



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

PEDOLOGICKÉ ŠETŘENÍ PRO NÁVRH KOU PACÍHO JEZÍRKA V K.Ú. OLEŠNÁ U BLANSKA

PEDOLOGICAL INVESTIGATION FOR THE DESIGN OF A NATURAL SWIMMING POOL IN
OLEŠNÁ U BLANSKA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Eliška Ouředníková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Stanislav Paseka, Ph.D.

BRNO 2023

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav vodního hospodářství krajiny
Studentka:	Eliška Ouředníková
Vedoucí práce:	Ing. Stanislav Paseka, Ph.D.
Akademický rok:	2022/23
Studijní program:	B3607 Stavební inženýrství
Studijní obor:	Vodní hospodářství a vodní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Pedologické šetření pro návrh koupacího jezírka v k.ú. Olešná u Blanska

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Pedologické šetření se zpravidla provádí pro stanovení půdních vlastností. Lokalita odběru je v k.ú. Olešná u Blanska. V bakalářské práci bude vyhodnocena zrnitost půdních vzorků pomocí pipetovací metody, vlhkostní a vzdušné vlastnosti, pH a další. Podrobné vyhodnocení půdních vzorků bude podkladem pro návrh koupacího jezírka v dané lokalitě.

Cíle a výstupy bakalářské práce:

Cílem bakalářské práce je navštívit danou lokalitu a odebrat dostatečné množství půdních vzorků. Následně vzorky zpracovat a vyhodnotit podle běžných postupů v pedologické laboratoři. Na základě výsledků z odebraných vzorků nastínit vhodné řešení koupacího jezírka.

Seznam doporučené literatury a podklady:

- ČSN EN ISO 17892-4 Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin – Část 4: Stanovení zrnitosti. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- ČSN EN ISO 14688-2 Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zatřídování zemin – Část 2: Zásady pro zatřídování. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- Zbiral, J., Čižmarová, E., Obdržálková, E., Rychlý, M. Analýza půd I: jednotné pracovní postupy. - 4. vydání. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno, 2016. ISBN: 978-80-7401-123-8.
- Kutílek, M., Kuráž, V. a Císlerová, M. Hydropedologie 10. Vyd. 2., přeprac. Praha: České vysoké učení technické, 2000. ISBN 80-010-2237-4.
- Kutílek, M. Vodohospodářská pedologie. 2., přeprac. vyd. Praha : Státní nakladatelství technické literatury, 1978.

- Matula, S. a kol., Hydropedologie - praktikum. první vydání ed. České vysoké učení technické, Praha, 1989.

- Kameníčková, I. Návody do cvičení (VHK) Hydropedologie, Studijní opory. VUT FAST v Brně, 2013.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 30. 11. 2022

L. S.

doc. Ing. Daniel Marton, Ph.D.
vedoucí ústavu

Ing. Stanislav Paseka, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Bakalářská práce se věnuje problematice pedologického šetření včetně podrobného rozboru odebraných půdních vzorků, jako je určení fyzikálních, mechanických a chemických vlastností půdy. Na podrobný pedologický průzkum navazuje další část bakalářské práce, která se zabývá navrhováním koupacích jezírek, vhodnou vegetací a živočišstvu v nich. Hlavní část práce popisuje odběr vzorků v terénu, práci v laboratoři, vyhodnocení výsledků měření a zatřídění zeminy. V práci jsou dále představeny zóny koupacího jezírka, materiály pro stavbu, příklady rybí obsádky a květeny pro regenerační zónu. Práce obsahuje vyhodnocení praktické aplikace, která byla provedena v konkrétní lokalitě v obci Olešná a je v ní přiložen návrh koupacího jezírka.

KLÍČOVÁ SLOVA

Půdní vlastnosti, rozbor vzorku, koupací jezírko, vodní rostliny, vodní živočichové, technické vybavení jezírka

ABSTRACT

The bachelor thesis is devoted to the problems of pedological investigation including detailed analysis of collected soil samples, such as determination of physical, mechanical and chemical properties of soil. The detailed pedological investigation is followed by another part of the bachelor thesis which deals with the design of bathing ponds, suitable vegetation and animal life in them. The main part of the thesis describes field sampling, laboratory work, evaluation of measurement results and soil classification. The thesis also presents swimming pond zones, materials for construction, examples of fish stocking and flora for the regeneration zone. The thesis includes an evaluation of a practical application, which was carried out in a specific location in the village of Olesna, and a design of the bathing pond is included.

KEYWORDS

Soil properties, sample analysis, swimming pond, aquatic plants, aquatic animals, technical equipment of the pond

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

OUŘEDNÍKOVÁ, Eliška. Pedologické šetření pro návrh koupacího jezírka v k.ú. Olešná u Blanska. Brno, 2023. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí Ing. Stanislav Paseka, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Pedologické šetření pro návrh koupacího jezírka v k.ú. Olešná u Blanska* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 26.5.2023

Eliška Ouředníková
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Pedologické šetření pro návrh koupacího jezírka v k.ú. Olešná u Blanska* zpracovala samostatně, a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26.5.2023

Eliška Ouředníková
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu Ing. Stanislavu Pasekovi Ph.D. za ochotu, pomoc a užitečné rady při zpracování téhle práce.

Obsah

1	ÚVOD	10
1.1	Cíle	11
2	METODIKA	12
2.1	Odběr v terénu	12
2.1.1	Porušený vzorek	12
2.1.2	Odběr sondovací tyčí	12
2.1.3	Neporušený vzorek	13
2.1.4	Odběr do Kopeckého válečku	13
2.2	Laboratorní analýza půdních vzorků	13
2.2.1	Rozbor neporušeného půdního vzorku	13
2.2.2	Pyknometr	15
2.2.3	Pipetovací metoda, síta	15
2.2.4	Měření pH	16
2.3	Posuzované vlastnosti půdy	17
2.3.1	Měrná hmotnost	17
2.3.2	Objemová hmotnost neredukovaná	17
2.3.3	Objemová hmotnost redukována	17
2.3.4	Momentální vlhkost	18
2.3.5	Nasákivost	18
2.3.6	Vlhkost 30'	18
2.3.7	Maximální vodní kapacita	18
2.3.8	Retenční vodní kapacita	19
2.3.9	Pórovitost celková	19
2.3.10	Provzdušenost	19
2.3.11	Vzdušná kapacita	20
2.3.12	Zrnitost	20
2.3.13	pH půdy	22
3	KOUPACÍ JEZÍRKA	23
3.1	Vztah české legislativy ke stavbě koupacího jezírka	24
3.2	Provedení jezírka	25
3.3	Používané materiály	25
3.3.1	Podkladový materiál	25
3.3.2	Izolační materiál	25
3.3.3	Oddělující materiál	25
3.3.4	Doplňkový materiál	25
3.4	Rostliny v jezírku	26

3.5	Vodní živočichové	26
3.5.1	Karas zlatý	27
3.5.2	Kapr koi	27
3.6	Technické vybavení	27
3.6.1	Čerpadlo	27
3.6.2	Skimmer	28
3.6.3	Filtrační zařízení	28
3.6.4	Okysličovadla	29
3.6.5	UV zářiče	29
3.6.6	Vysavače kalu	29
3.6.7	Osvětlení	29
3.7	Údržba jezírka	29
4	ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ	31
4.1	Popis lokality Olešná u Blanska	31
4.2	Klimatické podmínky	31
4.3	Hydrologické podmínky	32
4.4	Pedologické podmínky	32
5	PRAKTICKÁ APLIKACE	34
5.1	Zrnitostní rozbor	34
5.1.1	Vyhodnocení hydraulické vodivosti	35
5.2	Vyhodnocení neporušeného vzorku	36
5.2.1	Měrná hmotnost zeminy	37
5.2.2	Objemová hmotnost redukováná	37
5.2.3	Momentální vlhkost	38
5.2.4	Nasákivost	39
5.2.5	Vlhkost 30'	39
5.2.6	Maximální vodní kapacita	40
5.2.7	Pórovitost	40
5.2.8	Provzdušenost	41
5.3	Výsledek pH	42
6	NÁVRH KOUPACÍHO JEZÍRKA	43
7	ZÁVĚR	45
8	POUŽITÉ ZDROJE	47
9	SEZNAM OBRÁZKŮ	50
10	SEZNAM TABULEK	51
11	SEZNAM PŘÍLOH	52

1 ÚVOD

Půda a voda představují nenahraditelné přírodní zdroje, které jsou nezbytně nutné pro život na Zemi. Půda je klíčovým faktorem pro udržení plodnosti a biodiverzity a voda je základním stavebním kamenem života.

Půda tvoří primární zdroj pro zemědělství, který zajišťuje hlavní přísun potravy pro celou populaci. Je složena z minerálních částic, organického materiálu, vody, vzduchu a živin. Kromě toho půda poskytuje domov pro mnoho druhů rostlin a živočichů a je důležitou součástí ekosystémů. Člověk se naučil využívat půdu i jako stavební materiál.

Voda slouží k přežití veškerých živých organismů, od rostlin až po živočichy, včetně lidí. Podílí se na řadě biologických procesů, včetně trávení, metabolismu a transportu živin. Mimo to i regulaci tělesné teploty a udržení hydratace. Voda je také nepostradatelná pro funkci ekosystémů, jako jsou mokřady, tůně, řeky a jezera sloužící pro obývání živočichů a rostlin.

Už od začátku civilizace vyhledávali lidé místa pro život u zdroje vody. Dnes se k vodním plochám, řekám a okrasným vodním prvkům chodíme zrelaxovat a dobít energii, proto roste trend mít vodní prvek přímo na pozemku bydliště či rekreačního objektu.

V dnešní době řada lidí uvítá raději ekologické koupací jezírko, které je založeno na čištění vody pomocí vegetační regenerační zóny, před chemicky ošetřovaným bazénem. Voda je zde čištěna přirozeně pomocí biologických procesů. Je ale nutné věnovat jezírku dostatečnou péči, aby nechátralo, nezarůstalo a voda dosahovala pořád požadovanou kvalitu nezávadnou ke koupání.

Bohužel, voda a půda jsou ohroženy řadou faktorů, jako jsou klimatické změny, intenzivní zemědělství, plýtvání, nevhodné využití a nakládání s těmito zdroji. Tyto faktory mohou vést k degradaci půdy, erozi, ztrátě biodiverzity, znečištění vody a omezení zdrojů pitné vody. Znehodnocení vody a půdy může mít negativní dopad na lidské zdraví a na ekosystémy.

Klimatické změny přinášejí extrémní výkyvy teplot, rychlé změny počasí, přivalové deště, období sucha, které mají negativní vliv na zdroje vody a kvalitu půdy. Intenzivní zemědělství a používání hnojiv může znečistit vodu a způsobit degradaci půdy. Za tohle znečištění je téměř vždycky na vině člověk, proto je důležité, abychom si uvědomili význam vody a půdy pro naše přežití a začali se chovat odpovědně. To může zahrnovat šetrné zemědělské praktiky, snižování spotřeby vody a minimalizaci znečištění. Pokud se nebudeme starat o tyto přírodní zdroje, můžeme v budoucnu čelit vážným problémům s nedostatkem vody a kvalitních potravin. Problém může nastat i s nedostatkem příměsí do stavebních hmot či absence některých podkladních materiálů. Je tedy potřeba nakládat s těmito nenahraditelnými zdroji opatrně a s rozvahou, přistupovat k nim šetrně a s ohleduplností k příštím generacím. [33]

1.1 Cíle

Během bakalářské práce je cílem navštívit vybranou lokalitu a odebrat vzorky zeminy pro následné zpracování a vyhodnocení v laboratoři. Odběr vzorků zeminy bude proveden v různých hloubkách a místech v dané lokalitě. V laboratoři budou vzorky podrobeny důkladnému zpracování a analýze. Výsledky těchto analýz poskytnou podrobný přehled hodnot vlastností půdy a poslouží jako podklad pro návrh koupacího jezírka.

Dalším cílem je popsat pedologické průzkumy, vlastnosti, odběr vzorků zeminy a následné zpracování v laboratoři. Získat teoretické znalosti týkající se návrhu koupacích jezírek. Představit navrhování jezírek, vegetaci a živočichy v jezírkách.

Práce bude obsahovat část vyhodnocení výsledků z měření. Na základě těchto výsledků bude představen konkrétní návrh koupacího jezírka. V rámci návrhu budou uvažovány vhodné parametry pro ekologickou stabilitu a prostředí pro koupání.

2 METODIKA

Kapitola metodika popisuje obecně způsob odběru vzorku, metody pro zpracování odebraného vzorku v laboratoři, vysvětlení jednotlivých půdních vlastností a zařídění zeminy.

2.1 Odběr v terénu

Odběry vzorků v terénu slouží pro následné určení obecných pedologických, hydropedologických a hydraulických vlastností. Odebírají se půdní vzorky neporušené a porušené. Odběr porušeného vzorku je realizován pomocí sondovací tyče, ručního nebo strojního půdního vrtáku. Odběr neporušeného půdního vzorku se provádí do Kopeckého válečku. Pro odběr vzorků je vždy potřeba vybrat vhodné charakterizující místo se zkoumanými vlastnostmi. Když jeden vzorek nemůže plně představit zkoumané vlastnosti půdy, je potřeba určit vhodný počet reprezentativních vzorků pro objektivní výsledek. [1]

2.1.1 Porušený vzorek

Odběr porušeného vzorku slouží k určení zrnitostního a minerálního složení, chemických vlastností, případně i fyzikálních vlastností. Odebraný vzorek by měl mít vlastnosti ze všech dotčených půdních vrstev. [1]

2.1.2 Odběr sondovací tyčí

Použitím sondovací tyče se odebere porušený půdní vzorek. Sondovací tyč je vyrobena z oceli a její poloměr činí 30-35 mm. Jedná se o pevnou tyč s vyznačeným dělením. Na vrchu tyče se nachází hlavice a rukojeť pro zarážení tyče do země. Na konci je tyč vybavena břitem. Tyč se do země zatluče pomocí palice a průběžně se otáčí. Při plném zaražení do země se tyč vytahuje pomocí vratidla. Po vytažení odebraného vzorku se nožem seřízne přebytečná zemina a vzorek se položí na připravenou podložku pro následné zkoumání. Pro lepší orientaci se přikládá ke vzorku i metr. [1]



Obrázek 1: Fotografie pořízené při odběru

2.1.3 Neporušený vzorek

Odběr neporušeného vzorku slouží pro stanovení měrné a objemové hmotnosti, celkové pórovitosti, hydrolimitů, pro laboratorní určení hydraulické vodivosti aj. Odebraný vzorek nesmí být nijak narušen a musí obsahovat přesnou strukturu odebrané půdy. [1,2]

2.1.4 Odběr do Kopeckého válečku

Tenhle váleček má objem 100 cm^3 . Aby byl odběr optimální, je třeba učinit alespoň čtyři odběry. Místo odběru je potřeba oříznout od povrchové vegetace a zarovnat. Následně se váleček nasadí do pomocné odběrné sady a zatluče se pomocí palice do země. Pro odběr se celou násadou otočí, aby se odebraný vzorek oddělil od kořínků a další vrstvy zeminy. Vytáhne se zatlučený váleček, seřízne se přebytečná zemina a uzavře se z obou stran pro zachování vlhkosti. Odebrané vzorky jsou uloženy pro transport do kufříku odběrné sady. Z použitých válečků je potřeba zaznamenat čísla pro následné zpracování vzorků a zapsat jejich polohu odběru. [2]



Obrázek 2: Fotografie z odběru Kopeckého válečku

2.2 Laboratorní analýza půdních vzorků

2.2.1 Rozbor neporušeného půdního vzorku

Rozborem neporušeného půdního vzorku se dostane přehled o základních fyzikálních vlastnostech půdy. Odběr se provádí do Kopeckého válečku dle postupu výše popsaného. Tímto rozbořem se stanoví momentální vlhkost, kapilární nasáklivost, maximální kapilární vodní kapacita, celková pórovitost a maximální vodní kapacita.

Na práci v laboratoři se používají váhy, Petriho misky, hodinová sklíčka na zakrytí, filtrační papíry, pyknometry, sušárna, síto s kruhovými otvory o velikosti ok 2 mm, hmoždíř s tloučkem, nálevka a vařící plotýnka. Odebrané vzorky je nutno zvážit ihned po příjezdu do laboratoře nebo je uchovat v lednici a provést vážení do 24 hodin od odběru.

