VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEOTECHNIKY
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEOTECHNICS

URČENÍ GEOTECHNICKÝCH A GEOLOGICKÝCH CHARAKTERISTIK VYBRANÝCH ZEMIN A STANOVENÍ JEJICH VHODNOSTI PRO ZAKLÁDÁNÍ STAVEB V BLANSKU

DETERMINATION OF GEOTECHNICAL AND GEOLOGICAL CHARACTERISTIC OF SOILS AND EVALUATION OF THEIR SUITABILITY FOR BUILDING CONSTRUCTION IN BLANSKO

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR´S THESIS

AUTOR PRÁCE VÍT KEJÍK
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE Mgr. MICHAELA HALAVÍNOVÁ, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2018

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	Vít Kejík
Název	Určení geotechnických a geologických charakteristik vybraných zemin a stanovení jejich vhodnosti pro zakládání staveb v Blansku
Vedoucí práce	Mgr. Michaela Halavínová, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

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

PODKLADY A LITERATURA

Podklady pro zpracování bakalářské práce budou studentovi předávány postupně.

HORÁK, V.: Geotechnický průzkum, Modul M05. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, elektronická verze.

CHLUPÁČ, I., BRZOBOHATÝ, R., KOVANDA, J., STRÁNÍK, Z.: Geologická minulost České republiky, Academia, Praha. 2002. 80-200-0914-0.

WEIGLOVÁ, K.: Mechanika zemin, Akademické nakladatelství CERM, Brno. 2007. 80-7204-507-5.

http://www.geologicke-mapy.cz/regiony/soubor geologických map, elektronická verze.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Cílem bakalářské práce je zhodnotit geotechnické a geologické charakteristiky v Blansku. Prvním úkolem práce je rešeršní činnost popisu lokality a jejího přilehlého území. Poté se práce bude zabývat geotechnickým průzkumem, který bude stanoven z jednoduchých odkryvných prací přímých, zejména se bude jednat o vrtné sondy. Provede se jejich popis, z odebraných zemin pak zrnitostní zkouška. Dále se zjistí výpočtová únosnost zeminy pro vybraný druh stavby.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Michaela Halavínová

Mgr. Michaela Halavínová, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT A KLÍČOVÁ SLOVA

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je geotechnický průzkum, určení a posouzení zeminy v dané lokalitě Českého masívu jako základovou půdu. Průzkum je zaměřen na geologické a mechanické vlastnosti zemin. První částí práce je rešeršní činnost zkoumané lokality, poté následuje průzkumná část, při které získané vzorky analyzujeme pomocí polních zkoušek, následně v laboratoři a na základě těchto výsledků navrhneme vhodný způsob založení.

ABSTRACT

The aim of the bachelor thesis is geotechnical research, determination and assessment of the soil in a given area of the Czech Massif as the foundation soil. The survey focuses on geological and mechanical properties of soils. The first part of the thesis is the research activity of the studied area, followed by the exploratory part, where we analyze the obtained samples by means of field trials, subsequently in the laboratory and on the basic of these results we propose a suitable method of founding.

KLÍČOVÁ SLOVA

Geologie, geomechanika, geotechnický průzkum, laboratoř mechaniky zemin

KEY WORDS

Geology, geomechanics, geological survey, laboratory of soil mechanics

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Vít Kejík *Určení geotechnických a geologických charakteristik vybraných zemin a stanovení jejich vlastnosti pro zakládání staveb na Klepačově u Blanska.* Brno, 2018. 53 s. 41 s. příloh. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geotechniky. Vedoucí práce Mgr. Michaela Halavínová, Ph.D.

Prohlášení:
Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně,
a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně, dne 22. 5. 2018

……..
podpis autora

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 22. 5. 2018

……..

titul jméno a příjmení studenta

Poděkování:
Mé největší poděkování patří vedoucí bakalářské práce a to Mgr. Michaele Halavínové Ph.D. za velkou pomoc, cenné rady a za řešení administrativy. Dále bych chtěl moc poděkovat paní Sylvii Tvarůžkové, která mě zasvětila do laboratorního dění a pomohla mi s provedením zkoušek. Velký dík bych taky chtěl věnovat paní Mgr. Alexandře Erbenové Ph.D. za pomoc při tvorbě křivek zrnitosti a granulometrického rozboru. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat mé rodině, která mě podporovala po celou dobu mého studia, a na závěr bych poděkoval mé přítelkyni Janě Szabové, která mě podržela ze všech nejvíce za všech okolností, co nastali během studia.

OBSAH

1 ÚVOD 11

2 GEOMORFOLOGICKÁ A GEOLOGICKÁ SKLADBA ČR 12

2.1 ČESKÝ MASÍV 12

2.2 ZÁPADNÍ KARPATY 13

3 POPIS PROZKOUMANÉHO ÚZEMÍ 14

3.1 POLOHA 14

4 VRTNÁ PROZKOUMANOST 15

4.1 POPIS JEDNOTLIVÝCH VRTŮ 15

5 GEOLOGICKÝ POPIS LOKALITY 16

5.1 GEOLOGICKÝ POPIS BLÍZKÉHO OKOLÍ 16

5.2 GEOLOGICKÝ POPIS ŠIRŠÍHO OKOLÍ 17

6 GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM 18

6.1 ODKRYVNÉ PRÁCE 19

6.1.1 PRÁCE VRTNÉ 19

6.1.2 PRÁCE KOPNÉ A BÁŇSKÉ 21

7 ZPRACOVÁNÍ A ODBĚR VZORKŮ 22

7.1 DRUHY VZORKŮ 22

7.2 POSTUP VRTÁNÍ 28

7.3 OZNAČENÍ VZORKŮ 28

7.4 POPIS VZORKŮ 28

7.5 POLNÍ KLASIFIKACE 29

8 KLASIFIKACE ZEMIN 30

8.1 TROJÚHELNÍKOVÝ DIAGRAM 30

8.2 DIAGRAM PLASTICITY 31

8.3 BLOKOVÝ DIAGRAM DLE EN ISO 14688 32

9 LABORATORNÍ ZKOUŠKY 36

9.1 VLHKOST 36

9.2 ZRNITOST 38

9.3 HUSTOMĚRNÁ ZKOUŠKA 41

9.4 KONZISTENCE 43

9.5 MEZ TEKUTOSTI 44
9.6 MEZ PLASTICITY 45
10 DŘÍVĚJŠÍ GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM 47
10.1 POPIS PRŮZKUMU 47
10.2 POROVNÁNÍ GEOTECHNICKÝCH PRŮZKUMŮ 47
11 ZÁVĚR 49
12 BIBLIOGRAFIE 50
13 SEZNAM OBRÁZKŮ 51
14 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK 52
15 SEZNAM PŘÍLOH 53

1 ÚVOD

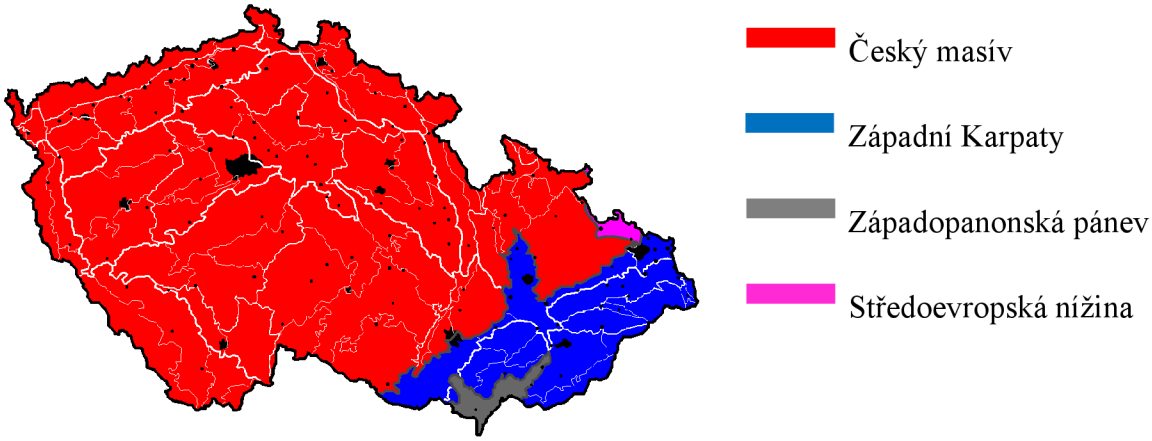
Cílem geotechnického průzkumu je zjištění vlastností základové půdy, což je nezbytná součást jakékoliv stavby. Tím zjistíme, jakým způsobem musíme konstrukci založit do zeminy a popřípadě jak zeminu zlepšit pro bezpečnější zakládaní. Také se může stát, že z finančního hlediska by byla výstavba na tomto místě příliš drahá a lze zvážit její výstavbu v jiné a příhodnější lokalitě. Geotechnický průzkum je dobré provádět nejprve na místě polními zkouškami a poté jej doplnit laboratorními hodnotami pro větší přesnost. Ověřování je třeba provádět z důvodu nehomogenity, jelikož zemina nemá v celém svém objemu stejné vlastnosti.

Bohužel často je v praxi kvůli velké finanční náročnosti geotechnický průzkum proveden v nedostatečné míře, a proto se stává, že je průzkum prováděn i vícekrát.

Cílem této bakalářské práce bude určení fyzikálních, mechanických a geologických vlastností zeminy v dané lokalitě a to polními zkouškami, následnými laboratorními zkouškami, pomocí vrtaných sond, a porovnáním našeho průzkumu s průzkumem, který byl v blízké lokalitě prováděn zhruba před jedenácti lety. Na závěr navrhneme způsob založení.

2 GEOMORFOLOGICKÁ A GEOLOGICKÁ SKLADBA ČR

Z hlediska geomorfologického členění je Česká Republika velmi rozmanitá. Střetávají se zde dvě velké geomorfologické provincie, což je Česká vysočina (Český masív) o rozloze asi ¾ území a Západní Karpaty, jež nalezneme v jihovýchodní části a východní části českého území, a dvě další provincie, které zasahují na naše území jen malou částí a to na jihovýchodě Západopanonská pánev a na severovýchodě Středoevropská nížina [1]. Kromě rozdílného stáří dvou velkých provincií se liší ještě svou stavbou, členěním a strukturou [2].



Obr. 1 Geomorfologické provincie

2.1 ČESKÝ MASÍV

Hranice Českého masívu jsou tvořeny franckou linií na západě České Republiky, na severu oderským lineamentem, na východě okrajem karpatské předhlubně na linii Znojmo-Vyškov-Karviná a na jihu Dunajským zlomovým pásmem [3].

Stavba Českého masívu je bloková, vytvořená Hercynským vrásněním v prvohorách. Je tvořen metamorfity a vyvřelinami s vertikální tektonikou [4].

Největší část Českého masivu tvoří předhercynské jednotky zahrnující metamorfované svrchní proterozoikum (kadomidy) a zvrásněné a většinou metamorfované starší paleozoikum. Patří k nim tyto oblasti [2]:

- Moldanubika
- Domažlicko-železnohorská
- Bohemika
- Krušnohorsko-durynská
- Lugika

2.2 ZÁPADNÍ KARPATY

Západní Karpaty zasahují na území pěti zemí a to Rakouska, České Republiky, Polska, Slovenska a Maďarska. Hranice jsou tvořeny za západě linii Znojmo-Vyškov-Karviná, kde se stýká s Českým masívem a dále pokračují do již zmíněných zemí [5].

Stavba Západních Karpat je příkrovová, vytvořená alpínským orogenním vrásněním mocných horninových komplexů, převážně sedimentů s horizontální tektonikou [4].

Západní Karpaty jsou tvořeny těmito oblastmi [6]:

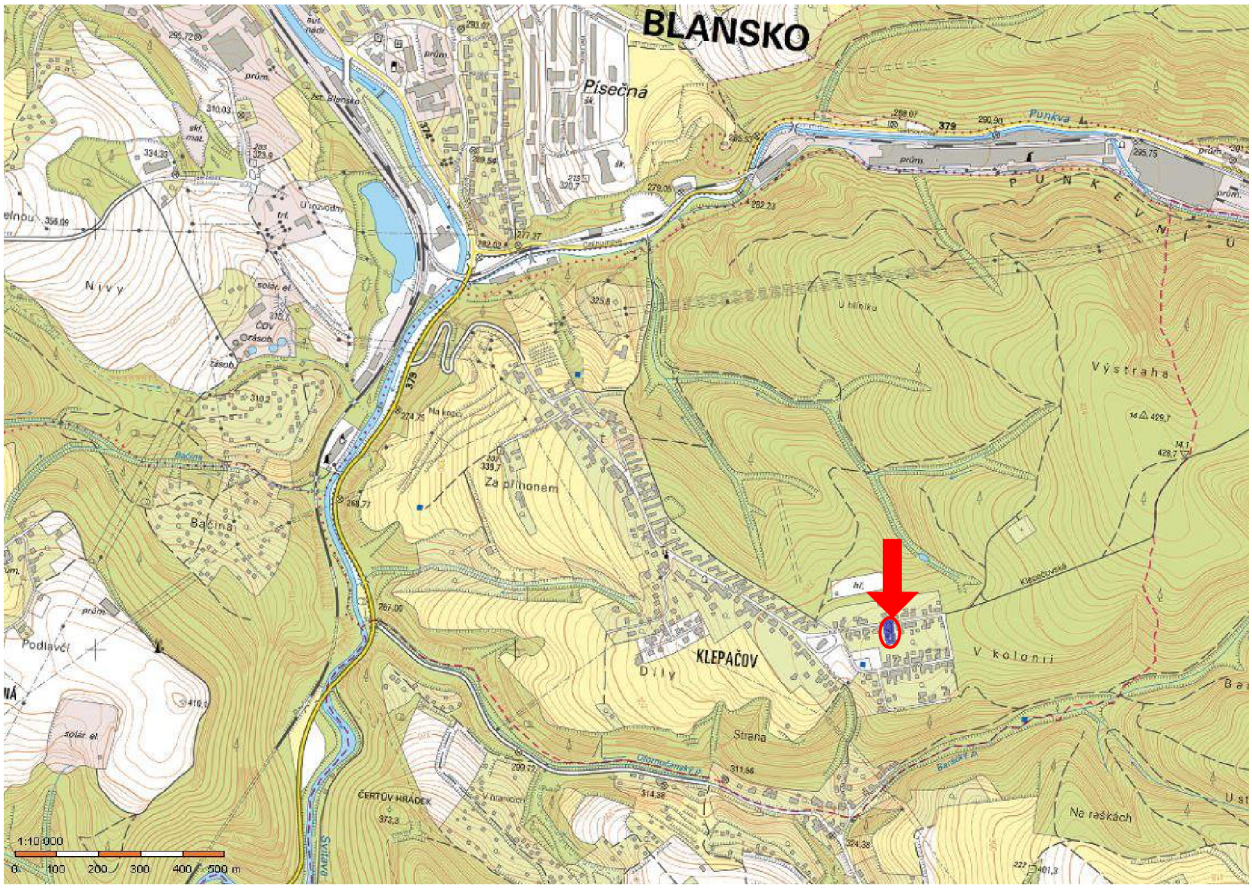
1. Předneogenní provrásněné oblasti, které tvoří vlastní pohoří:
    - Vnitřní Západní Karpaty
    - Vnější Západní Karpaty - tvořeny flyšem
2. Oblasti pokryté neogénem, který není provrásněn:
    - Vněkarpatské sníženiny

3 POPIS ZKOUMANÉHO ÚZEMÍ

V této části je popsána naše oblast, která bude později zkoumána vrty. Určíme, jaká zemina se v dané lokaci nachází, jaké má parametry a to užitím geologických map z geofondu, kde můžeme zjistit, jakou má zemina historii a jaká by se měla v nejbližším okolí nacházet, podle již provedených vrtů v blízkém okolí.

