

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV GEOTECHNIKY

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF GEOTECHNICS

## ZAKLÁDÁNÍ V OBLASTI VELKÝCH BÍLOVIC

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Martin Moravčík

BRNO 2013



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



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV GEOTECHNIKY**

**FACULTY OF CIVIL ENGINEERING**  
**INSTITUTE OF GEOTECHNICS**

## **ZAKLÁDÁNÍ V OBLASTI VELKÝCH BÍLOVIC**

FOUNDING IN REGION OF VELKÉ BÍLOVICE

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

Martin Moravčík

**VEDOUcí PRÁCE**  
SUPERVISOR

Ing. HELENA BRDEČKOVÁ

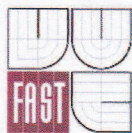
BRNO 2013

**Prohlášení:**

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

V Brně dne 3.5.2013

.....  
podpis autora  
Martin Moravčík



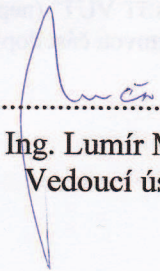
# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

**Studijní program** B3607 Stavební inženýrství  
**Typ studijního programu** Bakalářský studijní program s prezenční formou studia  
**Studijní obor** 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby  
**Pracoviště** Ústav geotechniky

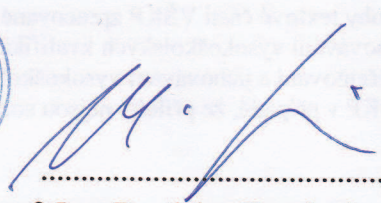
## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Student** Martin Moravčík  
**Název** Zakládání v oblasti Velkých Bílovic  
**Vedoucí bakalářské práce** Ing. Helena Brdečková  
**Datum zadání bakalářské práce** 30. 11. 2012  
**Datum odevzdání bakalářské práce** 24. 5. 2013

V Brně dne 30. 11. 2012

  
.....  
doc. Ing. Lumír Miča, Ph.D.  
Vedoucí ústavu



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

## Podklady a literatura

Budou předávány vedoucí bakalářské práce postupně.

### Doporučená literatura:

- CHLUPÁČ, Ivo a kolektiv: Geologická minulost České republiky, Academia 2002  
WEIGLOVÁ, Kamila: Mechanika zemin, CERM Brno, 2007  
ZÁRUBA, Q., VACHTL, J., POKORNÝ, M.: Základy geologie a petrografie pro stavební fakulty, SNTL Alfa Praha - Bratislava, 1972  
ZÁRUBA, Quido, MENCL, Vojtěch: Inženýrská geologie, Academia Praha, 1974  
ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla  
ČSN EN 1997-2 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy

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

Student prokáže svoji znalost inženýrskogeologických poměrů v oblasti Velkých Bílovic. Popíše geotechnické chování základních typů zemin, které se ve větším rozsahu vyskytují ve studované oblasti. Provede laboratorní testování vzorků zemin odebraných v zájmovém území.

Dále předloží studii vhodného způsobu založení stavební konstrukce ve studované lokalitě.

### 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. Helena Brdečková  
Vedoucí bakalářské práce

### **Abstrakt**

Práce má dvě části. V teoretické se zabývá rešeršním geologickým a geomorfologickým průzkumem lokality Velké Bílovice. Polovina praktické části se zaměřuje na vyhodnocení laboratorních zkoušek provedených na odebraných vzorcích z Velkých Bílovic. Na odebraných vzorcích byly provedeny fyzikálně – indexové zkoušky a mechanické zkoušky. Druhou polovinou praktické části je návrh a posouzení tížní zárubní betonové zdi podle normy EC 1997. Výpočet zemních tlaků je prováděn podle ČSN 73 0037. Návrh a posudek je proveden jednak pro odebrané vápnité jíly a dále pro sprašové hlíny s parametry dle zdroje [5]. Posouzení bylo kontrolováno podle programu GEO5.

### **Abstrakt**

Bachelor's thesis got two parts. In teoretical part I examene geology and geomorfology of region Velké Bílovice. Half of practical part analyse laboratory samples that are taken from Velké Bílovice. I tested samples for physical and index properties and mechanical properties. Second half of practical part is design and assessment of gravity wall by EC 1997. Earth pressures are calculated by ČSN 73 0037. Geological conditions for gravity wall are calcareous clays from examined properties and loess by [5]. Assessment was controled with computer program GEO5.

### **Klíčové slova**

geologie a geomorfologie Velkých Bílovic, sprašoidní zeminy, prosedavost spraší, vápnité jíly, laboratorní zkoušky, fyzikálně – indexové vlastnosti, mechanické vlastnosti, návrh a posouzení gravitační zárubní betonové zdi

### **Key words**

geology and geomorfology of region Velké Bílovice, loess, calcareous clays, laboratory testing, design and assesment of gravity wall

## **Poděkování**

Tato práce by nevznikla bez podpory a ochoty mé vedoucí práce, Ing. Brdečkové. S laboratorními zkouškami mi pomáhali paní Tvarůžková a pan Janovský. Děkuji Vám za pomoc a ochotu. Děkuji také rodičům za výchovu ke vzdělání, pochopení a ohledy při mém studiu.

## **OBSAH**

Abstrakt	5
Poděkování	6
Obsah	7
Seznam ilustrací a tabulek	8
Seznam zkratk a značek	9
1. ÚVOD	11
2. GEOLOGICKÉ A GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY V REGIONU VELKÝCH BÍLOVIC	12
2.1. Geomorfologické zatřídění lokality a popis dotčených geomorfologických entit	12
2.2. Geologický vývoj regionu Velkých Bílovic	14
2.2.1. Předtercierní vývoj	14
2.2.2. Tercierní vývoj	14
2.2.3. Kvartérní vývoj	18
2.3. Geologická stavba	19
3. SPRAŠE	20
3.1. Charakteristika, původ, vlastnosti, složení, struktura	20
3.2. Prosedavost spraší	22
4. PROVÁDĚNÉ LABORATORNI ROZBORY	26
4.1. Odběr vlastního vzorku	26
4.2. Laboratorní rozbor	29
4.2.1 Fyzikálně – indexové vlastnosti	29
4.2.2. Mechanické vlastnosti	30
5. NÁVRH A POSOUZENÍ GRAVITAČNÍ ZÁRUBNÍ ZDI	34
5.1. Návrh, geologický profil – vápnitý jíl	34
5.2. Návrh, geologický profil – sprašová hlína	36
6. ZÁVĚR	40
Použité informační zdroje	41
Příloha A: výsledky fyzikálně - indexové vlastnosti zeminy	6 stran
Příloha B: výsledky krabicová smyková zkouška	1 strana
Příloha C: výsledky triaxiální zkouška UU	1 strana
Příloha D: výpočet gravitační zdi – EXCEL – vápnitý jíl	26 stran
Příloha E: výpočet gravitační zdi – GEO5 – vápnitý jíl	6 stran
Příloha F: výpočet gravitační zdi – EXCEL – sprašová hlína	26 stran
Příloha G: výpočet gravitační zdi – GEO5 – sprašová hlína	6 stran

## Seznam ilustrací

- Obr. 2-1: Geomorfologická mapa Velkých Bílovic
- Obr. 2-2: Svrchní oligocén - egger (24Ma)
- Obr. 2-3: Spodní miocén - eggenburg (20Ma)
- Obr. 2-4: Střední miocén-baden (16 Ma)
- Obr. 2-5: svrchní miocén-pannon (10 Ma)
- Obr. 2-6: Sedimenty Vídeňské pánve na Moravě
- Obr. 2-7: Geologická stavba regionu Velkých Bílovic
- Obr. 3-1: Stanovení prosedavosti metodou jedné nebo dvou křivek
- Obr. 3-2: Graf prosedavosti spraší ( Holtz, Hilf)
- Obr. 4-1: Lokalita odběru
- Obr. 4-2: Profil terénu
- Obr. 4-3: Odběrná sonda
- Obr. 4-4: Graf smykové pevnosti vzorku
- Obr. 4-5: Schéma smykového krabicového přístroje [3]
- Obr. 4-6: Porušené vzorky z triaxiální zkoušky
- Obr. 4-7: Schéma triaxiálního smykového přístroje
- Obr. 5-1: Schéma tížní zdi ve vápnlitých jílech
- Obr. 5-2 Schéma působení sil v pracovní spáře
- Obr. 5-3: Schéma působení sil v základové spáře
- Obr. 5-4: Schéma tížní zdi ve sprašových hlínách

## Seznam tabulek

- Tab. 2-1: Geomorfologické členění oblasti Velkých Bílovic
- Tab. 3-1: Podíl jednotlivých frakcí
- Tab. 4-1: Fyzikálně – indexových vlastností odebraného vzorku
- Tab. 4-2: Zjištěné mechanické vlastnosti
- Tab. 5-1: Posouzení konstrukce, geologické poměry – vápnlitý jíl
- Tab. 5-2: Posouzení konstrukce, geologické poměry – sprašová hlína

## Seznam zkratek a značek

$\alpha$	[°], [rad]	odklod rubu zdi od vertikály
$\beta$	[°], [rad]	odklod terénu nad zdí od horizontály
$\gamma_{bet}$	[kN.m <sup>3</sup> ]	charakteristická tíha betonu
$\gamma_k$	[kN.m <sup>3</sup> ]	charakteristická tíha zeminy
$\gamma_d$	[kN.m <sup>3</sup> ]	návrhová tíha zeminy
$\gamma_G$	[-]	dílčí součinitel zatížení
$\gamma_c$	[-]	dílčí součinitel úhlu vnitřního tření
$\gamma_\varphi$	[-]	dílčí součinitel efektivní soudržnosti
$\gamma_V$	[-]	dílčí součinitel objemové tíhy
$\gamma_{R,v}$	[-]	dílčí součinitel únosnosti
$\gamma_{R,h}$	[-]	dílčí součinitel usmyknutí
$\delta$	[°], [rad]	třecí úhel
$\varepsilon$	[°], [rad]	odklon výslednice od vertikály v základové spáře
$\kappa_1$	[-]	součinitel vlivu hloubky založení
$\mu_1$	[-]	součinitel tření beton – beton v pracovní spáře
$\mu_2$	[-]	součinitel redukce kontaktu základ – zemina
$\nu$	[-]	Poissonovo číslo zeminy
$\rho$	[kg.m <sup>3</sup> ]	objemová hmotnost
$\rho_d$	[kg.m <sup>3</sup> ]	objemová hmotnost v suchém stavu
$\rho_s$	[kg.m <sup>3</sup> ]	hustota pevných částic
$\rho_w$	[kg.m <sup>3</sup> ]	objemová hmotnost vody
$\sigma_1$	[kPa]	hodnota napětí na delší straně lichoběžníka
$\sigma_2$	[kPa]	hodnota napětí na kratší straně lichoběžníka
$\sigma_a$	[kPa]	napětí od rovnoměrně zatížené obdelníkové plochy
$\sigma_b$	[kPa]	napětí od lineárně zatížené obdelníkové plochy
$\sigma_{de}$	[kPa]	kontaktní napětí
$\sigma_{ks}$	[kPa]	napětí v základové spáře
$\sigma_{or}$	[kPa]	geostatické napětí
$\sigma_z$	[kPa]	napětí od přitížení
$\varphi_d$	[°], [rad]	návrhová hodnota úhlu vnitřního tření zeminy
$\varphi_{ef}$	[°], [rad]	efektivní hodnota úhlu vnitřního tření zeminy
$\varphi_{tot}$	[°], [rad]	totální hodnota úhlu vnitřního tření zeminy
$\omega$	[°], [rad]	odklon základové spáry od horizontály
$a_1$	[m]	rameno výslednice zatížení k bodu C v pracovní spáře
$a_2$	[m]	rameno výslednice zatížení k bodu E v základové spáře
$B$	[m]	délka tížní zdi