Jako první se vzorek v Kopeckého válečku odvíčkuje, postaví na hodinové sklo, opatřené filtračním papírem, a zváží. Tímto se zjistí momentální hmotnost vzorku. Dále se připraví vzorky k nasycení. Spodní část válečku se opatří filtračním papírem, postaví se do nádoby a přikryje se sklíčkem, aby se zamezilo výparu. Do nádoby se vlije destilovaná voda a nechá se sytit do druhého dne.

Po plném nasycení se sesune váleček z filtračního papíru a postavený váleček na hodinové sklo se zváží. Tím se zjistí hmotnost nasyceného vzorku, která bude použita při výpočtu nasáklivosti.

Pro zahájení vysušení se určí čas nula, podloží se váleček čtyřmi filtračními papíry a zakryje se hodinovým sklíčkem. Váleček se nechá odsávat půl hodiny a následně se zváží pro stanovení hmotnosti vzorku po třicetiminutovém odsávání. Tenhle údaj bude sloužit k výpočtu třicetiminutové vlhkosti. Následně se umístí pod váleček suché filtrační papíry a znovu se nechá odsávat. Po dvou hodinách od času nula se znovu zváží a zjistí G_D , hmotnost vzorku po 2 hodinách odsávání. Pomocí ní bude vypočtena maximální kapilární vodní kapacita. Postup s přiložením suchých filtračních papírů se zopakuje a nechá se odsávat 24 hodin od času

nula. Po uplynutí stanoveného času se vzorek opět zváží a zjistí G_E , hmotnost vzorku po 24 hodinách odsávání. Tato hodnota bude použita pro výpočet retenční vodní kapacity.



Obrázek 3: Fotografie při sycení a odsávání vzorků

Po skončení odsávání se připraví vzorky na sušení v sušárně. Sušení bude probíhat při teplotě 105 °C do konstantního vysušení. Po zchladnutí se zváží. Zjistí se G_F , hmotnost vysušeného vzorku. [2] [3]



Obrázek 4: Vysušené válečky

2.2.2 Pyknometr

Vysušená zemina se vyjme z válečku a v hmoždíři se rozmělní. Následně je umístěna do třepačky na síto s velikostí ok 2 mm. Poté se odváží 10 g jemnozeme. Provede se zvážení uzavřeného pyknometru s destilovanou vodou. Do pyknometru se umístí navážka 10 g jemnozeme spolu s destilovanou vodou. Následně se vzorek povaří, aby se odstranil vzduch a organické částice ze vzorku. Doplní se destilovaná voda až po úplné naplnění pyknometru. Pyknometry se uzavřou, tak aby v nich nezůstal žádný vzduch, a nechají se temperovat 30 minut. Po uplynutí 30 minut se zvaží. [3]



Obrázek 5: Měření pomocí pyknometrů

2.2.3 Pipetovací metoda, síta

Pipetovací metodu lze použít pro stanovení zrnitostního složení vzorku. Do kádinky se naváží 10 g vysušeného vzorku, přilije se 10 ml dispergačního činidla a 10 ml destilované vody. Kádinka se přikryje hodinovým sklem a nechá se 24 hodin stát. Další den se kádinka přivede k varu a vaří se přibližně 1 hodinu. Při vaření se občas zamíchá skleněnou tyčinkou a případně se přilije voda, aby se částice nepřipálily. Po zchladnutí se obsah kádinky přelije do litrového kalibrovaného válce, důkladně se kádinka opláchne stříčkou, aby se celý obsah kádinky dostal do válce. Válec se dolije destilovanou vodou až po rysku na 1 l.

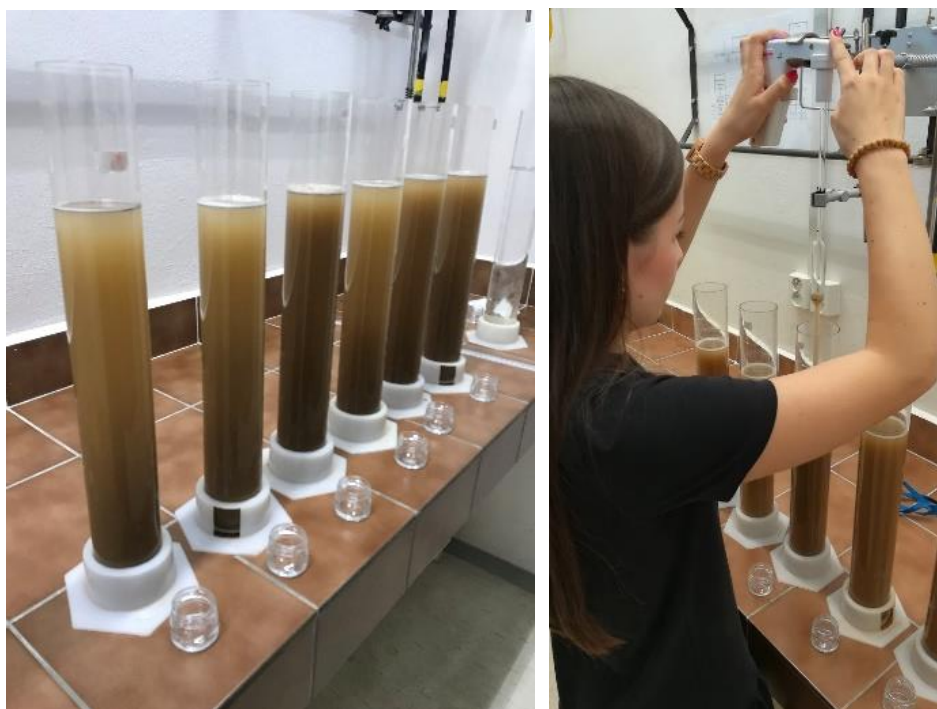
Na samotné pipetování se připraví kádinky pro odpipetované vzorky z daných hloubek. Nastaví se pipeta a propláchne se destilovanou vodou. Pipeta má standardní objem 25 ml. Změří se teplota suspenze zeminy ve válci. Následně se začne suspenze ve válci promíchávat míchadlem po dobu jedné minuty. Po skončení míchání nastává sedimentace půdních částic. Odpipetují se vzorky v určitých hloubkách a časech dle potřeby vyhodnocovaných částic.

Odpipetovaný vzorek se naplní do kádinky, která se umístí do sušárny na 105 °C na dobu 24 hodin. Po sušení se kádinky zvaží a obdržíme množství odpipetovaného vzorku

Ze sedimentačních válců se lije zbylá suspenze na síta a pod tekoucí vodou se prosívá. Válec se důkladně opláchne pomocí stříčky, aby se všechny částice dostaly na síta. Velikost frakce sít se ukládají od největší po nejmenší (např. 0.5, 0.25, 0.05 mm). Částice menší než 0.05 mm odtékají do odpadu. Zachycené částice požadované frakce se následně uloží do sušárny a vysuší se stejně jako odpipetované vzorky. Po sušení se zvaží.

Pro výpočet se ještě odebere odparek, jedná se o hmotnost čisté prázdné kádinky na pipetování a hmotnost kádinky po odpipetování destilované vody.

Výsledkem je vykreslení zrnitostní křivky z bodů sít a pipetování. [2] [3]



Obrázek 6: Sedimentační válce při pipetování

2.2.4 Měření pH

Měření pH představuje základní nárok pro zjištění kvality půdy. Hodnota pH hraje velkou roli při každém chemickém a biologickém procesu v půdě.

Hodnoty aktivního pH se měří pomocí destilované vody. Naváží se 10 g jemnozeme, která byla vysušena při 105 °C. Navážka se nasype do kyvetky a přilije se 25 ml destilované vody. Uloží se do třepačky a nechá se třepat s amplitudou 200 po dobu půl hodiny. Po 24 hodinách se zahájí měření, protřepe se kyvetka a skleněná elektroda se potopí do suspenze a nechá se přístroj 30 vteřin měřit, poté se zapíše naměřená hodnota s přesností na dvě desetinná místa.

Pro změření potencionálního pH se použije chlorid draselný KCl. Opět se naváží 10 g jemnozeme a tentokrát se zalije 25 ml KCl. Umístí se do třepačky s amplitudou 200 na 30 minut. Po ukončení třepání se nechá 24 hodin stát a druhý den se změří skleněnou elektrodou hodnoty pH. Před měřením se každá kyvetka důkladně protřepe. [3]



Obrázek 7: Fotografie z měření pH

2.3 Posuzované vlastnosti půdy

2.3.1 Měrná hmotnost

Měrná hmotnost půdy, též zvaná zdánlivá hustota půdních částic, představuje hmotnost jednotky objemu tuhé fáze. [4]

$$\rho_S = \frac{m_s}{(m_s + m_1) - m_2} \quad (1)$$

kde ρ_S ... měrná hmotnost [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$]
 m_s ... navážka zeminy na vzduchu vyschlá a přepočtená na sušinu [g]
 m_1 ... hmotnost pyknometru s destilovanou vodou [g]
 m_2 ... hmotnost pyknometru s rozvařeným vzorkem a s destilovanou vodou [g]

2.3.2 Objemová hmotnost neredukovaná

Jedná se o hmotnost vzorku půdy pro okamžitý stav, součástí je i půdní voda.

$$\rho_V = \frac{G_A}{V_s} \quad (2)$$

kde ρ_V ... objemová hmotnost neredukovaná [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$]
 G_A ... hmotnost zeminy s původní okamžitou vlhkostí [g]
 V_s ... objem Kopeckého válečku [cm^3]

2.3.3 Objemová hmotnost redukováná

Objemová hmotnost redukováná reprezentuje hmotnost vzorku po vysušení. [6]

$$\rho_D = \frac{G_F}{V_s} \quad (3)$$

kde ρ_D ... objemová hmotnost redukováná [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$]
 G_F ... hmotnost vysušené zeminy [g]
 V_s ... objem Kopeckého válečku [cm^3]

Tabulka 1: Kritické hodnoty objemové hmotnosti redukované dle Lhotského [4]

půdní druh	J	JV, JH	H	PH	HP	P
kritická pd	1,35	1,4	1,45	1,55	1,6	1,7

2.3.4 Momentální vlhkost

Jedná se o vlhkost půdy v okamžiku odběru. Značí se Θ a udává se v procentech objemu nebo v procentech hmotnosti. Pro určení momentální vlhkosti neporušený vzorek ihned po odběru v laboratoři zvážíme. [2]

$$\Theta = G_A - G_F [\% \text{ obj.}] \quad (4)$$

kde Θ ... momentální vlhkost [% obj.]
 G_A ... hmotnost zeminy s původní okamžitou vlhkostí [g]
 G_F ... hmotnost vysušeného vzorku [g]

2.3.5 Nasáklivost

Představuje hodnotu pro maximální zaplnění pórů při kapilárním nasycení zeminy. Značí se Θ_{NS} a udává se v procentech objemu. Laboratorně se stanoví jako ověření správnosti určení pórovitosti. [2]

$$\Theta_{NS} = G_B - G_F [\% \text{ obj.}] \quad (5)$$

kde Θ_{NS} ... nasáklivost [% obj.]
 G_B ... objem nasyceného vzorku [g]
 G_F ... hmotnost vysušeného vzorku [g]

2.3.6 Vlhkost 30'

Vlhkost třicetiminutová se značí Θ_{30} a udává se v procentech objemu. Určuje se pomocí odsávání vody z válečku na filtračním papíru se čtyřmi vrstvami. Pomocí tohoto postupu určíme klasifikaci půdních pórů. U lehkých půd nastane po patnácti minutách rychlý pokles vlhkosti, u středních a těžkých půd je tomu po třiceti minutách. [2]

$$\Theta_{30} = G_C - G_F [\% \text{ obj.}] \quad (6)$$

kde Θ_{30} ... vlhkost 30' [% obj.]
 G_C ... hmotnost vzorku po 30 minutách odsávání [g]
 G_F ... hmotnost vysušeného vzorku [g]

2.3.7 Maximální vodní kapacita

Maximální vodní kapacita popisuje vlastnost půdy zachytávat vodu pro rostliny. Hodnota maximální vodní kapacity by neměla přesáhnout hodnotu 75-80 % pórovitosti. Značí se Θ_{KMK} a udává se v procentech objemu. [2]

$$\Theta_{KMK} = G_D - G_F [\% \text{ obj.}] \quad (7)$$

kde Θ_{KMK} ... maximální vodní kapacita [% obj.]
 G_D ... hmotnost vzorku po 2 hodinách odsávání [g]
 G_F ... hmotnost vysušeného vzorku [g]

2.3.8 Retenční vodní kapacita

Ve srovnání s maximální vodní kapacitou se jedná o ustálený stav bez následného dalšího vlivu gravitace. Udává, kolik vody dokáže půda zadržet po nasycení. Voda se nachází v kapilárních pórech. Retenční vodní kapacita je ovlivněna strukturou, texturou a organickým obsahem půdy. Značí se Θ_{RK} a udává se v procentech objemu. [2]

$$\Theta_{RK} = G_E - G_F [\% \text{ obj.}] \quad (8)$$

kde Θ_{RK} ...retenční vodní kapacita [% obj.]
 G_E ...hmotnost vzorku po 24 hodinách odsávání [g]
 G_F ... hmotnost vysušeného vzorku [g]

2.3.9 Pórovitost celková

Popisuje objemové procentní zastoupení pórů v celkovém objemu půdy. K detailnějšímu popisu pórů lze použít jejich dělení na kapilární, semikapilární a nekapilární. V pórech se nachází voda nebo vzduch. Značí se P a udává se v procentech objemu. [2]

Kapilární póry (P_K) se shodují s retenční vodní kapacitou. Jedná se o jemné póry, na které nepůsobí gravitace. Pomocí kapilárních sil vytlačují vodu vzhůru. [4]

Semikapilární póry (P_S) představují přechod mezi kapilárními a nekapilárními póry. Jsou to střední póry, na které působí kapilární i gravitační síly. V těchto pórech se děje postupné ustalování vody v půdě.

Nekapilární póry (P_N) jsou hrubé póry, v kterých se voda dlouho neudrží a vlivem gravitace odteče pryč.

Ideální rozložení pórů jsou 2/3 kapilární póry a zbylá 1/3 pro póry semikapilární a nekapilární. [4]

$$P = \frac{\rho_S - \rho_D}{\rho_S} * 100 \quad (9)$$

kde P ... celková pórovitost [% obj.]
 ρ_S ... zdánlivá hustota půdních částic [g.cm^{-3}]
 ρ_D ... objemová hmotnost redukována [g.cm^{-3}]

Tabulka 2: Kritické hodnoty pórovitosti dle Lhotského [4]

půdní druh	J	JV, JH	H	PH	HP	P
kritická P	< 48	< 47	< 45	< 42	< 40	< 38

2.3.10 Provdzdušenost

Provdzdušenost představuje procentní vyjádření pórů naplněných vzduchem při momentální vlhkosti. Jedná se o schopnost půdy propouštět a uchovávat vzduch v pórech. Při nedostatečné provdzdušenosti půdy může docházet k zamokření půd. Provdzdušenost je důležitým parametrem růst rostlin, které potřebují přístup ke kyslíku. Značí se V_Z a je udávána v procentech objemu. [2]

$$V_Z = P - \Theta [\% \text{ obj.}] \quad (10)$$

kde V_Z ... provdzdušenost [% obj.]
 P ... celková pórovitost [% obj.]
 Θ ... momentální vlhkost [% obj.]

2.3.11 Vzdušná kapacita

Vzdušná kapacita sděluje procento pórů vyplněných vzduchem při vodní kapacitě půdy. Jedná se o maximální vzdušnou kapacitu, která určuje procento pórů při maximální vodní kapacitě a retenční vzdušná kapacita půdy, která udává procentní obsah pórů u retenční vodní kapacity. [2]

$$K_{MKKVZ} = P - \Theta_{KMK} [\% \text{ obj.}] \quad (11)$$

kde K_{MKKVZ} ... maximální vzdušná kapacita [% obj.]
 P ... celková pórovitost [% obj.]
 Θ_{KMK} ... maximální vodní kapacita [% obj.]
 $K_{MKKVZ} = P - \Theta_{KMK}$ [% obj.]

$$K_{RVKKVZ} = P - \Theta_{RK} [\% \text{ obj.}] \quad (12)$$

kde K_{RVKKVZ} ... retenční vzdušná kapacita [% obj.]
 P ... celková pórovitost [% obj.]
 Θ_{RK} ... retenční vodní kapacita [% obj.]

