

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KATEDRA BIOTECHNICKÝCH ÚPRAV KRAJINY



**Vliv rozdílného využití půdy na vlhkost a pohyb vody  
v půdním prostředí**

Impact of land use management on soil moisture and water  
mooving

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Autor diplomové práce:** Bc. Jan Sobotka

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

2023

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jan Sobotka

Regionální environmentální správa

Název práce

**Vliv rozdílného využití půdy na vlhkost a pohyb vody v půdním prostředí**

Název anglicky

**Impact of land use management on soil moisture and water moving**

---

### Cíle práce

Cílem práce je definovat změny pohybu vody v půdním prostředí při rozdílném využití půdy. Srovnání bude provedeno pro vybrané lesní stanoviště a zalesněnou zemědělskou půdu.

### Metodika

Úvodem DP bude zpracování podrobné literární rešerše na téma retence vody v krajině a degradace půdy, kdy budou použity odborné články a další publikace. Následně budou prováděna terénní měření na modelových lokalitách VÚMOP a provedeno vyhodnocení naměřených dat. Sledování proběhne na zemědělské a lesní půdě.



#### Doporučený rozsah práce

o pro DP: dle Nařízení děkana č. 02/2020 – Metodické pokyny pro zpracování diplomové práce na FŽP

#### Klíčová slova

retence půdy, degradace, půda, zalesnění zemědělské půdy

---

#### Doporučené zdroje informací

DAS, G. *Hydrology and soil conservation engineering : including watershed management*. New Delhi: PHI Learning, 2009. ISBN 978-81-203-3586-8.

KACÁLEK, D. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA LESNICKÁ A ENVIRONMENTÁLNÍ. *Přirozená obnova a porostní poměry v přírodě blízkých smíšených porostech orlických hor a jejich podhůří: disertační práce*. Disertační práce. Praha: 2006.

PODRÁZSKÝ, V. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA. *Základy ekologie lesa*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2014. ISBN 978-80-213-2515-9.

ROSE, C W. *An introduction to the environmental physics of soil, water, and watersheds*. New York: Cambridge University Press, 2004. ISBN 0-521-53679-0.

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 10. 3. 2022

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2022

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 01. 12. 2022

---

### **Prohlášení o autorství**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Vliv rozdílného využití půdy na vlhkost a pohyb vody v půdním prostředí“ vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti GDPR.

V Praze 10. 3. 2023

.....

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval především svému vedoucímu práce doc. Ing. Janu Vopravilovi Ph.D.,

V Praze 10. 3. 2023

.....

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zabývá problematikou změn pohybu vody v půdním prostředí při rozdílném využití půdy, a to pro zemědělskou ornou půdu, zalesněnou zemědělskou půdu a pro vybrané lesní lokality. Cílem této práce bylo zpracovat podrobnou literární rešerši na téma retence vody v krajině a degradace půdy, kdy byly použity odborné články a další publikace.

Součástí práce je i praktická část, týkajícího se terénního výzkumu, který se prováděl v rámci dosavadního výzkumu výzkumné instituce VÚMOP v.v.i. a to v lokalitách v obci Hovorčovice a Lipnice městská část Dvůr Králové nad Labem. Sběr dat byl prováděn pomocí půdních sond, které byly rozmístěny na předem určené stanoviště a následně osazeny čidly v půdním horizontu v hloubce 20, 40 a 60 cm. Tato data byla vyhodnocena a následně porovnána. Výzkum VÚMOP byl zaměřen na půdní charakteristiky, což byla zrnitost, specifická a objemová hmotnost, pórovitost, provzdušněnost a maximální kapilární kapacita, momentální vlhkost, nasáklivost a obsah uhlíku. Ze zjištěných dat jednotlivých půd jsem vyhodnotil data objemové půdní vlhkosti a zjistil, k jakým došlo změnám u sledovaných stanovišť.

**Klíčová slova:** retence půdy, degradace, půda, zalesnění zemědělské půdy

## ABSTRACT

This diploma thesis deals with the issue of changes in the movement of water in the soil environment during different land use, namely for agricultural arable land, forested agricultural land and for selected forest locations. The aim of this work was to prepare a detailed literature search on the topic of water retention in the landscape and soil degradation, where professional articles and other publications were used. Part of the thesis also includes a practical part, related to field research, which was carried out as part of the current research of the research institution VÚMOP v.v.i. namely in locations in Hovorčovice and Lipnice, Dvur Králové nad Labem district. Data collection was carried out using soil probes, which were placed at predetermined locations and then fitted with sensors in the soil horizon at a depth of 20, 40 and 60 cm. These data were evaluated and then compared. VÚMOP's research was focused on soil characteristics, which were grain size, specific and volumetric weight, porosity, aeration and maximum capillary capacity, current moisture, water absorption and carbon content. From the determined data of individual soils, I evaluated the volumetric soil moisture data and found out what changes occurred in the monitored habitats.

**Key words:** soil retention, degradation, soil, afforestation of agricultural land

## **OBSAH**

<b>1</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>CÍL PRÁCE.....</b>	<b>11</b>
<b>A.</b>	<b>TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>LITERÁRNÍ REŠERŠE.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>FUNKCE PŮDY.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2</b>	<b>KVALITA PŮDY.....</b>	<b>13</b>
3.2.1.	INDIKÁTORY KVALITY PŮDY.....	13
3.2.2.	PEDOLOGICKÉ A HYDROPEDOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY PŮD.....	14
<b>3.3</b>	<b>PŮDA A VODA.....</b>	<b>15</b>
<b>3.4</b>	<b>RETENCE A INFILTRACE VODY.....</b>	<b>15</b>
<b>3.4</b>	<b>DEGRADACE PŮDY.....</b>	<b>18</b>
3.4.1.	FYZIKÁLNÍ A FYZIKÁLNĚ – CHEMICKÁ DEGRADACE PŮDY.....	19
3.4.2.	CHEMICKÁ A BIOLOGICKÁ DEGRADACE PŮDY.....	22
<b>B.</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>METODIKA.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1</b>	<b>VÝZKUMNÁ OBLAST.....</b>	<b>24</b>
4.1.1.	HOVORČOVICE.....	24
4.1.2.	LIPNICE MĚSTSKÁ ČÁST DVŮR KRÁLOVÉ NAD LABEM.....	28
<b>4.2</b>	<b>SONDY A ODBĚR PŮDNÍCH VZORKŮ.....</b>	<b>32</b>
<b>4.3</b>	<b>VÝSLEDKY A VYHODNOCENÍ.....</b>	<b>35</b>
4.3.1.	VÝSLEDKY A VYHODNOCENÍ V OBCI HOVORČOVICE.....	35
4.3.2.	VÝSLEDKY A VYHODNOCENÍ V OBCI LIPNICE.....	50
<b>5</b>	<b>DISKUZE.....</b>	<b>58</b>
<b>6</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>61</b>
<b>7</b>	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>63</b>

## **SEZNAM ZKRATEK**

BPEJ – Bonitovaná půdně ekologická jednotka

GPS – Globální družicový polohový systém

SZIF – Státní zemědělský intervenční fond

VÚMOP, v.v.i. – Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.

# 1 ÚVOD

„Půda je nádherný přírodní útvar. Útvar plný života. Útvar, který nás živí. Přírodní útvar chrání vodu, kterou pijeme“ (Rejšek a Vácha 2018).

Půda je však hlavním základem přírodního a životního prostředí s dynamickým, stále se vyvíjejícím živým systémem, kdy představuje podstatnou součást životního prostředí a její důležitost spočívá v tom, že je pro člověka nezastupitelná (Vácha et al. 2019).

V současné době je diskutována problematika zadržování vody v krajině, kdy charakter a využití krajiny jsou výslednicí působení širokého spektra vzájemně provázaných krajinnotvorných faktorů. Působení antropogenně podmíněných faktorů je vždy limitováno faktory přírodního charakteru, mezi nimiž hraje hlavní roli podnebí, tedy i srážky. Vzhledem k tomu, že se Česká republika nachází na rozvodí třech úmoří (Severního, Černého a Baltského moře) a minimum vody na naše území přitéká, jsou srážky jediným zdrojem vody na našem území.

Výstavba vodních ploch sice určitým způsobem pomáhá zadržovat v naší krajině vodu, ale zcela zásadní a v maximální možné míře bychom tuto vodu na našem území měli zadržovat, a to zejména v půdě na zemědělských a lesních pozemcích, které tvoří největší rozlohu. Při tomto je, ale zásadní dbát na to, aby se co nejvíce vody vsáklo do půdy, kdy půda má znamenitou retenční schopnost. Toto však platí, pokud je půda v dobré kondici a o jaký typ půdy se jedná.

Přírodní podmínky České republiky jsou s ohledem na retenci vody poměrně nepříznivé na velké části našeho území (Laník a Halada 1960). Na více než 60 % území se nacházejí krystalické horniny, především ve vrchovinách, pahorkatinách a hornatinách. Pokryvem tohoto horninového podloží jsou většinou kambizemě s malou až střední infiltrační kapacitou, která zabraňuje intenzivnějšímu zasakování vody při přivalových srážkách. Další částí problému je, jakým způsobem na zemědělské půdě hospodaříme (Kvítek et al. 2018). S tímto problémem je široce spjata degradace půdy, kdy značnou částí je vodní eroze. Součástí půdoochranných opatření proti degradaci zemědělské půdy (např. proti vodní erozi) je její zalesnění. Tímto se dostáváme k předmětu zájmu, kdy je třeba porovnat změny pohybu vody v půdním prostředí pro vybrané lesní půdy a pro vybrané zalesněné zemědělské půdy.



## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem této diplomové práce je:

- 1) Vypracování literární rešerši odborné literatury na téma retence vody v krajině a degradace půdy.
  
- 2) Praktický výzkum ve spolupráci s institucí VÚMOP, v.v.i. na jejich modelových lokalitách v obci Hovorčovice a v obci Lipnice městská část Dvůr Králové nad Labem, kde bylo provedeno terénní měření. U těchto dat provést vyhodnocení a provést srovnání objemové vlhkosti v půdě v různém půdním prostředí a při různém využití či stavu půdy.

## **A. TEORETICKÁ ČÁST**

### **3 LITERÁRNÍ REŠERŠE**

#### **3.1 Funkce půdy**

Z hlediska přímé vazby na člověka je obecně koncipována funkce půdy jako základního článku potravního řetězce a zároveň media pro růst rostlin. Půda je životně důležitou zásobárnou vody pro suchozemské rostliny a mikroorganismy a je filtračním čistícím prostředím, přes které voda prostupuje. Mnohdy je pomíjen význam mikrobiální složky půdy. Je však třeba si uvědomit, že například cyklus vody, uhlíku, dusíku, fosforu, a síry probíhá v půdě prostřednictvím interakcí mikroorganismů s fyzikální a chemickou složkou půdního prostředí. Půdní organická hmota je hlavní suchozemskou zásobárnou uhlíku, dusíku, fosforu a síry a bilance a dostupnost těchto prvků je neustále ovlivňována mikrobiální mineralizací a imobilizací. Současně jsou mikroorganismy ohromnou a nedoceněnou zásobárnou genetické informace. Půda hraje zcela podstatnou a nezastupitelnou roli ve stabilitě ekosystémů a v ovlivňování bilancí látek a energií. Působí jako environmentální pufrací medium, jež mimo jiné zachycuje, ale za určitých podmínek i uvolňuje potenciálně rizikové látky. V tomto smyslu je tedy stav půdního fondu jedním z faktorů přímo vytvářejících a ovlivňujících stav životního prostředí a udržitelný život (Sáňka a Materna 2004). Vilček et al. (2005), uvádí, že funkce půdy je její schopnost zabezpečovat některé ekologické, environmentální a socioekonomické jevy a další činnosti v přírodě. Je třeba ji, ale chápat nejen ve vztahu k biotě, ale i k hornině, atmosféře či vodě.

V souvislosti se změnou klimatických podmínek lze očekávat nárůst četnosti extrémních projevů počasí, kdy rozhodující je intenzita a distribuce srážek a teplot (Janeček et al. 2012). V posledních letech jsme zaregistrovali nedostatek vody, který byl omezujícím faktorem nejenom pro růst rostlin, ale i následný rozklad posklizňových zbytků v půdě (Renne et al. 2019). Tyto faktory zvýrazňují zhoršené fyzikální vlastnosti půdy, kdy v půdě je nedostatek organické hmoty, snižuje se biologická aktivita a tím produkční schopnosti půdy význačně klesá (Nimmo 2013). Lützwow et al. (2006), uvádí, že optimální fyzikální vlastnosti půdy vznikají prostřednictvím aktivní a intenzivní půdní biologií.

## 3.2 Kvalita půdy

Pojem kvality je v kulturní společnosti obvykle spojen s představou nějaké základní vlastnosti předmětu. Každý si tedy pod pojmem „kvalita, kvalitní“ představuje většinou pozitivní charakteristiky jakési činnosti, produktu či prostředí (Vilček et al. 2005). Pojem „kvalita půdy“ má v odborné literatuře několik definic a tento pojem není novodobí, historicky byl vázán s produktivitou zemědělské úrodnosti. Granatstein a Bezdicek (1992), uvádí, že kvalita půdy je z hlediska plnění produkčních a ekologických funkcí vyjádřena jako trvale udržitelná produkce zemědělských plodin což vede k rostlinné produkci a odolnosti vůči erozi.

V současné době však uvedené produkční hodnocení půdy nedostačuje, je třeba proto kvalitu půdy hodnotit v rozvinutějších ekologických, resp. enviromentálních souvislostech. Pro komplexní hodnocení jsou proto používány termíny kvalita nebo zdraví půdy. Pro zjednodušení můžeme používat oba termíny jako synonyma (Šarapatka et al. 2002). Dle Dorana a Parkina (1996) je kvalita půdy schopnost půdy fungovat jako součást ekosystému a při daném využití krajiny zachovávat biologickou produktivitu a kvalitu prostředí a podporovat zdraví rostlin a živočichů. Případně dle Harrise et al. (1996) jde o míru schopnosti půdy zachovávat kvalitu vody a ovzduší, přispívat k produkci a kvalitě rostlin i živočichů a podporovat zdraví člověka, a to při daném způsobu využívání půdy uvnitř daných krajinných a klimatických podmínek.

### 3.2.1. Indikátory kvality půdy

Z rozmanitých funkcí půdy je patrné, že určení její kvality je složité, jelikož půda je velice variabilní, heterogenní a vytváří se v ní řada procesů, zvláště má-li zahrnout posouzení všech důležitých funkcí. Pro posouzení, tedy její kvality se používají indikátory půdní kvality. Jako indikátory se značně používají takové půdní vlastnosti, které jsou citlivé na změnu technologií, ovlivňují nebo korelují s výsledky prostředí a jsme je schopni přesně měřit v rámci určitých technických a ekonomických omezení. Šarapatka et al. (2002), uvádí, že existují v zásadě tři hlavní kategorie půdních vlastností: **chemické, fyzikální a biologické**. Při zkoumání půdy se obvykle sledují pouze chemické vlastnosti (pH, obsah živin a humusu apod.). Při tom indikátory se snaží spojovat všechny tři typy ukazatelů. Například ukazatelem kvality půdy, je organická hmota v půdě neboli půdní uhlík, který je

vázán na všechny půdní funkce a který zahrnuje všechny tři indikátory (chemické, fyzikální a biologické) a má tak největší vliv na kvalitu půdy.

**Chemické indikátory** nám obvykle poskytují informace o obsahu živin, celkového dusíku, humusu, elektrické vodivosti, pH, nasycenosti sorpčního komplexu, hygienické parametry se zřetelem na nebezpečné elementy a organické kontaminanty.

**Fyzikální indikátory** obvykle poskytují informace o vztazích půda/voda jako jsou retenční a maximální vodní kapacita, struktura, pórovitost, objemová hmotnost, vstupy vody apod. Tyto mají vztah např. i k dostupnosti živin, a to díky vlivu na rozvoj kořenového systému nebo aeraci půdy, další nám mohou ukázat např. vliv na erodovatelnost.

**Biologické indikátory** nám mohou poskytnout informace o organismech, které jsou odpovědné za rozklad organické hmoty a koloběh živin. Informace o počtu organismů, tedy edafonu, respirace, ale i zahrnují potenciálně mineralizovaný uhlík a dusík.

Hodnocení kvality půdy by mělo být co nejkompexnější a mělo by propojovat všechny části půdního systému, a ne se omezovat na fungování pouze jisté části (Šarapatka et al. 2002).

### **3.2.2. Pedologické a hydropedologické charakteristiky půd**

Naše znalosti půdního krytu mají základ v zevrubném komplexním průzkumu zemědělských půd (KPZP) ze šedesátých let minulého století v měřítku 1:5000 a lesotypologickém mapování v měřítku 1:10 000, které poskytuje ponětí o lesních půdách. Mapování zemědělských půd bylo jednorázové, lesnické se pravidelně obnovuje v desetiletých intervalech, ale informace o půdách jsou nepřímo odvozovány z mapování lesní vegetace. Kombinace těchto dvou zdrojů dat posloužila k sestavení půdních map 1: 50 000, které jsou v gesci České geologické služby, a jsou jediným dostupným půdně kartografickým dílem středního měřítka, syntetizujícím zemědělský a lesní půdní fond. Tyto mapy se subtypovou úrovní mapovacích jednotek odpovídají platné české půdní taxonomii (Němeček et al. 2011). Jsou vhodným nástrojem pro pochopení vztahu mezi půdním krytem a složkami krajiny, jako geologická skladba, vegetační kryt a reliéf. Právě reliéf terénu s vegetačním pokryvem má podstatný vliv na vodní režim (Sklenička 2003).

### 3.3 Půda a voda

„Půda je banka, do které ukládáme vodu.“ (Cílek et al. 2017)

Nejvýznamnějším a největším vodním zdrojem pro půdu jsou srážky, které se do půdy vsakují (infiltrují) a podpovrchová voda, která vzlíná vzhůru k povrchu. Vodní srážky jsou různě rozprostřeny v ročních obdobích, kdy především v jarním období, tyto srážky využívá vegetace. Voda je tak součástí půdního prostředí, do kterého se dostává díky koloběhu vody, který probíhá nad pevninou.

Rejšek a Vácha (2018), půdní vodu dělí na: gravitační vodu (tato se pohybuje ve směru gravitace), adsorpční (je vázána koloidními silami k povrchu tuhých půdních částic) a kapilární (jedná se o vodu většinou vzlínající). V půdě má voda rozdílné složení i skupenství (je součástí půdních plynů, je ve stavu ledových krystalků). Dále voda v půdě umožňuje transport látek pro různé organismy, podporuje průběh biochemických reakcí.

### 3.4 Retence a infiltrace vody

Poptávka po sladké vodě každým dnem roste a dostupný zdroj kvalitní vody je právě ve formě srážek, které jsou víceméně konstantní. Odhaduje se, že na Zemi je cca 36 000 km<sup>3</sup> dostupné sladké vody, která se vrací do oceánů jako odtok. Proto je velice a životně důležité s touto vodou rozumně hospodařit, chránit ji a zadržovat v krajině (Das 2004). Přítomnost vody v prostředí je tak hlavní podmínkou existence a rozvoje života (Sparks 2003). Voda je hlavní složkou všech organismů a je také prostředím, ve kterém procházejí všechny životní pochody. Je rozpouštědlem většiny živin a má velkou tepelnou kapacitu. Množství vody v půdě je tedy jeden z nejdůležitějších faktorů, který určuje růst rostlin i biologickou aktivitu půdy, tedy pro mikroorganismy a mikrofaunu je voda životním prostředím. Kořeny rostlin a mikroorganismy jsou osmotrofové, kteří, přijímají potřebné látky rozpuštěné ve vodě transportem přes membrány. Příjem živin a potravy je závislý na množství a dostupnosti vody v půdě. Množství vody v půdě také usměrňuje difúzi plynů, pH, naředění půdního roztoku a teplotu. Voda v půdě zaplňuje póry různého tvaru a velikosti a schopnost půdy zadržovat vodu, tzv. retenční schopnost půdy, závisí podobně jako pórovitost na půdním druhu (tj. na zrnitosti půdy), obsahu organické hmoty a struktuře. Zrnitost půdy výrazně ovlivní retenční schopnost půdy, která je schopna vodu vlastními silami udržet (Šantrůčková 2014).