b	[m]	dílčí šířky tížní zdi
$C_c$	[-]	číslo stlačitelnosti
$C_s$	[-]	číslo bobtnání
$C_d$	[kPa]	návrhová soudržnost
$C_{ef}$	[kPa]	efektivní soudržnost
$C_{tot}$	[kPa]	totální soudržnost
d	[mm]	ekvivalentí průměr zrn
$d_{10}$	[mm]	velikost zrn při 10% propadu
$d_{20}$	[mm]	velikost zrn při 20% propadu
e	[-]	číslo pórovitosti
$E_{oed}$	[MPa]	edometrický modul přetvárnosti
$G_1$	[kN/bm]	tíha zdi po pracovní spáru
G	[kN/bm]	tíha zdi
h	[m]	dílčí výšky zdi
$h_c$	[m]	výška soudržné části sloupce zeminy
$I_c$	[-]	stupeň konzistence
$i_m$	[-]	součinitel poměrné prosedavosti
$I_p$	[%]	index plasticity
$K_a$	[-]	koeficient aktivního tlaku
$K_{ac}$	[-]	součinitel aktivního zemního tlaku vyjadřující vliv soudržnosti
$K_p$	[-]	koeficient pasivního tlaku
$K_r$	[-]	koeficient klidového tlaku
k	[m.s <sup>-1</sup> ]	koeficient filtrace
M	[kNm/bm]	moment
m	[kg]	celková hmotnost zeminy
m	[-]	vliv strukturní pevnosti
n	[%]	pórovitost
P	[kN/bm]	výslednice zemního tlaku
p	[kN/m <sup>2</sup> ]	zemní tlak
R	[kN/bm]	svislá výslednice zatížení
r	[m]	rameno vnitřních sil
s	[mm]	sednutí základu
$s_1$	[-]	sklon líce zdi
$s_2$	[-]	sklon základové spáry
$s_3$	[-]	sklon rubu zdi
w	[%]	vlhkost zeminy
$w_L$	[%]	mez tekutosti
$w_p$	[%]	mez plasticity

## 1. ÚVOD

V této práci jsem se zabýval geologií lokality Velké Bílovice. Laboratorně jsem odzkoušel vzorky odebraných zemin na fyzikálně-indexové a mechanické vlastnosti, navrhl a posoudil tížní zárubní betonovou zeď.

Práce má dvě části. V rešeršní části jsem popsal geologii a geomorfologii regionu Velkých Bílovic. Rešeršně jsem se zabýval sprašoidními zeminami, které se ve Velkých Bílovicích také vyskytují. Polovina praktické části je tvořena popsáním a vyhodnocením geotechnických laboratorních zkoušek na vzorcích vápničných jíílů odebraných ve Velkých Bílovicích (viz. Obr. 4-1). Odebrané vzorky byly odzkoušeny na fyzikálně – indexové a mechanické vlastnosti. Druhá polovina praktické části se zabývá návrhem a posouzením gravitační zdi podle EC 1997 v geologickém prostředí jednak odzkoušených vápničných jíílů (viz. Obr. 5-1) a ve sprašových hlínách (viz. Obr. 5-2) s parametry podle zdroje [5]. Kontrola posouzení byla prováděna programem GEO5. Zemní tlaky jsou počítány podle ČSN 73 0037.

Úkolem práce je prozkoumat geologii, vyhodnotit laboratorní zkoušky odebraných vzorků a navrhnout a posoudit zadanou zemní konstrukci.

## 2. GEOLOGICKÉ A GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY V REGIONU VELKÝCH BÍLOVIC

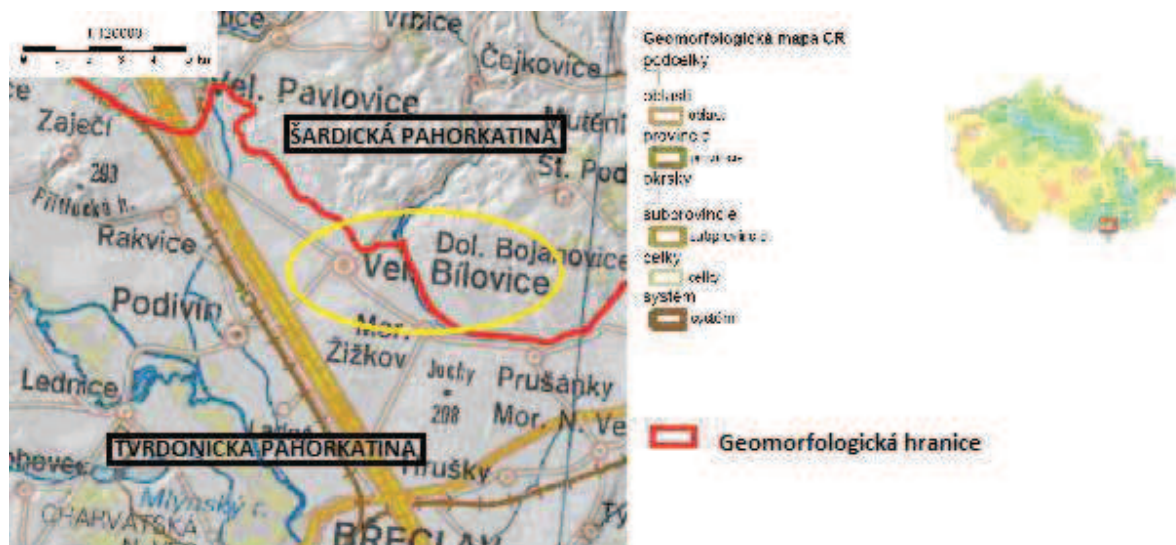
Velké Bílovice leží z části na pahorkatém a z části na rovinném terénu moravských Karpat. Vyskytují se zde sedimenty mořského neogénu i eolické sedimenty kvartérní. Reliéf krajiny byl dále dotvářen místními potoky Prušánka a Fabiánek. Geologie je zde velmi rozmanitá a přiblížím ji v následujících podkapitolách.

### 2.1. Geomorfologické zařazení lokality a popis dotčených geomorfologických entit

Velké Bílovice leží na pomezí dvou velkých subsystémů, Karpat a Panonské pánve. Nižší dělení je pro přehlednost uvedeno v tabulce 2-1 a naznačeno v mapě 2-1. Charakteristika jednotlivých geomorfologických částí je uvedena na další straně.

Tab. 2-1: Geomorfologické členění oblasti Velkých Bílovic

systém	alpsko-himalájský	
subsystém	Karpaty	Panonská pánev
provincie	Západní karpaty	Západopanonská pánev
soustava (subprovincie)	Vnější západní karpaty	Vídeňská pánev
podstava (oblast)	Středomoravské karpaty	Jihomoravská pánev
celek	Kyjovská pahorkatina	Dolnomoravský úval
podcelek	Dyjsko-moravská pahorkatina	Mutěnická pahorkatina
okrsek	Šardická pahorkatina	Tvrdonická pahorkatina



Obr. 2-1: Geomorfologická charakteristika oblasti Velkých Bílovic (zdroj: geoportal.gov.cz)

Celek: Dolnomoravský úval

Sníženina na hranici České republiky a Slovenska je částí Jihomoravské pánve tvořící severní výběžek Vídeňské pánve. Na území Česka má rozlohu 965 km<sup>2</sup>, střední výšku 183,2 m a střední sklon 1°11'. Osu tvoří niva řeky Moravy a Dyje. Nivy jsou lemovány terasami a nížinnými pahorkatinami. Na jihu je omezený hranicí ČR s Rakouskem, SR a Mikulovskou vrchovinou. Na západě sousedí s Vizovickou vrchovinou a Bílými Karpaty. Ždánický les a Kyjovská pahorkatina tvoří severní hranici. Na severovýchodě sousedí s Hornomoravským úvalem.

Okrsek: Tvrdonická pahorkatina

Střední část Dyjsko-moravské pahorkatiny, patří do Dolnomoravského úvalu, s nejvyšším bodem Od Ladenska (212m). Nížinná pahorkatina na úpatí Středomoravských Karpat. Okraje tvoří akumulární terasy Moravy a Dyje. Neogenní podloží je v západní části tvořeno sarmatskými vápnitými jíly, prachovci a písky Bílovického souvrství. V jejich nadloží se vyskytují v celé oblasti značně rozšířené prachové písky, prachovce a vápnité i nevápnité, místy uhelné jíly Bzeneckého souvrství a Dubňanského souvrství. Kvarterní usazeniny jsou zastoupeny návějemí vátých písků a překryvy spraší a sprašových hlín. V údolních polohách se objevují polygenetické deluviální a deluviofluviální sedimenty. Dna údolí vyplňují písčitohlinité fluviální sedimenty a nivní hlíny.

Celek: Kyjovská pahorkatina

Je jihovýchodní součástí Středomoravských Karpat s rozlohou 482 km<sup>2</sup>, střední výškou 235,2 m a středním sklonem 3°30'. Na jihu a západě sousedí s Dolnomoravským úvalem. Na jihozápadě

hraničí se Ždánickým lesem. Severozápadně a severně sousedí s Chřiby. Má mírně zvlněný pahorkatinný a vrchovinový reliéf s širokými, většinou úvalovitými a neckovitými údolími.

Okrsek: Šardická pahorkatina

Je jihozápadní částí Mutěnické pahorkatiny, spadající pod Kyjovskou pahorkatinu s nejvyšším bodem Zimarky (264m) v katastru Velkých Bílovic. Má členitý mírně zvlněný reliéf s četnými plošinami, široce zaoblenými hřbety a mělkými rozevřenými údolími neckovitého a úvalovitého profilu. Tvoří ji především panonské jíly, písky, místy štěrky Bzeneckého a Dubňanského souvrství, méně sarmatské písky a jíly Bílovického souvrství, často pleistocénní spraše a sprašové hlíny. Údolní nivy jsou vyplněny fluvialními sedimenty. V podloží dubňanského souvrství se nachází ligntové sloje.

## **2.2. Geologický vývoj regionu Velkých Bílovic**

V této podkapitole bude uváděno stratigrafické členění a datování ze zdroje [4].

