

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra plánování krajiny a sídel



**MANAGEMENT PŮDY JAKO NÁSTROJ OCHRANY PŮDY  
PŘED DEGRADACÍ**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Vedoucí práce: doc. Ing. Jan Vopravil, Ph.D.

Diplomant: Bc. Tomáš Brom

2023

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Tomáš Brom

Regionální environmentální správa

Název práce

**Management půdy jako nástroj ochrany půdy před degradací**

Název anglicky

**Soil management as a factor of soil protection to soil degradation**

---

### Cíle práce

Cílem práce je popsat vliv managementu půdy na stabilitu půdního prostředí, resp. jeho odolnost vůči degradaci. Práce vyhodnotí odlišné přístupy k hospodaření s důrazem na střídání plodin, popíše dopady na organickou složku půdy jako na významný stabilizační faktor a vyhodnotí odolnost odlišných variant na projevy degradace (eroze, utužení, dehumifikace).

### Metodika

Práce se bude skládat z části teoretické a praktické. Teoretická část, literární rešerše, shrne dosavadní zkušenosti se stabilizací půdy pomocí jejího managementu a zaměří se především na střídání plodin, popř. intenzitu hnojení a jejich dopad na vybrané kvalitativní indikátory půdy. Praktická část bude probíhat na modelové lokalitě, kde dojde k popisu půdy jak z pohledu taxonomického (výkop půdní sondy), tak kvalitativního (odběry půdních vzorků a jejich analýzy). K vybraným variantám managementu půdy budou dohledána data o způsobu hospodaření, dojde k jejich vyhodnocení, ze kterého vzejde doporučení nejvhodnějšího managementu půdy.

## Doporučený rozsah práce

45 stran

## Klíčová slova

Degradace půdy, hospodaření na půdě, plodiny, organická hmota

---

## Doporučené zdroje informací

- BRANT, V. – AGRÁRNÍ KOMORA ČESKÉ REPUBLIKY. *Pomocné plodiny v pěstebních systémech polních plodin*. Praha: Agrární komora České republiky, 2019. ISBN 978-80-88351-03-0.
- BRANT, V. *Efektivní hospodaření s vodou a eliminace degradace půdy v pěstebních systémech kukuřice seté*. Praha: Agrární komora České republiky, 2020. ISBN 978-80-88351-13-9.
- JANEČEK, M. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Základy erodologie*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2008. ISBN 978-80-213-1842-7.
- RŮŽEK, L. *Vliv vlhkosti na rozvoj biomasy půdních mikroorganismů*. Disertační práce. Praha: 1984.
- SKLENIČKA, P. *Základy krajinného plánování*. Praha: Naděžda Skleničková, 2003. ISBN 80-903206-1-9.
- VOPRAVIL, J. *Půda a její hodnocení v ČR. Díl II./ Jan Vopravil a kol.* Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2011. ISBN 978-80-87361-08-5.
- VOPRAVIL, J. *Půda a její hodnocení v ČR. Díl. I.* Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2010. ISBN 978-80-87361-05-4.
- 

## Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

## Vedoucí práce

Ing. Jan Vopravil, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra plánování krajiny a sídel

## Konzultant

Ing. Tomáš Khel

Elektronicky schváleno dne 21. 2. 2022

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2022

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

## **PROHLÁŠENÍ**

Místopřísežně prohlašuji, že svou diplomovou práci „Management půdy jako nástroj ochrany půdy před degradací“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce, za odborné pomoci konzultantů. Dále s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

V Čáslavi dne

.....

**Bc. Tomáš Brom**

## **PODĚKOVÁNÍ**

Mé poděkování patří především panu doc. Ing. Janu Vopravilovi, Ph.D. za možnost zpracovat diplomovou práci na toto téma pod jeho vedením. Odborné pomoci při práci v terénu a vyhodnocování získaných vzorků z šetření Ing. Tomáši Khelovi. Poděkovat chci také všem, kteří mě během celého studia podporovali, nechali mě jít si svou cestou a napomáhali mi k dosažení cílů, zejména mé rodině.

## ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývala vlivem managementu půdy na stabilitu půdního prostředí ve dvou lokalitách Čáslavska ve středních Čechách. Ačkoliv šlo o lokality vzdálené pouze 700 metrů, na obou lokalitách je preferován odlišný způsob kultivace půd. Cílem práce bylo vyhodnotit, který typ managementu půd vykazoval vyšší odolnost vůči degradaci půd na základě vyhodnocení vlivu osevního postupu, dopadů na organickou hmotu a dalších fyzikálních charakteristik zjištěných laboratorním rozbořem ve Výzkumném ústavu meliorací a ochrany půdy (VÚMOP).

Práce byla rozdělena na část literární, zahrnující rešerši zaměřenou na dosavadní zkušenosti a znalosti ohledně odlišných přístupů managementu půd a na část praktickou, která zahrnovala vlastní šetření. Praktická část zahrnovala metodický popis výkopu půdní sondy a následný popis půdního profilu se současným odběrem půdních vzorků na obou lokalitách.

Na základě výsledků z půdních vzorků obou lokalit nebylo možné jednoznačně prokázat přínos či škodlivost intenzivního, konvenčního způsobu kultivace lokality 1 a minimalizačního, bezorebného způsobu kultivace na lokalitě 2.

Ačkoliv se nepodařilo prokázat, který z typů managementu přináší výraznější benefity vůči kvalitě půdního prostředí, získaná data z obou sond by mohla sloužit jako opěrný bod pro další bádání, které by mohlo být začleněno do výzkumů vedených VÚMOP a ÚKZÚZ vedoucí k prohloubení znalostí a dopadů kultivace na zemědělskou půdu.

**Klíčová slova:** půda; hospodaření; fyzikální vlastnosti půdy; půdní sonda; půdní vzorky; organická hmota.

## ABSTRAKT

This thesis focused on the influence of different types of soil management practice in two locations situated in central Bohemia, near the city of Čáslav on soil fertility and stability. Despite the short distance of 700 meters between the two chosen locations for soil analyses, they differ in the choice of management practice. The thesis aimed to determine, which type of soil management proved in means of sowing practice, impacts on organic matter and other physical soil properties to be more resilient against soil degradation based on gained results from laboratory testing in VÚMOP.

The thesis was divided into a literature part, which included a literature review focused on the existing experience and knowledge regarding different soil management approaches, and a practical part, which included experimental work. The practical part included a methodological description of the excavation of the soil probe and subsequent description of the soil profile with simultaneous soil sampling at both sites.

Based on excavated soil samples from both sites, it was impossible to prove the benefits or harmfulness caused by different soil management approaches either on site 1 with conventional farming or on-site 2 with a minimalised way of cultivation.

Even though it was impossible to prove a more suitable method of cultivation management practice in either site on soil qualitative traits, results derived from the thesis could serve its significant purpose in future research in VÚMOP or ÚKZÚZ concerning impacts of cultivation practices on arable land in agriculture.

**Keywords:** soil; management; soil physical properties; soil probe; soil samples; organic matter.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b>	<b>1</b>
<b>CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE</b>	<b>1</b>
<b>1 PŮDA</b>	<b>2</b>
1.1 BPEJ .....	3
1.2 Degradace půd .....	3
<b>2 ÚKZÚZ</b>	<b>6</b>
2.1 Celorepubliková působnost .....	7
2.2 ZS Čáslav – Filipov .....	7
2.2.1 Historie .....	7
2.2.2 Současnost .....	9
2.2.3 Pěstované plodiny na ZS Čáslav .....	10
2.2.4 Charakteristika lokality .....	10
<b>3 MANAGEMENT PŮDY</b>	<b>11</b>
<b>4 ODLIŠNÉ PŘÍSTUPY K HOSPODAŘENÍ</b>	<b>13</b>
4.1 Střídání plodin .....	13
4.2 Hnojiva a pomocné půdní látky/Organické hnojení .....	16
4.3 Organická hmota .....	16
4.4 Meziplodiny .....	18
4.5 Hospodaření na půdách a šetrnost k životnímu prostředí .....	18
<b>5 VLASTNÍ ŠETŘENÍ</b>	<b>23</b>
<b>6 POPIS PŮD NA VYBRANÉ LOKALITĚ</b>	<b>23</b>
6.1 Černozem .....	23
6.1.1 BPEJ lokalita I .....	24
6.1.2 BPEJ lokalita II .....	25
<b>7 VÝKOP A POPIS PŮDNÍCH PROFILŮ</b>	<b>26</b>
7.1 Metodika .....	26
7.2 Realizace půdních sond a odběr vzorků .....	27
7.2.1 Půdní sonda I .....	27
7.2.2 Půdní sonda II .....	29
<b>8 ODBĚR PŮDNÍCH VZORKŮ</b>	<b>31</b>
8.1 Laboratorní metodika zpracování vzorků .....	31
8.1.1 Neporušené půdní vzorky .....	31



8.1.2	Porušené půdní vzorky .....	33
8.2	Neporušené půdní vzorky .....	33
8.2.1	Kopeckého válečky .....	34
8.3	Porušené půdní vzorky .....	36
8.3.1	Sáčková metoda .....	36
8.3.2	Ruční tyčové sondýrky .....	36
<b>9</b>	<b>STŘÍDÁNÍ PLODIN NA MODELOVÉ LOKALITĚ</b>	<b>38</b>
9.1	Osevní sled na lokalitách .....	38
9.2	Výpočet bilance organické hmoty .....	38
<b>10</b>	<b>VYHODNOCENÍ PŮDNÍCH VZORKŮ</b>	<b>40</b>
10.1	Neporušené půdní vzorky .....	40
10.1.1	Měrná hmotnost .....	40
10.1.2	Pórovitost .....	41
10.1.3	Nasáklivost .....	42
10.1.4	Momentální vlhkost .....	43
10.1.5	Retenční vodní kapacita .....	44
10.1.6	Maximální kapilární vodní kapacita .....	45
10.1.7	Kapilární pórovitost .....	46
10.1.8	Nekapilární pórovitost .....	47
10.1.9	Semikapilární pórovitost .....	48
10.1.10	Provzdušenost .....	48
10.1.11	Maximální kapilární vzdušná kapacita .....	50
10.1.12	Retenční vzdušná kapacita .....	51
10.2	Porušené půdní vzorky .....	52
10.2.1	Zrnitost .....	52
10.2.2	Půdní reakce .....	54
10.2.3	Organický uhlík v půdě .....	55
10.2.4	Skelet .....	57
<b>11</b>	<b>DISKUZE</b>	<b>58</b>
	<b>ZÁVĚR</b>	<b>62</b>
	<b>CITOVANÁ LITERATURA</b>	<b>63</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b>	<b>69</b>
	<b>SEZNAM TABULEK</b>	<b>71</b>
	<b>PŘÍLOHY</b>	<b>72</b>

## ÚVOD

Management půdy jako nástroj ochrany půdy před její degradací se v posledních letech stává mezi zemědělci velmi diskutovaným tématem. Jedná se především o odlišný přístup k hospodaření na půdách. Odlišnými přístupy jsou v největší míře orebné a bezorebné technologie zpracování půdy. Volba bezorebných, tzv. minimalizačních technologií může být za ideálních podmínek přínosem k efektivnímu hospodaření nejen z ekonomického hlediska ale i časového. Při volbě této technologie je nutné zvážit možná rizika, která jsou odlišná dle různorodých půdních podmínek.

Tato diplomová práce popisuje vliv použití odlišných managementů půdy na stabilitu půdního prostředí, resp. jeho odolnost vůči degradaci. Přibližuje široké veřejnosti téma půdy, zkušební stanici Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského ve Filipově, management půd a odlišné přístupy k hospodaření s důrazem na střídání plodin, osevní postupy, organickou hmotu, meziplodiny, aj. Vlastní šetření popisuje půdy na modelových lokalitách. Při vlastní realizaci došlo k výkopu dvou půdních sond nacházejících se ve vzájemné blízkosti na stejných půdních typech, avšak s odlišnými přístupy k hospodaření na pozemcích. Z půdních profilů byly odebrány porušené i neporušené půdní vzorky, které byly následně zpracovány v laboratoři Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy. Byl dohledán osevní sled za 5ti leté období (2017 – 2021) obou pozemků a ten posloužil k výpočtu bilance organické hmoty. Byly realizovány laboratorní rozbory fyzikálních vlastností vzorků odebraných z jednotlivých pozemků a hloubek. V závislosti na výsledcích rozborů a výpočtu bilance organické hmoty byly popsány dopady na organickou složku a fyzikální vlastnosti půdy.

## **CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Cílem práce je popsat vliv managementu půdy na stabilitu půdního prostředí, resp. jeho odolnost vůči degradaci. Práce vyhodnocuje odlišné přístupy k hospodaření s důrazem na střídání plodin, popisuje dopady na organickou složku půdy jako na významný stabilizační faktor a vyhodnocuje odolnost odlišných variant na projevy degradace (eroze, utužení, dehumifikace).

# 1 PŮDA

„Půda“ je těžko definovatelná, jelikož se o ní hovoří ve více odvětvích a každé chápe tento pojem z jiného pohledu – odlišně se na ni bude dívat stavební inženýr, geolog, pedolog či archeolog. Patří mezi neobnovitelné přírodní zdroje. Je nezastupitelnou složkou životního prostředí, bez které by život na Zemi nemohl být.

Množství půdy na Zemi je dáno plochou pevniny. Jak uvádí ve své publikaci Braniš (1997, 2004), z celkové plochy povrchu Země (asi 510 mil. km<sup>2</sup>) připadá na souše 29% plochy, tj. asi 148 mil. km<sup>2</sup>. Asi 58 mil. km<sup>2</sup> tvoří nenarušené přirozené ekosystémy, 40 mil. km<sup>2</sup> patří ostatním neobydleným územím, 5 mil. km<sup>2</sup> je plocha zastavěná a něco přes 45 mil. km<sup>2</sup> je zemědělská půda (Braniš, 1997).

Kniha Handbook of Soil Science (2000) uvádí tuto definici půdy: „Půda je přirozený, třídimenzionální útvar s definovatelnými hranicemi, které běžně, ale ne vždy tvoří horizonty složené z minerálních a organických materiálů, obsahující organismy schopné podporovat růst vegetace.“ Půda totiž není jen základním výrobním prostředkem v zemědělství. Je jednou z nejvýznamnějších složek životního prostředí s mnoha důležitými funkcemi – v jejím prostředí akumuluje a filtruje voda, je důležitým stanovištěm rostlin a živočichů, zdrojem nezbytných materiálů pro stavební průmysl a archivem dějin všech lokalit. Půda není stabilní, neměnnou složkou životního prostředí, jedná se o stále se vyvíjející systém, který je v našich podmínkách nepřehlédnutelně ovlivněn činností člověka (Brtnický a kol, 2012).

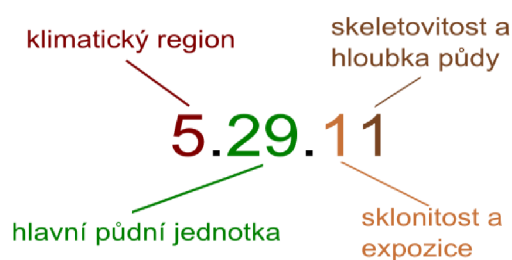
Šimek v knize Živá půda (2021) půdu definuje jako přirozeně se vyskytující vrstvu na zemském povrchu, které obsahuje minerální a organické částice, vodu a vzduch, zajišťující život organismům v půdě a umožňující život rostlin. Šimek (2021) charakterizuje půdu jako porézní médium, mechanicky dostatečně pevné k udržení rostlin v náporu větru, zároveň přiměřeně propustné, v němž dokážou růst kořeny rostlin a mnozí živočichové budovat své chodby.

V posledních letech je hojně používán termín ekosystémové služby půdy. Takové služby lze rozdělit na zásobovací (přinášejí člověku produkt přímo), regulační (ovlivňují důležité přírodní procesy), kulturní (přispívají k duševnímu rozvoji člověka) a podpůrné (zajišťují plnění předchozích funkcí). Půdní vlastnosti určují schopnost půdy plnit jednotlivé funkce, což přináší ekosystémové služby (Šimek a kol., 2021).

Pro Evropu je charakteristická velká rozmanitost půd, které zahrnují přes 320 hlavních půdních typů, v nichž se sdružuje asi 10 000 typů půd s pestrou fyzikální škálou chemických a biologických vlastností.

## 1.1 BPEJ

V České republice se k stanovení kvality a zdraví půdy používá bonitovaná půdně ekologická jednotka (BPEJ). Slouží k hodnocení absolutní a relativní produkční schopnosti zemědělsky využívaných půd a stanovení podmínek k jejich nejefektivnějšímu využití. Hodnota BPEJ je charakterizována pětímístným kódem.



Obrázek 1: Charakteristika čísel v kódu BPEJ

Základní soustava vymezuje 2140 BPEJ, ke kterým jsou k dispozici ekonomické charakteristiky, doplněné o nových 138 kódů, pro které je nutné tyto charakteristiky nejprve zpracovat. Celkem databáze BPEJ obsahuje 2278 kódů. Celkem je k sestavení kódů BPEJ k dispozici seznam 10 klimatických regionů a 78 druhů hlavních půdních jednotek (HPJ).

## 1.2 Degradace půd

Degradaci půd se označuje vše, co snižuje její kvalitu. U kvality půdy platí, že abychom ji mohli označovat za kvalitní, musí splňovat své funkce – produkční (význam půdy v zemědělství a lesnictví), mimoprodukční (ekologické, technické, historické, estetické a rekreační). Tak jako víme, že půdy nerozlišujeme jen na kvalitní nebo nekvalitní, také degradace půdy nabývá různých typů, stupňů a různě se projevuje.

### Rozlišujeme dvojí mechanismy degradace půd:

- Přírozené – souvisejí s půdotvornými procesy a vlivy nejrůznějších faktorů prostředí na půdu a její vývoj (změny půdní textury i struktury, vymývání látek, změny pH, změny v množství půdních organismů a jejich společenstev)
- Mechanizmy spojené s činností člověka a využíváním půdy – na rozdíl od mechanismů přirozených je může člověk potlačit, zesílit nebo zcela odstranit

Nejvíce degradované půdy se nachází v Africe (40 %) a v Asii (36 %). Přibližně 750 milionů hektarů půdy je postiženo slabým stupněm degradace, kterou je možné napravit aplikováním běžných agrotechnických opatření (Oldeman, 1994).

### Hlavní typy degradace půd:

- Eroze (větrná, vodní)
- Acidifikace
- Salinizace a alkalizace
- Snížení obsahu nebo kvality organické hmoty
- Degradace fyzikálních vlastností (struktura, pórovitost, zhutnění)
- Extrémní vodní režim (přemokření, zaplavení, sucho)
- Degradace biologických vlastností
- Nežádoucí změny obsahu živin v půdě (vyplavení, přehnojení, ...)
- Znečištění půdy polutanty
- Ztráta půdy (stavby, cesty, ...)

Pro jednotlivé typy degradace půdy je charakteristické, že navzájem podmiňují vznik ostatních degradací. Důležitým klasifikátorem kvality půdy je její struktura a stabilita, přičemž půdy s nestabilní půdní strukturou snáze podléhají utužení. Rozpadu půdní struktury a následnému utužení půdy tedy často předchází acidifikace půdy a úbytek organické hmoty. Mezi další důležité faktory ovlivňující tento proces řadíme vliv těžké zemědělské a lesní mechanizace, změnu hydrotermických podmínek způsobených vysokými dávkami závlahové vody, pěstování monokultur bez zastoupení víceletých pícnin v osevním postupu, používání draselných hnojiv a další. (VÚMOP, 2020)

Šimek a kol. (2021) ve své publikaci uvádí, že v našich klimatických a půdních podmínkách ČR jsou nejzásadnějšími degradačními procesy eroze, zhutnění půd a rozpad její struktury.

#### Hlavní příčiny degradace půd, které zapříčinily současný stav:

- Odlesnění a odstranění původní vegetace
- Nadměrná pastva
- Intenzivní zemědělství
- Nadměrné užívání přirozené vegetace
- Průmyslové technologie

Na půdy po celé Evropě působí řada negativních vlivů. Mnohé z těchto procesů jsou součástí přirozeného vývoje půd, ale člověk vlivem svých aktivit často zvyšuje jejich intenzitu. Odhaduje se, že z celkové rozlohy Evropy je 12 % (115 milionů hektarů) ohroženo vodní erozí a dalších 42 milionů hektarů podléhá větrné erozi (Jones a kol., 2012). Přibližně 45 % půd v Evropě má příliš nízký obsah půdní organické hmoty – především půdy jižní Evropy, ale také ve Francii, Německu nebo Velké Británii. Dále je velkou hrozbou výrazné znečištění půd těžkými kovy a minerálními oleji (Šimek a kol., 2021).

Ze všech degradačních mechanismů je v ČR nejlépe monitorováno a podchyceno znečišťování půd chemickými látkami. Monitoringem zemědělských půd sledujeme stav a dynamiku půdních vlastností a vlivy, které působí na půdu a její produkční a ekologické funkce. Takový monitoring se provádí na vybraných plochách stálým a přesně definovaným souborem měřících postupů. Odpovědnost za monitoring zemědělského půdního fondu (ZPF) na území České republiky má Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (Staňa, 2017).

Jednou z nejvýznamnějších kapitol degradace půd je dehumifikace. Pod tímto pojmem rozumíme úbytek organické hmoty akumulované v půdě. Na otázku, proč k tomu dochází, odpovídá Šarapatka (2021) jasně: “Hlavním problémem vedoucím k dehumifikaci zemědělských půd je nedostatečný přísun organických hnojiv (hnůj, kejda, komposty), který je způsoben především změnou struktury hospodaření a poklesem chovu hospodářských zvířat. Vliv na zásoby organické hmoty v půdě má i nedostatečný přísun organických látek ve formě zeleného hnojení a posklizňových

zbytků a jejich následná rychlá mineralizace., Mezi další faktory negativně ovlivňující obsah humusu v půdě řadíme i podstatné změny v užívání půdy, jako jsou závlahy, odvodnění, rozorávání luk a pastvin. Ke značným ztrátám dochází i v důsledku vodní a větrné eroze. Obnovení původního stavu docílíme zejména opětovným dodáváním organické hmoty do půdy a zabráněním jejího opětovného odnosu. K tomu se využívají zejména protierozní opatření a zavádění nových půdoochranných technologií (Šarapatka a kol., 2021).

## 2 ÚKZÚZ

Historie polního zkušebnictví v České republice se začala psát v roce 1899. Pokusnická činnost byla zpočátku brzděna nedostatkem vlastních objektů. Pokusnictví bylo tudíž odkázáno na ochotu zemědělců poskytnout svoji půdu k pokusům, nebo dokonce provádět pokusy pod odborným vedením. Nebylo však možné žádat po nich provádění důležitých pozorování. To bránilo rozsáhlejšími pokusům i jejich zakládání na stejném honu. Proto Ministerstvo zemědělství postupně vybudovalo po celé republice síť polních zkušeben, které měly provádět výzkum, osvětu i kontrolu v oblasti zemědělské výroby a pomáhat využívat nejnovější poznatky zemědělcům v místě svého působení (Bártová a Brom, 2015).