3.1 POLOHA

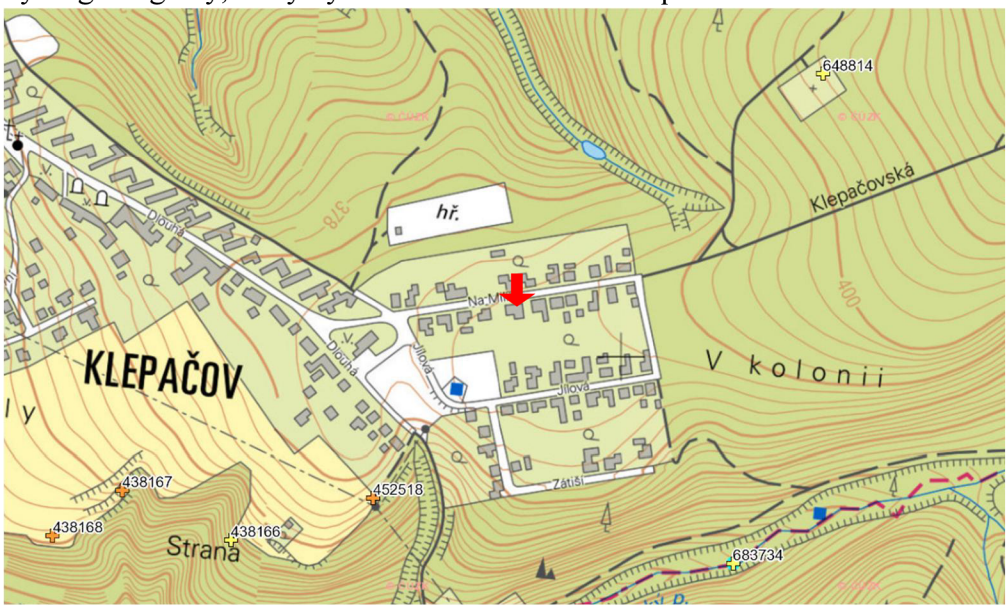
Zkoumaná oblast se nachází v Jihomoravském kraji, zhruba 35 kilometrů severně od Brna v příměstské části města Blanska, která se jmenuje Klepačov. Průzkum se prováděl na soukromém pozemku s parcelním číslem 229/2.



Obr. 2 Mapa námi zkoumané lokality

4 VRTNÁ PROZKOUMANOST

V těsné blízkosti, do vzdálenosti několika desítek metrů, od našeho pozemku se žádné vrty nenacházejí. Jsou zde pouze vytvořeny vrty mimo zástavbu a to několik inženýrskogeologických na přilehlých polích, jeden je vytvořen na místním hřbitově a jeden je hydrogeologický, který byl zhotoven na Baráckém potůčku.



Obr. 3 Mapa blízkých vrtů

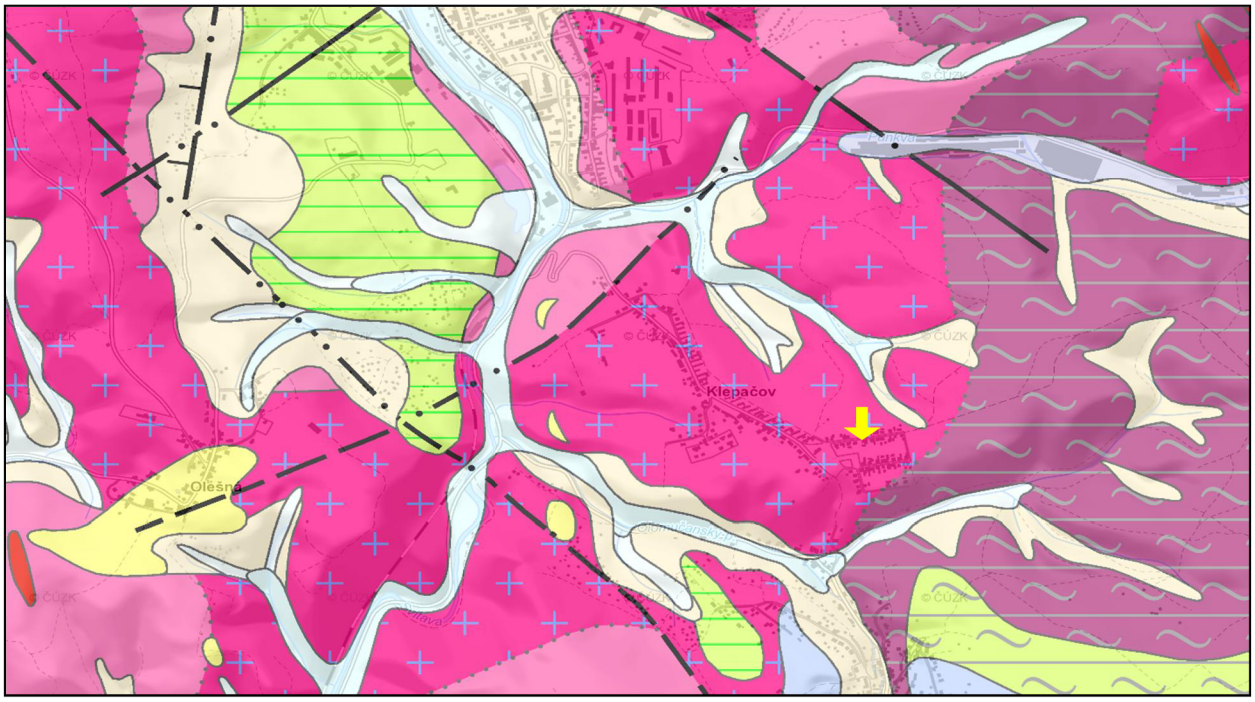
4.1 POPIS JEDNOTLIVÝCH VRTŮ

Číslo vrtu:	Číslo vrtu:	Číslo vrtu:	Číslo vrtu:
452518	*438166*	*648814*	*683734*
Původní název:	Původní název:	Původní název:	Původní název:
S-1	*S-2*	*V-2*	*Potok*
Hloubka:	Hloubka:	Hloubka:	Hloubka:
5,3 m	*4,4 m*	*2,4 m*	*0,5 m*
Nadmořská výška	Nadmořská výška	Nadmořská výška	Nadmořská výška
376	*373*	*406,7*	*344*
První hornina	První hornina	První hornina	První hornina
Písek	*Písek*	*Eluvium*	-
Účel objektu	Účel objektu	Účel objektu	Účel objektu
Inženýrskogeologický	*Inženýrskogeologický*	*Inženýrskogeologický*	*Hydrogeologický*
Rok	Rok	Rok	Rok
1984	*1984*	*2002*	*1990*
			[7]

5 GEOLOGICKÝ POPIS LOKALITY

5.1 GEOLOGICKÝ POPIS BLÍZKÉHO OKOLÍ

V naší lokalitě je podle radonových map nízký radonový index avšak měření radonového indexu je třeba provést na každé stavbě zvlášť, protože mapy jsou dosti obecné. Dále jsem z mapy svahových nestabilit zjistil, že v okruhu minimálně 10 kilometrů nejsou zaznamenány žádné svahové nestability. Hranicí popsané lokality, která je uvedena níže, je téměř celý kopec, na kterém leží Klepačov. Ze západu a jihu je kopec ohraničen cestou v údolí vedoucí z Olomučan do Blanska, ze severu cestou v údolí vedoucí z Blanska do Lažánek a z východu končí zhruba u Klepačovského hřbitova.



Obr. 4 Geologická mapa blízkého okolí

Zjištěné informace o podloží z geologických map:

Číslo mapového listu	*2441*
Horninový typ	*magmatit hlubinný*
Hornina	*středně zrnitý amfibol-biotitický granodiorit*
Soustava	*Český masiv - krystalinikum a prevariské paleozoikum*
Oblast	*moravskoslezská oblast*
Region	*brunovistulikum*
Regionální jednotka	*brněnský masiv*
Subregionální jednotka	*východní granodioritová oblast*
Éra	*proterozoikum*
Útvar	*neoproterozoikum*

5.2 GEOLOGICKÝ POPIS ŠIRŠÍHO OKOLÍ

Hranice jsou určeny na severozápadě Boskovickou brázdou, která začíná tímto směrem zhruba 10 km od Blanska a to obcí Újezd u Černé Hory a z jihovýchodu je ohraničena Moravským krasem, jehož počátek je tímto směrem asi 15 km a to obcí Skalní Mlýn. Celá oblast Blanenska a širšího okolí spadá do soustavy Českého masívu. V údolí podél řeky, která protéká Blanskem, můžeme nalézt nivní sediment. Po úbočích kopců kolem Blanska najdeme stejnou horninu jako v naší zkoumané lokalitě a to amfibol biotický granodiorit. Dále, na západ je metabazalt a zelená břidlice, která pokračuje v písčito-hlinitý sediment až k Boskovické brázdě a na východ od Klepačovského hřbitova nalezneme křemenný diorit, který směrem k Moravskému krasu přechází ve vápence a dolomity s občasnou spraší a sprašovou hlínou. Horniny paleogenního stáří zde mají největší zastoupení a dále jsou zde ve větší míře zastoupeny horniny kenogenního stáří. Z geologických zajímavostí v okolí Blanska stojí za zmínku nedaleké vápencové jeskyně, které nalezneme kolem Skalního Mlýna, dále písečný lom nedaleko Rudice, jenž se pyšní celou řadou různobarevných písků s nestejným složením a v neposlední řadě je to zatopený kamenný lom na okraji Blanska [8].

6 GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM

Geotechnický průzkum musí poskytnout veškeré údaje o základové půdě, tj. o skladbě vrstev a jejich vlastnostech, režimu a vlastnostech podzemní vody na staveništi tak, aby bylo možné navrhnout a realizovat stavbu. V praxi je označován jako inženýrskogeologický či stavebně-geologický průzkum. Geotechnický průzkum podloží musí být navržen tak, aby zajistil odpovídající geotechnické informace a data pro jednotlivé etapy projektu. Geotechnické informace musí odpovídat řízení zjištěných a očekávaných projektových rizik. Pro mezifáze a konečnou fázi výstavby musí poskytnuté informace a údaje zahrnout rizika nehod, zdržení a poškození.

Postup průzkumných prací se člení v zásadě na:

- rešerši dostupných údajů o základové půdě (Geofond, Česká geologická služba – ČGS, obecní úřad, vlastník pozemku aj.),
- terénní studium a mapování,
- technické práce odkryvné (vrty, kopané sondy, penetrační sondy), geofyzikální a speciální (zkoušky a měření),
- zpracování IG a HG údajů (v konstrukci profilů) se sledem litologických vrstev a jejich stavem s ohledem na jejich alteraci – zvětrání, prostorová schémata, vyhledání vhodných míst (umístění pozemní stavby, trasování komunikace), stanovení rizik apod.
- k průzkumným pracem náleží i stabilitní problémy (tj. sesuvy, skalní řícení).

Průzkum podloží má být běžně prováděn po etapách podle otázek kladených v průběhu plánování, navrhování a realizace příslušného projektu. **Fáze:**

- **předběžný průzkum** – aby se získaly přiměřené údaje pro posouzení: celkové stability a obecné vhodnosti lokality; vhodnosti staveniště v porovnání s alternativami
- **podrobný průzkum** – terénní průzkumné práce pro projekt mají zahrnovat: vrtání a nebo odkryvy pro vzorkování, měření h. p. v. a polní zkoušky
- **sledování a monitoring** – je-li to přiměřené, musí být provedeny kontrolní a doplňující zkoušky během stavby a provádění projektu pro potvrzení, že základové poměry souhlasí s poměry zjištěnými při průzkumu pro projekt a že vlastnosti stavebních materiálů a prací odpovídají předpokladům

6.1 ODKRYVNÉ PRÁCE

Pro posouzení geologické skladby a fyzikálně-mechanických vlastností zemin a hornin na staveništi je základním postupem přímé pozorování úložných poměrů vrstev, jejich vzhledu, stavu a chování. To do jisté míry umožňuje nahodile příroda na přirozených odkryvech. Tyto odkryvy však většinou nepostačují k tomu, aby geotechnik mohl řešit průzkum. Je proto nutné zřizovat řízené umělé odkryvy pouze pro získání geotechnických informací pro konkrétní staveniště. Dělí se obvykle na:

Přímé (práce **vrtné** a práce **kopné – báňské**),

Nepřímé (**penetrační sondování**); zde jde současně o **polní zkoušku**.