### **2.2.1. Předtercierní vývoj**

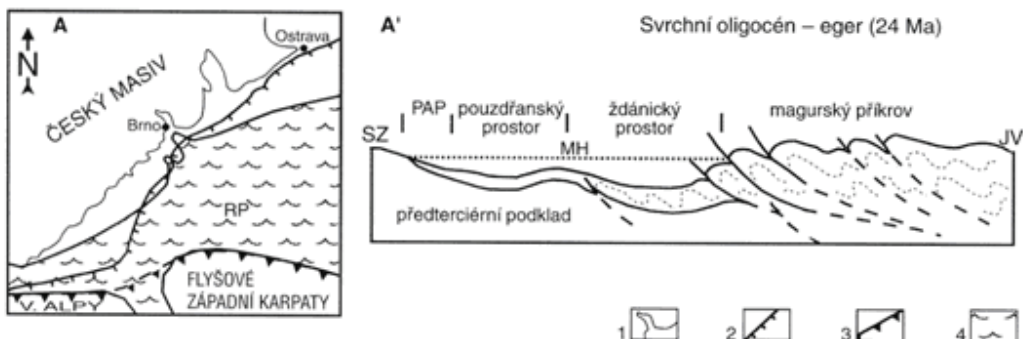
Tyto období nemají přímý vliv na stavbu karpatské soustavy.

V Mezozoiku se zakládá oceánská oblast Tethydy, která je hlavní sedimentární oblastí uloženin později vyvrásněných karpatských jednotek.

### **2.2.2. Tercierní vývoj**

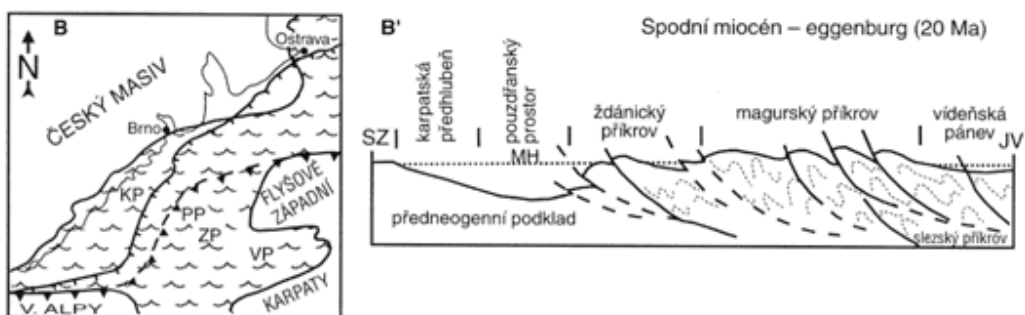
V třetihorách dochází k hlavním fázím alpínské orogeneze projevující se na Moravě. Rozložení kontinentů je již podobné dnešnímu stavu. Posunem Africké desky dochází k rozdělení oblasti Tethydy na severní a jižní větev. U nás dochází k vyvrásnění Vnějších flyšových karpát, intenzivnímu klesání Karpatské předhlubně a vytváření prostoru Vídeňské pánve, kde dochází k sedimentaci mořských uloženin. Na území Velkých Bílovic terciér zasahuje Vídeňskou pánví.

## Paleogeografické a tektonické schéma vývoje Z. Karpat na Moravě [4]



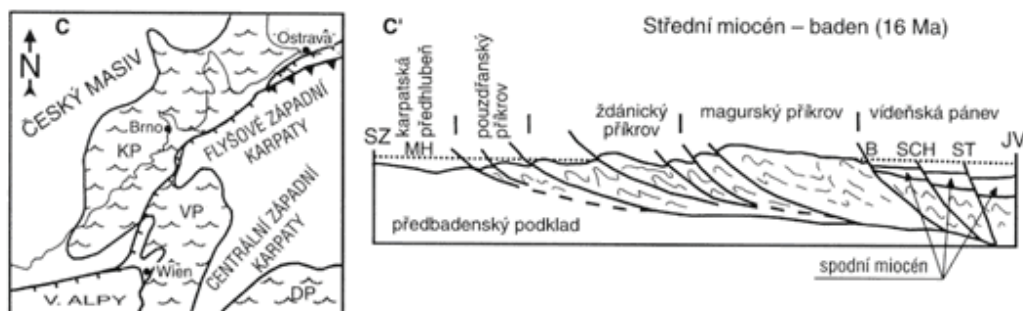
Obr. 2-2: Svrchní oligocén - eger (24Ma)

Během Helvétské fáze alpínské orogeneze dochází k vyvrásnění a vysunutí sedimentů Magurského prostoru do sousedství Ždánického prostoru, kde probíhá sedimentace kroseňské facie. Sedimentace probíhá v mělčích reziduálních pánvích široce propojených přes pouzďfánský prostor.



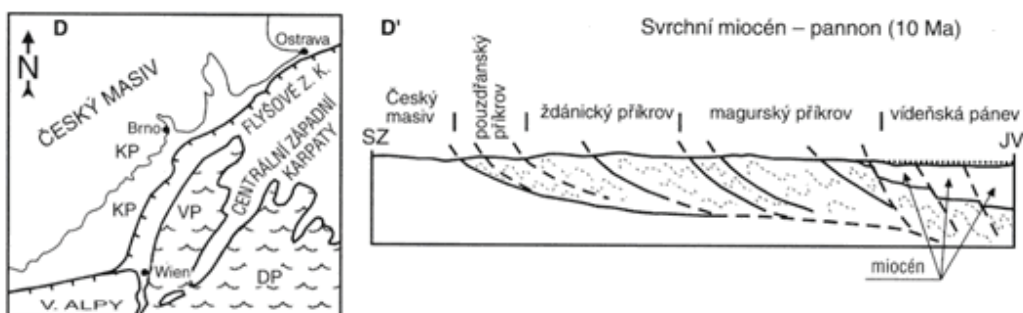
Obr. 2-3: Spodní miocén – eggenburg (20Ma)

Za Sávské orogeneze jsou Magurská a Kroseňská jednotka vrásněny a sunuty na předpolí. Dochází mezitím k poklesům a vznikům spodnomiocéních pánví v jejich týlu. Dochází k ukončení sedimentace ve většině prostorů s výjimkou ždánické a pouzďfánské jednotky. Je založena Karpatská předhlubeň propojená s pouzďfánským sedimentačním prostorem a vnitrokarpatskými pánvemi.



Obr. 2-4: Střední miocén-baden (16 Ma)

Štýrská orogeneze, která vyvrásnila Vnější karpáty a dochází ke vzniku příkrovů., které byly jako celek sunuty na předpolí I přes spodnomiocenní výpň. Částečně vynořená čela byla silně erodována. Moře zasahovalo hluboko do Českého masívu, který tak byl propojen s Vídeňskou pánví.



Obr. 2-5: Svrchní miocén-pannon (10 Ma)

Atická fáze vrásnění má za důsledek dosunutí příkrovů na Ostravsku do dnešní pozice. Zvednutí východního okraje Českého masívu mělo za následek ústup moře, které zůstávalo jen ve Vídeňské pánvi, která se postupně vyslazovala.

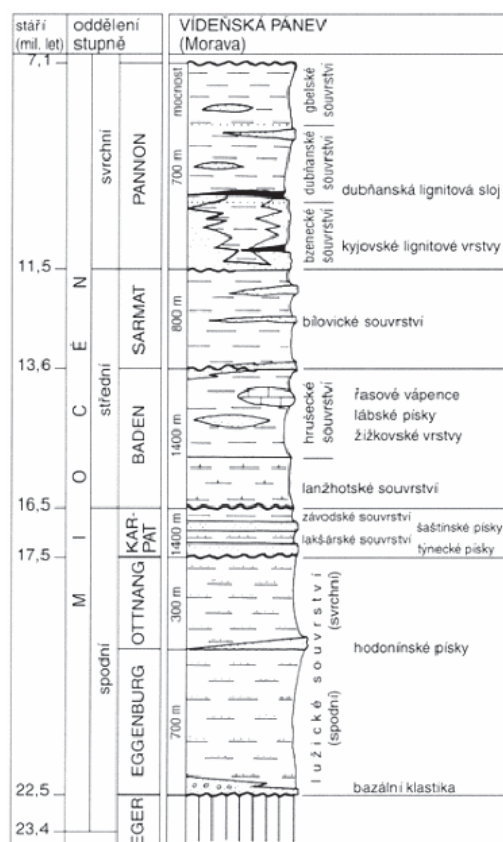
### Sedimenty Vídeňské pánve

Vídeňská pánev se rozkládá mezi Východními Alpami a Západními karpáty. K nám zasahuje svou severní částí, Dolnomoravským úvalem. Podloží tvoří příkrovové jednotky Severních vápencových alp a Vnějších západních karpát. K založení sedimentačního prostoru došlo ve spodním miocénu (eggenburg) a dále bylo po celý miocén formováno složitou tektonikou. Docházelo k četným eustatickým pohybům hladiny moře.

V regionu Velkých Bílovic se Vídeňská pánev ukazuje na povrchu svými svrchnomiocenními (panonskými) a sarmatskými sedimenty Bílovického, Bzeneckého a Dubňanského souvrství. V této době docházelo k postupnému ústupu a vyslazování moře.

Na konci badenu se stává vídeňská pánev následkem izolace Paratethydy brakickým zálivem. V této době dochází k ukládání jílu a písků Bílovického souvrství. Jíly jsou zelenošedé, proměnlivě prachovité, přecházející až do prachů. Nevětráváním získávají různé odstíny zelenožluté až olivové barvy.

V pannonu lze vývoj z faciálního hlediska rozdělit na okrajový, mezi Lednicí, Podivínem, Velkými Bílovicemi, Čejčem, Kyjovem, Bzencem a pánevní vývoj, především v moravské ústřední prohlubni. Ve spodním pannonu je Vídeňská pánev již jen mírně brakickým jezerem s okrajovými lagunami a občas brakickou vodou zaplavovanými močály (maršemi). Nejdříve se zakládá Bzenecké souvrství s polohami jemnozrných až prachovitých, často silně vápnitých světle šedých až bělavě šedých, béžových a světle žlutošedých písků deltovitého původu a proměnlivě prachovitých jílu až prachů nejčastěji světle šedých, bělavých šedých a žlutošedých, většinou silně vápnitých a proměnlivě prachovitých. Na území mezi Čejčí a Kyjovem se zakládá kyjovská lignitová sloj. Dále se zakládá Dubňanské souvrství, převážně již v marších, s až 6 m mocnou lignitovou slojí rozšířené téměř na celém území redukované pánve a další méně mocné lignitové sloje a tmavě šedé, převážně nevápnité jíly a prachy. Vývoj je zakončen sladkovodním Gbelským souvrstvím s lakustrinními sedimenty.



Obr. 2-6: Souvrství Vídeňské pánve na Moravě [4]

### 2.2.3. Kvartérní vývoj

Pro kvartér je typické střídání chladných období - glaciálů (ledových dob), s mohutně se rozšiřujícími ledovci, s mnohem teplejšími interglaciály – meziledovými dobami. Jde o velmi dynamické období.