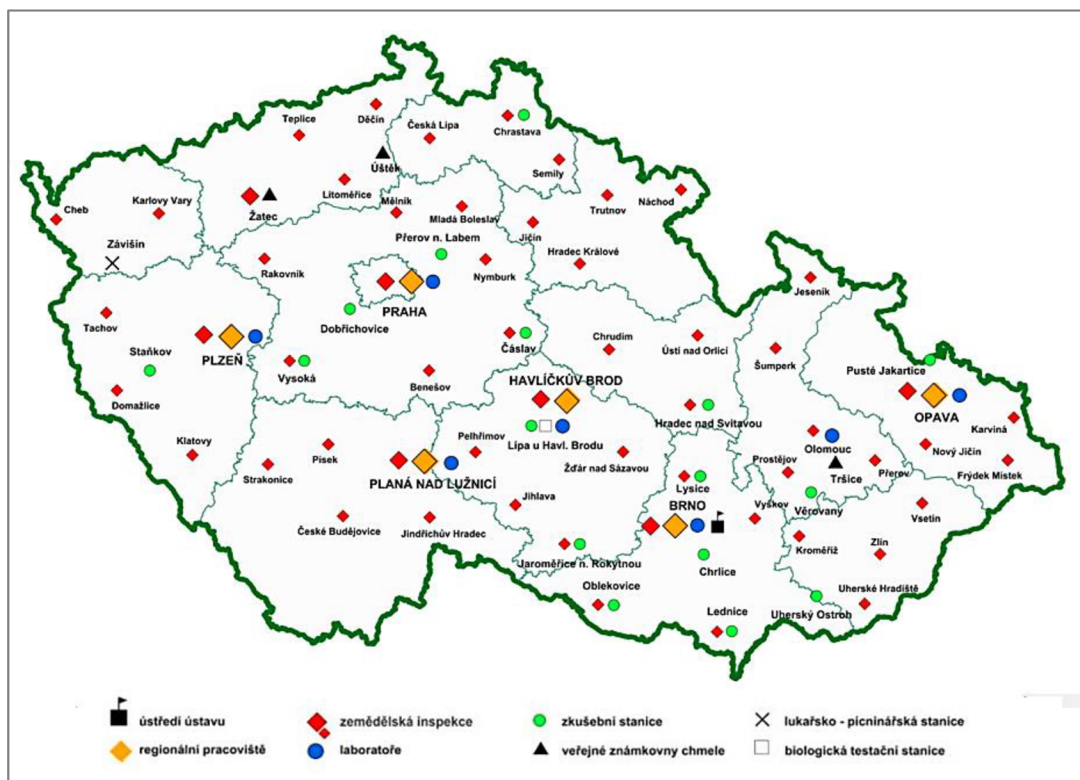
Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský byl založen Ministerstvem zemědělství v roce 1951. Provádí správní řízení a vykonává jiné správní činnosti, odborné a zkušební úkony, kontrolní a dozorové činnosti v oblasti odrůdového zkušebnictví, krmiv, agrochemie, půdy a výživy rostlin, osiv a sadby pěstovaných rostlin, trvalých kultur (vinohradnictví a chmelařství), ochrany proti škodlivým organismům a v oblasti přípravků na ochranu rostlin.

Ústav se dále zabývá vývojem a ověřováním laboratorních postupů, metod zkoušení, prováděním a vyhodnocováním vegetačních a biologických zkoušek, metodickým vedením osob provádějících odborné a zkušební úkony, organizováním mezilaboratorních zkoušek, monitoringem znečišťujících látek v krmivech, půdě a ve vstupech do půdy, monitoringem intenzivně obhospodařovaných sadů a odbornými posudky.



## 2.1 Celorepubliková působnost

Hlavní sídlo Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského je umístěno v Brně a jeho činnost je zabezpečována na několika pracovištích na území celé České republiky.



Obrázek 2: Mapa rozmístění pracovišť ÚKZÚZ na území ČR (eagri.cz)

Síť stanic se upravovala tak, aby byly zastoupeny rovnoměrně v celé republice jednotlivé půdní i klimatické oblasti. Součástí sítě zkušebních stanic je od roku 1953 i zkušební stanice v Čáslavi, která však existovala již mnohem dříve, jako polní zkušebna.

## 2.2 ZS Čáslav – Filipov

### 2.2.1 Historie

Státní výzkumná stanice v Čáslavi byla zřízena Ministerstvem zemědělství v roce 1921 jako jedna z prvních pokusnických stanic v České republice. Stanice na svém počátku nejprve působila jako součást nově vzniklé hospodářské (později zemědělské) školy v Čáslavi. Pokusné pozemky byly pronajímány od velkostatků v okolí. Neexistovalo tedy žádné konkrétní pracoviště. Při zakládání pokusů tedy přetrvávaly nevýhody z předešlých období.

Na podzim roku 1924 se podařilo získat od Státního pozemkového úřadu pozemky u Filipova a začalo se stavět zázemí stanice s obytnou budovou, kůlnou pro zemědělské stroje, mlatem a skladem. Do této doby byla existence stanice záležitostí administrativní. Ziskem plochy pro vybudování zázemí stanice umožnilo vznik skutečného pracoviště s cca 10 ha vlastních pozemků.

První pokusy na vlastních pozemcích byly založeny už v roce 1925. Stanice prováděla pokusy srovnávací odrůdové, hnojařské, statistické a s různými druhy mořidel. Pokusnými plodinami byly obiloviny, okopaniny, jeteloviny a luštěniny. Od roku 1923 byly prováděny i zkoušky na vybrané zelenině (zelí, mrkev, okurky a cibule). Na přelomu 20. a 30. let 20.století byly zakládány pokusy s 12 léčivými bylinami a zakládaly se i první pokusy kukuřice.

Od počátku prováděly stanice i výzkum v oblasti živočišné výroby. Čáslav se zaměřila na dojnice. 10 kusům dojníc ze školního statku se 3x denně vážily dávky krmiva a měřilo množství nadojeného mléka, které se rozborovalo v laboratoři stanice, umístěné ve školní budově. Výzkum prokazoval souvislost mezi kvalitou mléka a krmiva.

V roce 1926 byla postavena meteorologická stanice. Každodenní sledování počasí, měření srážek, měření teploty několikrát za den a vedení meteorologických záznamů prováděl tzv. dozorce zkušebny.

ZS Čáslav prováděla pro zemědělce rozborů půdy a doporučovala používání nově se rozšiřujících průmyslových hnojiv - správné hnojivo a správná dávka. Dlouhodobým pozorováním a zpracováváním poznatků z dotazníků půdní zkušebny odhalily souvislost mezi geologickým původem půdy a kvalitou obilovin. Proto se od roku 1934 začaly ve spolupráci s výzkumnými stanicemi tvořit geologické mapy.



Od roku 2014 na stanici sídlí regionální pracovníci oddělení zemědělské inspekce (bývalá Státní rostlinolékařská správa).

Aktuálně je pokusnictví na stanici zaměřeno na 3 základní činnosti:

- Zkoušky pro ochranu práv k odrůdám – OUS/DUS testy
- Zkoušení odrůd k registraci
- Zkoušky pro doporučený seznam odrůd

### 2.2.3 Pěstované plodiny na ZS Čáslav

Tabulka 1: Přehled pěstovaných plodin na ZS Čáslav

Obiloviny	Olejninny	Luskoviny	Okopaniny	Ostatní plodiny
ječmen jarní	mák	lupina úzkolistá	kukuřice	kmín
pšenice jarní	řepka ozimá	hrách polní	řepa cukrovka	čirok zrnový
pšenice ozimá	slunečnice	sója luštinatá	brambory	vojtěška
pšenice tvrdá				technické konopí
				světlice barvířská
				svazenka vratičolistá

### 2.2.4 Charakteristika lokality

Modelová lokalita má stejně jako v minulosti jednoznačně dominantní funkci v podobě intenzivního zemědělství. Rovinatý terén s převahou velkých půdních bloků obhospodařovaný zemědělskými družstvy. Na lokalitě a jejím blízkém okolí se vyskytují sprašové černozemě a hnědozemě. Lokalita se nachází v řepařské výrobní oblasti, podoblasti Ř1. Pokusná stanice spadá do klimatického regionu T3 (oblast mírně teplá) klimatický okrsek B2 (mírně teplý, mírně suchý, převážně s mírnou zimou). Agroklimatické členění (makrooblast, oblast a podoblast): teplá, poměrně teplá, mírně suchá.

Tabulka 2: Charakteristika lokality (eagri.cz)

Nadmořská výška (m)	260
Dlouhodobá průměrná teplota t30 (°C)	8,9
Dlouhodobý průměrný úhrn srážek s30 (mm)	555
Půdní typ a druh	ČMh - h

### 3 MANAGEMENT PŮDY

Současné zemědělské hospodaření využívá více způsobů zpracování půdy, které využívají konstrukčně komplikovaných a kombinovaných pracovních náčiní. Zpracování půdy rozdělujeme dle agrotechnických zvyklostí na základní zpracování půdy, předseťovou přípravu a zpracování během vegetace. Moderní systém zemědělství se snaží o sdružování klasických operací nebo naopak o redukci některých operací s tendencí minimalizovat zpracování půdy. Aktuálním silným trendem v zemědělství je snaha o minimalizaci přejezdů po půdním povrchu, čímž se snaží docílit úspory času i pohonných hmot.

Při dnešních trendech zpracování půdy rozlišujeme technologie s orbou a bez orby. Je-li využita orba, dochází nadále ke slučování jednotlivých operací – příkladem může být spojení předseťové přípravy se samotným setím. Jak ve své publikaci uvádí Šimek a kol. (2021) “V současném pojetí se ale za skutečné minimalizační technologie považují pouze ty, které orbu zcela vynechávají.“ Minimalizační a půdoochranné technologie jsou šetrnější k půdním živočichům a mají pozitivní vliv na mikroorganismy.

Zpracování půdy stále patří mezi základní a nejvýraznější opatření ovlivňující biodiverzitu na orné půdě. Zpracování půdy můžeme rozdělit na orbu, která může mít různé podoby v závislosti na hloubce, počtu kultivačních prací a použitých strojích. U orby dochází k převrácení vrstvy ornice. Odlišné je redukované zpracování půdy, které může mít několik podob, které jsou závislé na množství rostlinných zbytků na povrchu půdy a použitých technologiích. Proto systémy redukovaného zpracování půdy dělíme na dvě skupiny, a to na technologie minimálního zpracování půdy, které obsahují omezenou manipulaci s půdou smícháním zbytků rostlin do povrchu půdy a bez zpracování půdy, přičemž plodiny jsou součástí nezpracované půdy, s nebo bez odstranění zbytků plodin z povrchu (Alskaf a kol., 2020).

V konvenčním zemědělství dochází často k intenzivnímu hospodaření na půdách a s tím související vysoké vstupy chemikálií, což má za důsledek zhoršující půdní vlastnosti, které vedou k degradaci půdy a erozi. Konzervační postupy, kterými vnímáme bezorebné zpracování půdy a ekologické zemědělství, mají značný potenciál posílit zdraví půdy (Yi Wang a kol., 2017). Ovšem vždy je při pěstování polních plodin nutné určité zpracování půdy.

Cooper R. J. a kol. (2020) jako výsledek svého výzkumu uvádějí, že ochranné zpracování půdy, potažmo omezení orby, nemá ve výsledku pouze pozitivní přínosy (minimalizaci přejezdů po půdním povrchu dochází k úspoře pohonných hmot a času). Omezení či dokonce nedostatek hlubokého zpracování půdy může vést ke zvýšení objemové hmotnosti půdy (zhutnění půdy a podorničí), k rozvoji populací polních škůdců a plevelů, k nadbytečné akumulaci živin v povrchových vrstvách půdy.

Z provedených analýz vztahu mezi výnosem na ha a množstvím vyplaveného dusíku vyplývá, že ztráty dusičnanů jsou vyšší v ekologickém zemědělství. Výsledky poukazují na nutnost zařadit do osevních postupů v podzimním období jetelotravní směsky, které zajistí vysokou absorpci dusíku. Rovněž takové rozmanité osevní postupy sníží vyplavování dusíku do podzemních vod (Biernat a kol., 2020).

Upouštění od orby a snížená intenzita zpracování půdy (technologie minimálního zpracování půdy) zapříčiňuje rozvoj vytrvalých druhů plevelů, jako je např. pcháč rolní (*Cirsium arvense*), pýr plazivý (*Elytrigia repens*), hrachor hlíznatý (*Lathyrus tuberosus*), pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*) aj. V minulosti při používání klasického zpracování půdy byl kořenový systém vytrvalých druhů silně poškozován podmínkou a hlubokou orbou. Regenerace byla pomalá. Nové zeslabené výhony zpravidla vyrašily až v jarních měsících, kdy byly ozimy rychlým růstem potlačovány. Při současném minimálním zpracování půdy je kořenový systém poškozován minimálně a segmenty vegetativních diaspor zůstávají v celém profilu zpracované půdy. Proto se regenerující rostliny objevují již krátce po vzejití rostlin ozimů a jsou schopny potlačovat plodiny (Štrobach a kol., 2019).

Dalším faktorem je zpracování půdy, které ovlivňuje změny suchozemských stanovišť. Se změnou půdního prostředí se naruší potravní sítě, což zejména způsobí poškození edafonu, zejména chvostokoky, roztoče a žížaly (Marwitz a kol., 2014, Tsiafouli a kol., 2015). Technologie minimálního zpracování by měly být prováděny na pozemcích s minimálním výskytem vytrvalých plevelů. Mělké zpracování půdy poškozují pouze svrchní část kořenového systému. Toto poškození vyvolává velmi silnou regeneraci, což vede k poměrně rychlému rozšíření vytrvalých plevelů (Ringselle a kol., 2016). Zpracování půdy stále patří mezi základní a nejvýraznější opatření v systému regulace plevelů na orné půdě. V minulosti bylo v podstatě jediným účinným opatřením

## 4 ODLIŠNÉ PŘÍSTUPY K HOSPODAŘENÍ

### 4.1 Střídání plodin

Osevní postupy se začaly praktikovat již v dobách, kdy rolníci poznali, že neustálým pěstování jedné plodiny na stejném pozemku se úrodnost zdejší půdy vyčerpává. Způsoby zpracování zemědělské půdy se v dnešní době všeobecně přehodnocují, mimo důraz na zlepšování péče o půdu je jedním z hlavních cílů také snížit náklady na její obdělávání (Hůla a kol., 2002). Počátek střídání plodin na našem území se váže k zavedení trojhonného hospodářství v období 8. – 9. století. Tento způsob spočíval ve stálém obdělávání půdy, kdy se střídaly ozimy, jařiny a úhor. Historicky vznikly za účelem střídání plodin tzv. Klasické osevní postupy:

- Norfolkský osevní postup (jetel, ozimá obilnina, hnojem hnojená okopanina, jarní obilnina)
- Kentský osevní postup (jetel, ozimá obilnina, luskovina, jarní obilnina)

Po zavedení systému střídání plodin se projevilo výrazné zvýšení výnosů u většiny plodin, rozvoj průmyslu i živočišné produkce. Jak uvádí ve své publikaci Šarapatka a kol. (2010), Norfolkský osevní postup byl do našich podmínek doplněn luskovinami a ozimou řepkou.

Střídání plodin představuje efektivní kontrolu a regulaci chorob, škůdců a zaplevelení, což napomáhá k nárůstu organické hmoty v půdě, omezení eroze půd a zlepšení půdní struktury. Při správném střídání plodin se značně mění prostředí pro plevele.

Velká většina plodin se pěstuje monokulturně, což znamená, že v porostu významně převládá jedna plodina. Termín monokultura lze také vnímat jako opakované pěstování jedné plodiny nebo téhož typu plodin (obilniny) na jednom konkrétním pozemku (Šimek a kol., 2021). Takové rozsáhlé plochy monokultur plodin jsou charakteristické pro dnešní intenzivní zemědělství, které mají řadu negativních dopadů na kvalitu prostředí. Monokulturní pěstování narušuje rozmanitost a ničí pestrost krajiny, má značně devastující dopady na biodiverzitu a poškozují ekosystém.

Současné intenzivní zemědělství využívá sledy dvou či tří plodin. Dochází sice ke střídání plodin, jsou však ignorovány základní principy střídání plodin – nedodržují se podstatné zásady. Zhoršující plodiny nejsou dostatečně prostrídávány plodinami zlepšujícími, v osevních postupech je absence jetelovin, jetelotravin i plodin vyžadující hnojení statkovým hnojem či jinými organickými látkami.

- Zlepšující (jeteloviny, luskoviny, okopaniny, meziplodiny)
- Neutrální
- Zhoršující (obilniny)

Střídání plodin na pozemku má svá pravidla, tzn. Musí být dobře navrhnut a musí splňovat mnoho požadavků. Sestavit takový osevní postup vyžaduje odbornost a zkušenost (Šarapatka a kol., 2010) (Šimek a kol., 2021).

Dodržování zásad střídání plodin, kdy dochází ke střídání obilnin a širokolistých plodin, okopanin a využívání vytrvalých i jednoletých píceň vytváří základní předpoklad pro snížení zaplevelení polí.

Strukturální skladba plodin musí být vždy kompromisem mezi stanovištěm a ekonomickými a současně ekologickými podmínkami (pestrost a stabilitu systému a udržení půdní úrodnosti). Od roku 1990 se výrazně změnila struktura plodin v důsledku snižování stavu skotu. Z toho důvodu došlo ke snížení plochy víceletých píceň na 14,3 % orné půdy a v roce 2009 jen na 7,2 %. U jednoletých píceň byl zaznamenán pokles z 18,9 % na 8,1 %. Na druhou stranu byl zaznamenán významný nárůst ploch olejnin, především řepky ozimé. V roce 1990 byly olejnin na 4 % orné půdy a v roce 2009 na 19,3 %. Obilniny zaujímají v ČR více než polovinu orné půdy – v roce 2009 61 % orné půdy (Procházková a kol., 2011).

V roce 2022 zaujímala v ČR osetá plocha pšenice ozimé 801 578 ha, představuje 32,6 % z celkové osevní plochy (2 455 567 ha). Oproti roku 2021 plochy ozimé pšenice narostly o 92 041 ha. Víceleté píceň zaujímaly v roce 2022 z celkové plochy 210 144 ha, z toho byla vojtěška setá na 75 328 ha, což je 3,1 % z celkové osevní plochy. V roce 2021 bylo o 4 749 ha více vojtěšky seté a rovněž celková plocha víceletých píceň byla o 6526 ha vyšší. V roce 2012 plocha jednoletých píceň tvořila 223 551 ha, což je 9,1 % z celkové oseté plochy a oproti roku 2021 se jejich plocha zvýšila (ČSÚ, 2022).



Současná struktura osevu plodin na orné půdě v České republice naprosto neodpovídá základním zásadám střídání plodin a má svou aplikací škodlivé dopady na půdu i životní prostředí, uvádí Šimek a kolektiv (2021).

S vývojem lidstva se rozšiřovaly i možnosti půdní úrodnosti. Vrcholový zlom se udál na sklonku 20. století, kdy obhospodařované plochy vzrostly desetkrát až dvanáctkrát. Nárůst ploch a s tím spojené problémy vedly ke zjednodušení schématu střídání plodin, redukci počtu zvolených plodin i pozemků. Extenzivní obdělávání půdy vedlo k potřebě přehodnocení systémů spojených s růstem plodin. Docházelo k široké aplikaci minerálních hnojiv bez větší regulace, nabízely se prakticky neomezené možnosti mechanizace na kultivace půdy, došlo k představení vysoce efektivních pesticidů na ochrany rostlin a v neposlední řadě se dostavily úspěchy ve šlechtění rezistentních druhů plodin. Tyto intenzifikační faktory potlačily význam střídání plodin, ačkoliv se stále podílejí na zvyšování půdní úrodnosti. Pěstováním nejproduktivnějších plodin v daných ekologických podmínkách tak bylo dosahováno maximální produkce z dané jednotky plochy. Intenzifikace tak nabízí způsoby opakovaných osevních postupů hlavních plodin, zachovávajících důležitou sanitární roli procesu (Djumaľiebra a kol., 1993).

Správným střídáním plodin dochází k podpoře dostupnosti živin, mající za následek snížení dávkování hnojiv a celkových nákladů na výživu půdy. Nejčastěji se doplňují do osevních postupů luštěniny nebo vojtěška, které zvyšují obsah dostupného dusíku v půdě například pro následně oseté obiloviny (Mallarino a kol., 2006).

Roth (2014) ve své publikaci uvádí, že zařazením pícnin do osevního sledu výrazně ovlivníme zlepšení pórovitosti půdy, což povede ke zlepšení resistance proti erosivním jevům (srážky, vítr). Dále přispívají rozkladem svého kořenového systému k tvorbě humusu.

Plodiny s vysokým poměrem C : N organické hmoty (např. kukuřice, obiloviny) střídající se s plodinami s poměrem nízkým (např. sója), přispívá k tvorbě rozmanité mikrobiální aktivity. To vše je doprovázeno zlepšením půdní struktury vedoucí ke stabilizaci půdní struktury a snížení náchylnosti půdy k erozi (Boquet, 2012).

## 4.2 Hnojiva a pomocné půdní látky / Organické hnojení

Jedná se o statková hnojiva, organickou hmotu v různých formách, horniny, soli, vápenatá hnojiva, aj. Do této skupiny řadíme přírodní produkty a vedlejší produkty zemědělské výroby.

### Význam organických hnojiv:

- přísun organických látek do půdy
- zdroj energie a uhlíku pro půdní mikroorganismy
- ochrana humusu před rozkladem
- zvýšení stability půdních agregátů
- obsahují všechny rostlinné živiny a zlepšují využití živin
- pozitivně působí na fyzikálně – chemické vlastnosti půdy

## 4.3 Organická hmota

### **Pokles obsahu organické hmoty v půdě**

Obsah humusu v půdě výrazně klesá intenzivním zemědělským hospodařením, protože zvýšená aerace a intenzivnější hydrotermické pochody v půdě tlumí humifikaci organických zbytků a zvyšují mineralizaci.

### Důsledky úbytku půdní organické hmoty lze shrnout takto:

- ztráta stability půdních agregátů (degradace fyzikální)
- větší zranitelnost vodní a větrnou erozí
- snížení pufrací schopnosti půdy a vzrůst zranitelnosti acidifikací
- snížení filtrační schopnosti a snížení retenční kapacity
- snížení poutání kontaminujících látek a obecně zvýšení jejich mobility
- snížení poutání živin
- zvýšení obsahu dusičnanů v půdě s časově omezeným vlivem na výživu
- rostlin a s negativním dopadem na hydrosféru
- snížení produkční schopnosti půdy v důsledku všech předchozích bodů

Organická hmota má velice důležitou roli při retenci vody, kdy v podílu půdy obsahuje 2 – 3 % obsahu pevné fáze.

V České republice není reálně určit jednoznačný trend vývoje obsahu humusu. Ministerstvo zemědělství dle dosavadních zjištění udává, že ke snížení obsahu humusu došlo nejčastěji na půdách po jejich odvodnění (o 5 – 15 % v závislosti na půdním typu). Úbytek humusu byl ale zaznamenán také na půdách intenzivně zavlažovaných. U černozemí nebyly zjištěny zásadní změny v obsahu humusu.

Tabulka 3: Množství posklizňových zbytků zemědělských plodin (Šarapatka, 2010)

Plodina	Hmotnost zbytků (t.ha-1)	Plodina	Hmotnost zbytků (t.ha-1)
vojtěška	8,3	pšenice ozimá	3,49
jetel luční	5,23	ječmen jarní	2,48
jetel plazivý	3,29	oves	2,86
jetel malokvětý	3,65	žito	3,22
hořčice	1,42	řepka ozimá	1,48
svazenka	1,57	brambory	0,91
bob	3,14	cukrovka	1,08

Škarpa (2020) při svých přednáškách uvádí, že v podmínkách ČR je roční spotřeba nehumifikovaných organických látek v rozmezí 3,5 až 4,5 t/ha. Tato hodnota je z 50 až 60 % tvořena posklizňovými zbytky pěstovaných plodin a zbývajících 40 až 50 % je nutné doplňovat organickými hnojivy.

