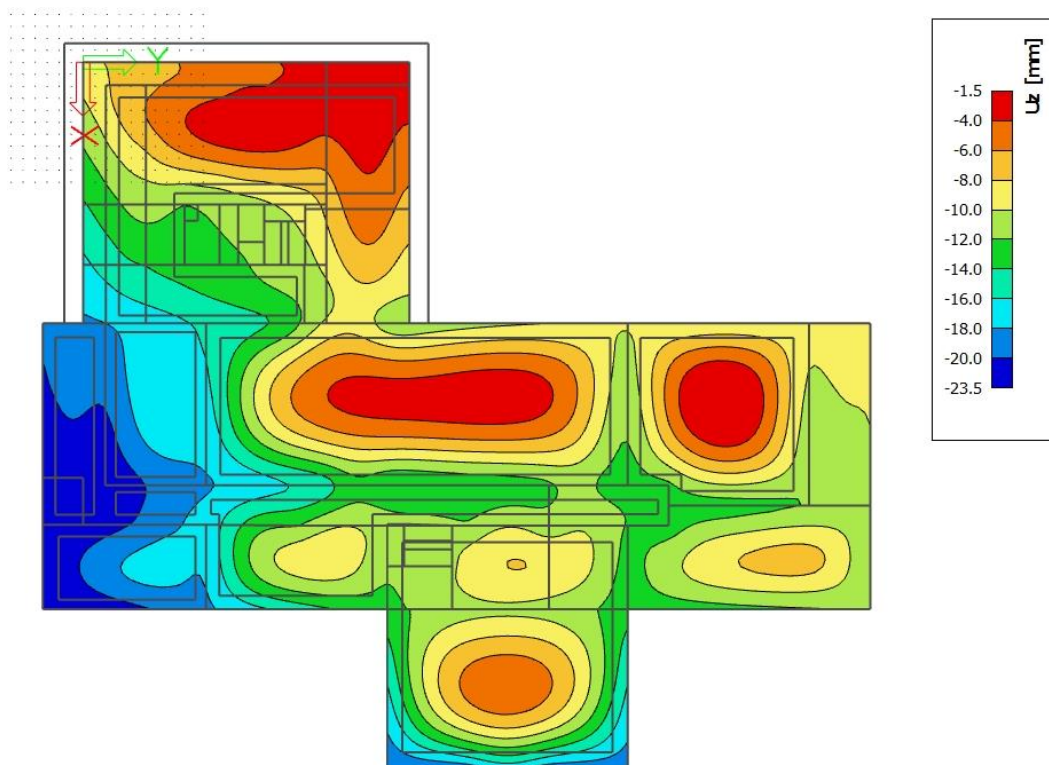
R_{dt} – únosnost základové zeminy

σ_z – kontaktní napětí v základové půdě

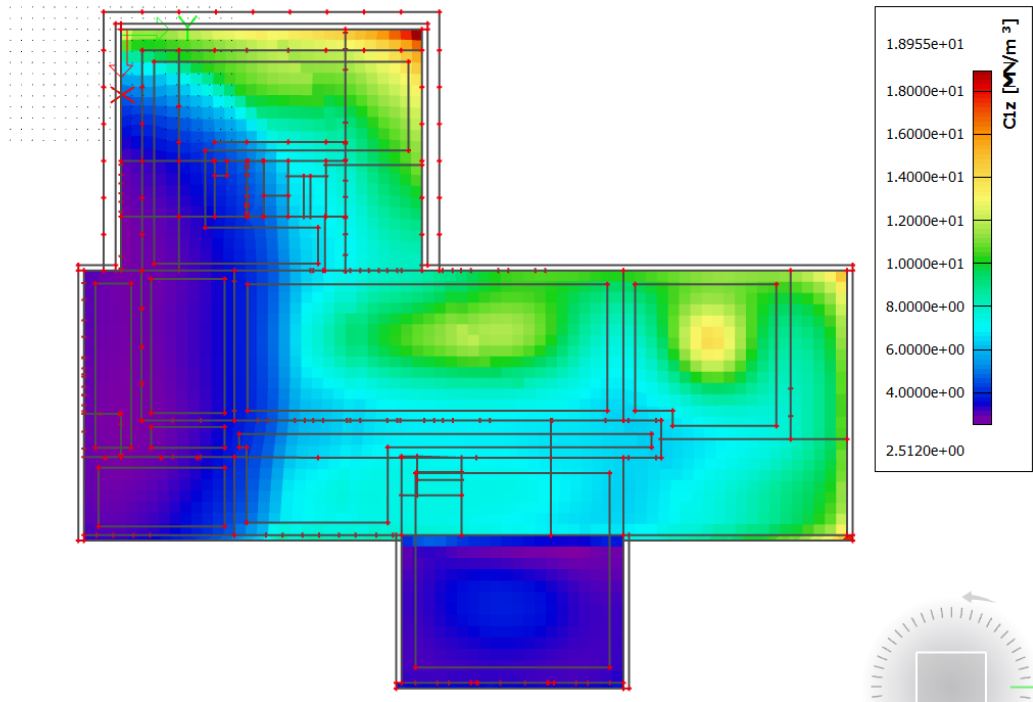