Docházelo k posunování klimatických pásem, kolísání hladiny světového oceánu, migrace rostlinných a živočišných druhů a destrukce a akumulace reliéfu.

Ložek (1993) rozdělil pleistocénní výkyvy do tří různých řádů. Nejchladnější cykly 1. řádu jsou typické eolickou činností v suchých obdobích glaciálů. Docházelo k akumulaci spraší, sprašových hlín a navátých písků. Podnebí bylo podobné tundrám. V interglaciálech s atlantským klimatem nedocházelo k výrazné sedimentaci. Cykly trvaly okolo 100 000 let. V cyklech druhého řádu, trvajících okolo tisíce let se střídalo zalednění s podnebím tajgy, v nichž se vytvářely černozemní půdy. Cykly 3. řádu jsou známé z nejmladších sprašových pokryvů. Střídala se krátkodobá vlhčí a teplejší období v rámci posledního zalednění.

Na našem území se objevují ledovcové uloženiny a sedimenty nezaledněných oblastí. Toto území leželo mezi severoevropským kontinentálním zaledněním a velehorským zaledněním Alp. Jde o periglaciální oblast. Podle převládajících procesů se dělí oblasti na denudační neboli snosové, odtud byl materiál snášen do oblastí akumulačních, které se dále dělí na areály kontinentálního zalednění a extraglaciální.

Velké Bílovice leží v periglaciální zóně a vyskytují se zde tyto sedimenty:

#### **Zvětraliny a půdy**

Mechanickým zvětráváním hornin v glaciálech vznikala klastická eluvia, která v interglaciálech podléhala chemickému zvětrávání. Typ půdy je závislý od typu mateční horniny. Mohou se vyskytovat i v polohách uvnitř profilu. U nás jsou přítomny na povrchu velmi úrodné černozemě a hnědozemě.

#### **Deluviální (svahové) uloženiny**

Jde především o přemístěné jíly. V regionu Velkých Bílovic se nevyskytují.

#### **Delviofluviální (splachové) uloženiny**

Bývají převážně holocenního stáří, jsou málo mocné a rytmicky zvrstvené. Vyskytují se v okolí potoků Prušánky a vysušeného Fabiánku.

#### **Fluviální uloženiny**

Vyskytují se také v omezené míře v místě výše popsaných potoků.

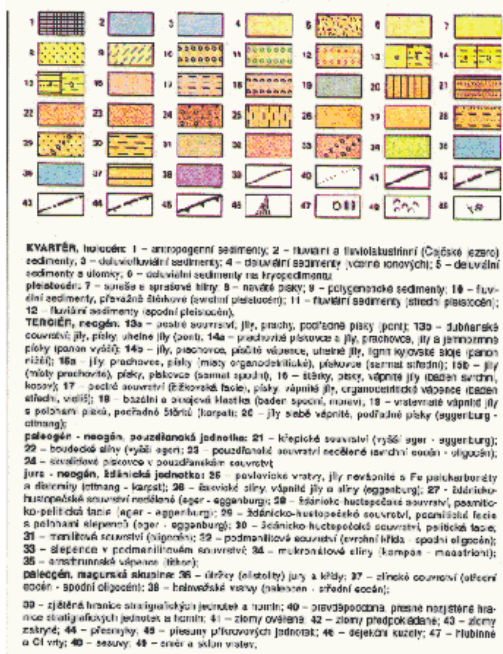
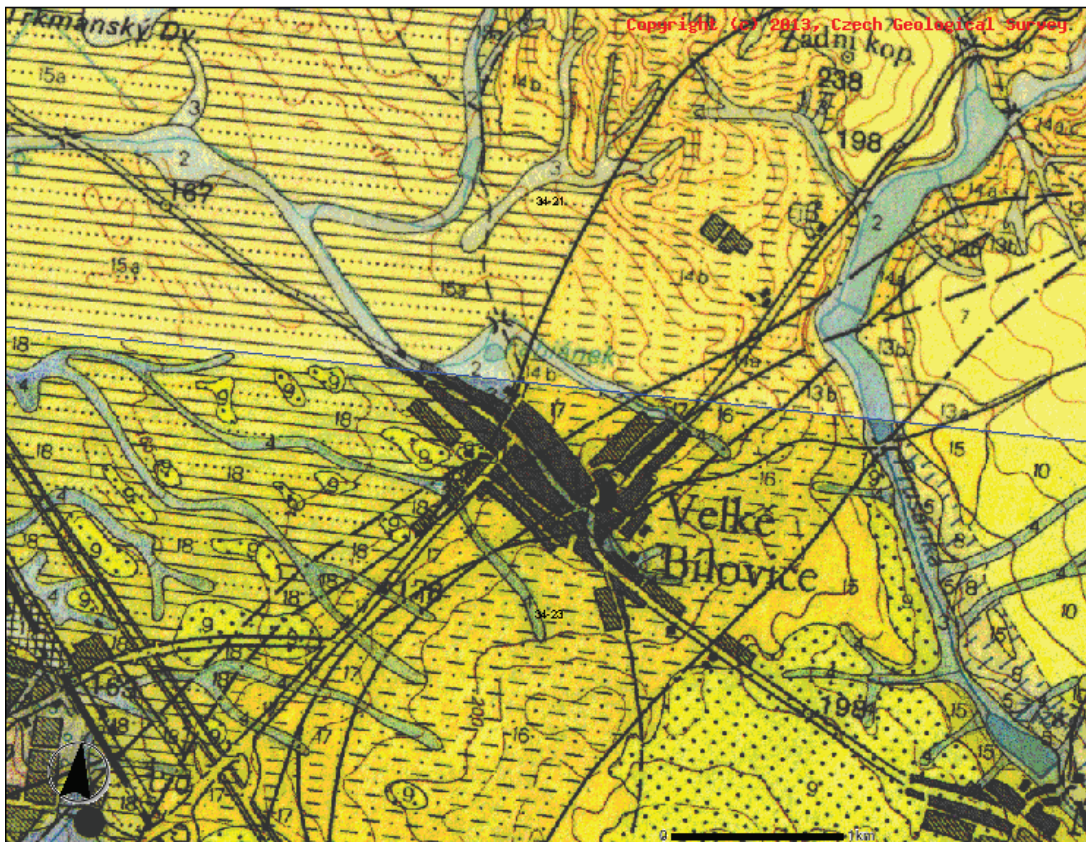
### **Eolické uložení**

Nejrozšířenější kvartérní sedimenty v oblasti Velkých Bílovic se tvoří v pleistocénu. Vyskytují se zde váte písky, především spraše a sprašové hlíny a výjimečně deluvioeolické až eolicko - deluviální sedimenty. Ukládání spraší u nás skončilo v posledním glaciálu. Spraším je v této práci pro její charakteristické chování projevující se ve stavební praxi věnována samostatná kapitola.

Naváté písky u nás pocházejí hlavně z konce posledního zalednění.

### **2.3. Geologická stavba**

Je naznačena v Obr. 2-7. Horní část (nad modrou čarou) je popsána v první legendě (vlevo) a druhá v legendě vpravo. Objevují se zde především vápnité jíly mořského neogénu a písčité usazeniny mořského neogénu doprovázející okraje vápnitých jílu, které jsou překryty čtvrtohorními sprašovými hlínami a vápnitými nivními uloženinami tvořících údolní polohy drobných vodních toků.



Obr. 2-7: Geologická stavba regionu Velkých Bílovice (zdroj geology.cz)

### 3. SPRAŠE

Sprašoidná zeminy jsou velmi rozšířenou zeminou nejen jižní Moravy. Tvoří zde pokryvy mocnosti 5 až 15 m. Má charakteristické vlastnosti a dokáže být za určitých podmínek nestabilní a ze stavebního hlediska nebezpečná. Proto se na chování těchto zemin v práci zaměřím více.

#### 3.1. Charakteristika, původ, vlastnosti, složení, struktura

Spraše jsou jednoduše identifikovatelnou zeminou. Obsahují vápenné konkrece či vápenné prožilkování. Kalcit bouřlivě reaguje s kyselinou chlorovodíkovou za vývinu oxidu uhličitého, projevujícího se charakteristickým šuměním (viz. rovnice 3-1). Díky tomuto jevu se spraše lehce poznají. Barvu mají žlutavou, tzv. okrovou, až nahnědlou v závislosti na obsahu oxidů železa, které ji svou barvu propůjčují. Mají úzkou křivku zrnitosti, tvořenou jemnozrnnějšími frakcemi. Jsou dobře rozemnutelné v prstech. Suché spraše jsou značně soudržné.

Sprašoidní zeminy jsou eolického původu. Sedimentace probíhala od pleistocénu. Klima v tomto období zásadně ovlivnilo typickou strukturu sprašoidních zemin. Detailněji je vývoj v kvartéru popsán v prvních kapitolách této práce. Pleistocén je velmi studené období, kdy převládalo v naší oblasti proudění chladných větrů od západu. Větry odnášely jemnozrnné částice a usazovaly je na východních svazích do sněhových závějí. Po odtání sněhu docházelo k depotu, následoval další pokryv sněhem a cyklus se opakoval.

Způsob ukládání částic, tedy přínos větrem, způsobil, že mají spraše úzkou granulometrickou křivku. Největší částice jsou jemné písky, frakce do 0,2 mm. Nejmenší frakcí skeletu je prach velikosti do 0,002 mm. Typicky jsou pak zrna obalena a spojena jílovými částicemi, které tvoří nezanedbatelnou část obsahu. Spojení zrn jílem se označuje jako jílové mosty. Tyto mosty bývají tvořeny také kalcitem. Tato struktura dává spraším jejich typické chování. Hrubozrnnější částice se ve spraších nevyskytují. Obvyklé rozdělení frakcí je naznačeno v tabulce 3-1.

Tab. 3-1: Podíl jednotlivých frakcí. [1]

frakce	hranice	obvykle
písek	3-28%	11-19%
prach	63-88%	73-76%
jíl	6-10%	8-10%

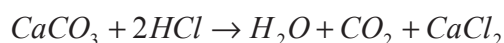
Struktura je rovnoměrně pórovitá. Částice jsou spojeny, jak je popsáno v předchozím odstavci. Obsahují vaptité prožilkování nebo konkrece dosahující velikosti i několika centimetrů, které vznikaly louhováním kalcitu vodou a následným „slepením“. Vnější povrch zrn je polyminerální a zahrnuje:

- izometrické částice s odlišnými hranicemi, ve velikosti až 2  $\mu\text{m}$ .
- nepravidelné tvary jako výrůstky nebo suky ve velikosti až 5  $\mu\text{m}$ .
- částice ve tvaru vloček ve velikosti až 8  $\mu\text{m}$ .

Mineralogické složení je tvořeno především křemenem. Tvoří 40-70% obsahu. Následuje živec, který je obsažen v množství okolo 15%. Slídy, goethit a jílové minerály jsou zatoupeny mezi 20 a 30%. Další minerály jako epifor, granát, hornblende, kyanit, rustil, staurolit, turmalín, zirkon jsou obsaženy jen zlomkově.