### Rozdělení pórů:

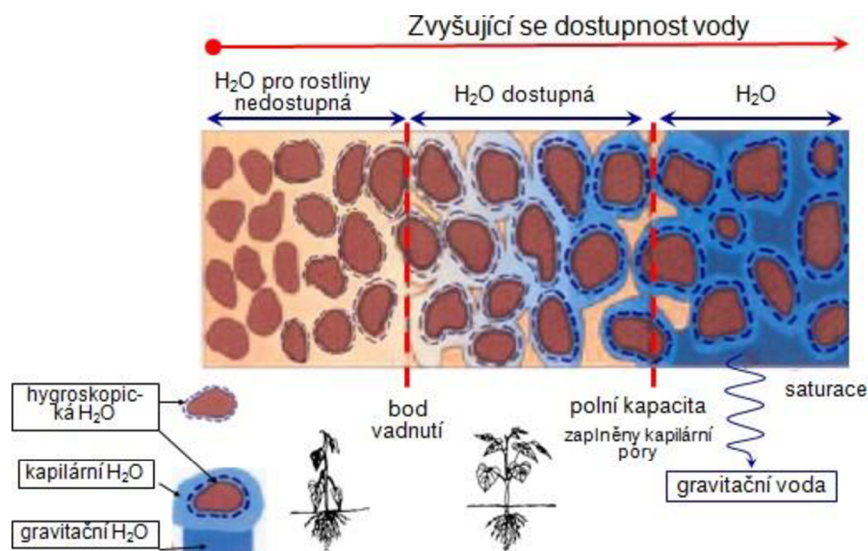
- makropóry **> 0.08 mm**, gravitační voda, provzdušňování půdy  
snadné prorůstání kořenů,  
životní prostor pro živočichy
- mezopóry **0,08 - 0,03 mm**, voda držena kapilárními silami,  
houby, kořenové vlášení
- mikropóry **0,03- 0,005 mm**, často uvnitř agregátů,  
pomalý pohyb vzduchu  
hlavně bakterie, ale i houby,  
udržují vodu využitelnou pro rostliny
- ultramikropóry **0,005-0,0001mm**, uvnitř jílových částic (shluků),  
voda není využitelná pro rostliny, bakterie
- kryptopóry **< 0,0001mm**, neosídlené,  
příliš malé i pro makromolekuly

Obrázek 1: Velikostní rozdělení půdních pórů a jejich schopnost zadržovat vodu v půdním profilu (zdroj: Šantrůčková 2014).

Nejvýznamnější půdní veličinou je pórovitost půdy, jejíž množství se udává v objemových procentech. Velikost makropórů nedovoluje vodu zachytit a voda z nich gravitací odtéká, naproti tomu mikropóry jsou schopny díky své velikosti vodu vázat pomocí kapilárních sil (Vopravil et al. 2010). Braniš (1999), uvádí, že pronikání povrchové vody infiltrací je velmi důležité při doplňování zásob podzemní vody. Zasakování vodních srážek nebo závlahy pomocí gravitační a molekulární síly postupuje v závislosti na složení matečné horniny, struktuře, zrnitosti půdy, ale i velmi důležité je, na jaký povrch voda působí (travnatý, lesní porost, utužená nebo zoraná půda). Cílek et al. (2017) označuje vodu skrytou v půdních pokryvech „vodou zelenou“ (využívanou vegetací včetně obilí i lesů). Dále uvádí, že půda díky své mimořádné schopnosti tzv. vododržnosti dokáže zadržet v jednom krychlovém metru půdy průměrně 150 až 300 litrů vody. To je dále ovlivňováno zrnitostí, strukturou půdy a dalšími fyzikálně chemickými vlastnostmi.

Voda v půdě není pro organizmy a kořeny rostlin tak snadno dostupná jako voda ve vodní nádrži. V půdě je zachycována v pórech kapilárními silami a adsorpcí (obaluje částičky půdy nebo je poutána elektrostatickými silami na půdní koloidy a ionty s různým nábojem). Síla vazby vody se zvyšuje se snižující se velikostí pórů a půdních částic. Všeobecným pravidlem je, že jemnozrné půdy zadržují více vody než hrubozrné a čím početnější je obsah organické hmoty v půdě, tím větší je schopnost půdy zadržovat vodu. V suchých podmínkách jsou jemnozrné půdy

schopny dodat více kapilární vody než písek proto, že je v nich více kapilárních pórů. Schopnost lesních půd zachycovat vodu je kromě toho významně ovlivňována mocností a kvalitou povrchových organických horizontů (Šantrůčková 2014).



Obrázek 2: Zaplnění půdních pórů vodou v závislosti na vlhkosti půdy (zdroj: Šantrůčková 2014).

Po vydatném nebo dlouhotrvajícím dešti se půda zcela nasatí vodou, která zaplňuje všechny póry (saturace vodou). Tehdy je voda snadno dostupná a rostliny i organizmy nejsou limitovány jejím nedostatkem. Zůstane-li půda takto zaplavená delší dobu, kořeny i organizmy začnou mít nedostatek vzduchu. Po dešti nejprve odteče do spodních vrstev voda z větších pórů (gravitační voda) a v půdě setrvává voda vázaná kapilárními silami. Pokud je zaplněno zhruba 50–80 % kapilárních pórů vodou, hovoříme o optimální vlhkosti – nasycenosti půdy vodou na polní kapacitu. Při této vlhkosti je voda stále ještě lehce dostupná a současně je ve volných prostorech dostatečné množství vzduchu. Při dalším vysychání voda ustupuje i z kapilárních pórů a zůstává jen v mikropórech nebo tvoří tenký vodní film na povrchu částic. Pevnost její vazby se stupňuje. V bodě vadnutí je voda v půdě vázaná tak pevně, že je nedostupná pro rostliny a ovlivňuje také růst a rozvoj mikroorganismů, ale ty ji stále ještě mohou využívat. Je to dáno hlavně jejich mikroskopickou velikostí – mohou žít uvnitř mikropórů nebo ve vodním filmu na povrchu částic (Šantrůčková 2014).

Rejšek a Vácha (2018), rozlišuje vodu dle přístupnosti vody k rostlinám: fyziologicky nepřístupnou (nedostupná pro rostliny, kdy je pod úrovní limitu půdní

vlhkosti – rostliny vadnou), fyziologicky těžko přístupnou (snížená pohyblivost půdní vody i její dostupnosti pro rostliny), fyziologicky přístupnou (dostatečné množství půdní vody pro rostliny).

Půdy písčité s velkými póry zadržují malé množství vody a voda, která půdě zůstane, není pevně vázaná, díky nízkému obsahu jemných částic, koloidů a organické hmoty. Jemnozrnné půdy zachytí velké množství vody, ale velká část této vody je tak pevně vázána na jemné částice, koloidy a v mikropórech uvnitř agregátů, že není dostupná pro rostliny. Bod vadnutí nastává v písčitých půdách při relativní vlhkosti okolo 5 hmotnostních % a v jílovitých půdách už při vlhkosti okolo 15 % (McDowell et al. 2011). Proto dostupnost vody pro organizmy nelze charakterizovat pouze údajem o vlhkosti půdy, ale je třeba znát alespoň půdní druh a obsah organické hmoty. Retence (zadržování) vody v krajině je zcela důležitý faktor pro zachycení srážek a transformaci průtokových, zvláště povodňových vln. Jako další důsledky retence vody v krajině lze uvést zmenšení okamžitých povodňových průtoků, prodloužení doby trvání zvýšených a průměrných průtoků, vyšší infiltrace do podzemních vod a snížení eroze půdy (Šantrůčková 2014).

Je třeba zajistit vyšší retenci v krajině, a to zejména proto, že v rámci probíhající klimatické změny dochází k celkovému úhrnu srážek a k jejich přerozdělení v průběhu roku (Boardman a Poesen 2006). Očekávaný růst teplot podstatně zvýší evapotranspiraci, a tedy omezí odtok a dotaci do půdních a podzemních vod. Dále jsou zde vyšší rizika delších suchých období v létě, nižší množství pevných srážek (sněhu v zimě), které má zásadní dopad na množství povrchových a podzemních vod. Nejrůznější formy retence vody v krajině jsou nedílnou součástí adaptačních opatření na omezení negativních účinků vlivů klimatické změny (Rosner 2013; Zhang et al. 2011).

### **3.4 Degradace půdy**

Degradací půdy se obecně nazývají procesy, které zhoršují kvalitu půdy a při kterých dochází ke snížení úrodnosti a její využitelnosti. Je chápána jako jakákoliv změna nebo nerušení půdy, které je ničivé nebo nežádoucí. Mohou být procesem přirozeným nebo antropogenním, tedy ovlivněna lidskou činností. Přírodní procesy jsou zpravidla procesy pomalé (s výjimkou náhlých událostí např. povodně, tektonická činnost apod.) a jejich vliv na půdu není tak zásadní, jako člověkem



způsobená degradace (Rejšek et al. 2018). Šarapatka et al. (2002), rozlišuje antropogenní degradaci na technogenní (přímým působením) a netechnogenní (nepřímým působením). Vopravil et al. (2010) uvádí, že degradace půd závisí nejen na působení okolního prostředí, ale i na vnitřních vlastnostech půdy samé. Tyto vlastnosti tvoří půdu jako systém, který je schopný odlišně reagovat na podmínky přicházející z okolního prostředí včetně podnětů antropických.

Degradaci půd lze rozdělit na dvě základní skupiny, a to na skupinu fyzikální a fyzikálně-chemickou degradaci půdy a na skupinu chemickou a biologickou degradaci půdy (Holý 1994).

### **3.4.1. Fyzikální a fyzikálně – chemická degradace půdy**

K fyzikálním vlastnostem degradace půdy se řadí eroze půdy, utužení půdy, desertifikace (rozšiřování pouští), rozpad půdní struktury a zábor půd takzvaný „soil sealing“, čili překrytí půdy nepropustným povrchem (Rejšek et al. 2018).

Eroze půdy je proces odnosu částic půdy vodou čili vodní erozí nebo větrem, tedy větrnou erozí.

**Vodní eroze** je proces, při kterém dochází k rozrušování půdního povrchu, na který působí energie vody, kdy půdní částice jsou z půdního povrchu transportovány a následně usazovány (Hauptman et al. 2009). Vodní eroze se řadí mezi závažnější, kdy v České republice je postiženo vodní erozí přes 50 % zemědělských půd (Šarapatka 2014). Vopravil et al. (2014) uvádí, že na vznik vodní eroze má největší vliv sklonitost pozemku v kombinaci s délkou pozemku po spádnici a nevhodná skladba plodin. Zachar (1970), tvrdí, že čím je svah rovnější, tím jsou podmínky pro soustředování vody horší a tím je rovnoměrnější plošná eroze. Vácha et al. (2019) uvádějí, že hlavní příčinou vodní eroze v České republice je nadměrná výměra obhospodařovaných pozemků a intenzifikací zemědělství. Vodní eroze rozrušuje zemský povrch s různou intenzitou a v různém rozsahu, kdy tuto můžeme dělit na několik forem, a to na plošnou, rýhovitou, výmolovou a proudovou. Působením vodní eroze na půdu má, tak za následek pokles její úrodnosti a enviromentální hodnoty následkem úbytku půdní organické hmoty, snížení obsahu minerálních živin a zásadně snížení schopnosti povrchové vrstvy půdy infiltrovat a zadržovat vodu (Janeček et al. 2012). Jako zásadní informace lze využít i volné mapové podklady na Geoportálu VÚMOP, v.v.i., které uvádějí charakteristiky vodní eroze a dále při plánování protierozních opatření lze využít i „Protierozní kalkulačku“.

**Větrná eroze** je proces, při kterém působí energie větru na půdní povrch, který mechanicky rozrušuje a odděluje půdní částice, které pak uvádí do pohybu a přenáší je na různou vzdálenost (Janeček et al. 2008). Hlavními faktory, které ovlivňují větrnou erozi, jsou klimatické poměry (větrné charakteristiky a vlhkost území), půdní poměry (struktura, vlhkost půdy a drsnost půdního povrchu), vegetační kryt, délka pozemku a antropogenní vlivy (Sklenička 2003). Janeček et al. (2008), uvádí, že nejvíce náchylné na větrnou erozi jsou půdy lehké, tedy písčité až hlinitopísčité při nízkém obsahu jílovitých částic a při nízké vlhkosti. Příčiny větrné eroze jsou obdobné, jako u eroze vodní, zahrnují antropogenní faktory ve formě způsobu hospodaření na půdě a vegetačního krytu půdy, k přírodním patří morfologie terénu, půdní a klimatické podmínky. Procesy větrné eroze podporuje absence vegetačního pokryvu na půdách v období silných větrů, ale i nevhodná agrotechnika například použití diskových kultivátorů. Důsledky větrné eroze spočívají zejména ve snížení obsahu všech látek, vázaných na erodované částice zejména živin, změně zrnitostního složení půdy a vodního režimu půdy (Rejšek et al. 2018). Škody způsobené větrnou erozí lze rozdělit na on-site a off-site. Škody on-site vznikají deflací nejjemnějších půdních částic a organické hmoty z vrchní části půdy, kdy tímto následně dochází ke snižování hloubky půdního profilu, ale také ke ztrátám živin vnesených člověkem. Škody off-site nevznikají přímo v oblasti působení větrné bouře, ale mohou se projevit i ve velké vzdálenosti od dění větrné eroze. Jde především o akumulaci pevných částic jemných frakcí půdy, na kterých jsou chemické látky jako různé druhy hnojiv, které mohou způsobovat znečištění povrchových vod (Riksen a Graaf 2001). Také pro ohrožení půd větrnou erozí lze využít podklady na Geoportálu VÚMOP, v.v.i.

**Utuzení půd** neboli zhutnění půd (pedokompakce), dochází buď z přírodních příčin tzv. genetickým utuzením půd, nebo antropogenním, tedy způsobeným člověkem, a to zejména opakovanými přejezdy těžkou zemědělskou technikou, což vede ke snížení pórovitosti a propustnosti, tedy retenční schopnosti půdy. K utuzení půdy dochází tehdy, když tlak na půdu způsobovaný například pojezdem mechanizace je vyšší než její nosnost. Utuzením půd je v ČR ohroženo kolem 49 % zemědělských půd. Z toho je asi 30 % zranitelných tzv. genetickým utuzením při vytvoření zajílených iluviálních a případně oglejených horizontů a více než 70 % je vystaveno technogennímu utuzení. Technogenní utuzení může být vyvoláno na půdách jakéhokoliv zrnitostního složení, u genetické utuzení půd je typické vyšší

podíl jílu a nižší podíl půdní organické hmoty (Vopravil 2010). Z toho vyplývá, že eroze půdy, která snižuje obsah půdní organické hmoty, rovněž urychluje i proces zhutnění půd.

**Dezertifikace** je proces při kterém přírodní nebo antropogenní příčiny snižují biologickou produktivitu půdy, který v našich podmínkách není problematický, jelikož se jedná o suché oblasti (pouště a polopouště), nicméně je již aktuální v jižní Evropě. Jako důvody se uvádí intenzivní odlesňování a pastva, což má za následek úbytek mikroflóry a následnou urychlenou mineralizaci půdní organické hmoty (Geist 2005).

**Rozpad půdní struktury** souvisí s půdní aciditou a nadměrným obsahem sodíku a draslíku v půdě – jednomocné kationty působí peptizačně na minerální a organické koloidy a tímto dochází k rozpadu půdních koloidů na písčité, jílovité a prachové částice (Šarapatka 2002). Půdní struktura je důležitá z hlediska zastoupení pevných, kapalných a plyných forem půdní hmoty, určuje podíl půdních kapilárních i nekapilárních pórů. Špatný stav půdní struktury vede k omezení přístupnosti vody a půdního vzduchu. Půdní struktura je ovlivňována mnoha vlivy, nicméně závisí značně na stabilitě půdních agregátů (Rejšek et al. 2018). Stanovení stability půdní struktury se zabýval Vopravil a kol. (2015), ve VÚMOP v.v.i., kteří patentovali zařízení ke stanovení stability půdních agregátů.

**Zábor půdy** se řadí aktuálně jako největší problém ochrany půdy a k nejzávažnějším formám degradace půdy. Zábory půd, jejichž součástí je rovněž překrytí půdy nepropustným povrchem, jsou převážně způsobeny nárůstem sídelních útvarů a jejich neustálým rozšiřováním. Právě překrytím nepropustným povrchem (soil sealing) půdu vážně poškozuje, jelikož je spojen s odstranění humusového horizontu půdy. Při této výstavbě dochází k totální ztrátě často i velice kvalitní půdy s dalšími důsledky na celý ekosystém. Při tom právě v městských a příměstských oblastech zajišťuje půda řadu funkcí ekosystému, kdy filtruje a zpomaluje proudící vodu a zároveň z ní odstraňuje znečišťující látky. Snižuje četnost a riziko záplav a sucha, má potenciál regulovat mikroklima v kompaktním městském prostředí, poskytuje stanoviště pro biologickou rozmanitost v půdě a na jejím povrchu (Vácha et al. 2019). V České republice se uvádí, že ubývá denně v posledních letech cca 15 ha zemědělské půdy, kdy suburbanizace se rozvíjí především v zázemí největších měst., kdy tato města se většinou rozprostírají v rovinatých oblastech s výskytem bonitních půd. Vznikají zde tzv. výstavby na zelené louce, které v důsledku výstavby

mohou být hodnoceny pozitivně a často krátkodobě z ekonomického hlediska, přinášejí zároveň negativní dopady sociální nebo environmentální a naopak. Těmto výstavbám jsou velice často nakloněny místní samosprávy, aby přilákali investory a s tím spojené výhody. Ze snahy upřednostnit danou lokalitu dochází velice často ke snižování skutečné hodnoty vybrané plochy bez ohledu na její kvalitu. Doposud relativně nízká cena těchto pozemků, patří mezi významné lokalizační faktory podporující naopak výstavbu nových výrobních prostor, obchodů a skladů (Vopravil et al. 2010).

### **3.4.2. Chemická a biologická degradace půdy**

Chemická degradace půdy zahrnuje procesy acidifikace (okyselování půd), salinizace (zasolování půd), kontaminace (znečištění půd). Biologická degradace je úzce spjata s úbytkem nebo snížením půdní biodiverzity.