3.2.2 Výsledky výpočtu

Výpočet je proveden s úvahou základové desky na plošné pružné podpoře.

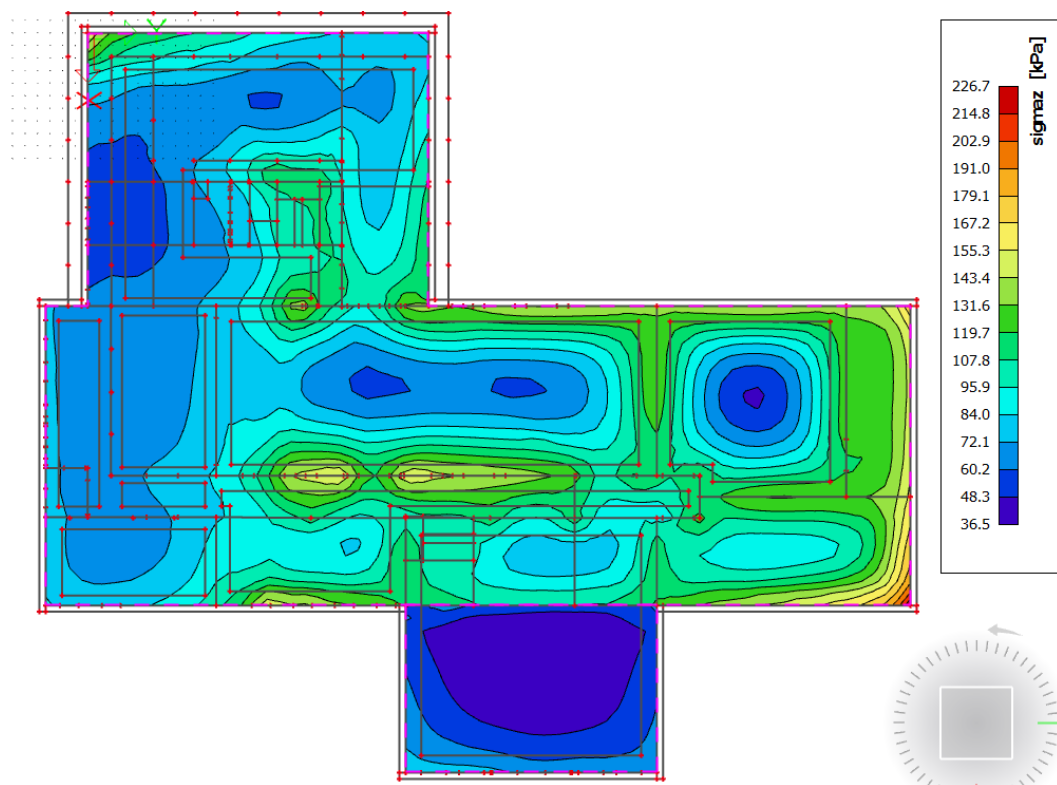
Výpočet se ustálil u 4. iterace.