2.3.12 Zrnitost

Zrnitost půdy je fyzikální vlastnost, která představuje jednotlivé procentní zastoupení frakcí. Každá zrnitostní frakce představuje soubor částic o stejné velikosti. Poměr jednotlivých frakcí má dále vliv na ostatní fyzikální, chemické a biologické vlastnosti jako jsou zadržování vody, propustnost, schopnost uchovávat živiny a podporovat růst mikroorganismů. To můžeme pozorovat přímým projevem na úrodnosti půdy.

Pro stanovení zrnitosti se používá zrnitostní rozbor. Při stanovení je největší pozornost věnovaná částicím menším než 2 mm. Jedná se o jemnozem. Větší částice se označují jako skelet. [5]

2.3.12.1 Křivka zrnitosti

Výsledek zrnitostního rozboru je vyobrazen pomocí zrnitostní křivky. Křivka graficky vyjadřuje jednotlivé procentní zastoupení frakcí v půdě. Na svislé ose je vyneseno procentní obsah zrn a na vodorovné ose v logaritmickém měřítku velikost částic v mm. Může mít různé tvary, které odhalují charakteristiky půdy. Zrnitostní křivka je jedním z podkladů pro zakládání staveb. Pomocí vyobrazení zastoupení zrn na křivce můžeme dále určit druh půdy. [5]



Obrázek 8: Arch pro vykreslení křivky zrnitosti zeminy [2]

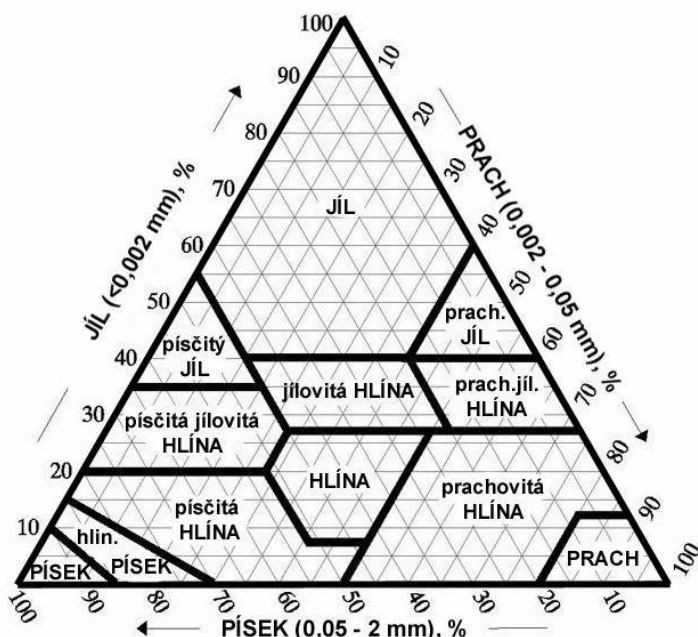
2.3.12.2 Klasifikace zrnitosti půd

Dle procentuálního zastoupení jednotlivých frakcí se stanoví půdní druh. K tomu slouží tabulka klasifikace podle Nováka. Pro určení podle Nováka se použije zastoupení částic o velikosti do 0,01 mm.

Další možností klasifikace jsou trojúhelníkové diagramy USDA a FAO, které půdní druh určí z průsečíku jednotlivých zrnitostních frakcí. Na strany diagramu USDA se vynášejí procentní zastoupení jílu do velikosti částic 0,002 mm, prachu o velikosti částic 0,002-0,05 mm a písku o velikosti částic 0,05-2 mm. Dle této klasifikace je možné určit 12 půdních druhů. Trojúhelníkový diagram FAO zatřídí země stejně podle procentuálního obsahu jílu, prachu a písku. Určení pomocí trojúhelníkového diagramu se hodnotí jako přesnější oproti klasifikaci dle Nováka. [1]

Obsah částic < 0,01 mm (%)	Označení půdního druhu	Zkratka	Kategorie
0 - 10	písčitá	P	lehké půdy
10 - 20	hlinitopísčitá	HP	
20 - 30	písčitohlinitá	PH	středně těžké půdy
30 - 45	hlinitá	H	
45 - 60	jílovitohlinitá	JH	těžké půdy
60 - 75	jílovitá	JV	
> 75	jíl	J	

Obrázek 9: Klasifikace zrnitosti půd podle Nováka [5]



Obrázek 10: Trojúhelníkový diagram zrnitosti půd [1]

2.3.13 pH půdy

Půdní reakce neboli pH je vyjádřeno pomocí záporného dekadického logaritmu aktivity vodíkových iontů ($\text{pH} = -\log(\text{H}_3\text{O}^+)$). Hodnota pH může nabývat čísel od 0 po 14, pro hodnoty menší než 7 značí půda kyselá pH. Hodnota 7 odpovídá neutrální reakci a hodnoty větší než 7 zásadité. Hodnoty půdní reakce mají vliv na vegetaci, humifikační proces, pedogenezi půd a jiné další charakteristiky. [7]

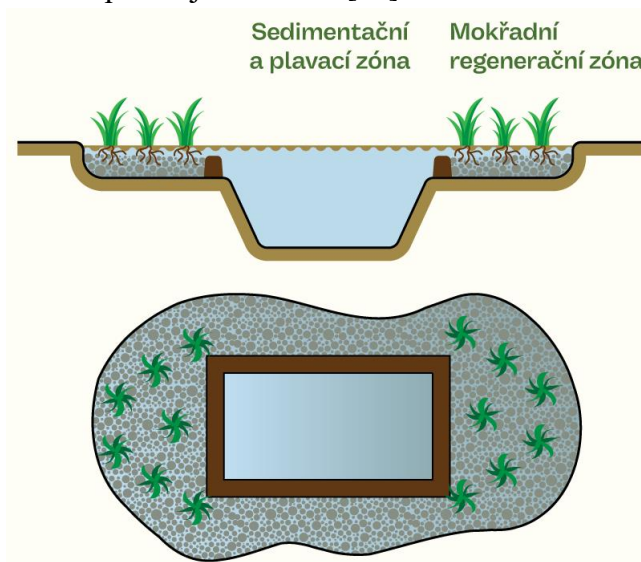
Reakce půdy se rozdělují na aktivní a výměnné. Aktivní reakce se stanovuje ve vodním výluhu nebo suspenzi a ukazuje koncentrace vodíkových iontů. Výměnné reakce se provádí s roztokem neutrální soli. Při reakci nastává výměna vodíkových nebo hlinitých iontů za ionty neutrální soli. Pro roztok se užívá chlorid draselný (KCl) nebo chlorid vápenatý (CaCl_2). [7]

Tabulka 3: Kritéria hodnocení půdní reakce [7]

pH	hodnocení
< 4,5	extrémně kyselá
4,6-5,0	silně kyselá
5,1-5,5	kyselá
5,6-6,5	slabě kyselá
6,6-7,2	neutrální
7,3-7,7	alkalická
>7,7	silně alkalická

3 KOUPACÍ JEZÍRKA

Jezírka pro koupání potřebují plochu od 30 m² a skládají se ze dvou částí. Jedna část jezírka slouží pro samotné koupání, ta dosahuje větší hloubky. Druhá část zajišťuje čištění vody v jezírku. Čistící část jezírka obsahuje vodní rostliny, které mají schopnost vodu v jezírku čistit. Rostliny jsou ukotveny v substrátu. Je nutné udržovat v jezírku podmínky pro biologickou rovnováhu, aby měla voda odpovídající kvalitu. [13]



Obrázek 11: Zóny v koupacím jezírku [19]

Čistící část, nazývaná též regenerační může být provedena ve dvou případech. První je společně s koupací částí, tohle provedení se označuje jako jednokomorové koupací jezírko. V tomto případě je koupací část o hloubce 1,5-2,5 metru a regenerační část o hloubce 0-1 m. Pro správný chod jezírka je vhodné zvolit regenerační část větší v porovnání s koupací. Mezi regenerační a koupací část je potřeba vybudovat oddělení, které bude zamezovat pronikání rostlin a substrátu do koupací části. Jednokomorová jezírka jsou dále dělena dle procentuálního zastoupení regenerační plochy k ploše koupací. Tohle dělení je následovné, čistící zóna je o velikosti 70 %, 50 % nebo 30 %. Při velikosti čistící plochy 70 % probíhají procesy bez problémů a kvalita vody je udržena po celý rok, nejsou potřeba žádná čerpadla a další technické zázemí. V průběhu roku je potřeba odstraňovat usadlý kal v regenerační části jezírka. Při zvolení téhle varianty je potřeba počítat s nepředvídatelností počasí, na náhlé výkyvy rostliny nestihnout ihned zareagovat a může nastat snížení kvality vody. Pro velikost regenerační plochy 50 % se navrhuje pomocná čerpadla, aby procesy probíhaly lépe a byla zajištěna požadovaná kvalita vody. Při velikosti čistící plochy 30 % je čištění pouze rostlinami nedostatečné a je nutné obohatit jezírko čerpadlem a zařízením pro čištění. [13]

Druhá varianta obnáší provedení ve dvou či více komorách. V tomto případě jsou vybudovány dvě separované nádrže. Regenerační zóna je v jedné nádrži, a pro koupání slouží nádrž druhá. Pro níže umístěnou nádrž se použije čerpadlo pro přesun vody do požadované zóny. Ze zóny vyššího položení se může voda odvádět samospádem v provedení potůčku nebo hadicemi. Ideálně pokud je možné u regenerační zóny zvolit vyšší položení a koupací část níže. Varianta dvou nádrží je pro kvalitu vody vhodnější řešení, ale pořizovací náklady se vyšplhají výše. V případě vyšších nároků na kvalitu vody, může být i tohle provedení obohaceno o čistírnu. [13]

Regenerační zóna jezírka je dále členěna na další zóny podle hloubky vody, bahenní zóna, zóna mělčin a zóna hluboké vody. Bahenní zóna má hloubku 0-30 cm, zóna mělčin 0-50 cm a zóna hluboké vody minimálně 0,8-1 m. Tyhle zóny jsou následně využívány pro jednotlivé rostliny dle jejich nároků na hloubku vody a přísun slunečního svitu pro správný chod v jezírku. [24]

3.1 Vztah české legislativy ke stavbě koupacího jezírka

V České republice slouží k této problematice Zákon č. 183/2006 Sb. (Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), jehož znění je ve zkráceném podání s výtahem potřebných paragrafů následující:

§ 79 Rozhodnutí o umístění stavby, odst. 2 Rozhodnutí o umístění stavby ani územní souhlas nevyžadují

p) bazén do 40 m² zastavěné plochy na zastavěném stavebním pozemku rodinného domu nebo stavby pro rodinnou rekreaci v zastavěném území nebo v zastavitelné ploše umístěný v odstupové vzdálenosti nejméně 2 m od hranice pozemku, a jeho související technické zařízení

§ 80 Rozhodnutí o změně využití území, odst. 3 Rozhodnutí o změně využití území ani územní souhlas nevyžadují

a) terénní úpravy do 1,5 m výšky nebo hloubky o výměře do 300 m² na pozemcích, které nemají společnou hranici s veřejnou pozemní komunikací nebo veřejným prostranstvím, pokud nedochází k nakládání s odpady

c) změny druhu pozemku nebo způsobu využití pozemků o výměře do 300 m²

§ 96 Územní souhlas, odst. 2 Územní souhlas postačí v případech

a) stavebních záměrů uvedených v § 103

d) změn druhu pozemku a způsobu využití pozemků o výměře nad 300 m² nejvíce však do 1000 m²

f) terénních úprav do 1,5 m výšky nebo hloubky o výměře nad 300 m² nejvíce však do 1000 m² na pozemcích, které nehraničí s veřejnými pozemními komunikacemi nebo veřejným prostranstvím, pokud nedochází k nakládání s odpady

§ 103 Stavby, terénní úpravy, zařízení a udržovací práce nevyžadující stavební povolení ani ohlášení, odst. 1 Stavební povolení ani ohlášení stavebnímu úřadu nevyžadují

e) stavby a zařízení, a to

12. zásobníky na vodu nebo jiné nehořlavé kapaliny do objemu 50 m³ a do výšky 3 m;

13. nádrže na vodu do 100 m³ obsahu ve vzdálenosti nejméně 50 m od budov s obytnými nebo pobytovými místnostmi, pokud nejde o vodní díla

18. bazén nebo skleník včetně souvisejícího technického zařízení na zastavěném stavebním pozemku rodinného domu nebo stavby pro rodinnou rekreaci

(Zákon č. 183/2006 Sb. Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon))
[28]

3.2 Provedení jezírka

Prvním krokem je vybrat vhodné místo. Je vhodné umístit jezírko částečně i do stinného místa, aby se voda v letních měsících na přímém slunci nepřehřívala. Mohlo by docházet ke zhoršení kvality vody v jezírku. Následně se vytyčí místa pro regenerační a pro koupací zónu. Zvolí se požadované hloubky pro správný chod jezírka. Pomocí bagru nebo ručně se vyhloubí jáma, ta se zarovná, aby na dně nezůstaly žádné ostré nerovnosti. Případně se založí schody, ostrůvky nebo jiné prvky v jezírku. Dno se vysype pískem a upraví se břehy, aby měly sklon 1:3. Založí se dnová spodní vpust', kterou je možné napojit na filtrační zařízení. Nainstalují se trubní rozvody, které slouží pro cirkulaci vody v jezírku. Následně se vše zakryje geotextilní vrstvou, položí se jezírková fólie, která je poté svářena. Po svaření se jezírko částečně napustí vodou. Následuje zbudování mělkých zón, to obnáší navezení kačírku, umístění balvanů, substrátů, rostlin. Jezírko se nechá pár dnů usadit a po konečném sednutí se oříznou přebytečné konce fólie. Nainstaluje se technika, v případě, že ji návrh obsahuje a poté se do jezírka dopustí zbytek vody. [14]

3.3 Používané materiály

V následujících podkapitolách budou popsány materiály na stavbu jezírka podle jejich funkce.

3.3.1 Podkladový materiál

Jako první je třeba ošetřit výkop. Založí se podkladová vrstva z písku o mocnosti několik centimetrů. Následně se výkop opatří geotextílií, která tvoří separační vrstvu mezi samotným dnem výkopu a jezírkovou fólií.

Geotextílie je vyrobená z polypropylenu a ve vlhkém prostředí nemění nijak zvlášť svoje vlastnosti. Chrání jezírkovou fólii před poškozením. Pro části budoucího jezírka, u kterých se předpokládá větší zátěž, jako například schody do jezírka, položíme silnější vrstvu geotextílie.

Při realizaci kolmých stěn v jezírku je vhodné tyto stěny vybetonovat či vyzdít pro větší stabilitu a pevnost. I na tyto vrstvy se poté pokládá geotextílie. [13] [17]

3.3.2 Izolační materiál

Jedná se o vrstvu materiálu, která udrží vodu v jezírku a zamezí jejímu prosakování do podloží. Dříve se jako izolační materiál používala udusaná hlína, jíl, beton a podobně. Dnes se přešlo na využití hydroizolační fólie. Fólie je vyrobená z PVC nebo kaučuku. Fólie z kaučuku se pokládá jako jeden kus, to může vyžadovat zhoršenou manipulaci při pokládce. Tahle vrstva je velmi trvanlivá, nepropustná a dá se s ní dobře pracovat. Je pružná a snadno tvarovatelná, díky tomu se může zvolit i nepravidelný tvar jezírka. V případě potřeby je možné fólii svařit do požadovaného tvaru. [15] [16]

3.3.3 Oddělovací materiál

V jezírku je potřeba oddělit koupací část od regenerační, k tomu slouží oddělovací materiál. Ten může být tvořen z pytlů s pískem, kameny nebo betonovými tvárnici. [16]

3.3.4 Doplnkový materiál

Tenhle materiál slouží k ukončení jezírka, okrasnému efektu a volnému přechodu do terénu. Používá se k tomu kačírek, kokosová rohož, geotextílie, kameny, valouny a balvany. Je nutné jezírkovou fólii kvalitně zakrýt na všech místech, při kontaktu se sluncem by mohlo dojít k její degradaci.