**Acidifikace** je degradační přírodní proces, který je možné definovat jako snížení pufrační schopnosti půdy, který může být urychlován působením lidské činnosti. K acidifikaci půd dochází působením přirozených půdních procesů při genetické degradaci půdy – ilimerizaci a podzolizaci, zvláště v humidnějších podmínkách. V současné době je acidifikace urychlována působením antropogenně podmíněných vlivů, jaké jsou asi nejznámější atmosférické depozice síry a dusíku ve formě mokřých depozic (kyselá dešť, sníh, mlha atd.) nebo suchých depozic například prašné úlety (Vácha et al. 2019). Vopravil et al. (2010) uvádí, že rychlost acidifikace převážně závisí na intenzitě kyselých vstupů a počáteční pufrovací kapacitě půdy. Půdy s malou pufrovací kapacitou, bez přítomnosti  $\text{CaCO}_3$  se okyselují rychleji, půdy s uhlíčitany pomaleji. Jako důsledky acidifikace je zhoršení kvality humusu, snížení odolnosti proti rozpadu strukturních agregátů s následnou vyšší zranitelností kompakcí a erozí, zvýšené nebezpečí rozvoje patogenních organismů a chorob rostlin a snížení výnosů většiny kulturních rostlin, které zpravidla vyžadují slabě kyselou reakci půdy.

**Salinizace** je proces, při kterém se v půdě hromadí přebytek solí. Přírodní primární původ pochází z matečné horniny, kde se soli postupně uvolňují a to zvětráváním. Jako negativní zdroje salinizace jsou atmosférické depozice, podzemní a závlahové vody, odpadní vody, kaly a hnojiva. Degradace půdy salinizací je v našich podmínkách spíše lokálním jevem (Šimek 2007). Tímto unikátním jevem je

například rezervace SOOS u Františkových lázní, kde se vyskytuje zvýšení obsah solí z minerálních vod a vulkanické činnosti.

**Kontaminace půd** se rozumí nadměrné znečištění půdy s obsah nežádoucích látek, který může vést k nežádoucím projevům v půdě. Tento degradační proces půdy, především souvisí s lidskou činností, kdy půda může být kontaminována širokým spektrem nežádoucích látek s potenciálním toxickým účinkem (Vácha et al. 2019). Pavlů (2019), uvádí, že kontaminace půdy je geogenní a antropogenní. Geogenní kontaminace uvádí množství prvků ve zvětralé hornině, kdy tyto rizikové látky jsou postupně uvolněny v celé hornině. Antropogenní kontaminace integruje v sobě různé charakteristické znaky zaviněné lidskou činností. Jedná se o populanty z různých zdrojů jako je například průmysl, zemědělství, ale taky i havárie.

**Snížení biodiverzity půdy** neboli ztráta půdní organické hmoty je nejzávažnějším problémem degradace půdy. Půdní organická hmota může být rostlinného, živočišného nebo mikrobiálního původu. Organickou hmotu lze definovat jako soubor odumřelých organických látek rostlinného nebo živočišného původu (Swift 1996). Tato půdní organická hmota, která tvoří jen malou součást půdy, má však zásadní význam na veškeré půdní funkce. Jedná se o soubor organických látek akumulovaných v půdě nebo na jejím povrchu, promíchaných či nepromíchaných s minerálním podílem. Díky optimálnímu obsahu a kvalitě půdní organické složky je kladně ovlivněn koloběh prvků, je podpořena biologická činnost i fyzikální stav půdy (Vácha et al. 2019). Z organické hmoty, která se dostává do půdy, je během jejího rozkladu v půdě a akumulováno 10-30 % uhlíku ve formě humusu a 60-80 % uhlíku je uvolňováno ve formě CO<sub>2</sub> do ovzduší. Intenzivním zemědělským obhospodařováním obsah humusu výrazně klesá, jelikož zvýšená aerace a intenzivnější hydrotermické pochody v půdě tlumí humufikaci organických zbytků a zvyšují mineralizaci. K úbytkům organické hmoty v půdě dochází, jestliže ztráty značně převyšují vnosy. Jako následný důsledek je ztráta stability půdních agregátů, snížená odolnost proti vodní a větrné erozi, půdní kompakci v orničních horizontech i horizontech spodin, snížení transformační, asanační, filtrační schopnosti a degradace retenční kapacity. Dále snížení poutání živin, kontaminujících látek a obecně zvýšení jejich mobility (Vopravil et al. 2010). V roce 2010 byl publikován Evropský atlas půdní biodiverzity, který uvádí přehled zástupců půdního edafon, jeho interakci s prostředím z hlediska popisu různých ekosystémů a popisuje funkce půdy ve vztahu k biodiverzitě (Jeffery et al. 2010).

## B. PRAKTICKÁ ČÁST

### 4 METODIKA

#### 4.1 Výzkumná oblast

Předmětem výzkumu mé diplomové práce jsou plochy, respektive půdy, a to orná půda a lesní půda, na kterých od roku 2020 bylo provedeno VÚMOP, v.v.i., mimo jiné i monitorování objemové vlhkosti půdy. První výzkumná oblast se nachází v obci Hovorčovice, kde v rámci výzkumu byly vybrány dva půdní profily, a to orná půda označená jako F1 a zalesněná plocha borovicí lesní označená jako F3. Druhá výzkumná oblast se nachází v obci Lipnice městská část Dvůr Králové nad Labem, kde v rámci výzkumu byly osazeny sondy na lesní půdě s označením jako Li1, kdy se jedná o historický les směs bučin a na vykácený les neboli mýtinu s označením Li2.

##### 4.1.1. Hovorčovice

Obec Hovorčovice se nachází ve středních Čechách na hranicích hlavního města Prahy, na území v oblasti České vysočiny, podsoustavě Polabské tabule. Leží v rovinaté, mírně zvlněné krajině, obklopené zemědělskou půdou, kdy nadmořská výška se pohybuje v rozmezí od 220 po 250 m n. m. Průměrné roční teploty jsou 8 až 9 °C a průměrný úhrn srážek 500 až 600 mm. Půdním představitelem lokality Hovorčovice je černozem modální / karbonátová (Němeček et al. 2011).



Obrázek 3: Vyznačení polohy výzkumné oblasti Hovorčovice na mapě České republiky (zdroj: mapaceskerepubliky.cz, upravil autor 2022).

Prováděný výzkum, se uskutečnil na výzkumných plochách orné půdy, která sousedí v komplexu společnosti Agrio s.r.o. na adrese Revoluční 644, Hovorčovice 250 64. Zde pro monitorování objemové vlhkosti byly vybrány, dvě stanoviště, označena jako F1 a F3, viz obrázek č. 4. Původně se jednalo o zemědělsky využívané plochy, kdy stanoviště F3, bylo v roce 2002 zalesněno. Tyto stanoviště byli pracovníky VÚMOP v roce 2020 osazeny půdními sondy s čidly, které vyhodnocují data z půdního horizontu v hloubce 20, 40 a 60 cm pod zemí (objemová vlhkost a teplota půdy) a 20, 40 a 60 cm nad zemí (teplota vzduchu). Naměřená data u objemové vlhkosti u stanoviště označeného F1 byla v období od 25. března 2020 do 7. dubna 2022. U stanoviště označeného F2 byla naměřena data od 7. dubna 2020 do 7. dubna 2022.



Obrázek 4: Vyznačené výzkumné plochy s usazením půdních sond (zdroj: mapy.cz, upravil autor 2022).





Obrázek 5: Stanoviště F1 se sondami a srážkoměrem (foto autor 2022).

Stanoviště F1 na souřadnicích GPS 50°11'00.8"N 14°31'13.1"E, na pozemku parcelní číslo 45/74 o celkové výměře 2852 m<sup>2</sup>, druh pozemku orná půda, BPEJ 20100, katastrální území Hovorčovice, obec Hovorčovice. Na výzkumné ploše označené F1 viz obrázek č. 5, byly umístěny tři vlhkoměrné sondy, které byly instalovány pod povrchem zemědělské orné půdy v hloubce 20, 40 a 60 cm. K dispozici, byl také nainstalován automatický ombrometr (srážkoměr), který zachycuje dešťové srážky, přičemž dochází k jejich měření. Rose (2004) uvádí, že nejdůležitějšími charakteristikami dešťových srážek, je rychlost (respektive intenzita) a doba trvání, přesněji časový průběh rychlosti srážek.





Obrázek 6: Stanoviště F3 se sondami (foto autor 2022).

Stanoviště F3 na souřadnicích GPS 50°11'01.4"N 14°31'13.3"E, na pozemku parcelní číslo 45/78 o výměře 552 m<sup>2</sup>, druh pozemku orná půda, BPEJ 20100, katastrální území Hovorčovice, obec Hovorčovice. Na výzkumné ploše označené F3 viz obrázek č. 6, byly umístěny tři vlhkoměrné sondy, které byly instalovány pod povrchem zalesněné části zemědělské orné půdy dřevinou borovicí lesní v hloubce 20, 40 a 60 cm. Tato dřevina, byla zde vysazena v roce 2014.

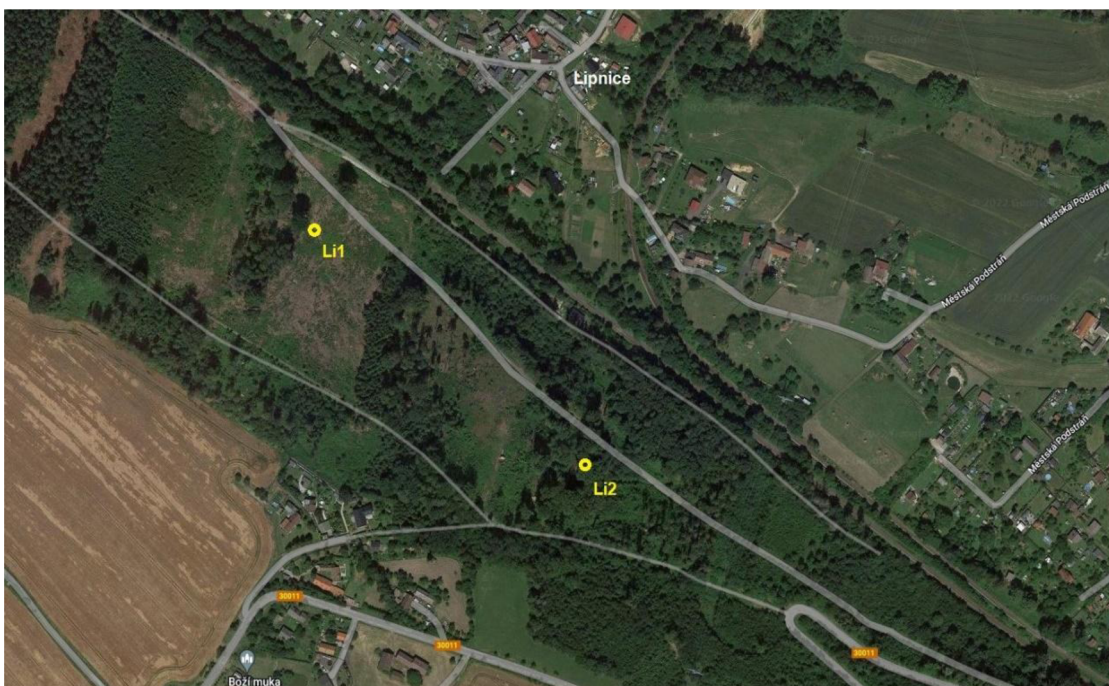
#### 4.1.2. Lipnice městská část Dvůr Králové nad Labem

Obec Lipnice je část města Dvůr Králové nad Labem v okrese Trutnov v Královéhradeckém kraji, na území v oblasti Bělohradské pahorkatiny, v geomorfologickém okrsku Královédvorské kotliny. Leží v rovinnaté, mírně zvlněné krajině, obklopené zemědělskou půdou a lesy, kdy nadmořská výška se pohybuje v rozmezí od 330 po 451 m n. m. Průměrné roční teploty jsou 7 až 8 °C a průměrný úhrn srážek 550 až 650 mm. Půdním představitelem lokality Lipnice je hnědozem luvická (Němeček et al. 2011). Geologicky leží území města převážně na granitovém podkladu, částečně jsou zastoupeny i sedimenty – nivní, smíšené, kamenité až hlinito-kamenité.



Obrázek 7: Vyznačení polohy výzkumné oblasti Lipnice na mapě České republiky (zdroj: mapaceskerepubliky.cz, upravil autor 2022).

Prováděný výzkum, se uskutečnil na výzkumných plochách lesní půdy, která se nachází na jihu obce Lipnice, kdy vlastník této půdy je město Dvůr Králové nad Labem. Zde pro monitorování objemové vlhkosti byly vybrány, dvě stanoviště, označena jako Li1 a Li2, viz obrázek č. 8. Tyto stanoviště byli pracovníky VÚMOP v roce 2021 osazeny půdními sondy s čidly, které vyhodnocují data z půdního horizontu v hloubce 20, 40 a 60 cm pod zemí (objemová vlhkost a teplota půdy) a 20, 40 a 60 cm nad zemí (teplota vzduchu). Naměřená data u objemové vlhkosti u obou stanovišť byla v období od 16. září 2021 do 12. května 2022.



Obrázek 8: Vyznačené výzkumné plochy s usazením půdních sond (zdroj: google maps.com, upravil autor 2022).





Obrázek 9: Stanoviště Li1 se sondami (foto autor 2022)

Stanoviště Li1 na souřadnicích GPS  $50^{\circ}41'90.29''\text{N}$   $15^{\circ}78'12.77''\text{E}$ , na pozemku parcelní číslo 537/8 o celkové výměře  $460445 \text{ m}^2$ , druh pozemku lesní pozemek, katastrální území Lipnice u Dvora Králové, obec Dvůr Králové nad Labem. Na výzkumné ploše označené Li1 viz obrázek č. 9, byly umístěny tři vlhkoměrné sondy, které byly instalovány pod povrchem zemědělské lesní půdy v hloubce 20, 40 a 60 cm. Jedná se o mýtinu, kde původní porost byly dřeviny buky a smrky, které byly vykáceny v roce 2020.



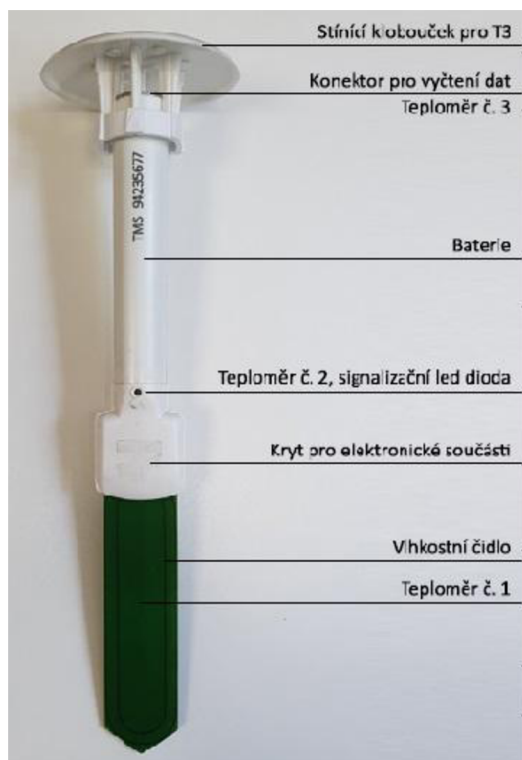
Obrázek 10: Stanoviště Li2 se sondami (foto autor 2022).

Stanoviště Li2 na souřadnicích GPS  $50^{\circ}41'71.99''\text{N}$   $15^{\circ}78'48.63''\text{E}$ , na pozemku parcelní číslo 537/8 o celkové výměře  $460445\text{ m}^2$ , druh pozemku lesní pozemek, katastrální území Lipnice u Dvora Králové, obec Dvůr Králové nad Labem. Na výzkumné ploše označené Li2 viz obrázek č. 10, byly umístěny tři vlhkoměrné sondy, které byly instalovány pod povrchem lesní půdy v hloubce 20, 40 a 60 cm. Na této ploše se nachází historický les převážně dřeviny směs bučin.



## 4.2 Sondy a odběr půdních vzorků

Na výzkumných plochách v obci Hovorčovice a v obci Lipnice, byly umístěné sondy značky TOMST TMS-4 viz obrázek č. 11 a č. 12, které se skládají ze vzájemně propojené nadzemní a podzemní části, kde v podzemní části jsou osazeny vlhkostním čidlem, které mimo jiné monitoruje i objemovou půdní vlhkost.



Obrázek 11: Sonda TOMST TMS-4 s popisem a Obrázek 12: Vlhkostní sonda TOMST TMS-4 osazená kabelem pro zakopávání (zdroj: Tomst s.r.o., upravil autor 2022).

V rámci umístění, byl proveden výkop v hloubce 80 cm, ve kterém byly v určené hloubce 20, 40 a 60 cm jednotlivé sondy osazeny, viz obrázek č. 13. Při tomto osazení se odebíraly z jednotlivých hloubek půdní vzorky, a to za pomoci nerezové lopatky do papírových sáčků. Tyto vzorky půd stanovovaly fyzikální vlastnosti dané půdy a byly odebrány ve zkoumaných lokalitách Hovorčovice u plochy zemědělsky využívané orné půdy a plochy zalesněné orné půdy mladistvou dřevinou borovicí lesní a v lokalitě Lipnice u plochy vykáceného lesa, tedy mýtiny a na ploše historického lesa s dřevitou skladbou, převážně bučin.



Obrázek 13: Osazení sond s vyvedením nad povrch (zdroj: VÚMOP © 2022).

Při odběrech se dbalo na shodnou profilaci porovnávaných půd. V lokalitě Hovorčovice se nacházel půdní typ černozem modální / karbonátová, kdy na ploše zemědělsky využívané orné půdy (F1), byl ve všech hloubkách charakterizován půdní druh prachovitě-jílovitá hlína. U plochy zalesněné orné půdy (F3), byl půdní druh pro hloubku 20 cm charakterizován jako jílovitá hlína, u hloubky 40 cm jako prachovitě-jílovitá hlína a pro 60 cm, byl druh prachovitá hlína (VÚMOP © 2020, písemně). Na níže uvedené tabulce č.1 jsou znázorněny výsledné hodnoty zastoupených jednotlivých zrnitostních frakcí půdních vzorků odebraných v lokalitě Hovorčovice na stanovištích F1 a F3 v hloubkách 20, 40 a 60 cm.

Stanoviště	Hloubka (cm)	Jíl (0–0,002 mm) (%)	Prach (0,002–0,050 mm) (%)	Písek (0,05–2 mm) (%)
F1 (orná půda)	20	31	57	12
	40	33,7	60,1	6,2
	60	32,4	64,4	3,2
F3 (zalesněná půda)	20	30,1	43,6	26,3
	40	31,7	64	4,3
	60	27,3	65,9	6,8

Tabulka 1: Porovnání výsledných hodnot zastoupených zrnitostních frakcí na výzkumném stanovišti orné půdy a zalesněné zemědělské půdy v obci Hovorčovice (zdroj dat: VÚMOP © 2020, upravil autor).

V lokalitě Lipnice se nacházel půdní typ hnědozem luvická, kdy na ploše mýtina (Li1), byl ve všech hloubkách charakterizován půdní druh prachovitá hlína. U plochy historický les (Li2), byl ve všech hloubkách charakterizován půdní druh písčito-prachovitá hlína. Na níže uvedené tabulce č. 2 jsou znázorněny výsledné hodnoty zastoupených jednotlivých zrnitostních frakcí půdních vzorků odebraných v lokalitě Lipnice na stanovištích Li1 a Li2 v hloubkách 20, 40 a 60 cm.

Stanoviště	Hloubka (cm)	Jíl (0–0,002 mm) (%)	Prach (0,002–0,050 mm) (%)	Písek (0,05–2 mm) (%)
Li1 (mýtina)	20	13,6	63,2	23,2
	40	18,4	68,6	13
	60	19,1	68,1	12,8
Li2 (historický les)	20	13,3	34	52,7
	40	10,5	27,4	62,1
	60	9,4	26,8	63,8

Tabulka 2: Porovnání výsledných hodnot zastoupených zrnitostních frakcí na výzkumném stanovišti mýtina a historický les v obci Lipnice (zdroj dat: VÚMOP © 2021, upravil autor).