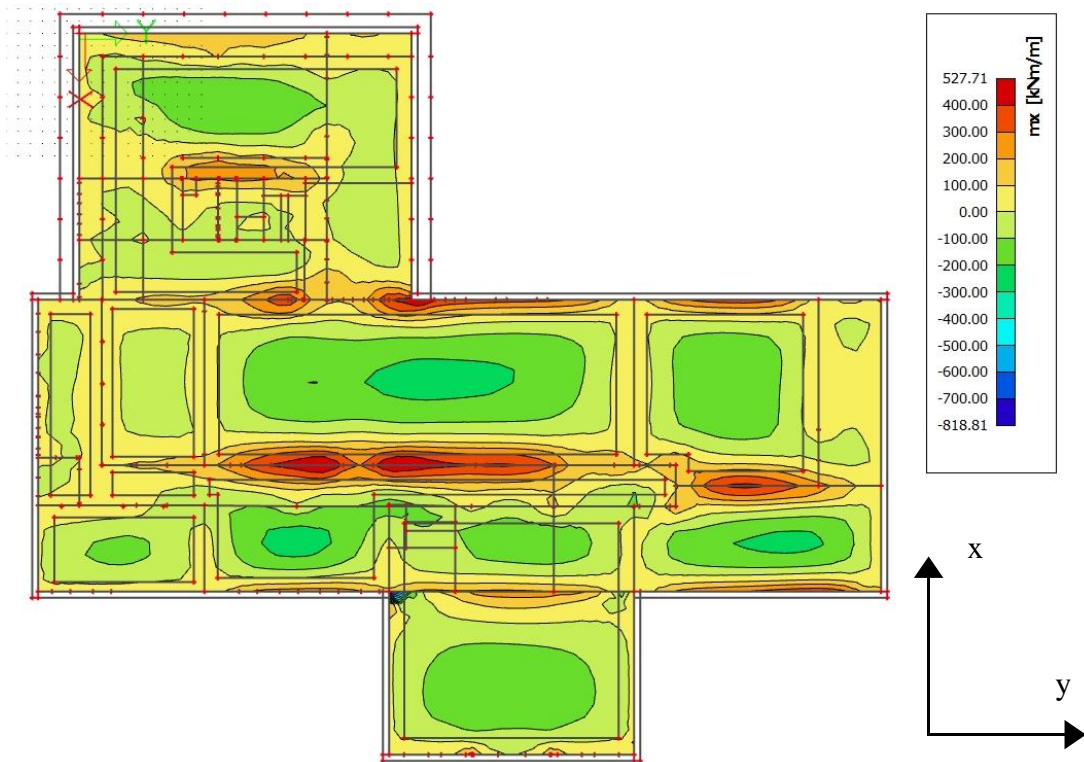
Obrázek 16: Výsledný průběh sedání základu