Na přání investora může být jezírko doplněno dřevěným molem, lávkou či jiným okrasným prvkem. Je potřeba vybrat vhodné odolné dřevo, které bude snášet vystavení vodnímu prostředí. [13]

3.4 Rostliny v jezírku

Rostliny v jezírku se rozdělují na dva druhy, a to okrasné jako jsou například lekníny na hladině v koupací části a rostliny v regenerační zóně, které se starají o čištění vody a podílejí se na její kvalitě. Vegetace v jezírku je i domovem pro případné živočichy. Největší čistící účinnost mají velké rostliny, které vytváří velké množství vegetační hmoty. Pro dostatek slunečního záření, správného růstu a estetického dojmu je vhodná kombinace velkých rostlin spolu s růstově nižšími rostlinami v regenerační zóně. Na plochu 1 m² regenerační zóny bude potřeba 5 velkých rostlin a 10 malých. Je třeba brát ohled na růst každé rostliny a umožnit dostatečný prostor pro správný vývoj. [13]

Po zasazení si rostliny během prvního roku vytvářejí dostatečný kořenový systém a zvykají si na nové prostředí. Během dalších let probíhá jejich největší růstový vývoj. V případě vyššího požadavku na množství substrátu, se rostlina může zasadit do kontejneru, který se následně umístí do regenerační zóny. O rostliny je vhodné pečovat, protrhávat a zastříhovat přerostlé kusy. V případě zanedbání této péče může dojít k přemnožení jednoho druhu a vytěsnění méně odolných jedinců. [13]

Vodní rostliny se sází do příslušných hloubek, jedná se o vzdálenost substrátu od hladiny vody. Čím je jezírko hlubší, tím se k substrátu dostane méně slunečního svitu. První rozmezí hloubek 0-10 cm je vhodné pro žabník malolistý, blatouch bahenní. Další rozmezí hloubek 0-30 cm slouží pro rostliny d'áblíka bahenního, kosatce žlutého, ostřice štíhlé a jiné. Pro hloubky 0-50 cm je to například orobinec širokolistý a zevar vzpřímený. [18]



Obrázek 12: Pohled na vegetaci v jezírku [20]

3.5 Vodní živočichové

Jezírko může být domovem pro ryby, obojživelníky, hmyz, vodní ptactvo a drobné savce. Pro koupací jezírko je na zvážení majitele, zda bude ryby v jezírku chtít. Kvůli přítomnosti ryb v jezírku zcela určitě dojde ke zhoršení kvality vody, zvýšení usazenin na dně nádrže a možný větší výskyt řas. Při rozhodování o umístění ryb, může pomoci fakt, že přítomnost ryb v jezírku indikuje čistotu vody a vhodné prostředí pro život. Avšak je dobré myslet na velikost jezírka a najít vhodnou rovnováhu v počtu ryb a objemu nádrže. [13]

Do koupacího jezírka menších rozměrů je vhodné umísťovat kaprovité druhy ryb, dravci by postupem času všechny ryby odlovily. Karas zlatý a kapr koi jezírko barevně ožíví a zaujmou každého návštěvníka. Další druhy ryb záleží na vkusu majitele, může to být například sumeček, jesen, jelec zlatý, jeseter malý.

3.5.1 Karas zlatý

Karas zlatý je okrasnou rybou, která se často nasazuje do jezírek a jiných okrasných vodních prvků zahrady. Jedná se o rybu odolnou, nenáročnou na kvalitu vody, druh potravy a teplotu. Délka karase dosahuje 15-30 cm, maximálně 45 cm. Krmivem mu budou drobní živočichové, zbytky rostlinného původu, řasy. Při dokrmování je možné použít krmné pelety pro kaprovité ryby. Jedinci se dožívají maximálně 7 let. [21]



Obrázek 13: Karas zlatý [22]

3.5.2 Kapr koi

Kapr koi je též rybou chovanou pro svůj vzhled. Jedná se o ryby společenské, které je lépe chovat ve skupině. Na kvalitu vody nemají nijak zvlášť vysoké požadavky, jen vyžadují přístup kyslíku. Potravou jsou totožné s jedinci karase zlatého. Velikost kapra koi se pohybuje okolo 30-50 cm. Délka života dosahuje 25-30 let. [23]



Obrázek 14: Kapr koi

3.6 Technické vybavení

3.6.1 Čerpadlo

Při požadavku na oběh vody, jako například u zřízení potůčku, vřídla nebo vodopádu, se do jezírka nainstaluje oběhové čerpadlo. V případě, kdy se v jezírku chovají ryby, opatří se také čerpadlem, které vodu v jezírku provzdušňuje. Čerpadlo je možné vybavit filtrem pro větší čištění vody. Výběr vhodného typu čerpadla je založen na množství přepravované vody a dopravní výšce, kterou bude voda překonávat. Existují čerpadla ponorná a čerpadla umístěná na povrchu mimo vodní zónu. Z důvodu bezpečnosti jsou ponorná čerpadla pro koupací jezírka méně vhodná. Čerpadla pracují na elektrickou energii o napětí 230 V. Některá čerpadla mohou využívat energii ze slunečního záření, poté se jedná o čerpadla na solární pohon. Čerpadla na solární pohon nevykazují vysoký výkon, vždy je tedy potřeba zvážit vhodnost použití na nárocích, které budou na čerpadlo kladené. [24]

3.6.2 Skimmer

Skimmer je zařízení, které sbírá nečistoty na hladině jezírka, označuje se jako hladinový sběrač. Pohltí pyl, prach a další nežádoucí znečištění z hladiny jezírka ještě než se začnou usazovat na dně. Pracuje tak, že odsává nečistoty a odvádí je do filtračního bloku. Na podzim se využije pro sběr listů z hladiny vody. Existuje několik typů skimmerů, může být závěsný nebo zabudovaný ve stěně nádrže, v tomto případě je potřeba mít stěny jezírka vyzděné. [24]



Obrázek 15: Hladinový sběrač [26]

3.6.3 Filtrační zařízení

Při vyšších požadavcích na kvalitu vody nebo při časté návštěvnosti jezírka se doporučuje pořídit filtrační zařízení. Filtry je vhodné pořídit i při přítomnosti rybí obsádky, která vodu zatěžuje znečištěním. Výběr filtru závisí na objemu vody. Filtrace probíhá mechanicky, biologicky nebo kombinací ve vícekomorových filtrech. Biologické filtry vyžadují neustálý provoz, při přerušení provozu dojde k uhynutí čistících mikroorganismů a znečištění veškeré vody v jezírku. Jak už bylo uvedeno výše, filtr lze spojit s ponorným čerpadlem, poté se jedná o tlakový filtr. Další možností aplikace filtru je samostatně do šachty, tyto filtry vykazují větší účinnost, ale na realizaci jsou náročnější. Filtry se mohou umístit i na břeh, na břehu probíhá filtrace přes filtrační materiál ve třech komorách v beztlakovém provedení. První komora je vyplněna jemným filtračním materiálem, druhá obsahuje lávový granulát s mikroorganismy, které pomáhají vodu čistit a ve třetí komoře je granulát, který zachycuje toxické látky. Tento typ filtru je náročný na prostor. Může být ještě zřízena předfiltrační komora s UV lampou a C – vlnami ultrafialového světla, tento filtr označujeme jako UVC. Dnes oblíbený způsob filtrace probíhá přes kořeny rostlin. Aby byla kořenová filtrace účinná, je potřeba vyčlenit velkou plochu pro rostliny a vybudovat objekt k předčištění. [24] [25]



Obrázek 16: Filtrační systém [34]

3.6.4 Okysličovadla

Voda v jezírku je nutné provzdušňovat a obohacovat o kyslík pro správný chod biologické filtrace a živočichy. Voda se okysličuje pomocí přítoku potůčku nebo fontány. Dále je možné použít hliněnou jíмку, která uvolňuje kyslík do vody. Jímka je naplněna peroxidem vodíku a tento způsob okysličování probíhá, dokud se obsah nevyčerpá. Další možností je instalace vzduchového kompresoru. [25]

3.6.5 UV zářiče

Filtrační UV lampy jsou zařízení, které se užívají pro zneškodnění řas a nežádoucích bakterií. Takhle zneškodněné organismy se následně srazí do vloček, které zachytí hlavní filtr. UV lampy pomohou se zamezením vzniku sinic v jezírku, ale zároveň zlikvidují i další mikroorganismy, které jsou v jezírku žádoucí, protože se podílejí na procesu čištění. [24]

3.6.6 Vysavače kalu

Vysavači kalu lze efektivně odstranit usazený kal na dně. Sací hadice odsaje podtlakem všechny nahromaděné nečistoty. Odstranění kalu vysavačem je vhodné provádět jednou za měsíc. Vysavače jsou jednokomorové, dvoukomorové a profesionální určená pro velká jezírka. [27]



Obrázek 17: Vysávání jezírkového kalu [29]

3.6.7 Osvětlení

Pro oživení a světelný efekt je do jezírka možné nainstalovat osvětlení. Je ale potřeba brát ohled na obyvatele jezírka, kterým osvětlení v noci může přinášet neklid. Na pravidelné osvětlení si živočichové mohou zvyknout, ale není vhodné výrazně měnit provozní hodiny osvětlení. Dále není vhodné osvětlovat každé místo v jezírku, ryby potřebují nějaké stinné zákoutí, kde se mohou schovat. [24]

3.7 Údržba jezírka

Jaro- Růst rostlin není na jaře nijak rychlý, záleží na teplotě vody. Voda v jezírku je po zimě studená, podle hloubky nádrže se s příchodem jara začíná ohřívat. Mezi první vyrostlé patří řasy. Ty jsou v jezírku nežádoucí, tak je potřeba je průběžně odstraňovat. V případě, kdy je v jezírku nainstalovaná čistící technika, uvádí se do provozu na konci dubna. [13]

Léto- Přes letní období probíhá největší růst rostlin. Rostliny kvetou a vytěsňují řasy, které měly největší bujení na jaře. Je potřeba odstraňovat odkvetlé části rostlin, prostřihávat přerostlé jedince. V letních měsících můžeme obohatit jezírko o nové druhy rostlin, případně dosadit rostliny, které přes zimu odumřely. V létě hrozí výskyt škůdců a nežádoucího hmyzu, který napadá rostliny a ohrožuje jejich zdravý růst, proto je nutné rostliny pravidelně kontrolovat a v případě výskytu těchto živočichů zasáhnout, aby nedošlo k jejich přemnožení. Ověření kvality vody probíhá pomocí jednoduchých indikátorů, které ukáží hodnoty rozpuštěného

kyslíku, oxidu uhličitého, vápníku a dalších látek. Testy je dobré provádět, když rostliny nepůsobí zdravým dojmem. [24]

Podzim- Na podzim je potřeba věnovat jezírku největší pozornost. Opadávající listí ze stromů zahlcuje jezírko a je nutné jejich odstraňování. Voda v jezírku začíná chladnout a tím uhnívají listy rostlin v jezírku. V říjnu by mělo proběhnout odstavení čistící techniky z provozu. Technika se vyčistí, vysuší a zazimuje. Celkově veškeré technické vybavení z jezírka se odpojí a uskladní se v nemrazivém prostředí. Mráz by mohl poškodit elektromotor čerpadla. Odstraní se usazený kal na dně nádrže. Kdyby zůstal kal v nádrži přes zimu, došlo by na jaře k silnému zazelenání vody. Pro ochranu před padajícím listím se může nad jezírko natáhnout záchytná síť, která zamezí padání listí do vody.

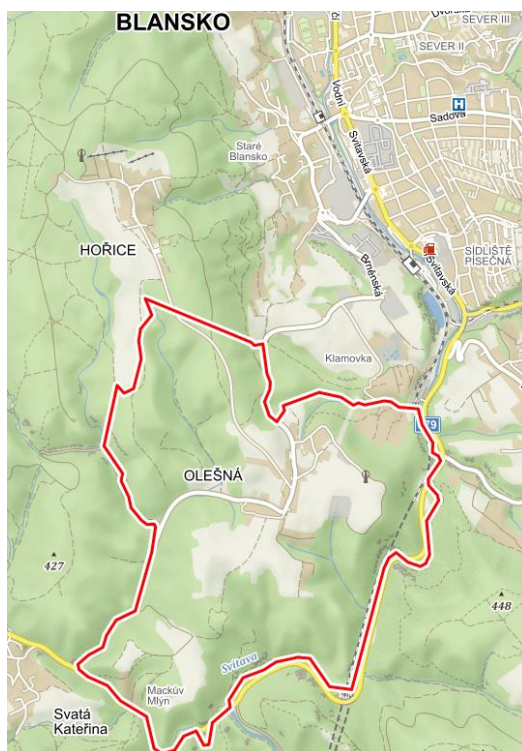
V podzimních měsících je důležité zvýšit rybí obsádce přísun potravy, aby ryby měly dostatek tuku a přežily zimní období. Aby voda nezamrzla, musí být v provozu vyhřívání nebo provzdušňování. [13]

Zima- Pokud se na hladině jezírka objeví souvislá vrstva ledu a jsou v něm ryby, musí se vyvrtat či vysekat díry pro přísun kyslíku. [13]

4 ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

4.1 Popis lokality Olešná u Blanska

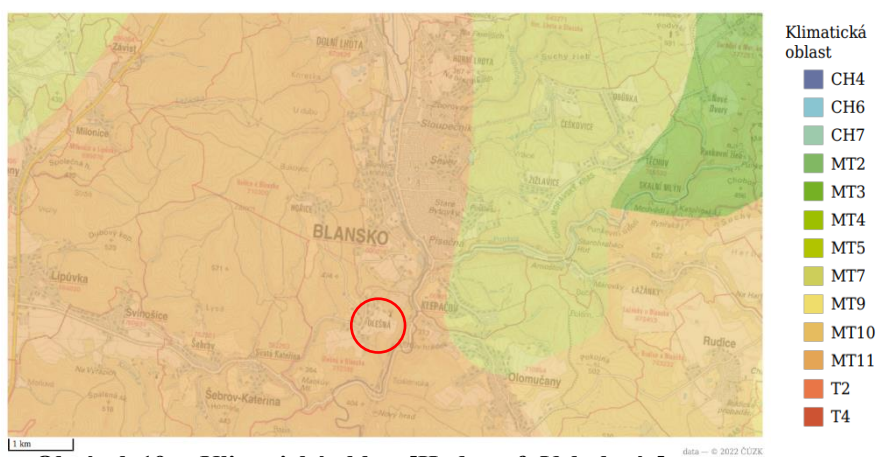
Vybraná lokalita pro odběr vzorků se nachází v obci Blansko a konkrétně se jedná o část obce Olešná u Blanska. Kód katastrálního území: 710318. Daná lokalita spadá do Jihomoravského kraje. Olešná se nalézá 3 km jižně od Blanska. Ze severu je území ohraničeno vesnicí Hořice. Z jihu na východ lemuje oblast silnice druhé třídy. Území patří z geomorfologického hlediska do oblasti Dražanské vrchoviny. V blízkosti protéká řeka Svitava. Přímo v obci teče potok, který ústí na jihu Olešné do Hořického potoka [8].



Obrázek 18: Zájmová lokalita Olešná u Blanska (převzato z mapy.cz)

4.2 Klimatické podmínky

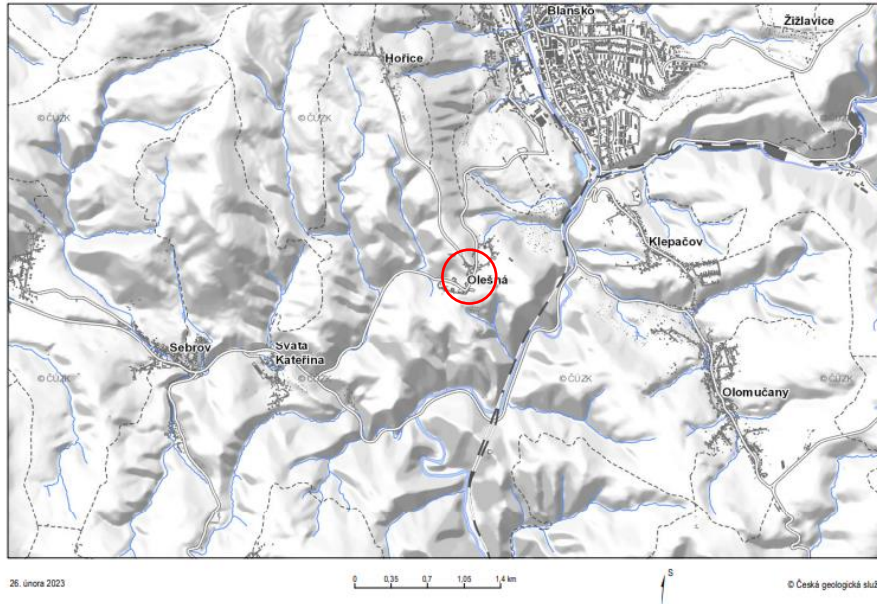
Lokalita Olešná u Blanska spadá do mírně teplé klimatické oblasti (MT11). Na jaře a na podzim je mírné teplo a obě tato období jsou krátká. Léto se charakterizuje malou intenzitou srážek s vysokou teplotou. V zimě bývá sucho a teplo, případná sněhová pokrývka se dlouho neudrží [9].