## 4.3 Výsledky a vyhodnocení

V této kapitole jsou popsány a znázorněny zjištěné hodnoty u objemové vlhkosti půdy z výzkumných ploch z obce Hovorčovice ze stanovišť orná půda (F1) a zalesněné orné půdě (F3) a dále z výzkumných ploch obce Lipnice ze stanovišť mýtina (Li1) a historický les (Li2) v hloubkách 20, 40 a 60 cm.

### 4.3.1. Výsledky a vyhodnocení v obci Hovorčovice

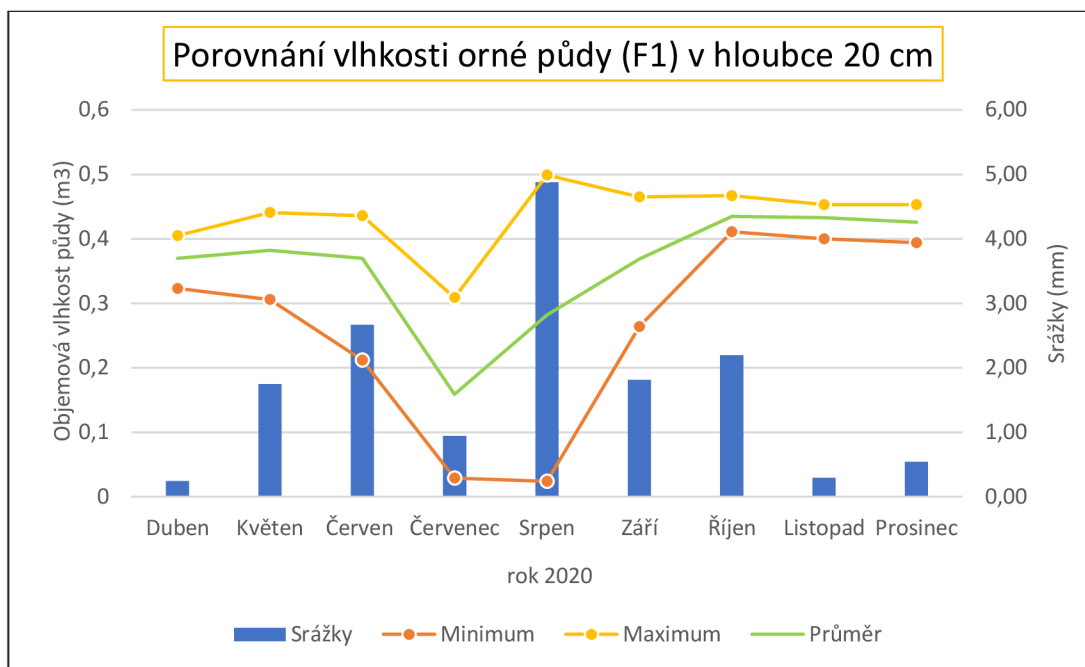
Z výzkumné plochy z obce Hovorčovice, ze **stanoviště orné půdy (F1)**, byla data ze sond, zaznamenávána VÚMOP, v. v. i. a to denně v časovém intervalu po 15 minutách. Při zpracování dat, bylo vyhodnoceno období od dubna 2020 do prosince 2021, kde byla porovnána minimální, maximální a průměrná hodnota objemové vlhkosti půdy viz tabulka č. 3 a tabulka č. 4.

Hovorčovice stanoviště F1 – Orná půda (rok 2020)									
	Objemová vlhkost půdy (m <sup>3</sup> )								
	Min.	Max.	Prům.	Min.	Max.	Prům.	Min.	Max.	Prům.
Duben	0,323	0,405	0,370	0,338	0,351	0,346	0,334	0,342	0,339
Květen	0,306	0,441	0,382	0,349	0,357	0,353	0,341	0,358	0,347
Červen	0,212	0,436	0,370	0,354	0,359	0,357	0,348	0,350	0,349
Červenec	0,029	0,309	0,159	0,307	0,359	0,345	0,270	0,350	0,334
Srpen	0,024	0,499	0,282	0,295	0,377	0,335	0,246	0,407	0,319
Září	0,264	0,465	0,369	0,340	0,361	0,352	0,344	0,371	0,353
Říjen	0,411	0,467	0,435	0,356	0,367	0,358	0,361	0,390	0,366
Listopad	0,400	0,453	0,433	0,350	0,360	0,354	0,355	0,368	0,361
Prosinec	0,394	0,453	0,426	0,348	0,355	0,350	0,353	0,362	0,355
	Hloubka 20 cm			Hloubka 40 cm			Hloubka 60 cm		

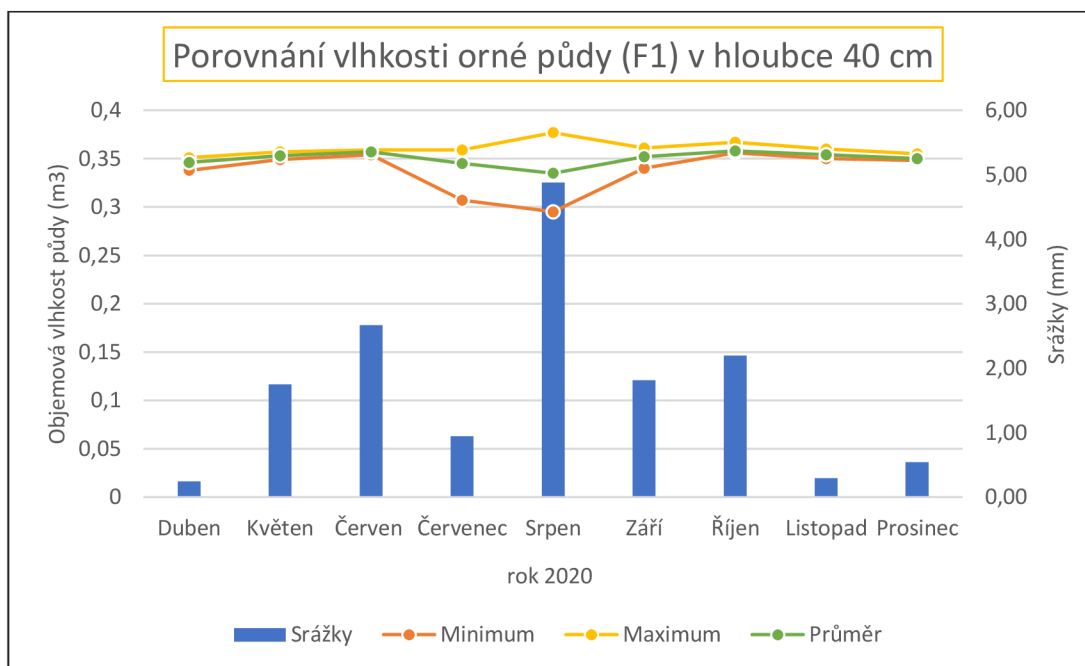
Tabulka 3: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od dubna 2020 do prosince 2020 na výzkumném stanovišti orné půdy v obci Hovorčovice (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).

Ze shora uvedené tabulky č. 3 je patrné, že minimální hodnota objemové vlhkosti u orné půdy, byla v hloubce 20, 40 a 60 cm shodně naměřena v měsíci srpnu 2020. Maximální hodnota objemové vlhkosti půdy, byla v hloubce 20, 40 a 60 cm shodně naměřena, také v měsíci srpnu 2020. Komparací průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy, byla vypočítána za celé časové období v hloubce 20 cm

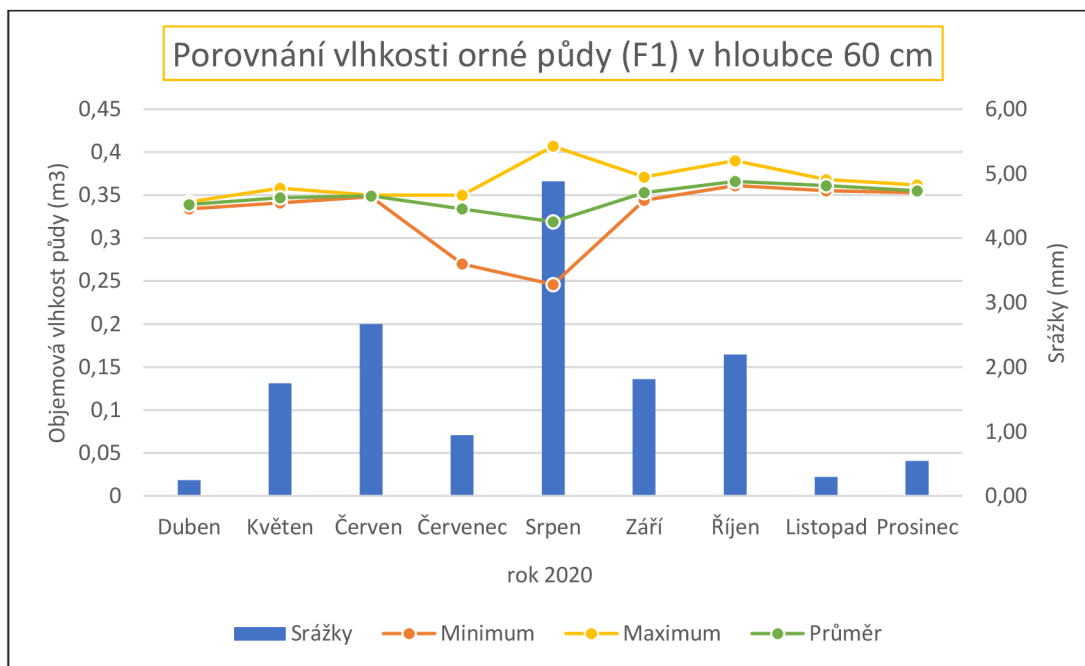
sumární průměrná hodnota a to  $0,358 \text{ m}^3$ , u 40 cm hodnota  $0,350 \text{ m}^3$  a u 60 cm, byla hodnota  $0,347 \text{ m}^3$ .



Graf 1: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od dubna 2020 do prosince 2020 s vyznačenými srážky na výzkumném stanovišti orné půdy v obci Hovorčovice v hloubce 20 cm (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).



Graf 2: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od dubna 2020 do prosince 2020 s vyznačenými srážky na výzkumném stanovišti orné půdy v obci Hovorčovice v hloubce 40 cm (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).



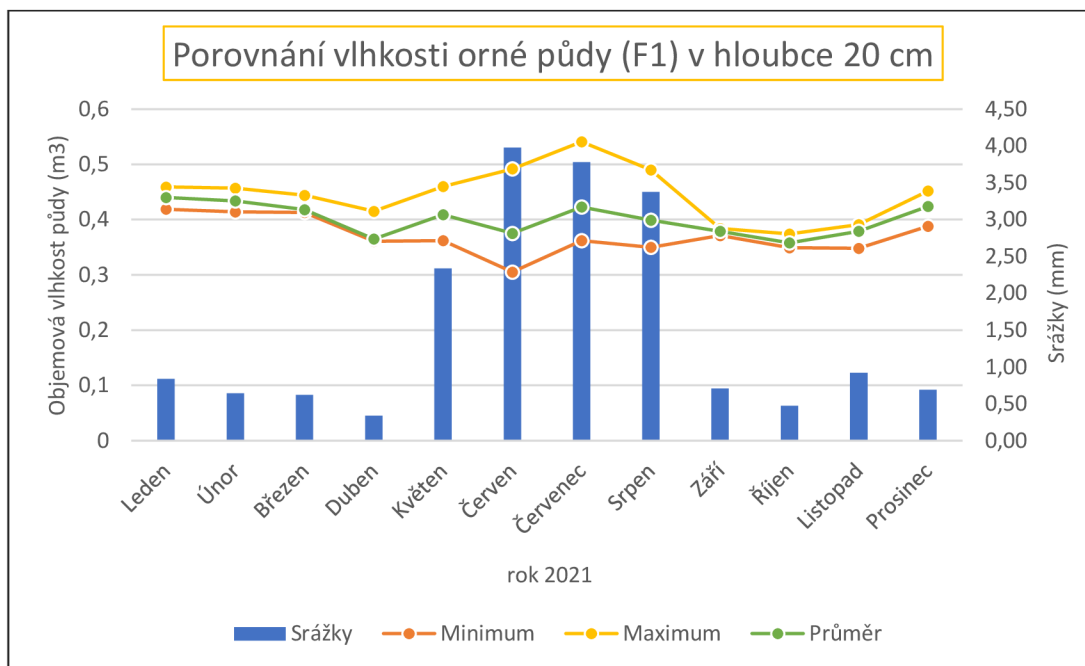
Graf 3: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od dubna 2020 do prosince 2020 s vyznačenými srážky na výzkumném stanovišti orné půdy v obci Hovorčovice v hloubce 60 cm (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).

Na shora uvedených grafech č. 1, č. 2 a č. 3 je znázorněno porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od dubna 2020 do prosince 2020 na výzkumném stanovišti orné půdy v obci Hovorčovice v hloubce 20, 40 a 60 cm. Na grafu č. 1, tedy na porovnání vlhkosti v hloubce 20 cm můžeme pozorovat zřetelné rozdíly od měsíce května do měsíce října 2020. Zatímco na grafu č. 2, tedy na porovnání vlhkosti v hloubce 40 cm jsou minimální odchylky. U grafu č. 3, tedy na porovnání vlhkosti v hloubce 60 cm můžeme pozorovat patrné rozdíly od měsíce června do měsíce září 2020.

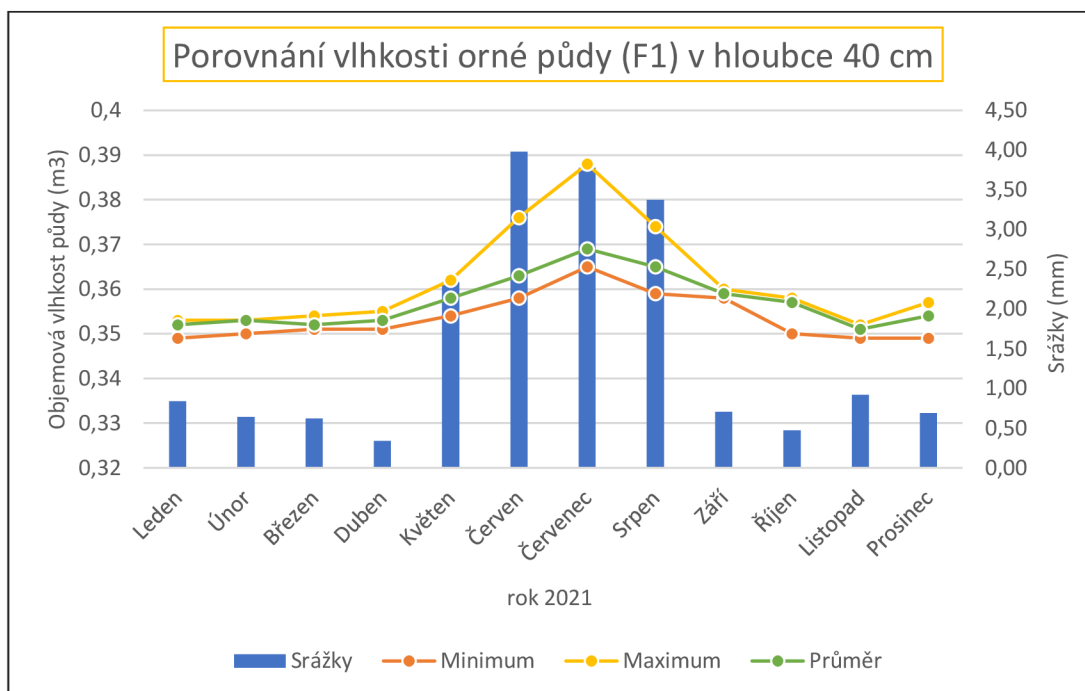
Hovorčovice stanoviště F1 – Orná půda (rok 2021)									
	Objemová vlhkost půdy (m <sup>3</sup> )								
	Min.	Max.	Prům.	Min.	Max.	Prům.	Min.	Max.	Prům.
Leden	0,419	0,459	0,440	0,349	0,353	0,352	0,357	0,375	0,362
Únor	0,414	0,457	0,434	0,350	0,353	0,353	0,360	0,382	0,365
Březen	0,413	0,444	0,418	0,351	0,354	0,352	0,358	0,369	0,360
Duben	0,361	0,415	0,365	0,351	0,355	0,353	0,356	0,360	0,357
Květen	0,362	0,460	0,409	0,354	0,362	0,358	0,357	0,371	0,364
Červen	0,305	0,492	0,375	0,358	0,376	0,363	0,362	0,393	0,366
Červenec	0,362	0,541	0,423	0,365	0,388	0,369	0,372	0,430	0,380
Srpen	0,350	0,490	0,399	0,359	0,374	0,365	0,368	0,384	0,373
Září	0,371	0,384	0,379	0,358	0,360	0,359	0,364	0,368	0,365
Říjen	0,349	0,374	0,358	0,350	0,358	0,357	0,358	0,364	0,361
Listopad	0,348	0,391	0,379	0,349	0,352	0,351	0,356	0,358	0,358
Prosinec	0,388	0,452	0,424	0,349	0,357	0,354	0,356	0,371	0,363
	Hloubka 20 cm			Hloubka 40 cm			Hloubka 60 cm		

Tabulka 4: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od ledna 2021 do prosince 2021 na výzkumném stanovišti orné půdy v obci Hovorčovice (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).

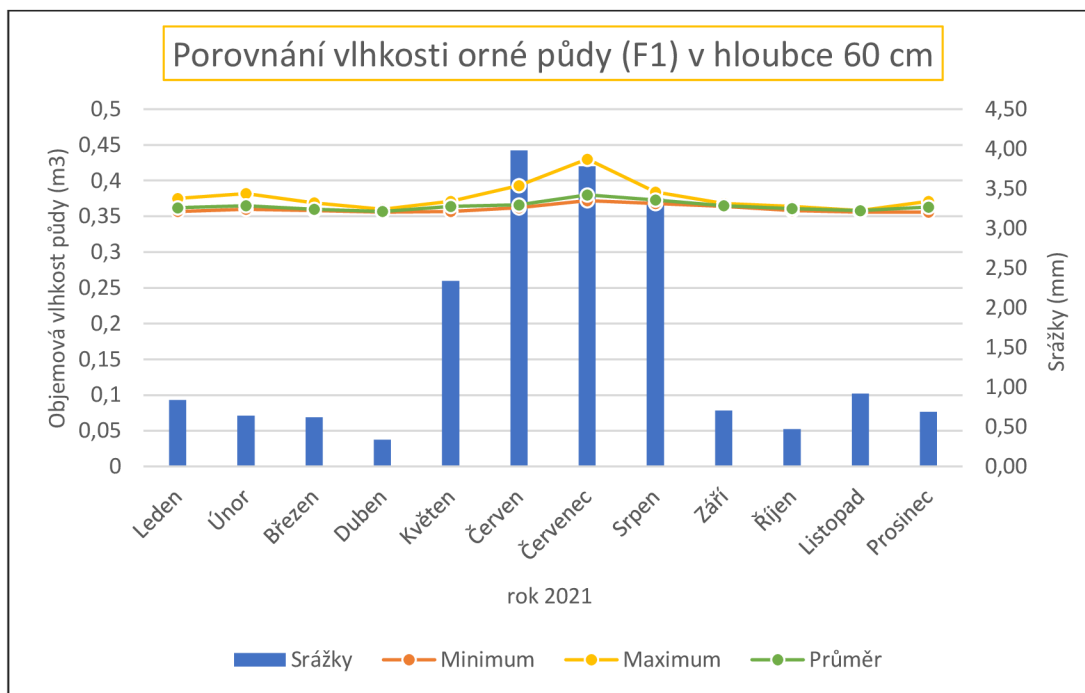
Ze shora uvedené tabulky je patrné, že minimální hodnota objemové vlhkosti u orné půdy, byla v hloubce 20 cm naměřena v měsíci červnu 2021. U hloubky 40 cm, byla shodně naměřena v měsících leden, listopad a prosinec 2021 a u hloubky 60 cm, byla shodně naměřena v měsících duben, a rovněž listopad a prosinec 2021. Maximální hodnota objemové vlhkosti půdy, byla v hloubce 20, 40 a 60 cm shodně naměřena, v měsíci červenec 2021. Komparací průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy, byla vypočítána za celé časové období v hloubce 20 cm sumární průměrná hodnota a to 0,400 m<sup>3</sup>, u 40 cm hodnota 0,357 m<sup>3</sup> a u 60 cm, byla hodnota 0,365 m<sup>3</sup>.