V jílovitých složkách je obsažen smektit/illit mezi 50% až 80%. Illit tvoří 5-40% složení. Kaolinit 2-5%. Křemen 2-10%. U starších pokryvů bývá obsah illitu větší než 15% a to na úkor smektit/uplitu, kterého obsah se pohybuje mezi 50-56%.

V chemickém složení převažuje oxid křemičitý 70-80% a do 50% v jílové frakci. Oxidu hlinitého bývá v rozmezí 8-16%, 14-18% s jílovou frakcí. Oxidů železa bývá do 4%. Obsah může nabývat až 12% podílu u zvětralejších poloh. V jílové frakci se obsah železa pohybuje mezi 7 a 13%. Oxid draselný, sodný a fosforečný v podružném množství. Uhličitan vápenatý je obsažen do 20%. Ten reaguje s kyselinou chlorovodíkovou podle rovnice 3-1.



rovnice 3-1: Reakce uhličitanu vápenatého s kyselinou chlorovodíkovou. [1]

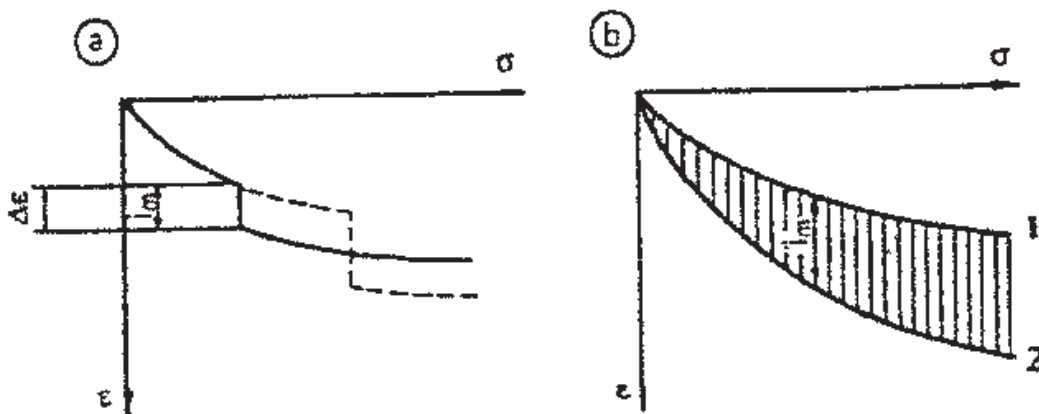
### 3.2. Prosedavost spraší

Prosedavost je náhlá, velká změna objemu při zatěžování vlivem nějakého faktoru, nejčastěji promáčení. Suché spraše mají malou objemovou hmotnost a středně vysokou pevnost. U spraší se prosedavost velice často vyskytuje a ze stavebního hlediska je nežádoucí. Existuje řada kritérií podle kterých lze prosedavost posuzovat. Podle ČSN 73 1001 je jemnozrná zemina prosedavá, pokud splňuje alespoň jedno z uvedených kritérií:

- a) jedná se o zeminu eolického původu
- b) obsah prachové složky je větší než 60% hmotnosti suchého vzorku
- c) obsah jílovité složky je menší než 15% hmotnosti suchého vzorku

d) stupeň nasycení je menší než 0,7 a zároveň mez tekutosti je větší než 32%

Prosedavost se stanovuje přímo z edometrických zkoušek pomocí charakteristické křivky stlačitelnosti vyhodnocené metodou jedné nebo dvou křivek. Výsledkem je součinitel poměrné prosedavosti. Pokud je větší než 0,01, zemina je prosedavá. Pro metodu dvou křivek se vypočte součinitel jako rozdíl poměrných přetvoření zeminy plně saturevané a s přirozenou vlhkostí pro příslušné napětí na obr. 3-1.



Obr. 3-1: Stanovení prosedavosti metodou jedné nebo dvou křivek. [1]

Také se stanovuje nepřímo korelací mezi prosedavostí a různými vlastnostmi jako je pórovitost, objemová hmotnost, mez tekutosti, indexu sedání. Tyto vlastnosti a jejich vliv je rozveden dále.

V Polsku byly prováděny zkoušky prosedavosti spraší pomocí porozimetru a ukázalo se, že zeminy vykazující kolaps mají následující rozložení porovitosti: "obsah mikropórů menší než 1 mikrometr byl 80-90%, obsah pórů v intervalu od 1 do 10 mikrometrů byl několik procent, mezopóry velikosti 10-70 mikrometrů byly zastoupeny ve zlomcích procent až několika procenty, póry velikosti 70-100 mikrometrů zřejmě chybí." Na základě naměřených dat došli autoři k závěru, že mikropóry velikosti pod 1 mikrometr se na prosedání nepodílejí. Kolaps je závislý na obsahu pórů v intervalu 1-1000 mikrometrů. Vlastní korelací mezi různými vlastnostmi a koeficientem kolapsu se tedy skutečnost značně zjednodušuje.

Pro kolaps zemin je typická vysoká pórovitost. Ta se vyjadřuje pomocí pórovitosti  $n$  nebo čísla pórovitosti  $e$ . Dle Fedy (1966) je kritická počáteční pórovitost pro kolaps zeminy  $n_0=40\%$  ( $e=0,67$ ). V ČSN je také ale nutné, aby vlhkost v přirozeném uložení byla menší než 13%.

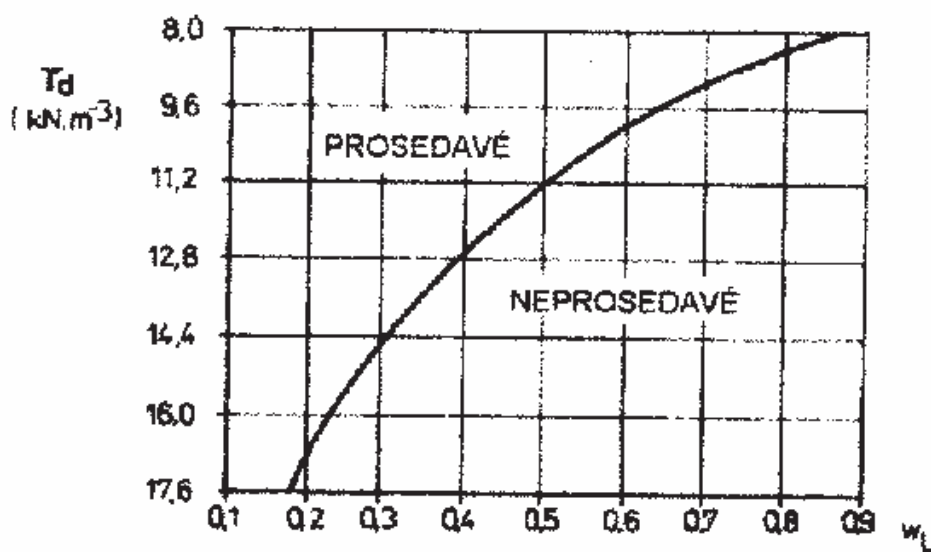
Objemová hmotnost kolapsibilních spraší bývá nízká v porovnání se zeminami stejné třídy dle normy.

Vliv meze tekutosti vystihuje definice meze tekutosti dle Grima (1962) jako: „...množství vody, které může být zadrženo bez podstatného zpevnění, a neoděluje částice, ale značně se blíží bodu, kde mezi nimi nejsou žádné vazebné síly...“ Lze tedy říct že při smáčení dochází k zániku mikrovazeb, které drží shluk pohromadě.”

Zeminy s nízkým obsahem jílu a počáteční vlhkostí blízcí se mezi tekutosti vykazují při malých změnách vlhkosti velké změny konzistence. Navíc pokud má zemina přirozenou vlhkost větší než vlhkost na mezi plasticity nebo dokonce blízcí se mezi tekutosti pak vykazuje známky tixotropie. Zeminy s vlhkostí menší nebo blízcí se mezi tekutosti vykazovaly zvýšení pevnosti v čase.

Zeminy s vlhkostí při saturaci větší než je vlhkost na mezi tekutosti mají potenciál ke kolapsu. Dle Rebintera (1954) hlavním důvodem prosedání spraší je nadměrné umělé proniknutí vody do jejich vápenné eolické struktury

Holz a Hilf na základě měření meze tekutosti a objemové tíhy suché zeminy definovali graf, podle kterého lze určit náchylnost ke kolapsu spraší, viz obr. 3-2.



Obr. 3-2: Graf prosedavosti spraší ( Holtz, Hilf)

Skemton a Northey (1952) vytvořili kritérium strukturní nestability závislé na stupni nasycení, počáteční vlhkosti, mezi plasticity a indexu plasticity. Toto kritérium je vhodné pro posouzení

zemin se stupněm nasycení menším než jedna (okolo 0,6). Při větším stupni vycházejí výsledky značně nadhodnocené. Vztah pro výpočet je následující:

$$K_L = \frac{(w_0 / S_0) - w_p}{I_p} \quad [-]$$

rovnice 3.1: Stanovení kritéria strukturní nestability dle Skemtna a Northeye

Prosedavé zeminy jsou pak ty, které splňují podmínku 3-1 a jejich index sedání je větší než 0,85.

Nejspolehlivější metodou je však přímé stanovení porovnáním křivek stlačitelnosti získaných z edometrických zkoušek na vzorcích s přirozenou vlhkostí a plně saturovaných vzorků. Součinitel poměrné prosedavosti je pak roven rozdílu poměrných přetvoření vzorků přirozeně vlhkých a saturovaných. Velmi důležitou roli přitom hraje konsolidační napětí. Napětí při součiniteli poměrné prosedavosti  $i_m=0,01$  se pak nazývá kritické konsolidační napětí. Za touto mezí se vzorek považuje za prosedavý.

Obecně lze říci, že sedání závisí na vzájemném vztahu pevné a kapalné fáze, smáčení při velkém zatížení, jílových a kalcitových vazbách, počáteční objemové hmotnosti a vlhkosti na mezi tekutosti. Spraše jsou dobře propustné zeminy. Nebezpečné se stávají až při promáčení. K porušení a následnému kolapsu dochází změknutím jílových vazeb nebo vyplavováním kalcitu.

Pokud je nutné zakládat na prosedavých sprašoidních zeminách je nutné použít opatření proti následkům prosedavosti nebo proti vlastnímu prosednutí. Používá se:

- odstranění půd citlivých na změnu vlhkosti
- odstranění a nahrazení nebo zhutňování
- zamezení smáčení
- chemická stabilizace nebo injektáž
- „předmáčení“
- kontrolované vlhčení
- dynamické zhutnění
- pilotové nebo pilířové základy

[1]

Možnosti opatření jsou zde pouze naznačeny a dále nebudou rozebírány. Není to účelem mé práce.

## 4. PROVÁDĚNÉ LABORATORNÍ ROZBORY

Pro účely práce jsem odebral, laboratorně odzkoušel a vyhodnotil vzorky vápnatých jíílů z ulice Mírová. Výsledné parametry budou sloužit jako vstupní hodnoty pro výpočty tížní zdi.