Obrázek 19: Klimatická oblast [Hydrosoft Veleslavin]

4.3 Hydrologické podmínky

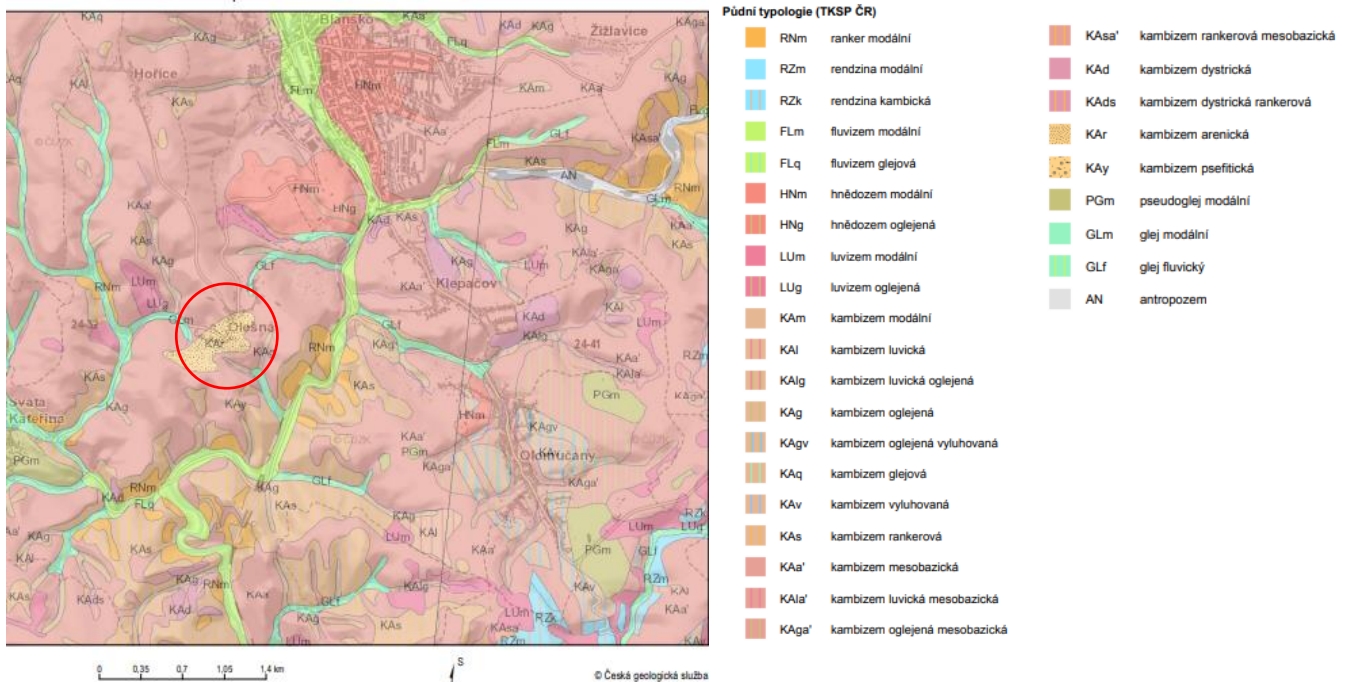
Ve vybrané lokalitě protéká potok místního významu. Na konci obce se napojuje do Hořického potoka. Nedaleko vybraného území směrem na východ od obce protéká řeka Svitava. Oblast spadá do povodí Moravy [10].



Obrázek 20: Hydrogeologická mapa [11]

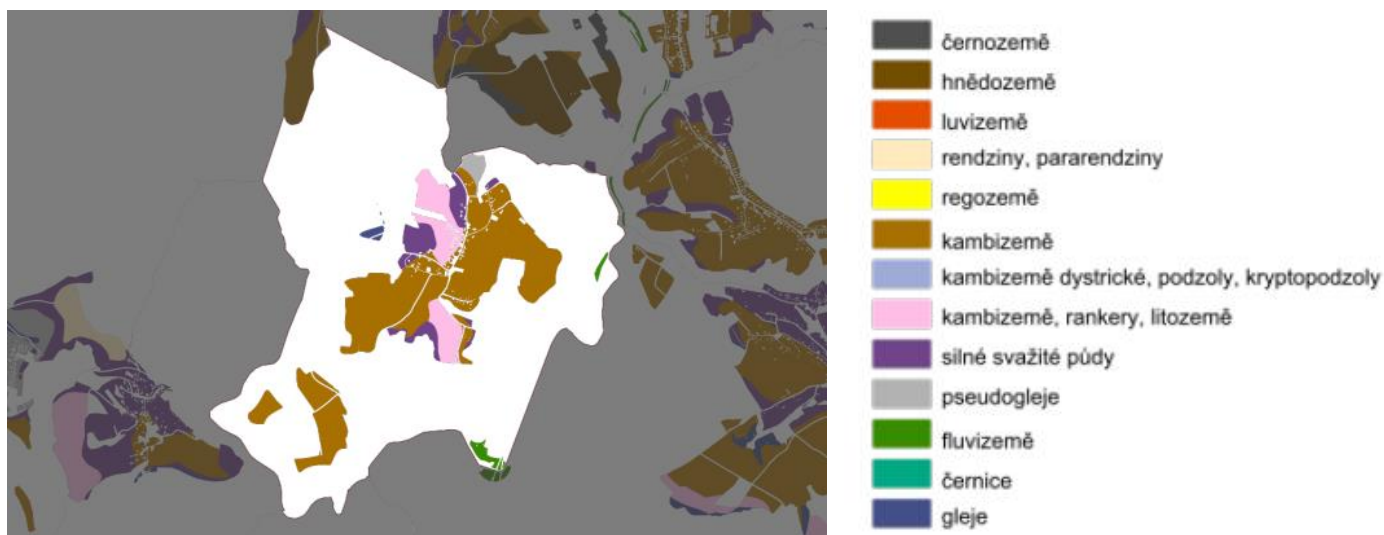
4.4 Pedologické podmínky

Dle příslušné půdní mapy je vidět v zájmové oblasti největší zastoupení kambizemě mesobazické. O něco menší zastoupení kambizemě arenické. A v malé míře zastoupení gleje modální, gleje fluvické a luvizemě modální.



Obrázek 21: Půdní mapa [12]

V zájmovém území Olešná u Blanska silně převládají kambizemě. Jedná se převážně o půdy na pevných horninách. Jsou typické půdy pahorkatin a nižších a středních poloh vrchovin. Další skupinou půdních druhů vyskytujících se na daném území jsou kambizemě, rankery, litozemě. Tato skupina zahrnuje půdy s malou mocností půdního profilu a převážně výraznou skeletovitostí. V oblasti se v menším zastoupení nachází i skupina silně svažitých půdy o sklonitosti větší než 12°. Ve velmi mírném zastoupení se zde najdou gleje, fluvizemě a pseudogleje. [30]



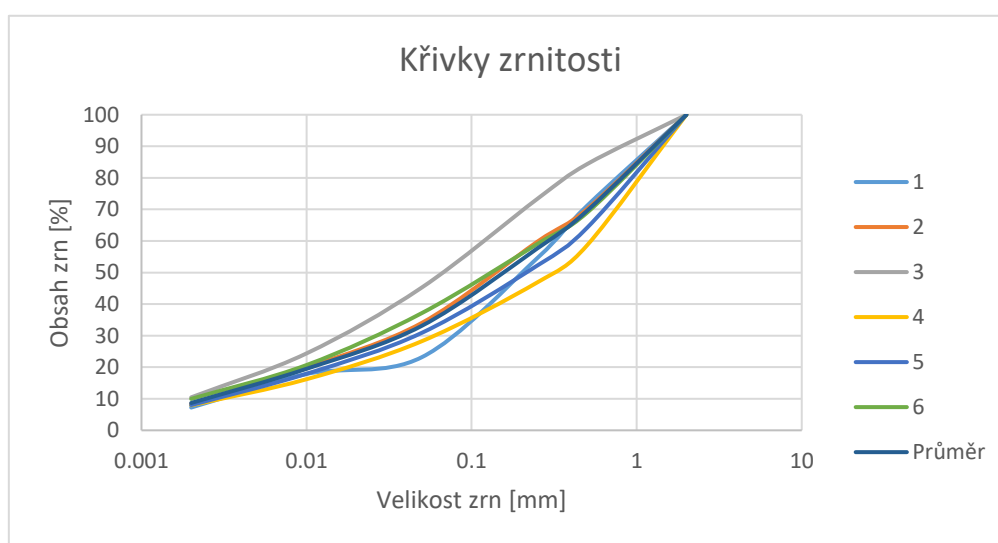
Obrázek 22: Půdní typy v zájmovém území [30]

5 PRAKTICKÁ APLIKACE

Odběr vzorků proběhl v červenci 2022 v zájmové lokalitě Olešná u Blanska. Bylo odebráno 6 vzorků pomocí Kopeckého válečku a jeden odběr proběhl pomocí sondovací tyče. Neporušené vzorky do Kopeckého válečku byly tři z hloubky 10-20 cm a další tři z hloubky 0-10 cm. Odebíralo se ze tří míst, vždy dva rozsahy hloubek pro jedno konkrétní místo. Postup odběru je uveden v kapitole 2.1.2 a 2.1.4.

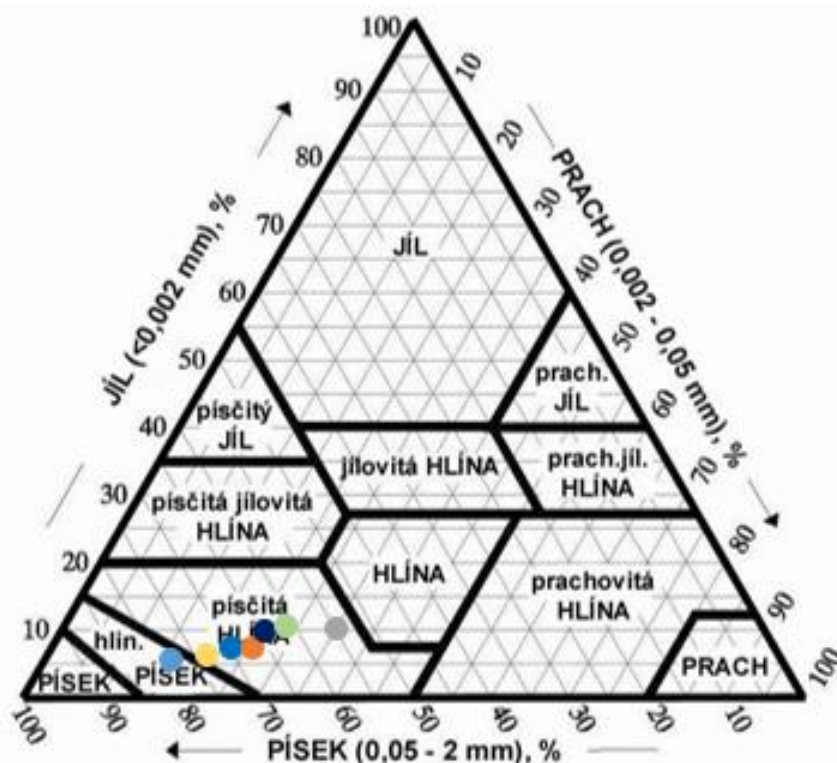
5.1 Zrnitostní rozbor

Zrnitostní rozbor byl proveden Pipetovací metodou a proséváním na sítích. Postup je popsán v kapitole 2.2.3. Z výsledků stanovených zrnitostním rozbořem byly vykresleny zrnitostní křivky a trojúhelníkový diagram. Zrnitostní křivky a body trojúhelníkového diagramu byly vykresleny pro každý vzorek a pro průměr ze vzorků.



Obrázek 23: Zrnitostní křivky odebraných vzorků

Vykreslené křivky vzorků mají podobný průběh, kromě vzorku 3, který vykazuje vyšší procentuální zastoupení jednotlivých frakcí. Vzorek 1 se ve frakci do 0.002 mm odchyluje od ostatních a vykazuje menší zastoupení těchto zrn. Pro obě hloubky odběru, tedy 0-10 cm a 10-20 cm vychází velmi podobný průběh zrnitostní křivky.



Obrázek 24: Trojúhelníkový diagram pro jednotlivé vzorky

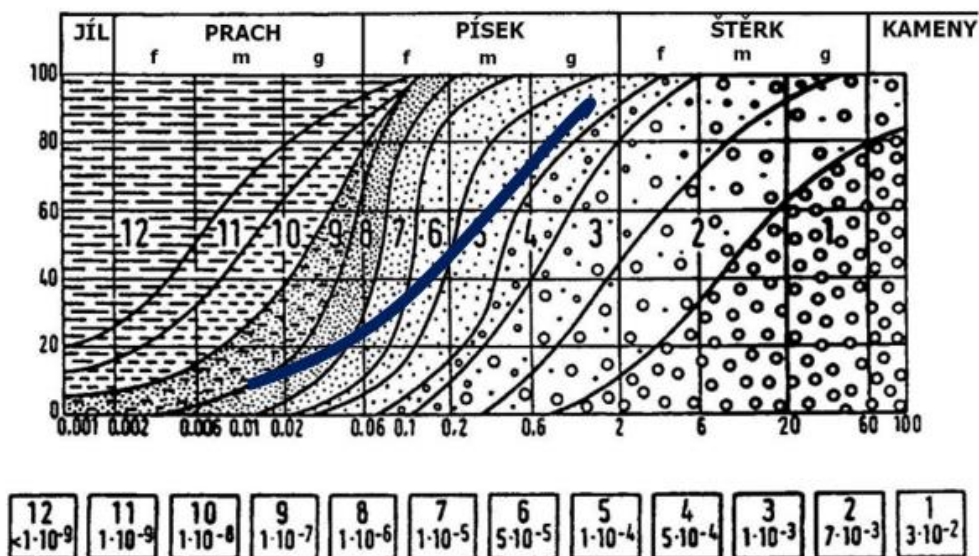
Z výsledků zrnitostního rozboru byla zemina zařazena dle klasifikace popsané v kapitole 2.3.12.2. Byla použita klasifikace dle Nováka a pomocí trojúhelníkového diagramu.

Tabulka 4: Klasifikace půd

Č. vzorku	Zatřídění vzorků		
	Částice < 0.01 mm	Dle Nováka	Dle trojúhelníkového diagramu
1	17.86	hlinítópísčítá	hlin. písek/písčítá hlína
2	19.90	hlinítópísčítá	písčítá hlína
3	24.38	písčítóhlinítá	písčítá hlína
4	16.20	hlinítópísčítá	písčítá hlína
5	17.93	hlinítópísčítá	písčítá hlína
6	20.69	písčítóhlinítá	písčítá hlína
Průměr	19.49	Hlinítópísčítá HP	písčítá hlína

5.1.1 Vyhodnocení hydraulické vodivosti

Hydraulická vodivost udává jak rychle se voda propustí skrz zeminu. Je důležitým předpokladem pro stanovení závlahových dávek v zemědělství, předpokládanou erozi a vyplavování živin z půdy. Vzhledem k průběhu průměrné křivky zrnitosti byla hydraulická vodivost stanovena přibližně na rozmezí 10^{-5} až 10^{-7} m/s. Zemina má charakter jako propustná dle Tabulky 5: Zatřídění zemin podle nasycené hydraulické vodivosti.