Graf 4: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od ledna 2021 do prosince 2021 s vyznačenými srážky na výzkumném stanovišti orné půdy v obci Hovorčovice v hloubce 20 cm (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).



Graf 5: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od ledna 2021 do prosince 2021 s vyznačenými srážky na výzkumném stanovišti orné půdy v obci Hovorčovice v hloubce 40 cm (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).



Graf 6: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od ledna 2021 do prosince 2021 s vyznačenými srážky na výzkumném stanovišti orné půdy v obci Hovorčovice v hloubce 60 cm (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).

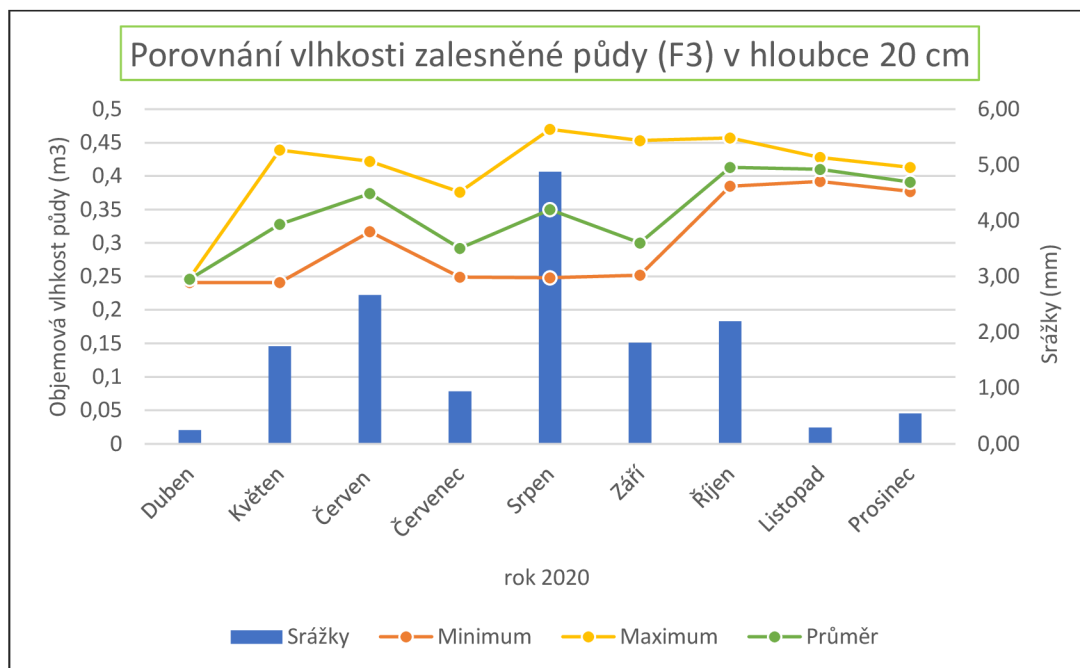
Na shora uvedených grafech č. 4, č. 5 a č. 6 je znázorněno porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od ledna 2021 do prosince 2021 na výzkumném stanovišti orné půdy v obci Hovorčovice v hloubce 20, 40 a 60 cm. Na grafu č.4, tedy na porovnání vlhkosti v hloubce 20 cm můžeme pozorovat zřetelné rozdíly od měsíce dubna do měsíce září 2021. Zatímco na grafu č. 5 a grafu č. 6, tedy na porovnání vlhkosti v hloubce 40 a 60 cm jsou minimální odchylky.

Z výzkumné plochy z obce Hovorčovice, ze **stanoviště zalesněné půdy (F3)**, byla data ze sond, zaznamenávána VÚMOP, v. v. i. a to denně v časovém intervalu po 15 minutách. Při zpracování dat, bylo vyhodnoceno období od dubna 2020 do prosince 2021, kde byla porovnána minimální, maximální a průměrná hodnota objemové vlhkosti půdy viz tabulka č. 5 a tabulka č. 6.

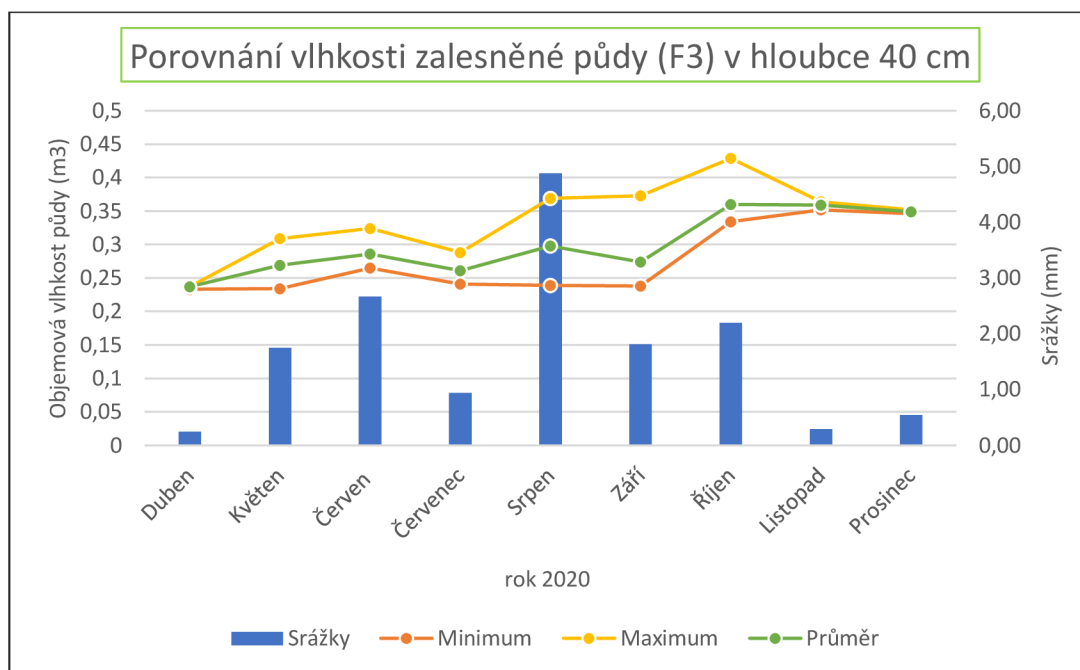
Hovorčovice stanoviště F3 – Zalesněná půda (rok 2020)									
	Objemová vlhkost půdy (m3)								
	Min.	Max.	Prům.	Min.	Max.	Prům.	Min.	Max.	Prům.
Duben	0,241	0,248	0,246	0,233	0,237	0,237	0,189	0,195	0,194
Květen	0,241	0,439	0,328	0,234	0,309	0,269	0,194	0,201	0,197
Červen	0,317	0,422	0,374	0,265	0,324	0,286	0,198	0,213	0,203
Červenec	0,249	0,376	0,292	0,241	0,288	0,261	0,198	0,212	0,204
Srpen	0,248	0,470	0,350	0,239	0,369	0,298	0,197	0,331	0,247
Září	0,252	0,453	0,300	0,238	0,373	0,274	0,220	0,300	0,247
Říjen	0,385	0,457	0,413	0,334	0,429	0,360	0,280	0,351	0,308
Listopad	0,392	0,428	0,410	0,352	0,364	0,359	0,302	0,313	0,308
Prosinec	0,377	0,413	0,391	0,346	0,352	0,349	0,296	0,302	0,221
	Hloubka 20 cm			Hloubka 40 cm			Hloubka 60 cm		

Tabulka 5: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od dubna 2020 do prosince 2020 na výzkumném stanovišti zalesněné půdy v obci Hovorčovice (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).

Ze shora uvedené tabulky je patrné, že minimální hodnota objemové vlhkosti u zalesněné půdy, byla v hloubce 20, 40 a 60 cm shodně naměřena v měsíci duben 2020. Maximální hodnota objemové vlhkosti půdy, byla v hloubce 20 cm naměřena v měsíci srpnu 2020. U hloubky 40 a 60 cm shodně naměřena v měsíci říjnu 2020. Komparací průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy, byla vypočítána za celé časové období v hloubce 20 cm sumární průměrná hodnota a to  $0,345 \text{ m}^3$ , u 40 cm hodnota  $0,299 \text{ m}^3$  a u 60 cm, byla hodnota  $0,237 \text{ m}^3$ .

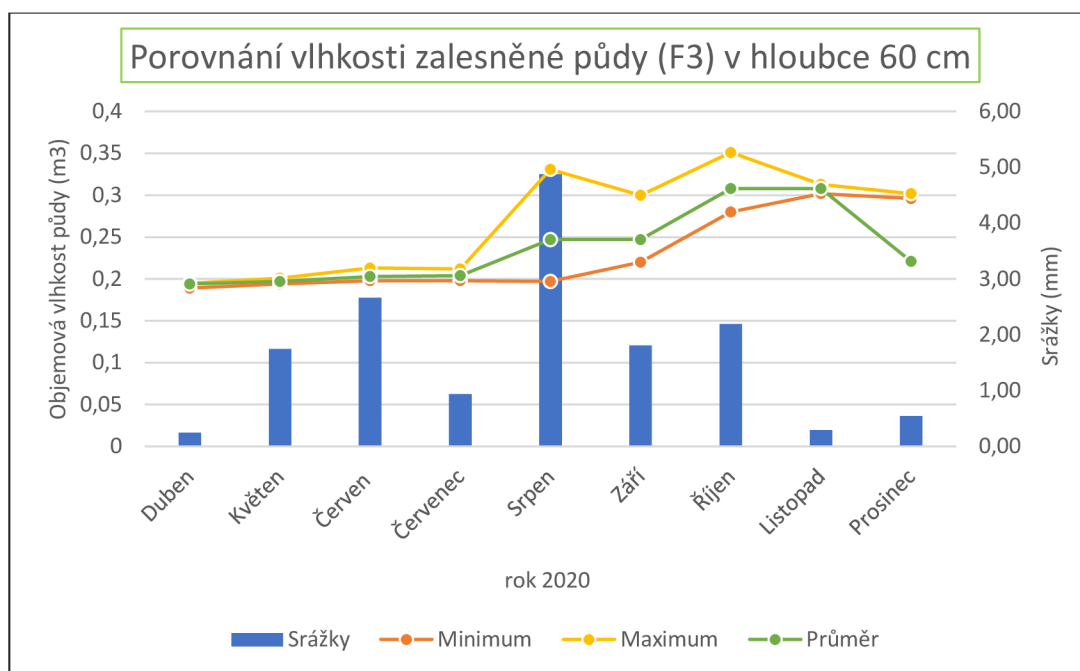


Graf 7: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od dubna 2020 do prosince 2020 s vyznačenými srážky na výzkumném stanovišti zalesněné půdy v obci Hovorčovice v hloubce 20 cm (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).



Graf 8: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od dubna 2020 do prosince 2020 s vyznačenými srážky na výzkumném stanovišti zalesněné půdy v obci Hovorčovice v hloubce 40 cm (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).





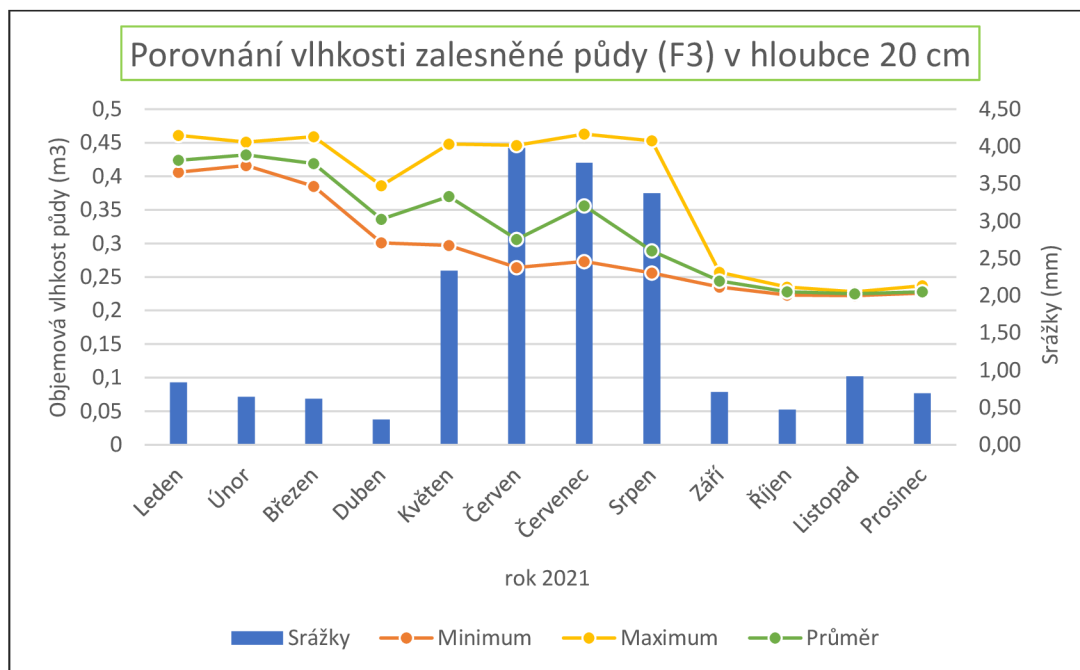
Graf 9: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od dubna 2020 do prosince 2020 s vyznačenými srážky na výzkumném stanovišti zalesněné půdy v obci Hovorčovice v hloubce 60 cm (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).

Na shora uvedených grafech č. 7, č. 8 a č. 9 je znázorněno porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od dubna 2020 do prosince 2020 na výzkumném stanovišti zalesněné půdy v obci Hovorčovice v hloubce 20, 40 a 60 cm. Na grafu č. 7, tedy na porovnání vlhkosti v hloubce 20 cm můžeme pozorovat zřetelné rozdíly od měsíce dubna do měsíce října 2020. Zatímco na grafu č. 8 a grafu č. 9, tedy na porovnání vlhkosti v hloubce 40 a 60 cm můžeme pozorovat patrné rozdíly od měsíce července do měsíce listopadu 2020.

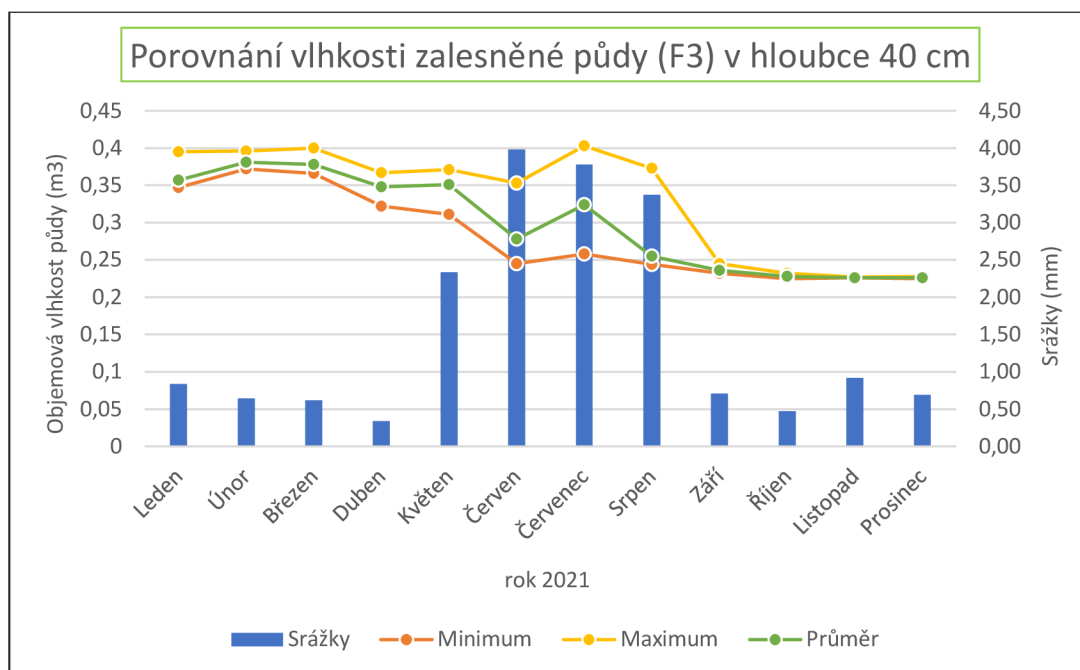
Hovorčovice stanoviště F3 – Zalesněná půda (rok 2021)									
	Objemová vlhkost půdy (m <sup>3</sup> )								
	Min.	Max.	Prům.	Min.	Max.	Prům.	Min.	Max.	Prům.
Leden	0,406	0,461	0,424	0,347	0,395	0,357	0,296	0,325	0,301
Únor	0,416	0,451	0,432	0,372	0,396	0,381	0,322	0,338	0,328
Březen	0,385	0,459	0,419	0,366	0,400	0,378	0,325	0,343	0,332
Duben	0,301	0,386	0,336	0,322	0,367	0,348	0,300	0,325	0,313
Květen	0,297	0,448	0,370	0,311	0,371	0,351	0,290	0,315	0,308
Červen	0,264	0,446	0,306	0,245	0,353	0,278	0,244	0,290	0,262
Červenec	0,273	0,463	0,356	0,258	0,403	0,324	0,255	0,359	0,303
Srpen	0,256	0,453	0,289	0,244	0,373	0,255	0,239	0,300	0,248
Září	0,235	0,257	0,244	0,232	0,245	0,236	0,226	0,239	0,230
Říjen	0,223	0,235	0,228	0,225	0,232	0,228	0,222	0,227	0,224
Listopad	0,222	0,228	0,225	0,226	0,227	0,226	0,221	0,223	0,222
Prosinec	0,226	0,237	0,228	0,225	0,228	0,226	0,221	0,222	0,298
	Hloubka 20 cm			Hloubka 40 cm			Hloubka 60 cm		

Tabulka 6: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od ledna 2021 do prosince 2021 na výzkumném stanovišti zalesněné půdy v obci Hovorčovice (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).