### 4.1. Odběr vlastního vzorku

Důležitý je nejen vlastní odběr ale také převoz a vlastní manipulace se vzorky. Pro stanovení různých vlastností potřebujeme různou hladinu neporušenosti vzorku. Z tohoto hlediska můžeme vzorky rozdělit do tří typů:

#### neporušený vzorek

V tomto typu vzorku musí být zachována nejen původní vlhkost ale i původní uložení zeminy v terénu. Takový typ vzorku je potřebný pro stanovení technických (mechanických) vlastností zeminy. Je nejhůře získatelný. Lze jej odebrat z kopaných sond nebo sond vrтанých pomocí vrtného jádra. Takto odebraný vzorek se ukládá do odběrných válců nebo prstenců.

#### poloporušený vzorek

Tento typ vzorku musí zachovat původní vlhkost v přirozeném prostředí. Uložení už ne. Používá se pro stanovení fyzikálně indexových vlastností. Získává se z vrтанých nebo kopaných sond.

#### porušený (dokumentační) vzorek

V tomto vzorku nemusí být zachováno ani původní uložení ani vlhkost. Určují se podle něho popisné vlastnosti pomocí kterých se stanoví geologické poměry v dané lokalitě.

Vlastní způsob odběru vzorku je specifický podle typu zeminy. Jiný způsob se používá pro odběr soudržných zemin a jiný pro odběr zemin nesoudržných. Podle způsobu odkryvu nadloží a použitých prostředků lze rozdělit odběr do tří hlavních skupin. Ruční odběr mechanickými prostředky (například geologický rýček) či použití ruční vrtné soupravy (tou lze získat pouze poloporušené vzorky). Kopanou sondou ručně nebo pomocí zemních strojů. Strojní vrtnou soupravou s vrtnou spirálou (pouze poloporušený vzorek) nebo s vrtným jádrem (používá se častěji).

K porušení vzorku může dojít více způsoby. Nejčastější je průnik podzemní vody, působením síly odbíracího zařízení, při manipulaci v laboratoři či převozu. K získání co nejhodnotnějšího

vzorku je asi nejlepší použít kopané sondy. Především riziku porušení vzorku lze použitím metod in-situ. [1]

### Odběr vzorku v regionu Velkých Bílovic

Odebraný vzorek je odebrán z kopané sondy malé hloubky. Musí se proto na tuto skutečnost při interpretaci výsledků brát zřetel.



Obr. 4-1: Lokalita odběru

Odkryv byl prováděn ručně, pomocí rýče a lopaty. Samotný odběr jsem prováděl z hloubky 1,1 m do odběrných válců. Byly odebrány tři neporušené vzorky. Profil je jednoduchý. Nadloží neogenních vápnitých jíílů je černozem mocnosti 70 cm.

Vzorky mají šedozelenou barvu. Složené jsou z jemnozrných částic. Obsahují vápenné prožilkování a konkrce. Jsou vysoce soudržné



Obr. 4-2: Profil terénu



Obr. 4-3: Odběrná sonda

## 4.2. Laboratorní rozbory

### 4.2.1. Fyzikálně-indexové vlastnosti

Na odebraných vzorcích jsem provedl zkoušky pro zjištění měrné hmotnosti, konzistenčních mezí, vlhkosti a granulometrický rozbor. Na základě těchto parametrů jsem zeminu zatřídil do skupiny F8=CH, jíl s vysokou plasticitou. Konzistence zeminy byla v původním stavu pevná. Vlhkost zeminy v přirozeném stavu byla 23,56 %. Výsledky jsou vypsány v tabulce 4-1.

Tab. 4-1: Fyzikálně-indexové vlastnosti odebraného vzorku

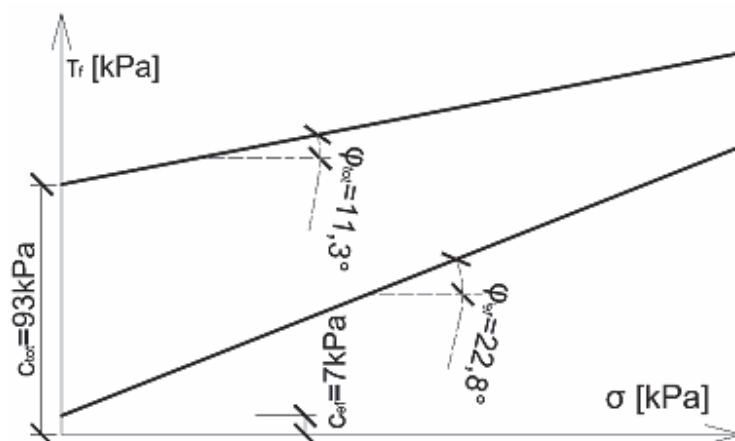
Vzorek	590	
Sonda	VZ-1	
Hloubka	1	
podíl frakcí	f [%]	96,5654
	s [%]	3,0568
	g [%]	0,3778
	cb [%]	0
	b [%]	0
Průměry	d10	0,0009
	d30	0,0009
	d60	0,0021
Konzist. Meze	w <sub>L</sub> [%]	67,5
	w <sub>p</sub> [%]	25,4
	I <sub>p</sub>	42,1
	Vlhkost	23,56
	I <sub>c</sub>	1,04
C <sub>u</sub>	2,372	
C <sub>c</sub>	0,422	
Koeficient filtrace	7,72E-11	
Měrná hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	2,68E+03	
Symbol	F8=CH	
Název	jíl s vysokou plasticitou	

#### 4.2.2. Mechanické vlastnosti

Na odebraných vzorcích byla provedena smyková krabicová zkouška pro zjištění efektivních parametrů smykové pevnosti a neodvoděná rychlá triaxiální zkouška pro zjištění totálních parametrů smykové pevnosti. Výsledky jsou shrnuty v tabulce 4-2 a v přílohách.

Tab. 4-2: Zjištěné mechanické vlastnosti

$c_{ef}$	7 [kPa]
$\varphi_{ef}$	22,8 °
$c_{tot}$	93 [kPa]
$\varphi_{tot}$	11,3 °



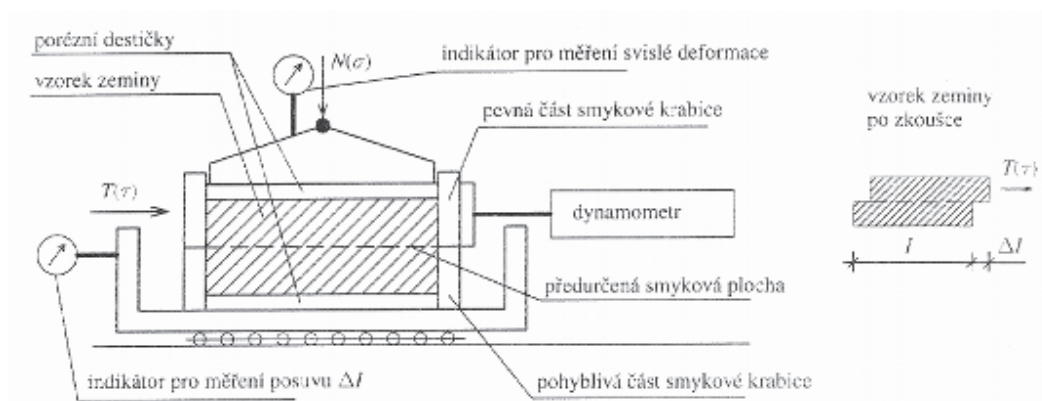
Obr. 4-4: Graf smykové pevnosti vzorku



Obr. 4-6: Porušené vzorky z triaxiální zkoušky

#### Smyková krabicová zkouška

Na odvodněný vzorek se po konsolidaci na určité normálové napětí plynule nanáší smykové zatížení při konstantní rychlosti smykového posunu do dosáhnutí stanovené hodnoty. Dochází k porušení vzorku po předurčené smykové ploše. Po usmyknutí se při zvětšujícím se posunu již dále nezvětšuje smykové napětí. Ke zkoušce se používá krabicový smykový přístroj. Vzorek je vkládaný mezi pohyblivou a pevnou část smykové krabice na propustné, perezní destičky, které umožní konsolidaci.



Obr. 4-5: Schéma krabicového smykového přístroje [3]

Pro čtyři různá konsolidační napětí zjišťujeme smykový odpor zeminy. Minimální normálové napětí se volí podle přirozené napjatosti v původní hloubce. Maximální napětí pak asi o 20% vyšší než od přitížení konstrukce. Dle normy lze zkoušet všechny druhy zemin kromě štěrkovitých. Standardní vzorek má kruhový průřez průměru 100mm.

Vzorek se stanovenou vlhkostí a objemovou hmotností se nechá zkonsolidovat na dané napětí, a usmykne. Měří se posun krabice, smyková síla na smykové ploše a normálové přitížení.

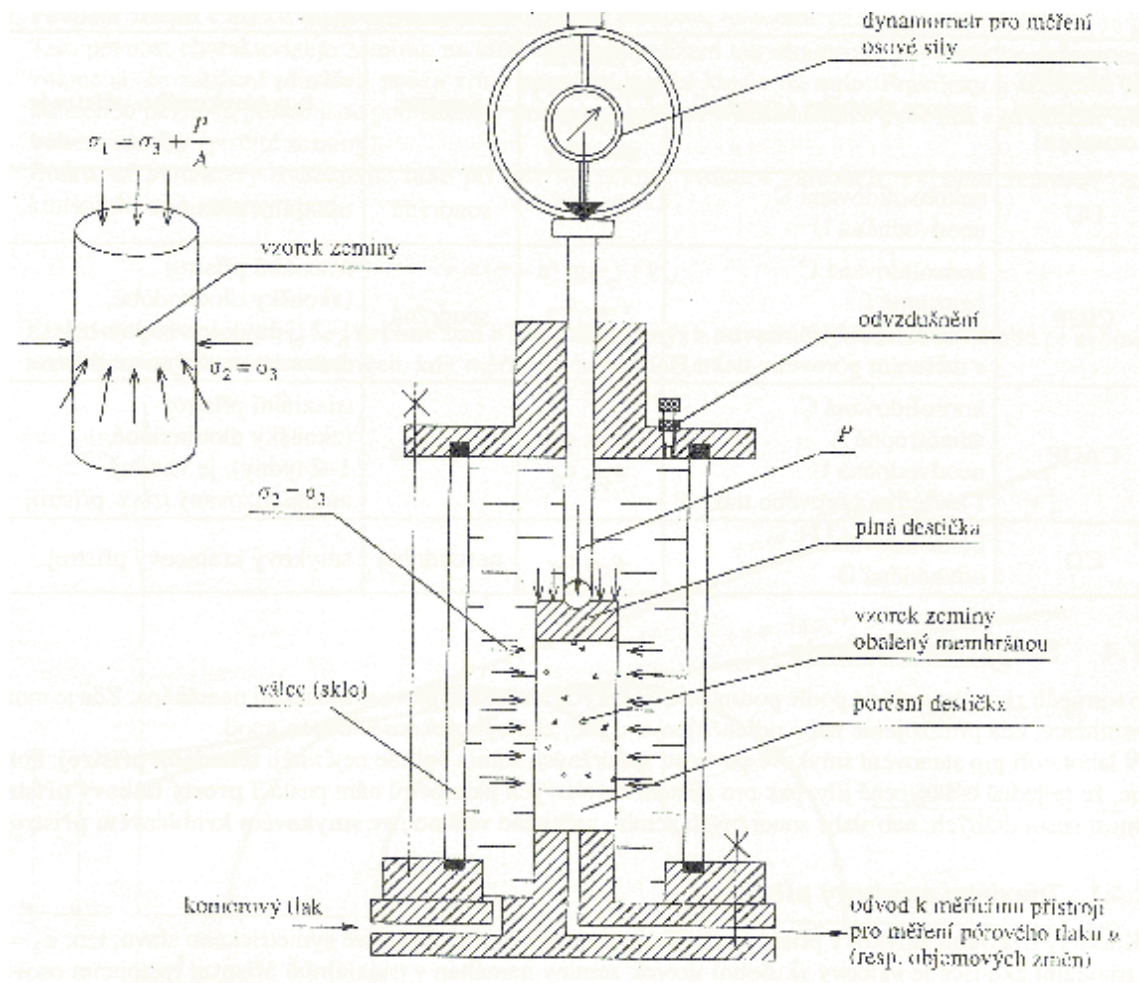
#### Smyková zkouška na triaxiálním přístroji

