

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA PLÁNOVÁNÍ KRAJINY A SÍDEL



Česká zemědělská
univerzita v Praze

**Vyhodnocení rozdílného využití půdy
na její hydrologické vlastnosti**

Evaluation of different land use to soil hydrological functions

DIPLOMOVÁ PRÁCE

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

Diplomant: Bc. Jan Vacek

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jan Vacek

Regionální environmentální správa

Název práce

Vyhodnocení rozdílného využití půdy na její hydrologické vlastnosti

Název anglicky

Evaluation of different land use to soil hydrological functions.

Cíle práce

Cílem práce bude zpracování literární rešerše. A dále vyhodnotit profilové měření půd v systému „zemědělská půda – les“ se zaměřením na hydrologické vlastnosti půdy.

Metodika

Metodika: na podkladě poskytnutých dat od VÚMOP v.v.i., bude provedeno vyhodnocení profilových měření na pilotní lokalitě. Vyhodnoceny budou data při různém stavu lesa (smíšený zapojený lesní porost, versus lesní výsadba na holině po kalamitní těžbě) a zemědělská půda (produkčně využívaná a zalesněná zemědělská půda). Sledovány budou základní půdní parametry a hydrologické vlastnosti.

Doporučený rozsah práce

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

Klíčová slova

lesní porost, půda, zemědělská půda, hydrologické vlastnosti půdy

Doporučené zdroje informací

- CÍLEK, V. – HLADÍK, J. – HAVEL, P. – TUREK, J. – ZÁHORA, J. – VOPRAVIL, J. – FUČÍK, P. – KHEL, T. – MEDUNA, P. – MUDRA, P. – NAVRÁTIL, T. – SŮVOVÁ, Z. – KINSKÝ, V. – KEŘKA, J. – KŘÍŽEK, P. – LIZOŇOVÁ, D. – SVOBODA, J. *Půda a život civilizací : co děláme půdě, děláme sobě*. Praha: Dokořán, 2021. ISBN 978-80-7675-015-9.
- MARSHALL, T J. – HOLMES, J. *Soil physics*. CAMBRIDGE: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, 1988. ISBN 0521358175.
- MATULA, S. *Infiltrační experimenty pro stanovení základních fyzikálních charakteristik půdního prostředí a stanovení retenčních čar půdy*. Disertační práce. PRAHA: 1991.
- REYNOLDS, D W. – TOPP, G C. – GREEN, R E. – SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. DIVISION S-1. *Advances in measurement of soil physical properties : bringing theory into practice : proceedings of a symposium sponsored by Division S-1 of the Soil Science Society of America in San Antonio, Texas, 21-26 Oct. 1990*. Madison, Wis., USA: The Society, 1992. ISBN 0891188010.
- SPARKS, D L. *Soil physical chemistry*. Boca Raton, Fla.: CRC Press, 1999. ISBN 0873718836.
- ŠPONGROVÁ, K. – MATULA, S. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA AGROBIOLOGIE, POTRAVINOVÝCH A PŘÍRODNÍCH ZDROJŮ. *Determination of hydraulic conductivity in situ and influence of soil treatment [rukopis]*. Disertační práce. Praha: 2010.
- 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

Elektronicky schváleno dne 29. 3. 2022

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 29. 3. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 11. 04. 2022

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Vyhodnocení rozdílného využití půdy na její hydrologické vlastnosti 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 s GDPR.

Ve Všechnapech dne 22.3.2023

.....

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Janu Vopravilovi, Ph.D. za jeho odborné vedení, motivaci, podporu, vstřícnost a cenné rady, které mi v průběhu psaní této práce poskytoval, a také Ing. Tomáši Khelovi za jeho odbornou a vstřícnou pomoc, rady a konzultace. Mé poděkování též patří výzkumné instituci VÚMOP, v.v.i. za umožnění spolupodílet se na tomto výzkumu a za poskytnutí potřebných dat pro vyhodnocení. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině a všem, kteří mě po dobu mého studia podporovali a motivovali.

ABSTRAKT

Problematika zalesňování a odlesňování významně ovlivňuje vývoj půdy a její vlastnosti, které v širším kontextu dále ovlivňují i okolní krajinu. Jelikož zalesňování má na klimatické změny a stabilitu ekosystému krajiny pozitivní dopad, je podporováno dotacemi z fondů Evropské unie. V této diplomové práci jsou vyhodnocena data z výzkumného monitoringu půd pomocí půdních sond v hloubkách 20, 40 a 60 cm, které provádí instituce VÚMOP, v.v.i. (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy) na lokalitách se zalesněním a odlesněním. Cílem vyhodnocení dat bylo zjistit, jak se vyvíjí hydrologické vlastnosti půdy po změně jejího využití, konkrétně po zalesnění orné půdy typu černozem modální a odlesnění části vzrostlého klimaxového lesa s půdním typem kambizem. Data byla odebrána z lokality se zalesněnou půdou v obci Hovorčovice u severního okraje Prahy ve Středočeském kraji a z lokality s odlesněnou částí bukového lesa v obci Lipnice u Dvora Králové nad Labem v Královéhradeckém kraji. Na lokalitě Hovorčovice byla porovnána a vyhodnocena data půdní vlhkosti orné půdy s hodnotami sousedící 10 let zalesněné orné půdy listnatými dřevinami dubem zimním (*Quercus petraea*), dubem červeným (*Quercus rubra*) a javorem mlč (*Acer platanooides*) a také půdní odezva na atmosférické srážky a teplotu ovzduší. Na lokalitě Lipnice byla porovnána a vyhodnocena data půdní vlhkosti bukového klimaxového lesa s její sousedící 2 roky odlesněnou částí (mýtinou).

Vyhodnocení dat ukázalo, že zalesnění má na půdní hydrologické vlastnosti významně pozitivní vliv. Odezva na srážky a teplotu ovzduší byla u zalesněné půdy mnohem mírnější, plynulejší a vykazovala v rámci půdní vlhkosti vyšší stabilitu než orná půda, která na klimatické vlivy reagovala velmi citlivě s výraznou dynamikou. Naopak odlesnění vzrostlého lesa způsobuje značné zhoršení půdních hydrologických vlastností, kdy u mýtiny byly zjištěny mnohem výraznější a citlivější výkyvy v hodnotách půdní vlhkosti než u půdy pod vzrostlým lesním porostem. Nejvýraznější odezvu v půdní vlhkosti na srážky a teplotu vykazovaly půdy na obou lokalitách v hloubce 20 cm. Celkově výsledky vyhodnocení prokázaly, že stromový porost zmírňuje vliv a intenzitu srážek na půdu, umožňuje jejich plynulejší infiltraci, omezuje vliv slunečního záření a že půda pod stromovým porostem udrží půdní vlhkost v bezesrážkových obdobích delší dobu. Odlesnění naopak způsobuje vyšší odtok a výraznější výkyvy obsahu půdní vlhkosti důsledkem klimatických vlivů. Z výsledků lze také usoudit, že rozdílný vliv na hydrologické půdní vlastnosti má i odlišné stáří stromového porostu a textura půdy.

KLÍČOVÁ SLOVA

lesní porost, půda, zemědělská půda, hydrologické vlastnosti půdy

ABSTRACT

Problematics of reforestation and deforestation is significantly impacting development of the soil and its features that are in wider context influencing the surrounding countryside, too. As reforestation has positive impact on climatic changes and stability of the countryside ecosystem, it is being supported by European union funds grants. In this diploma thesis there is evaluation of data from research monitoring of the soil using soil probes in the depth of 20, 40 and 60 cm as being performed by institution VÚMOP, v.v.i., in Czech (Research Institute for Soil and Water Conservation) in wooded and deforested locations. The aim of the data evaluation was to discover the development of hydrological soil properties after the change of its usage purpose, concretely after reforestation of fertile black-earth modal ground and deforestation of a part of full grown climax forest with cambium soil type. Data were collected from the location with wooded soil in Hovorčovice municipality at northern outskirts of Prague in Central Bohemian region and from location with deforested soil part of beech forest in Lipnice municipality at Dvůr Králové nad Labem in region of Hradec Králové. There were data of soil humidity in fertile ground compared and evaluated towards values of neighboring fertile ground wooded for 10 years by deciduous trees Sessile Oak (*Quercus petraea*), Northern Red Oak (*Quercus rubra*) and Norway Maple (*Acer platanoides*) as well as the response of the soil to atmospheric precipitation and air temperature. In the Lipnice location there were data of soil humidity of beech climax forest compared and evaluated towards neighboring part (forest clearing) deforested for 2 years.

The data evaluation has shown that reforestation has significantly positive affect to the soil hydrological properties. The response to precipitation and air temperature was much milder, smoother and has shown higher stability within soil humidity comparing to fertile ground that was responding very sensitively and with strong dynamic to climatic impacts. On the other hand, deforestation of full grown forest is causing considerable worsening of the soil hydrological properties as there were more significant and sensitive fluctuation in values of soil humidity recorded than in full grown forest vegetation soil. The most significant response to precipitation and temperature in soil humidity has been reported in soils of both locations in the depth of 20 cm. Overallly, the results of evaluation have shown that forest vegetation is reducing the effect and intensity of precipitation on the soil, enables more continuous infiltration, reduces effect of sunshine and that the soil under forest vegetation can maintain soil humidity in precipitation free periods for longer time. Deforestation, on the contrary, causes higher outflow and more significant fluctuation of soil humidity contents caused by climatic effects. Based on the results it is also possible to consider that there is a different effect to hydrological soil properties based on different age of forest vegetation and soil texture.