Organická hmota v půdě příznivě ovlivňuje její fyzikální a chemické vlastnosti, je jedním ze základních faktorů půdní úrodnosti a je výraznou podmínkou existence bohaté půdní bioty. Půdy, které jsou dobře zásobené organickou hmotou, mají vyšší schopnost vyrovnávat se s výkyvy počasí i dalšími faktory. Díky dobrému zásobení organickou hmotou půdy lépe odolávají suchu a přívalovým srážkám.

Mluvíme-li o poklesu organické hmoty (tzv. dehumifikaci) půdy, bývá způsobena převážně intenzivním obděláváním půdy bez dodávání organických hnojiv, vodní i větrnou erozí apod. VÚMOP za základní důsledky dehumifikace půdy uvádí snížení biologické aktivity půd, zhoršování půdní struktury, zhoršení fyzikálních charakteristik, utužení půdy, pokles pufrční schopnosti půdy a snížení její odolnosti k acidifikaci a alkalizaci se zvýšením náchylnosti k erozi. Nezanedbatelným důsledkem je rovněž pokles produkční schopnosti půdy, který vede ke snížení výnosů zemědělských plodin.

Vzhledem k výraznému poklesu stavů dobytka v ČR v minulosti je nedostatečné organické hnojení problémem téměř u všech našich orných půd. Jedním z nástrojů, jak čelit dehumifikaci půdy, je bilance přínosů a ztrát organické hmoty na daném pozemku. Aplikace dodatečného množství humusu do půdy vyjadřuje především množství dodané organické hmoty z posklizňových zbytků nebo organických hnojiv. Ztrátu humusu rozdělujeme na biologickou a mechanickou. Za biologickou ztrátu považujeme mineralizační procesy a organickou hmotu využitou pro růst rostlin. Mechanickou ztrátou je myšlen trvalý odnos půdních částic erozí z pozemků včetně organické hmoty.

#### **4.4 Meziplodiny**

Jedná se o plodiny zařazené mezi pěstování plodin hlavních. Jejich cílem je chránit půdu a její povrch před erozí. Mnoho meziplodin relativně rychle vytváří dostatek biomasy, která se při vhodném zapravení do půdy snaží nahradit nedostatečnou organickou hnojivou. Jak uvádí Badalíková a kolektiv (2017) v současném intenzivním zemědělství je význam meziplodin hrubě podceňován, není tak využit jejich potenciál pro ochranu půdy před erozí, zlepšení struktury i zasakování vody do půdy (Badalíková, 2019), doplňování zásob organické hmoty a dočasnou imobilizaci živin v půdě včetně ztrát dusíku (Knitl a kol., 2019).

#### **4.5 Hospodaření na půdách a šetrnost k životnímu prostředí**

Hospodaření na půdách spočívá v souboru operací, které mechanickým způsobem mění vlastnosti ornice. S aktuální vývojem moderního zemědělství se mění názory na význam zpracování půdy. Odráží zpravidla současný stav rozvoje pěstitelských technologií, kde převládá razantní vývoj techniky v posledních letech i obohacení o nové výsledky vědeckého poznání (Ledvina, a další, 2000).

Současné trendy ve zpracování půdy se v posledních deseti letech výrazně podřídily výkonnosti strojů, ekonomickým a environmentálním dopadům. To vše bez ohledu na důsledky, které jsou tím půdě způsobovány – zhutnění půd a destrukce. Současná úroveň zemědělské techniky a systémů zpracování půdy na území ČR je srovnatelná se systémy hospodářsky vyspělých zemí (Šarapatka, a další, 2010).

Šarapatka se svým kolektivem (2010) zmiňuje, že např. při konvenčním způsobu hospodaření se podílelo zpracování půd 16 - 18 % na výnosu pěstovaných plodin. V porovnání v systému omezující aplikaci chemických intenzifikačních vstupů je podíl zpracování půdy na výnosech plodin 25 - 30 %. Z takových dat lze jednoznačně dojít k závěru, že pro současné integrované zemědělství mají vyšší význam zpracovatelské a kultivační zásahy.

Za hospodaření šetrné k životnímu prostředí považujeme půdoochranné zpracování půdy. Takové zpracování obsahuje sdružené technologie, které kombinují ochranné a výrobní efekty. Ochranné efekty souvisí se zbytky rostlin, ty se aplikují jako mulče na povrchu půdy. Mulč poskytuje ochranu vrchní vrstvě půdy, čímž dochází k efektivní redukci půdní eroze a také zlepšení půdního prostředí (Hůla a kol., 2008).

Půdoochranné zpracování půdy je charakterizováno základním principem, kdy je půda zpracována do požadované hloubky namísto orby jiným nářadím s aktivními či pasivními pracovními orgány, nebo dochází k setí přímo do nezpracované půdy. Jak ve své publikaci uvádí Kolínský (1994), část nebo všechny posklizňové zbytky jsou ponechány na povrchu půdy, či jsou zapraveny těsně pod povrch půdy.

Podle Sommera a Zacha (1990) je půdoochranné zpracování půdy založeno na dvou přístupech:

- 1) Redukce intenzity základního zpracování půdy (šetrně kypřit) bez obracení zpracovávané vrstvy půdy (k dosažení stabilní půdní struktury)
- 2) Ponechání rostlinných zbytků předplodin a meziplodin blízko povrchu půdy nebo přímo na povrchu půdy. Při cíleném používání většího množství rostlinných zbytků hovoříme o výsevu do mulče.

### **Základní půdoochranné technologie zpracování půdy (Miština a kol., 1993):**

- 1) Technologie setí do nezpracované půdy (No-tillage) Půda se před setím neobdělává. Seje se do úzké rýhy nezpracované půdy speciálním secím strojem.
- 2) Technologie setí do hrůbků (Ridge-tillage) Technologie bez základního zpracování půdy. Širokořádkové plodiny se sejí speciálním secím strojem do hrůbků, které se vytvářejí zároveň se setím.

- 3) Pásové zpracování půdy (Strip-tillage) Půda se před setím nezpracovává. Seje se do nezpracované půdy. V průběhu vegetačního období se půda mechanicky zpracovává v úzkých pásech.
- 4) Mulčovací technologie zpracování půdy (Mulch-tillage) Půda se před setím zpracuje tzv. podřezáním strniště, kdy podřezané strniště nebo posklizňové zbytky jiných rostlin zůstávají na povrchu půdy. Používají se speciální stroje se šíповými radličkami.
- 5) Redukované zpracování půdy (Reduced-tillage) Základem je redukce počtu mechanických zásahů a intenzity zpracování půdy. Využívá spojování operací.

Ochranné technologie zpracování půdy jsou významnou alternativou konvenčních technologií založených na orbě a následné předset'ové přípravě půdy. Soudobá široká nabídka strojů na zpracování půdy a setí umožňuje uplatnit technologie ochranného zpracování půdy v mnoha modifikacích s ohledem na plodiny, půdní a výrobní podmínky zemědělských podniků. O ekonomické stránce hospodaření na půdě rozhodují náklady na jednotku produkce jednotlivých plodin, je proto nutné počítat i s možným rizikem snížení výnosu, spojené s uplatňováním bezorebného zpracování půdy (Hůla a kol., 2008).

V posledních letech se systémy a postupy zpracování půdy výrazně přehodnotily. Hlavním cílem je zvýšit úroveň kvality půdního prostředí, zlepšení výnosů plodin, omezení vodní a větrné eroze půdy, snížení rizika znečišťování podzemní i povrchové vody živinami. Trendem je rozšiřování netradičních technologií zpracování půdy s cílem snížení energetické náročnosti pracovních postupů a navýšení výkonnosti strojních souprav.

Bezorebné zpracování půdy – pro docílení výrazné úspory nákladů a rychlé založení nových porostů. Při současném hospodaření s častým využíváním zjednodušených osevních postupů, které jsou prezentovány úzkým sortimentem plodin. Účinky orby je nutné kompenzovat při dalších pracovních operací energeticky náročnějších důsledkem zvýšení používání agrochemikálií. Moderní zemědělská technika umožňuje využívat technologie zpracování půdy přizpůsobené půdním a klimatickým podmínkám a způsobům hospodaření.

Orební zpracování půdy - je založeno na každoročním zpracování půdy radličným pluhem, kterým jsou posklizňové rostlinné zbytky a plevele zapravovány do orniční vrstvy půdy.

Důležitým faktorem při zvýšení kvality zpracování půdy i úspoře energie a času je spojení orby s drcením hrud, urovnáním povrchu půdy. Připojením drtičů hrud a pěchů k oboustranným pluhům lze na půdách s horší zpracovatelností snížit energetickou náročnost předseťového zpracování půdy po orbě. Tímto můžeme docílit výraznému zkrácení času mezi orbou a následným setím nejčastěji ozimých plodin. V konvenčním zemědělství se po zpracování půdy orbou využívají kombinátory nové generace s výměnnými sekcemi pracovních nástrojů i stroje s poháněnými pracovními nástroji (vířivé kypřiče běžně spojované se secími stroji).

Minimální zpracování půdy - jde o zpracování půdy omezené na minimum, které je nutné pro založení porostu plodin nebo pro regulaci zaplevelení. Charakteristickým znakem tzv. ochranného zpracování půdy je, že nejméně 30 % půdy zůstane po zasetí pokryto rostlinnými zbytky předplodiny či použitých meziplodin. Pro takový způsob úpravy půdy se uplatňují talířové a radličkové kypřiče vybavené o doplňky ke kvalitnějšímu drobení půd. Při jejich použití je předností volby vysoká plošná výkonnost, která umožňuje dodržení včasnosti zpracování půdy a setí v agrotechnických termínech (Ledvina kol., 2000).

V postupech zpracování půdy bez orby nacházejí dále uplatnění kypřiče pro hlubší kypření bez obracení půdy (kypření do hloubky 30 až 40 cm, případně i do větší hloubky). Tyto kypřiče se využívají nejčastěji při půdoochranném zpracování půdy, kdy dochází k podpovrchovému kypření půdy a narušení zhutnělé vrstvy v půdního profilu, přičemž dochází k minimálnímu narušení povrchu půdy. Při použití hloubkových kypřičů zůstávají rostlinné zbytky na povrchu půdy a plní ochrannou funkci.

Hůla (2002) zmiňuje, že v následujících letech dojde k výraznému rozšiřování bezorebného zpracování půdy. Zvýší se uplatňování půdoochranných technologií u širokořádkových plodin. Podniky bez živočišné výroby výrazně pocítí rozdíly v úrodnosti půdy v závislosti na úrovni zásobování organickou hmotou a účinků organických hnojiv.

Lhotský (2000) se zabýval problematikou negativního vlivu antropogenních aktivit a dospěl závěru, že náchylnost půd k utužení závisí na jejich půdním druhu a typu. Na území ČR je utužením postiženo přes 45 % zemědělských půd. Obecně je známo, že náchylnější na utužení jsou půdy těžší s nízkým obsahem humusu než půdy lehké, či vysoce humózní.

Proti nadměrnému utužení se omezují pojezdy těžké techniky po pozemku volbou vhodných pojezdových zařízení (široká/zdvojená kola, hmotnost techniky...).

- Pojezdy techniky ve vhodných termínech - zamokřená půda je k utužení nejnáchylnější
- Správná agrotechnika a střídání plodin, dostatečné užívání organických hnojiv (Köller a kol., 2006)
- Protierozní opatření, která omezují úbytek organické hmoty

(Lhotský, 2000)

Pro mělké zpracování půdy využití kypřičů, které mohou být vybaveny dalšími talířovými nebo radličkovými pracovními nástroji. Dále se v tomto odvětví vyskytují nástroje s různými typy prutových bran, které lze použít také pro mělké kypření a rozrušování povrchu půdy. Pro hlubší zpracování půdy lze využít stroje s poháněnými pracovními nástroji i stroje pro hlubší kypření bez obracení půdy (Mašek, 2005).

Koller a Linke (2006) konstatovali, že vývoj strojů a zařízení pro půdoochranné zpracování půdy a přímé setí vedl během uplynulých let k mnoha výrazným zlepšením. Od způsobu zpracování strnišť až po druhy přímého setí tu existuje poptávka se specifickými požadavky. Začíná mělkým zpracováním strniště, navazuje rovnoměrné kypření bez obracení půdy až po optimalizaci množství slámy.



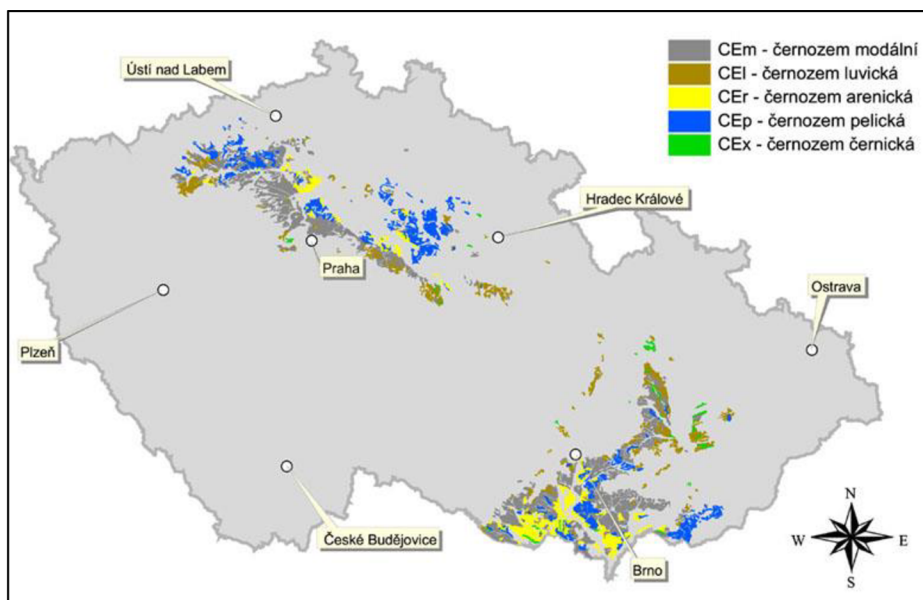
## 5 VLASTNÍ ŠETŘENÍ

Vlastní šetření probíhalo na modelových lokalitách, kde byly realizovány výkopy půdních sond k popisu půdy (taxonomický), ze kterých byly následně odebrány půdní vzorky k laboratorním analýzám (kvalitativní). K vybraným variantám managementu půdy obou lokalit byly dohledány základní data o způsobu hospodaření. Z vyhodnocení odebraných vzorků vzešlo doporučení nejvhodnějšího managementu půdy.

## 6 POPIS PŮD NA VYBRANÉ LOKALITĚ

### 6.1 Černozem

Jedná se o naše nejurodnější půdy s ideálními chemickými, fyzikálními i biotechnickými vlastnostmi. Jsou charakteristické výskytem hlubokého černického horizontu, který vzniká humifikací velmi kvalitní organické hmoty. Nejčastěji se vyvíjejí ze sypkých karbonátových substrátů – spraše, sprašové hlíny, vápnité nivní sedimenty, slíny.



Obrázek 4: Mapa výskytu černozemí v České republice (mendelu.cz)

Černozem se vytvářela na nejsušších a nejteplejších územích, pod původní stepní až lesostepní vegetací. Charakteristický je mocný, tmavě zbarvený humusový horizont, který běžně zasahuje do hloubky 60 – 80 cm půdního profilu. Vyznačuje se odolnou vodostálou strukturou a bohatým edafonem. Nejčastěji jsou černozemě

středně těžké, bez skeletu, s vyšším až vysokým obsahem kvalitního humusu, neutrální reakcí a velmi dobrými sorpčními vlastnostmi.

Podle půdotvorného procesu rozlišujeme tyto hlavní subtypy černozemě:

- **karbonátová** – s obsahem uhličitanu vápenatého v celém profilu
- **modální** – s humusovým horizontem ochuzeným o uhličitan vápenatý
- **luvická** – s náznakem iluviálního horizontu na přechodu do matečného substrátu
- **černická** – s projevy oglejení nebo glejového procesu
- **arenická** – vytvořená z lehčích substrátů

Jsou to půdy intenzivně zemědělsky využívané k pěstování nejnáročnějších plodin (cukrovka, kukuřice, pšenice, ječmen, aj.) (Tomášek, 2007). Bohužel jsou však díky způsobu nevhodného hospodaření a svým vlastnostem značně náchylné k erozi.

### 6.1.1 BPEJ lokalita I

#### Kód 3.03.00

Tato BPEJ spadá do třetího klimatického regionu, který zaujímá severní a východní část České křídové tabule, Hornomoravský úval, severní část Dolnomoravského úvalu a nejnižší polohy Boskovické brázdy. Půdy hluboké v teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu. Jedná se o černozemě černické a černické karbonátové, orientované převážně na rovině nebo úplné rovině se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 10 %, zanedbatelnou acidifikací, vyšší střední ohrožeností utužením a nepatrným ohrožením větrnou erozí. Bodová výnosnost této půdy je na stupnici od 6 do 100 vyjádřena hodnotou 100. Jedná se o vysoce produkční se stabilizovanými výnosy půdy.

Třídy ochrany zemědělského půdního fondu stanovuje vyhláška MŽP 48/2011 Sb. ze dne 22. února 2011, ve znění vyhlášky č. 150/2013 Sb. Definuje se 5 tříd ochrany na základě zařazení do BPEJ. Legislativně spadá do I. třídy ochrany zemědělského půdního fondu.

Tabulka 4: Procentuální zastoupení tříd ochrany z rozlohy ZPF na území ČR

Zastoupení tříd ochrany z rozlohy ZPF ČR (%)				
třída I	třída II	třída III	třída IV	třída V
21,87	19,4	20,56	18,02	20,15

### I. třída ochrany

Zde jsou zařazeny bonitně nejcennější půdy v jednotlivých klimatických regionech, situovány převážně na rovinatých nebo jen mírně sklonitých pozemcích, které je možné odejmout ze zemědělského půdního fondu pouze výjimečně (pro záměry související s obnovou ekologické stability krajiny, případně pro liniové stavby zásadního významu).

## **6.1.2 BPEJ lokalita II**

### **Kód 3.02.00**

Tato BPEJ spadá do třetího klimatického regionu, který zaujímá severní a východní část České křídové tabule, Hornomoravský úval, severní část Dolnomoravského úvalu a nejnižší polohy Boskovické brázdy. Půdy hluboké v teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu. Jedná se o černozemě luvické a luvické slabě oglejené, orientované převážně na rovině nebo úplné rovině se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 10 %, nízkou acidifikací, nižší střední ohrožeností utužením a nepatrným ohrožením větrnou erozí. Bodová výnosnost této půdy je na stupnici od 6 do 100 vyjádřena hodnotou 95. Jedná se o vysoce produkční půdy.

Třídy ochrany zemědělského půdního fondu stanovuje vyhláška MŽP 48/2011 Sb. ze dne 22. února 2011, ve znění vyhlášky č. 150/2013 Sb. Definuje se 5 tříd ochrany na základě zařazení do BPEJ. Legislativně spadá do I. třídy ochrany (ZPF).

### I. třída ochrany

Zde jsou zařazeny bonitně nejcennější půdy v jednotlivých klimatických regionech, situovány převážně na rovinatých nebo jen mírně sklonitých pozemcích, které je možné odejmout ze zemědělského půdního fondu pouze výjimečně (pro záměry související s obnovou ekologické stability krajiny, případně pro liniové stavby zásadního významu).

## 7 VÝKOP A POPIS PŮDNÍCH PROFILŮ

Pro jednotlivou zemědělskou půdu v okresech byly v minulosti vytvořeny půdní mapy podle jednotné metodiky (Němeček a kol., 1967). V té době byly mapovacími celky tehdejší hospodářské výrobní podniky. Průzkum lokality prováděl jeden půdoznalec, kdy docházelo k výkopu půdních sond o průměrné hustotě 1 sonda na 12 hektarů (Zádorová a kol., 2018).

### 7.1 Metodika

U všech realizovaných sond byl popsán půdní profil podle jednotlivých horizontů a došlo ke kvalifikaci půdy podle geneticko-agronomické klasifikace. Základní sondy se popisovaly do hloubky 120 cm, sondy speciální a výběrové do hloubky 150 cm. U základních sond se odebíraly vzorky pouze z ornice a podorničí. Na profilech se pozorovala stratifikace půdního profilu, půdní horizonty a zaznamenávaly se údaje o jejich morfologické stavbě:

- Hloubka horní a spodní hranice od povrchu půdy
- Charakter přechodu mezi sousedícími horizonty
- Barva půdního horizontu
- Zrnitost jemnozeme
- Velikost, tvar a stupeň půdní struktury
- Množství skeletu, jeho velikost, stupeň opracování, zvětrání a petrografická kategorie
- Aktuální vlhkost půdy
- Konzistence půdy (plasticita, lepidivost)
- Konkrece a jiné půdní novotvary
- Přítomnost uhličitánů i jiných rozpustných solí
- Pórovitost a trhliny
- Přemokření a biologická aktivita

Výstupem byla průvodní zpráva popisující dané území pro každý výrobní podnik. Zpráva mimo vyhodnocení vzorkování popisovala i doporučující opatření ke zlepšení úrodnosti daných půd a dále obsahovala mapové přílohy – základní půdní mapu, kartogram zrnitosti, skeletovitosti a zamokření, kartogram nápravných opatření (Zádorová a kol., 2018).

## 7.2 Realizace půdních sond a odběr vzorků

Pro výkop půdních sond a odběr vzorků byla vybrána 2 zájmová území na Kutnohorsku. Konkrétně v oblasti Čáslavska, kde se nachází rozsáhlý areál stanice ÚKZÚZ. V jeho těsné blízkosti bylo vybráno i protikladné zájmové území. Zájmová území se liší způsoby hospodaření na půdách, kdy na jedné lokalitě probíhá konvenční zemědělství, na druhé naopak zemědělská minimalizace s cílem co nejlepších výnosů z pěstebního i ekonomického hlediska.



Obrázek 5: Realizace výkopu půdní sondy a odběru vzorků. Na snímku jsou viditelné veškeré použité nástroje při výkopu půdní sondy a odběru půdních vzorků.

Samotný výkop půdních sond probíhal pomocí rýče a polní lopatky. K odběrům vzorků byla zapotřebí odběrová sada Kopeckého válečků, kladivo, nože, papírové sáčky na porušené půdní vzorky, kladivo, záznamové protokoly, ...

### 7.2.1 Půdní sonda I

První půdní sonda byla realizována na pozemcích ÚKZUZ, kdy došlo k výběru místa na stejných půdách, jako plánovaná druhá sonda. S ohledem na rozvržení areálu výzkumné stanice se jednalo o plochu N4 (viz. obrázek 6).

Pěstební blok disponoval podmínutým strništěm po pšenici ozimé. Se sklizní je každoročně z pěstební plochy odvezena veškerá sláma, jakožto druhotná surovina. Jednou během šestiletého cyklu střídání pěstebních honů se na pěstební hon aplikuje chlévský hnůj. Ostatní hony jsou doplňovány průmyslovými minerálními hnojivy dle orientačních rozborů půdy, případně dle aktuální potřeby plodin během vegetace.



Obrázek 6: Orientační znázornění umístění realizovaných půdních sond (mapy.cz)

Nejprve bylo zapotřebí dohledat v katalogu BPEJ, zda mají předem vybrané lokality shodné parametry a bude tedy možné je porovnávat na základě výkopu sond a dat z odebraných vzorků. Území se nacházelo na rovině se všesměrnou expozicí s minimálním obsahem skeletu ( $< 10\%$ ). Půdy hluboké, vysoce produkční se stabilizovanými výnosy řazené do I. třídy ochrany.