Pomocí triaxiálního přístroje lze stanovit totální smykové parametry zeminy zkouškou typu UU (neodvodněná, nekonsolidovaná) nebo efektivní a totální smykové parametry zkouškou CIUP (konsolidované izotropně, neodvodněné s měřením pórového tlaku). V triaxiálním přístroji je vzorek namáhan konstantním plášťovým napětím ( $\sigma_2 = \sigma_3$ ), které je rovno komorovému hydrostatickému tlaku a osovým napětím, tzv. deviátorem napětí ( $\sigma_1 - \sigma_3$ ).

Zkouška se provádí minimálně na třech vzorcích pro tři různá komorová napětí. Zkouší se válečky zeminy o průměru 38mm a výšce asi dvojnásobku průměru.

Vzorky se vkládají do triaxiální komory. Zjišťujeme napjatost při které dojde k porušení vzorku a vyhodnocujeme je pomocí Mohrova zobrazení.

Při zkoušce typu UU je vzorek obalený membranou, zatížený komorovým tlakem a ihned zatěžován deviátorem napětí. U zkoušky typu CIUP se vzorek před nanášením deviátoru napětí nechává zkonsolidovat. Jde o dlouhodobou zkoušku, která trvá 1-2 týdny podle propustnosti vzorku.



Obr. 4-7: Schéma triaxiálního smykového přístroje

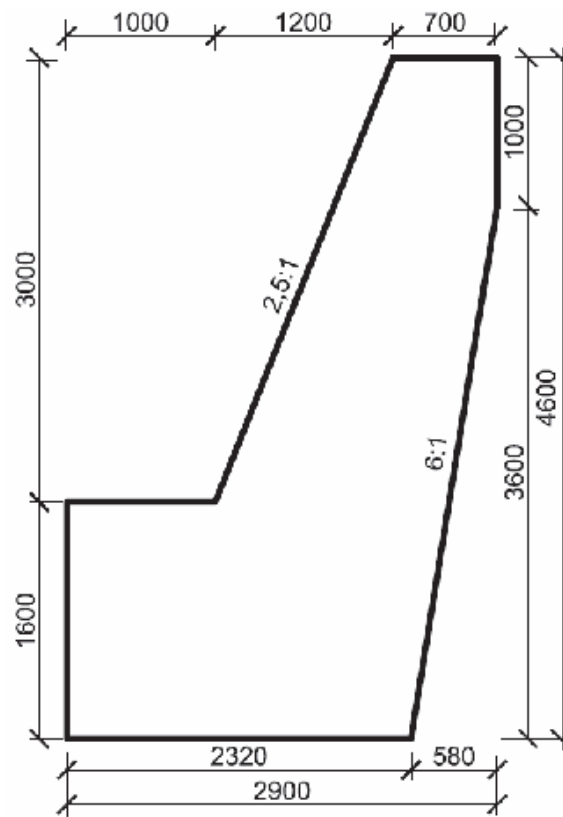
## 5. NÁVRH A POSOUZENÍ GRAVITAČNÍ ZÁRUBNÍ ZDI

Úkolem je navrhnout a posoudit gravitační zárubní betonovou zeď podle normy EC 1997 pro dva typické geologické profily vyskytující se v katastru Velkých Bílovic. Prvním prostředím je vápnlitý jíl, jehož mechanické vlastnosti jsem stanovil laboratorními zkouškami a vyhodnotil. Výsledky jsou uvedeny ve 4. kapitole. Druhým geologickým profilem je sprašová hlína a jejíž materiálové parametry jsem převzal ze zdroje [5]. Své výpočty jsem srovnával s programem pro výpočet základových konstrukcí GEO5 – Tízná zeď. Posouzení a výstupy pro nejneprůzračnější kombinaci z GEO5 jsou uvedeny v přílohách.

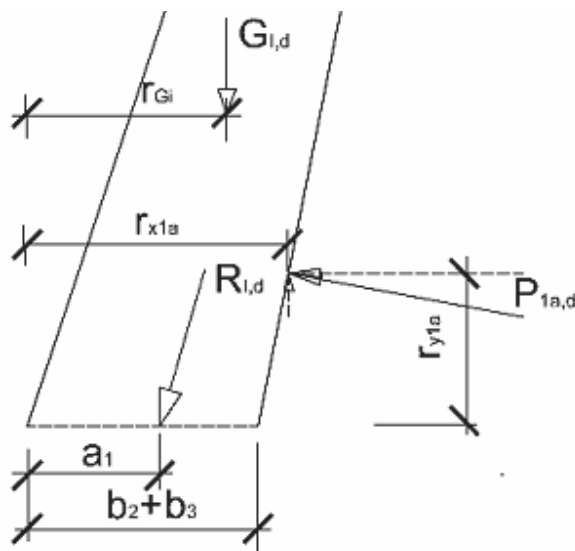
### 5.1. Návrh, geologické poměry – vápnlitý jíl

Okolní zemina je dle EC klasifikovaná jako F8=CH, jíl s vysokou plasticitou. Jde o zeminy náchylné ke smršťování. Hloubka založení je proto 1,6 m. Výška konstrukce nad upraveným terénem je 3 m. Vzhledem k hloubce založení vznikají v konstrukci vyšší zemní tlaky, a tím větší horizontální složka výslednice. Ta je pro tento návrh rozhodující. Konstrukce vycházela nejhůře pro posudek usmyknutí ve vodorovné spáře v druhé kombinaci prvního návrhového přístupu v efektivních parametrech. Bylo nutné zvýšit tíhu konstrukce. Rozšiřování základové spáry konstrukce vedlo k excentricitám výslednic mimo jádro průřezu základové a pracovní spáry. Proto jsem snížil sklon líců konstrukce na 2,5:1. Shrnutí posudků je provedeno v tabulce 5-1. Schéma konstrukce je na obrázku 5-1. Vlastní výpočet v programu EXCEL je pro dvě nejneprůzračnější kombinace v efektivních parametrech a jednu v totálních parametrech uveden v přílohách.

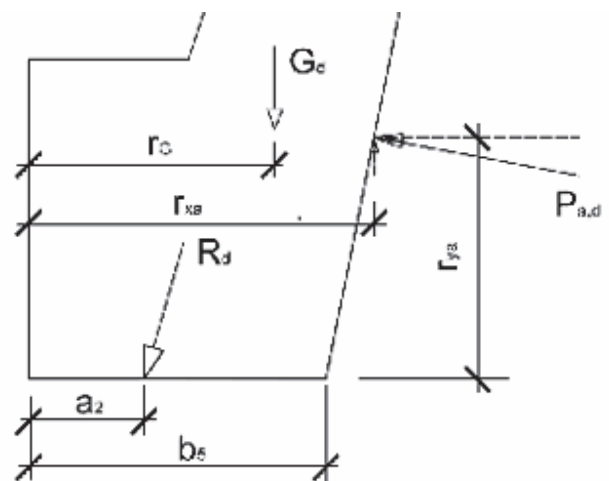
V totálních parametrech má zemina vysokou soudržnost, která ji samotnou drží po celé výšce zdi. Aktivní zemní tlaky jsou rovny nule. Konstrukce se vlivem geometrie mírně opře o zeminu. Koeficient tlaku, který by vyvozovala zemina má v nejneprůzračnější kombinaci velikost necelé poloviny velikosti koeficientu klidového tlaku. Konstrukce byla v totálních parametrech posouzena na tento dimenzační tlak. Rozhodující pro návrh bylo posouzení v efektivních parametrech.



Obr. 5-1: Schéma tížní zdi ve vápnitých jílech



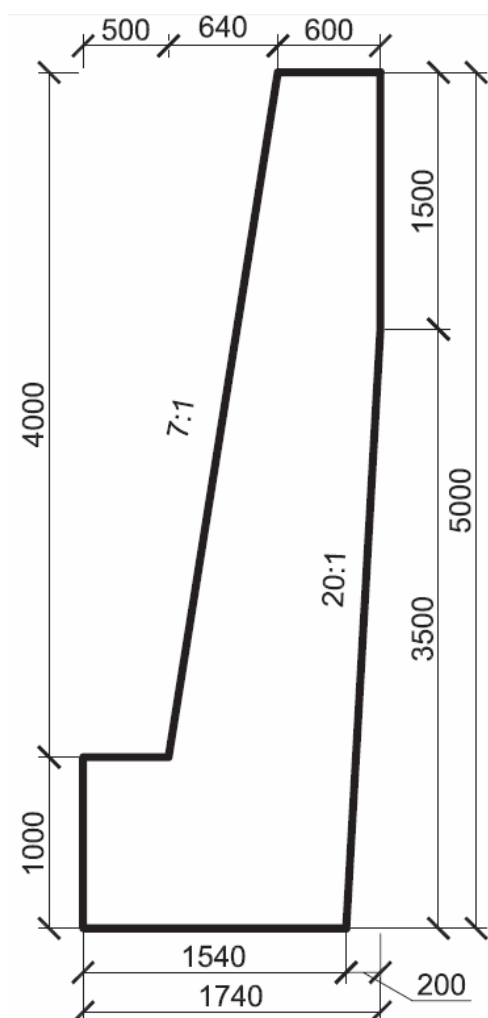
Obr 5-2 Schéma působení sil v pracovní spáře



Obr. 5-3: Schéma působení sil v základové spáře

## 5.2. Návrh, geologické poměry – sprašová hlína

Spraše jsou zeminy s vysokou soudržností. Dokáží se udržet ve vysokých kolmých stěnách bez opěrné konstrukce. Pokusil jsem se v zadaných geologických poměrech navrhnout subtilní konstrukci co nejvyšší. V totálních parametrech nastává stejná situace jako u vápnitého jílu. Spraš se dokáže v tak vysoké stěně unést sama. Zeď se o zeminu opírá jen minimálně. Koeficient zemního tlaku by několikanásobně menší než koeficient klidového zemního tlaku. Schéma konstrukce je naznačeno v obrázku 5-4. Shrnutí výsledků posudku je v tabulce 5-2. Vlastní výpočet v programu EXCEL je pro dvě nejnepříznivější kombinace v efektivních parametrech a jednu v totálních parametrech uveden v přílohách.