6.1.1 PRÁCE VRTNÉ

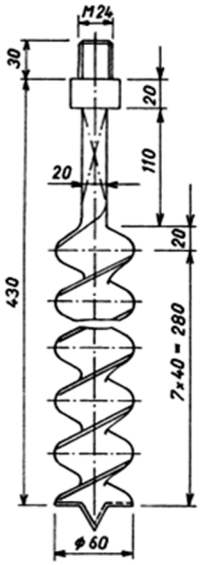
Podle požadované kategorie vzorků se vrty dělí do několika typů:

- **Příruční sonda nebo vpich** – (označení **S**) budeme používat
- **Nárazovotočivé vrty** – (označení **V**) spíše pro hydrovrty nebo tzv. „provozní vrty“
- **Vibrační vrty** – (označení **W**) výhodou je získání vzorku s dobře zachovanými texturními znaky, nevýhodou zas to, že se vzorek zhutní
- **Rotační jádrové vrty** – (označení **J**) nejvhodnější pro vrtání hornin, vzorek zůstává neporušený ve válci
- **Bezjádrové vrty** – (bez označení) pro průzkum se používají zcela výjimečně, většinou vrtání studní, pro odstřely, kotvení, piloty apod.

Námi používaný typ bude příruční sonda nebo vpich. Je to metoda určená pro průzkum malého až velmi malého rozsahu. Umožní nám získání dokumentačního poloporušeného či porušeného vzorku z podloží. Ten je makroskopicky popsán a podroben základnímu rozboru v laboratoři mechaniky zemin. Vpichové zatloukání se používalo v 50. a 60. letech minulého století pro sondování v zeminách do hloubky maximálně 2 m.

V současné době je v České Republice užito příručních souprav G10 a S-200DCP:

Příruční souprava G10 – sestává se ze spirálového vrtáku Ø 60 mm, soutyčí (vrtné tyče dl. à 1 m) a vratidla umožňujícího nářadím ručně rotovat za současného svislého přítlaku. Praktická hloubka vrtání je cca 2 až 3 m, podle typu a stavu zeminy v podloží. Maximální zrno zeminy by mělo být menší než je stoupání vrtáku. (obrázky jsou ilustrativní)



Obr. 6 Vrták soupravy G10

Obr. 5 Vrtná souprava G10

Ruční vrtná souprava S-200 DCP (USA) – je konstrukcí podobná vrtné soupravě G10. Vrtá rotačně, množství vyneseného vzorku je dostatečné pro základní laboratorní rozbory. Vzorky, které jsou odebrány touto soupravou, jsou klasifikovány jako poloporušené. Souprava je vyrobena z lehkého kovu a manipulace s ní je velmi „příjemná“.

Obr. 7 Vrtná komora soupravy S200 DCP

6.1.2 PRÁCE KOPNÉ A BÁŇSKÉ

Základní charakteristikou těchto odkryvů je jejich přístupnost pro dokumentátora s možností pozorovat horninu ve stěnách díla, odebírat vzorky, přímo testovat (především mechanické) vlastnosti hornin polními zkouškami a případně sledovat odolnost vrstev proti vlivu povětrnosti atd. Náleží sem:

- **Kopná sonda** – (označení **K**) je nejpoužívanější kopnou prací, tyto sondy jsou určeny pro ověření způsobu, hloubky a stavu založení
- **Šachtice širokého profilu** – (označení **Ša**) podobné jako kopané sondy, ale podstatně větších hloubek a rozměrů, často jsou později určeny pro provozní účely
- **Rýha** – (označení **R**) otevřený sondový zářez, u kterého převládá délka, provádějí se tam, kde je nutné studovat skladbu pokryvných útvarů
- **Štola** – (označení **Št**) vodorovné nebo ukloněné liniové podzemní dílo ražené od portálu do svahu, používá se pro významná podzemní díla a současně slouží jako ověření ražby
- **Výlom** – (označení **O**) drobnější důlní dílo, často slouží vedle průzkumu i jiné funkci (sklad trhavin, čerpací stanice apod.) [9]

7 ZPRACOVÁNÍ A ODBĚR VZORKŮ

7.1 DRUHY VZORKŮ

Podle účelu použití rozeznáváme:

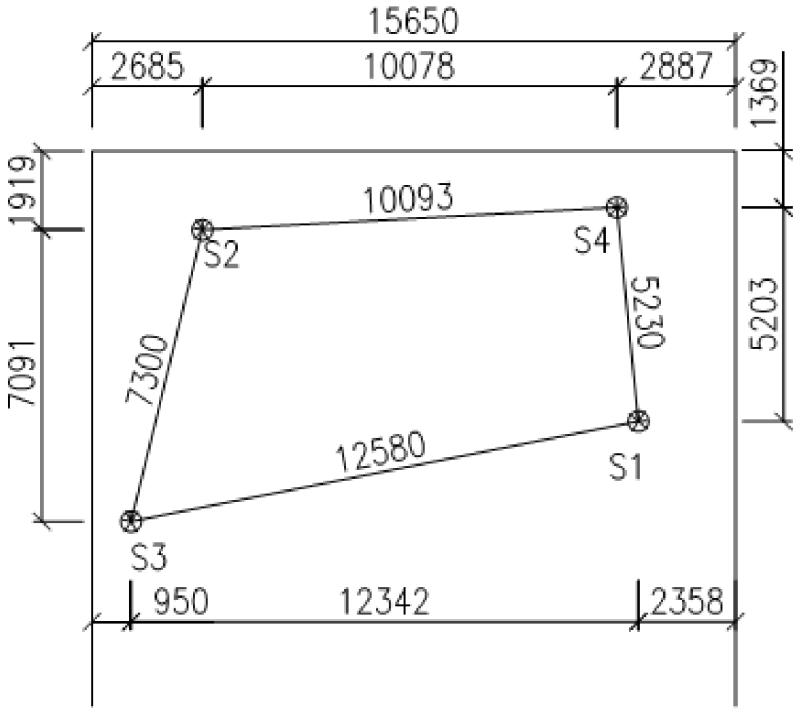
Neporušené vzorky zemin odebíráme tehdy, pokud potřebujeme znát technické vlastnosti. U těchto vzorků musí být zachováno původní uložení zeminy. Neporušené vzorky zemin odebíráme ze sond kopaných i vrtaných do tenkostěnných odběrných válců.

Poloporušené vzorky musí mít zachovanou původní vlhkost zeminy, nikoliv původní uložení. Slouží k popisu složení a charakteru vrstev a ke zjišťování fyzikálně-indexových vlastností.

Porušené nebo dokumentační vzorky zemin podávají obraz o geologických poměrech v místě sondy. Určují se podle nich zejména popisné vlastnosti. [10]

Naše odebrané vzorky spadají do poloporušených vzorků, ty jsou dostačující na laboratorní zkoušky a polní klasifikace. Na následujícím snímku (Obr.8) můžeme vidět kompletně vyskládané jednotlivé záběry vrtu počínající ornicí, až po konec vrtu.

Obr. 8 Ukázka získaných vzorků



Obr. 9 Schéma vrtů vzhledem k pozemku

Obr. 10 Skutečný stav zkoumané plochy

Prvotní geologická dokumentace vrtu (kopané sondy)

Úkol název	BP BLANSKO, PRŮZKUMNÝ VRT			Sonda číslo	S1
Zpracov. Úkolu	KEJÍK VÍT, HALAVÍNOVÁ MICHAELA	Kóta terénu	viz příloha „Zaměření vrtů vzhledem k pozemku"	Souřadn. x y	
				Hloubeno v době:	20.4.2018
Vrtmistr	VÍT KEJÍK	Typ soupravy	S200 DCP	od	9:30
				do	11:00

H.P.V	Dne (hod.)	Hloubka v m pod terénem	Kóta
Navrtaná			
		H.P.V nezastižena!	
Ustálená			

	Rozmezí v m od	Rozmezí v m do	Popis
BL1	0,00	0,22	Ornice, Kvartér, prvních 10 cm tmavší - větší podíl humusu,
			nereaguje s HCl (není vápnitá), K2-K3, 2,57-3/3 Tmavě olivově hnědá
BL2	0,22	0,37	Jílovitá ornice (jemnozrn), nerea s HCl, K3, 2,57R-2,5/2 Červeno-černá
	0,37	0,50	Jíl (s obsahem limonitu), nereaguje, K3, 57R-4/4-4/6 Červeno hnědá až
			žlutočervená
	0,50	0,60	Jíl (s limonitem), nereaguje, K3, Červenohnědá až žlutočervená
BL3	0,60	0,77	Jíl (s limonitem), nereaguje, větší podíl muskovitu, K3, 7,57R-4/4 Hnědá
	0,77	0,91	Jíl (s limonitem), nereaguje, více šedého jílu, K3, 7,57R-4/3 Hnědá
	0,91	1,07	Jíl (s limonitem), nereaguje, více šedého jílu, K3, 7,57R-4/2 Hnědá
	1,07	1,17	Písčitý jíl, nereaguje, K2 (pevná), šedý jíl, 7,57R-3/3 Hnědá
BL4	1,17	1,30	Jílovitá hnědozem (jemnozrn), nereaguje, K2, 107R-4/4 tmavě žlutohnědá
	1,30	1,40	Jílovitá hnědozem,šedý jíl, přibívá křemene a živců, nereaguje, K2,
			107R-4/4 tmavě žluto hnědá
	1,40	1,55	Jílovitá hnědozem, nereaguje, K2, 109R-5/6 Žluto hnědá
	1,55	1,76	Jílovitá hnědozem, nereaguje, K2, 109R-4/6 Žluto hnědá
BL5	1,76	1,93	Jílovitá hnědozem, nereaguje, K2-K3, 109R-4/6 Žluto hnědá
	1,93	2,04	Jílovitá hnědozem, nereaguje, K3, 109R-4/6 Žluto hnědá
			VRT UKONČEN V HLOUBCE: 2,04 m
			ZDOKUMENTOVÁNO: 20.4. 2018 v 11:00
			ZDOKUMENTOVAL: HALAVÍNOVÁ, KEJÍK

Zvláštní vzorky hornin	Zvláštní vzorky vody	Poznámka

Prvotní geologická dokumentace vrtu (kopané sondy)

Úkol název	BP BLANSKO, PRŮZKUMNÝ VRT			Sonda číslo	S2
Zpracov. Úkolu	KEJÍK VÍT, HALAVÍNOVÁ MICHAELA	Kóta terénu	viz příloha „Zaměření vrtů vzhledem k pozemku"	Souřadn. x y	
				Hloubeno v době:	20.4.2018
Vrtmistr	VÍT KEJÍK	Typ soupravy	S200 DCP	od	11:00
				do	12:30

H.P.V	Dne (hod.)	Hloubka v m pod terénem	Kóta
Navrtaná			
		H.P.V nezastižena!	
Ustálená			

	Rozmezí v m		Popis
	od	do	
	0,00	0,24	Ornice - Vyschlá, nereaguje, K2-K3, 57R-2,5/2 Tmavě červeno hnědá
2BL1	0,24	0,42	Ornice s Jílem, nereaguje, K2-K3, 4/4-107R Hnědá
	0,42	0,62	Jíl s limonitem, nereaguje, K3, 4/4 Hnědá
2BL2	0,62	0,78	Jíl s limonitem, nereaguje, K3, 4/4-5/6-109R Žluto hnědá
	0,78	0,90	Jíl s limonitem, nereaguje, K3, 4/4-5/6-109R Žluto hnědá
	0,90	1,10	Jíl s limonitem, nereaguje, K2, 4/4-5/6-109R Žluto hnědá
	1,10	1,28	Písčitý jíl, nereaguje, K2, 4/6 Hnědá
	1,28	1,37	Písčitý jíl, nereaguje, K2, 3/4-109R Hnědá
	1,37	1,52	Jílovitá hnědozem, nereaguje, K2-K3, 5/6-109R Žluto hnědá
	1,52	1,65	Jílovitá hnědozem, nereaguje, K2-K3, 5/6-109R Žluto hnědá
	1,65	1,88	Jílovitá hnědozem, nereaguje, K2-K3, 5/6-109R Žluto hnědá
	1,88	2,00	Jílovitá hnědozem, nereaguje, K3, 5/6-109R Žluto hnědá
			VRT UKONČEN V HLOUBCE: 2,00 m
			ZDOKUMENTOVÁNO: 20.4. 2018 ve 12:30
			ZDOKUMENTOVAL: HALAVÍNOVÁ, KEJÍK

Zvláštní vzorky hornin	Zvláštní vzorky vody	Poznámka

Prvotní geologická dokumentace vrtu (kopané sondy)

Úkol název	BP BLANSKO, PRŮZKUMNÝ VRT			Sonda číslo	S3
Zpracov. Úkolu	KEJÍK VÍT, HALAVÍNOVÁ MICHAELA	Kóta terénu	viz příloha „Zaměření vrtů vzhledem k pozemku"	Souřadn. x y	
				Hloubeno v době:	20.4.2018
Vrtmistr	VÍT KEJÍK	Typ soupravy	S200 DCP	od	12:45
				do	13:33

H.P.V	Dne (hod.)	Hloubka v m pod terénem	Kóta
Navrtaná			
		H.P.V nezastižena!	
Ustálená			