Samotný výkop půdní sondy byl prováděn manuálně. Záměrem výkopu bylo odkrytí půdního profilu. Následovalo důkladné zarovnání a očištění čela půdní sondy. Výsledky byly zdokumentovány a zaprotokolovány. Při popisu půdního profilu bylo jasně viditelné, že horizont Ac (0 – 60 cm) tmavě hnědé až černohnědé barvy. Struktura v orniční vrstvě do 40 cm jemně drobtová, od 40 cm drobtová, bezskeletovitá. Půda vlhká a soudržná, bez karbonátů. V orniční vrstvě do 25 cm nálezy kořenových zbytků. Horizont A/C (60 – 90 cm) tmavě hnědý a přechodu do oranžově hnědé barvy. Struktura drobtová, bezskeletovitá, konzistenčně soudržná a vlhká. Horizont Ck ( $> 90$  cm) oranžově hnědé barvy. Struktura drobtová, bezskeletovitá, soudržná, vlhká. Půdotvorným substrátem je spraš. Kompletní půdní záznam přiložen v příloze č. 2.



Obrázek 8: Půdní profil realizované půdní sondy I



Obrázek 7: Odběr půdních vzorků Kopeckého válečky

### 7.2.2 Půdní sonda II

Druhá půdní sonda byla realizována na půdním bloku vzdáleném vzdušnou čarou od prvního území přibližně 700 metrů. I na této lokalitě se jednalo o půdní typ černozemě, avšak s intenzivním konvenčním hospodařením. Na tomto půdním bloku je osevní postup složen pouze ze dvou základních plodin – řepky ozimé a pšenice ozimé.

Výkop půdní sondy probíhal totožně jako u sondy I. Shodné klimatické i půdní podmínky v rámci Středočeského kraje na sousedním katastrálním území. Při výkopu však nastala mírná komplikace, kdy se v hloubce 1 metru začala výrazně prosakovat spodní voda. Díky vodě byl výkop náročnější. Před následným popisem půdního profilu bylo zapotřebí vodu z půdní sondy “odčerpat“, k tomu posloužil malý kbelík.

Po odkrytí a následném očištění půdního profilu došlo k vyplnění půdního záznamu sondy 2. Z profilu bylo čitelné, že horizont Ac (< 40 cm) tmavě černo hnědé barvy s jemně drobtovou strukturou do 30 cm. Horizont bez skeletu a karbonátů, vlhký se soudržnou konzistencí. Do hloubky 25 cm nálezy kořenových zbytků. Horizont A/C (40 – 55 cm) tmavě hnědé barvy s drobtovou strukturou. Horizont Ck (> 55 cm) oranžově hnědé, ve vodou nasycené vrstvě (> 110 cm) až rezavě hnědé barvy. Horizont obsahující značné množství karbonátů a vodou nasycený. Kompletní půdní záznam přiložen v příloze č. 3.



Obrázek 9: Terénní šetření popisu půdního profilu



Obrázek 10: Půdní profil realizované půdní sondy 2

Při výkopu půdní sondy se v jílovité půdě nacházely různě velké cicváry (viz foto). Karbonáty, které nazýváme cicváry, jsou běžnou součástí sprašových půd. Jedná se o konkrce kalcitu, které vznikají ve spraších. Často mívají velmi bizarní tvary. Jejich vznik souvisí s vysokým obsahem uhličitanu vápenatého v půdě. Ložek (1973) popisuje cicváry jako jílovito-vápenaté konkrce s rozpukaným vnitřkem. Pokud jsou cicváry nacházeny jako součásti vyvinutých půd (např. černozemí), vytvářejí nepravidelné tvary různých velikostí. Jejich barva je obvykle světle béžová až šedá. Jejich vnitřní struktura je tvořena 50-100  $\mu\text{m}$  hlubokými póry a nepravidelnými dutinkami o průměru 2 mm (Barta, 2011).



Obrázek 11: Cicváry nalezené při odběru půdních vzorků



## 8 ODBĚR PŮDNÍCH VZORKŮ

Odběr půdních vzorků se provádí za účelem půdní analýzy. Požadované půdní vzorky se odebírají z celé šířky čela vyhloubené půdní sondy.

Provádí se odběr dvou druhů vzorků:

- 1) Porušené vzorky pro rozборы mechanické, chemické a mikrobiologické
- 2) Neporušené vzorky tzv. Kopeckého fyzikální válečky pro stanovení fyzikálních vlastností a charakteristiku vodního a vzdušného režimu půdy

Půdní vzorky se odebírají v jarním nebo podzimním období. Jarní odběr začíná 1. února (s ohledem na klimatické a půdní podmínky) a končí podle stavu vegetace nejpozději 31. května. Podzimní odběr začíná 1. července (s ohledem na sklizeň) a končí 30. listopadu kalendářního roku (Kolektiv autorů, 2005).

Způsob odběru vzorků závisí na účelech příslušné studie (ČSN ISO 10381-6).

### 8.1 Laboratorní metodika zpracování vzorků

Hodnocené půdní vzorky byly odebrány v souladu s metodikou VÚMOP, v.v.i., jehož centrální akreditovaná laboratoř na Zbraslavi provedla fyzikální i chemickou analýzu těchto vzorků.

#### 8.1.1 Neporušené půdní vzorky

Neporušený půdní vzorek slouží k určení základních fyzikálních vlastností. Analyzují se vodní a vzdušné poměry a provádí se stanovení pórovitosti. Odběr vzorků se provádí v terénu ze středu jednotlivých horizontů do Kopeckého ocelových válečků o objemu  $100 \text{ cm}^3$ . Před odběrem se váleček (bez víček) zváží ( $G_v$ ) a stanoví se přesný objem ( $V_s$ ).

Na neporušených půdních vzorcích se určuje momentální vlhkost, kapilární nasáklivost, maximální kapilární vodní kapacita, celková pórovitost a maximální vodní kapacita podle Nováka. Tyto veličiny se stanovují v jednom postupu práce s neporušeným půdním vzorkem z Kopeckého válečku.

### Postup zpracování odebraných půdních vzorků:

- 1) Váleček s odebraným vzorkem se co nejdříve po odběru, odvíčkovaný, na dolní základně uzavřený kruhovým filtračním papírem, postavený na hodinové sklo zváží. Takovým vážením se určí momentální vlhkost vzorku  $W_{\text{mom}}$ .
- 2) Nasycení válečku destilovanou vodou kapilárním vzlínáním za použití filtračního papíru metodou dle Nováka. Horní základna válečku se zakryje hodinovým sklem pro zamezení nechtěného výparu vody. Obsah válečku se nechá takto nasycovat vodou do druhého dne (minimálně však 12 hodin), až dojde k provlhčení celé horní základny. To se projeví leskem horní základny.
- 3) Po provlhčení se váleček sejme z filtračního papíru, nakloní se, aby přebytečná voda z uzavírajícího filtračního papíru odkapala. Váleček se postaví na hodinové sklo a zváží se jeho hmotnost pro určení nasákavosti  $S_{\text{ns}}$ .
- 4) Váleček se postaví na čtyřnásobně složený filtrační papír a horní základna se zakryje hodinovým sklem. Tento okamžik je začátkem odsávání vody z válečku – zapíše se jako počáteční čas.
- 5) Váleček se odsává 30 minut, potom následuje vážení hmotnosti na hodinovém skle  $G_c$ , která slouží k určení třicetiminutové vlhkosti  $g_{30}$ .
- 6) Váleček se opět postaví na suchý čtyřnásobný filtrační papír na dalších 90 minut odsávání. Po zvážení hmotnost slouží k určení maximální kapilární vodní kapacity 8MKK (podle Nováka).
- 7) Váleček se znovu postaví na čtyřnásobný filtrační papír na 22 hodin (tj. 24 hodin od času nula). Po zvážení hmotnost slouží k určení přibližné retenční vodní kapacity VKZ4.
- 8) Váleček naplněný zeminou, s filtračním papírem a zváženým hodinovým sklem se suší při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti. Taková hmotnost slouží k určení hmotnosti sušiny ( $Chi$ ).
- 9) Vysušená zemina z válečku po rozmělnění slouží ke stanovení specifické hmotnosti  $Pz$

### **8.1.2 Porušené půdní vzorky**

Z porušených půdních vzorků nejčastěji určujeme velikosti půdních částic. K tomu nám slouží síťová analýza, která je jednou z nejstarších a nejjednodušších metod zjišťování. Řadí se do skupiny separačních technik a její princip spočívá ve využití soustavy sít o známé velikosti otvorů (10 – 0,1 mm), sestavené ve směru gravitačního transportu analyzované látky s postupně se zmenšující velikostí ok. Síťová analýza se může provádět za sucha nebo za mokra proudem vody. Výsledek je udáván v hmotnostních procentech obsahu jednotlivých frakcí. Síťová analýza rovněž podává informace o vzorcích s reálně definovanými rozměry částic, což patří k hlavním výhodám této metody. Nevýhodou je nemožnost stanovení hustoty směsi látek přímo v suspenzi nebo v proudu vzduchu a dále časová náročnost a destruktivní charakter.

#### Pracovní postup:

Přibližně 1 kg na vzduchu vyschlého vzorku půdy se nasype na soustavu sít s postupně se zmenšujícím průměrem ok (10 – 0,1 mm) a prosévá se za pomoci ostrého štětce. Frakce, která na sítu o konkrétní velikosti ok zůstane, se přesype do předem zvážené kádinky a zjistí se její hmotnost. Z celkové hmotnosti se poté vypočítá procentní zastoupení každé jednotlivé frakce.

### **8.2 Neporušené půdní vzorky**

Neporušené půdní vzorky slouží k určení základních fyzikálních vlastností. Jejich analýza se zabývá vodními a vzdušnými poměry, provádí se i stanovení pórovitosti. Odběr takových vzorků se provádí ze středu jednotlivých horizontů do Kopeckého ocelových válečků.

Z neporušených půdních vzorků se stanovuje momentální vlhkost, kapilární nasáklivost, maximální kapilární vodní kapacita, celková pórovitost a maximální vodní kapacita podle Nováka. Všechny tyto veličiny se stanovují během jednoho pracovního postupu.

### 8.2.1 Kopeckého válečky

Jedná se o neporušené půdní vzorky (v přirozeném uložení), které slouží k určení základních fyzikálních vlastností. Z odebraných vzorků se analyzují vodní a vzdušné poměry, dále se provádí stanovení pórovitosti. Odběr vzorků se provádí v terénu ze středu jednotlivých horizontů do Kopeckého ocelových válečků o objemu 100 cm<sup>3</sup>.



Obrázek 12: Odběrová sestava Kopeckého válečků

Před samotným odběrem se váleček (bez víček) zváží ( $G_v$ ) a stanoví se jeho přesný objem ( $V_s$ ). Takové vzorky se odebírají z jednotlivých horizontů v sondě - neporušené vzorky ze schodovitě upravené a nepošlapané stěny sondy, nebo ze svislé stěny po odběru porušených vzorků. Vhodné je postupovat vždy odběrem porušeného vzorku z jednoho horizontu a následně odebrat neporušený vzorek. Takové vzorky se odebírají směrem shora dolů na předem stanovené hloubce půdního horizontu, kdy se nejprve povrch odběru očistí od vrchní vrstvy zeminy a povrch se urovná. Na připravenou plochu se položí odběrový váleček, který se postupně zatluče pomocným nadstavcem do půdy. Ze stanovené hloubky se odebírá 3 - 5 neporušených vzorků (Zbiral a kol., 2004).



Obrázek 13: Odběr neporušených půdních vzorků Kopeckého válečky

Po vyjmutí fyzikálního válečku z půdního profilu se pomocí nože odstraní přebytečná zemina přesahující okraje. Váleček se z obou stran uzavře víčky a následně stáhne gumičkami. Číslo, kterým je každý váleček opatřen, se zaznamená pro následnou identifikaci v laboratoři. Během odběru se plné ani prázdné odběrové válečky nesmí vystavovat přímému slunci. Odebrané vzorky je možné kratší dobu skladovat v lednici, ale doporučuje se je bez zbytečných průtahů dopravit co nejdříve do laboratoře (Zbiral a kol., 2003).



Obrázek 14: Odebraný neporušený půdní vzorek

Na takto získaných neporušených půdních vzorcích se určuje momentální vlhkost, kapilární nasáklivost, maximální kapilární vodní kapacita, celková pórovitost a maximální vodní kapacita podle Nováka.

## 8.3 Porušené půdní vzorky

Vzorky pro mechanické, chemické a mikrobiologické rozborů (tj. porušené vzorky). Množství odebrané zeminy musí být úměrné počtu plánovaných laboratorních rozborů a skeletovitosti. Zemina se odebírá pomocí polní lopatky a nože. Po odběru vzorku z každého horizontu je nutné tyto nástroje pečlivě očistit, aby se zabránilo smíchání zeminy z několika horizontů. Zemina se po rozmělnění hrud vloží do předem popsanych polyetylenových sáčků. (Zoubková, 2014)

### 8.3.1 Sáčková metoda

Z půdního profilu byly dále odebrány porušené půdní vzorky. Takové vzorky se odebírají vždy od dna půdní sondy směrem nahoru (tzn. od nejhlubšího horizontu) aby se zamezilo znečištění zeminy v hlubších horizontech zeminou z vrstev svrchních. Zemina se při sáčkové metodě odebírá za pomoci lopatky a nože. Ukládá se do popsanych papírových sáčků, na kterých se uvádí označení vzorku, datum odběru, lokalita, hloubka odběru.

Při mém odběru porušených vzorků jsem zvolil na obou půdních profilech 2 horizonty shodné s odběry neporušených půdních vzorků. Jedná se o hloubky půdního horizontu 10 cm a 50 cm u obou vykopanych půdních sond.

### 8.3.2 Ruční tyčové sondýrky

*Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků § 1*

#### Odběr vzorků zemědělských půd

- 1) Půdní vzorky pro účely agrochemického zkoušení zemědělských půd se odebírají v období od 1. února do 31. května a v období od 1. července do 30. listopadu kalendářního roku.
- 2) Vzorek pro agrochemické zkoušení zemědělských půd se na zemědělské půdě odebírá výhradně sondovací tyčí, nejméně 30 vpichy rozmístěnými rovnoměrně po ploše pozemku se stejnou plodinou a jednotným hnojením.

- 3) Plocha a hloubka pro odběr jednoho vzorku agrochemického zkoušení zemědělských půd je v průměru u orné půdy v bramborářské a horské oblasti 7 ha a u orné půdy v řepařské a kukuřičné oblasti 10 ha. Odběr vzorku se provádí vždy na hloubku ornice, nejhluběji však do hloubky 30cm.

Pro odběry směsných vzorků z ornice zemědělských půd používáme sondovací tyč, díky které odebereme celou hloubku ornice. Směsný vzorek se skládá z nejméně 30 vpichů ve zvolené vzorkovací síti na zájmové ploše (Kolektiv autorů, 2005). Odebrané vzorky se ukládají do náležitě označeného papírového sáčku a připraví se k dalšímu zpracování. Při sušení odebrané zeminy se nikdy vzorky nevystavují do blízkosti jakéhokoli zdroje tepla nebo místům s přímým slunečním zářením (Javorský a kol., 1987).



Obrázek 15: Ruční sondovací tyč pro odběr do hloubky 30 cm

## 9 STRÍDÁNÍ PLODIN NA MODELOVÉ LOKALITĚ

Na modelové lokalitě byly vybrány dva odlišné pozemky, na kterých probíhá odlišný způsob zemědělského hospodaření. Pozemky disponují shodným číslem BPEJ a vzájemně je dělí 700 metrů.

### 9.1 Osevní sled na lokalitách

Na pozemcích ÚKZÚZ se pěstuje pestrá škála plodin, která je pravidelně posloupně střídána v ročních cyklech na 6 pěstebních honech. Jeden z těchto honů byl vybrán pro výkop půdní sondy a odběr vzorků pro laboratorní zkoumání. Oproti tomu na druhém pozemku vybraném k odběru vzorků je intenzivně pěstována pšenice ozimá střídající se v ročních intervalech s řepkou ozimou.

Tabulka 5: Osevní sled plodin na zájmových pozemcích

rok	plodina	
	Sonda 1	Sonda 2
2017	brambory kukuřice cukrová řepa	pšenice ozimá
2018	pšenice ozimá	řepka ozimá
2019	ječmen jarní	pšenice ozimá
2020	hrách setý	řepka ozimá
2021	pšenice ozimá	pšenice ozimá

### 9.2 Výpočet bilance organické hmoty

Výpočet bilance organické hmoty v půdě je proces umožňující měřit množství uhlíku, které se ukládá do půdy nebo se z ní uvolňuje. Tento proces je důležitý pro posouzení schopnosti půdy udržovat uhlík a může být použit k řízení a monitorování účinnosti opatření na ochranu půdy.



### Základní metodika výpočtu bilance organické hmoty v půdě:

- 1) Výchozí stavu půdy - množství uhlíku v půdě. Toto množství se obvykle stanovuje pomocí odběrů vzorků půdy z několika míst v rámci sledovaného lokality.
- 2) Změny – sleduje se množství uhlíku ukládané do půdy a množství které se z ní uvolňuje v průběhu sledovaného období. V tomto případě se zohledňují všechny ovlivňující faktory. Těmi jsou například změny využívání půdy, způsob obhospodařování, změny klimatu apod.
- 3) Výpočet bilance - odečte se množství uhlíku, které se uvolnilo z půdy od počátečního stavu půdy od množství uhlíku, které bylo uloženo v půdě v průběhu sledovaného období. Pokud je výsledkem kladné číslo, znamená to, že došlo k ukládání uhlíku do půdy. Pokud je výsledkem záporné číslo, znamená to, že se z půdy uvolnilo více uhlíku, než bylo do ní uloženo.

Výpočet se provádí pomocí vztahu:

$$\text{Uhlíkový zisk} - \text{Uhlíková ztráta} = \text{Bilance uhlíku v půdě}$$

kde *Uhlíkový zisk* se vypočítá jako množství uhlíku, které se ukládá do půdy v průběhu sledovaného období. To může být například způsobeno fotosyntézou rostlin, které absorbují uhlík z atmosféry a ukládají ho do půdy v podobě organické hmoty.

*Uhlíková ztráta* se vypočítá jako množství uhlíku, které se z půdy uvolňuje v průběhu sledovaného období. To může být například způsobeno procesem degradace půdy, během kterého se může uvolňovat uhlík z organických sloučenin v půdě do atmosféry.

Pro vyhodnocení je nutno stanovit potřebu podle normativů, odpovídajících zrnitostnímu složení půdy a zastoupení plodin v osevním postupu. Ta je potom doplněna produkcí organických látek v organických hnojivech (Škarda, 1982).

Na základě výsledků rovnice bilance uhlíku v půdě lze vyvodit závěry o tom, jaké opatření je třeba přijmout pro zlepšení schopnosti půdy udržovat uhlík. Nejčastěji se jedná o změnu typu obhospodařování. Extrémní zásobování organickou hmotou ( $\geq 400 \text{ kg C}_{\text{ox}} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) může vést k nekontrolovatelnému průběhu mineralizace.

## 10 VYHODNOCENÍ PŮDNÍCH VZORKŮ

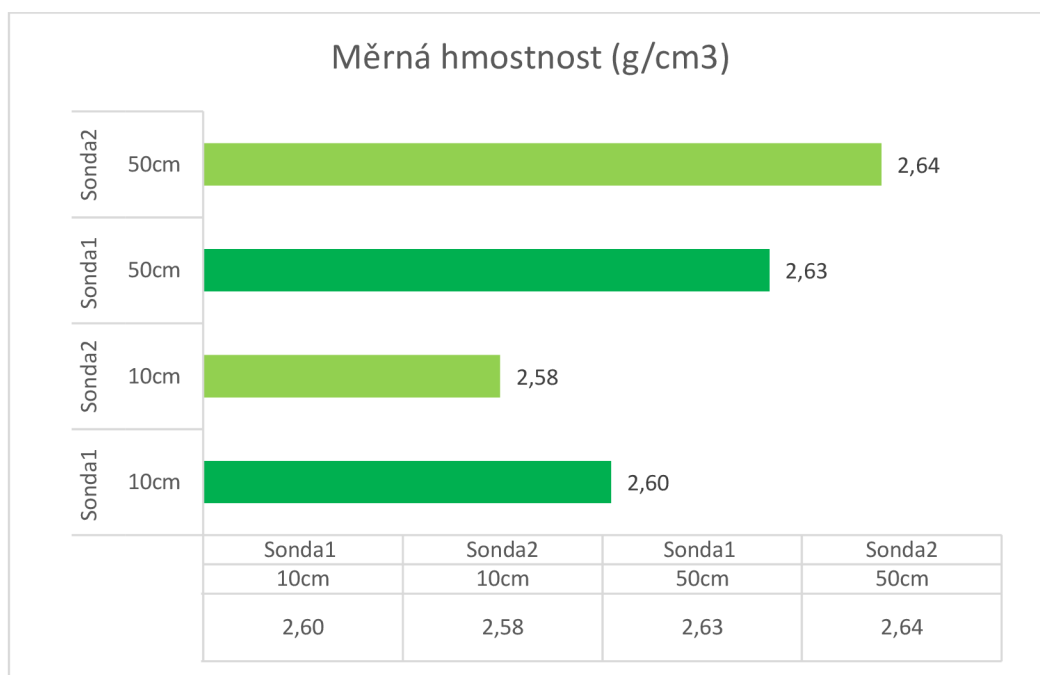
### 10.1 Neporušené půdní vzorky

#### 10.1.1 Měrná hmotnost

Převážná většina minerálních půd obsahuje větší podíl křemene, tudíž se měrná hmotnost většiny půd pohybuje v blízkosti hodnoty  $2,65 \text{ g/cm}^3$ . Kutílek (1978) uvádí, že vyšší hodnotou se prezentují zeminy bezhumózní (2,6 až 2,7), nižší hodnotou zeminy humózní (2,5 až 2,65).

Z výsledků laboratorního rozboru se potvrdilo, že měrná hmotnost půdy se pohybuje v blízkosti uváděných hodnot  $2,65 \text{ g/cm}^3$  (viz. graf na obrázku 16).

Ukázalo se, že hodnoty jsou téměř srovnatelné u vzorků odebraných ve stejných hloubkách. Kdy měrná hmotnost v hloubce 10 cm byla naměřena  $2,60 \text{ g/cm}^3$  u sondy 1 a srovnatelně  $2,58 \text{ g/cm}^3$  u sondy 2. (viz. tabulka příloha č.1)



Obrázek 16: Graf výsledků měrné hmotnosti laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků. Hodnoty získané z jednotlivých sond jsou barevně odlišeny.

## 10.1.2 Pórovitost

Pórovitost je popisována jako prostory nezaplňené tuhou fází – půdní hmotou. Takové prostory mají různý tvar a velikost, nazýváme je půdní póry. Póry jsou většinou spojitě, avšak na odlišných lokalitách mají rozdílný tvar a velikost. Někdy se tvar pórů pro zjednodušení idealizuje a jejich tvar se považuje za válcový. Potom jsou charakterizovány svým průměrem (Kutílek, 1978).