Obr. 5-4: Schéma tížní zdi ve sprašových hlínách

Tab. 5-1: Posouzení konstrukce, geologické poměry – vápnitý jíli

	Excentricita v pracovní spáře			Excentricita v základové spáře			Posunutí v pracovní spáře		
	$e_1$	$< (b_2+b_3)/2$	vyčerpaná na:	$e_2$	$< b_5$	vyčerpaná na:	$H_1$	$< H_{vzd,1}$	vyčerpano na:
EFF,NP1,K1	0,246	< 0,269	91,4%	0,159	< 0,398	40,0%	16,64	< 36,34	45,8%
EFF,NP1,K2	0,138	< 0,269	51,3%	0,054	< 0,398	13,5%	21,43	< 36,03	59,5%
EFF,NP2	0,246	< 0,269	91,4%	0,159	< 0,398	40,0%	16,64	< 36,34	45,8%
EFF,NP3	0,138	< 0,269	51,3%	0,054	< 0,398	13,5%	21,43	< 36,03	59,5%
TOT,NP1,K1	0,060	< 0,269	22,2%	0,008	< 0,398	1,9%	32,50	< 37,41	86,9%
TOT,NP1,K2	0,060	< 0,269	22,2%	0,008	< 0,398	1,9%	24,07	< 37,41	64,3%
TOT,NP2	0,060	< 0,269	22,2%	0,008	< 0,398	1,9%	32,50	< 37,41	86,9%
TOT,NP3	0,060	< 0,269	22,2%	0,008	< 0,398	1,9%	24,07	< 37,41	64,3%
	Posunutí v základové spáře			Únosnost zeminy v základové spáře			Posouzení sedání [mm]		
	H	$< H_{vzd}$	vyčerpano na:	$\sigma_{de}$	$< R_{d1}/\gamma_{R,v}$	vyčerpaná na:	zatížená strana	nezatížená strana	
EFF,NP1,K1	59,40	< 84,53	70,3%	84,69	< 169,32	50,0%	6,25	0,64	
EFF,NP1,K2	65,57	< 67,39	97,3%	76,86	< 91,99	83,6%	6,61	4,12	
EFF,NP2	59,40	< 76,84	77,3%	84,69	< 120,95	70,0%	6,25	0,64	
EFF,NP3	65,57	< 67,39	97,3%	76,86	< 91,99	83,6%	6,61	4,12	
TOT,NP1,K1	76,40	< 255,44	29,9%	73,88	< 461,10	16,0%	8,12	7,75	
TOT,NP1,K2	56,59	< 232,22	24,4%	73,88	< 331,23	22,3%	8,12	7,75	
TOT,NP2	76,40	< 232,22	32,9%	73,88	< 329,36	22,4%	8,12	7,75	
TOT,NP3	56,59	< 204,22	27,7%	73,88	< 331,23	22,3%	8,12	7,75	

Tab. 5-2: Posouzení konstrukce, geologické poměry – sprašová hlína

	Excentricita v pracovní spáře				Excentricita v základové spáře				Posunutí v pracovní spáře			
	$e_1$	$<$	$(b_2+b_3)/2$	vyčerpána na:	$e_2$	$<$	$b_5$	vyčerpána na:	$H_1$	$<$	$H_{vzd,1}$	vyčerpáno na:
EFF,NP1,K1	0,160	$<$	0,174	92,0%	0,233	$<$	0,249	93,3%	3,57	$<$	34,97	10,2%
EFF,NP1,K2	0,063	$<$	0,174	36,3%	0,008	$<$	0,249	3,3%	14,17	$<$	34,73	40,8%
EFF,NP2	0,160	$<$	0,174	92,0%	0,233	$<$	0,249	93,3%	3,57	$<$	34,97	10,2%
EFF,NP3	0,063	$<$	0,174	36,3%	0,008	$<$	0,249	3,3%	14,17	$<$	34,73	40,8%
TOT,NP1,K1	0,150	$<$	0,174	85,8%	0,008	$<$	0,249	3,4%	25,27	$<$	35,05	72,1%
TOT,NP1,K2	0,150	$<$	0,174	85,8%	0,120	$<$	0,249	48,3%	18,72	$<$	35,05	53,4%
TOT,NP2	0,150	$<$	0,174	85,8%	0,008	$<$	0,249	3,4%	25,27	$<$	35,05	72,1%
TOT,NP3	0,150	$<$	0,174	85,8%	0,120	$<$	0,249	48,3%	18,72	$<$	35,05	53,4%
	Posunutí v základové spáře				Únosnost zeminy v základové spáře				Posouzení sedání [mm]			
	$H$	$<$	$H_{vzd}$	vyčerpáno na:	$\sigma_{de}$	$<$	$R_d/\gamma_{R,v}$	vyčerpána na:	zatížená strana	$<$	nezatížená strana	
EFF,NP1,K1	18,54	$<$	65,86	28,1%	109,46	$<$	365,74	29,9%	22,05	$<$	0,00	
EFF,NP1,K2	36,49	$<$	58,91	61,9%	76,27	$<$	145,88	52,3%	27,89	$<$	26,07	
EFF,NP2	18,54	$<$	59,87	31,0%	109,46	$<$	261,25	41,9%	22,05	$<$	0,00	
EFF,NP3	36,49	$<$	58,91	61,9%	76,27	$<$	145,88	52,3%	27,89	$<$	26,07	
TOT,NP1,K1	39,49	$<$	123,48	32,0%	76,29	$<$	377,97	20,2%	25,16	$<$	5,27	
TOT,NP1,K2	29,25	$<$	112,25	26,1%	89,90	$<$	275,47	32,6%	25,16	$<$	5,27	
TOT,NP2	39,49	$<$	112,25	35,2%	76,29	$<$	269,98	28,3%	25,16	$<$	5,27	
TOT,NP3	29,25	$<$	86,18	33,9%	89,90	$<$	275,47	32,6%	25,16	$<$	5,27	

**Vysvětlivky k tabulkám:**

EFF – efektivní parametry zeminy

TOT – totální parametry zeminy

NP1, NP2, NP3 – kombinace v návrhovém přístupu 1, 2, 3

K1, K2 – první a druhá kombinace prvního návrhového přístupu

Sloupce v procentech vyjadřují podíl příslušné vyčerpané a dovolené entity posudku.

## 6. ZÁVĚR

Region Velkých Bílovic je ovlivněn třetihorními a kvartérními geologickými pochody. V oblasti se vyskytují pouze nezpevněné horniny. Předkvartérní podloží tvoří především neogenní jíly s polohami písků. Kvarterní sedimenty jsou zde spraše a sprašové hlíny, místy se vyskytují váte písky. V místech drobných vodních toků se nacházejí fluviální sedimenty. Terén je v jižní části rovinný. V severní části pahorkatý.

Odebranými vzorky je vápnitý jíl, zařazený jako F8=CH, jíl s vysokou plasticitou. Konzistence je pevná. Jde o neogenní jíl. Fyzikálně-indexové a mechanické vlastnosti jsou shrnuty v kapitole 4.

Navrhl jsem a posoudil podle EC 1997 tížní zárubní betonovou zeď pro dva typické profily: ve vápnitých jílech a ve sprašových hlínách. Návrh je proveden v kapitole 5 a posouzení v přílohách. Podle programu GEO5 navržené zdi vyhoví. Výsledky nejsou úplně identické s mým výpočtem naprogramovaným v EXCELU. Liší se ve způsobu výpočtu zemních tlaků. Ve výpočtech používám lineárního průběhu zemních tlaků po výšce konstrukce. V programu GEO5 je použito zakřivených průběhů zemních tlaků. Oba výpočty jsou ale podle normy dovoleny. Mé výpočty se liší jen o procenta a to na stranu bezpečnou.

Samotná tížní zeď je navržena na efektivní parametry zemin. V totálních parametrech se uplatňuje vysoká soudržnost zeminy, aktivní zemní tlaky klesají na nulu a samotná stěna zeminy by se udržela sama. Zadaná konstrukce ale nemá charakter dočasné konstrukce a v čase by docházelo ke konsolidaci a přechodu na efektivní parametry zeminy.

## POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

### Literární zdroje

[1] BALUNOVÁ, Hana. *Vlastnosti sprašoidních zemin v brněnském regionu: diplomová práce*. Brno, 2011. 126s., 76s. příloh. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Ústav geotechniky. Vedoucí diplomové práce Ing. Lumír Miča, Ph.D.

[2] ČAPKA, František, Helena FINSTROLOVÁ, Bronislav CHOCHOLÁČ, Jitka MATUSZKOVÁ, Zdeněk MĚŘÍNSKÝ a Jindřich OBRŠLÍK. *Velké Bílovice*. Brno: Muzejní a vlastivědná společnost v Brně, 1995. ISBN 80-85048-60-4.

[3] WEIGLOVÁ, Kamila. *Mechanika zemin*. Brno, 2007. 184s. 2s. příloh. Akademické nakladatelství CERM

[4] CHLUPÁČ, Ivo, BRZOBOHATÝ, Rostislav, KOVANDA Jiří, STRÁNÍK, Zdeněk. *Geologická minulost České republiky*. Praha, 2011. Druhé vydání. Nakladatelství Academia

[5] VRTEK, František. *Mechanika zemin Inženýrská geologie a hydrogeologie v praxi*. Brno 1998, Geostav

[6] MAJDÚCH, D., ARINGER, K., *Oporné múry a podzemné steny*. Bratislava, 1982. 264s. Nakladatelství Alfa.

[7] MASOPUST, Jan. *Navrhování základových a pážících konstrukcí příručka k ČSN EN 1997*. Praha, 2012. Centrum ČKAIT s.r.o.

### Normy

[8] ČSN EN 1997. *Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí*. Praha 2006, 138s.

[9] ČSN 73 0037. *Zemní tlak na stavební konstrukce*. Praha, 1991. 56s, Vydavatelství norem Praha.

### Elektronické zdroje

[10] [www.moravské-karpaty.cz](http://www.moravské-karpaty.cz)

[11] [www.wikipedia.cz](http://www.wikipedia.cz)

[12] *GEO5 – Uživatelská příručka*. 2012. 1062s. Fine spol. s.r.o.

[13] [www.geology.cz](http://www.geology.cz)

[14] [www.geoportal.gov.cz](http://www.geoportal.gov.cz)