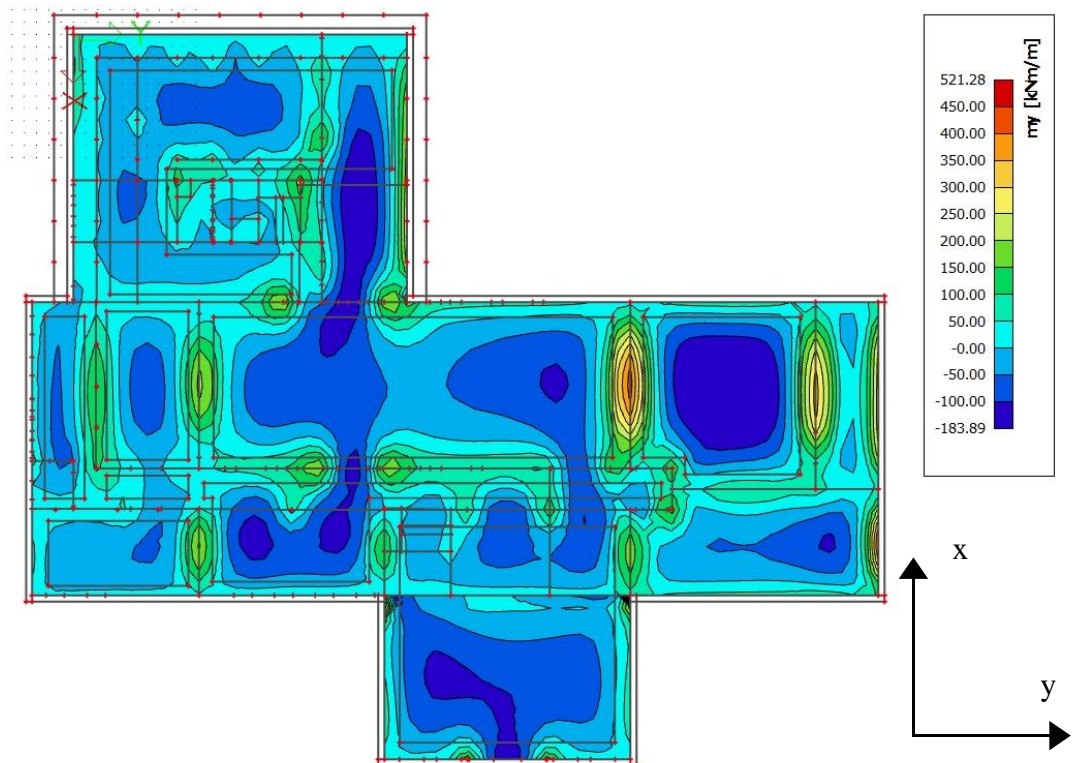
Obrázek 17: Výsledky parametru Cz



Obrázek 18: Výsledný průběh kontakčního napětí



Obrázek 19: Průběh ohybových momentů ve směru X



Obrázek 20: Průběh ohybových momentů ve směru Y



Maximální sednutí konstrukce je 23,5mm, což by dle tabulkových limitních sedání bylo vyhovující. Pro posouzení nerovnoměrného sednutí jsou uvažovány rozměry konstrukce $L=24\ 050\text{mm}$.

➤ Posouzení sedání:

Pro posouzení konečného sedání byla použita maximální hodnota sednutí konstrukce

$$s_{max} = 23,5\text{ mm} < s_{lim} = 60\text{ mm} - \mathbf{VYHOVUJE}$$

$$\frac{s}{L} = \frac{23,5}{24050} = 0,00098\text{ mm} < \left(\frac{s}{L}\right)_{lim} = 0,002\text{ mm} - \mathbf{VYHOVUJE}$$

➤ Posouzení napětí:

$$R_{dt} \geq \sigma_z$$

R_{dt} – únosnost základové zeminy

σ_z – kontaktní napětí v základové půdě

$$R_{dt} = 250\text{ kPa} \geq \sigma_z = 227\text{ kPa} - \mathbf{VYHOVUJE}$$

Po výpočtech lze říci, že základová deska tl. 500mm vyhoví jak na mezní stav únosnosti (MSÚ) tak na mezní stav použitelnosti (MSP).