KEYWORDS

forest cover, soil, agricultural land, hydrological properties of the soil

OBSAH

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce	2
3. Literární rešerše.....	3
3.1. O půdě	3
3.2. Vznik půdy	4
3.2.1. Matečná hornina a půdotvorný substrát	4
3.2.2. Podnebí.....	5
3.2.3. Vegetace a půdní organismy	5
3.2.4. Vliv člověka	6
3.2.5. Voda	6
3.2.6. Reliéf.....	6
3.2.7. Čas.....	7
3.3. Půdní profil.....	7
3.4. Funkce půdy	9
3.5. Složky půdy	10
3.5.1. Minerální podíl.....	10
3.5.2. Organický podíl.....	10
3.5.3. Půdní vzduch.....	11
3.5.4. Půdní voda.....	11
3.5.5. Půdní organismy	12
3.6. Fyzikální vlastnosti a charakteristiky	13
3.6.1. Barva	13
3.6.2. Zrnitostní složení (textura).....	14
3.6.3. Struktura.....	15
3.6.4. Pórovitost	15
3.6.5. Specifická a objemová hmotnost	16
3.6.6. Hloubka a skeletovitost	17
3.6.7. Teplota půdy.....	17
3.6.8. Konzistence	18
3.6.9. Půdní vzduch.....	18
3.6.10. Půdní voda.....	19
3.7. Fyzikálně-chemické a chemické vlastnosti a charakteristiky.....	20

3.7.1.	Organická hmota	20
3.7.2.	Půdní reakce (pH)	21
3.7.3.	Sorpce půdy.....	21
3.8.	Klasifikace půd.....	22
3.9.	Co půdu ohrožuje	22
3.10.	Jak půdu chránit	23
4.	Charakteristika studijního území.....	24
4.1.	Charakteristika výzkumné lokality Hovorčovice	25
4.2.	Charakteristika výzkumné lokality Lipnice.....	27
5.	Metodika	29
5.1.	Metodický postup a popis vybavení	29
5.1.1.	Instalace půdních sond	29
5.1.2.	Popis vybavení, postup odběru dat a půdních vzorků.....	33
5.1.3.	Metodika vyhodnocení dat a princip výběru hodnoceného období	35
6.	Hodnocení dat a výsledky	37
6.1.	Vyhodnocení dat v lokalitě Hovorčovice	37
6.1.1.	Vyhodnocení půdní vlhkosti v hloubce 20 cm.....	37
6.1.2.	Vyhodnocení půdní vlhkosti v hloubce 40 cm.....	40
6.1.3.	Vyhodnocení půdní vlhkosti v hloubce 60 cm.....	42
6.1.4.	Vyhodnocení měsíčních extrémů za celé měřené období.....	44
6.1.5.	Půdní textura stanoviště F1 a F2 lokality Hovorčovice	85
6.1.6.	Vyhodnocení půdního profilu – červenec 2020	85
6.1.7.	Vyhodnocení půdního profilu – září 2020	87
6.1.8.	Vyhodnocení půdního profilu – duben 2021	90
6.1.9.	Vyhodnocení půdního profilu – červenec 2021	92
6.1.10.	Vyhodnocení půdního profilu – leden 2022	94
6.2.	Vyhodnocení dat v lokalitě Lipnice	96
6.2.1.	Vyhodnocení půdní vlhkosti v hloubce 20 cm.....	96
6.2.2.	Vyhodnocení půdní vlhkosti v hloubce 40 cm.....	97
6.2.3.	Vyhodnocení půdní vlhkosti v hloubce 60 cm.....	98
6.2.4.	Vyhodnocení měsíčních extrémů za celé měřené období.....	100
6.2.5.	Půdní textura stanoviště Li2 a Li3 lokality Lipnice	116
6.2.6.	Vyhodnocení půdního profilu – říjen 2021	117

6.2.7. Vyhodnocení půdního profilu – květen 2022.....	119
7. Diskuse.....	121
8. Závěr a přínos práce	125
9. Přehled literatury a použité zdroje	127
10. Seznam obrázků	135
11. Seznam tabulek	136
12. Seznam grafů.....	138

SEZNAM ZKRATEK:

AOPK ČR - Agentura ochrany a přírody České republiky

BPEJ - Bonitovaná půdně ekologická jednotka

ČGS - Česká geologická služba

ČHMÚ - Český hydrometeorologický ústav

ČR - Česká republika

KVK (T) - Kationtová výměnná kapacita

MKVK - Maximální kapilární vodní kapacita

MZE - Ministerstvo zemědělství

RVK - retenční vodní kapacita

USDA - U.S. Department of Agriculture

ÚHÚL - Ústav pro hospodářskou úpravu lesů

ÚSES - Územní systém ekologické stability

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

WRB - World Reference Base for Soil Resources

1. ÚVOD

Změny klimatu v přirozených cyklech provází Zemi již od jejího vzniku, ovšem v posledních několika desítkách let se tyto změny zrychlují. Podíl na této zrychlující se změně má bezesporu i lidská činnost, kdy výsledkem je trend růstu teploty klimatu Země. To negativně ovlivňuje mimo jiné i půdu a hydrologické procesy. Zároveň díky neustále rostoucí lidské populaci se zvyšuje nárok na půdu a vodní zdroje, což vede k degradaci a úbytku těchto přírodních zdrojů. Výsledkem vlivu klimatických změn a lidské činnosti je pokles kvality a úrodnosti půd a zvyšující se trend sucha. Jelikož jde o ohrožení kvality života či samotné existence lidské společnosti, je tomuto tématu věnována čím dál větší pozornost s hledáním řešení, jak zmírnit klimatické změny a ochránit přírodní zdroje (Pareek 2017; Daba a kol. 2018). Klimatické změny, degradace půd a narušení hydrologických procesů jsou pomalý, plynulý a zprvu lehce přehlédnutelný proces, avšak dojdou-li do určitého bodu zlomu, může nastat zkolabování celého vzájemně propojeného systému a náprava bude zcela nemožná nebo nesmírně obtížná (Šimek a kol. 2020).

Jednou z možností, jak klimatické změny zmírnit a zlepšit půdní vlastnosti je zalesňování. To pozitivně přispívá ke zmírnění klimatických změn vázáním oxidu uhličitého (CO₂) z atmosféry do lesní vegetace, chrání půdu před erozí a zlepšuje její vlastnosti, stabilizuje hydrologické procesy v krajině, podporuje krajinnou biodiverzitu a ovlivňuje i vláhové a klimatické podmínky. V důsledku toho je zalesňování zemědělské půdy podporováno dotací Ministerstva zemědělství ČR z Evropských strukturálních a investičních fondů v rámci Programu rozvoje venkova 2014–2020, podopatření Zalesňování a zakládání lesů. Dotace je vyplácena na výsadbu lesního porostu, následnou péči o porost po dobu 5 let a jako náhrada za ukončení zemědělské činnosti po dobu 10 let (MZE ©2022a).

Tato práce s danou problematikou úzce souvisí, kdy v rámci praktického výzkumu došlo k vyhodnocování změn hydrologických vlastností půdy v důsledku změny jejího využití. Změnou využití půdy se v této práci rozumí zalesnění zemědělské půdy a odlesnění lesní půdy. Úlohu teoretického základu pro výzkumnou část této práce nese stručně podaná literární rešerše.

2. CÍL PRÁCE

Obsah této práce je rozdělen na dvě stěžejní části, a to na část zabývající se rešerší, která přináší základní poznání o půdě a je teoretickým úvodem pro část druhou, kterou je praktický výzkum na dvou lokalitách. Na základě získaných dat půdní vlhkosti těchto lokalit bylo provedeno porovnání a vyhodnocení vlivu změny využití půdy na její hydrologické vlastnosti.

Rešeršní část v několika kapitolách ve stručnosti pojednává o tom, co půda je, jak vzniká, co obsahuje, co na ni a jakým způsobem působí, o funkcích půdy, její skladbě, dále jaké má půda vlastnosti, jaké faktory půdu ohrožují, jak lze půdu chránit a jak se půda klasifikuje. Cílem rešeršní části je nejen informovat o půdě a přinést teoretický základ a vazbu na následný praktický výzkum, ale také pochopení, že je půda velmi cennou a životně nepostradatelnou složkou, jejíž vznik a obnova trvá stovky let, a proto je potřeba ji chránit a pečovat o ni.

V rámci části praktického výzkumu jde o vyhodnocení a následné porovnání získaných dat ze dvou zkoumaných lokalit s cílem zjistit, jak ovlivňuje rozdílné využití půdy její hydrologické vlastnosti, přičemž v rámci lokality Hovorčovice je také vyhodnocen vliv atmosférických srážek na půdní vlhkost. Praktický výzkum byl proveden ve spolupráci s VÚMOP, který na hodnocených lokalitách výzkum provádí a poskytl pro tuto práci potřebná data. Tato data byla odebrána ze dvou zkoumaných lokalit s odlišným charakterem půdy. Na lokalitě Hovorčovice jde o zemědělsky obdělávanou půdu a její zalesněnou část směsí listnatých dřevin dubem zimním (*Quercus petraea*), dubem červeným (*Quercus rubra*) a javorem mléč (*Acer platanoides*). Na lokalitě Lipnice jde o půdu lesní s původním vzrostlým bukovým porostem a její odlesněnou částí (mýtinou). Z výsledků porovnání a vyhodnocení dat lze predikovat možné změny v hydrologických vlastnostech půdy po změně jejího využití, kterým je zalesnění zemědělské půdy a odlesnění lesní půdy.

Přínosem praktického výzkumu v porovnání a vyhodnocení dat je poznatek o důležitosti a pozitivním vlivu zalesnění půdy na její vlastnosti, zdraví a kvalitu, což je stále dlouhodobě opomíjené téma. Zalesňování půdy patří mezi opatření k ochraně půdy a je tedy jednou z významných možností jak o půdu i do budoucna pečovat a zlepšovat její zdraví a kvalitu, jejíž degradace má celosvětově bohužel vzestupný trend.

Pro vazbu vyhodnocovaných dat půdní vlhkosti na půdní fyzikální vlastnosti bylo vybráno zrnitostní složení půd.