Pórovitost byla vypočítána z hodnoty objemové hmotnosti a měrné hmotnosti půdy pomocí vztahu:

$$P = \rho_z - \rho_d \rho_z [\%]$$

$$\rho_d = m_z V_s, \rho_z = m_z V_z [\text{g.cm}^{-3}]$$

kde  $\rho_d$  ... objemová hmotnost [ $\text{g.cm}^{-3}$ ],

$\rho_z$  ... měrná hmotnost [ $\text{g.cm}^{-3}$ ],

$V_s$  ... celkový objem půdy [%],

$V_z$  ... objem tuhé fáze [%].

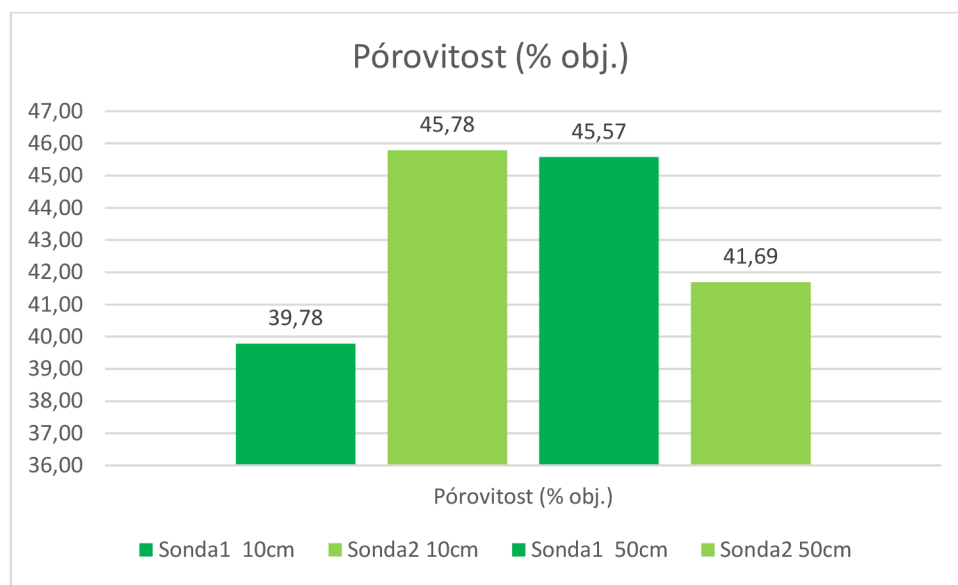
Tabulka 6: Klasifikace půdy podle Bretfelda

Pórovitost půd lehkých (%)	Označení ulehlosti	Pórovitost půd středně těžkých a těžkých (%)
<b>Ornice</b>		
> 65	Kyprá	> 65
65 - 50	Mírně ulehlá	65 - 55
50 - 40	Ulehlá	55 - 45
< 40	Velmi ulehlá	< 45
<b>Spodina</b>		
> 50	Kyprá	< 57
50 - 43	Mírně ulehlá	57 - 46
43 - 35	Ulehlá	46 - 35
< 35	Velmi ulehlá	< 35

Rozborem odebraných vzorků bylo zjištěno, že v hloubce 50 cm u sondy 1 byla pórovitost naměřena 45,6 % objemu. Tato hodnota je velice srovnatelná s pórovitostí v 10 cm u sondy 2, kdy byla zjištěna hodnota 45,8 % objemu. Celkově se naměřené hodnoty odebraných vzorků pohybovali v rozmezí 39,8 – 45,8 % objemu (viz graf obrázek 17 a tabulka přílohy č.1).

Tabulka 7: Rozdělení půdních pórů podle velikosti a jejich typické zastoupení (% obj.) v základních skupinách podle půdního druhu (Šimek 2004)

Druh pórů	Velikost (qm)	Lehká půda (% obj.)	Střední půda (% obj.)	Těžká půda (% obj.)
nekapilární	> 50	20 - 30	10 - 15	5 - 15
semikapilární	0,2 - 50	5 - 15	20 - 25	15 - 20
kapilární	< 0,2	5 - 10	15 - 20	25 - 35
pórovitost	---	35 - 45	45 - 55	50 - 70



Obrázek 17: Graf výsledků pórovitosti laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků. Hodnoty získané z jednotlivých sond jsou barevně odlišeny.

### 10.1.3 Nasáklivost

Nasáklivost vyjadřuje maximální možné zaplnění pórů při kapilárním nasycení půdy, počítala se pomocí vzorce:

$$\theta_{ns} = GB - GF \text{ [% obj.]}$$

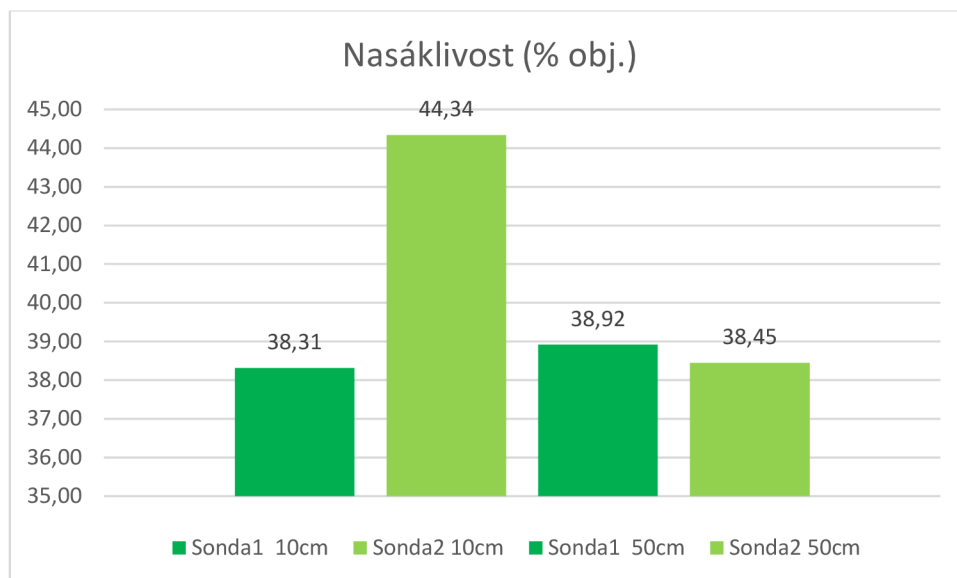
kde

$\theta_{ns}$  ... nasáklivost [% obj.],

$GB$  ... hmotnost vzorku kapilárně nasyceného [g],

$GF$  ... hmotnost vzorku vysušeného při 105 °C [g].

Nasáklivost půdy se laboratorním zpracováním prokázala nejvyšší u půdní sondy 2 v hloubce 10 cm, a to 44,3 % objemu. Ostatní naměřené hodnoty byly téměř totožné, kdy se pohybovaly v rozmezí 38,3 – 38,9 % objemu (viz graf obrázek 18 a tabulka přílohy č.1).



Obrázek 18: Graf výsledků nasáklivosti laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků. Hodnoty získané z jednotlivých sond jsou barevně odlišeny.

#### 10.1.4 Momentální vlhkost

Momentální vlhkost vyjadruje okamžité zastoupení vody v půdě v době odběru neporušeného vzorku. Stanovení se provádí vážením odebraného vzorku před a po vysušení při 105<sup>0</sup>C do konstantní hmotnosti. Tato hodnota je velmi proměnlivá, jelikož je závislá na aktuálním srážkovém úhrnu, teplotách, výparu, spotřebě rostlinami atd. V mnohých případech je také výrazně ovlivněna hladinou podzemní vody (Kutílek, 1978).

Momentální vlhkost počítáme dle vzorce:

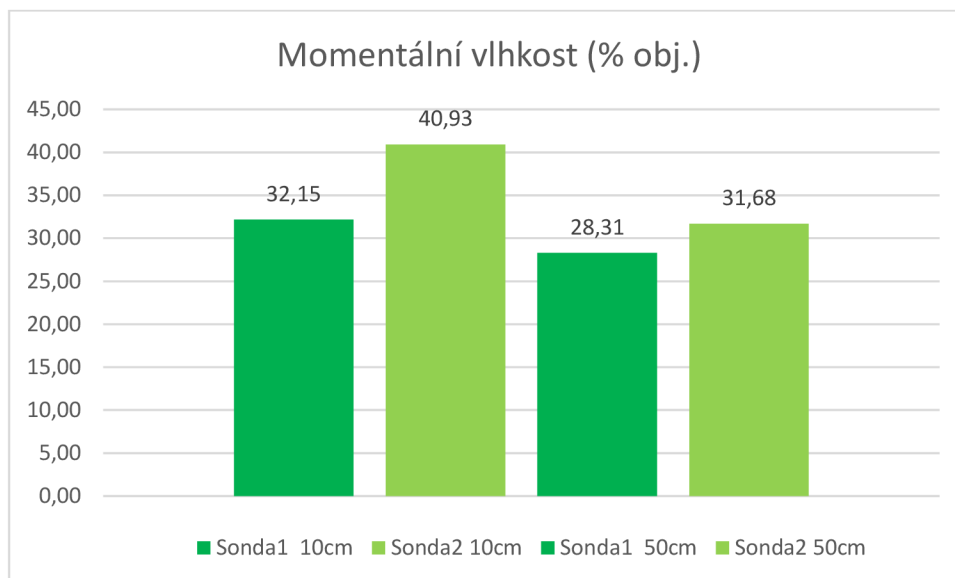
$$\theta = VW / VS \cdot 100 [\% \text{ obj.}]$$

kde  $\theta$  ... objemová vlhkost [% obj.],  
 $VS$  ... objem vzorku [cm<sup>3</sup> ],  
 $VW$  ... objem vody ve vzorku [cm<sup>3</sup> ].

Tabulka 7: Hodnocení zastoupení vody v půdě v době odběru vzorku (CHMI, 2023)

% obj.	Hodnocení vlhkosti
> 90	Velmi vysoká
70 - 90	Vysoká
50 - 70	Dobrá
30 - 50	Slabá
10 - 30	Nízká
0 - 10	Velmi nízká

Při laboratorních rozborech bylo zjištěno, že vzorky odebrané z hloubky 10 cm se pohybovaly v rozmezí 32,2 – 40,9 % objemu, kdy větší vlhkost byla u sondy 2. Odběry z hloubky 50 cm prokázaly hodnoty 28,3 – 31,7 % objemu, kdy opět vyšší hodnoty prokázaly odběry ze sondy 2 (tato hodnota mohla být výrazně ovlivněna průsakem spodní vody v hloubce 90 cm).



Obrázek 19: Graf výsledků momentální vlhkosti laboratorních rozběrů odebraných půdních vzorků. Hodnoty získané z jednotlivých sond jsou barevně odlišeny.

### 10.1.5 Retenční vodní kapacita

Retenční vodní kapacita (RVK) vyjadřuje maximální množství vody, které dokáže půda zadržet kapilárními silami po dobu 24 hodin odsávání z plně nasycené půdy. Jedná se o téměř rovnovážný stav mezi gravitační silou a kapilárními silami (Vališ a kol., 1976).

Retenční vodní kapacitu počítáme podle vzorce:

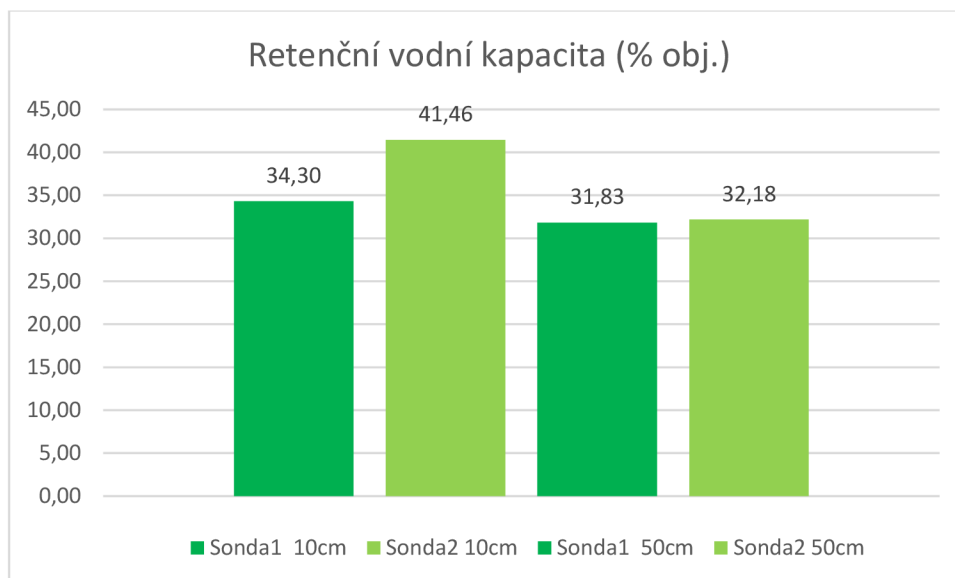
$$\theta_{RVK} = GE - GF \text{ [% obj.]}$$

kde  $\theta_{RVK}$  ... retenční vodní kapacita [% obj.]

$GD$  ... hmotnost vzorku po 24 hodinách odsávání [g],

$GF$  ... hmotnost vzorku vysušeného při 105 °C [g].

Retenční vodní kapacita se prokázala být největší u odběru z 10 cm u půdní sondy 2. V tomto odebraném vzorku disponovala hodnotou 41,5 % objemu. Ostatní naměřené hodnoty se pohybovaly v rozmezí 31,8 – 34,3 % objemu (viz graf obrázek 20 a tabulka přílohy č.1).



Obrázek 20: Graf výsledků retenční vodní kapacity laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků. Hodnoty získané z jednotlivých sond jsou barevně odlišeny.

### 10.1.6 Maximální kapilární vodní kapacita

Maximální kapilární vodní kapacita (MKVK) vyjadřuje schopnost půdy zadržovat vodu. Tato schopnost je charakterizována jako množství vody, které dokáže půda zadržet v kapilárních pórech po 2 hodinách odsávání vody z plně nasycené půdy.

Pokud je momentální vlhkost půdy vyšší než tato hodnota, dochází k zamokření půdy a s tím související nadměrné ztráty při zavlažování (Kutílek, 1978).

Maximální kapilární vodní kapacitu počítáme pomocí vzorce:

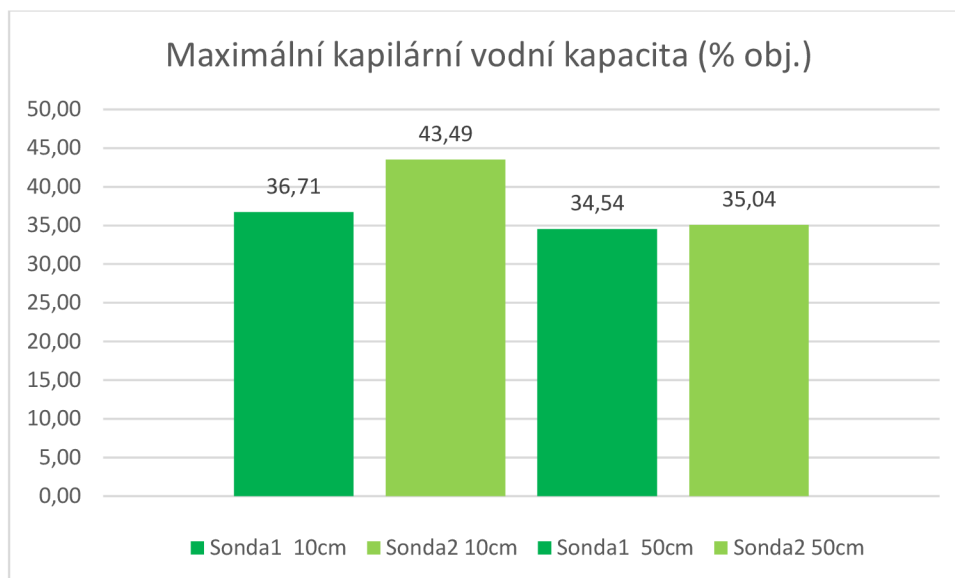
$$\theta_{MKK} = GD - GF \text{ [% obj. ]}$$

kde  $\theta_{MKK}$  ... maximální kapilární vodní kapacita [% obj.],

$GD$  ... hmotnost vzorku po 2 hodinách odsávání [g],

$GF$  ... hmotnost vzorku vysušeného při 105 °C [g].

Hodnocení maximální vodní kapilární kapacity vyšlo velice totožně, kde opět se značným odstupem má nejvyšší procentuální objem vzorek z 10 cm půdní sondy 2, a to naměřených 43,5 % objemu (viz graf obrázek 21). Ostatní hodnoty se pohybují v rozmezí 34,5 – 36,7 % objemu



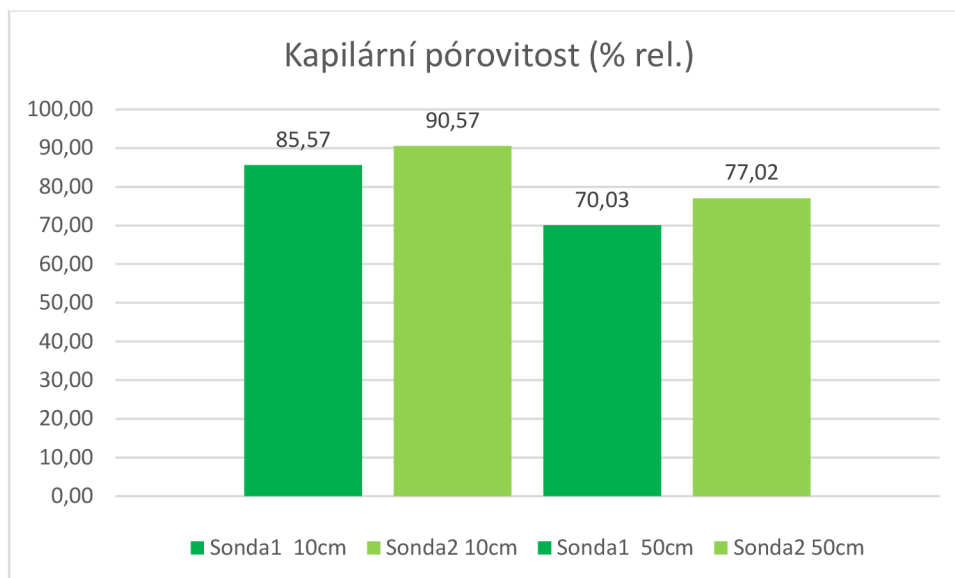
Obrázek 21: Graf výsledků maximální kapilární vodní kapacity laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků. Hodnoty získané z jednotlivých sond jsou barevně odlišeny.

### 10.1.7 Kapilární pórovitost

Kapilární pórovitost by měla optimálně tvořit 2/3 celkové pórovitosti půdy, zbylá 1/3 by měl být rovnoměrně rozdělena mezi póry semikapilární a nekapilární. Nadbytek kapilární pórovitosti neumožňuje vsakování vody do půdy. Její nedostatečné zastoupení poukazuje na nízkou zásobu vody v půdním profilu (Kameníčková, 2013).

Z rozboru odebraných půdních vzorků se jasně ukazuje, že několikanásobně větší je kapilární pórovitost. Z grafu vyhodnocení dat je velice snadno čitelné, že tato pórovitost dosahovala při odběru z hloubky 10 cm přibližných hodnot 85-90 %, u vzorků z 50 cm hloubky 70-77 %. Z porovnání naměřených výsledků je patrné, že vyšších hodnot dosahovaly hodnoty vzorků sondy 2 (viz graf obrázek 22).



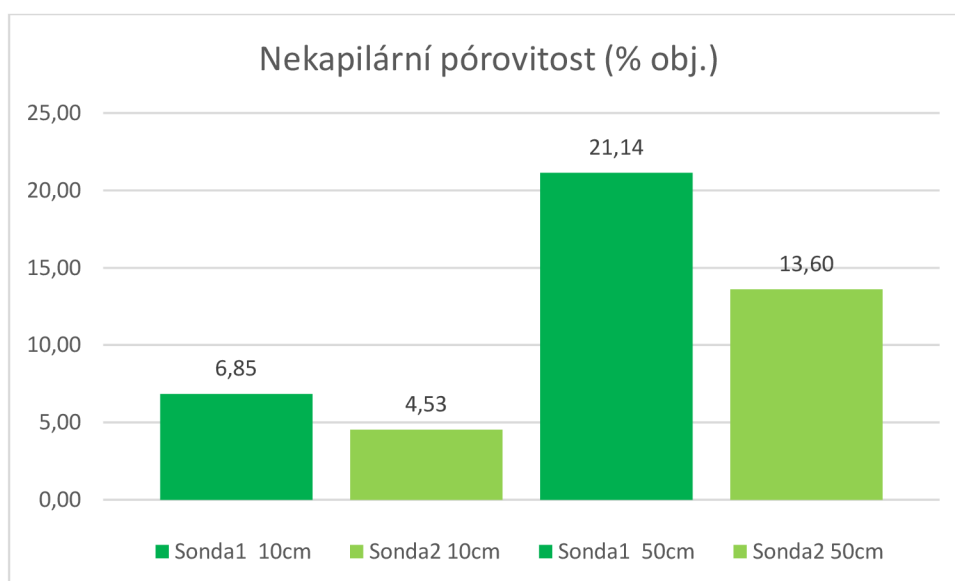


Obrázek 22: Graf výsledků kapilární pórovitosti laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků

### 10.1.8 Nekapilární pórovitost

Nekapilární pórovitost prezentuje prostory, ze kterých voda odtéká gravitačně. Při nadbytku těchto nekapilárních pórů voda proudí rychle vrstvou půdy bez větší možnosti nasycení kapilárních pórů a odteče mimo dosah kořenů vegetace (Kameníčková, 2013).

Rozbory vzorků prokázaly značně vyšší hodnoty u sondy 1, a to v obou odběrových hloubkách, kdy byly naměřeny hodnoty z hloubky odběru z 10 cm 6,9 % a z hloubky odběru 50 cm 21,1 % (viz graf obrázek 23).

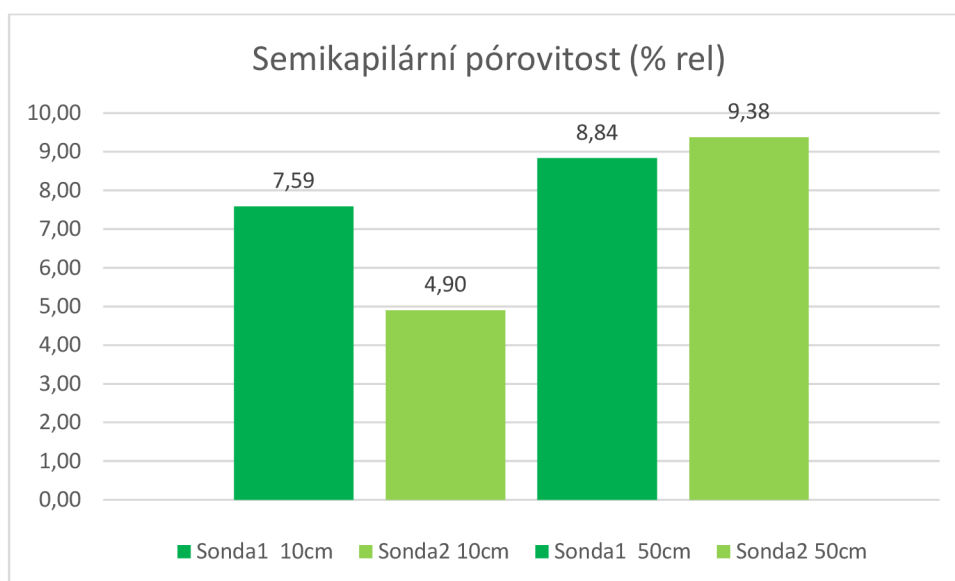


Obrázek 23: Graf výsledků nekapilární pórovitosti laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků

### 10.1.9 Semikapilární pórovitost

Semikapilární pórovitost definuje přechod mezi kapilárními a nekapilárními póry. V takových pórech dochází k ustalování hladiny, voda díky nim lépe proniká do půdy a dokáže do větší hloubky nasytit kapilární póry (Kameníčková, 2013).