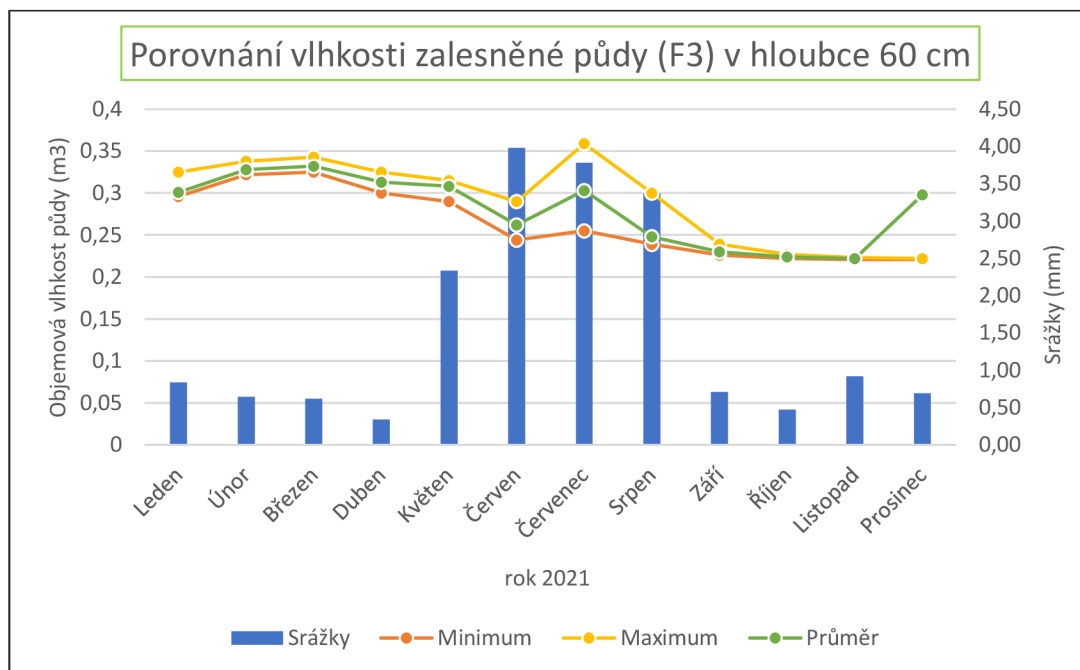
Ze shora uvedené tabulky je patrné, že minimální hodnota objemové vlhkosti u zalesněné půdy, byla v hloubce 20 cm naměřena v měsíci listopad 2021. U hloubky 40 a 60 cm shodně naměřena v měsíci prosinci 2021. Maximální hodnota objemové vlhkosti půdy, byla v hloubce 20, 40 a 60 cm shodně naměřena, v měsíci červenec 2021. Komparací průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy, byla vypočítána za celé časové období v hloubce 20 cm sumární průměrná hodnota a to 0,321 m<sup>3</sup>, u 40 cm hodnota 0,299 m<sup>3</sup> a u 60 cm, byla hodnota 0,280 m<sup>3</sup>.



Graf 10: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od ledna 2021 do prosince 2021 s vyznačenými srážky na výzkumném stanovišti zalesněné půdy v obci Hovorčovice v hloubce 20 cm (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).



Graf 11: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od ledna 2021 do prosince 2021 s vyznačenými srážky na výzkumném stanovišti zalesněné půdy v obci Hovorčovice v hloubce 40 cm (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).



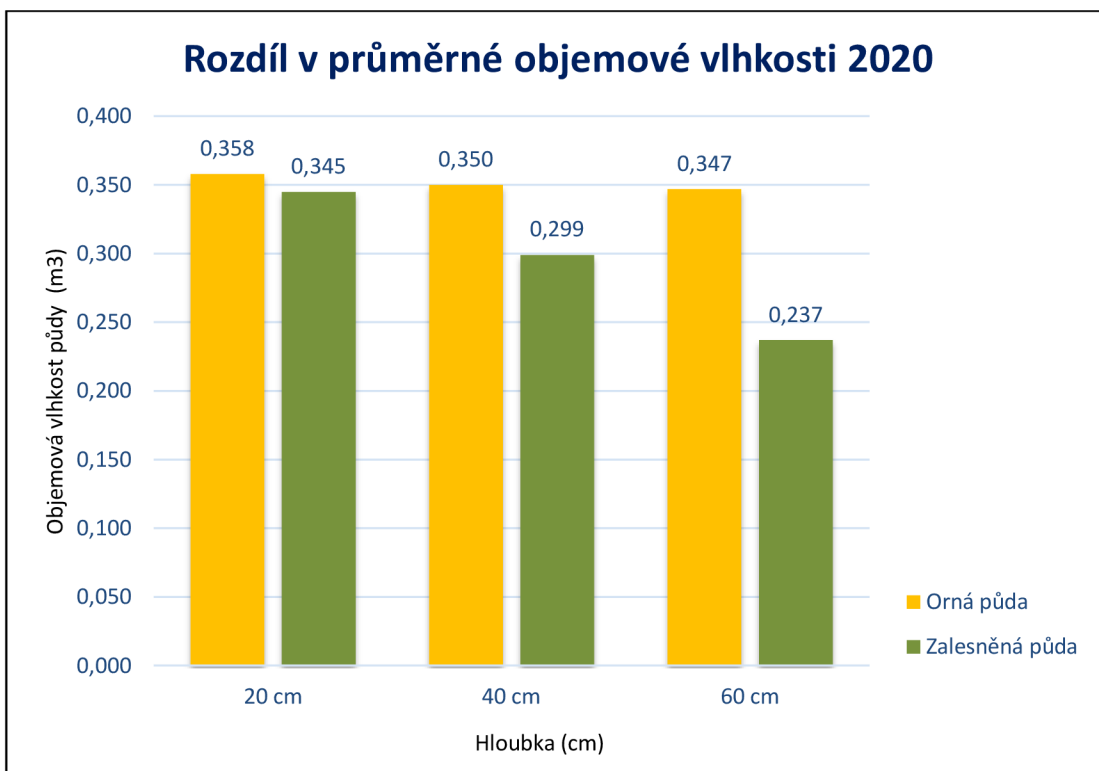
Graf 12: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od ledna 2021 do prosince 2021 s vyznačenými srážky na výzkumném stanovišti zalesněné půdy v obci Hovorčovice v hloubce 60 cm (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).

Na shora uvedených grafech č. 10, č. 11 a č. 12 je znázorněno porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od ledna 2021 do prosince 2021 na výzkumném stanovišti zalesněné půdy v obci Hovorčovice v hloubce 20, 40 a 60 cm. Na grafu č.10, tedy na porovnání vlhkosti v hloubce 20 cm, můžeme pozorovat jasné rozdíly od měsíce dubna do měsíce září 2021. Zatímco na grafu č. 11 a grafu č. 12, tedy na porovnání vlhkosti v hloubce 40 a 60 cm můžeme pozorovat patrné rozdíly od měsíce června do měsíce září 2021.

Na níže uvedené tabulce č. 7 jsou porovnány minimální, maximální a průměrné hodnoty u orné a zalesněné půdy v obci Hovorčovice v období od dubna do prosince 2020 a to v hloubce 20, 40 a 60 cm.

Hovorčovice duben 2020 - prosinec 2020				
Plocha	Hloubka (cm)	Objemová vlhkost půdy (m3)		
		Minimální	Maximální	Průměrná
Orná půda (F1)	20	0,024	0,499	0,358
	40	0,295	0,377	0,350
	60	0,246	0,407	0,347
Zalesněná půda (F3)	20	0,241	0,470	0,345
	40	0,233	0,429	0,299
	60	0,189	0,351	0,237

Tabulka 7: Porovnání objemové vlhkosti na výzkumných plochách orné půdy a zalesněné orné půdy v obci Hovorčovice v období od dubna 2020 do prosince 2020 (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).



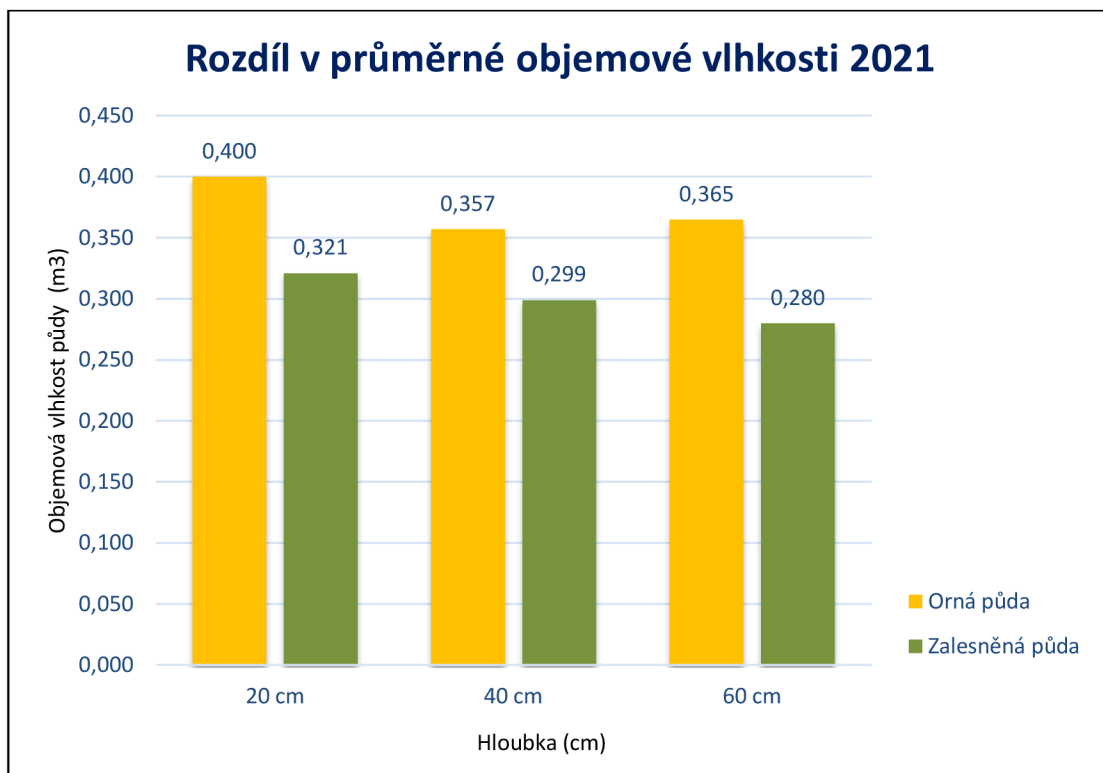
Graf 13: Porovnání v průměrné objemové vlhkosti na výzkumných plochách orné půdy a zalesněné orné půdy v obci Hovorčovice v období od dubna 2020 do prosince 2020 (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).

Ze shora uvedené tabulky č. 7 a z grafu č. 13, je patrné, že u zalesněné půdy jsou hodnoty průměrné objemové vlhkosti nižší než u orné půdy, kdy při větší hloubce půdy je narůstající rozdíl. V hloubce 20 cm je rozdíl 0,013 m<sup>3</sup>, u hloubky 40 cm je rozdíl 0,051 m<sup>3</sup> a v hloubce 60 cm je již rozdíl 0,110 m<sup>3</sup>, což činí v procentuálním rozdílu hodnotu 11 %. Dále je zde patrné, že u orné půdy je průměrná objemová vlhkost v uvedených hloubkách převážně stálá, zatím co u zalesněné půdy je sestupující.

Na níže uvedené tabulce č. 8 jsou porovnána minimální, maximální a průměrné hodnoty u orné a zalesněné půdy v obci Hovorčovice v období od ledna do prosince 2021 a to v hloubce 20, 40 a 60 cm.

Hovorčovice leden 2021 - prosinec 2021				
Plocha	Hloubka (cm)	Objemová vlhkost půdy (m <sup>3</sup> )		
		Minimální	Maximální	Průměrná
Orná půda (F1)	20	0,305	0,541	0,400
	40	0,349	0,388	0,357
	60	0,356	0,430	0,365
Zalesněná půda (F3)	20	0,222	0,463	0,321
	40	0,225	0,403	0,299
	60	0,221	0,359	0,280

Tabulka 8: Porovnání objemové vlhkosti na výzkumných plochách orné půdy a zalesněné orné půdy v obci Hovorčovice v období od ledna 2021 do prosince 2021 (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).



Graf 14: Porovnání v průměrné objemové vlhkosti na výzkumných plochách orné půdy a zalesněné orné půdy v obci Hovorčovice v období od ledna 2021 do prosince 2021 (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).

Ze shora uvedené tabulky č. 8 a z grafu č. 14, je patrné, že u zalesněné půdy jsou hodnoty průměrné objemové vlhkosti opět nižší než u orné půdy, kdy při větší hloubce půdy je narůstající rozdíl. V hloubce 20 cm je rozdíl  $0,079 \text{ m}^3$ , což činí v procentuálním rozdílu hodnotu 7,9 %, u hloubky 40 cm je rozdíl  $0,058 \text{ m}^3$ , což činí v procentuálním rozdílu hodnotu 5,8 % a v hloubce 60 cm je již rozdíl  $0,085 \text{ m}^3$ , což činí v procentuálním rozdílu hodnotu 8,5 %. Dále je zde opět patrné, že u orné půdy je průměrná objemová vlhkost v uvedených hloubkách převážně stálá, zatím co u zalesněné půdy je sestupující.

#### 4.3.2. Výsledky a vyhodnocení v obci Lipnice

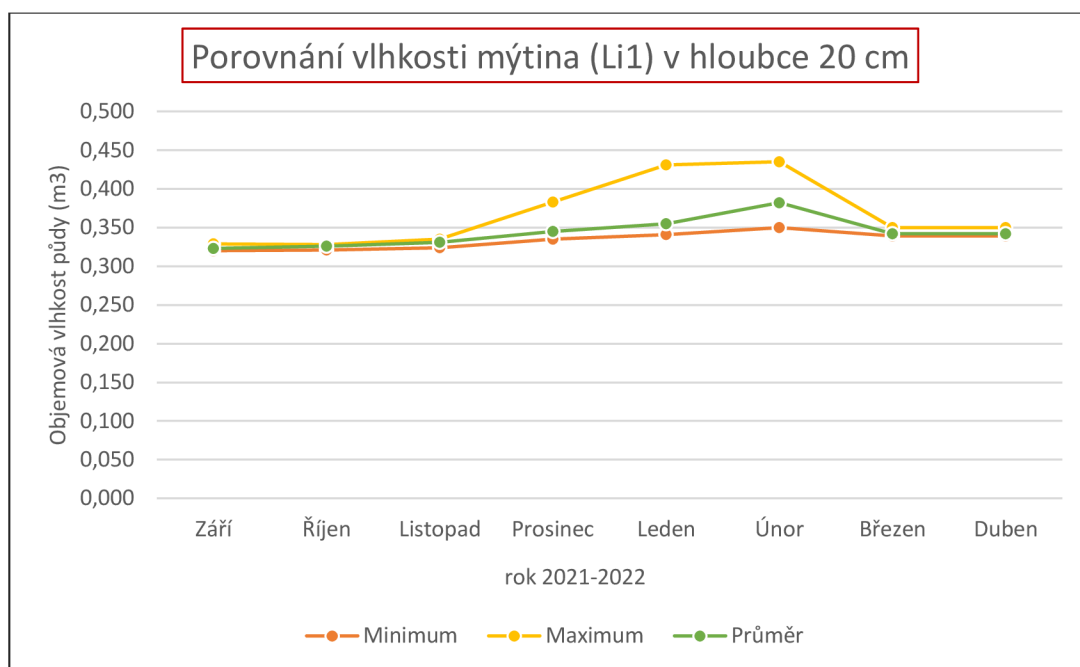
Z výzkumných ploch z obce Lipnice, ze **stanovišť mýtina** (Li1) a **historický les** (Li2), byla data ze sond, zaznamenávána, a to denně v časovém intervalu po 15 minutách. Při zpracování dat, bylo vyhodnoceno období od září 2021 do dubna 2022, kde byla porovnána minimální, maximální a průměrná hodnota objemové vlhkosti půdy viz tabulka č. 9 a tabulka č. 10.

Lipnice stanoviště Li1 – Mýtina (září 2021–duben 2022)									
	Objemová vlhkost půdy (m <sup>3</sup> )								
	Min.	Max.	Prům.	Min.	Max.	Prům.	Min.	Max.	Prům.
Září	0,320	0,329	0,323	0,349	0,374	0,354	0,374	0,387	0,377
Říjen	0,321	0,328	0,326	0,350	0,361	0,355	0,376	0,388	0,383
Listopad	0,324	0,335	0,331	0,315	0,368	0,338	0,381	0,394	0,387
Prosinec	0,335	0,383	0,345	0,317	0,378	0,339	0,300	0,408	0,364
Leden	0,341	0,431	0,355	0,319	0,459	0,354	0,290	0,367	0,322
Únor	0,350	0,435	0,382	0,348	0,447	0,381	0,308	0,334	0,324
Březen	0,339	0,350	0,342	0,336	0,356	0,344	0,248	0,335	0,301
Duben	0,339	0,350	0,342	0,318	0,347	0,327	0,297	0,351	0,317
	Hloubka 20 cm			Hloubka 40 cm			Hloubka 60 cm		

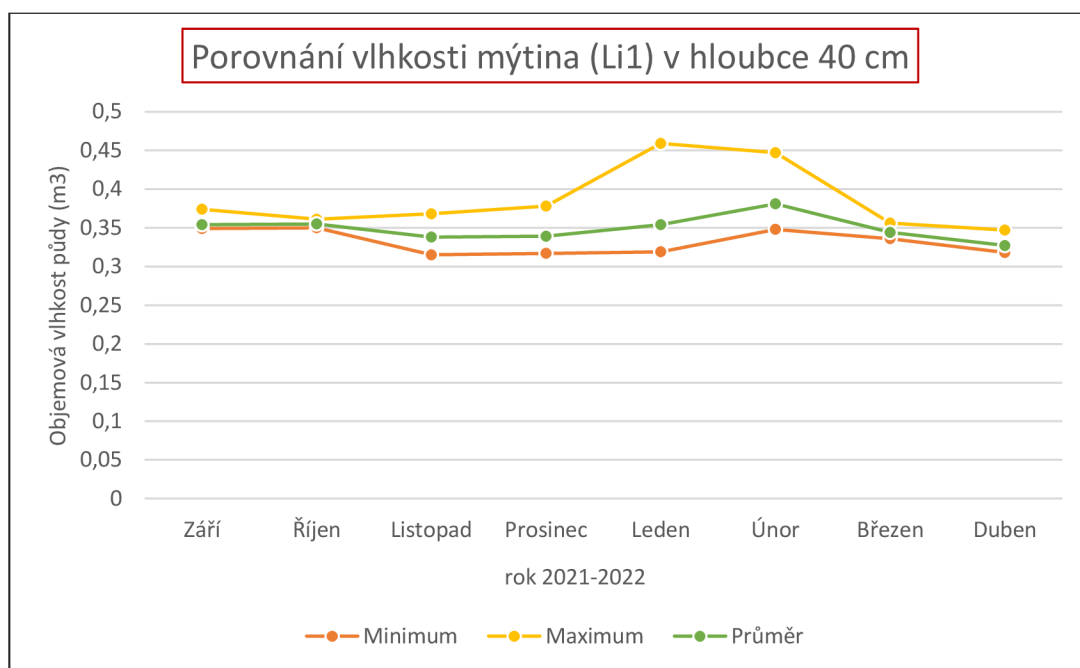
Tabulka 9: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od září 2021 do dubna 2022 na výzkumném stanovišti mýtina v obci Lipnice (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).

Ze shora uvedené tabulky č. 9 je patrné, že minimální hodnota objemové vlhkosti půdy, byla v hloubce 20 cm, naměřena v měsíci září 2021. U hloubky 40 cm, byla naměřena v měsíci listopad 2021 a v hloubce 60 cm, byla naměřena v měsíci března 2022. Maximální hodnota objemové vlhkosti půdy, byla v hloubce 20 cm, naměřena v měsíci únor 2022. U hloubky 40 cm, byla naměřena v měsíci lednu 2022 a v hloubce 60 cm, byla naměřena v měsíci prosinci 2022. Komparací průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy, byla vypočítána za celé časové období v hloubce 20 cm sumární průměrná hodnota a to 0,343 m<sup>3</sup>, u 40 cm hodnota 0,349 m<sup>3</sup> a u 60 cm, byla hodnota 0,346 m<sup>3</sup>.