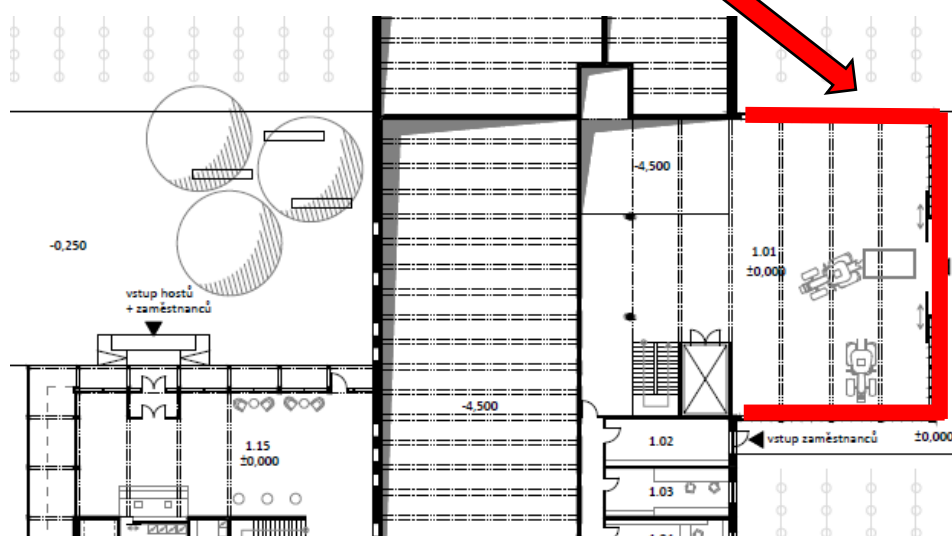


Základová deska bude doplněna ještě základovými prahy na jiho-východní straně objektu a pod garáží, a to z důvodu, že pouze základová deska nedosahuje nezámrazné hloubky. Proto budou v těchto místech navrženy základové prahy šířky 500mm a výšky 1000mm aby bylo dosaženo nezámrazné hloubky.



Obrázek 21: Základový práh pod základovou deskou v 1.PP [1]

NAVRHOVANÝ ZÁKLADOVÝ
PRÁH



Obrázek 22: Základový práh pod základovou deskou v 1.NP [1]



4 ZDROJE

Výchozí podklady:

[1] ŠMIDBERGER, Viktor. *Vinařství Olbramovice*. Praha, 2017. Diplomová práce. ČVUT, Fakulta architektury

Použité normy:

[2] ČSN EN 1990: Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

[3] ČSN EN 1991: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí

[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: Obecná pravidla

[6] ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

[7] ČSN EN 206+A1: Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

[8] ČSN P 73 2404 – Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda – Doplnující informace

[9] ČSN EN 13670: Provádění železobetonových konstrukcí

[10] ČSN EN 10080: Ocel pro výztuž do betonu – Svařitelná betonářská ocel

[11] ČSN 42 0139: Ocel pro výztuž do betonu – Svařitelná ocel žebříková a hladká

[12] ČSN 73 1001: Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy (neplatná)



Použitá literatura:

- [13] VANĚČEK, Ondřej. *Založení bytového domu na Pankráci*. Praha, 2016. Bakalářská práce. ČVUT v Praze.

Použité webové stránky:

- [14] Soilin – Kalkulace C parametrů. *SCIA A NEMETSCHEK COMPANY* [online]., 34 [cit. 2019-12-23]. Dostupné z: [https://downloads.scia.net/support/sciaengineer/manuals/15/foundations/\[cz\]topic%20training%20-%20soilin%202011.pdf](https://downloads.scia.net/support/sciaengineer/manuals/15/foundations/[cz]topic%20training%20-%20soilin%202011.pdf)
- [15] *Geotechnika: Mechanika hornin a zemin – Napětí v základové půdě* [online]. [cit. 2019-12-30]. Dostupné z: <http://www.geotechnici.cz/wp-content/uploads/2012/08/MHZ-05.pdf>
- [16] *Geologické a geovědní mapy* [online]. [cit. 2019-12-23]. Dostupné z: <http://www.geologicke-mapy.cz/>
- [17] *Česká geologická služba* [online]. [cit. 2019-12-23]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet/>

Použitý software:

- [18] Allplan 2019 – studentská verze
- [19] SCIA Engineer 2019 – studentská verze
- [20] AutoCAD – 2018 – studentská verze
- [21] Microsoft Word
- [22] Microsoft Excel