Obrázek 25: Vztah mezi hydraulickou vodivostí a zrnitostí zemín (Šamalíková, 1996) [32]

Tabulka 5: Zatřídění zemín podle nasycené hydraulické vodivosti [31]

Zemina (podle relativní propustnosti ČSN 73 68 50)	Přibližné rozmezí nasycené hydraulické vodivosti K ($m s^{-1}$)	Třída zeminy podle ČSN 73 10 01	Příklady druhů zemín
velmi nepropustná	$< 10^{-10}$	F6 F7 F8	Jíly s nízkou a střední plasticitou Jíly a hlíny s vysokou až extrémně vysokou plasticitou
nepropustná	10^{-8} až 10^{-10}	F1 F2 F4 F5	Hlíny štěrkovité Jíly štěrkovité a písčité Hlíny s nízkou a střední plasticitou
málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}	F3 S3 S5 G4 G5	Hlíny písčité Písky hlinité a jílovité Štěrky hlinité a jílovité
propustná	10^{-4} až 10^{-6}	S3 G3	Písky a štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy (5 – 15 %)
velmi propustná	$> 10^{-4}$	S1 G1 S2 G2	Písky a štěrky dobře a špatně zrněné, tj. čisté písky a štěrky, písčité štěrky, písky a štěrky s velmi malou příměsí jemnozrnných zemín (<5%)

5.2 Vyhodnocení neporušeného vzorku

K rozboru neporušeného vzorku bylo použito 6 vzorků. Tři vzorky byly z hloubky 0-10 cm a další tři z hloubky odběru 10-20 cm. Z výsledků a měření byly vypočteny průměrné hodnoty pro jednotlivé hloubky odběru a celková průměrná hodnota. Výsledné hodnoty jsou zobrazeny v Tabulce 6: Průměrné hodnoty veličin u neporušeného vzorku.

Tabulka 6: Průměrné hodnoty veličin u neporušeného půdního vzorku

Veličina	Průměr 10-20 cm	Průměr 0-10 cm	Průměr celkový
Měrná hmotnost [g/cm ³]	2.553	2.503	2.528
Objemová hmotnost nereduk. [g/cm ³]	1.612	1.525	1.569
Objemová hmotnost reduk. [g/cm ³]	1.515	1.445	1.480
Momentální vlhkost [% obj.]	9.787	8.043	8.915
Nasáklivost [% obj.]	34.690	35.347	35.018
Vlhkost 30' [% obj.]	29.947	31.073	30.510
Max. vodní kapacita [% obj.]	26.433	27.747	27.090
Retenční vodní kapacita [% obj.]	18.267	20.767	19.517
Pórovitost (celková) [% obj.]	40.697	42.312	41.505
Kapilární pórovitost [% obj.]	18.267	20.767	19.517
Semikapilární pórovitost [% obj.]	11.680	10.307	10.993
Nekapilární pórovitost [% obj.]	10.750	11.239	10.995
Provzdušněnost [% obj.]	30.910	34.269	32.590
Max. kap. vzdušná kapacita [% obj.]	14.264	14.566	14.415
Retenční vzdušná kapacita [% obj.]	22.430	21.546	21.988

Kde:

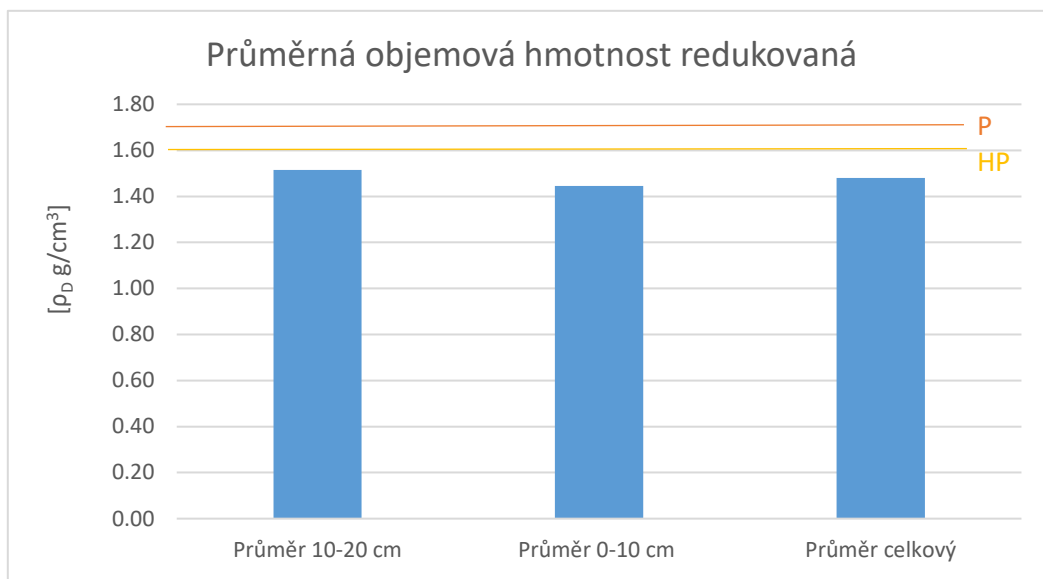
- A vzorek po odběru (K. váleček + sklo) [g]
- B vzorek po nasycení (K. váleček + sklo) [g]
- B₃₀ vzorek po 30 min. (K. váleček + sklo) [g]
- B₂ vzorek po 2 hod. (K. váleček + sklo) [g]
- B₂₄ vzorek po 24 hod. (K. váleček + sklo) [g]
- C vzorek po vysušení (K. váleček + sklo) [g]
- T (prázdný váleček + sklo) [g]
- m_s hmotnost zeminy [g]
- m₁ hmotnost dest. vody a skla [g]
- m₂ hmotnost roztoku a skla [g]

5.2.1 Měrná hmotnost zeminy

Pro stanovení měrné hmotnosti zeminy se použily pyknometry. Práce s nimi je popsána v kapitole 2.2.1.1. Pro výpočet byla použita rovnice (1). Pro obě hloubky odběru vyšla podobná hodnota měrné hmotnosti kolem 2.5 g/cm³.

5.2.2 Objemová hmotnost reduková

Objemová hmotnost reduková byla vypočtena dle vzorce (3) v kapitole 2.3.3, výsledná hodnota pro odběr hloubky 0-10 cm vyšla 1.445 a pro hloubku 10-20 cm 1.515. Celkový průměr vyšel 1.480 g/cm³. Ve vypočtených výsledcích nebyla překročena kritická hodnota pro písčitou ani hlinitopísčitou půdu dle Tabulky 1: Kritické hodnoty objemové hmotnosti redukové dle Lhotského. Pro hloubku 10-20 cm vyšla objemová hmotnost reduková vyšší, což značí větší ulehlost půdy než v hloubce 0-10 cm.

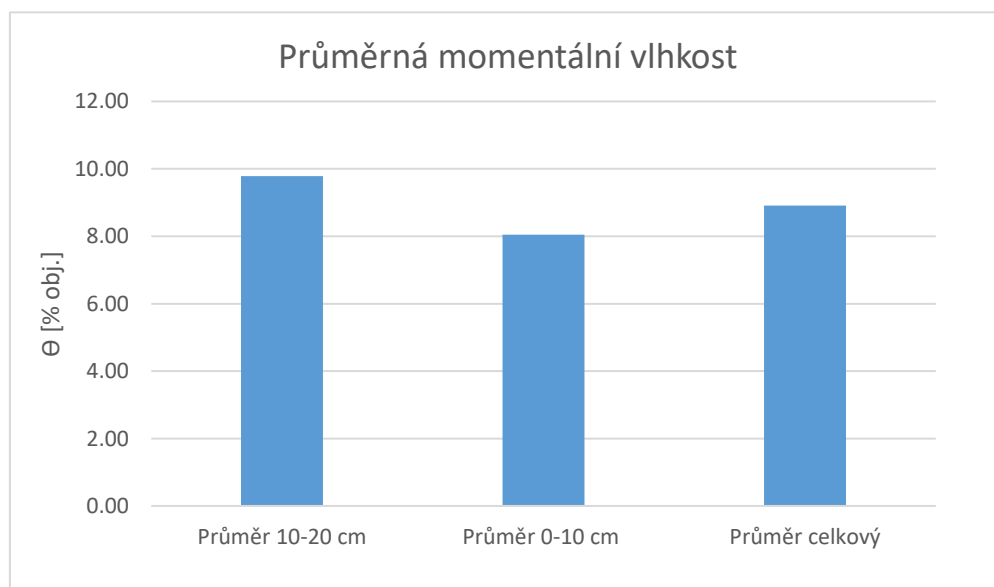


Obrázek 26: Graf průměrných hodnot objemové hmotnosti redukové

5.2.3 Momentální vlhkost

Hodnoty pro momentální vlhkost byly vypočteny dle vzorce (4) v kapitole 2.3.4. Pro hloubku 10-20 cm dosahuje zemina vyšší momentální vlhkosti.

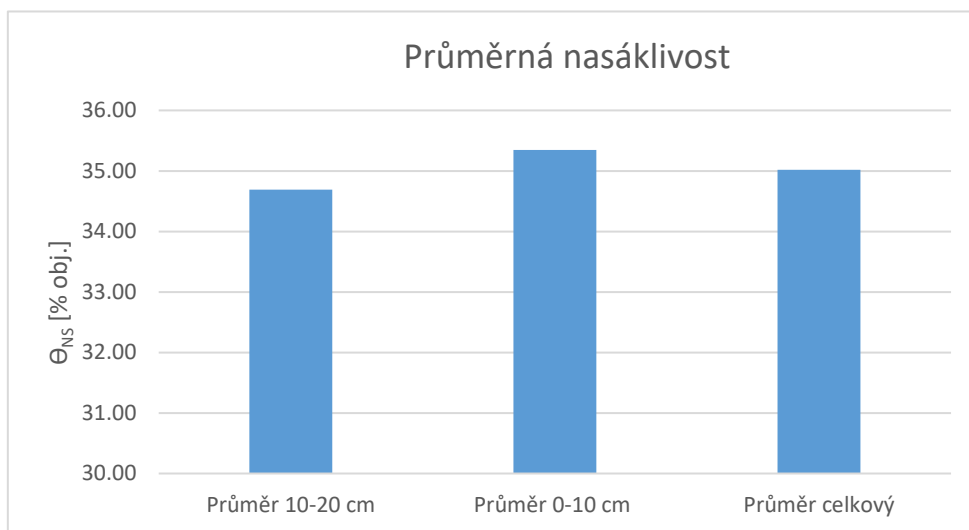
Všechny průměrné hodnoty se pohybovaly pod 10 %. Jedná se o vlhkost půdy při odběru. Momentální vlhkost závisí na srážkách, výparu, teplotě. Při odbírání v letním měsíci s nízkými srážkami a vysokým výparem mohou být hodnoty takhle nízké.



Obrázek 27: Graf průměrných hodnot momentální vlhkosti

5.2.4 Nasáklivost

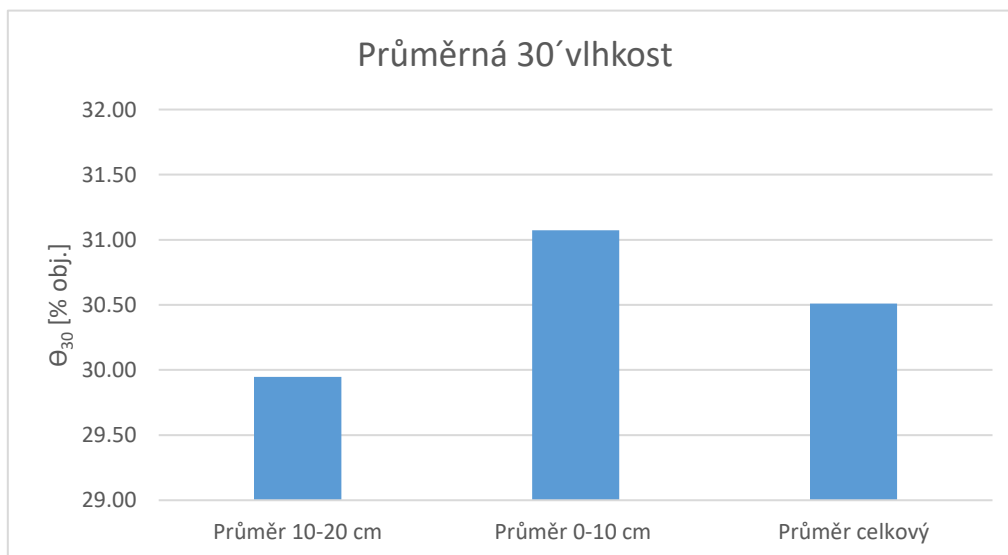
Nasáklivost půdy dosahuje v obou hloubkách odběru podobných hodnot a to kolem 35 % obj. Byla vypočtena pomocí vzorce (5) v kapitole 2.3.5.



Obrázek 28: Graf průměrné nasáklivosti

5.2.5 Vlhkost 30'

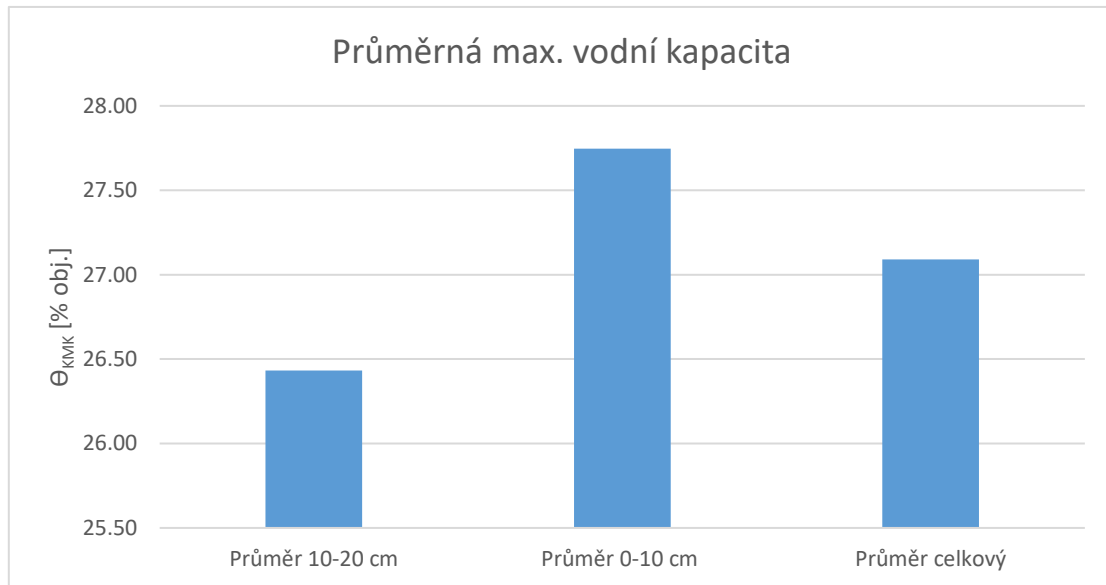
Třicetiminutová vlhkost je mírně vyšší u vzorků z odběru hloubky 0-10 cm. Jedná se o hodnotu 31.073 % objemu, u vzorku z hloubky 10-20 cm nabývá průměrné hodnoty 29.947 % obj.. Výpočet byl proveden dle rovnice (6) v kapitole 2.3.6. Hodnoty třicetiminutové vlhkosti byly dále použity pro výpočet semikapilárních a nekapilárních pórů.



Obrázek 29: Graf průměrné 30'vlhkosti

5.2.6 Maximální vodní kapacita

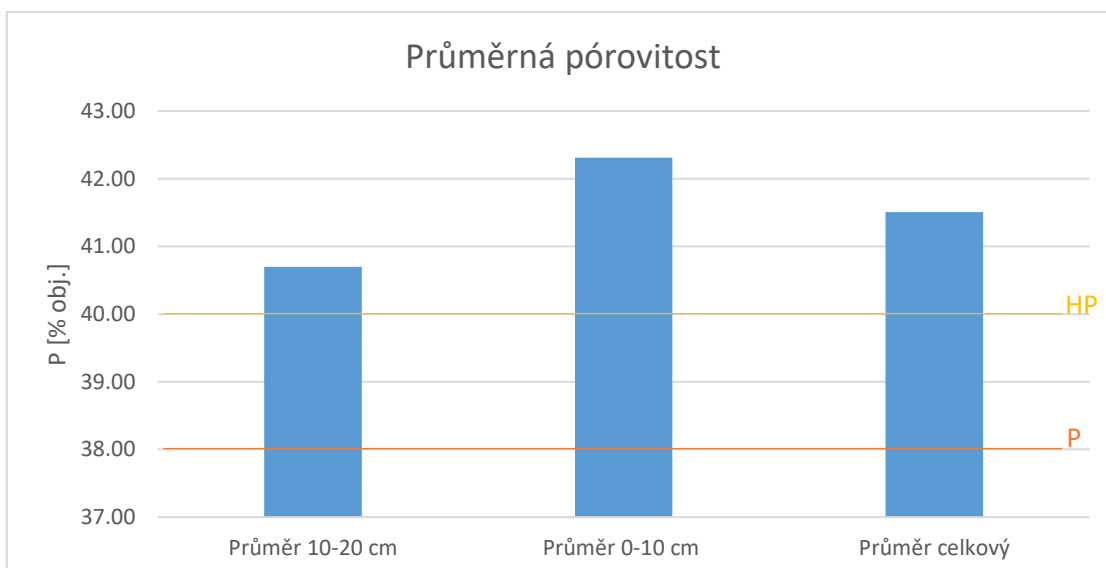
Maximální vodní kapacita dosahuje průměrné hodnoty u odběru v hloubce 10-20 cm 26.433 % obj. a u hloubky 0-10 cm 27.747 % obj.. K výpočtu byla použita rovnice (7) v kapitole 2.3.7.