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1. O půdě

Termín půda můžeme chápat jako nejvrchnější část suchozemského povrchu nazývanou jako pedosféra (Tomášek 1995). Jde o jednu ze složek životního prostředí, která je nenahraditelná, člověkem uměle nevyrobitelná, její množství je omezené a je velmi zásadní složkou životního prostředí pro veškerý život na Zemi. S ostatními sférami je v neustálé vzájemné interakci, kdy mezi nimi dochází k výměně látek a energií. Její vznik probíhá za působení půdotvorných biotických a abiotických faktorů a podmínek velmi mnoho let. (Pavlů 2018). Jelikož vznik půdy trvá stovky až tisíce let, v porovnání s délkou lidského života jde o neobnovitelný element (Chemnitz a Weigelt 2015). Pro život člověka je půda důležitá nejen jako prostor, na kterém žije, ale i z hlediska obživy, je zásadní její úrodnost (Tomášek 2007). Úrodnost půdy je však závislá na půdních organismech – edafonu, kterému půda vytváří životně důležité podmínky a prostor. Díky svému vnitřnímu ekosystému je půda schopna být úrodnou a sama se regenerovat. Tím se půda stává odolnější vůči negativním vnějším vlivům a zlepšují se i její mimoprodukční funkce, např. filtrační schopnost, infiltrace a zadržení vody (Mäder 2013). Nesprávnou a bezohlednou antropogenní činností lze však půdu velmi rychle znehodnotit a v mnoha případech až nenávratně (Šantrůčková 2014). Půdu tedy musíme chránit, pečovat o ni, abychom další generace nepřipravili o tuto životně důležitou složku přírody.

Výše zmíněná interakce mezi sférami je globálního charakteru. Ovlivňuje nejen koloběh látek na globální úrovni, ale přímo atmosféru a dostupnost vody. Nelze tedy říct, že je půda samostatný celek, ale právě naopak. Je součástí celého soukolí ekosystému Země (Cílek a kol. 2021). Jednotlivé zemské sféry ovlivňují tedy nejen půdu, ale půda ovlivňuje také je (Šimek a kol. 2015). Sama půda je velmi živý a dynamický ekosystém, měnící se v závislosti na vnějších půdotvorných vlivech, které definují, jaká půda na daném místě vznikne. Mezi půdotvorné vlivy můžeme jmenovat matečnou horninu, klima, vodu, terén, antropogenní vlivy, ale i čas, po který dané faktory působí a může nabývat hodnot od sekund až po stovky a tisíce let (Šimek 2005). Půdu studuje obor pedologie zabývající se např. jejím vznikem, vlastnostmi, různorodostí, půdními procesy atd. (Pavlů 2018). Podnebí je v neustálém a složitém propojení s půdou a navzájem se tyto dvě složky významně ovlivňují. Půda díky odlišným klimatickým podmínkám nabývá různorodosti a vznikají odlišné půdní horizonty. Půda naopak také ovlivňuje i podnebí uvolňováním oxidu uhličitého, ale i dalších skleníkových plynů (Chemnitz a Weigelt 2015).

Půda je živý organismus, mající svůj metabolismus, ve kterém probíhají mnohaleté procesy (Cílek a kol. 2021). Díky těmto nesčetným a neustálým procesům za působení vnějších vlivů se půda nepřetržitě vyvíjí. Proto je nutné při zkoumání půdy zohledňovat souvislosti s vnějšími vlivy, bez kterých by půda byla jen pouhou hmotou (Tomášek 1995). Rozmanitost, komplexnost a hierarchie půdního prostředí je stejně tak složitá a provázaná, jako u prostředí nadzemního (Pavlů 2018).

Měli bychom si uvědomit, že rozloha půdy tvoří pouze 67 % suchozemského povrchu země, do kterého se ovšem nepočítá plocha Arktidy a Antarktidy. Zemědělská půda v České republice zaujímá rozlohu přibližně 55 % a její množství se stále zmenšuje. K tomu dochází zejména z důvodu její degradace, mezi které se řadí zábor půdy průmyslovou, obytnou či dopravní výstavbou (Šimek 2005). Zábor půdy, mající neustále rostoucí trend, je prováděn nejčastěji na úrodné zemědělské půdě, které je při současném zvyšujícím se požadavku po zemědělských produktech stále větší nedostatek. Pro uspokojení této vzrůstající poptávky tak dochází k intenzifikaci zemědělství, což vede k následné degradaci půdy s výsledným snížením její úrodnosti a diverzity půdních organismů. Klesající rozlohu zemědělské půdy se člověk snaží kompenzovat odlesňováním a zemědělským využitím pastvin (Chemnitz a Weigelt 2015).

3.2. Vznik půdy

Vznik půdy a její následný vývoj se nazývá pedogeneze, která trvá stovky až tisíce let za současného vlivu mnoha vnějších faktorů s jejich různou intenzitou a vzájemnou kombinací (Šimek a kol. 2015). Proto jsou v rozdílných klimatických oblastech odlišné půdy, které jsou pro danou oblast charakteristické. Vnější činitele, které na vznik a vývoj půdy působí a dávají půdě její specifický charakter jsou matečná hornina, podnebí, vegetace, edafon, voda, vliv člověka, doba působení a reliéf terénu. Tito činitele neovlivňují vznik a vývoj půdy samostatně, ale spolupůsobí v různých kombinacích a intenzitách, které jsou pro danou oblast typické (Pavlu 2018). O tom, že vznik půdy je opravdu velmi zdlouhavý proces hovoří fakt, že produktivní půda o mocnosti pouhé 2 cm může vznikat až 500 let (Evropská komise ©2016).

3.2.1. Matečná hornina a půdotvorný substrát

Základem pro vznik půdy je matečná hornina, ze které procesem zvětrávání vzniká půdotvorný substrát. Ten je rozhodující surovinou pro vznik specifického typu půdy. Proces vzniku půdy a zvětrávání horniny probíhá současně, proto je od sebe není zcela možné oddělit (Vopravil a kol. 2010). Zvětrávání je proces rozrušování kompaktnosti horniny, který je nejintenzivnější v nejrůznější vrchní vrstvě zemského povrchu a s hloubkou zeslabuje. To, jak hluboko dochází ke zvětrávání, je závislé na intenzitě půdotvorných vlivů (Kutílek 1966). Soudržnější hornina zvětrává pomaleji na jemnější zrnitostní substrát a u méně soudržných hornin tento proces probíhá rychleji. Kompaktnost horniny předurčuje výslednou texturu půdy, a tedy i některé její vlastnosti (Vopravil a kol. 2010). V podmínkách Česka je horninové prostředí různorodé a díky tomu zde vznikla široká škála půd (Penížek a kol. 2019a). Součástí zvětrávání jsou tři vzájemně propojené procesy a to fyzikální, chemický a biologický. Při fyzikálním dochází k narušení struktury horniny na menší částičky, v rámci chemického dochází k rozpouštění a rozkladu minerálů matečné horniny a biologický proces je podmíněn aktivitou půdních organismů a kořenového systému vegetace (Šantrůčková 2014).

3.2.2. Podnebí

Zásadní vliv na půdotvorné procesy má podnebí, a to nejvíce působením teploty a atmosférických srážek. Díky vodě a teplotě může docházet k chemickému zvětrávání, přičemž oba faktory ovlivňují také biologickou složku půdy. Neustálá a nepravidelná změna intenzity zvlhčování a vysušování půdy určuje vývoj charakteru a vlastností půdních částic. Důležitý je také pohyb vody v půdě, jelikož s sebou odnáší a přemísťuje jak rozpuštěné, tak i nerozpuštěné látky a ukládá je na místa v nižších vrstvách půdy, kde se stanou součástí ovlivňujících faktorů pedogeneze. Voda ovlivňující půdu je sama ovlivněna teplotou, která tak určuje míru evapotranspirace. Teplota také přímo působí na rychlost chemických a biologických procesů pedogeneze. Čím je teplota vyšší tím jsou oba procesy rychlejší (Kutílek 1966). Teplo ze slunečního záření dopadající na zemský povrch je částečně propouštěno do nižších vrstev a částečně odraženo. Odrazivost je však závislá na barvě půdy, kdy tmavší půda přijímá více tepla, které se tak dostává do hlubších vrstev, a naopak světlá barva půdy více tepla odráží. Následná tepelná vodivost v půdě je závislá na poměru půdní vlhkosti a půdního vzduchu, kdy při vyšším obsahu půdní vlhkosti je půda tepelně vodivější. Tepelné i vlhkostní ovlivnění půdy závisí také na reliéfu a expozici terénu (Vopravil a kol. 2010). Podnebí má tedy významný vliv na pedogenezi díky čemuž vznikají specifické půdní typy, které jsou pro daný klimatický region příznačné (Pavlů 2018).

3.2.3. Vegetace a půdní organismy

Vegetace, která je pro dané klimatické podmínky přirozená, také hraje významnou roli při ovlivňování půdy. Mezi půdou a vegetací vzniká specifické mikroklima, které půdu ovlivňuje mnohem těsněji. Například lesní půdy jsou v zimním období díky vegetačnímu porostu promrzlé do menší hloubky a tání sněhu zde probíhá pomaleji s vydatnějším infiltrací do půdy, než na otevřeném prostranství (Kutílek 1966). Vegetace ovlivňuje tepelné a vlhkostní působení na půdu také tím, že snižuje pronikání slunečního záření a atmosférických srážek (Šantrůčková 2014). Část půdní vlhkosti také odebírá kořenový systém vegetace, který spolu s edafonem tvoří biologický faktor procesu zvětrávání a vývoje půdy. Každý však na půdu působí odlišným způsobem. Vegetace na povrchu půdy také působí jako ochranný kryt zabraňující půdní erozi a vytváří již zmiňované mikroklima. Vegetační kořenový systém svým prorůstáním půdou způsobuje její mechanické rozrušování, odebírá z půdy vlhkost a živiny pro svůj růst a vylučuje do půdy jiné látky. Charakter půdy je ovlivněn i odumřelou a rozkládající se biomasou vegetace, která má různorodé chemické složení (Pavlů 2018). Edafon svým pohybem půdu provzdušňuje a podílí se na rozkladných procesech organické hmoty, čímž ovlivňuje množství půdních živin a zlepšuje půdní infiltraci a retenci (Vopravil a kol. 2010).