Rozbory odebraných vzorků prokázaly přibližně 9 % semikapilární pórovitost v hloubkách 50 cm u obou půdních sond s převahou vyšší hodnoty 9,4 % u sondy 2. V hloubkách 10 cm se zjištěné hodnoty lišily, kdy sonda 2 dosáhla pouhých 4,9 % oproti 7,6 % sondy 1 (viz graf obrázek 24).



Obrázek 24: Graf výsledků semikapilární pórovitosti laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků

### 10.1.10 Provzdušenost

Provzdušenost vyjadřuje okamžitý obsah vzduchu v půdě, rozdíl mezi pórovitostí a vlhkostí půdy. Obsah vzduchu ovlivňuje v půdě chemické reakce a také je důležitý pro růst rostlin. Provzdušenost počítáme dle následujících vztahů:

$$VZ = VA VS \cdot 100 = P - \theta \text{ [% obj.]}$$

kde  $Vz$  ... provzdušenost [% obj.],

$VS$  ... objem vzorku [cm<sup>3</sup>],

$VA$  ... objem vzduchu ve vzorku [% obj.],

$P$  ... pórovitost [% obj.],

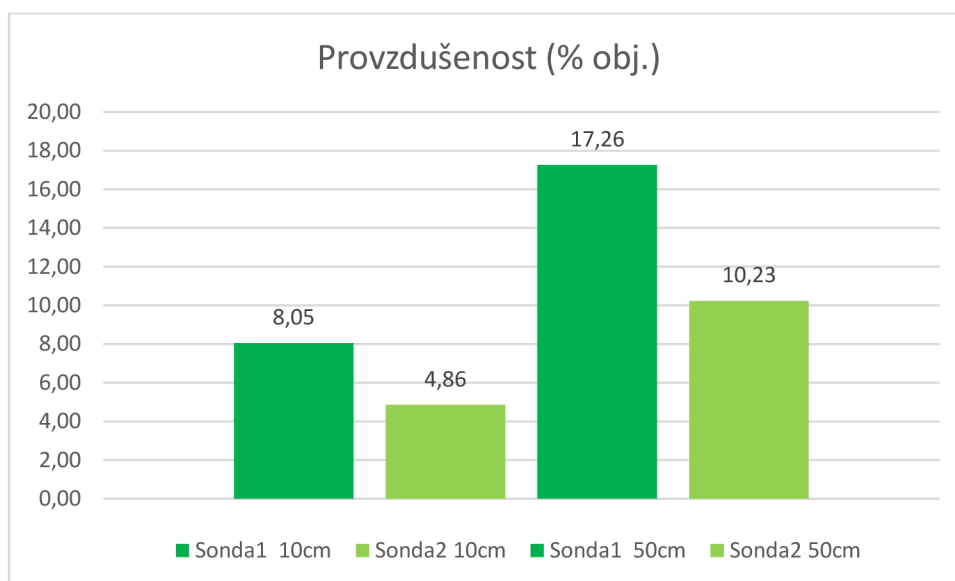
$\theta$  ... okamžitá vlhkost [% obj.].

Tabulka 8: Průměrné hodnoty pórovitosti zemědělských půd - plochy bazálního monitoringu zemědělských půd (Kňákal 2000)

Horizont	Druh půdy							Celkem
	P	HP	PH	H	JH	JV	J	
Pórovitost v %								
ornice	nd	46,35	49,26	47,08	45,25	55,25	50,72	47,45
podorničí	42,4	43,06	43,58	43,75	45,81	48,99	50,3	44,32
spodina	42,58	42,64	42,75	44,36	43,4	44,05	49,97	44,34

Optimální hodnota provzdušenosti pro zemědělsky obhospodařovanou půdu se pohybuje od 18 % do 24 % obj. V případě poklesu provzdušenosti pod 10 % obj. je nutné provést vhodné agrotechnické opatření (Jandák, 2003).

Z laboratorních výsledků vidíme, že provzdušenost je nejvyšší u sondy 1z hloubky odběru 50 cm, kdy hodnota přesahuje 17,2 % objemu. K porovnání hodnota z druhé sondy dosáhla pouhých 10,2 % (viz graf obrázek 25), což je hraniční hodnotou a je nutné zvážit vhodná nápravná agrotechnická opatření.



Obrázek 25: Graf výsledků provzdušenosti laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků

### 10.1.11 Maximální kapilární vzdušná kapacita

Maximální kapilární vzdušná kapacita půdy vyjadřuje, kolik procent pórů vyplňuje vzduch při maximální kapilární vodní kapacitě.

Pro výpočet maximální vzdušné kapacity půdy používáme vztah:

$$KMKK = P - \theta MKK [\% \text{ obj.}]$$

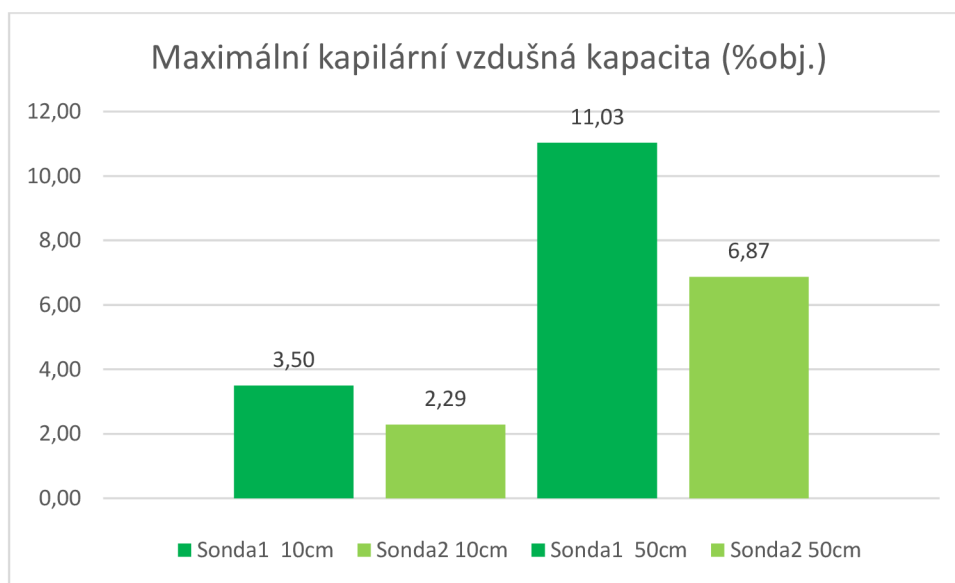
kde

$KMKK$  ... maximální vzdušná kapacita [% obj.],

$P$  ... pórovitost [% obj.],

$\theta MKK$  ... maximální kapilární vodní kapacita [% obj.].

Naměřené hodnoty z hloubky 10 cm dosahují u sondy 1 hodnot 3,5 % obj. a u sondy 2 hodnot 2,3 % obj.. Výrazný rozdíl byl naměřen v hloubce 50 cm, kdy se hodnoty lišily v více jak 5 % obj. (viz graf obrázek 26).



Obrázek 26: Graf výsledků maximální kapilární vzdušné kapacity laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků

### 10.1.12 Retenční vzdušná kapacita

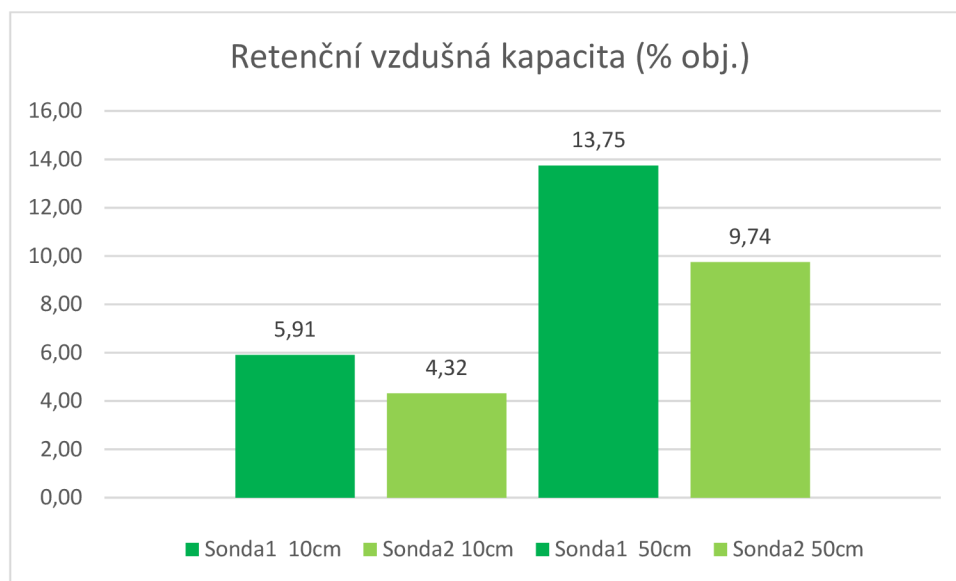
Retenční vzdušná kapacita vyjadřuje, kolik procent pórů vyplňuje vzduch při retenční vodní kapacitě. Retenční vzdušnou kapacitu počítáme dle vztahu:

$$KRVK = P - \theta RVK \text{ [% obj.]}$$

kde  $KRVK$  ... retenční vzdušná kapacita [% obj.],  
 $P$  ... pórovitost [% obj.],  
 $\theta RVK$  ... retenční vodní kapacita [% obj.]

Naměřené hodnoty z hloubky 10 cm se pohybují v rozmezí 4,3 – 5,9 % obj., hodnoty ze vzorků odebraných v hloubce 50 cm dosahují hodnot 9,7 – 13,8 % obj. (viz graf obrázek 27).

Z laboratorních výsledků retenční i maximální kapilární vzdušné kapacity je patrné, že vyšších hodnot dosahují výsledky rozborů vzorků odebraných ze sondy 1 (viz graf obrázek 26 a 27) ve všech horizontech odběrů vzorků.



Obrázek 27: Graf výsledků retenční vzdušné kapacity laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků

## 10.2 Porušené půdní vzorky

Porušené půdní vzorky tzv. sáčkovou metodou byly odebrány ze stejných horizontů jako neporušené půdní vzorky – tj. z hloubky 10 a 50 cm půdní sondy.

### 10.2.1 Zrnitost

Zjištění zrnitosti je založeno na sedimentačních zákonech, přesněji řečeno na závislosti sedimentačních rychlostí  $v$  na velikosti částice (Kutílek a kol., 2000).

Sedimentační zákon je vyjádřen pomocí Stokesova vztahu:

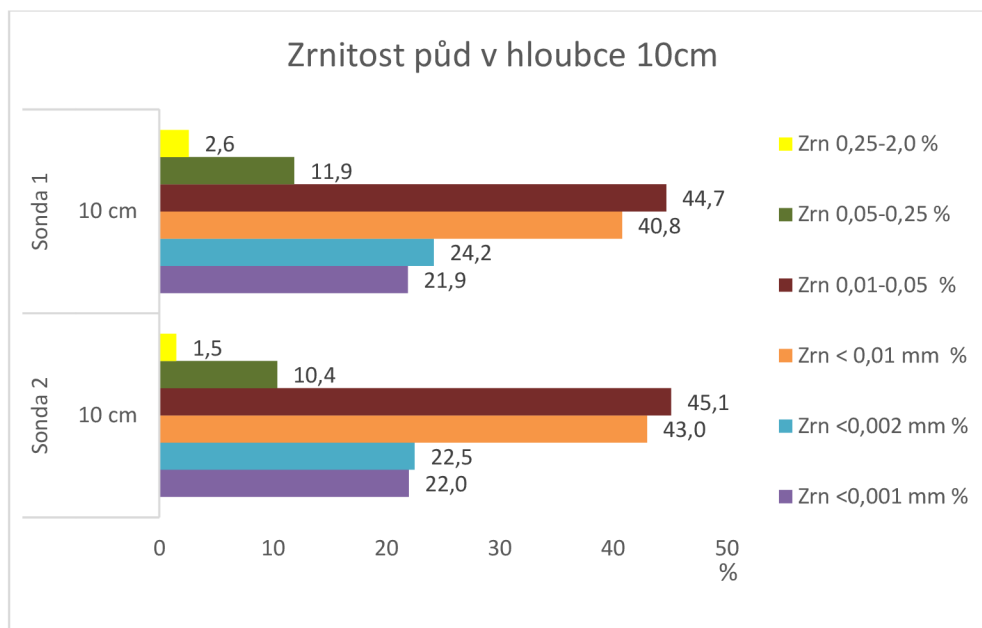
$$v = \frac{2gr^2(\rho_s - \rho_0)}{9\eta} = ar^2 [\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}]$$

kde

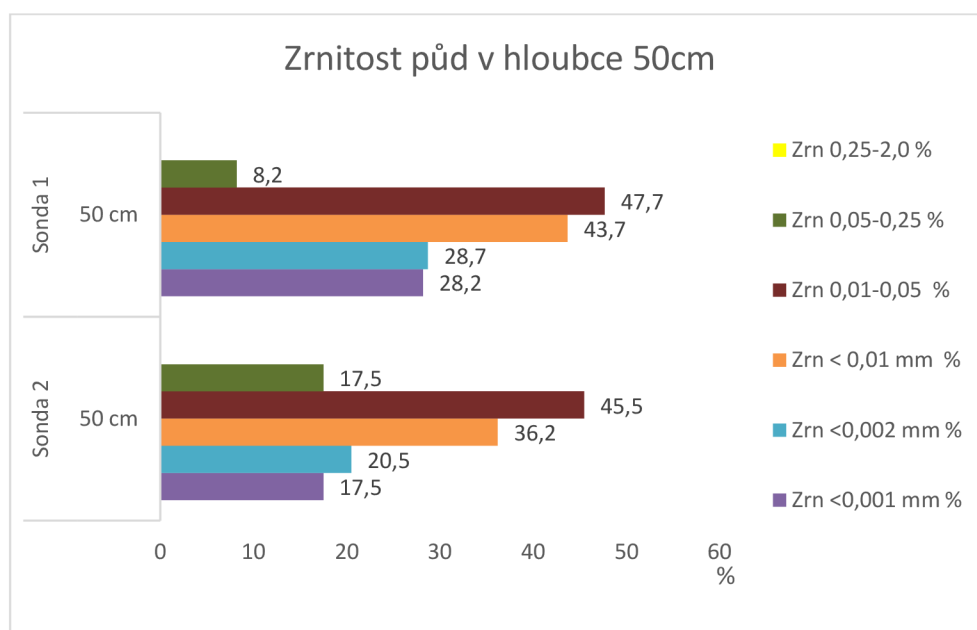
- $v$  ... sedimentační rychlost [ $\text{cm/s}$ ],
- $g$  ... tíhové zrychlení [ $\text{cm/s}^2$ ],
- $\rho_s$  ... zdánlivá hustota pevných částic [ $\text{g/cm}^3$ ],
- $\eta$  ... viskozita disperzního prostředí [ $\text{g/cm}^3$ ],
- $a$  ... konstanta pro sedimentaci zemitých částí při teplotě  $20^\circ\text{C}$  [ $\text{cm/s}$ ],
- $r$  ... poloměr částice [ $\text{cm}$ ]

Z hlediska zrnitosti odebraných vzorků půdy je na první pohled patrné, že v hloubce 10 cm se u obou půdních sond vyskytují zrna o velikostech 0,25 - 2,0 mm. K porovnání u vzorků odebraných z hloubky 50 cm se tato největší zrnitost vůbec nevyskytuje (viz graf obrázek 29 a tabulka přílohy č.1). Nejvyšší procentuální zastoupení měla zrnitost  $0,01 < 0,05$  mm, kdy se pohybovala u obou odběrových hloubek všech vzorků okolo 45 %.

Zrnitostní frakce  $< 0,01$  mm se ve všech hloubkách pohybovala na hranici 40 % s mírnou absencí v hloubce 50 cm u sondy 2. Naopak nejmenší zastoupení měla zrnitostní frakce  $< 0,001$  mm, která se pohybovala na úrovni 22 % (viz graf obrázek 28 a tabulka přílohy č.1).



Obrázek 28: Graf výsledků zrnitosti půd odebraných z hloubky 10cm



Obrázek 29: Graf výsledků zrnitosti půd odebraných z hloubky 50cm

V praxi se aplikuje základní dělení frakcí na skelet (>2 mm) a jemnozeme (<2 mm). Jemnozeme je podstatnou složkou půdy a ovlivňuje všechny základní půdní vlastnosti. Jedná se např. o poměr vody a vzduchu v půdě, pórovitost, obsah i složení edafonu, velikost povrchové plochy a energie, přilnavost (adheze), soudržnost (koheze), chemické, fyzikálně-chemické a biochemické procesy v půdě.

Tabulka 9: Klasifikace půdního druhu dle Nováka

Obsah částic < 0,01 mm	Označení druhu půdy	Zkratka	Klasifikace půdy
0 - 10	písčítá	P	lehká
10 - 20	hlinitopísčítí	HP	
20 - 30	písčítohlinitá	PH	středně těžká
30 - 45	hlinitá	H	
45 - 60	jílovitohlinitá	JH	těžká
60 - 75	jílovitá	JV	
> 75	jíl	J	

Podle hodnot z klasifikační tabulky vidíme, že získané hodnoty všech odebraných vzorků v rozmezí obsahu částic < 0,01 mm spadají mezi hodnoty 30 – 45, to je řadí do hlinitého druhu půd, označující se písmenem H, středně těžké půdy.

### 10.2.2 Půdní reakce

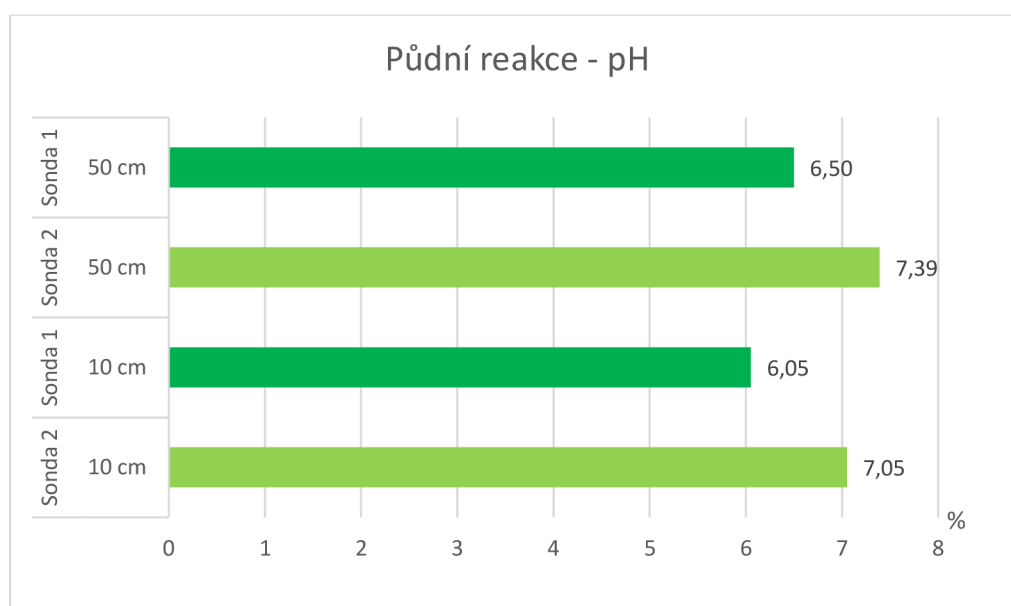
Půdní reakci znázorňuje hodnota pH půdy, která ovlivňuje biochemické půdní procesy a příjem živin rostlinami. Také je významná z hlediska mobility potenciálně rizikových prvků v půdách, kdy obecně platí, že v oblasti kyslejší reakce se mobilita rizikových prvků zvyšuje (zejména Cd, Zn, Ni).

Tabulka 10: Průměrné hodnoty pH zemědělských půd v krajích ČR (agrochemické zkoušení zemědělských půd, ÚKZÚZ, 2010–2015)

Kraj	Průměrná hodnota pH	Podíl půd v %	
		Kyselé (do 5,5)	Alkalická (nad 7,2)
Středočeský	6,4	20,51	19,29
Jihočeský	5,6	50,55	0,22
Plzeňský	5,6	46,75	0,15
Karlovarský	5,6	55,39	0,33
Ústecký	6,6	13,32	34,52
Liberecký	5,8	37,98	1,37
Královohradecký	6,3	19,56	10,36
Pardubický	6,0	29,83	7,19
Vysočina	5,6	50,32	0,63
Jihomoravský	6,7	12,55	41,19
Olomoucký	6,3	19,96	10,85
Zlínský	6,2	20,00	10,51
Moravskoslezský	5,8	35,38	1,11
<b>Česká republika</b>	<b>6,1</b>	<b>31,70</b>	<b>11,86</b>



Na území středočeského kraje je průměrná hodnota pH = 6,4 (viz tabulka č.11). Z odebraných vzorků se laboratorními rozbory došlo ke zjištění, že vzorky půdy ze sondy 1 jsou v průměrných hodnotách 6,05 – 6,5. Takové půdy považujeme za slabě kyselé. Vzorky ze sondy 2 dosahují vyšších hodnot, kdy hodnota z hloubky 10 cm je 7,05 a hodnota z hloubky 50 cm je 7,39 – tuto hodnotu již řadíme do alkalických reakcí (viz graf obrázek 30).



Obrázek 30: Graf výsledků půdní reakce pH laboratorních rozběrů odebraných půdních vzorků

### 10.2.3 Organický uhlík v půdě

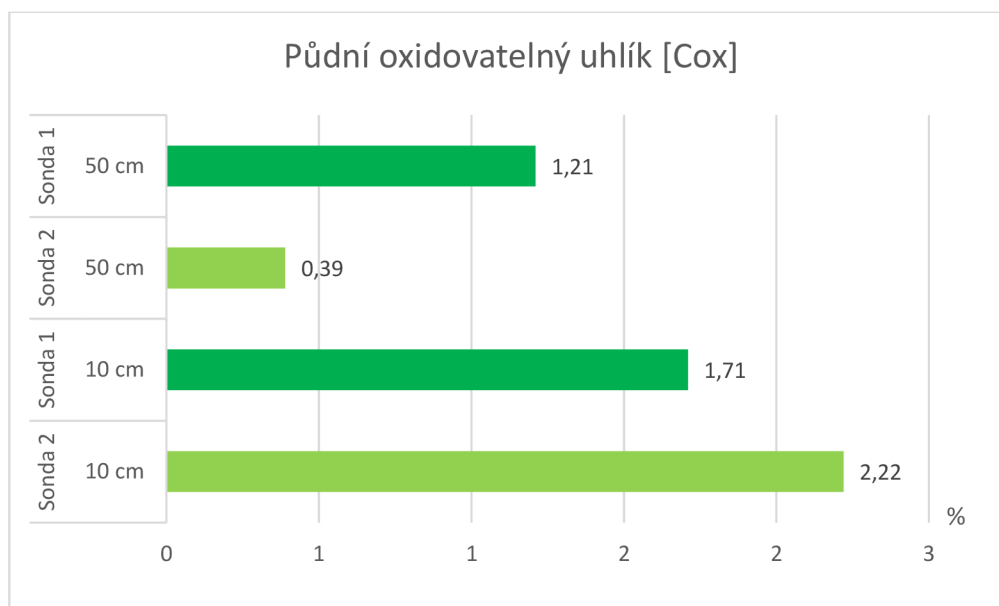
Laboratorně stanovený oxidovatelný organický uhlík ( $C_{ox}$ ) se přepočítá koeficientem 1,724 na obsah humusu v půdě. Tento přepočet platí za předpokladu, že humus obsahuje 58 % uhlíku.