Obrázek 30: Graf průměrné maximální vodní kapacity

5.2.7 Pórovitost

Průměrná pórovitost u hloubky odběru 10-20 cm byla lehce nižší, než u hloubky 0-10 cm. Dosahovala hodnot 40.697 a 42.312. Vypočítána byla pomocí vzorce (9) v kapitole 2.3.9. Hodnoty pórovitosti neklesly pod kritickou hodnotu pro písčitou půdu 38 % a pro hlinitopísčitou 40 % dle Tabulky 2: Kritické hodnoty pórovitosti dle Lhotského.



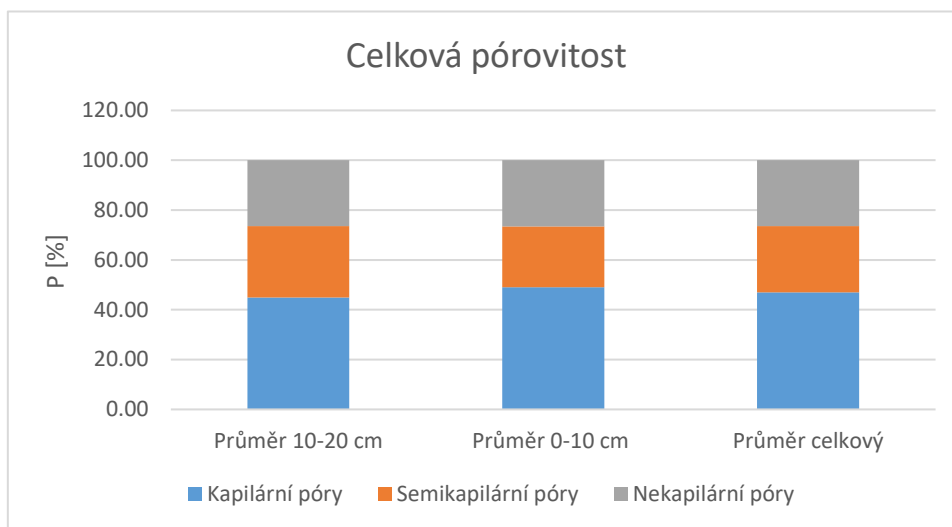
Obrázek 31: Graf průměrné pórovitosti

Poměr kapilárních pórů by měl představovat 2/3 celkové pórovitosti a 1/3 by měla být pro semikapilární a nekapilární póry, u odebraného vzorku vidíme přibližně poměr 1/2

kapilárních pórů a druhá polovina rovnoměrně pro póry semikapilární a nekapilární. Zastoupení jednotlivých pórů můžeme pozorovat na příslušném grafu.

Tabulka 7: Zastoupení pórů

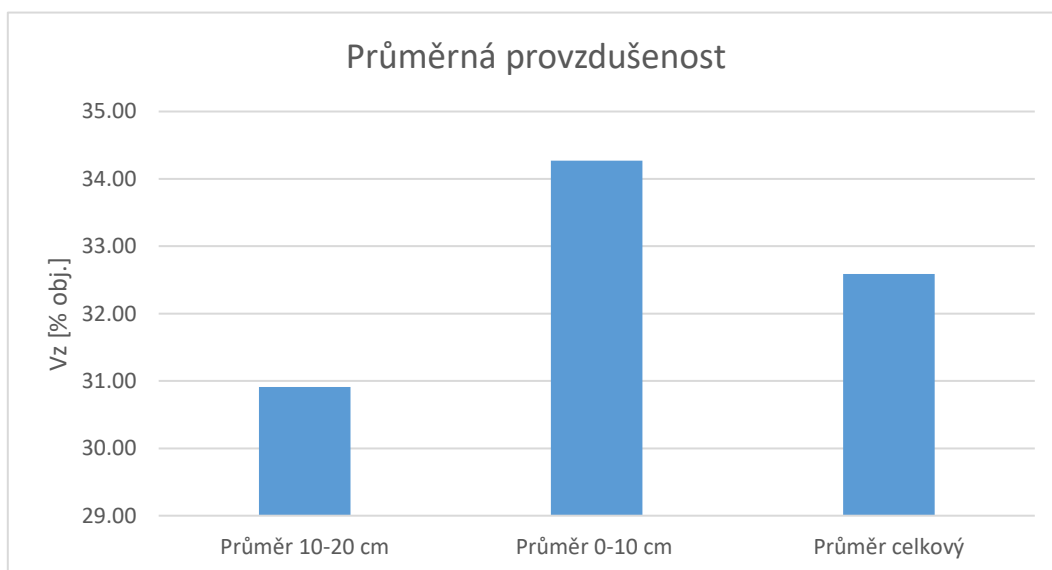
Póry	0-10 cm	0-20 cm	celkem
Kapilární	44.88	49.08	47.02
Semikapilární	28.70	24.36	26.49
Nekapilární	26.42	26.56	26.49



Obrázek 32: Graf celkové pórovitosti

5.2.8 Provzdušenost

Provzdušenost představuje objem vzduchu v půdě při odběru. Výpočet byl proveden podle rovnice (10) v kapitole 2.3.10. Pro vzorky odebrané v hloubce 10-20 cm dosahovala průměrná hodnota 30.910 % obj. a pro hloubku 0-10 cm 32.269 % obj..



Obrázek 33: Graf průměrné provzdušenosti

5.3 Výsledek pH

Měření půdní reakce proběhlo dle postupu popsaného v kapitole 2.2.1.3. V laboratoři byly naměřeny hodnoty aktivního a potencionálního pH pro všech 6 vzorků a následně byl stanoven průměr hodnot. Výsledné hodnoty jsou zobrazeny v příslušné tabulce.

Tabulka 8: Výsledky měření pH

Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6	Průměr
Aktivní	6.24	6.17	5.51	5.68	5.51	5.54	5.78
Potenciální	5.49	5.39	4.77	4.80	4.65	4.64	4.96

Dle Tabulky 3: Kritéria hodnocení půdní reakce, průměrná hodnota aktivního pH odpovídá hodnocením jako slabě kyselá a průměrná hodnota potencionálního pH hodnocení silně kyselá. Při měření aktivního a potencionálního pH je vidět pokles hodnot u potencionálního.

Půdy na území Česka vykazují kyselejší charakter, tudíž výsledné hodnoty měření tomu odpovídají. Hodnoty pH mohou být ovlivněny obsahem různých prvků, které mohou zvyšovat či snižovat naměřenou hodnotu. Ovlivnění hodnot pH nastává i při srážkách, které vyplavují živiny a zvyšují kyselost půdy. Měření pH je tedy ovlivněno řadou faktorů, které nastávají v průběhu roku. Výsledné hodnoty měření jsou ovlivněné počasím v období, kdy odběr proběhl, a během roku se mohou měnit.

6 NÁVRH KOUPACÍHO JEZÍRKA

Navržené jezírko bude sloužit k estetickému hledisku a pro koupání v letním období. Jezírko je navrženo v nepravidelném tvaru o velikosti cca 34 m², z čehož 9 m² připadá na koupací zónu a 25 m² na zónu regenerační. Odstupovou vzdálenost od hranice pozemku 2 m návrh respektuje. Koupací zóna bude mít symetrický tvar 3x3 m a volný přístup z dřevěného mola pomocí nerezového žebříku. Tato zóna bude příjemná pro osvěžení a relaxaci ve vodě. Kolem koupací zóny se rozprostírají další tři zóny podle hloubky vody, které umožňují různorodost vegetace a správný biologický chod jezírka. Nejhlubší zóna, tzv. zóna hluboké vody, je navržena na hloubku 1,3 m o ploše 13 m². Následuje zóna mělčin s hloubkou 0,5 m a plochou 8 m². Na okraji jezírka se pak rozprostírá zóna bahenní s hloubkou 0,3 m a plochou 4 m², ta přidá návrhu přírodní vzhled a může přilákat řadu vodního hmyzu, ptáku a jiných živočichů.

Tento návrh neobsahuje žádné technické zařízení, voda v jezírku se bude čistit pouze pomocí rostlin. Nemůžeme tedy očekávat průzračnou vodu. Voda v jezírku bude mít přirozený zákal.

Na základě pedologického průzkumu a zařídění půdního druhu je třeba uvažovat s návrhem těsnící fólie. Při budování jezírka je nutno do výkopu uložit pískové lože o mocnosti 10-20 cm, které poskytne stabilní podklad. Na takhle upravený podklad bude uložena ochranná geotextilie, která chrání těsnící fólii před mechanickým poškozením a otěrem o podloží. Následně bude provedeno položení těsnící PVC fólie s tloušťkou 1,5 mm. PVC fólie bude zajišťovat vodotěsnost jezírka a ochranu před průsakem do podloží.

Pro oddělení zóny určené ke koupání a čištění je navrženo ztracené bednění. Základ pro ztracené bednění bude proveden z prostého betonu, který zajistí pevnost a stabilitu. Tím bude zajištěno oddělení zón a zamezení průniku substrátu do koupací části.

Z jedné strany bude jezírko zakončeno dřevěným molem a z ostatních stran vhodným položením větších kamenů a dosypáním kačírku. Tohle zakončení je žádoucí pro ochranu fólie před slunečním svitem a také z estetické stránky. Z odtěžené zeminy při hloubení výkopu pro jezírko bude zřízena hrázka, aby nedošlo k přetečení vody mimo oblast jezírka. Zbylá zemina bude použita pro dorovnání parcely. Do jednotlivých zón regenerační části budou osázeny rostliny. Rostliny v mělkých částech jezírka budou osazeny do vrstvy kačírku a speciálního substrátu, ten zajistí dostatek živin a podporu pro jejich růst. Pro hlubší zóny jezírka se použijí sázecí koše. Na pravé hraně jezírka bude vybudován bezpečnostní přepad pro odvod přívalových dešťů a ochranu před přetečením. Voda z bezpečnostního přepadu bude odváděna potrubím do vsakovacích bloků, kde bude následně zasakována do podloží.

Jako zdroj vody pro jezírko poslouží podzemní vrt, který je umístěn na daném pozemku. Podzemní vrt je dostatečně hluboký s vyhovující kvalitou vody, která umožňuje naplnění celého jezírka. Pro přepravu vody z podzemního vrtu do jezírka bude použito čerpadlo.

Jezírko bude vyžadovat pravidelnou péči a údržbu, zejména co se týče rostlin. Pravidelná a vhodná údržba je klíčová pro dlouhodobou udržitelnost a zachování estetického vzhledu. Rostliny se musí zastříhovat a odstraňovat jejich odumřelé části, které by jinak zanášely prostory v jezírku. Kromě toho bude nutné pravidelně odstraňovat usazený kal na dně jezírka a napadané listí, které by mohlo negativně ovlivnit kvalitu vody v jezírku.

Mimo fyzickou údržbu vyžaduje koupací jezírko měření a monitoraci hodnot, jako je pH, obsah kyslíku a další faktory ovlivňující ekosystém jezírka. Tím bude zajištěno optimálního stavu pro rostliny a nezávadnosti vody pro lidské zdraví.

Dalším důležitým aspektem, je dodržování potřebného množství organismů, které přirozeně jezírko čistí. Jedná se o mikroorganismy pomáhající k udržování biologické rovnováhy.

Celkově je navržené jezírko multifunkční a nabízí různé možnosti využití. Koupací zóna poskytuje ideální místo pro osvěžující plavání a relaxaci v letních dnech. Přilehlé dřevěné molo může být využíváno k relaxaci, odpočinku a slunění. Jezírko se tak stane příjemným místem k odpočinku a pěkným krajinářským prvkem.

Grafický výstup je obsažen v Příloze 2. Výkres situace, 3. Řez A-Á a 4. Řez B-B'.

7 ZÁVĚR

V bakalářské práci je zpracováno vyhodnocení fyzikálních a chemických vlastností odebraných vzorků zeminy. Výsledky fyzikálních a chemických vlastností jsou důležité pro určení kvality a vhodnosti půdy pro různé účely, jako například stavebnictví, zemědělství a ochrana půdy. V práci byly zkoumány vzorky z lokality Olešná u Blanska, která se nachází v Jihomoravském kraji.

Odběr vzorků zeminy je klíčový krok pro analýzu fyzikálních a chemických vlastností. V tomto případě proběhl odběr vzorků z různých hloubek a pozic v terénu. Po odběru následovala laboratorní práce, při které byly měřeny různé vlastnosti půd. Jednalo se o zrnitostní rozbor, objemovou hmotnost, vodní charakteristiky půd, pH a další.

Na základě naměřených hodnot byla vykreslena zrnitostní křivka se zastoupením jednotlivých frakcí u vzorků. Zemina byla následně zaříděna dle Nováka. V tomto případě byla zemina zařazena jako lehká hlinitopísčítá půda. To znamená, že obsahuje více písku a méně jílovitých částic. Kromě zařídění podle Nováka byl použit i trojúhelníkový diagram. Pomocí trojúhelníkového diagramu byla zemina zařazena jako písčítá hlína. Pomocí průběhu zrnitostní křivky byla stanovena hydraulická vodivost na hodnotu 10^{-5} až 10^{-7} m/s.

Průměrná objemová hmotnost redukováná vyšla 1.480 g/cm^3 . Ve výsledcích objemové hmotnosti redukováné nedošlo k překročení kritické hodnoty pro písčitou ani hlinitopísčitou půdu. Vodní charakteristiky, jako momentální vlhkost vyšla průměrně 8.915 %, což je poměrně malá hodnota, která mohla být způsobena nízkým srážkovým úhrnem a vysokým výparem v letních měsících, kdy odběr proběhl. Nasáklivost 35.018 %, třicetiminutová vlhkost pak průměrně 30.510 % objemu a maximální vodní kapacita 27.090 %. Průměrná hodnota pórovitosti dosáhla 41.505 %. Kritické hodnoty pórovitosti nebyly překročeny. V odebraném vzorku byl zjištěn nižší obsah kapilárních pórů a naopak vyšší zastoupení semikapilárních a nekapilárních pórů. Vzorek obsahuje více větší zrn, a tím se v zemině vytváří méně malých pórů pro kapaliny nebo vzduch. Obsah vzduchu v půdě neboli provzdušenost vyšla v průměru na 32.590 %.

Dále byla změřena půdní reakce, která v případě aktivního pH průměrně vyšla 5.78 a u potencionálního 4.96. Následně proběhlo zhodnocení a zařazení, které je následovné u aktivního pH slabě kyselá a u potencionálního pH silně kyselá. Tyto informace mohou sloužit pro další analýzu vlivu půdy na vegetaci.

Celkově lze tedy říci, že zemina z odebraného vzorku v lokalitě Olešná je lehká hlinitopísčítá půda s převahou středně hrubé až hrubé zrnitosti a dalšími zkoumanými vlastnostmi v rámci běžného rozmezí. Pro vodu je většinou propustná.

Vzhledem k zařídění zeminy jako hlinitopísčítá/ písčítá je pro návrh koupacího jezírka třeba použít PVC fólii, případně alternativu v podobě kaučukové fólie. PVC fólie je pro koupací jezírka vhodná díky svým vlastnostem. Vykazuje velkou pružnost, odolnost proti poškození, průniku vody a je snadná na instalaci. Alternativa v podobě kaučukové fólie se vyšplhá v pořizovacích nákladech na vyšší cenu. Při volbě materiálu je třeba zvážit faktory jako rozměr jezírka, způsob montáže a možnosti objednatele.