Rozmezí v m od	do	Popis
0,00	0,40	Ornice - Vyschlá, nereaguje, K2-K3, 57R-2,5/2 Tmavě červeno hnědá
0,40	0,60	Ornice s Jílem, nereaguje, K2-K3, 4/4-107R Hnědá
0,60	0,77	Jíl s limonitem, nereaguje, K3, 57R-4/4 Žluto červená
0,77	0,90	Jíl s limonitem, nereaguje, K2, 57R-4/4 Žluto červená
0,90	1,20	Jíl s limonitem, nereaguje, K2, 57R-4/4 Žluto červená
1,20	1,32	Jíl s limonitem, nereaguje, K2, 3/4-109R Hnědá
1,32	1,48	Jíl s limonitem, nereaguje, K2-K3, 3/4-109R Hnědá
1,48	1,67	Jílovitá hnědozem, nereaguje, K2-K3, 5/6-109R Žluto hnědá
1,67	1,83	Jílovitá hnědozem, nereaguje, K2-K3, 5/6-109R Žluto hnědá
1,83	2,00	Jílovitá hnědozem, nereaguje, K2-K3, 5/6-109R Žluto hnědá
		VRT UKONČEN V HLOUBCE: 2,00 m
		ZDOKUMENTOVÁNO: 20.4. 2018 ve 13:33
		ZDOKUMENTOVAL: HALAVÍNOVÁ, KEJÍK

2BL3

Zvláštní vzorky hornin	Zvláštní vzorky vody	Poznámka

Prvotní geologická dokumentace vrtu (kopané sondy)

Úkol název	BP BLANSKO, PRŮZKUMNÝ VRT			Sonda číslo	S4
Zpracov. Úkolu	KEJÍK VÍT, HALAVÍNOVÁ MICHAELA	Kóta terénu	viz příloha „Zaměření vrtů vzhledem k pozemku"	Souřadn. x y	
				Hloubeno v době:	20.4.2018
Vrtmistr	VÍT KEJÍK	Typ soupravy	S200 DCP	od	14:00
				do	14:40

H.P.V	Dne (hod.)	Hloubka v m pod terénem	Kóta
Navrtaná			
		H.P.V nezastižena!	
Ustálená			

	Rozmezí v m od	do	Popis
	0,00	0,24	Ornice - Vyschlá, nereaguje, K2-K3, 57R-2,5/2 Tmavě červeneno hnědá
4BL1	0,24	0,50	Ornice s Jílem, nereaguje, K2-K3, 2,57R32,5/2 Červeno černá
	0,50	0,69	Ornice s Jílem, nereaguje, K2-K3, 2,57R32,5/2 Červeno černá
	0,69	0,88	Jíl s limonitem, nereaguje, K3, 57R-4/6 Žluto červená
	0,88	1,02	Jíl s limonitem, nereaguje, K3, 57R-4/6 Žluto červená
4BL2	1,02	1,11	Jíl s limonitem, nereaguje, K3, 57R-4/6 Žluto červená
	1,11	1,23	Jíl s limonitem, nereaguje, K3, 7,59R-4/4 Hnědá
	1,23	1,33	Jíl s limonitem, nereaguje, K3, 7,59R-4/4 Hnědá
	1,33	1,58	Jílovitá hnědozem, nereaguje, K3, 4/6-109R Žluto hnědá
	1,58	1,83	Jílovitá hnědozem, nereaguje, K3, 4/6-109R Žluto hnědá
	1,83	1,87	Jílovitá hnědozem, nereaguje, K3, 4/6-109R Žluto hnědá
4BL3	1,87	2,02	Jílovitá hnědozem, nereaguje, K3, 5/6-109R Žluto hnědá
			VRT UKONČEN V HLOUBCE: 2,02 m
			ZDOKUMENTOVÁNO: 20.4. 2018 ve 14:40
			ZDOKUMENTOVAL: HALAVÍNOVÁ, KEJÍK

Zvláštní vzorky hornin	Zvláštní vzorky vody	Poznámka

7.2 POSTUP VRTÁNÍ

Před samotným vrtáním je třeba si připravit formuláře pro vyplnění. Do něj zprvu vyplníme číslo sondy, název úkolu, typ vrtné soupravy, čas počátku a ukončení vrtu, osoby, které úkol zpracovávali a vrtmistra, což je osoba nebo více osob, jež obsluhovali vrtnou soupravu.

Nyní už se dostáváme k samotnému vytvoření vrtné sondy. Mělo by se vrtat po záběrech o výšce 20-30 cm, horní hranici se snažit nepřekročit, aby bylo možné vrt podrobněji popsat. Vrt by měl být proveden minimálně do hloubky 2 m. V protokolu musí být uvedeno, jestli byla zastižena hladina podzemní vody. Na závěr opět zaznamenat v jaké hloubce byl vrt ukončen, v jakém dni a čase, a kým byla zhotovena dokumentace vrtu.

7.3 OZNAČENÍ VZORKŮ

Sondy geotechnického průzkumu by měly mít označení písmenem podle technologie jejich hloubení (viz předchozí text: ***S, V, W, J, K, Ša, Št, R, O***) doplněným o pořadové číslo průzkumného díla provedeného na dané lokalitě, např.:

J8...jádrový vrt na lokalitě v pořadí osmý; **S4...**příruční sonda na lokalitě v pořadí čtvrtá

Při vyšších etapách průzkumu se upravuje číslování sond vyšším řádem, např.:

J103...jádrový vrt 2. etapy průzkumu, v pořadí třetí; **J1003...**jádrový vrt 3. etapy průzkumu, v pořadí třetí

Sondy s dalším zvláštním využitím:

P...vrt pozorovací; **H...**vrt hydrogeologický (= jímací, studna); **B...**vrt balneologický (= lázeňský)

7.4 POPIS VZORKŮ

Pro lepší orientaci ve výsledcích je dobré sestavení nákresu s polohou vrtů a jejich označení. Vlastní skladby se zapisují do formuláře určeného pro tuto činnost. Po popisu jednotlivých vzorků sestavíme geologický profil našeho území, který je v příloze. [9]

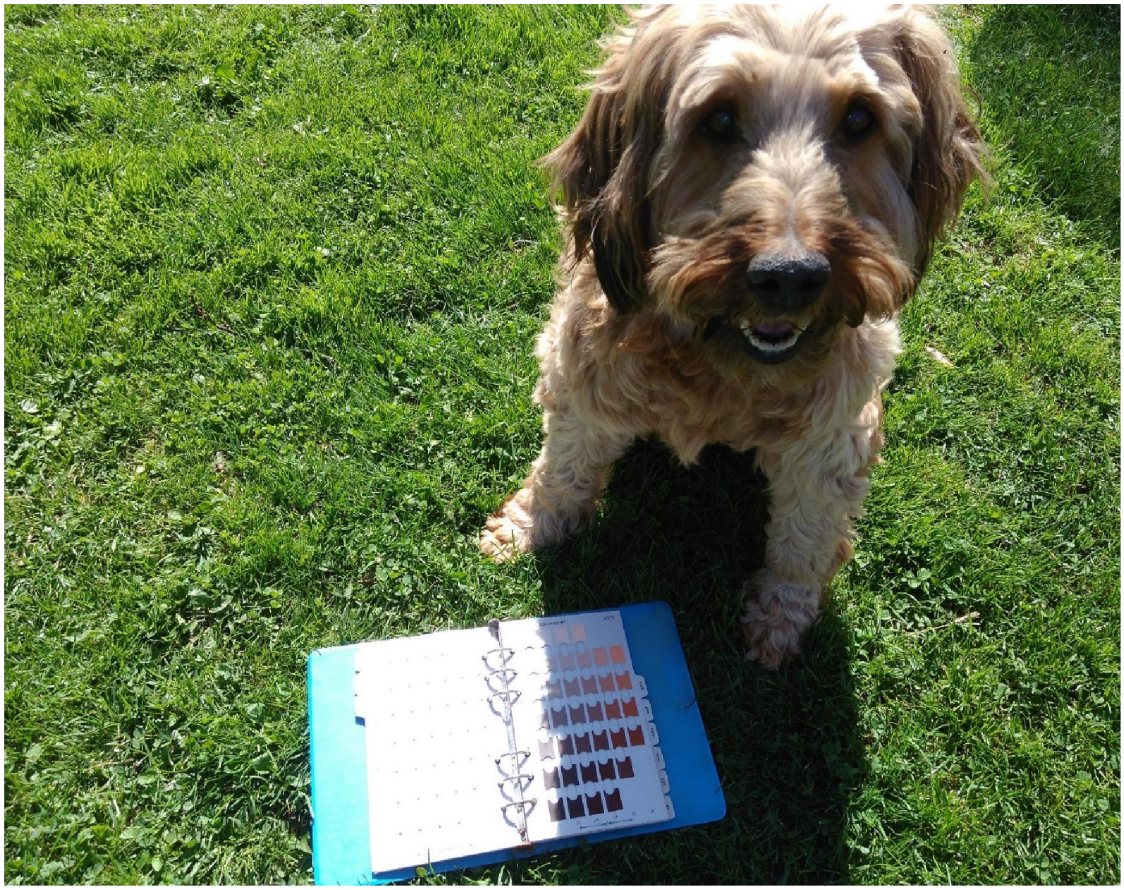
Obr. 11 Ukázka odebraných vzorků pro laboratoř

7.5 POLNÍ KLASIFIKACE

Polní klasifikací rozumíme určení základních charakteristik zeminy, které jsme schopni určit na místě po vytažení záběru. Jako první určíme hmatem, jestli se jedná o zeminu spíše hlinitou, písčitou nebo jílovitou. Dalším krokem je určení konzistence podle tabulky a podle vlastnoručního osahání vzorku, v našich poměrech nám vycházely konzistence pevné nebo tuhé. Následujícím krokem je určení barvy podle Munsellovy barevné škály a v neposlední řadě jsme použili kyselinu chlorovodíkovou, abychom zjistili přítomnost uhličitanů a určili, zda se jedná o vápnité složky, které se zde, jak jsme později zjistili, vůbec nenacházely. Na následujících stranách jsou přiloženy protokoly jednotlivých vrtů, které byly provedeny. S určením charakteristik zeminy mi pomáhala Michaela Halavínová.

KONZISTENCE	I_C	SYMBOL	CHOVÁNÍ ZEMINY
tvrdá	-	K1	vyschlá, při úderu kladiva se drolí
pevná	> 1,00	K2	lze do ní vtisknout nehet
tuhá	0,50-1,00	K3	hněte se obtížně v prstech
měkká	0,05-0,50	K4	dá se lehce hníst v prstech
kašovitá	< 0,05	K5	při sevření se protlačuje mezi prsty

Obr. 12 Využívaná tabulka pro určení konzistence



Obr. 13 Munsellova barevná škála

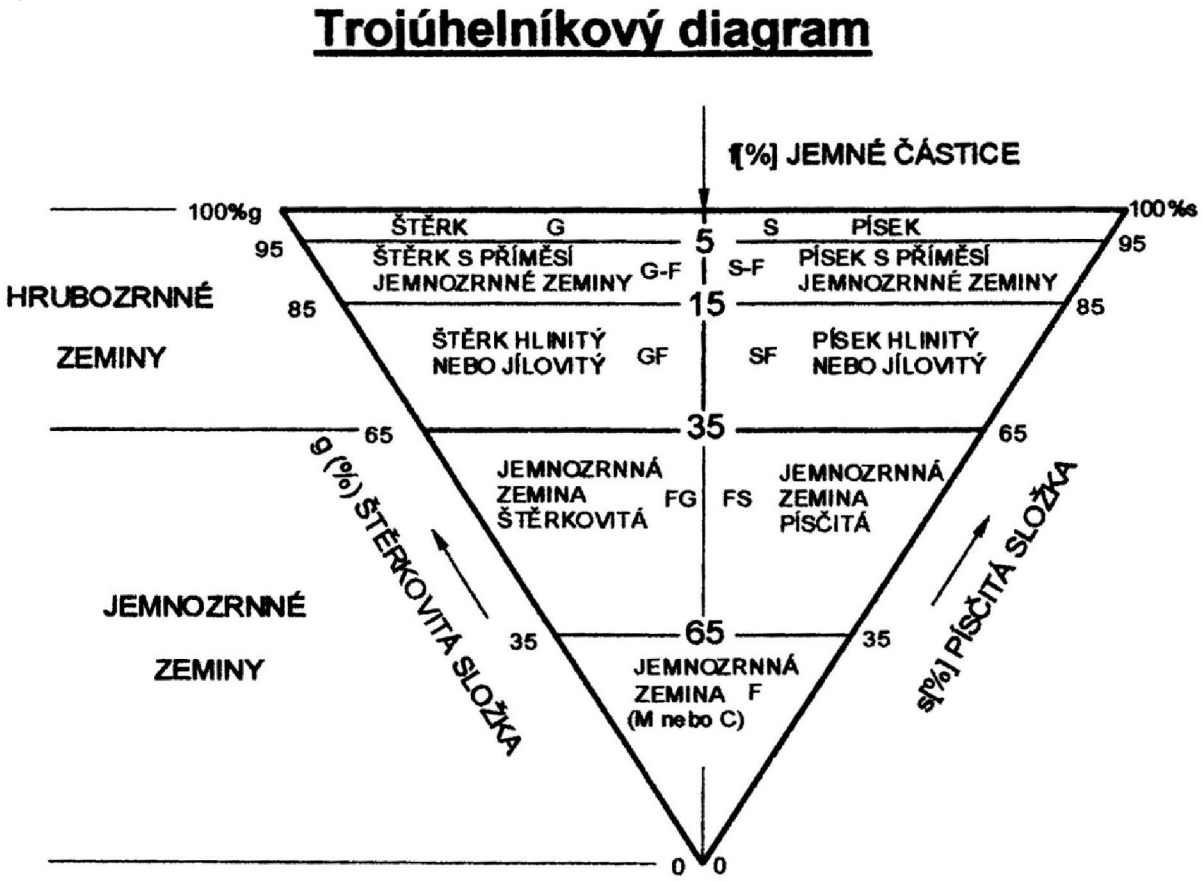
8 KLASIFIKACE ZEMIN

Klasifikací nazýváme zatřídění zemin do skupin, tříd apod. Toto seskupení se užívá především proto, abychom si pod určitým symbolem zeminy mohli představit přesně definované skupiny zemin, které mají určité konkrétní a velmi blízké vlastnosti, zjištěné na základě fyzikálně-indexových laboratorních zkoušek a dlouhodobých zkušeností a korelací. Klasifikace vychází z normy ČSN 73 1001, která již není platná. Základním rozlišujícím znakem zemin pro klasifikaci je jejich zrnitostní složení, které se znázorňuje graficky křivkou. U zemin, které obsahují více než 15% jemnozrnných částic, je třeba pro zatřídění určit konzistenční meze.