3.2.4. Vliv člověka

Významné ovlivnění pedogeneze člověkem je již od dob neolitu, kdy ji začal zemědělsky obdělávat (Kutílek 1966). Z tohoto důvodu lze říci, že zemědělská činnost je nejzásadnější a nejstarší ovlivňování půdy člověkem (Penížek a kol. 2019a). Bezohledné zemědělské hospodaření půdu degraduje jak fyzikálně, tak chemicky např. utužením půdy, kontaminací škodlivými látkami, úbytkem humusu a zejména přispívá spolu s necitlivým lesním hospodářstvím k půdní erozi (Vopravil a kol. 2010). Lidská činnost je v současné době tak intenzivní, že mnohdy naruší či zcela znemožní působení i ostatních faktorů pedogeneze. Zastavení půdních ploch eliminuje působení klimatu a vegetace (Šimek 2005) či těžba původních lesních dřevin a nahrazení jiným typem nepůvodních dřevin dochází ke změně mikroklimatu a tím ovlivnění půdního prostředí (Kutílek 1966). Antropogenní vlivy mohou na půdu působit i pozitivně v podobě ochranných aktivit proti degradaci, správném způsobu hospodaření, nebo i zalesňováním již degradovaných půd. Negativní vliv člověka na půdu je však stále majoritním faktorem (Vopravil a kol. 2010). Člověk svou aktivitou způsobuje změnu klimatických podmínek přímo emisemi skleníkových plynů, ale i nepřímo změnou krajinné struktury, která je ovlivňujícím faktorem podnebí. Tím, jak se mění podnebí, mění se i jeho vliv na půdu (Středová a kol 2016).

3.2.5. Voda

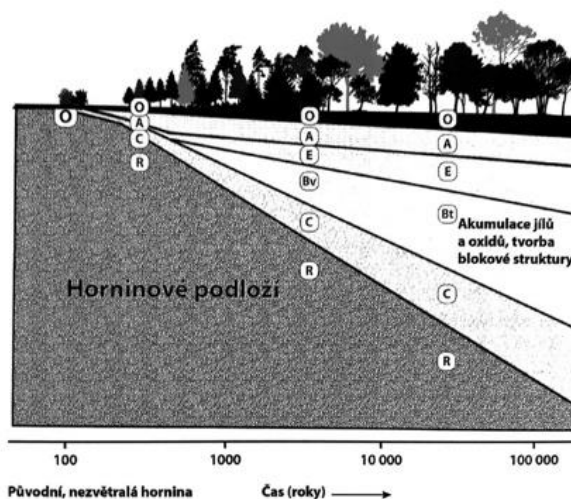
Voda jako jeden z faktorů přispívá k narušování matečné horniny a rozpouštění a rozkládá její minerální látky (Chemnitz a Weigelt 2015). Míra vlivu půdní vody na pedogenezi je závislá na jejím množství, které je v našich podmínkách ovlivněno zejména atmosférickými srážkami. Více vody v půdě snižuje rychlost dekompozice organické hmoty, čím dochází k její kumulaci a vzniku rašelinové půdy (Tomášek 2007). Pokud je půda dlouhodobě či trvale příliš zamokřena, dochází v rámci pedogeneze k anaerobním půdotvorným procesům, tzv. glejovému procesu, za vzniku půdního typu glej. V půdách cyklicky zamokřovaných a vysoušených dochází ke střídání anaerobních i aerobních půdotvorných procesů, tzv. oglejení (Vopravil a kol. 2010).

3.2.6. Reliéf

Reliéf terénu se řadí mezi faktory nepřímo působící na pedogenezi, jelikož expozice a sklon terénu ovlivňují zejména vodní režim půdy a vegetaci (Sklenička 2003). Pokud k reliéfu zohledníme i nadmořskou výšku, máme faktory, které určují, v jaké míře je pedogeneze ovlivněna vegetačním pokryvem, vodou a podnebí. V různých nadmořských výškách totiž bývá odlišná průměrná teplota a vydatnost srážek, které významně ovlivňují vegetační pokryv a samotnou pedogenezi. Množství vsáknutých srážek do půdy a následný odtok je zase ovlivňován samotnou vegetací, sklonem terénu a také zda jde o vrchol či údolí, jelikož na vrcholu dochází obecně k mnohem snazšímu odtoku než v údolí, kam stéká voda z výše exponovaných míst a kde půda bývá více zamokřena s hladinou podzemní vody blíže povrchu. V rámci odtoku také dochází k půdní erozi, tedy transportu půdních částic i rozpuštěných látek do níže situovaných míst (White 2006).

3.2.7. Čas

Nepřímým faktorem působícím na pedogenezi spolu s ostatními vlivy je čas. Tedy doba, po kterou dochází k půdotvornému procesu, neboli také jak je půda stará. Za předpokladu, že by nedošlo ke změně ostatních podmínek, je doba vývoje půdy tím faktorem, který umožní buď ztrátu či naopak obohacení půdy o různé části. Vlivem času tak dochází v průběhu pedogeneze ke vzniku různých půd, zvyšování mocnosti půdního profilu a půdních horizontů (Vavříček a Kučera 2017).



Obrázek 1: Vývoj půdního profilu v čase s vývojem lesní vegetace (Vavříček a Kučera 2017).

Půdotvorné faktory působí na půdu po různou dobu a v různé intenzitě, přičemž některé vlivy se na půdě projeví v průběhu relativně krátké doby a jiné naopak potřebují mnohem delší čas působení. Například oglejení půdy se může projevit relativně brzy po zamokření půdy, ovšem v případě tvorby humusu je zapotřebí výrazně delší časové období. Čím jsou půdy starší, tím jsou zralejší a půdní horizonty jsou vymezenější (Vopravil a kol. 2010).

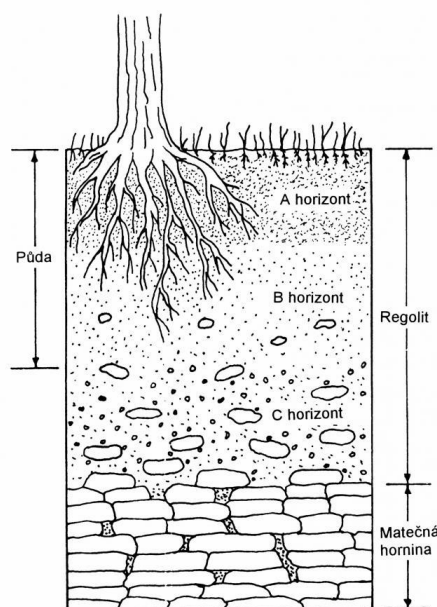
3.3. Půdní profil

V průběhu vzniku a vývoje půdy dochází k tvorbě specifických půdních vrstev, tzv. půdních horizontů, o různé síle, které jsou pro danou oblast a specifické vnější půdotvorné vlivy typické. Tyto horizonty lze spatřit, pokud provedeme svislý řez půdou až po mateční horninu, čímž se nám odkryje půdní profil. Na základě těchto horizontů se půda klasifikuje. Jelikož je pedogeneze nepřetržitý proces, dochází průběžně k proměnám půdních charakteristik. V průběhu času tak mohou některé již vzniklé horizonty zaniknout a nové se zase vytvořit (Šimek 2005). Pořadím vrstev zemského povrchu, tedy i půdních vrstev, jejich stářím a vzájemným vztahem se zabývá obor stratigrafie (Blažková 2014).

Půdní horizonty můžeme rozdělit do dvou základních skupin. Na horizonty genetické, což jsou všechny půdní horizonty v půdním profilu vzniklé půdotvornými procesy a na horizonty diagnostické, podle kterých se půda klasifikuje dle

taxonomického systému. Diagnostické půdní horizonty jsou součástí genetických horizontů, obsahující jen takové horizonty, které jsou charakteristické svými morfologickými znaky a fyzikálními a chemickými vlastnostmi, např. barvou, texturou, strukturou, množstvím organické hmoty, prokořeněním atd. (Vavříček a Kučera 2017).

Půdní horizonty můžeme dle vertikálního řazení od nejvrchnějšího po nejspodnější umístění rozdělit na čtyři hlavní horizonty. Nejvrchnější jsou mělké nadložní (organické) horizonty označované písmenem „O“ (v případě jejich trvalého zamokření vznikají rašelinné horizonty označované písmenem „T“), organominerální povrchové (humusové) horizonty označované písmenem „A“, podpovrchové (vnitřní) horizonty označované písmenem „B“ (za nedostatku částic jílu, železa a manganu vznikají eluviální horizonty označované písmenem „E“), a nejnižší položené horizonty spodin označované písmenem „C“, které obsahují zejména půdotvorný substrát a leží přímo na mateční hornině (Vopravil a kol. 2010).



Obrázek 2: Půdní profil (Šimek 2005).

Jednotlivé hlavní horizonty obsahují také další druhotné specifické charakteristiky, které se označují malými písmeny a přiřazují se k hlavnímu velkému písmenu daného hlavního horizontu (Zádorová a kol. 2018). Na základě hmatatelných či viditelných vlastností jednotlivých půdních horizontů, které se neustálým procesem pedogeneze vyvíjejí, je můžeme od sebe odlišit (White 2006). Vzájemně na sobě ležící půdní horizonty jsou více či méně propojené, čímž vznikají tzv. přechodové horizonty (Vopravil a kol. 2010). Přechodové vrstvy mohou mít různý charakter a dle prolnutí vrstev je lze rozlišit na ostré do 2 cm, zřetelné do 5 cm, pozvolné do 15 cm a difúzní od 15 cm více (Penížek a kol. 2019b). Díky výraznému přechodu a odlišnému vzhledu tak můžeme některé půdní vrstvy od sebe odlišit lépe a jiné jsou tak vzájemně propojené a podobné, že je lze jen těžko rozlišit (Šimek 2005).