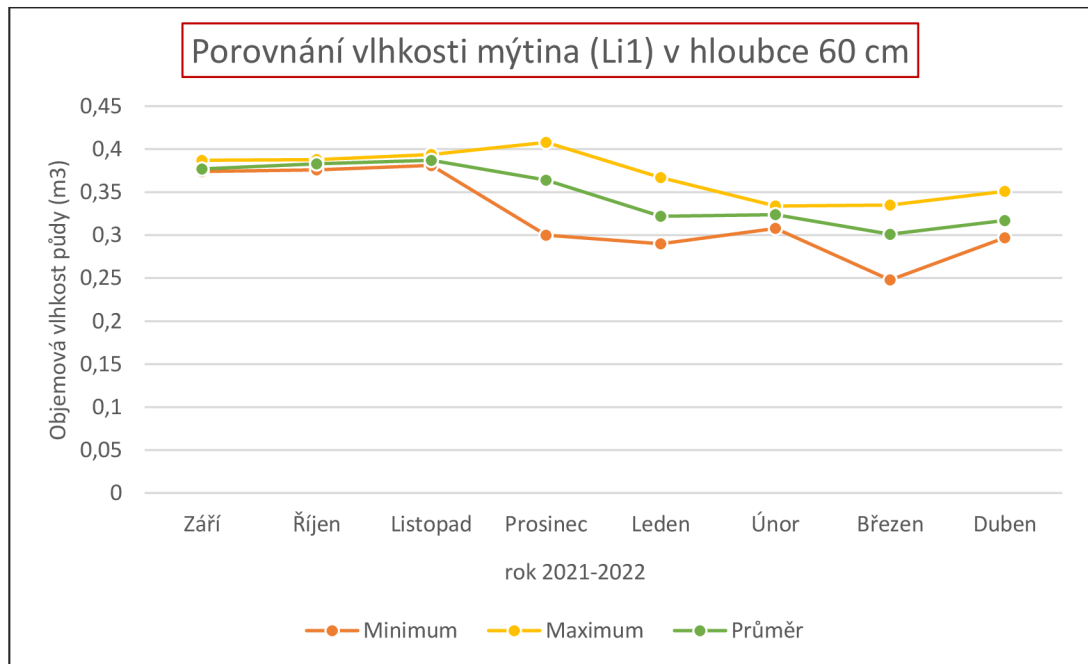




Graf 15: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od září 2021 do dubna 2022 na výzkumném stanovišti mýtina v obci Lipnice v hloubce 20 cm (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).



Graf 16: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od září 2021 do dubna 2022 na výzkumném stanovišti mýtina v obci Lipnice v hloubce 40 cm (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).



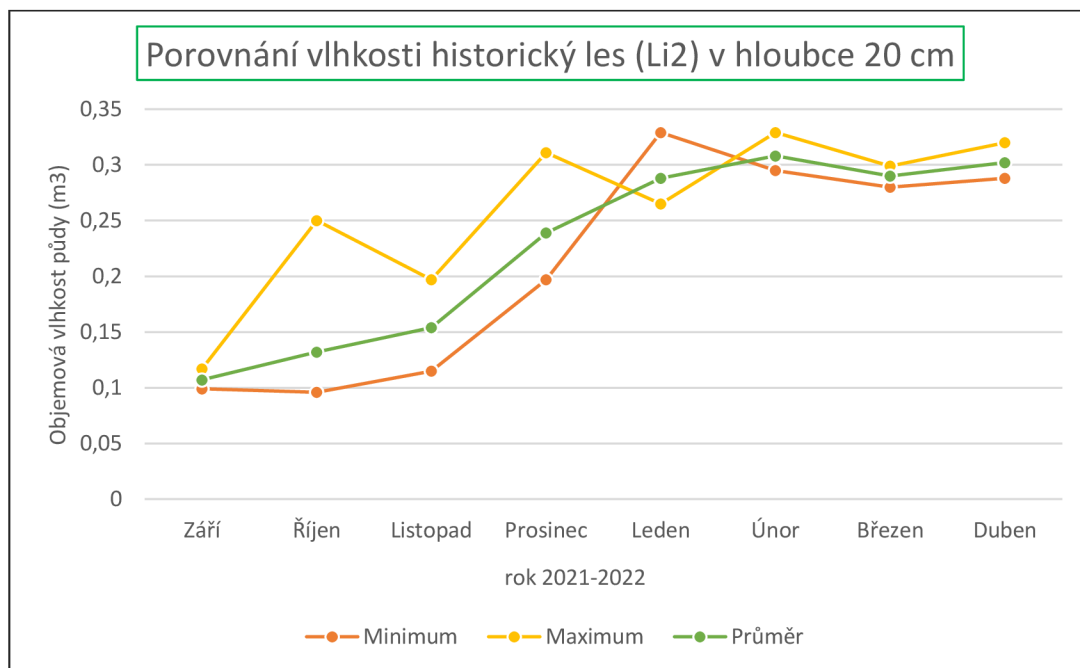
Graf 17: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od září 2021 do dubna 2022 na výzkumném stanovišti mýtina v obci Lipnice v hloubce 60 cm (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).

Na shora uvedených grafech č. 15, č. 16 a č. 17 je znázorněno porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od září 2021 do dubna 2022 na výzkumném stanovišti mýtina v obci Lipnice v hloubce 20, 40 a 60 cm. Na grafu č. 15, tedy na porovnání vlhkosti v hloubce 20 cm, můžeme pozorovat jasné rozdíly od měsíce prosince 2021 do měsíce března 2022. Na grafu č. 16, tedy na porovnání vlhkosti v hloubce 40 cm, můžeme pozorovat jasné rozdíly od měsíce prosince 2021 do měsíce března 2022 a na grafu č. 17, tedy na porovnání vlhkosti v hloubce 60 cm, můžeme pozorovat jasné rozdíly od měsíce listopad 2021 do měsíce dubna 2022.

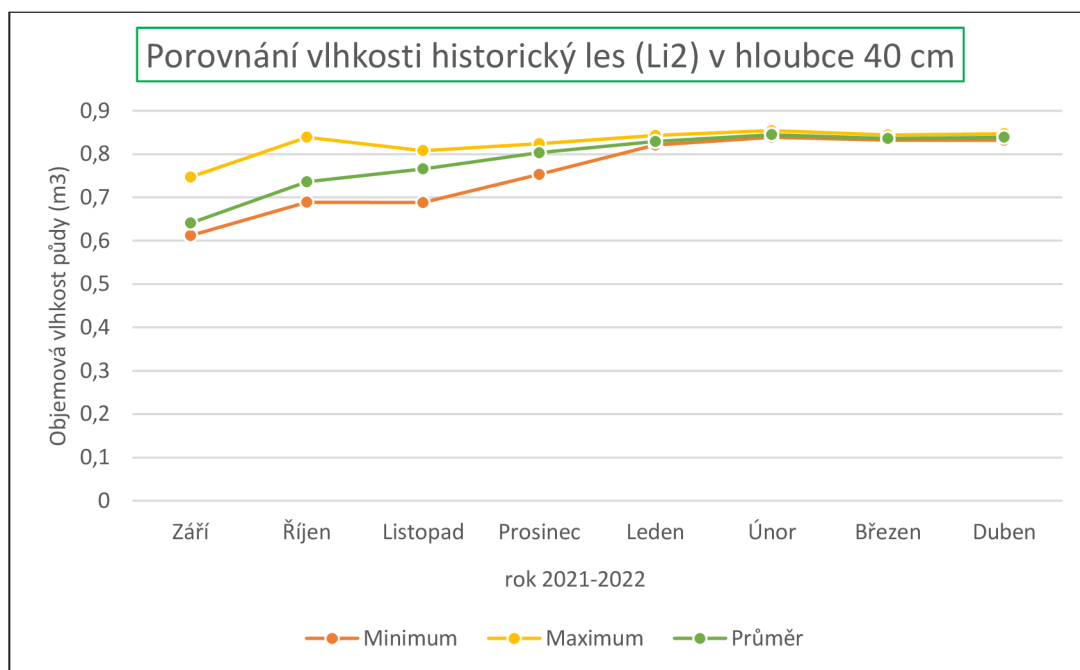
Lipnice stanoviště Li2 – Historický les (září 2021-duben 2022)									
	Objemová vlhkost půdy (m <sup>3</sup> )								
	Min.	Max.	Prům.	Min.	Max.	Prům.	Min.	Max.	Prům.
Září	0,099	0,117	0,107	0,612	0,747	0,641	0,688	0,690	0,690
Říjen	0,096	0,250	0,132	0,689	0,839	0,736	0,689	0,752	0,725
Listopad	0,115	0,197	0,154	0,688	0,808	0,766	0,711	0,764	0,751
Prosinec	0,197	0,311	0,239	0,753	0,824	0,803	0,743	0,834	0,797
Leden	0,329	0,265	0,288	0,821	0,843	0,829	0,830	0,874	0,844
Únor	0,295	0,329	0,308	0,839	0,854	0,845	0,858	0,878	0,868
Březen	0,280	0,299	0,290	0,832	0,844	0,836	0,849	0,866	0,856
Duben	0,288	0,320	0,302	0,832	0,847	0,839	0,848	0,868	0,859
	Hloubka 20 cm			Hloubka 40 cm			Hloubka 60 cm		

Tabulka 10: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od září 2021 do dubna 2022 na výzkumném stanovišti historický les v obci Lipnice (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).

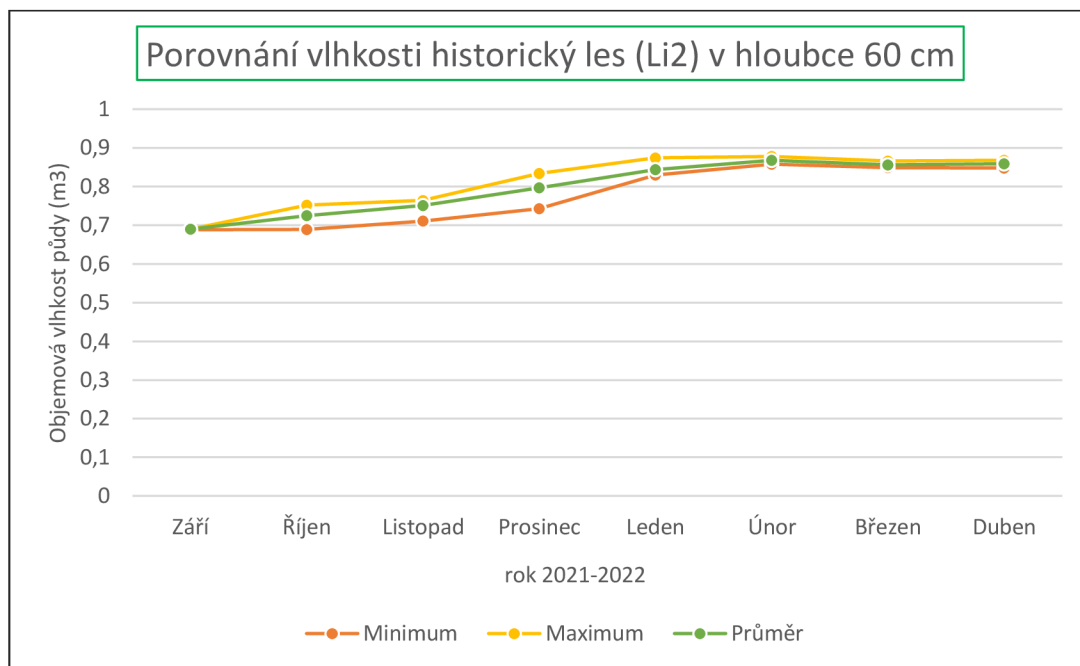
Ze shora uvedené tabulky č. 10 je patrné, že minimální hodnota objemové vlhkosti půdy, byla v hloubce 20 cm, naměřena v měsíci říjnu 2021. U hloubky 40 a 60 cm byla naměřena shodně v měsíci září 2021. Maximální hodnota objemové vlhkosti půdy, byla v hloubce 20, 40 a 60 cm shodně naměřena v měsíci únor 2022. Komparací průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy, byla vypočítána za celé časové období v hloubce 20 cm sumární průměrná hodnota a to 0,228 m<sup>3</sup>, u 40 cm hodnota 0,786 m<sup>3</sup> a u 60 cm, byla hodnota 0,799 m<sup>3</sup>.



Graf 18: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od září 2021 do dubna 2022 na výzkumném stanovišti historický les v obci Lipnice v hloubce 20 cm (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).



Graf 19: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od září 2021 do dubna 2022 na výzkumném stanovišti historický les v obci Lipnice v hloubce 40 cm (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).

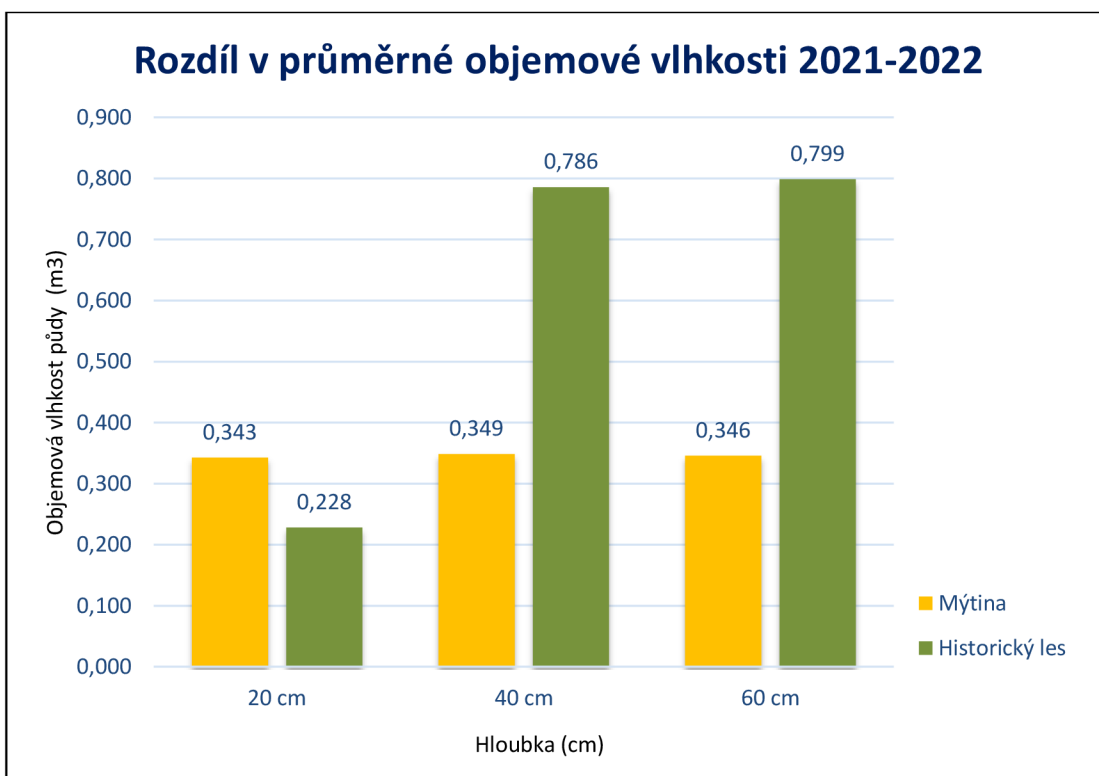


Graf 20: Porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od září 2021 do dubna 2022 na výzkumném stanovišti historický les v obci Lipnice v hloubce 60 cm (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).

Na shora uvedených grafech č. 18, č. 19 a č. 20 je znázorněno porovnání minimálních, maximálních a průměrných hodnot objemové vlhkosti půdy v období od září 2021 do dubna 2022 na výzkumném stanovišti mýtina v obci Lipnice v hloubce 20, 40 a 60 cm. Na grafu č. 18, tedy na porovnání vlhkosti v hloubce 20 cm, můžeme pozorovat vzestupné navzájem překrývající se rozdíly od měsíce září 2021 do měsíce února 2022. Zatímco na grafu č. 19 a grafu č. 20, tedy na porovnání vlhkosti v hloubce 40 a 60 cm můžeme pozorovat nepatrné rozdíly, které stoupají shodně od měsíce září 2021 do měsíce dubna 2022.

Lipnice září 2021-duben 2022				
Plocha	Hloubka (cm)	Objemová vlhkost půdy (m3)		
		Minimální	Maximální	Průměrná
Mýtina (Li1)	20	0,320	0,435	0,343
	40	0,315	0,459	0,349
	60	0,248	0,408	0,346
Historický les (Li2)	20	0,096	0,329	0,228
	40	0,612	0,854	0,786
	60	0,688	0,878	0,799

Tabulka 11: Porovnání objemové vlhkosti na výzkumných plochách mýtina a historický les v obci Lipnice v období od září 2021 do dubna 2022 (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).



Graf 21: Porovnání v průměrné objemové vlhkosti na výzkumných plochách mýtina a historický les v obci Lipnice v období od září 2021 do dubna 2022 (zdroj dat: VÚMOP © 2022, upravil autor).

Ze shora uvedené tabulky č. 11 a z grafu č. 21, je patrné, že na výzkumné ploše mýtina je průměrná objemová vlhkost v uvedených hloubkách převážně stálá. Naproti tomu na výzkumné ploše historický les je nesmírný nárůst hodnot objemové vlhkosti u hloubky 40 a 60 cm, a to až trojnásobně oproti hloubce 20 cm. Mezi stanovišti mýtina a historický les je načež v hloubce 20 cm je rozdíl  $0,115 \text{ m}^3$ , což činí v procentuálním rozdílu hodnotu 11,5 %, u hloubky 40 cm je rozdíl  $0,437 \text{ m}^3$ , což činí v procentuálním rozdílu hodnotu 43,7 % a v hloubce 60 cm je rozdíl  $0,453 \text{ m}^3$ , což činí v procentuálním rozdílu hodnotu 45,3 %.

## 5 DISKUZE

Diskuze o tom, aby v krajině nedocházelo ke zhoršování vodních poměrů, především k retenční schopnosti v krajině a ke zhoršování odtokových poměrů, zvyšování odnosu půdy vlivem erozních činností, jsou v posledním době diskutovaným tématem.

V rešeršní části této diplomové práce, byla popsána základní charakteristika půdy, její funkce, kvalita a její související vztah s vodou, kdy závěrem rešerše byly uvedeny degradační procesy půdy. Z této kapitoly, je patrné, že nejvýznamnější ovlivňování půdy je způsobeno člověkem.