8.1 TROJÚHELNÍKOVÝ DIAGRAM

Využívá normu ČSN 73 1001, která již není platná. Na svislou osu vynášíme procentuální zastoupení jemných částic (označení **f**). Na levé straně trojúhelníku máme procentuální zastoupení štěrkové složky (označení **g**) a na pravé straně máme procentuální zastoupení písčité složky (označení **s**)

Pro jednoznačné určení postačuje vynesení dvou složek a třetí lze vynést jako kontrolu, která musí vyjít do průsečíku dvou předchozích. Trojúhelníkový diagram je pro částice do 60mm. Přítomnost balvanité složky do obsahu 20% celkové hmotnosti se popisuje jako příměs velmi hrubých částic.



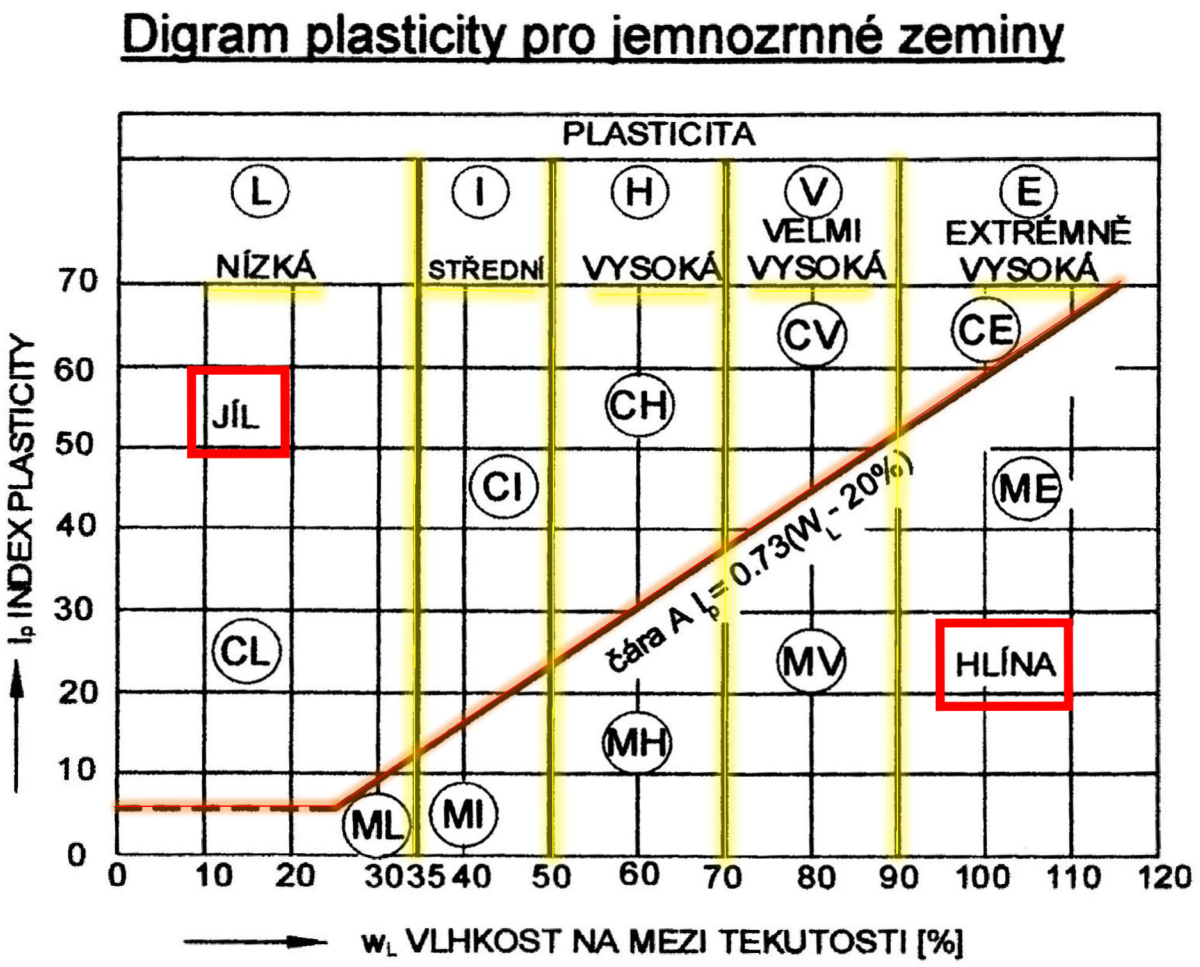
Obr. 14 Trojúhelníkový diagram dle ČSN 73 100

8.2 DIAGRAM PLASTICITY

Při větším obsahu jemnozrnných zemin (skupina **f**) je třeba určit jejich plasticitu. Jsou to částice, jejichž velikost je menší než 0,5 mm. Plasticita se určuje pomocí polohy v plasticitním diagramu. K tomuto určení je zapotřebí určení konzistenčních mezí v laboratoři a to meze tekutosti w_L a mez plasticity w_p. Z těchto hodnot určíme index plasticity $I_p = w_L - w_p$. Plasticitu určíme pomocí indexu plasticity a vlhkosti na mezi tekutosti. Čára A rozděluje diagram na dvě primární části, které určují první název. Nad čarou se nachází jíly a pod čarou zase hlíny. Sekundární částí názvu je rozdělení podle sloupců podle vlhkosti na mezi tekutosti.

Primární rozdělení

Sekundární rozdělení



Obr. 15 Diagram plasticity pro částice < 0,50 mm

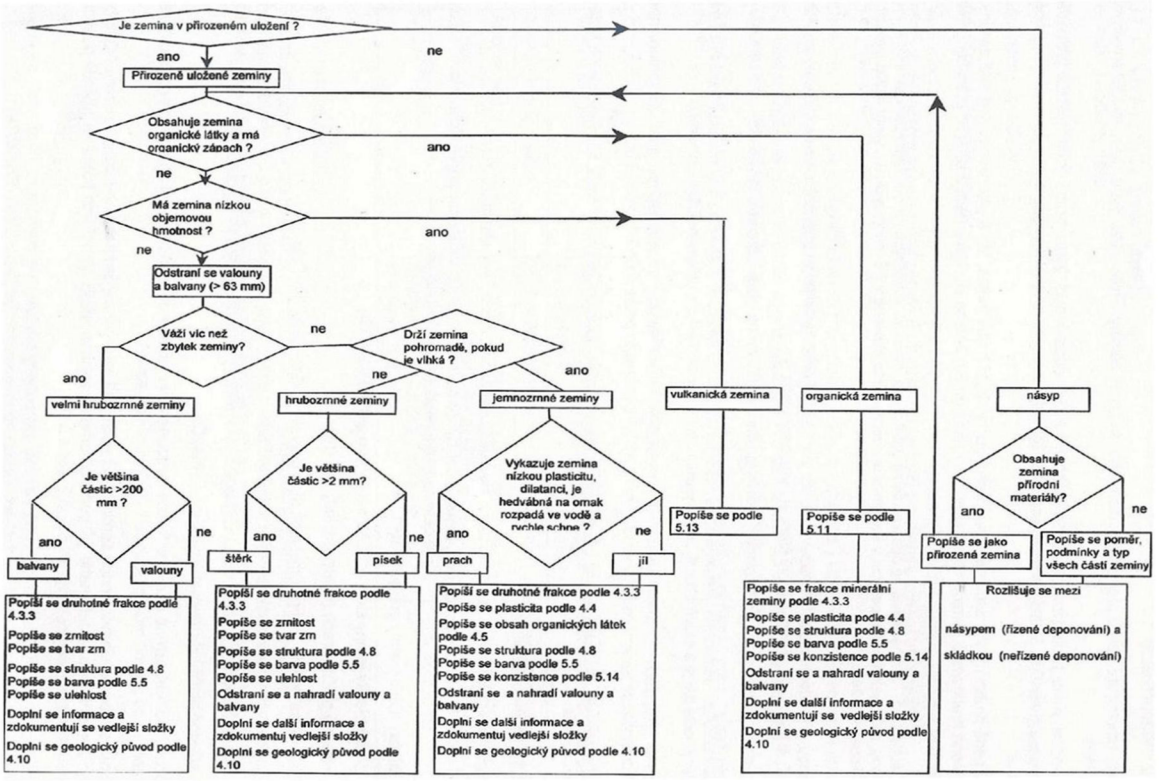
8.3 BLOKOVÝ DIAGRAM DLE EN ISO 14688

Norma, podle níž je popsán tento diagram je nyní již neplatná a má obecný název Geotechnický průzkum a zkoušení a dělí se na dvě části. První je norma s označením EN ISO 14688-1 Pojmenování a popis zemin a druhá je EN ISO 14688-2 Zásady pro zatřiďování. Od dubna nynějšího roku vyšla v platnost nová norma ČSN EN ISO 14688-1, kde je umístěn nový blokový diagram pro pojmenování a popis zemin (Obr. 17).

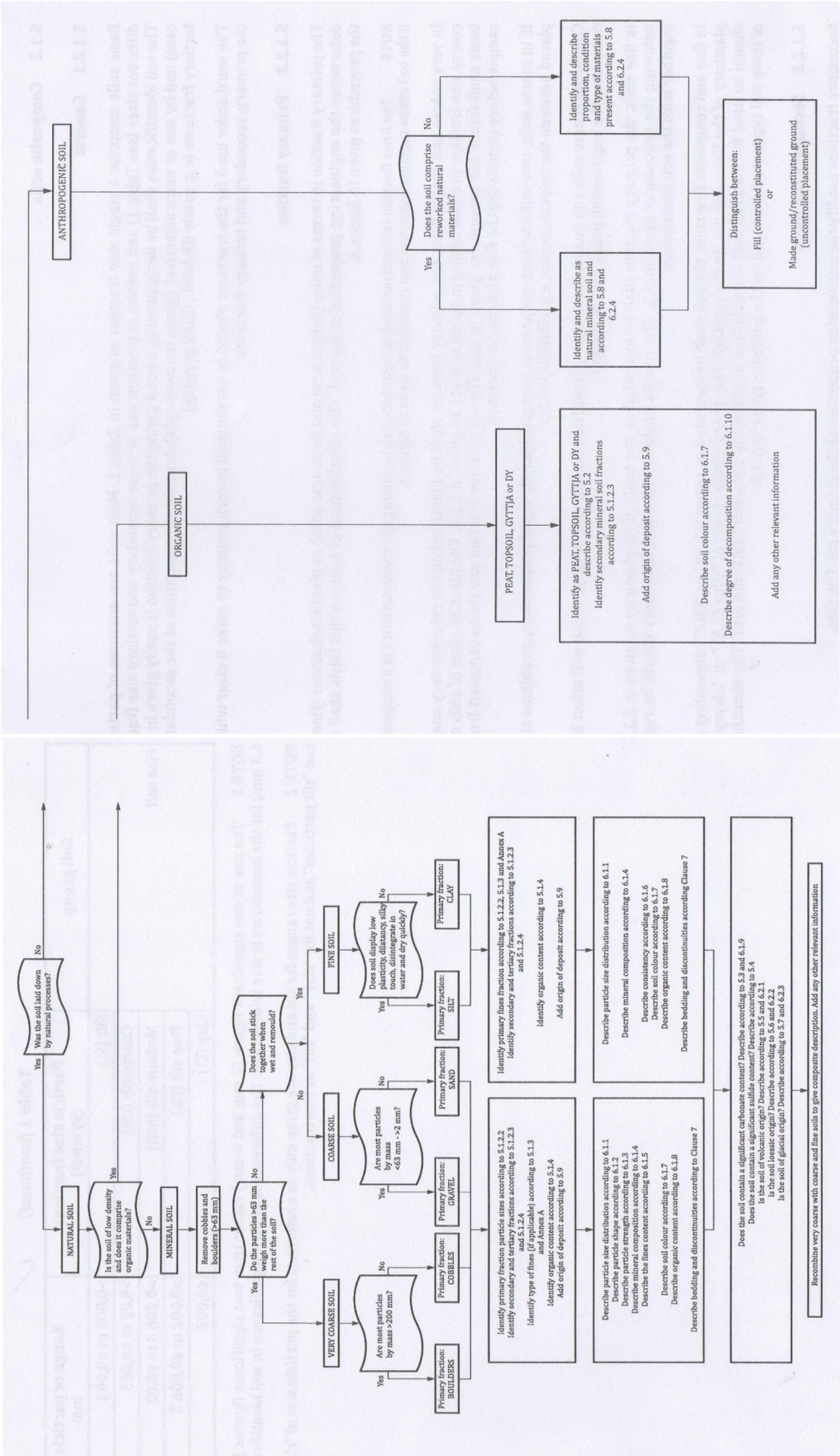
První část normy umožňuje předběžné pojmenování a popis na základě určení vlastností a chování zemin in situ a dále také přesnější pojmenování na základě stanovení mineralogického složení a organických příměsí. Pojmenování a popis zemin se obvykle provádí podle blokového diagramu. Přesnější popis a zatřídění je založeno na základě laboratorních zkoušek. Kromě popisu zemin mají být uvedeny podmínky, ve kterých se zemina nachází, jakékoliv druhotné složky, další vlastnosti zeminy, jako obsah uhličitanů, tvar zrn, drsnost zrn, obecný název a geologický popis. Základním parametrem pro pojmenování zemin je velikost zrn, ty rozlišujeme na velmi hrubozrnné, hrubozrnné a jemnozrnné.

Druhá část normy nám umožňuje rozdělit zeminy do skupin obdobných vlastností pro inženýrské účely, jako jsou zakládání staveb, zlepšování zemin, konstrukční materiály pro silnice, násypy, hráze a drenážní systémy. Klasifikace na základě zrnitosti se provádí podle trojúhelníkového diagramu pro tuto klasifikaci určeným (Obr. 18).