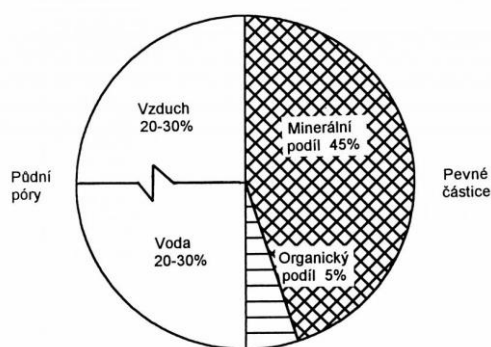
Rozdíl mezi zemědělskou a lesní půdou je zejména ve vrchní části půdního profilu. U zemědělských půd je vrchní horizont, tzv. ornice, o mocnosti přibližně 20-30 cm vytvořený orbou, pod kterou se nachází podorničí (Šimek 2005). Vrstva ornice díky kultivaci spojuje nadložní a organominerální povrchový horizont do jediné vrstvy, která je díky zabarvení humusovými látkami lehce odlišitelná od podorničí. Oproti tomu u lesní půdy dochází k přirozené akumulaci a rozkladu organické hmoty v povrchové vrstvě půdy a s hloubkou množství humusových látek postupně klesá, čímž je zbarvení horizontů lesní půdy různorodé (Sáňka a Materna 2004). Nadložní (organický) horizont lze tedy u lesních půd charakterizovat jako horizont nadložního humusu, který je rozdělen na čtyři vrstvy podle stupně dekompozice organické hmoty: opadanka, horizont drti (mor), humifikační horizont (moder) a mull (měl) (Vopravil a kol. 2010).

3.4. Funkce půdy

Půda může plnit funkce produkční a mimoprodukční. Produkční schopnosti půdy člověk využívá zejména v zemědělství k produkci zemědělských potravin a v lesnictví k produkci dřeva. Pro tuto schopnost půdy je však zásadní její úrodnost, která je závislá na půdních vlastnostech (Pavlů 2018). Úrodnost je jedním ze zásadních faktorů určujících kvalitu půdy, která je pro růst a vývoj rostlin klíčová. S tím úzce souvisí pojem produkční schopnost půdy, jelikož každá rostlina vyžaduje odlišnou kvalitu a úrodnost půdy. Kvalita lesních půd je výrazně ovlivněna druhem dřevinného porostu (Sáňka a kol. 2018). Úrodnost půdy je důležitá i pro její mimoprodukční funkce. Dochází zde k rozkladným procesům a přirozené tvorbě humusu, lépe infiltruje, zadržuje a filtruje vodu, je odolnější proti erozi a zachovává si schopnost vlastní regenerace (Mäder 2013). Mimoprodukční funkce půdy jsou pro člověka neméně důležité, a to nejen jako prostor pro rekreaci a budování staveb, ale také z hlediska životního prostředí. Je významným rezervoárem vody a živin pro vegetaci a půdní mikroorganismy, filtruje protékající vodu, ovlivňuje látkovou a energetickou výměnu a díky organické hmotě je nejvýznamnější zásobárnou uhlíku (Sáňka a Materna 2004). Pokud by půda ztratila svoji schopnost retence, filtrace a transformace látek, tak by to pro zemi mělo nedozírné následky (Pavlů 2018). Půda také ovlivňuje podnebí a je obrovskou zásobárnou živých organismů (Chemnitz a Weigelt 2015), která je podceňovaným významným živočišným genofondem (Sáňka a Materna 2004). Neopomenutelnou funkcí půdy je její pufrční schopnost, díky které půda odolává vnějším vlivům, zejména při změně půdní reakce (pH) (Vopravil a kol. 2010). Půda člověku dává také možnost získat suroviny pro své potřeby a má i kulturní funkci. Zaznamenává historii země a již od pradávna je člověkem využívána k pohřbívání zemřelých, kde se stanou součástí půdních látkových procesů (Pavlů 2018).

3.5. Složky půdy

Půda je složená z neživých a živých složek. Do neživé složky se řadí minerální a organický podíl, voda a vzduch. Minerální a organická část zabírá přibližně 50 % a zbylý prostor jsou prostory mezi půdními částicemi, tzv. póry, ve kterých se nachází voda a vzduch. Živá část půdy je zastoupena edafonem, který je pro půdní funkce a vlastnosti nepostradatelnou složkou. Obecně lze většinu půd charakterizovat jako minerální, ovšem v případě většího obsahu organických látek jde již o půdy organické (Šimek a kol. 2015). Půdní složky můžeme rozlišit také na základě skupenství. Pevné skupenství je zastoupeno minerální a organickou složkou, kapalné půdní vodou a plynné vzduchem. Stejně jako je pedogeneze ovlivňována vnějšími vlivy, dochází k ovlivňování i mezi jednotlivými půdními složkami navzájem, což spolu s jejich vzájemným poměrem vytváří specifický půdní charakter a vlastnosti (Yong a kol. 2012).



Obrázek 3: Zastoupení půdních složek (Šimek 2005).

3.5.1. Minerální podíl

Minerální půdní částice mohou nabývat rozličných velikostí od koloidů až po kusy balvanů a vznikají z matečné horniny a půdotvorného substrátu procesem zvětrávání (Pavlů 2018). Velikostní složení minerálních půdních částic stanovuje půdní zrnitost, tzv. texturu půdy. Tyto částice jsou v půdě také určitým způsobem uspořádány ať již jako samostatné částice či jsou k sobě vázány do větších či menších agregátů různého tvaru. Toto uspořádání dává půdě její charakteristickou strukturu (Šimek a kol. 2015).

3.5.2. Organický podíl

Organická hmota je v půdě tvořena ze souboru odumřelé rostlinné a živočišné biomasy, které se díky dekompozici nachází v různém rozkladném stádiu. Podíl organické hmoty v půdě je velmi malý, avšak o to významnější a nenahraditelný je pro půdní vlastnosti, kvalitu a půdní úrodnost (Žůrková a kol. 2016). Zemědělské půdy obsahují organický materiál zejména z posklizňových rostlinných zbytků zaoraných do půdy a odumřelou biomasou edafonu. U lesních půd je organická hmota tvořena zvláště vegetačním opadem, který se akumuluje na povrchu půdy a z části i odumřelou živočišnou biomasou a jejich výměšky. Tím u lesních půd vzniká

tzv. nadložní humusový horizont, kdy množství organické hmoty s hloubkou půdy klesá (Vlček a kol. 2020). Organická hmota s její dekompozicí jsou významnou součástí nepřetržitého procesu pedogeneze a koloběhu látek. Rozklad organické hmoty může probíhat několika procesy. Nejvíce zastoupen je proces mineralizace, která přemění největší část organické hmoty na minerální látky a jen její malá část je přeměna procesem humifikace na humusové látky. Pokud je půda trvale zamokřená, dochází k procesu ulmifikace a přeměně organické hmoty na rašelinu (Žůrková a kol. 2016). Ačkoli je organická hmota v půdě zastoupena ve velmi malém množství, je považována za největší světový zdroj uhlíku na souši (Jeřábková 2019) a to až v trojnásobném množství oproti celkovému uhlíku v atmosféře a suchozemské vegetaci (Chemnitz a Weigelt 2015). Je také hlavním zdrojem živin jak pro rostliny, tak půdní mikroorganismy. Množství organické hmoty a její vlastnosti jsou však na různých místech odlišné, jelikož je její vznik a následná dekompozice ovlivněna vnějšími faktory jako je například druh vegetace, podnebí, půdní vlhkost a činnosti mikroorganismů (Bardgett 2005).

V půdě může docházet také k úbytku organické hmoty, pak hovoříme o tzv. dehumifikaci. Její ztrátou však dochází k půdní degradaci. Nejčastější příčinou je intenzivní zemědělství a nadměrné využívají umělých hnojiv na úkor přírodních organických hnojiv. Svůj podíl má také zejména vodní i větrná eroze, která je v ČR pro půdy významným degradujícím faktorem (Jeřábková 2019).

3.5.3. Půdní vzduch

V půdních pórech, kde se nevyskytuje voda se nachází půdní vzduch, který je plynnou složkou půdy. Je odlišného složení než vzduch atmosférický, a to zejména díky půdním organismům, kteří v půdě spotřebovávají kyslík O₂ a zvyšují podíl oxidu uhličitého CO₂ (Vopravil a kol. 2010). Mezi půdním a atmosférickým vzduchem dochází ke vzájemné plyné výměně, přičemž množství půdního vzduchu určuje obsah a koncentraci ostatních plynů v půdě. Pokud dojde ke zmenšení prostoru, ve kterém se půdní vzduch nachází, např. snížením objemu půdních pórů utužením půdy, nebo jejich nasycením vodou, může dojít k nedostatku kyslíku pro půdní organismy a tím ovlivnění půdních procesů i růst rostlin (Šimek 2005).

3.5.4. Půdní voda

Spolu s půdním vzduchem vyplňuje půdní voda volný prostor mezi pevnými půdními částicemi. Pokud voda zaplní veškerý volný prostor v půdních pórech, dojde k tzv. saturaci vodou a vytlačení půdního vzduchu, což vede k jeho nedostatku pro půdní organismy (Šantrůčková 2014). Při dlouhodobém výrazném zamokření, dochází také ke snížení pH půdy, tedy zvýšení její kyselosti, což je pro půdní organismy a vegetaci nevhodným prostředím (Vopravil a kol. 2015). Půdní voda je však pro půdní organismy a vegetaci životně důležitou složkou, jelikož z ní čerpají nejen vláhu, ale i rozpuštěné živiny (Šantrůčková 2014). Půdní organismy a půdní procesy negativně ovlivňuje jak přemíra vody, tak i nedostatek půdní vláhy (Šimek a kol. 2020).