Ve výzkumné části této práce, byly zadány dvě lokality pro výzkum a následné srovnání a vyhodnocení získaných dat. V první lokalitě, která se nachází v obci Hovorčovice, byly porovnávány maximální, minimální a průměrné hodnoty objemové vlhkosti půdy v hloubkách 20, 40 a 60 cm, a to na výzkumné zemědělsky využívané orné půdě, která se nachází v těsném sousedství zalesněné orné půdě s mladou dřevinou skladbou borovicí lesní. Cílem bylo zjistit, k jaké došlo transformaci pohybu vody v půdním prostředí po zalesnění orné půdy. Během vyhodnocení dat jsem došel k závěru, že průměrný objem vlhkosti u zemědělsky využívané orné půdě je vyšší než u zalesněné orné půdy. Ve sledovaném období od dubna 2020 do prosince 2020, byl u hloubky 20 cm rozdíl  $0,013 \text{ m}^3$ , v hloubce 40 cm, byl rozdíl  $0,051 \text{ m}^3$  a v hloubce 60 cm, byl rozdíl nejvíce patrný a to o  $0,110 \text{ m}^3$ . Ve sledovaném období od ledna 2021 do prosince 2021, byl v hloubce 20 cm rozdíl  $0,079 \text{ m}^3$ , u hloubky 40 cm, byl rozdíl  $0,058 \text{ m}^3$  a v hloubce 60 cm, byl již rozdíl  $0,085 \text{ m}^3$ . Dále bylo ve sledovaném období pro rok 2020 a 2021 zřetelné, že u orné půdy je průměrná objemová vlhkost v uvedených hloubkách převážně stálá, zatím co u zalesněné půdy je sestupující. Ze stanoviště zalesněné půdy, a to mladým dřevinným porostem mohu konstatovat, že došlo v obou časových obdobích ke změnám pohybu vody v půdním prostředí, kdy rozdíl u průměrných hodnot objemové vlhkosti se v hloubkách 20, 40 a 60 cm mezi porovnávanými stanovišti pohyboval v rozsahu od 5,8 % do 8,5 %. Sturm et. al. (1996) zkoumali a následně také porovnávali změny půdní vlhkosti po zalesnění borovicí lesní, kdy autoři uvádějí, že změny půdní vlhkosti zcela nekorespondovaly se vstupujícími srážkami. Toto bylo zřejmě způsobeno vlivem heterogenity půdních vlastností a kořenových systémů, kdy v podstatě nebylo dosaženo hodnot polní vodní kapacity, vyjma



prvních měsíců roku. V části letního období byly hodnoty vlhkosti půdy v bodě trvalého vadnutí. V našem případě, ale vlhkost zalesněné půdy v hloubce 20 cm přesahovala v letním období (červen-srpen) hodnotu polní půdy v totožné hloubce. Jelikož se v této lokalitě jedná o zalesnění mladou dřevinou, získaná data zatím nedávají dostatek podkladů pro stanovení konečného výsledku. Můžeme zde, ale předpokládat, že zalesněná půda se bude postupně v dalších letech vyvíjet do plnohodnotné lesní půdy.

Druhá lokalita se nacházela v obci Lipnice, kde byly opět porovnávány maximální, minimální a průměrné hodnoty objemové vlhkosti půdy v hloubkách 20, 40 a 60 cm, a to z výzkumné plochy vykáceného lesa, tedy mýtiny a historického lesa se skladbou letitých dřevin převážně buků a dubů. Cílem bylo zjistit, k jaké došlo transformaci pohybu vody v půdním prostředí po vykácení lesa v lesní půdě. Během vyhodnocení dat jsem došel k závěru, že průměrný objem na výzkumné ploše mýtiny je průměrná objemová vlhkost v uvedených hloubkách převážně stálá. Naproti tomu na výzkumné ploše historický les je nesmírný nárůst hodnot objemové vlhkosti u hloubky 40 a 60 cm, a to až trojnásobně oproti hloubce 20 cm. Mezi stanovišti mýtiny a historický les, byl v hloubce 20 cm rozdíl  $0,115 \text{ m}^3$ , u hloubky 40 cm, byl rozdíl  $0,437 \text{ m}^3$  a v hloubce 60 cm, byl rozdíl  $0,453 \text{ m}^3$ . Zde lze konstatovat, že u porovnávaných stanovišť, došlo v uvedeném časovém období k výraznému pohybu vody v půdním prostředí, kdy rozdíl u průměrných hodnot objemové vlhkosti se v hloubkách 20, 40 a 60 cm mezi porovnávanými stanovišti pohyboval v rozsahu od 11,5 % do 45,3 %. Důvodem v tomto případě je, že u historického lesa, je specifické mikroklima, které ovlivňuje evapotranspiraci, tedy celkový výpar ze zemského povrchu a další faktory jako např. podíl transpirace dřevin, transpirace podrostu, pokryv opadaných rostlinných zbytků, vyšší zastoupení organických zbytků a edafonu v půdě apod. Bréda et al. (1995) prováděli výzkum u dřevinného porostu ve stáří 30–40 let, kdy se převážně jednalo o porost dub letní a dub zimní. Zkoumáním zjistili, že s klesající hustotou zakořenění souvisela převážně fyzikální vlastnost půdy. Kořenový systém u porostu, byl rozdělen do dvou oddílů vrstvou s vysokým obsahem jílu, kdy do hlubších vrstev prokořenily hlavně jemné až vlásčicovité kořeny. Bardgett (2005) uvádí, že půdy s velkým obsahem koloidních částic, jako jílovité půdy či půdy s velkým obsahem organických látek, mají lepší retenční schopnost než půdy písčité, ze kterých voda snáze odtéká. Pretzsch et al. (2014) při studování dřevin jehličnanů zjistili, že na stres suchem jsou

náchylnější dřeviny s isohydrickou strategií, které reagují již v počátečních fázích sucha a to uzavíráním průduchů, než většina listnáčů např. dubů.

Zemědělské a lesní půdy se navzájem od sebe liší svými parametry půdních charakteristik a při zalesnění zemědělské půdy, dojde ke změně těchto charakteristik. Tato změna po zalesnění nastává pomalu s růstem dřevinného porostu, a čím je porost starší tím se půdní vlastnosti více mění (Kücük a Akcay 2020). K zalesnění zemědělské půdy se tedy musí přistupovat obezřetně a místa vhodná ke změně kultury je třeba volit na podkladě širší půdně-standovní analýzy a ekologická hlediska, by měla být na prvním místě (Novák 2004). Složitá mnohotvárnost a pestrost krajiny si vyžaduje samozřejmě komplexní řešení, kdy základním cílem by měla být snaha o vytvoření zdravé estetické krajiny (Brtnický et al. 2011). V této krajině by měli mít zastoupení obzvláště lesní ekosystémy, které nám pomáhají mírnit dopady klimatické změny (Krejza et al. 2019).

V této diplomové práci studie ukazuje, že řešením může být tedy i zalesnění půdy, které se již výrazněji projeví, pokud přírodě, v našem případě vhodným dřevinám, dáme dostatek času.

## 6 ZÁVĚR

Většina populace vnímá půdu pouze jako přírodní útvar, který je kolem nás všudypřítomný a je samozřejmostí. Při tom půda je velmi křehká a zranitelná. Její vytvoření a obnovení je extrémně pomalé, kdy například tvorba 1 cm půdy trvá stovky až tisíce let. Je také důležitou zásobárnou vody, kdy retenční schopností dokáže například 1 ha černozemě zadržet až 3500 m<sup>3</sup> vody (Vopravil et al. 2017). Voda a půda, tak patří mezi ty nejdůležitější přírodní zdroje. Proto je potřeba ji chránit nebo obnovovat její funkci. U poškozených zemědělských půd, lze například zalesněním půdy. Místa k tomuto určená jsou například devastované pozemky, půdy, které vlivem intenzivního zemědělství snížily či ztratily schopnost plnit své ekosystémové funkce, půdy silně ohrožené erozí nebo pozemky s různým stupněm sukcese, u nichž je tvorba lesa žádoucí především z hlediska ekologického a ekonomického (Šmelková 1989). Zalesňování orné půdy je dlouhodobý proces, na který lze podle Státního zemědělského intervenčního fondu (SZIF) sice získat dotace, a to například na založení porostu, na péči o lesní porost a na náhradu za ukončení zemědělské výroby nebo možnost získat příplatek na zemědělské postupy příznivé pro klima a životní prostředí (tzv. "greening").

Je však zapotřebí si ale uvědomit, že vrácení lesního porostu zpět pro účely zemědělství je legislativně i technicky složité a nákladné (Černý 1995). Jedná se i o významný zásah do charakteru krajiny, a proto je třeba k němu přistupovat citlivě a s koncepční rozvahou (Špulák a Kacálek 2011). Cit a porozumění půdě a vodě předchází porozumění krajině. A té porozumět v současné době nutně potřebujeme, jelikož současný stav poznání krajině-ekologických a socio-politických vztahů je v současnosti velice složitým pojetím. Pro podporu rozhodování v otázkách krajinného plánování je možnost využití geografických informačních systémů a prostorové multikriteriální analýzy. Tato metoda slouží pro výběr ploch zemědělské půdy vhodné k zalesnění v celorepublikovém měřítku. Výsledkem je soubor map, které vymezují základní plochu zemědělských půd vhodných k zalesnění a dále tematické mapy pro podporu kam prioritně zacílit zalesňovací aktivity s ohledem na zlepšení ekosystémových funkcí krajiny, zejména stabilizaci a navrácení přirozených funkcí degradovaných půd a zvýšení retenčního potenciálu krajiny, či zmírnění projevu hydrologických extrémů.

Již několik let můžeme pozorovat i na našem území České republiky klimatické změny. Především sucho se stalo v poslední době velmi častým jevem. Tento jev je i podporován tím, že Česká republika je krajinou plnou obrovských lánů, kde chybí fragmentace krajiny a voda z tzv. hladké krajiny snadno a rychle stéká. Další podporou tohoto jevu je nesprávné obhospodařování a destruktivní zásahy do krajiny z dob komunismu, kdy se pole odvodňovala a zcelovala do obrovských celků. Zemědělská půda, byla tak vystavena vlivům různých degradačních procesů, které byly zmíněny v této práci, a to v kapitole věnující se degradaci půdy. Není sporu o tom, že tento jev, zejména sucho, bude pokračovat i nadále, a proto je třeba učinit taková opatření, která v krajině zadrží co nejvíce vody. Sice jí část pozdržíme v přehradách, ale ty zase umožňují větší odpar z hladiny, jejich stojaté vody se rychleji zahřívají a voda znečištěná hnojivý podporuje růst vodního květu a sinic. Tímto kvalita povrchové vody výrazně klesá, a i voda v přehradách ubývá a bude ubývat, jak bude krajina čím dál rychleji vysychat, proto přehrady, tak sucho určitě nevyřeší. Je třeba si uvědomit, že největší část vody zadrží právě zemědělské půdy, které, jsou na našem území nejrozsáhlejší. Tyto musí být, ale správně obhospodařovány, a hlavně se musí aplikovat protidegradační opatření, aby byla půda v té nejlepší kondici.

V předchozích kapitolách, bylo uvedeno jako jedno z řešení zalesnění zemědělské půdy, kdy toto nepochybně můžeme chápat, jako její úbytek nebo ztrátu. Pokud by, ale zalesnění se uplatňovala pro půdy neproduktivní nebo nevhodné pro zemědělskou činnost, mělo by zalesnění této půdy významný přínos, a to hlavně pro životní prostředí. Zajistili bychom tím zvýšení biologické rozmanitosti, produktivity, zlepšení krajinných funkcí, a její schopnost regenerace a zlepšení hydrologických funkcí půdy. Zdravá půda dokáže zadržet až 400 l vody v m<sup>3</sup>, tak pokud chceme v naší krajině zadržet vodu, začněme u půdy a dbejme na retenční schopnost krajiny. Když toto spočítáme, zjistíme, tak že v krajině zadržíme několikrát víc vody, než uchovává všech 165 přehrad na našem území.

## 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Bardgett R. D., 2005: *The Biology of Soil: A Community and Ecosystem Approach*. Oxford University Press, Velká Británie. 256 s. ISBN 978-0-19-852502-8.

Boardman J., Poesen J., 2006: *Soil erosion in Europe*. John Wiley & Sons Inc., Hoboken. ISBN 9780470859100.

Braniš M., 1999: *Výkladový slovník vybraných termínů z oblasti ochrany životního prostředí a ekologie*, Praha, 46 s.

Bréda, N., A. Granier., F. Barataud., C. Moyne., 1995: *Soil Water Dynamics in an Oak Stand - I. Soil Moisture, Water Potentials and Water Uptake by Roots*. *Plant and Soil* 172(1):17–27. doi: 10.1007/BF00020856.

Brtnický M., 2011: *Degradace a regenerace krajiny*. Mendlova univerzita v Brně, Brno, 381 s.

Cílek V., Just T., Šůvová Z., 2017: *Voda a krajina: kniha o životě s vodou a návratu k přirozené krajině*. Dokořán s.r.o., Praha, 200 s.

Černý Z., Lokvenc T., Neruda J., 1995: *Zalesňování nelesních půd*. Mze, Praha, 54 s.

Das G., 2009: *Hydrology and Soil Conservation Engineering: Including Watershed Management*. New Delhi, PHI Learning Private Limited.

Doran J.W., Parkin T.B., 1996: *Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set*. In J.W. Doran and A.J. Jones, eds. *Methods for Assessing Soil Quality*. SSSA, Inc., Madison, Wisconsin, USA

Geist H., 2005: *The Causes and Progression of Desertification*, London, 292 s.

Granatstein D., Bezdicek D. F., 1992: *The need for a soil quality index, Local and regional perspectives*, *Am. J. Alt. Agric.*, 17, 12–16 s.

Harris R.F. Karlen D.L., Mulla D.J., 1996: *A conceptual framework for assessment and management of soil quality and health*. In: Doran, J.W., Jones, A.J. (Eds.), *Methods for Assessing Soil Quality*. Soil Science Society of America, Special Publication 49, Madison, WI, pp. 61–80.

Hauptman I., Kukul Z., Pošmourný K. (eds), 2009: *Půda v České republice*. Consult, Praha, 255 s.

- Holý M., 1994: Eroze a životní prostředí. 1. vydání., ČVUT, Praha, 383 s.
- Janeček M., 2008: Základy erodologie. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 172 s.
- Janeček M., Dostál T., Kozlovsky-Dufková J., Dumbrovský M., Hůla J., Kadlec V., Kovář P., Krása T., Kubátová E., Kobzová D., Kudrnáčová M., Novotný I., Podhrázká J., Pražan J., Procházková E., Středová I., Toman F., Vopravil J., Vlasák J., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 113 s.
- Jeffery S., Gardi C., Jones A., Montanarella L., Marmo L., Miko L., Ritz K., Peres G., (eds.), 2010: European Atlas of Soil Biodiversity, European Commission, Publication Office of the European Union, Luxembourg, 128 s.
- Krejza J., Světlík J., Bellan M., Horáček P., 2019: Stanovení stresu smrku ztepilého přímými metodami. Certifikovaná metodika, Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i., Mendelova univerzita, Brno, 62 s.
- Kücüğ M., Akcay S., 2020: Determination the Effects of the Post-Afforestation Elapse on Soil Properties and Nitrogen Mineralization, Kastamonu University Journal of Foerstry Faculty 20.
- Kvítek T., Vašák J., Pivokonský M., Reháček Š., 2018: Retence a jakost vody v povodí vodárenské nádrže Švihov na Želivce, Povodí Vltavy, státní podnik, Praha, 488 s.
- Laník J., Halada J., 1960: Kniha o půdě. 1. díl, 1. vydání, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 259 s.
- McDowell N.G., Beerling D.J., Breshears D.D., Fisher R.A., Raffa K.F., Stitt M., 2011: The interdependence of mechanisms underlying climate-driven vegetation mortality. *Trends in Ecology & Evolution*, 523-532. ISSN 01695347. doi:10.1016/j.tree.2011.06.003
- Němeček J., Rohošková M., Macků J., Vokoun J., Vavříček D., Novák P., 2011: Taxonomický klasifikační systém půd České republiky, ČZU, Praha, 94 s.
- Nimmo J. R., 2013: Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Elsevier. doi:10.1016/B978-0-12-409548-9.05087-9. ISBN 9780124095489.
- Novák P., 2004: Pedologické podklady pro zatravnění a zalesňování zemědělské půdy. In: Ekonomické podmínky využití půdního fondu ČR po vstupu České republiky do EU. Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky, Praha, s. 135–139.

Pavlů L., 2019: Základy pedologie a ochrany půdy. 1. vydání Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 75 s.

Pretzsch H., Rötzer T., Matyssek R., Grams T.E.E., Häberle K.H., Pritsch K., Kerner R., Munch J.C., 2014: Mixed Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst) and European beech (*Fagus sylvatica* [L.]) stands under drought: from reaction pattern to mechanism. *Trees*. 1305-1321. ISSN 0931-1890 doi:10.1007/s00468-014-1035-9.

Riksen M., Graaf., 2001: On-site and off-site effects of wind erosion on European soils. *Land Degradation and Development*, London, s 12.

Rejšek K., Vácha R., 2018: Nauka o půdě. Agriprint s.r.o., Olomouc, 527 s.

Renne R. R., Schlaepfer D. R., Palmquist K. A., Bradford J. B., Burke I. C., Lauenroth W. K., 2019: Soil and stand structure explain shrub mortality patterns following global change-type drought and extreme precipitation. *Ecology*, 100(12), 288 s.

Rose C. W., 2004: An introduction to the environmental physics of soil, water, and watersheds, New York: Cambridge University Press. ISBN 0-521-53679-0.

Rosner S., 2013: Hydraulic and biomechanical optimization in norway spruce trunkwood - A review. *IAWA J.* 365-390. ISSN 0928-1541 doi:10.1163/22941932-00000031.

Sánka M., Materna J., 2004: Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR, Ministerstvo životního prostředí, Praha, 84 s.

Sklenička P., 2003: Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková, Praha, 231 s.

Sparks D. L., 2003: Environmental Soil Chemistry. Burlington, Elsevier.

Sturm, N., Reber S., Kessler A., Tenhunen J. D., 1996: Soil Moisture Variation and Plant Water Stress at the Hartheim Scots Pine Plantation. *Theoretical and Applied Climatology* 53(1-3):123-33. doi: 10.1007/BF00866417.

Swift R. S., 1996: Organic matter characterization. American Society of Agronomy.

Šantrůčková H., 2014: Základy ekologie půdy, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta, České Budějovice.

Šarapatka B., Dlapa P., Bedrna Z., 2002: Kvalita a degradace půdy, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 246 s.



Šarapatka B., 2014: Pedologie a ochrana půdy. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 232 s.

Šimek M., 2007: Základy nauky o půdě 2., upraveno a rozšířeno vydání: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Biologická fakulta, České Budějovice, 155 s.

Šmelková L., 1989: Zakladanie lesa, VŠLD, Zvolen, ISBN 80-228-0030-9.

Špulák O., Kacálek D., 2011: Historie zalesňování nelesních půd na území České republiky, Zprávy lesnického výzkumu, 56 s.

Vácha R. (eds), 2019: Půda naše bohatství. Profí Press s.r.o., Praha, 228 s.

Vilček J., Hronec O., Bedrna Z., 2005: Enviromentálná pedológia, SPU, Nitra, 299 s.

Vopravil J., Khel T., Hladík J., Havelková L., 2014: Metodika půdního průzkumu zemědělských pozemků určená pro pachtovní smlouvy. Metodický postup. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 20 s.

Vopravil J., Khel T., Vrabcová T., 2010: Půda a její hodnocení v ČR díl I. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. Praha, 148 s.

Vopravil J., Podrázský V., Holubík O., Vacek S., Beitlerová H., Vacek Z., 2017: Principy zakládání porostů na bývalé zemědělské půdě v rámci ploch vymezených k zalesnění. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. Praha, 59 s.

Zachar D., 1970: Erózia pôdy. 2. vydání., Vydavateľ'stvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava, 528 s.

Zang C., Rothe A., Weis W., Pretzsch, H., 2011: Zur baumarteneignung bei klimawandel: Ableitung der trockenstress- anfälligkeit wichtiger waldbaumarten aus jahrringbreiten. Allg. Forst- und Jagdzeitung.