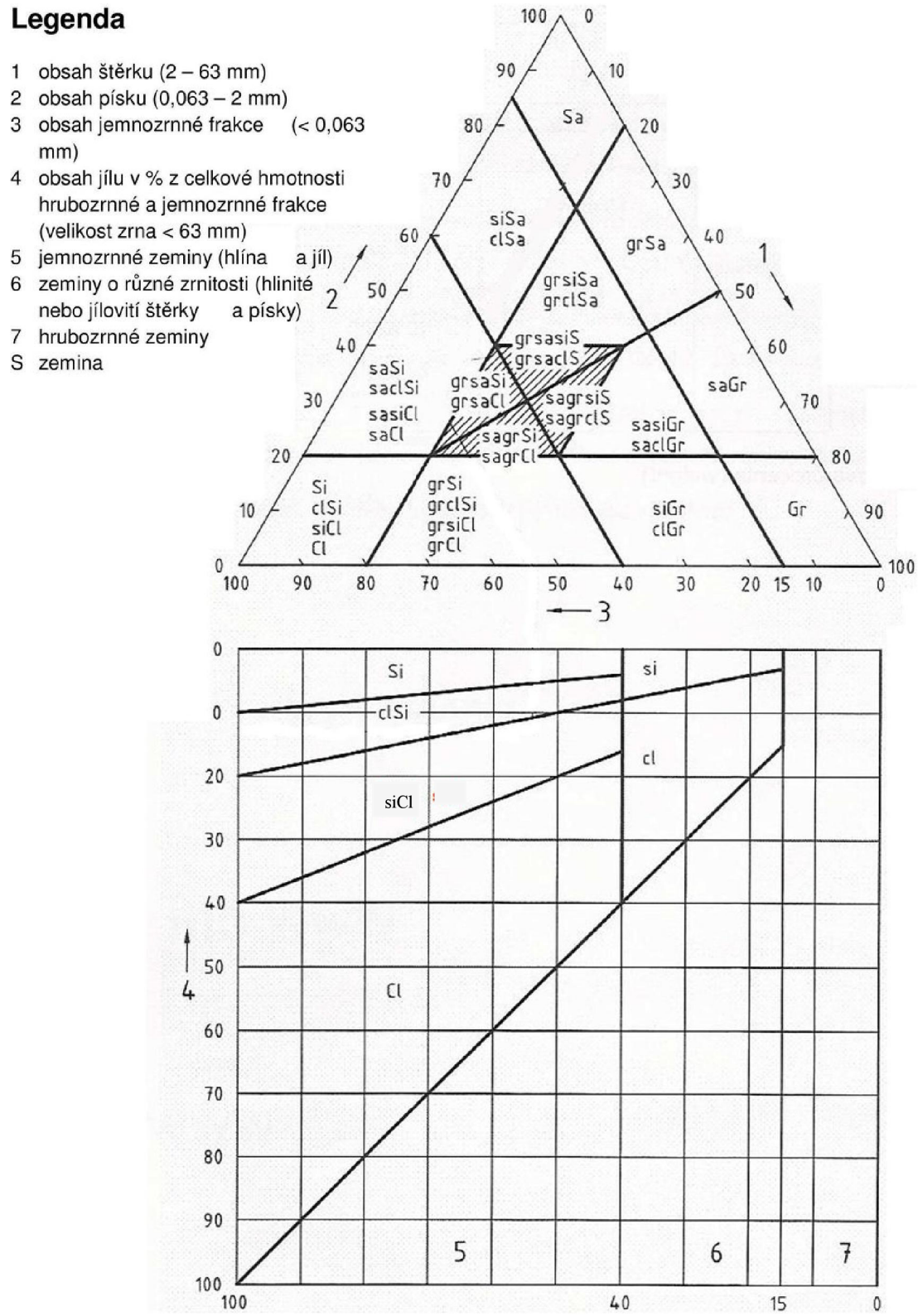
Většina zemin obsahuje podíly různých zrnitostních frakcí, které jsou buď rovnoměrně promíchány, nebo tvoří vrstvičky jiného materiálu v mateřské zemině. Hlavní hmotnostní frakce předurčuje inženýrské vlastnosti zeminy. V názvu je hlavní frakce uváděna jedním velkým písmenem a jedním malým, včetně rozlišení frakce zeminy, které je označeno jedním velkým písmenem. Druhotné a další frakce nejsou určující, ale ovlivňují inženýrské vlastnosti zemin. Jsou popsány malými písmeny společně s názvem popisující hlavní frakce (např: **saGr** – písčitý štěrk, **msaSi** – středně písčitý prach) [11]



Obr. 16 Blokový diagram pro pojmenování a popis zemin



Obr. 17Blokový diagram podle nové normy ČSN EN ISO 14688-1



Obr. 18 Diagram pro zatřiďování zemin na základě zrnitosti

9 LABORATORNÍ ZKOUŠKY

Laboratoř mechaniky zemin, je velmi důležitou částí procesu určení zeminy. V dnešní době se čím dál častěji obracíme k materiálovému modelování, ale pokud nebudeme mít správné vstupní parametry, které zjistíme laboratorními zkouškami, tak nezáleží na propracovanosti modelu a ani na přesnosti použitého materiálového modelu a také ani na tom, jestli je výpočet prováděn bez použití softwaru nebo s ním. Výpočet bude vždy ovlivněn kvalitou vstupních údajů. Zkoušky se dají rozdělit na dvě skupiny, a to na zkoušky na neporušených vzorcích, získaných na jádrových vývrtech nebo kopaných sondách, a na zkoušky na porušených nebo poloporušených vzorcích, které lze získat pomocí vrtaných sond.

Po vytvoření vrtů a odebrání vzorků jsme se přemístili do laboratoře mechaniky zemin. Zde jsme provedli zkoušky. Vzhledem k tomu, že vzorky, které jsme odebrali, jsou poloporušené, tak lze na vzorcích určit jen fyzikálně-indexové vlastnosti, ale to je hodnotné pro zakládání staveb.

9.1 VLHKOST

Vlhkost je definována jako poměr hmotnosti vody a vysušené zeminy. Je to jedna z fyzikálně-indexových vlastností zeminy, jež by se měla určovat co nejdříve po odebrání vzorků. To proto, že nás zajím přirozená vlhkost v zemině a postupem času se vlhkost ze zeminy vypařuje.

Určení vlhkosti je velmi důležité pro zeminu. Voda v zemině je například nezbytná pro určení zhutnitelnosti zeminy, ale na druhé straně jsou zde nežádoucí vlivy, jako je promrzání zeminy, při kterém zvětšuje svůj objem zmrzlé vody o 9 %. V důsledku tohoto růstu objemu může docházet v zemině k nestejnoměrnému pohybu zeminy a tím i k porušení konstrukcí. Dále také voda ovlivňuje velikost totálního napětí, které je rovno součtu efektivního napětí a pórových tlaků, které jsou vodou ovlivňovány.

Smršťování nastává, když je voda ze zeminy odebírána (kořeny stromů) nebo se odpařuje, uvolňují se póry, které byly nasyceny vodou a dochází ke zmenšování objemu a tím i ke snížení pórovitosti. Smršťování v jemnozrnných zeminách může zasahovat do vysokých hloubek, proto je podle normy ČSN 73 1001 stanovena nejmenší hloubka založení v těchto zeminách 1,6m pod upraveným povrchem území.

Opačným jevem je rozbřídání. To se projevuje nejvíce při jarním tání ledu, protože voda se nemůže rychle vsáknout, což může být u jílovitých zemin nebezpečné.

Obr. 19 Vzorky s přirozenou vlhkostí připravené na vysušení do ustálené hmotnosti

Při určování vlhkosti jsme postupovali tak, že jsme do čisté, vysušené a předem zvážené váženky vložili v našem případě 50-70 gramů zeminy a opět zvážili. Poté jsme váženku umístili do sušičky a zeminu vysušili do ustálené teploty, což je 24 hodin na 105°C. Po vysušení jsme váženku se zeminou opět zvážili a vypočetli vlhkost pomocí následujícího vzorce.

$$w = \frac{m_w \cdot 100}{m_d} \quad [\%]$$

Kde $\mathbf{m_w}$ je hmotnost vody a $\mathbf{m_d}$ je hmotnost vysušené zeminy.

$$w = \frac{14{,}700 \cdot 100}{58{,}686} = 25{,}05\ \% \qquad w = \frac{14{,}856 \cdot 100}{55{,}0803} = 26{,}62\ \%$$

Jeden vzorek, který jsme odebrali v terénu, jsme rozdělili na dva, kde jsme u obou určili jejich vlhkost a z nich jsme určili průměrnou vlhkost odebraného vzorku.

$$w = \frac{25{,}05 + 26{,}62}{2} = 25{,}84\ \%$$

Tato vypočtená vlhkost pro vzorek je v našem protokolu označena jako BL1. Další vypočtené vlhkosti jsou umístěny v příloze.

9.2 ZRNITOST

Zrnitost je procentuální vyjádření zastoupení jednotlivých frakcí v zemině v celkovém objemu zeminy. Popisuje se pomocí grafu, který má na svislé ose procentuální stupnici na jednotlivé frakce a na vodorovné ose vynášíme průměry zrn. Vodorovná osa je v logaritmickém měřítku, protože velikost zrn má velký vliv na vlastnosti.

Pro určení křivky zrnitosti se u hrubozrnných zemin používá sítový rozbor při velikosti zrn minimálně 0,063mm a pro určení křivky u jemnozrnných zemin se používá areometrická zkouška. Tu provádíme vždy, když je ve vzorku více jak 10% jemnozrnných částic.

Obr. 20 Sada sít pro sítový rozbor

Zkoušku jsme provedli tak, že jsme si odebrali vzorky, které jsme vysušili při teplotě 105°C až do ustálené hmotnosti. Poté jsme zeminu nasypali na sadu sít, kde jsme největší oko síta přizpůsobili frakci vzorku. Dále bychom měli síta postavit na vibrační stůl a nechat vibrovat asi 10 minut, což my jsme nedělali z toho důvodu, že převážná část vzorku byla spíše na zkoušku areometrickou, tak nám stačilo protřepání ruční. Pokračovali jsme vážením a zapisováním zeminy, která nám zbyla na jednotlivých sítech. Z těchto dílčích hmotností jsme pomocí následujícího vzorce vypočetli procentuální zastoupení, které je potřebné k vynesení do grafu.

$$z = \frac{m \cdot 100}{\Sigma m} \quad [\%]$$

$$z_8 = \frac{1{,}507 \cdot 100}{76{,}1} = 1{,}98\ \%$$

$$z_4 = \frac{1{,}509 \cdot 100}{76{,}1} = 1{,}98\ \%$$

$$z_2 = \frac{4{,}464 \cdot 100}{76{,}1} = 1{,}98\ \%$$

$$z_1 = \frac{4{,}996 \cdot 100}{76{,}1} = 1{,}98\ \%$$

$$z_{0,5} = \frac{3{,}669 \cdot 100}{76{,}1} = 1{,}98\ \%$$

$$z_{0,2} = \frac{4{,}369 \cdot 100}{76{,}1} = 1{,}98\ \%$$

$$z_{0,1} = \frac{2{,}294 \cdot 100}{76{,}1} = 1{,}98\ \%$$

$$z_{0,063} = \frac{3{,}097 \cdot 100}{76{,}1} = 1{,}98\ \%$$

VELIKOST	**ZŮSTATEK**		**PROPAD**
[mm]	[g]	[%]	[%]
32	0,000	0,00	100,00
16	0,000	0,00	100,00
8	1,507	1,98	98,02
4	1,509	1,98	96,04
2	4,464	5,87	90,17
1	4,996	6,57	83,61
0,5	3,669	4,82	78,78
0,2	4,369	5,74	73,04
0,1	2,294	3,01	70,03
0,063	3,097	4,07	65,96
< 0,063	50,195	65,96	0,00

Kde **z** je procentuální podíl na sítu, **m** je hmotnost zeminy na jednotlivých sítech a **Σm** je celková hmotnost zeminy. Uvedené hodnoty jsou ze vzorku BL1 (laboratorní označení 236). Všechny ostatní výsledky jsou v přílohách včetně vykreslených křivek zrnitosti.

Obr. 21 Nadsítné vyjmuté ze sušárny a připravené k sítovému rozboru

Dále je třeba určit číslo nestejnozrnitosti **C_U**. To nám charakterizuje sklon střední části křivky zrnitosti. Podle jeho čísla můžeme říci, že když nám hodnota vyjde v intervalu <6, tak se jedná o zeminy stejnozrnné, dále v intervalu od 6 do 15 se bavíme o středně zrněných zeminách a v intervalu přesahující hodnotu 15 jsou zeminy dobře zrněné. Číslo nestejnozrnitosti se vypočte podle následujícího vzorce.

$$Cu = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

Kde **d_{60}** je velikost zrn při 60% propadu a **d_{10}** je velikost zrn při 10 % propadu.

Také můžeme určit číslo křivosti **C_c**, které nám charakterizuje přibližně tvar křivky zrnitosti a je to spíše jen pomocná hodnota. Zeminy s hodnotami od 1 do 3 považujeme za dobře zrněné, tj. mají plynulé křivky zrnitosti. Hodnoty nižší a vyšší patří zeminám s chybějícími frakcemi, které mají stupňovité křivky s vodorovnými nebo málo stoupajícími úseky. Číslo křivosti se vypočte podle následujícího vzorce.

$$Cc = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}}$$

Kde **d_{30}** je velikost zrn při 30% propadu [12].

9.3 HUSTOMĚRNÁ ZKOUŠKA

Hustoměrnou zkoušku zrnitosti použijeme, když více jak 10 % zeminy jsou jemnozrnné částice, které mají průměr menší jak 0,063 mm. Zkouška je založena na Stokesově zákoně, tudíž na volné sedimentaci suspenze ve skleněném válci, jestliže částice jsou vystaveny pouze gravitačnímu poli. Hustoměrná zkouška vychází z předpokladu, že při postupném usazování částic v suspenzi klesá její hustota. Za určitý čas nastane v sedimentačním válci rozdělení částic podle jejich velikosti a změní se i hustota suspenze.