Voda se do půdy dostává zejména atmosférickými srážkami, které se z povrchu půdy infiltrují do půdního prostředí, dále také podzemními vodami, které vzlinají od spodních půdních vrstev a povrchovým a podzemním přítokem. Naopak voda se z půdy ztrácí výparem z půdního povrchu (evaporace), výparem z rostlin (transpirace) a podzemním odtokem (Pavlů 2018). Retence vody v půdě závisí na její textuře a struktuře, tedy na velikosti a uspořádání jednotlivých půdních částic a pórů. K udržení vody dochází pomocí kapilárních sil a adsorpci k půdním částicím. Čím jsou půdy jemnozrnné, tím více tyto síly působí a půda je schopna zadržet více vody. Vlastností kapilárních sil je také schopnost vzlinání vody proti směru gravitace. V případě velkých půdních pórů se voda neudrží a dochází ke gravitačnímu odtoku (Šantrůčková 2014). Proto 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 (Bardgett 2005).

3.5.5. Půdní organismy

Půdní organismy jsou v půdě tvořeny půdní flórou v podobě kořenů vegetace a půdní faunou, jejíž zástupci jsou mikroorganismy a živočichové (Pavlů 2018). Půda se řadí mezi prostředí s největší biodiverzitou na Zemi, jelikož se až stovky druhů o milionech organismů nachází již v malé hrstce organické hmoty. Proto je zaznamenána a prostudována jen velmi malá část a mnohdy jde jen o odhady (Keesstra a Mol 2011). Získání reálných informací o průměrném množství půdních organismů je i v dnešní době prakticky nemožné, jelikož dochází k jejich nepřetržité proměnlivosti jak v čase, tak i prostoru (Pižl 2018). Množství mikroorganismů v půdě je oproti jiným biotopům bezkonkurenčně největší (Baldrian a Mašínová 2017). Edafon je pro půdu nepostradatelnou a velmi důležitou složkou, jelikož se podílí na samotné pedogenezi a zároveň také významně ovlivňuje půdní vlastnosti. Pokud by půda neobsahovala půdní organismy, byla by mrtvá a neplnila by své funkce (Šimek a kol. 2020). Zejména přítomnost mikroorganismů je významným ukazatelem kvality půdy, jelikož umožňují dostupnost živin pro kořeny rostlin a podílí se na procesech koloběhu látek v půdě (Mikanová a kol. 2010).

Půdní organismy mají různou velikost a podle toho se také dělí na mikroflóru a mikrofaunu, které společně tvoří mikroorganismy o velikosti menší než 0,2 mm, dále na mezoedafon o velikosti 0,2 mm až 2 mm a makroedafon o velikosti nad 0,2 mm (Šantrůčková 2014). Pavlů (2018) ještě uvádí rozdělení největších velikostních skupin na makroedafon o velikosti 0,2 mm až 2 cm a megaedafon o velikosti nad 2 cm. Každá velikostní skupina půdních organismů se na půdních procesech podílí jinou měrou a má svůj vlastní důležitý význam a funkci. Pro edafon je hlavní potravou rostlinná biomasa, a proto je nejvíce půdních organismů soustředěno do vrchních půdních vrstev kde je nejvíce organického materiálu a kořenový systém rostlin (Šantrůčková 2014). U lesních půd jsou mikroorganismy, zejména houby, nejběžnějším edafonem v nejvrchnější vrstvě opadu, kde jsou hlavními činiteli dekompozice rostlinné biomasy (Baldrian 2018). Vazba půdních organismů nejen v lesních půdách je velmi významná s vegetačním pokryvem a půdou (Pižl 2018).

Pro mikroorganismy je nejčastějším životním prostředím půdní voda, ze které spolu s kořeny rostlin čerpají živiny. Na složité provázanosti půdních organismů v potravním řetězci i jednotlivých procesech je závislý celý půdní ekosystém. Pokud by totiž byla jedna skupina edafonu odstraněna, mělo by to dopad nejen na procesy a organismy na ni závislé, ale také na celkový půdní ekosystém a vegetaci (Šantrůčková 2014).

3.6. Fyzikální vlastnosti a charakteristiky

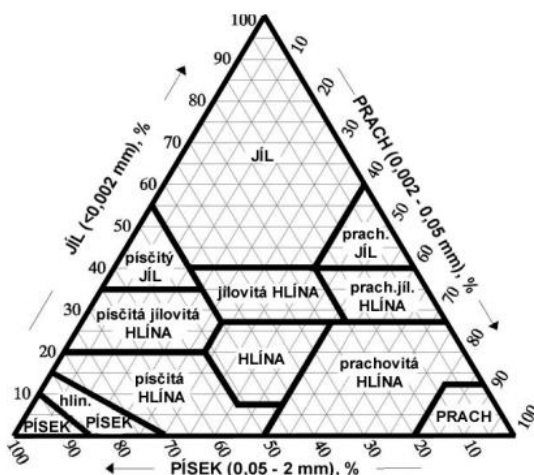
3.6.1. Barva

Jednou z hlavních vlastností půdy viditelnou na první pohled, podle které se půda popisuje a stanovuje se její typ je barva. Na základě barvy lze specifikovat faktory, které půdu ovlivňují a utvářejí její barevný charakter. Těmito faktory jsou matečná hornina, obsah organických látek, oxidační a redukční procesy a podnebí, ve kterém pedogeneze probíhá. Matečná hornina určuje barvu půdních minerálních částic a výslednou barvu půdy specifikují látky na těchto částicích adsorbované. Jedná se například o látky humusové či oxidy manganu, které vytváří povlak černé barvy, nebo oxidy železa zabarvující půdní částice od žluté až do červené barvy (Vopravil a kol. 2010). Pokud u organických látek v rámci dekompozice nedošlo k transformaci na humus, tak mají podle stádia rozkladu spíše barvu od nahnědlé po hnědočernou. Barevnost nižších půdních horizontů způsobená oxidací železa je závislá na množství půdní vody a vzduchu. Barva půdy také ovlivňuje i další její vlastnosti, a to teplotu a vlhkost. Čím je půda tmavší tím absorbuje více tepla a tím více dochází ke ztrátě půdní vlhkosti výparem (Šimek 2005). Barvu půdy můžeme stanovit vizuálně odhadem se slovním popisem např. hnědočerná, přičemž se uvádí barvy v pořadí od nejmenšího po největší zastoupení. Porovnání půdy s barevnou škálou Munsellových tabulek se barva půdy stanovuje přesněji (Vopravil a kol. 2010).

Při zemědělské kultivaci půdy dochází k promíchání nadložního organického horizontu s povrchovým humusovým horizontem a částečně také podpovrchovým horizontem, což barevnost homogenizuje do jedné orniční vrstvy, která je od podorničí výrazně odlišitelná. Barva orničního horizontu je dána obsahem organických látek a barva podorničních horizontů je výsledkem faktorů pedogeneze (Sánka a kol. 2018). Lesní půdy jsou oproti zemědělským půdám více barevně variabilnější. Organický horizont, který je zejména v tenké povrchové vrstvě, obsahuje velké množství organického materiálu v různém stupni rozkladu, což ho barevně výrazně odlišuje od organominerálního horizontu, jehož zbarvení určují zejména humusové látky. Obsah humusových látek se od vrchních vrstev půdy s hloubkou snižuje, čímž se mění i zbarvení půdy. Barva podpovrchových a nižších horizontů je dána půdotvornými procesy (Sánka a Materna 2004).

3.6.2. Zrnitostní složení (textura)

Půdní zrnitost stanovuje, v jakém zastoupení jsou jednotlivé velikostní skupiny půdních minerálních částic. Jedná se o elementární a stálou vlastnost půdy, která ovlivňuje i jiné její vlastnosti jako například vsakovací a retenční schopnost, pórovitost, schopnost rostlinám dodat vláhu a živiny, kompaktnost půdy, množství humusu atd. Podle zrnitosti půdy se v rámci klasifikace určuje půdní druh. Klasifikační systém půd je ve světě nesourodý, ale mezinárodně uznávaný je U.S. Department of Agriculture (USDA), který půdní druhy dělí na 12 kategorií (Eash a kol. 2015).



Obrázek 4: Kategorie půdní zrnitosti podle systému USDA (Pavla 2018).

Velikostní skupiny minerálních částic jejichž vzájemné zastoupení určuje půdní druh jsou jílovité částice ($<0,002\text{ mm}$), prach ($0,002-0,05\text{ mm}$) a písek ($0,05-2\text{ mm}$) (Šantrůčková 2014). Půdy obsahující minerální částice do velikosti 2 mm se označují jako jemnozem a minerální frakce nad 2 mm je označována jako skelet. V ČR je využívána klasifikace půd podle Nováka (1953), jež dělí půdní druh na 7 kategorií podle zastoupení jílovitých částic menších než $0,001\text{ mm}$ (Vopravil a kol. 2010 ex. Novák 1953). Podle zastoupení jílovitých částic lze také určit zpracovatelnost půdy na lehké, střední a těžké, čehož se využívá v zemědělství (Šimek a kol. 2015). V našich podmínkách máme zemědělské půdy spíše střední, tedy hlinité, oproti tomu v lesních půdách je obsaženo více skeletu, který je ovlivňujícím faktorem pro úrodnost půdy i samotnou pedogenezi (Sánka a Materna 2004).

Kategorie	Půdní druh	Označení	zastoupení částic $<0,01\text{ mm}$	Půdy
1.	písčité zemina	p	0 - 10 %	lehké
2.	hlinitopísčité	hp	10 - 20 %	
3.	písčitohlinitá	ph	20 - 30 %	střední
4.	hlinitá	h	30 - 45 %	
5.	jílovitohlinitá	jh	45 - 60 %	těžké
6.	jílovitá	jv	60 - 75 %	
7.	jíl	j	$> 75\%$	

Tabulka 1: Klasifikace půdního druhu podle Nováka (Vopravil a kol. 2010).