Tabulka 11: Hodnocení obsahu humusu

Obsah humusu v %	Zásoba humusu
< 0,5	extrémně nízká
0,5, - 1,0	velmi nízká
1,0 - 2,0	nízká
2,0 - 3,0	střední
3,0 - 5,0	dobrá
> 5,0	velmi dobrá

Rozbory vzorků na půdní oxidovatelný uhlík prokázaly, že vzorky z 50 cm půdní sondy 2 jsou výrazně odlišné – tato naměřená hodnota vykazuje pouze 0,4 %  $C_{ox}$ . V tomto horizontu půdního profilu se kopané půdní sondy výrazně liší – sonda 2 zde

přechází do jílovité půdy. Hodnoty z odběru vzorků v 10 cm se pohybují od 1,2 % do 2,2 %, kdy vyšší hodnoty dosahuje orniční vrstva sondy 2.



Obrázek 31: Graf výsledků půdního oxidovatelného uhlíku laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků. Hodnoty jednotlivých sond jsou od sebe vzájemně barevně odlišeny.

Tabulka 12: Hodnocení obsahu oxidovatelného uhlíku na zemědělské půdě (Sánka a kol., 2004)

$C_{ox}$ (%)	Interpretace obsahu
< 0,5	velmi nízký
0,5 - 1,1	nízký
1,2 - 1,4	nižší střední
1,5 - 1,7	vyšší střední
1,8 - 2,9	vysoký
> 2,9	velmi vysoký

Obsah humusu se u běžných zemědělských půd pohybuje od několika desetin procenta až po 5 % (někdy i více). Obsah humusu se v terénu zjišťuje odhadem (podle barvy, půdního typu, erozně – akumulačních poměrů) a laboratorně stanovením oxidovatelného organického uhlíku ( $C_{ox}$ ) s následným vynásobením koeficientem 1,724. Tento přepočítání platí za předpokladu, že humus obsahuje 58 % uhlíku.

Tabulka 13: Hodnocení obsahu humusu v půdách (Prax, 1995, Sánka 2001)

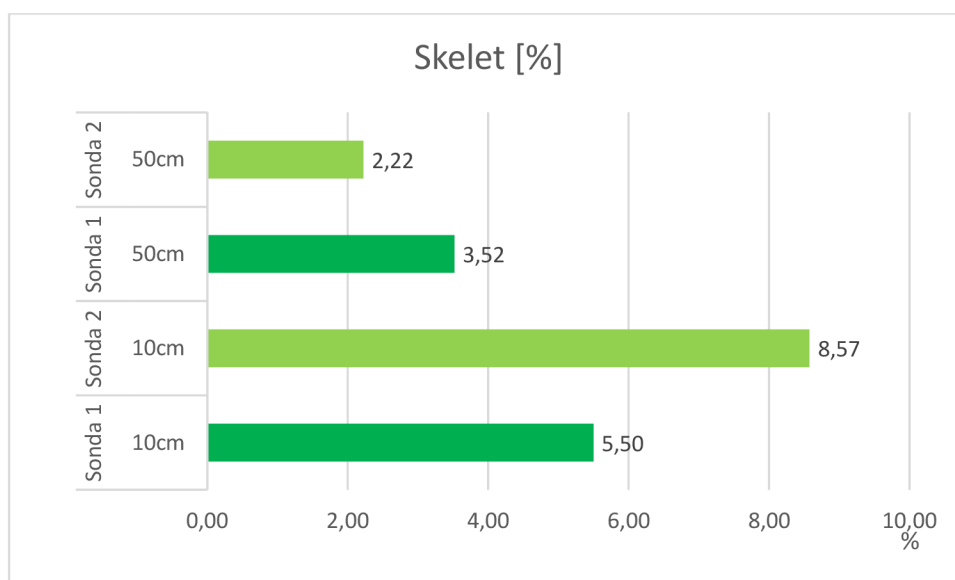
Půdy	Obsah humusu v půdách (% hmotnostní)	
	lehké	středně těžké
Bezhumózní	0	0
Slabě humózní	< 1	< 2
Středně humózní	1 - 2	2 - 5
Silně humózní	> 2	> 5

Všeobecně se ukazuje, že celkový obsah organických látek v půdě je příliš nepřesné měřítko hodnocení, protože je v praxi běžné, že některé její frakce jsou biologicky a chemicky velmi aktivní, jiné jsou téměř inertní. Kolář (1988) ve své publikaci uvádí, že zastoupení těchto aktivních a téměř neaktivních frakcí se v různých půdách velmi liší, proto je důležité znát pro každou půdu specifické množství rozložitelné organické hmoty.

#### 10.2.4 Skelet

Půdní skelet je tvořen částicemi o průměru větším než 2 mm. Jeho stanovení se provádí, pokud půdní vzorek obsahuje více než 10 % těchto částic. Stanovení obsahu půdního skeletu se vyjadřuje pomocí hmotnostních či objemových procent. Při hmotnostním stanovení obsahu skeletu se připouští jisté zkreslení výsledků, které je nejčastěji způsobeno rozdílností specifických hmotností skeletu a jemnozeme.

U laboratorního rozboru odebraných vzorků sondy 1 byly v hloubce 10 cm naměřeny hodnoty 5,5 % a v hloubce 50 cm 3,5 %. U odebraných vzorků ze sondy 2 byl výrazně větší podíl skeletu v orniční vrstvě 10 cm, a to naměřených 8,6 %. Získaná hodnota činila v porovnání s hloubkou odběru 50 cm rozdíl téměř 6,3 % (viz graf obrázek 32 a tabulka přílohy č.1).



Obrázek 32: Graf výsledků skeletu laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků

## 11 DISKUZE

Degradace půd je vnímána jako zásadní globální problém, který způsobuje ztrátu zemědělské půdy (Bednář a Šarapatka, 2018). Půda je obecně brána jako komplexní živý systém, který má schopnost pufrace, respektive odolávat degradačním vlivům, mezi které uvádí (Bednář a Šarapatka, 2015) vodní erozi, větrnou erozi, utužení půd, ztrátu organické hmoty a další faktory, které tuto schopnost potlačují. Dle Basch (2008) má způsob hospodaření na zemědělské půdě významný vliv na kvalitu půdy a půdního prostředí. V konvenčním zemědělství dochází často k intenzivnímu hospodaření na půdách, s čímž souvisejí vysoké vstupy chemikálií a pojezdy těžké techniky, které způsobují zhoršující půdní vlastnosti vedoucí k erozi a degradaci půdy.

Konzervační postupy, které jsou označovány jako bezorebné zpracování půdy a ekologické zemědělství, mají značný potenciál posílit zdraví půdy (Yi Wang, a kol., 2017). Cooper R. J. a kol. (2020) jako výsledek svého výzkumu uvádějí, že ochranné zpracování půdy, potažmo omezení orby, nemá ve výsledku pouze pozitivní přínosy (minimalizace přejezdů po půdním povrchu dochází k úspoře pohonných hmot a úspory času). Omezení či dokonce nedostatek hlubokého zpracování půdy může vést ke zvýšení objemové hmotnosti půdy (zhuštění půdy a podorničí), k rozvoji populací polních škůdců a plevelů, k nadbytečné akumulaci živin v povrchových vrstvách půdy.

Míra degradace půd může být hodnocena dle Snakin et al. (1996) pomocí biologických, chemických a fyzikálních parametrů. V této diplomové práci byly pro posouzení míry degradace půd z hlediska zvoleného managementu hospodaření hodnoceny fyzikální parametry půdy. Zhodnocení degradace půdy na základě zvoleného managementu bylo provedeno na základě odběru půdních vzorků. K výkopu půdních sond, popisu půdního profilu a následnému odběru půdních vzorků byly vybrány modelové lokality na Čáslavsku, které od sebe byly vzdálené 700 m. Území disponuje velice kvalitní černozemí, s nejvyšším stupněm ochrany, což prokázala analýza odebraných vzorků z obou lokalit. Na lokalitě 1 probíhá běžné konvenční zemědělství s každoroční orbou a šestiletých osevním postupem, naopak lokalita 2 již několik let podléhá intenzivnímu minimalizačnímu hospodaření bez orby s pouze dvouletým osevním postupem.

Odběry půdních vzorků v rámci diplomové práce byly realizovány v roce 2021. Vzorky byly odebrány z lokalit v listopadu, kdy již byly pěstované plodiny sklizeny.

Z šetření vyplynulo, že odebrané vzorky pochází dle BPEJ z typově stejných půd, což potvrdily hodnoty naměřené měrné hmotnosti. U všech odebraných vzorků se hodnoty pohybovaly v rozmezí 2,58 – 2,64 g/m<sup>3</sup>, z čehož bylo možné přisuzovat půdám humózní původ. Při posuzování momentální vlhkosti byla zjištěna slabá momentální vlhkost v obou lokalitách. Nízká hodnota mohla být způsobena pozdním laboratorním zpracováním vzorků, i přes jejich řádné odebrání v obou lokalitách a uložení v chladničce v nepropustném obalu před laboratorní analýzou. Z hlediska posuzované nasákivosti dosahovala vyšších hodnot pouze lokalita 1 v 50 cm hloubce. Lokalita 1 s konvenčně hospodařícím systémem vykazovala při testování maximální a retenční kapilární vodní kapacity vyšší hodnoty v porovnání s lokalitou 2. U analyzovaných vzorků z hlediska pórovitosti nebyl zjištěn žádný zásadní rozdíl. Všechny hodnoty se pohybovaly v rozmezí 39 – 46 % objemu, což vypovídalo o velké míře utužení půdy v obou lokalitách. V hloubce 50 cm byla zjištěna pórovitost v rozmezí 41,69 – 45,78% objemu, což řadí půdu na obou lokalitách mezi utuženou. Půdy v 10 i 50 cm hloubce na obou lokalitách vykazovaly vyšší stupeň utužení, v detailnějším porovnání vykazovaly vzorky z lokality 1 optimální hodnoty v porovnání s lokalitou 2. Z rozborů kapilárních pórů bylo patrné, že sonda 1 měla v obou odběrových hloubkách naměřené vyšší hodnoty 85 – 90 %, oproti tomu hodnoty získané ze sondy 2 se pohybovaly v rozmezí 70 – 77 % (vyšší hodnoty byly vždy získány v hloubce 50 cm). Rozbory nekapilárních pórů prokázaly výrazně vyšší hodnoty u lokality 2, které se v porovnání s lokalitou 1 lišily o více jak 10 %. Z laboratorních výsledků byla zjištěna nejvyšší provzdušenost u sondy 1 v 50 cm hloubce odběru, kdy hodnota přesahovala 17,2 % objemu. Hodnota z druhé sondy dosáhla pouhých 10,2 %, což je hraniční hodnotou a dle Jandákova doporučení (2003) je nutné zvážit vhodná nápravná agrotechnická opatření. V roce 2002 byla na lokalitě 1 analyzována půda, kde byla zjištěna v 10 cm hloubce zjištěna vysoká pórovitost, která odpovídala necelým 50 % obj. (Kubík, 2019). Objemová hmotnost se pohybovala u obou sond kolem 1,5 g/cm<sup>3</sup>, což dle Kutílka (1966) odpovídalo „nevhovujícímu“ stavu půdy.

Průměrné pH středočeského kraje činilo v roce 2015 dle AZPP (ÚKZÚZ) 6,4. V návaznosti na získané výsledky z obou lokality bylo možné tvrdit, že u vzorků z lokality 2 odebraných v 10 i 50 cm hloubce se pH výrazně nelišilo od průměru AZPP z roku 2015. Konvenční způsob hospodaření poukázal dle získaných výsledků na slabě kyselou až alkalickou půdní reakci. Udává se, že pro zpřístupnění živin v půdě je

optimálnější rozhraní neutrální až slabě kyselé reakci (Fernández a Hoefl., 2009). V tomto případě se intenzivní způsob hospodaření prokázal jako přínosnější. Kubíkovo šetření (2019) poukázalo, že se za posledních dvacet let hodnota pH na lokalitě 1 prakticky nezměnila (na základě výsledků z odebraných půdních vzorků z roku 2002).

V ČR se doposud používá pro zjištěné velikosti a poměrného zastoupení jednotlivých půdních frakcí praktická klasifikace dle Nováka (2003). Pro přesnější vyhodnocení je možné vycházet z Taxonomického klasifikačního řádu půd ČR. Dle Novákovy klasifikace bylo zjištěno zrnitostní složení odpovídající hlinitým, středně těžkým půdám na obou lokalitách, které se v porovnání s výsledky odebraných půdních vzorků z roku 2002 nezměnilo (Kubík, 2019). Určité rozdíly byly zjištěny v obsahu jednotlivých frakcí v hloubce 50 cm, kdy je absenční zastoupení zrnitosti 0,25 – 2,0 % a s obsahem hodnoty 0,05 – 0,25 % je lokalita 1 nižší o více jak 9 %. Celkově je v hloubce odběru 50 cm nižší obsah nejmenších frakcí zrn u lokality 2, obsah zrn < 0,05 mm je nižší o 10% v porovnání s lokalitou 1. Vzorky půd z obou lokalit bez ohledu na hloubku odběru vykazovaly podíl skeletu nižší než 10 %, z čehož bylo možné tvrdit, že šlo o půdy bezskeletovité s příměsí skeletu. V případě rozložení a obsahu jednotlivých frakcí byly nalezeny u lokality 1 rozdíly v % složení. Frakce do 0,05 mm byly před dvaceti lety výrazně nižší. Naopak větší podíl frakcí > 0,05 mm byl charakteristický pro lokalitu 1 v 10 i 50 cm hloubce odběru. Ze získaných výsledků z lokality 1 z let 2002 a 2021 je možné tvrdit, že se zvětšil podíl jemných frakcí, které charakterizují kvalitnější a lépe zpracovatelnou půdu za posledních dvacet let.

Způsob kultivace půd vysoce ovlivňuje podíl organické hmoty v půdě. Může určovat převahu aerobních či anaerobních procesů probíhajících v půdě, které mají vliv na směr i rychlost mineralizace organické hmoty v půdě ovlivňující produkci CO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>O. Sáňka a kolektiv (2018) uvádí, že v půdách mírného podnebného pásu se za posledních padesát let snížil v důsledku kultivace obsah uhlíku v organických látkách až o 40 %. Koeficientovým přepočtem organického uhlíku C<sub>ox</sub> byly získány hodnoty, které dle platné klasifikace odpovídají středně humózním půdám. Vzorky odebrané z lokality 2 v obou hloubkách vykazovaly střední zásobu humusu, která se pohybuje kolem 2 – 3 %. U lokality 1 byl zjištěn odlišný trend. Zatímco v 10 cm hloubce byla zjištěna dobrá zásoba humusu, v 50 cm hloubce odběru byla zjištěna velmi nízká zásoba humusu činící 0,67 %. Všeobecně se udává, že celkový obsah organických

látek v půdě je příliš nepřesné měřítko hodnocení, protože je v praxi běžné, že některé její frakce jsou biologicky a chemicky velmi aktivní, jiné jsou téměř inertní. Kolář (1988) ve své publikaci uvádí, že zastoupení těchto aktivních a téměř neaktivních frakcí se v různých půdách velmi liší, proto je důležité znát pro každou půdu specifické množství rozložitelné organické hmoty. Na základě odebraných půdních vzorků byl však pozorovatelný vliv zvoleného managementu půd na množství organické hmoty v půdním prostředí.

Na lokalitě 1 jsou na pěstebních honech střídány plodiny v rámci rozmanitějšího osevního postupu v porovnání s lokalitou 2, která vykazuje spíše monokulturní trend v rámci střídání plodin na pěstebních honech. Navzdory předpokladu, že lokalita 1 by měla vykazovat vyšší hodnoty naměřeného množství humusu a organických látek, odběr v 50 cm hloubce prokázal opačný trend. Důvodem by mohl být fakt, že veškeré posklizňové zbytky se po sklizni odvázejí z pozemku oproti lokalitě 2, která i přes poměrně ustálený osevní postup vykazuje vyšší hodnoty organické hmoty vzhledem k ponechávání posklizňových zbytků na poli a jejich kvalitnímu zapravení do půdy.

V roce 2019 byl Evropskou Unií schválen Green Deal, tzv.: Zelená dohoda. Tato iniciativa schválená EU a současně Evropskou klimatickou dohodou, si stanovila cíl dosažení klimatické neutrality do roku 2050 (Montanarella a Panagos, 2021). Zmíněná iniciativa klade důraz na dosažení udržitelného a klimaticky neutrálního kontinentu. V návaznosti na tento cíl se současně mění i legislativa odběru půdních vzorků, u kterých se bude v budoucnosti klást větší důraz na obsáhlejší data ohledně organické hmoty, mikrobiální aktivity a také způsobu odběru půdních vzorků. Green Deal by měl vytvořit prostor pro lepší využití bezorebných technologií, které by dle EU měly pozitivněji ovlivňovat životní prostředí i klima.

Degradace půd a ztráty zemědělské půdy představovaly a nadále představují zásadní světový problém. Navzdory potřebě monitoringu degradačních procesů zemědělské půdy doposud neexistovaly komplexní snahy o vytvoření globálního systému pozorování (Bednář a Šarapatka, 2018). Green Deal iniciativa nabízí do budoucna možnost využití senzorů či družic, kterými by bylo umožněno sledování stavu půdy a sledování klimatických podmínek, mohlo by dojít k racionálnějšímu přístupu z hlediska posuzování vhodného managementu půd.

## ZÁVĚR

Šetření v rámci diplomové práce bylo realizováno za účelem zjištění vlivu odlišného managementu hospodaření na totožných půdách. K výkopu půdních sond, popisu půdního profilu a následnému odběru půdních vzorků byla vybrána modelová lokalita na Čáslavsku. Území černoze, s nejvyšším stupněm ochrany v mírném klimatickém regionu. Terénní šetření a odběr půdních vzorků bylo realizováno na dvou pozemcích, u kterých jsou používány odlišné přístupy k hospodaření.

V rešeršní části byla pro čtenáře shrnuta problematika půdy, kódů BPEJ a stále aktuálnějšího tématu degradace zemědělských půd. Dále byla charakterizována zájmová lokalita a zkušební stanice ÚKZÚZ, jako jeden ze subjektů hospodařící na řešených pozemcích. Práce seznamuje s aktuální problematikou managementu půdy a různými náhledy k odlišným přístupům hospodaření, především orebního a minimalizačního způsobu hospodaření.

Vlastní šetření spočívalo ve výkopu dvou půdních sond na vybraných pozemcích. Realizací kopaných půdních sond byl odkryt půdní profil do hloubky 120 cm, ze kterého následně došlo k popisu půdního profilu a odběru půdních vzorků. Laboratorní rozborů neprokázaly jednoznačné rozdíly mezi lokalitami odběru. K získání prokazatelnějších výsledků šetrnějšího managementu by bylo zapotřebí odebírat vzorky z modelových lokalit v mnohem větším časovém rozpětí. Tento jednorázový půdní průzkum neprokázal jednoznačné výsledky prokazující rozdílné půdní vlastnosti, avšak potvrdil parametry z KPP. Data získaná experimentálním šetřením mohou posloužit jako orientační výsledky pro subjekty hospodařící na pozemcích, dále mnohé z hodnot vykazují výsledky doporučující změnu agrotechnických opatření. V rámci vyhodnocení byla řešena bilance organické hmoty v orných půdách. Na základě rozborů fyzikálních vlastností bylo zjištěno utužení pozemků vyššího stupně. Z odebraných porušených vzorků byl proveden zrnitostní rozbor, pro určení půdního druhu. Potvrdilo se, že v obou případech se jedná o půdy hlinité.

Pro rozšíření těchto zjištění by bylo vhodné sledovat pozemky na modelové lokalitě po delší časové období s vícečetnými půdními odběry. Také bych doporučil sledovat vliv pěstovaných plodin na půdní vlastnosti a bilanci organického uhlíku.



## CITOVANÁ LITERATURA

- Alskaf K., Sparkes D. L., Mooney S. J., Sjögersten S., 2020: *The uptake of different tillage practices in England. Soil Use and Management*. ISSN 0266-0032.
- Badalíková B. a Novotná J., 2017: *Význam meziplodin v souvislosti s protierozní ochranou půdy*. Úroda č. 11, roč. LXV, s. 50-52. ISSN 0139-6013
- Badalíková B., 2019: *Uplatnění meziplodin a jejich přínos pro zemědělství (Application of intercrops and their contribution to agriculture)*. Úroda 2/2019, roč. LXVII, s. 52-53, ISSN 0139-6013
- Barta G., 2011: *Secondary carbonates in loess-paleosoil sequences: a general review*. Central European Journal of Geosciences, Hungary, s. 129–146
- Basch G., Geraghty J., Streit B., Sturny W, 2008: *No-tillage in Europe -state of the art: constraints and perspective. No-till farming systems*, 3: 159-168.
- Bednář M. a Šarapatka B., 2018: *Relationships between physical-geographical factors and soil degradation on agricultural land*. Environmental Research, 164, 660–668.
- Biernat L., Taube F., Vogeler I., Reinsch T., Kluß Ch., Loser R., 2020: *Is organic agriculture in line with the EU-Nitrate directive? On-farm nitrate leaching from organic and conventional arable crop rotations*. Agriculture, Ecosystems & Environment.
- Boquet D., 2012: *Louisiana conservation tillage handbook*. Louisiana : Louisiana State University Agricultural Center.
- Braniš M., 1997: *Základy ekologie a ochrany životního prostředí*. Informatorium, spol. s.r.o., Praha, s 143.
- Braniš M., 2004: *Základy ekologie a ochrany životního prostředí*. Informatorium, spol. s.r.o., Praha, s 203.
- Bártová H. a Brom R., 2015: *Zkušební stanice Čáslav 90. let., Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Zkušební stanice Čáslav*.
- Brtnický M., Vopravil J., Vrabcová T., Hladký J., Khel T., Novák P., Vlček V., Kinický J., 2012: *Degradace půdy v české republice. : Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Brno, str. 91., ISBN 978-80-87361-20-7*.