K provedení zkoušky je zapotřebí kalibrovaný skleněný válec o objemu 1000 ml, dále je to ocejchovaný hustoměr a jemu odpovídající monogram, stopky a míchačka.

Obr. 22 Odměrné válce s kamenivem < 0,063 mm

Zkoušku jsme začali tím, že jsme připravili vzorky do misek, které jsme navlhčili destilovanou vodou a nechali rozmočit, pro lepší zpracovatelnost. Další postup byl takový, že jsme vzorky protřeli přes síto s velikostí oka 0,063 mm. To co nám zůstalo, bylo použito na sítový rozbor, který byl popsán dříve, a to co nám prošlo skrz, jsme umístili do odměrného válce a dolili destilovanou vodou do objemu 1000 ml. Poté jsme do válce přidali hexametafosfát sodný, který zabraňuje srážení částic. Kdybychom ho do válce nepřidali, tak by mohlo docházet ke srážení částeček, které by se mohli spojit a usadit rychleji a to by vedlo k chybně určené křivce, protože by se nám malé částečky ukazovali jako větší. To pak vede k většímu podílu větších částic a k menšímu podílu menších částic, což by mělo za následek změnu křivky zrnitosti. Dále jsme suspenzi míchali 30 vteřin pomocí míchačky. Jakmile jsme ukončili míchání, tak jsme spustili stopky a odečetli první čtení na hustoměru. Zaznamenali jsme teplotu i naměřenou hodnotu suspenze do formuláře a dále jsme zaznamenávali hustotu a teplotu v intervalech 30 s, 1 min, 2 min, 5 min, 15 min, 30 min, 60 min, 3 h, 24 h.

Dalším krokem je vyhodnocení. Nejprve použijeme opravu pro hustoměr při dané teplotě a tou je tabulková hodnota **m**. Opravu pro antikoagulant značenou jako **a** zanedbáváme, protože hodnoty jsou zanedbatelné. Tím, že jsme zavedli opravu, tak jsme převedli hodnoty na základní teplotu 20°C. Tyto hodnoty napíšeme do sloupce R+a+m a následně vyneseme pomocí nomogramu pro areometrickou zkoušku.

$$R + a + m = 29{,}0 + 0{,}73 = 29{,}73$$

$$W = \frac{100}{Q_1} \cdot \frac{\rho_s}{\rho_s - 1000} \cdot (R + a + m) \quad [\%]$$

$$W = \frac{100}{50{,}195} \cdot \frac{2650}{2650 - 1000} \cdot (29{,}73) = 95{,}13 \ \%$$

$$Q_d = \frac{Q}{1 + 0{,}01 \cdot w}$$

$$X = \frac{W \cdot Q_1}{\frac{Q}{1 + 0{,}01 \cdot w}} \quad [\%]$$

$$X = \frac{95{,}13 \cdot 50{,}195}{\frac{95{,}764}{1 + 0{,}01 \cdot 25{,}84}} = 62{,}74 \ \%$$

První hodnota X ve sloupci musí být menší nebo rovna procentuálnímu zůstatku zrn, které jsou menší než 0,063 mm =>

$$X = 62{,}74 \ \% \leq 65{,}96 \ \% \ ✓$$

Kde ρ_s je měrná hmotnost zeminy, kterou jsme určili podle průměrných hodnot pro tuto zeminu, Q_1 je hmotnost zrn ve vzorku s průměry zrn <0,063 mm a **w** je přirozená vlhkost zeminy. Hodnota **W** nám udává, kolik % hmotnosti vysušené zeminy odpovídá ekvivalentnímu a menšímu průměru **d** vyhodnocenému v daném řádku a hodnota **X** udává, kolik % hmotnosti vysušené zeminy odpovídá ekvivalentnímu průměru **d** vyhodnocenému v daném řádku se započítáním i písčitých a štěrkovitých frakcí, tedy v celém vzorku. Vzorový výpočet je proveden pro vzorek BL1 (laboratorní označení 236). Zbytek výsledků je umístěn v přílohách.

9.4 KONZISTENCE

V zeminách při stejné vlhkosti mohou mít zeminy různou konzistenci. Proto vlhkost při určité konzistenci je pro danou zeminu charakteristická a zeminu můžeme pomocí této hodnoty lépe specifikovat. Podle obsahu vody může být zemina v některém z následujících stavů. Ve stavu tekutém (kašovitém) se zemina v sevřené pěsti protlačuje mezi prsty, následuje stav plastický a ten se dále dělí na stav měkký, kdy zeminu lze lehce hníst a dále je to stav tuhý, u kterého lze zpracovat válečky o průměru 3 mm. Dalším stavem je pevný stav, kdy je zemina zavlhlá a při pokusu vytvořit z ní váleček o průměru 3 mm se začne drobit. Posledním stavem je stav tvrdý a ten nastane tehdy, když vlhkost zeminy je tak malá, že se voda stahuje kapilárními i sorpčními silami dovnitř, barva je světlá a zeminu lze rozbíjet na celistvé kusy.

Mezi jednotlivými stavy se nacházejí konzistenční meze. Mezi stavem tvrdým a pevným je to mez smrštitelnosti označovaná jako $\mathbf{w_S}$, dále je to mezi pevným a plastickým stavem mez plasticity označovaná jako $\mathbf{w_P}$ a jako poslední mez zde máme mez tekutosti označovaná jako $\mathbf{w_L}$, která se nachází mezi stavem plastickým a tekutým. [13]

Dále také můžeme určit index plasticity, který se značí jako $\mathbf{I_P}$ a vypočítá se podle následujícího vzorce.

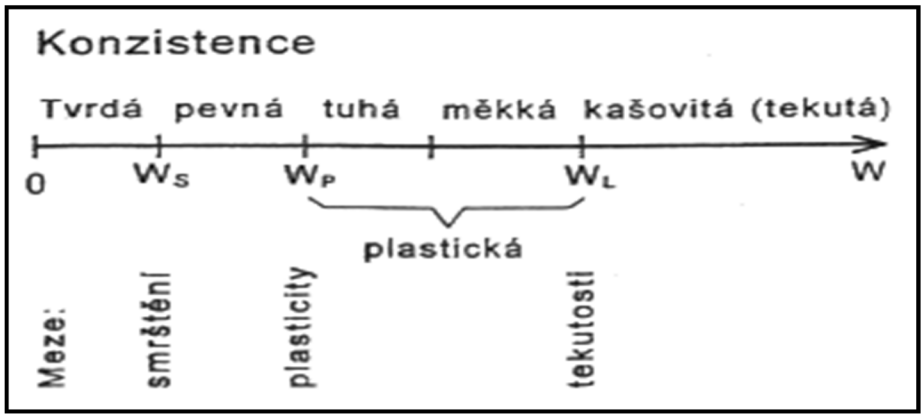
$$I_P = w_L - w_P \ [\%]$$

Ten nám vyjadřuje rozsah vlhkosti, ve kterém je zemina plastická. Ukazuje schopnost zeminy vázat vody, aniž by došlo ke změně stavu. Podle indexu plasticity můžeme rozdělit zeminu do čtyř kategorií. První jsou zeminy písčité s indexem plasticity <1, druhou kategorií jsou písčité hlíny v intervalu od 1 do 10, kde se nacházíme v nízké plasticitě. Dále to jsou písčité a prachovité jíly v intervalu od 10 do 20 se střední plasticitou a jako poslední jsou jíly s indexem plasticity >20 s plasticitou vysokou.

Ještě je možné určit stupeň konzistence, který se značí jako $\mathbf{I_c}$ a vypočítá se podle následujícího vztahu.

$$I_C = \frac{w_L - w}{w_L - w_P} = \frac{w_L - w}{I_P} \quad [-]$$

Podle stupně konzistence je možné, číselně zatřídit konzistenci zeminy do následujících tříd. Kašovitá je pro hodnoty <0,05, dále měkká pro hodnoty od 0,05 do 0,5, poté je to konzistence tuhá s hodnotami od 0,5 do 1,0 a jako poslední je konzistence pevná >1,0.



Obr. 23 Přechody mezi jednotlivými konzistencemi

9.5 MEZ TEKUTOSTI

Je to mez, kdy je dosaženo určité vlhkosti na pomezí dvou stavů a to plastického a tekutého stavu.

Zkoušku zahájíme tím, že si připravíme zeminu do misek, tu navlhčíme přiměřeným množstvím vody. Tím, že přidáme destilovanou vodu, tak si zlepšíme zpracovatelnost pro protření zeminy přes síto 0,5 mm. Do protřené zeminy opět přidáme destilovanou vodu, promícháme a dáme do normované misky. Tu umístíme pod penetrometr, tak že zemina bude zarovnaná s horním povrchem misky a hrot penetrometru si nastavíme tak, aby udělal malou rýhu na zarovnané suspenzi. Následně spustíme hrot a necháme ho pronikat do vzorku po danou dobu. Poté odečteme hodnotu a zapíšeme do protokolu. Tento postup opakujeme celkem 4 krát. Po každém měření odebereme část vzorku do váženky, zvážíme a necháme vysušit. Po vysušení zvážíme vysušenou zeminu a určíme vlhkost. Hodnoty zjištěné penetrace a vlhkosti vyneseme do grafu, kde jednotlivé body proložíme přímkou a můžeme odečíst výslednou vlhkost na mezi tekutosti. Ta je určena hodnotou penetrace, která je rovna 20 mm. Příklad výsledku zkoušky zde nebude uváděn, protože je postup poměrně jasný z vypočteného protokolu. Výsledky zkoušek jsou uvedeny v přílohách.

Obr. 24 Ukázka penetrometru pro určení meze tekutosti

Obr. 25 Vzorky vyjmuté ze sušárny připravené na poslední vážení sušiny s váženkou

9.6 MEZ PLASTICITY

Opět je to mez, kdy je dosaženo určité vlhkosti na pomezí dvou stavů a to stavu plastického a pevného.

Zkoušku provádíme tak, že si nejprve rozdělíme zeminu do misek, kterou navlhčíme destilovanou vodou, ale co nejmenším množstvím vody, protože čím více vody přidáme, tím déle bude trvat dosažení meze plasticity. V dalším kroku válíme zeminu na dřevěné destičce, tak dlouho, dokud se nezačne rozpadat na válečky o průměru 3 mm a délky 8-10 mm. Pokud se nám nepodaří rozpad na první válení, tak váleček přeložíme a začneme znovu. Až se nám válečky rozpadnou na naše potřebné velikosti, tak je dáme do váženky a zvážíme. Dále umístíme vzorky do pece a necháme je vysušit při teplotě 105°C do ustálené hmotnosti. Po vysušení vzorek vytáhneme z pece a spočítáme vlhkost na mezi plasticity. Příklad výsledku zkoušky zde nebude uváděn, protože je postup poměrně jasný z vypočteného protokolu. Výsledky zkoušek jsou uvedeny v přílohách.

Obr. 26 Připravené váženky s válečky na zvážení

Obr. 27 Váženky s válečky připravenými na vysušení do ustálené hmotnosti

10 DŘÍVĚJŠÍ GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM

10.1 POPIS PRŮZKUMU

Technické práce průzkumu sestávaly z vyhloubení jedné kopané sondy. Sondu K1 zhotovil svépomocí sám stavebník, kterým byl Pavel Kejík. Inženýrskogeologický profil zastižený touto kopanou sondou pak byl bez prodlení zdokumentován dne 9. 4. 2004 za přítomnosti majitele nemovitosti a projektanta přestavby. Souběžně s provedenou dokumentací byl ze sondy odebrán jeden poloporušený vzorek základové půdy (se zachováním přirozené vlhkosti) a v počvě sondy byl proveden zkušební vpich lehkou penetrační jehlou (podle Baluna). Odebraný vzorek byl posléze podroben v laboratoři mechaniky zemin Ústavu geotechniky FAST VUT v Brně základnímu půdně-mechanickému rozboru. Sonda byla ukončena v hloubce 1,30 m. Hladina podzemní vody nebyla sondou ani vpichem zastižena. [14]

10.2 POROVNÁNÍ GEOTECHNICKÝCH PRŮZKUMŮ

Zde budou porovnány dva geotechnické průzkumy a to náš geotechnický průzkum, který byl prováděný vrtanou sondou pomocí vrtné soupravy S200 DCP, a průzkum prováděný na pozemku před čtrnácti lety, prováděný sondou kopanou.

Průzkum z roku 2004 – polní klasifikace

Rozmezí v m		Popis
od	do	
0,00	0,30	Hlína, humózní, žlutošedá, žlutě skvrnitá, tuhá, s kořínky a zbytky
		spáleného dřeva
0,30	0,80	Hlína, prachovitá, hnědožlutá, tuhá
0,80	1,30	Hlína, eluviální, velmi jemně písčitá, se zbytky rozložené mateční
		horniny (granodioritu) ve formě hrubého písku až drobného štěrčíku
		nebo čoček, hnědožlutá, tuhá a pevná

Průzkum nynější z roku 2018 – polní klasifikace

Rozmezí v m		Popis
od	do	
0,00	0,22	Ornice, Kvartér, prvních 10 cm tmavší - větší podíl humusu,
		nereaguje s HCl (není vápnitá), K2-K3, 2,57-3/3 Tmavě olivově hnědá
0,22	0,37	Jílovitá ornice (jemnozrnná), nereaguje s HCl, K3, 2,57R-2,5/2 Červeno-černá
0,37	1,07	Jíl (s limonitem), nereaguje, K3, Červenohnědá až žlutočervená
1,07	1,17	Písčitý jíl, nereaguje, K2 (pevná), šedý jíl, 7,57R-3/3 Hnědá
1,40	2,04	Jílovitá hnědozem, nereaguje, K2, 109R-5/6 Žluto hnědá

Porovnání s našim průzkumem je provedeno zhruba ve stejné hloubce jako u průzkumu dřívějšího. Jak můžeme vidět, tak se nám průzkumy liší ve svém popisu polními klasifikacemi tím, že u kopané sondy se nám nacházejí více hlinité složky, kdežto u našeho průzkumu se do jílovitých složek dostáváme asi 30 cm pod terénem. Dále si můžeme všimnout, že výsledky laboratorních zkoušek jsou trochu odlišné. U našeho průzkumu vycházeli nižší vlhkosti. Jinak tomu není u únosnosti, kde nám u vrtané sondy vycházejí nižší hodnoty než u sondy kopané.