3.6.3. Struktura

Půdní struktura je výsledkem vzájemného shlukování jednotlivých půdních částic do tzv. agregátů různých rozměrů a tvarů. Jde o dynamickou vlastnost půdy, kdy v důsledku působení vlivů půdního prostředí a vnějších faktorů dochází k souběžným a neoddělitelným procesům tvorby nových agregátů (agregace) a rozpadání jiných (fragmentace). Struktura půdy je významným ovlivňujícím faktorem pro většinu půdních vlastností. Má vliv například na retenci vody, činnost půdních organismů, tepelný režim, dekompozici a množství organické hmoty, dostupnost živin a pórovitost (Huang a kol. 2011). Činnost edafonu, obsah a stav jílovitých částic a organické hmoty jsou faktory, které jsou úzce spjaté s tvorbou půdních agregátů (Šimek 2005). Látky vyměšované půdními organismy, koloidní částice jílu a organické hmoty jsou spojovacím prvkem při tvorbě kvalitních a stabilních půdních agregátů. Půda obsahující stabilní agregáty je odolnější proti erozím, lépe zadržuje vodu a je dostatečně provzdušněná. Pokud obsahuje naopak agregáty nestabilní, dochází k jejich rozpadu a půda je tak náchylná k utužení. Taková půda je pak díky nedostatku vody a vzduchu nevhodná pro život půdních organismů a růst rostlin (Šantrůčková 2014). Stabilita agregátů je dána jejich pevností, což je projev zejména při jejich ovlhčení. Půda může nabývat i bezstrukturní stav. Tento stav je zejména patrný u výrazně lehkých půd, kde se půdní částice nespojují do agregátů a u půd výrazně těžkých, kde naopak dochází ke slití půdních částic do jednolitě půdní masy (Tomášek 2007). U zemědělských půd je jejich struktura narušována kultivací. Vrchní orníční vrstva je orbou nejprve kypřena a následně dochází k jejímu postupnému gravitačnímu sesedání. Vrstva podorníčí je díky pojezdu těžké zemědělské techniky mnohdy utužená. V obou vrstvách tak dochází k ovlivnění půdních vlastností. Míra ovlivnění je dána odolností půdy, tedy stabilitou půdních agregátů, která závisí na zrnitosti půdy, obsahu humusových látek a vlhkosti (Šimek 2005).

Struktura půdy se určuje podle tvaru, velikosti, stavu a poměru výšky, šířky a délky půdních agregátů (Sánka a kol. 2018). Základní dělení agregátů je dle velikosti na mikroagregáty menší než 0,25 mm a makroagregáty větší než 0,25 mm. Struktura půdy je dle výše uvedených vlastností agregátů označována slovně například hrudkovitá, drobtovitá, zrnitá, deskovitá apod. (Vopravil a kol. 2010).

3.6.4. Pórovitost

Mezi pevnými půdními částicemi se nachází volné prostory nazývané póry, které vytvářejí celkovou půdní pórovitost. Mají různou velikost a tvar, a jejich vzájemná propojenost vytváří transportní a akumulární prostor pro půdní vodu a půdní vzduch (Pokorný a kol. 2007). Velikostní frakce minerálních částic a obsah organické hmoty udává objem a četnost pórů, jejichž prostor je využíván edafonem a kořeny rostlin k dýchání a využití vody (Chemnitz a Weigelt 2015). Vopravil a kol (2010) rozděluje půdní póry na dvě kategorie podle jejich velikosti, a to na makropóry (>30-50 μm) a mikropóry (<30-50 μm). Oproti tomu Sánka a kol (2018) rozděluje půdní póry na tři velikostní kategorie: kapilární (<0,2 μm), semikapilární (0,2-50 μm) a nekapilární (>50 μm). Dle uvedených velikostí lze usoudit, že kapilární a semikapilární spolu tvoří

mikropóry a nekapilární jsou makropóry. Rozdělení pórů specifikuje Pokorný a kol. (2007) také odlišně. A to na kapilární menší než 0,2 mm a nekapilární větší než 0,2 mm. Ať je různí autoři rozdělují jakkoli, vždy jde zejména o rozdělení související s jejich hydrologickou vlastností. V makropórech se voda není schopna udržet a gravitační silou odtéká do nižších horizontů. V mikropórech působení kapilární síly, které vodu zadržují a díky nim může také vzlínat vzhůru proti gravitaci. Přítomnost vody v pórech pak ovlivňuje také množství půdního vzduchu. Pórovitost je udávána v objemových procentech a je významnou půdní vlastností. U minerálních půd je pórovitost průměrně kolem 40-60 % (Vopravil a kol. 2010).

U zemědělských půd je pórovitost silně ovlivněna kultivací, kdy u ornice dochází k provzdušňování s následným sesedáním půdy a podorničí je utužováno zemědělskou technikou (Šimek 2005). Na pórovitost lesních půd má vliv obsah organické hmoty a množství skeletu. Organická hmota je více akumulována ve vrchních horizontech a je faktorem vysoké pórovitosti až 80 %, přičemž s klesajícím množstvím organické hmoty a vzrůstajícím obsahem skeletu ke spodním horizontům pórovitost klesá až ke 35-50 % (Sáňka a Materna 2004).

3.6.5. Specifická a objemová hmotnost

Specifická (měrná) hmotnost půdy je určena hmotností minerálních a organických částic na objem porušeného vzorku půdy bez pórů a ve vysušeném stavu. Jednotkou jsou nejčastěji g/cm^3 . Minerální složka má obecně vyšší specifickou a objemovou hmotnost než organická složka, jelikož její částice jsou větší a má menší pórovitost než organická hmota. Proto má u zemědělských půd orniční horizont s vyšším obsahem organické hmoty nižší specifickou hmotnost než podorničí, kde převládá minerální složka. U lesních půd je tomu obdobně, kde díky množství organické hmoty je nejnižší specifická hmotnost ve vrchních vrstvách a s úbytkem organické hmoty a nárůstem minerální složky směrem k hlubším vrstvám specifická hmotnost postupně stoupá (Sáňka a kol. 2018). Objemová hmotnost půdy se stanovuje z neporušeného půdního vzorku v přirozeném stavu a je dána poměrem hmotnosti k jeho objemu. Je závislá na specifické hmotnosti jednotlivých půdních částic, půdních pórech a vlhkosti. Díky vlivu půdní vody jde o veličinu nestálou. Proto se stanovuje objemová hmotnost redukována z vysušeného půdního vzorku (Pokorný a kol. 2007). Objemová hmotnost je vždy nižší než specifická hmotnost, ale obě mají stejný vztah k minerální a organické složce. Objemová hmotnost je u minerálních půd vyšší než u organické půdy, proto je u zemědělské půdy v orniční vrstvě nižší než v podorničí, u lesních půd je nejnižší v nejvrchnějších vrstvách a s hloubkou stoupá (Sáňka a Materna 2004). U zemědělské půdy je stanovení objemové hmotnosti využíváno k určení míry jejího utužení. O kolik je rozdíl hodnot mezi objemovou a specifickou hmotností větší o tolik je půda pórovitější a méně utužená a čím je rozdíl mezi hodnotami menší, tím půda obsahuje méně pórů a je utuženější (Sáňka a kol. 2018).

3.6.6. Hloubka a skeletovitost

Hloubka půdy se stanovuje od jejího povrchu po rozhraní s mateční horninou, nebo významně skeletovitým horizontem, či stálou hladinou podzemní vody o běžné hloubce 150 cm. Tato oblast je hlavním produktivním půdním prostorem, ve kterém dochází k zakořeňování vegetace, akumulaci vody, činnosti půdních organismů a transportu živin pro rostliny. Proto je hloubka ukazatelem půdní produktivity, kdy hluboká půda poskytuje větší prostor pro tyto aspekty. V hlubších půdách jsou proto rostliny více odolné vůči vnějším stresovým faktorům než v půdách mělkých. Hloubku půd rozlišujeme na tři skupiny, a to na půdy hluboké více než 60 cm, půdy středně hluboké 30 až 60 cm a půdy mělké do 30 cm.

Za skelet se považují půdní minerální částice větší než 2 mm a jejich obsah v půdě se udává v objemových procentech. Je dělen podle velikosti na čtyři kategorie: hrubý písek (2-4 mm), štěrk (4-30 mm), kameny (30-300 mm) a balvany (>300 mm). Skelet svojí přítomností ovlivňuje mnoho půdních vlastností např. infiltraci, objemovou a specifickou hmotnost, teplotu a vlhkost půdy, náchylnost půdy k erozním vlivům a degradaci. V rámci kódu bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ) pro zemědělské půdy je skeletovitost spolu s hloubkou stanovena pátou číslicí (Vopravil a kol. 2010). Vyšší množství skeletu je specifické zejména pro lesní půdy, kde ovlivňuje jak půdotvorné procesy, tak i úrodnost (Sáňka a kol. 2018).

3.6.7. Teplota půdy

Teplota půda se řadí mezi zásadní činitele mající značný vliv na vývoj vegetace, aktivitu edafonu a půdní procesy. Půda je ohřívána zejména slunečním zářením, které má v čase různou intenzitu díky čemuž je i teplota půdy v čase proměnlivá. Z větší části je sluneční záření půdou absorbováno, avšak určitá část je odražena zpět do atmosféry. Barva půdy, její zrnitost, množství organické složky, vegetace, množství půdní vody, klima, ale i mocnost půdy jsou činitelé, na kterých je teplota půdy závislá. K teplotě půdy se vztahují dvě charakteristiky, a to tepelná kapacita a tepelná vodivost. Tepelná kapacita půdy je charakterizována množstvím tepla, které je potřeba ke zvýšení teploty o 1 °C, přičemž obsah půdní vody je významným ovlivňujícím faktorem. Tepelná vodivost půdy je dána rychlostí přenosu tepelné energie od vrchních vrstev ke spodním horizontům a může být vedena přes dotýkající se částice a vodu, pomocí proudění vzduchu, nebo sáláním. Tepelná vodivost je tedy závislá na obsahu minerální a organické složky, půdní vodě a vzduchu (Osman 2013). Pokud půda obsahuje vodu, její ohřívání je pomalejší než u půdy suché, což jí stanovuje vyšší tepelnou kapacitu. Je to dáno tím, že je půda vodou ochlazována a určitý podíl tepelné energie je spotřebován evaporací. Voda ovšem zvyšuje tepelnou vodivost půdy a vlhké půdy tak lépe odvádějí teplo do nižších vrstev. Podobné je to i v rámci zrnitostního složení, kdy těsněji uspořádané částice jílovitých půd mají lepší tepelnou vodivost.