- Cooper R. J., Hama-Aziz Z., Hiscock K.M., Lovett A.A., Vrain E., Dugdale S.J., Sunnenberg G., Dockerty T., Hovesen P., Noble L., 2020: *Conservation tillage and soil health: Lessons from a 5-year UK farm trial (2013-2018)*. ISSN 0167-1987.
- ČSÚ, 2023: Tab. Plocha osevů. Český statistický úřad (online), Dostupné z [https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=ZEM02A&z=T&f=TABULKA&skupId=346&katalog=30840&pvo=ZEM02A&evo=v551\\_!\\_ZEM02A-2022\\_1](https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=ZEM02A&z=T&f=TABULKA&skupId=346&katalog=30840&pvo=ZEM02A&evo=v551_!_ZEM02A-2022_1).
- ČSN EN ISO 25177: *Kvalita půdy - popis půdy v terénu*. Evropská norma, datum vydání normy 1.5.2020, zn. 836140.
- Djumaliebra, D a Vassilev, A., 1993: *Cropping Systems in Intensive Agriculture*. Bulgaria. ISBN 81-85880-07-7.
- Fernández F. G., Hoefft R. G., 2009: *Managing soil pH and crop nutrients*. Illinois agronomy handbook, 24: 91-112.
- Hacker R. B., Toole I. D., Melville G. J., Alemseged Y., Smith W. J., 2017: *Managing competitive interactions to promote regeneration of native perennial grasses in semi-arid south-eastern Australia*. The Rangeland Journal, 39(1), s 59.
- Hůla J., Procházková B., 2008: *Minimalizace zpracování půdy*. Profi Press, Praha. ISBN 978-80-86726-28-1.
- Hůla J., Procházková B., 2002: *Vliv minimalizačních a půdoochranných technologií na plodiny, půdní prostředí a ekonomiku*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
- Jandák J., 2003: *Cvičení z půdoznalství*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. ISBN 80-7157-733-2.
- Janeček M. a kol., 2007: *Ochrana zemědělské půdy - metodika*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha, s. 76.
- Janeček M. a kol., 2012: *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Česká zemědělská univerzita, Praha. ISBN 978-80-87415-42-9.
- Janeček M. a kol., 2008: *Základy erodologie*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, s. 172. ISBN: 978-80-213-1842-7.
- Javorský P., Krečmer F., Uhnák J., 1987: *Chemické rozborů v zemědělských laboratořích I*. Ministerstvo zemědělství a výživy ČSR, České Budějovice.

- Jones A. a kol., 2012: *The state of soil in Europe*. Publication Office of the European Union, Luxembourg. ISSN 1831-9424.
- Kameníčková I., 2013: *Návody do cvičení hydropedologie*. VUT FAST, Brno.
- Knítl A. a Elbl J., 2019: *Nový pohled na hodnocení organické hmoty při pěstování meziplodin*.
- Kolář L., 1988: *Organické hnojení a humus*. Vysoká škola zemědělská, Praha.
- Kolektiv autorů Čermáka, 2005: *Pracovní postupy pro agrochemické zkoušení*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav, Brno. ISBN 80-86548-62-7.
- Kolínský J., 1994: *Technologie setí při ponechání rostlinných zbytků na povrchu*. Mechanizace zemědělství Speciál, 1, s. 2-10.
- Köller L. a Linke CH., 2006: *Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflung*. Frankfurt DLG.
- Kubík K., 2019: *Výkop a popis pedologických sond na pozorovacích plochách BMP: průběžná zpráva*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno, s 32-35.
- Kutílek M., 1978: *Vodohospodářská pedologie*. Vydavatelstvo technickej a ekonomickej literatúry, Bratislava.
- Kutílek M., Kuráž V., Císlarová M., 2000: *Hydropedologie 10. vyd. 2. přeprac.* České vysoké učení technické, Praha. ISBN 80-010-2237-4.
- Ledvina R., Horáček J., Šindelářová M., 2000: *Geologie a půdoznalství*. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, České Budějovice.
- Lhotský J., 2000: *Zhutňování půd a opatření proti němu*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha. ISBN 80-7271-067-2.
- Ložek V., 1965: *Das Problem der Lössbildung und die Lössmollusken*. E&G – Quaternary Science Journal.
- Ložek V., 1973: *Příroda ve čtvrtohorách*. Academia, Praha.
- Mallarino, A P a kol., 2006: *Grain yield of corn, soybean and oats as affected by crop rotation and nitrogen fertilization for corn*. Iowa : Iowa State University.
- Marwitz A., Ladewig E., Märlander B., 2014: *Response of soil biological activity to common herbicide strategies in sugar beet cultivation*. European Journal of Agronomy, 54, 97–106.

- Mašek J., 2005: *Hospodaření s posklizňovými zbytky*. Zemědělec, č.4.
- Montanarella L., Panagos P., 2021: *The relevance of sustainable soil management within the European Green Deal*. Land Use Policy, 100, 104950.
- Miština T, Kováč K. a kol., 1993: *Ochranné obrábání pod*. Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany. ISBN 80–7137–125–4.
- Němeček J. a kol., 1967: *Průzkum zemědělských půd ČSSR 1.díl, Metodika terénního průzkumu, sestavování půdních map a geneticko-agronomické klasifikace půd*. Ministerstvo zemědělství a výživy, Praha.
- Oldeman L. R., 1994: *The global extent of soil degradation*. CAB International, Greenland.
- Procházková B., Dovrtěl J., Dryšlová T., Křen J., Lukas V., Neudert L., Smutný V., Vinkler J., 2011: *Význam a možnosti optimalizace struktury a střídání plodin v systémech hospodaření na půdě*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. ISBN 978-80-7375-525-6.
- Ringselle B., Bergkvist G., Aronsson H., Andersson L., 2016: *Importance of timing and repetition of stubble cultivation for post-harvest control of Elymus repens*. Weed Research, 56(1), s 41–49. ISSN 0043-1737.
- Roth G., 2014: *Crop rotations and conservation tillage*. Penn State Extension, Penn.
- Sánka M. a Materna J., 2004: *Indikátory kvality zemědělských a lesních půd*. Ministerstvo životního prostředí, Praha. 1213-3393.
- Sánka M., Vácha R., Poláková Š., Fiala P., 2018: *Kritéria pro hodnocení produkčních a ekologických vlastností půd*. Ministerstvo životního prostředí, Praha.
- Staňa J., 2017: *Monitoring zemědělských půd v České republice*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno.
- Šarapatka B.: *Pedologie a ochrana půdy*.
- Šarapatka, B. a kol., 2010: *Agroekologie*. Bioinstitut, o.p.s., Olomouc. ISBN 978-80-87371-10-7.
- Šarapatka B. a Bednář M., 2015: *Assessment of Potential Soil Degradation on Agricultural Land in the Czech Republic*. Journal of Environmental Quality, 44(1), s 154–161.

- Šarapatka B., Borůvka L., Konečná J., Procházková J., Pospíšilová L., Sářka M., Šantrůčková H., Vácha R., Žigová A., 2021: *Půda - přehlížení bohatství*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc. ISBN 978-80-244-6023-9.
- Šimek M., Elhottová D., Fuksa P., Hynšt J., Kobes M., Kvítek T., Malý S., Moudrý J., Rozsypal R., Tajovský K., 2021: *Živá půda – praktický manuál*. Akademie věd České republiky, Praha.
- Škarpa P., 2020: *Organická hmota v půdě, význam organických látek, zdroje organické hmoty a jejich perspektiva*. Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin, Brno.
- Škvarda M., 1982: *Hospodaření s organickými hnojivy*, Nakladatelství SZN, Praha.
- Štrobach J. a Mikulka J., 2019: *Vliv zemědělské činnosti na dlouhodobé změny plevelů*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha.
- Švehla F. a Vaňous M., 1991: *Organizace a ochrana půdního fondu*. Ediční středisko ČVUT, Praha.
- Tomášek M., 2007: *Půdy České republiky*. Česká geologická služba, Praha. ISBN 978-80-7075-688-1
- Tsiafouli M. A., Thébault E., Sgardelis S. P., de Ruiter P. C., van der Putten W. H., Birkhofer K., Hemerik L., de Vries F. T., Bardgett R. D., Brady M. V., Bjornlund L., Jørgensen H. B., Christensen S., Hertefeldt T. D., Hotes S., Gera Hol W. H., Frouz J., Liiri M., Mortimer S. R., Hedlund K., 2015: *Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe*. *Global Change Biology*, 21(2), 973–985.
- Vališ S. a Šálek J., 1976: *Hydropedologické praktikum*. ES VUT, Brno.
- VÚMOP. ©2011: *Příručka ochrany proti vodní erozi*. Praha : Ministerstvo zemědělství, ISBN 978-80-7084-996-5.
- VÚMOP, ©2020: *Půda v číslech* (online). Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, Dostupné z <<https://statistiky.vumop.cz/?core=popis>>
- Yi Wang, Chunyue Li, Cong Tu, G. D. Hoyt, J. L. DeForest, Shuijin Hu., 2017: *Long-term no-tillage and organic input management enhanced the diversity and stability of soil microbial community*. *Science of The Total Environment*.

- Zádorová T., Žíla D., Penížek V., Tuřicová A., 2018: *Harmonizace databáze KPP s kvalifikacemi TKSP a WRB 2014*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha. ISBN 978-80-87361-94-8.
- Zákon č. 275/1998 Sb. O agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků, v aktuálním znění 335/2017 Sb.
- Zbiral J., Čižmánová E., Obdržálková E., Rychlý M., 2003: *Analýza půd II. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský*, Brno. ISBN 80-86548-38-4.
- Zbiral J., 2004: *Analýza půd III. Ústřední kontrolní a zkušební ústav*, Brno. ISBN 80-86548-60-0.
- Zoubková L., 2014: *Návody k laboratorním cvičení z pedologie*. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Ústí nad Labem. ISBN 978-80-7414-842-2.

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Charakteristika čísel v kódu BPEJ .....	3
Obrázek 2: Mapa rozmístění pracovišť ÚKZÚZ na území ČR (eagri.cz) .....	7
Obrázek 3: Mapa geologicko-geomorfologických oblastí Středočeského kraje (Bártová a Brom, 2015).....	9
Obrázek 4: Mapa výskytu černozemí v České republice (web2.mendelu.cz) .....	23
Obrázek 5: Realizace výkopu půdní sondy a odběru vzorků. Na snímku jsou viditelné veškeré použité nástroje při výkopu půdní sondy a odběru půdních vzorků. ....	27
Obrázek 6: Orientační znázornění umístění realizovaných půdních sond .....	28
Obrázek 7: Odběr půdních vzorků Kopeckého válečky .....	29
Obrázek 8: Půdní profil realizované půdní sondy 1 .....	29
Obrázek 9: Terénní šetření popisu půdního profilu .....	30
Obrázek 10: Půdní profil realizované půdní sondy 2.....	30
Obrázek 11: Cicváry nalezené při odběru půdních vzorků.....	30
Obrázek 12: Odběrová sestava Kopeckého válečky .....	34
Obrázek 13: Odběr neporušených půdních vzorků Kopeckého válečky .....	35
Obrázek 14: Odebraný neporušený půdní vzorek.....	35
Obrázek 15: Ruční sondovací tyč pro odběr do hloubky 30 cm.....	37
Obrázek 16: Graf výsledků měrné hmotnosti laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků. Hodnoty získané z jednotlivých sond jsou barevně odlišeny.....	40
Obrázek 17: Graf výsledků pórovitosti laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků. Hodnoty získané z jednotlivých sond jsou barevně odlišeny. ....	42
Obrázek 18: Graf výsledků nasáklivosti laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků. Hodnoty získané z jednotlivých sond jsou barevně odlišeny.....	43
Obrázek 19: Graf výsledků momentální vlhkosti laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků. Hodnoty získané z jednotlivých sond jsou barevně odlišeny.....	44
Obrázek 20: Graf výsledků retenční vodní kapacity laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků. Hodnoty získané z jednotlivých sond jsou barevně odlišeny. ....	45
Obrázek 21: Graf výsledků maximální kapilární vodní kapacity laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků. Hodnoty získané z jednotlivých sond jsou barevně odlišeny.....	46
Obrázek 22: Graf výsledků kapilární pórovitosti laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků.....	47
Obrázek 23: Graf výsledků nekapilární pórovitosti laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků.....	47
Obrázek 24: Graf výsledků semikapilární pórovitosti laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků .....	48
Obrázek 25: Graf výsledků provzdušenosti laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků.....	49
Obrázek 26: Graf výsledků maximální kapilární vzdušné kapacity laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků.....	50
Obrázek 27: Graf výsledků retenční vzdušné kapacity laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků .....	51
Obrázek 28: Graf výsledků zrnitosti půd odebraných z hloubky 10cm.....	53
Obrázek 29: Graf výsledků zrnitosti půd odebraných z hloubky 50cm.....	53
Obrázek 30: Graf výsledků půdní reakce pH laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků.....	55

Obrázek 31: Graf výsledků půdního oxidovatelného uhlíku laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků. Hodnoty jednotlivých sond jsou od sebe vzájemně barevně odlišeny.....	56
Obrázek 32: Graf výsledků skeletu laboratorních rozborů odebraných půdních vzorků.....	57

Všechna necitovaná fotodokumentace byla pořízena autorem práce.



## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Přehled pěstovaných plodin na ZS Čáslav .....	10
Tabulka 2: Charakteristika lokality (eagri.cz).....	10
Tabulka 3: Množství posklizňových zbytků zemědělských plodin (Šarapatka, 2010) .....	17
Tabulka 4: Procentuální zastoupení tříd ochrany z rozlohy ZPF na území ČR.....	24
Tabulka 5: Osevní sled plodin na zájmových pozemcích.....	38
Tabulka 6: Klasifikace půdy podle Bretfelda.....	41
Tabulka 7: Hodnocení zastoupení vody v půdě v době odběru vzorku (CHMI, 2023) .....	43
Tabulka 8: Průměrné hodnoty pórovitosti zemědělských půd - plochy bazálního monitoringu zemědělských půd (Kňákal 2000) .....	49
Tabulka 9: Klasifikace půdního druhu dle Nováka.....	54
Tabulka 10: Průměrné hodnoty pH zemědělských půd v krajích ČR (agrochemické zkoušení zemědělských půd, ÚKZÚZ, 2010– 2015).....	54
Tabulka 11: Hodnocení obsahu humusu .....	55
Tabulka 12: Hodnocení obsahu oxidovatelného uhlíku na zemědělské půdě (Sáňka a kol., 2004) .....	56
Tabulka 13: Hodnocení obsahu humusu v půdách (Prax, 1995, Sáňka 2001).....	56

## **PŘÍLOHY**

1) Výsledky laboratorních rozborů půdy

Tab. I	– porušené půdní vzorky
Tab. II	– neporušené půdní vzorky

2) Protokol půdní sonda 1

3) Protokol půdní sonda 2

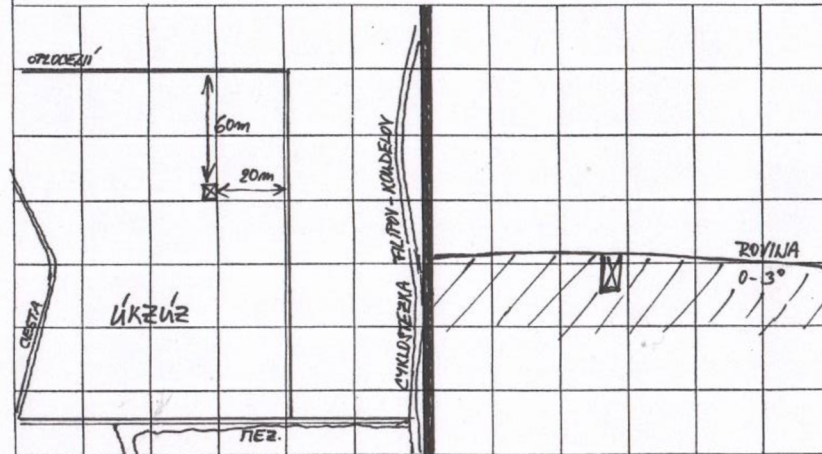
+ fotodokumentace cicvářů

Tab. I Výsledky laboratorních rozborů odebíraných půd - porušené vzorky				
Porušené půdní vzorky	Sonda1	Sonda2	Sonda1	Sonda2
hloubka odběru vzorku	10 cm		50 cm	
skelet (%)	5,50	8,57	3,52	2,22
pH KCl -KPP (%)	7,05	6,05	7,39	6,50
Cox	2,22	1,71	0,39	1,21
humus %	3,83	2,95	0,67	2,09
zrnitost (%)				
<0,001 mm	22,0	21,9	17,5	28,2
<0,002 mm	22,5	24,2	20,5	28,7
< 0,01 mm	43,0	40,8	36,2	43,7
< 0,05 mm	88,1	85,5	81,7	91,4
0,01-0,05	45,1	44,7	45,5	47,7
0,05-0,25	10,4	11,9	17,5	8,2
0,25-2,0	1,5	2,6	<1,0	<1,0

Tab. II Výsledky laboratorních rozborů odebíraných půd - neporušené vzorky				
Neporušené půdní vzorky	Sonda1	Sonda2	Sonda1	Sonda2
hloubka odběru vzorku	10 cm		50 cm	
Měrná hmotnost (g/cm <sup>3</sup> )	2,60	2,63	2,58	2,64
Momentální vlhkost (% obj.)	32,15	28,31	40,93	31,68
Nasáklivost (% obj.)	38,31	38,92	44,34	38,45
Maximální kapilární vodní kapacita (% obj.)	36,71	34,54	43,49	35,04
Retenční vodní kapacita (% obj.)	34,30	31,83	41,46	32,18
Pórovitost (% obj.)	39,78	45,57	45,78	41,69
Nekapilární pórovitost (% rel.)	6,85	21,14	4,53	13,60
Semikapilární pórovitost (% rel.)	7,59	8,84	4,90	9,38
Kapilární pórovitost (% rel.)	85,57	70,03	90,57	77,02
Provzdušenost (% obj.)	8,05	17,26	4,86	10,23
Maximální kapilární vzdušná kapacita (% obj.)	3,50	11,03	2,29	6,87
Retenční vzdušná kapacita (% obj.)	5,91	13,75	4,32	9,74
Objemová hmotnost (g/cm <sup>3</sup> )	1,57	1,43	1,40	1,54

## Půdní záznam

Schematický náčrt průřezu terénu:



Poznámky:

PŮDNÍ SOUDA SE NACHÁZÍ NA PĚSTEBNÍ HOUU Č. 4  
AREÁLU ÚKZUŽ FILIPPOV

Půdoznalec:

Bo. TOTÁŠ BROTI

Pracoviště:

ČZU - FŽP

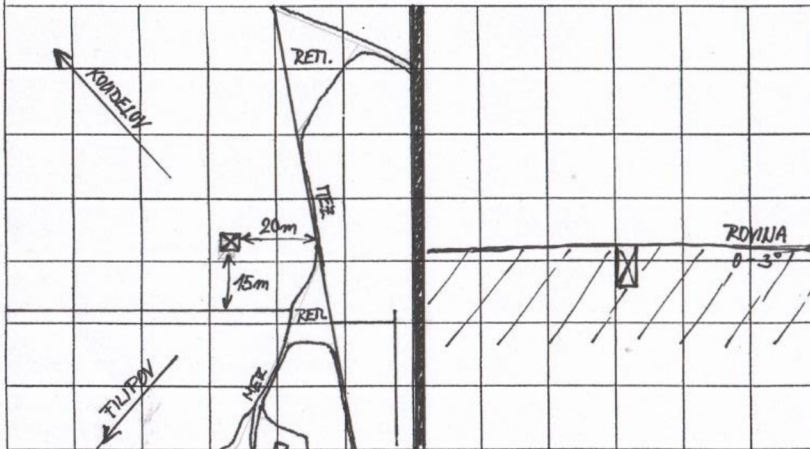
Sonda č.: 1	Datum: 10. 11. 2021
Kraj: STŘEDOČESKÝ	Sekce mapy:
Místo (kú, místní název, podnik): K.Ú. FILIPPOV U ČAŠLAVY, AREÁL ÚKZUŽ	
Reliéf: ROVINA	
Rostlinný kryt a jeho stav: PODSTĚLATEL' STRUKTĚ	
Klimatická oblast: <del>TX</del> TEPLÁ	Nadmořská výška: 250 m. m. m.
Zrnitost: h/h	Skeletovitost: BEZSKELETOVITÁ
Sklonitost: ROVINA, 0-3°	Expozice: KĚSTĚRNÁ
Půdotvorný substrát: STRAŠ	
Karbonáty a rozpustné soli: 100 cm	
Antropické zásahy (meliorace, rekultivace aj.): —	
Podzemní voda: —	Eroze: NEPATŘLIVĚ OHROŽENĚ VĚTRNOU EROZÍ
Označení půdy: ČERVOZETI	
BPEJ: 3. 03. 00	

Označení horizontů	Barva	Struktura	Druh	Skeletovitost (štěrkovitost, kamenitost)	Vlhkost + konzistence	Novotvary + povlaky	Číslo vzorků
10 20 30 40 50 60	A <sub>c</sub> TĚŽKÁ HNĚDÁ (DO 40cm)  TĚŽKÁ ČERNOHNĚDÁ (DO 60cm)	NETIČNĚ DROBTOVÁ (DO 40cm)  DROBTOVÁ	h	BEZSKELOVITÁ	VLHKÁ SOUHRŽNÁ	KOŘÍNKY (DO 25cm)	FE 154 S 390 M8 SÁČEK Ž. 1  FE 32 R 2016 161 SÁČEK Ž. 2
70 80 90	A/c TĚŽKÁ HNĚDÁ V PŘECHODU DO ORANŽOVĚ HNĚDÉ	DROBTOVÁ	h	BEZSKELOVITÁ	VLHKÁ SOUHRŽNÁ		
100 110 120 130 140 150	C <sub>2</sub> ORANŽOVĚ HNĚDÁ	DROBTOVÁ	h	BEZSKELOVITÁ	VLHKÁ SOUHRŽNÁ		



## Půdní záznam

Schematický náčrt průřezu terénu:



Poznámky:

Půdoznalec: *Bc. TOMÁŠ BRDIT*

Pracoviště: *ČZU - FŽP*

Sonda č.: <i>2</i>	Datum: <i>11. 11. 2021</i>
Kraj: <i>STŘEDOČESKÝ</i>	Sekce mapy:
Místo (kú, místní název, podnik): <i>K.Ú. VRDY, u VOJENSKÉ HLÁSKY</i>	
Reliéf: <i>ROVINA</i>	
Rostlinný kryt a jeho stav: <i>ZATRAVENÍ POSKIZIČOVÝCH ZEMEK - TALÍROVÉ BRÁNY</i>	
Klimatická oblast: <i>TEPLÁ</i>	Nadmořská výška: <i>250 m. n. m.</i>
Zrnitost: <i>h/r</i>	Skeletovitost: <i>BEZSKELETOVITÁ</i>
Sklonitost: <i>ROVINA, 0-3°</i>	Expozice: <i>KŠESTRAJNÁ</i>
Půdotvorný substrát: <i>SPRAŠ</i>	
Karbonáty a rozpustné soli: <i>od 60cm</i>	
Antropické zásahy (meliorace, rekultivace aj.): <i>ODVODNĚNÍ</i>	
Podzemní voda: <i>110 cm</i>	Eroze: <i>NEPATŘLIVĚ OHROŽENÉ VĚTRNOU EROZÍ</i>
Označení půdy: <i>ČERNOZEM</i>	
BPEJ: <i>3.02.00</i>	

Označení horizontů	Barva	Struktura	Druh	Skeletovitost (štěrkovitost, kamenitost)	Vlhkost + konzistence	Novotvary + povlaky	Číslo vzorků
10 Ac	TMAVĚ ČERNĚ HLĚDA'	DROBTOVA' JETILNĚ DROBTOVA' (DO 30cm)	h	BEZSKELETOVITA'	VLHKA' SOUHRŽNA'	KOŘÍUKY (DO 25cm)	S 171 43 93 SAČEK č. 3
50 A/C	TMAVĚ HLĚDA'	DROBTOVA'	h	BEZSKELETOVITA'	VLHKA' SOUHRŽNA'		
60 C <sub>2</sub>	ORANŽOVĚ HLĚDA'	DROBTOVA'	h	BEZSKELOVITA'	VLHKA' SOUHRŽNA' VODOU NASYCEVA' (OD 110cm)	KARBONÁTY (OD 60cm) - CIOVÁRY	TE 283 S 463 111 KW SAČEK č. 4
110	REZAVĚ HLĚDA'						