Průzkum z roku 2004 – Kopaná sonda

Hladina podzemní vody zde nebyla zastižena. V hloubce 1,20 m byl odebrán poloporušený vzorek zeminy.

Přirozená vlhkost w [%]	21
Vlhkost na mezi plasticity w_P [%]	27,7
Vlhkost na mezi tekutosti w_L [%]	56,4
Index plasticity I_P [%]	28,7
Stupeň konzistence I_C [-]	1,2=> =>konzistence pevná

Zatřídění dle ČSN 73 1001- CS (jíl písčitý) – třída F4

Tabulková výpočtová únosnost R_{dt} [kPa]= =250 (pro d=0,8-1,50m a b≤3 m)

Obr. 28 Kopaná sonda z roku 2004

Průzkum z roku 2018 – Vrtaná sonda

Hladina podzemní vody zde nebyla zastižena. Porovnání bude se vzorkem označeným v terénu BL4 (laboratoře 239), který byl v hloubce 1,17-1,30 m.

Přirozená vlhkost w [%]	16,18
Vlhkost na mezi plasticity w_P [%]	20,15
Vlhkost na mezi tekutosti w_L [%]	40,52
Index plasticity I_P [%]	20,37
Stupeň konzistence I_C [-]	1,2=> =>konzistence pevná

Zatřídění dle ČSN 73 1001- CI (jíl se střední plasticitou) – třída F6

Tabulková výpočtová únosnost R_{dt} [kPa]= =200 (pro d=0,8-1,50m a b≤3 m)

Obr. 29 Vrtaná sonda z roku 2018

11 ZÁVĚR

V úvodu jsem se v této práci věnoval rešeršní činnosti geologii zkoumaného místa a určil geologické složení, které jsme měli při průzkumu očekávat a to se také potvrdilo. Poté jsme provedli 4 ručně vrtané sondy pomocí soupravy S200 DCP, které jsme popsali na místě pomocí polních klasifikací a určili jsme předběžné složení a strukturu. Na pozemku jsme nikde nenarazili na hladinu podzemní vody, tudíž lze jen dedukovat, že se nachází v hlubším skalním podloží a to vázanou na puklinové struktury. V dalším kroku jsme se přemístili do laboratoří, kde jsme nejprve zjistili vlhkost zeminy, dále jsme zjistili název zeminy podle určení zrnitosti a provedli jsme indexové zkoušky, následně jsme pak určili vlhkost na mezi tekutosti a plasticity. Jako poslední částí práce je předvedení geotechnického průzkumu prováděného v roce 2004 a jeho porovnání s nynějším průzkumem.

Z výstupů laboratorních zkoušek jsme zjistili, že se zde jedná nejčastěji o zeminy jílovité se symbolem Cl (dále jsme zde nalezli písčité jíly se symbolem saCl). Přirozená vlhkost zde vycházela nejčastěji kolem 20 – 25 % jen občas jsme se dostali do vrstev, kde vlhkost vycházela okolo 16 %. Z vlhkostí na mezi tekutosti a plasticity jsme vypočítali index plasticity, jež jsme použili do grafu, podle kterého zde vychází nejčastěji jíl se střední plasticitou a v menší míře hlína s vysokou plasticitou. Ze stupně konzistence vypočteného z vlhkostí jsme určili, že konzistence je zde nejčastěji pevná a minimálně je zde tuhá konzistence. Podle křivek zrnitosti dosazených do grafu podle Scheiblova kritéria namrzavosti lze říci, že se zde jedná o zeminy vysoce namrzavé až nebezpečně namrzavé, ale nepropustné. Když by, jsme určili geotechnickou kategorii, tak zde spadáme do kategorie 1, kde postačí inženýrskogeologický průzkum a odvozené hodnoty se stanoví na základě místních zkušeností, empirických nebo jiných relevantních údajů. Jako poslední údaj jsme určili únosnost dle vypočtené tabulkové hodnoty R_{dt} [kPa] zemin jemnozrnných při hloubce založení 0,8-1,5m, pro šířku základu < 3,0 m. Zde nám nejčastěji vycházejí hodnoty 200 kPa u tříd F6-F7 pro pevnou konzistenci, dále také 160 kPa pro třídu F8 a pevnou konzistenci a minimálně 100 kPa pro třídu F6 a konzistenci tuhou. Veškeré podrobnější výsledky zkoušek jsou umístěny v přílohách.

Z toho, co jsme zjistili je patrné, že zemina není příliš vhodná pro ekonomické zakládání staveb. Při provedení plošných základů by hrozilo nebezpečí vzniku smykových ploch a ztrátě stability vybudované konstrukce. V dnešní době není problém stavět kdekoliv, ale je to vše jen otázkou peněz čili kolik je investor schopen investovat peněz do založení v obtížnějších podmínkách a porovnání s tím, jestli by pro něj nebylo výhodnější zvolit jiné místo pro stavbu. Řešení by zde mohli poskytnout hlubinná založení na pilotách nebo studnách, avšak záleží na předpokládaném zatížení od horní stavby [15].

12 BIBLIOGRAFIE

[1] *Wikipedie: Geomorfologické členění Česka* [online]. Brno, Praha, 2006 [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Geomorfologick%C3%A9_%C4%8Dlen%C4%9Bn%C3%AD_%C4%8Ceska

[2] *Multimediální mineralogicko - petrografický exkurzní průvodce po území Čech: Přehled geologických jednotek Českého masivu* [online]. Brno: Masarykova univerzita, 2007 [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: http://pruvodce.geol.cechy.sci.muni.cz/regionalni_geol/geologie_CM.htm

[3] *INSTITUT GEOLOGICKÉHO INŽENÝRSTVÍ: Pozice Českého masivu* [online]. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2003 [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/1_kapitola.htm

[4] *Geografie České republiky: Český masív* [online]. Brno, 2006 [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: http://www.geografie.webzdarma.cz/segcr.htm

[5] *Česká geologická služba: Západní Karpaty* [online]. Praha: Česká geologická služba, 2007 [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?Zapadni_Karpaty

[6] *Moravské-Karpaty.cz: Západní Karpaty* [online]. Kroměříž: Robert Hruban, 2014 [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/geomorfologie/zapadni-karpaty/

[7] *Česká geologická služba: Vrtná prozkoumanost* [online]. Praha: Česká geologická služba, 1984 [cit. 2018-03-01]. Dostupné z: https://mapy.geology.cz/vrtna_prozkoumanost/

[8] *Česká geologická služba: Geologická mapa* [online]. Praha: Česká geologická služba, 1984 [cit. 2018-03-17]. Dostupné z: https://mapy.geology.cz/geocr50/

[9] HORÁK, Vladislav. *BN03_Výuka v terénu: Geotechnický průzkum*. Studijní opory. Brno, 2009.

[10] ROBERT, Kořínek. *Mechanika hornin a zemin: podklady k přednáškám*. Druhy vzorků. Brno, 2000. Dostupné také z: http://www.geotechnici.cz/wp-content/uploads/2012/08/MHZ-02.pdf

[11] WEIGLOVÁ, Kamila. *Mechanika zemin: Klasifikace zemin*. BF02-M01. Brno: OHL ŽS, 2005.

[12] LAMBOJ, Ladislav a Zdeněk ŠTĚPÁNEK. *Mechanika zemin a zakládání staveb: Zrnitost*. S.I. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 8001030946.

[13] WEIGLOVÁ, Kamila. *Mechanika zemin: Konzistenční meze*. BF02-M01. Brno: OHL ŽS, 2005.

[14] HORÁK, Vladislav. *Stavebně-geologický průzkum: Přestavba rodinného domku Blansko-Klepačov*. 1. Brno, 2004.

[15] *ČSN P 73 1005: Inženýrskogeologický průzkum*. ICS 93.020. Praha: Česká asociace inženýrských geologů, 2016.

13 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Geomorfologické provincie 12
Obr. 2 Mapa námi zkoumané lokality 14
Obr. 3 Mapa blízkých vrtů 15
Obr. 4 Geologická mapa blízkého okolí 16
Obr. 5 Vrtná souprava G10 20
Obr. 6 Vrták soupravy G10 20
Obr. 7 Vrtná komora soupravy S200 DCP 20
Obr. 8 Ukázka získaných vzorků 22
Obr. 9 Schéma vrtů vzhledem k pozemku 23
Obr. 10 Skutečný stav zkoumané plochy 23
Obr. 11 Ukázka odebraných vzorků pro laboratoř 28
Obr. 12 Využívaná tabulka pro určení konzistence 29
Obr. 13 Munsellova barevná škála 29
Obr. 14 Trojúhelníkový diagram dle ČSN 73 100 30
Obr. 15 Diagram plasticity pro částice < 0,50 mm 31
Obr. 16 Blokový diagram pro pojmenování a popis zemin 33
Obr. 17 Blokový diagram podle nové normy ČSN EN ISO 14688-1 34
Obr. 18 Diagram pro zatřiďování zemin na základě zrnitosti 35
Obr. 19 Vzorky s přirozenou vlhkostí připravené na vysušení do ustálené hmotnosti 37
Obr. 20 Sada sít pro sítový rozbor 38
Obr. 21 Nadsítné vyjmuté ze sušárny a připravené k sítovému rozboru 40
Obr. 22 Odměrné válce s kamenivem < 0,063 mm 41
Obr. 23 Přechody mezi jednotlivými konzistencemi 43
Obr. 24 Ukázka penetrometru pro určení meze tekutosti 44
Obr. 25 Vzorky vyjmuté ze sušárny připravené na poslední vážení sušiny s váženkou 45
Obr. 26 Připravené váženky s válečky na zvážení 46
Obr. 27 Váženky s válečky připravenými na vysušení do ustálené hmotnosti 46
Obr. 28 Kopaná sonda z roku 2004 48
Obr. 29 Vrtaná sonda z roku 2018 48

14 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

z	procentuální propad zeminy sítem	[%]
c_u	číslo nestejnozrnitosti	[-]
c_c	číslo křivosti	[-]
d_{10}	velikost zrn při propadu 10%	[mm]
d_{30}	velikost zrn při propadu 30%	[mm]
d_{60}	velikost zrn při propadu 60%	[mm]
m	hmotnost zeminy na jednotlivých sítech	[g]
m_d	hmotnost sušiny	[g]
m_w	hmotnost vody	[g]
Σm	hmotnost celého vzorku zeminy	[g]
w	vlhkost	[%]
w_L	vlhkost na mezi tekutosti	[%]
w_p	vlhkost na mezi plasticity	[%]
w_s	vlhkost na mezi smrštitelnosti	[%]
I_P	index plasticity	[%]
I_c	stupeň konzistence	[-]

15 SEZNAM PŘÍLOH

Zasazení situace do mapy

Schéma umístění jednotlivých vrtů

Zaměření vrtů vzhledem k pozemku

Rozkreslení jednotlivých vrtů

Schéma umístění řezových rovin

Příčné inženýrsko-geologické profily

Podélné inženýrsko-geologické profily

Celkové inženýrsko-geologické profily

Vlhkost – protokol číslo 1

Vlhkost – protokol číslo 2

Zrnitost zemin – protokol číslo 236

Zrnitost zemin – protokol číslo 237

Zrnitost zemin – protokol číslo 238

Zrnitost zemin – protokol číslo 239

Zrnitost zemin – protokol číslo 240

Zrnitost zemin – protokol číslo 241

Zrnitost zemin – protokol číslo 242

Zrnitost zemin – protokol číslo 243

Nomogram pro areometrickou zkoušku (ruční zpracování) – protokol číslo 236

Křivka zrnitosti zeminy ČSN 73 6133 (ruční zpracování) – vzorek číslo 236

Trojúhelníkový diagram + diagram plasticity (ruční zpracování) – vzorek číslo 236

Křivka zrnitosti zeminy ČSN 73 6133 – vzorek číslo 236, 237, 238 a 239

Křivka zrnitosti zeminy ISO 14688 – vzorek číslo 236, 237, 238 a 239

Křivka zrnitosti zeminy ČSN 73 6133 (Scheibleho kritérium namrzavosti) – vzorek číslo 236, 237, 238 a 239

Granulometrický rozbor zeminy ČSN 73 6133 – vzorek číslo 236, 237, 238 a 239

Granulometrický rozbor zeminy ISO 14688 – vzorek číslo 236, 237, 238 a 239

Diagram plasticity zemin – vzorek číslo 236, 237, 238 a 239

Křivka zrnitosti zeminy ČSN 73 6133 – vzorek číslo 240, 241, 242 a 243

Křivka zrnitosti zeminy ISO 14688 – vzorek číslo 240, 241, 242 a 243

Křivka zrnitosti zeminy ČSN 73 6133 (Scheibleho kritérium namrzavosti) – vzorek číslo 240, 241, 242 a 243

Granulometrický rozbor zeminy ČSN 73 6133 – vzorek číslo 240, 241, 242 a 243

Granulometrický rozbor zeminy ISO 14688 – vzorek číslo 240, 241, 242 a 243

Diagram plasticity zemin – vzorek číslo 240, 241, 242 a 243

Stanovení konzistenčních mezí CEN ISO/TS 17892-12 – vzorek číslo 236

Stanovení konzistenčních mezí CEN ISO/TS 17892-12 – vzorek číslo 237

Stanovení konzistenčních mezí CEN ISO/TS 17892-12 – vzorek číslo 238

Stanovení konzistenčních mezí CEN ISO/TS 17892-12 – vzorek číslo 239

Stanovení konzistenčních mezí CEN ISO/TS 17892-12 – vzorek číslo 240

Stanovení konzistenčních mezí CEN ISO/TS 17892-12 – vzorek číslo 241

Stanovení konzistenčních mezí CEN ISO/TS 17892-12 – vzorek číslo 242

Stanovení konzistenčních mezí CEN ISO/TS 17892-12 – vzorek číslo 243