Jezírko je navrženo bez technického vybavení se dvěma zónami. Jedna zóna bude sloužit pro koupání a druhá pro regeneraci vody. Poměr zón je přibližně 30% koupací (9 m^2) a 70 % regenerační (25 m^2). Celková plocha jezírka tedy činí 34 m^2 . Regenerační zóna bude plně

osázena rostlinami, které budou zastávat roli v procesu čištění vody. Tím, že jezírko nebude mít žádné technické zařízení, je třeba očekávat přirozený zákal vody.

V případě, že se v budoucnu objeví vyšší požadavky na kvalitu vody, je možné do jezírka nainstalovat oběhové čerpadlo vybavené filtrací, které zvýší účinnost čištění vody v jezírku.

8 POUŽITÉ ZDROJE

[1] VOPRAVIL, Jan. Půda a její hodnocení v ČR. 2. vydání. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2011. ISBN 978-80-87361-05-4.

[2] VALLA, Miloš. Pedologické praktikum. 2. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2002. ISBN 978-80-213-0914-2.

[3] ZBÍRAL, Jiří, Eva ČIŽMÁROVÁ, Elena OBDRŽÁLKOVÁ, Miloš RYCHLÝ, Vladimíra VILAMOVÁ, Jaroslava SRNKOVÁ a Alena ŽALMANOVÁ. Analýza půd: jednotné pracovní postupy. Vydání čtvrté. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2016. ISBN 978-80-7401-123-8.

[4] Print page. 301 Moved Permanently [online]. [cit.2023-02-12] Dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=5496&typ=html

[5] KUTÍLEK, Miroslav, Václav KURÁŽ a Milena CÍSLEROVÁ. Hydropedologie 10. Vyd. 2. přepřac. Praha: České vysoké učení technické, 2000. ISBN 80-01-02237-4.

[6] Ústav geologie a pedologie [online]. [cit. 2023-02-12]. Dostupné z: https://ugp.ldf.mendelu.cz/wcd/w-ldf-ugp/soubory/pro-vyuku/laborator_postupy.pdf

[7] VOPRAVIL, Jan. Půda a její hodnocení v ČR. 2. vydání. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2011. ISBN 978-80-87361-05-4.

[8] Mapy.cz.Mapy.cz[online].[cit.2023-01-29] Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?q=Ole%C5%A1n%C3%A1&source=ward&id=7749&ds=1&x=16.6411247&y=49.3432679&z=13>

[9] Klimatické oblasti dle Evžena Quitta. Vážení přátelé | Moravské-Karpaty.cz [online]. [cit. 2023-01-29] Dostupné z: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klimaticke-oblasti-dle-e-quitta-1971/#MT11>

[10] Povodí Moravy. Povodí Moravy [online]. 2010 [cit. 2023-01-29]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/>

[11] Hydrogeologická dokumentace, Hydrogeologická mapa 1 : 50 000. In: Hydrogeologická mapa 1 : 50 000 – Regiony [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/hgcr50/#>

[12] Půdní mapa 1 : 50 000, Klad listů ZM50, Rastrová Půdní mapa 1 : 50 000. In: Půdní mapa 1 : 50 000 [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/pudy/#>

[13] SEDLÁK, Jiří. Koupací jezírka. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2554-3.

[14] Koupací jezírka | Zahradní okrasná koupací jezírka | Jezírka-Zahrady s.r.o. . Zahradní jezírka, stavba okrasných a koupacích jezírek | Jezírka-Zahrady s.r.o. [online]. [cit. 2023-03-8] Dostupné z: <http://www.jezirka-zahrada.cz/clanky/koupaci-jezirka>

[15] Fólie pro zahradní jezírka. Zahradní a koupací jezírka [online]. 2010 Jezírka na klíč [cit. 18.03.2023]. Dostupné z: <https://www.jezirkanaklic.cz/katalog/shop/folie-pro-zahradni-jezirka/>

[16] Budujeme koupací jezírko: izolace, cirkulace a čištění vody | iReceptář.cz. iReceptář.cz [online]. [cit. 18.03.2023]. Dostupné z: <https://www.ireceptar.cz/zahrada/budujeme-koupaci-jezirko-izolace-cirkulace-a-cistení-vody-20190620.html>

[17] PRATH-KREJČOVÁ, Ilona. Zahrada: přírodní, okrasná, užitková. Praha: Grada Publishing, 2020. ISBN 978-80-271-2074-1.

[18] Vodní rostliny vhodné pro koupací jezírka. - články - zahradní jezírka Ostrava a Praha. Zahradní a koupací jezírka [online]. [cit. 24.03.2023]. Dostupné z: https://www.jezirkanaklic.cz/cz/clanky/vodni-rostliny-vhodne-pro-koupaci-jezirka/#article_28351

[19] Přírodní koupací jezírka. Kořenové čističky, přírodní koupací jezírka, mokřadní střechy, fasády a záhony [online] [cit. 24.03.2023]. Dostupné z: <https://www.korenova-cisticka.cz/prirodni-jezera/prirodni-koupaci-jezirka>

[20] Zahrada Olomouc: koupací jezírka [online]. [cit. 25.03.2023]. Dostupné z: <https://i.ytimg.com/vi/rDwlWG-z9Sk/maxresdefault.jpg>

[21] Karas zlatý, okrasné jezírkové ryby, Rybydojezirka.cz. Okrasné a jeseterovité ryby [online]. 2013 Aleš Brychta. Všechna práva vyhrazena [cit. 25.03.2023]. Dostupné z: <http://www.rybydojezirka.cz/portfolio/karas-zlaty/>

[22] Karas zlatý - červený | Super zoo. Super zoo - protože zvířátka milujeme | Chovatelské potřeby [online]. 2010 [cit. 25.03.2023]. Dostupné z: <https://www.superzoo.cz/karas-zlaty-cerveny/>

[23] Koi kapr a chov koi kaprů - Zahradní jezírka | small lake. Zahradní jezírka na míru, stavba a realizace | small lake [online]. [cit. 25.03.2023]. Dostupné z: <https://www.zahradnizezirka.net/clanek/17/koi-kapr-a-chov-koi-kapru/>

[24] HIMMELHUBER, Peter. Zahradní rybníčky, potůčky a koupací jezírka: [stavba krok za krokem]. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3327-2.

[25] Zahradní jezírka a koupací jezírka-část 2, praktické rady. Česká zahrádka. [online]. [cit. 31.3.2023] Dostupné z: <https://www.ceskazahradka.cz/zahradni-jezirka-koupaci-jezirka-cast-2-prakticke-rady/>

[26] Jezírkový skimmer Oase AquaSkim 40, Doltak. [online]. [cit. 31.3.2023]. Dostupné z: <https://www.doltak.cz/produkt/jezirkovy-skimmer-oase-aquaskim-40/>

[27] Odkalovač a odsávač jezírkového kalu – vysoce účinný jezírkový vysavač, včetně 10 m tlakové hadice, SOS jezírka – rybníčky. [online]. [cit. 31.3.2023]. Dostupné z: <https://www.sosjezirka.cz/odkalovac-a-odsavac-jezirkoveho-kalu-vysoce-ucinny-310>

[28] Stavební zákon a další předpisy: autorizované profese, vyvlastnění, urychlení výstavby infrastruktury : redakční uzávěrka .. Ostrava: Sagit, 2006-. ÚZ. ISBN 978-80-7488-572-3.

[29] Jezírkové vysavače Oase Pondovac 4. Jezírka na klíč [online]. [cit. 31.3.2023]. Dostupné z: <https://www.jezirkanaklic.cz/katalog/shop/jezirkove-vysavace/jezirkovy-vysavac-pondovac-4-nebo-podobny/>

[30] Půda v číslech, VÚMOP, v.v.i., 2020, [online]. [cit. 5.4.2023]. Dostupné z: <https://statistiky.vumop.cz/?core=stat&typ=ku&kod=710318>

[31] Hydropedologie. (n.d.). Nasycená hydraulická vodivost [online]. [cit. 4.5.2023]. Dostupné z: <http://hydropedologie.agrobiologie.cz/dvouvalec.html>

[32] Veselý, V., & Konečný, P. (2018). Monitoring a hodnocení stability svahu: Metody a přístupy. Geotechnický monitoring, hydrogeologie a geologie inženýrských staveb, 6, 1-57. [online]. [cit. 4.5.2023]. Dostupné z <https://geotech.fce.vutbr.cz/...pdf>

[33] Půda je ohrožena lidskou činností. European Environment Agency 2015 [online].[cit.10.05.2023]. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/cs/articles/puda-je-ohrozena-lidskou-cinnosti>

[34] Zahradní jezírka – Garden partners Filtrační systém - srdce každého jezírka.... Zahradní jezírka – Garden partners Domovská stránka [online]. [cit.10.05.2023]. Dostupné z: <http://www.zahradni-jezirka.cz/page/28/filtrace-do-jezirka/#.ZFt8D3ZBwuU>

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1: FOTOGRAFIE POŘÍZENÉ PŘI ODBĚRU	12
OBRÁZEK 2: FOTOGRAFIE Z ODBĚRU KOPECKÉHO VÁLEČKU	13
OBRÁZEK 3: FOTOGRAFIE PŘI SYCENÍ A ODSÁVÁNÍ VZORKŮ	14
OBRÁZEK 4: VYSUŠENÉ VÁLEČKY	14
OBRÁZEK 5: MĚŘENÍ POMOCÍ PYKNOMETRŮ	15
OBRÁZEK 6: SEDIMENTAČNÍ VÁLCE PŘI PIPETOVÁNÍ	16
OBRÁZEK 7: FOTOGRAFIE Z MĚŘENÍ PH	17
OBRÁZEK 8: ARCH PRO VYKRESLENÍ KŘIVKY ZRNITOSTI ZEMINY [2]	21
OBRÁZEK 9: KLASIFIKACE ZRNITOSTI PŮD PODLE NOVÁKA [5]	21
OBRÁZEK 10: TROJÚHELNÍKOVÝ DIAGRAM ZRNITOSTI PŮD [1]	22
OBRÁZEK 11: ZÓNY V KOU PACÍM JEZÍRKU [19]	23
OBRÁZEK 12: POHLED NA VEGETACI V JEZÍRKU [20]	26
OBRÁZEK 13: KARAS ZLATÝ [22]	27
OBRÁZEK 14: KAPR KOI	27
OBRÁZEK 15: HLADINOVÝ SBĚRAČ [26]	28
OBRÁZEK 16: VYSÁVÁNÍ JEZÍRKOVÉHO KALU [29]	29
OBRÁZEK 17: ZÁJMOVÁ LOKALITA OLEŠNÁ U BLANSKA (PŘEVZATO Z MAPY.CZ)	31
OBRÁZEK 18: KLIMATICKÁ OBLAST [HYDROSOFT VELESLAVÍN]	31
OBRÁZEK 19: HYDROGEOLOGICKÁ MAPA [11]	32
OBRÁZEK 20: PŮDNÍ MAPA [12]	32
OBRÁZEK 21: PŮDNÍ TYPY V ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ [30]	33
OBRÁZEK 22: ZRNITOSTNÍ KŘIVKY ODEBRANÝCH VZORKŮ	34
OBRÁZEK 23: TROJÚHELNÍKOVÝ DIAGRAM PRO JEDNOTLIVÉ VZORKY	35
OBRÁZEK 24: VZTAH MEZI HYDRAULICKOU VODIVOSTÍ A ZRNITOSTÍ ZEMIN (ŠAMALÍKOVÁ, 1996) [32]	36
OBRÁZEK 25: GRAF PRŮMĚRNÝCH HODNOT OBJEMOVÉ HMOTNOSTI REDUKOVANÉ	38
OBRÁZEK 26: GRAF PRŮMĚRNÝCH HODNOT MOMENTÁLNÍ VLHKOSTI	38
OBRÁZEK 27: GRAF PRŮMĚRNÉ NASÁKLIVOSTI	39
OBRÁZEK 28: GRAF PRŮMĚRNÉ 30' VLHKOSTI	39
OBRÁZEK 29: GRAF PRŮMĚRNÉ MAXIMÁLNÍ VODNÍ KAPACITY	40
OBRÁZEK 30: GRAF PRŮMĚRNÉ PÓROVITOSTI	40
OBRÁZEK 31: GRAF CELKOVÉ PÓROVITOSTI	41
OBRÁZEK 32: GRAF PRŮMĚRNÉ PROVZDUŠENOSTI	41

10 SEZNAM TABULEK

TABULKA 1: KRITICKÉ HODNOTY OBJEMOVÉ HMOTNOSTI REDUKOVANÉ DLE LHOTSKÉHO [4]	
18	
TABULKA 2: KRITICKÉ HODNOTY PÓROVITOSTI DLE LHOTSKÉHO [4]	19
TABULKA 3: KRITÉRIA HODNOCENÍ PŮDNÍ REAKCE [7]	22
TABULKA 4: KLASIFIKACE PŮD	35
TABULKA 5: ZATŘÍDĚNÍ ZEMIN PODLE NASYČENÉ HYDRAULICKÉ VODIVOSTI [31]	36
TABULKA 6: PRŮMĚRNÉ HODNOTY VELIČIN U NEPORUŠENÉHO PŮDNÍHO VZORKU	37
TABULKA 7: ZASTOUPENÍ PÓRŮ	41

11 SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA 1.	ROZBOR NEPORUŠENÉHO VZORKU	53
PŘÍLOHA 2.	VÝKRES SITUACE	53
PŘÍLOHA 3.	ŘEZ A-A'	53
PŘÍLOHA 4.	ŘEZ B-B'	53

Přílohy

Příloha 1. Rozbor neporušeného vzorku

Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6
Číslo odběru	1,1	1,2	2,1	2,2	3,1	3,2
Číslo válečku	16	115	14	147	5	111
Odhadovaná hloubka [cm]	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
Sklo [g]	29,14	25,29	27,60	25,04	25,06	25,04
A po odběru (váleček + sklo) [g]	291,24	297,58	272,17	274,51	266,92	274,76
B po nasycení (váleček + sklo) [g]	313,31	316,68	301,01	302,34	297,92	302,54
B ₃₀ po 30 min. (váleček + sklo) [g]	309,40	311,85	296,12	297,08	293,90	298,40
B ₂ po 2 hod. (váleček + sklo) [g]	307,64	310,11	292,10	291,98	289,70	294,70
B ₂₄ po 24 hod. (váleček + sklo) [g]	301,27	303,74	283,56	283,88	283,67	284,67
C po vysušení (váleček + sklo) [g]	279,79	283,90	265,29	267,23	261,12	266,36
T (prázdný váleček + sklo) [g]	126,65	121,91	125,06	119,91	121,09	121,30

Veličina	1	2	3	4	5	6
Měrná hmotnost [g/cm ³]	2,577	2,577	2,481	2,525	2,451	2,558
Objemová hmotnost nereduk. [g/cm ³]	1,646	1,757	1,471	1,546	1,458	1,535
Objemová hmotnost reduk. [g/cm ³]	1,531	1,620	1,402	1,473	1,400	1,451
Momentální vlhkost [% obj.]	11,450	13,680	6,880	7,280	5,800	8,400
Nasáklivost [% obj.]	33,520	32,780	35,720	35,110	36,800	36,180
Vlhkost 30' [% obj.]	29,610	27,950	30,830	29,850	32,780	32,040
Max. vodní kapacita [% obj.]	27,850	26,210	26,810	24,750	28,580	28,340
Retenční vodní kapacita [% obj.]	21,480	19,840	18,270	16,650	22,550	18,310
Pórovitost (celková) [% obj.]	40,582	37,148	43,487	41,661	42,868	43,282
Kapilární pórovitost [% obj.]	21,480	19,840	18,270	16,650	22,550	18,310
Semikapilární pórovitost [% obj.]	8,130	8,110	12,560	13,200	10,230	13,730
Nekapilární pórovitost [% obj.]	10,972	9,198	12,657	11,811	10,088	11,242
Provzdušněnost [% obj.]	29,132	23,468	36,607	34,381	37,068	34,882
Max. kap. vzdušná kapacita [% obj.]	12,732	10,938	16,677	16,911	14,288	14,942
Retenční vzdušná kapacita [% obj.]	19,102	17,308	25,217	25,011	20,318	24,972

Příloha 2. Výkres situace

Příloha 3. Řez A-A'

Příloha 4. Řez B-B'