Rostliny a půdní organismy potřebují v rámci jejich ekologické valence určité rozmezí teplot, ve kterém jsou ještě schopny prospívat. Rostliny jsou citlivější na výkyvy teplot půdy více než na kolísání teploty vzduchu (Pavlů 2018). Pokud tedy

dojde k poklesu či nárůstu teploty půdy za optimální rozmezí, ve kterém rostlina ještě prospívá, a překročí letální hranici, přestává přijímat vodu a živiny, až nakonec uschne (Šantrůčková 2014). Mikroorganismy jsou na tom podobně. Pokud není teplota půdy optimální, zpomalí se dekompozice organického materiálu a pod 5 °C se zastaví úplně, jelikož mikroorganismy pod touto teplotou jsou nečinné (Osman 2013). Pokud teplota půdy klesne pod bod mrazu, půdní voda zamrzá, začne se rozpínat a narušovat půdní strukturu (Šimek 2005). Klimatické podmínky naší oblasti umožňují promrznutí půdy do hloubky až 1 m, přičemž reálná zámrazná hloubka půdy je závislá na její zrnitosti. Hluběji promrzají půdy písčité bez vázané vody než jílovité. Pokud nastane rozmrazení půdy, probíhá od povrchu, což následně způsobuje erozi povrchovým odtokem. Důvodem je nemožnost infiltrace vody do nižších stále zamrzlých vrstev půdy (Pavlů 2018). V určitých oblastech jsou půdy permanentně zamrzlé v rámci celého roku. Takové půdy se nazývají permafrost (Osman 2013).

3.6.8. Konzistence

Při různém obsahu vlhkosti má půda odlišnou konzistenci a odlišně reaguje na mechanické působení, což se v terénu odhaduje zpracováním mezi prsty. Mimo vlhkost je také zásadní obsah jílovitých částic, které jsou k sobě těsně vázané. Suchá jílovitá půda bude velmi tvrdá, a naopak mokrá bude výrazně lepkavá (Eash a kol. 2015). Jednotlivé půdní částice jsou k sobě vzájemně vázané soudržností (kohese) a přilnavostí (adheze). Míra a typ parametru půdní konzistence se stanovuje podle obsahu půdní vlhkosti, kdy u zamokřených půd se stanovuje lepivost, u vlhkých půd plasticita a parametr pevnosti a tvrdosti u půd suchých či slabě navlhklých (Penížek a kol. 2019b). Pro stanovení lepivosti se využívá stlačení vzorku půdy mezi prsty. Míra lepivosti je dána velikostí odporu vytvářeným půdou při oddalování prstů od sebe a zda na prstech zůstává půda přilepená či nikoli. Pro stanovení plasticity se využívá vymodelování 1-3 mm silného válečku a jeho mechanické ohnutí, kdy velmi plastická půda je taková, u které lze vymodelovat a ohnout 1 mm silný váleček bez toho, aniž by na něm docházelo k prasklinám. Ke stanovení parametru pevnosti a tvrdosti se využívá mechanické stlačení vzorku půdy mezi prsty, kdy podle odolnosti může půda nabývat vlastnosti od sypké až po velmi tvrdou (Vopravil a kol. 2010).

3.6.9. Půdní vzduch

Půdní vzduch je plynná složka půdy, která se s půdní vodou dělí o prostor v půdních pórech. Má značný vliv na chemické půdní procesy a pro půdní organismy a kořeny rostlin je významným zdrojem kyslíku. Obsah O₂ v půdě je závislý na výměně plynů s atmosférou, kterého je v půdním prostředí mnohem méně a CO₂ naopak více (Vopravil a kol. 2010). Proto je množství O₂ nejvíce v horních vrstvách a s hloubkou jeho koncentrace klesá, avšak u CO₂ je tomu naopak. Koncentrace obou plynů v půdě záleží na její provzdušenosti, struktuře a obsahu vlhkosti, která je oproti atmosféře v půdním prostředí větší. Pokud má půda dobrou pórovitost při nízkém obsahu vody, je půda dobře provzdušněná a umožňuje snadnou výměnu plynů mezi půdou a atmosférou, čímž se do půdy dostává více O₂ a z půdy se naopak do atmosféry lépe uvolňuje CO₂. Tato funkce je omezená u půd s nízkou porézností a velkým

zamokřením (Lal a Shukla 2004). Vzhledem ke kolísání obsahu půdní vody dochází k nestabilní výměně plynů mezi půdou a atmosférou a tím k proměnlivosti zastoupení jednotlivých plynů půdního vzduchu. Samotné snižování množství O₂ a zvyšování CO₂ v půdě způsobují zejména půdní mikroorganismy, kteří v rámci své životní potřeby dýchají O₂ a vydechováním a rozkladem organické hmoty uvolňují do půdního prostředí CO₂. Pokud dojde v půdě k úbytku prostoru pro vzduch například dlouhodobějším zamokřením, může být O₂ zcela spotřebován (Osman 2013), což může mít pro aktivitu půdních organismů a vývoj vegetace negativní dopad, přičemž je tím následně ovlivněna i látková výměna v půdě, která je na ně vázaná. V půdní vodě je obsažena poměrně velká část CO₂, jelikož jeho rozpustitelnost vodou je mnohem vyšší než u O₂ (Šimek 2005).

3.6.10. Půdní voda

Voda v půdě je životně důležitou složkou pro vegetaci a půdní organismy. S půdním vzduchem se dělí o půdní prostor v pórech čímž ovlivňuje jeho obsah a také je ovlivňujícím činitelem mnoha půdních vlastností (Šantrůčková 2014). Voda se do půdy dostává zejména z atmosférických srážek a částečně také z podzemních vod. Množství srážek, které dopadne na povrch půdy ovlivňuje vegetační pokryv, na kterém je určitá část srážkové vody zachycena (Ellis a Mellor 2002). Pohyb vody v půdě je dán energií, která se nazývá vodní potenciál. Voda se díky těmto silám pohybuje z míst s vysokým potenciálem, což jsou místa nasycená vodou, do míst s nízkým potenciálem, do prostoru bez přítomnosti vody (McCarty a kol. 2016). Síly, působící na pohyb vody v půdě se dělí na adsorpční, kapilární a gravitační. Adsorpční síly vážou vodu k jednotlivým koloidním částicím elektrostatickými silami, přičemž tyto síly jsou největší v jílovitých a organických půdách. Kapilární síly vážou vodu v kapilárních pórech a umožňují její vztlínání proti směru gravitace. Pokud se voda nachází v nekapilárních pórech, působí na ni gravitační síly a dochází k odtoku (Ellis a Mellor 2002). Pokud dojde k maximálnímu nasycení vodou, kdy voda vyplňuje veškerý prostor půdních pórů, rostliny v tomto půdním prostředí neprosívají, jelikož nemají dostatek kyslíku (Foth 1990). Voda většinou vyplňuje půdní póry jen částečně a umožňuje tak přítomnost vzduchu, což je pro růst rostlin vhodnějším prostředím (Novák a Hlaváčiková 2019).

Retenční schopnost půdy je významnou půdní vlastností, která je závislá na půdní zrnitosti, struktuře a množství organické hmoty (Šantrůčková 2014). Kapilární a adsorpční síly jsou hlavním faktorem, který umožňuje zadržet vodu v půdě (Novák a Hlaváčiková 2019). Půda je natolik významným retenčním médiem, že dokáže zadržet mnohem více vody než všechny naše vodní nádrže dohromady (Šimek a kol. 2020).

Pro popis této vlastnosti se používají následující hydrolimity:

- maximální vodní kapacita – plné zaplnění pórů vodou, je rovna celkové pórovitosti,

- bod vadnutí – hraniční mez pod kterou je voda poutána na půdní částice tak silně, že tyto síly nejsou rostliny schopny překonat a voda je tak pro využití rostlinami nedostupná,
- maximální kapilární vodní kapacita (MKVK) – maximální nasycení kapilárních póřů půdní vodou využitelnou pro potřeby rostlin po odtoku gravitační vody,
- retenční vodní kapacita (RVK), neboli polní vodní kapacita – voda, kterou je schopna půda zadržet vlastními silami v kapilárních pórech, je rovna kapilární pórovitosti.

Retence zemědělských půd je ovlivněna zejména kultivací a obsahem organické složky v orniční vrstvě, přičemž se do podorniči dostává voda hůře z důvodu utužení těžkou technikou. U lesních půd je tato schopnost určena přirozenými procesy a organickým horizontem, kde má lesní půda v důsledku přítomnosti vysokého podílu organické hmoty nejvyšší retenční schopnost (Sáňka a kol. 2018). Vysoké množství organické hmoty, vegetační opad a bohatý kořenový systém jsou faktory zabezpečující nejen dobrou retenci vody, ale také její infiltraci (Chang 2013). Lesní půda vodu uvolňuje pomaleji než zemědělská a tím zabezpečuje v krajině plynulost vodního režimu a protipovodňovou funkci (Jonáš 2007). Pomalejší odtok pak neodplavuje tolik půdních částic a rozpuštěných látek (Chang 2013). Zemědělské půdy, zejména černozemě, umožňují zadržet až dvojnásobek vody než lesní půdy, přičemž vlivem degradace se tato schopnost snižuje. Lesní půdy zase propouští vodu do nižších horizontů mnohem lépe než utužené a jílovité zemědělské půdy (Cílek 2021; Čáp 2018).

3.7. Fyzikálně-chemické a chemické vlastnosti a charakteristiky

3.7.1. Organická hmota

Organická hmota je v půdě obsažena v poměrně malém množství, ale její význam pro půdu je o to zásadnější. Její složení je zejména z rostlinné biomasy a z části také živočišné, v různém stupni dekompozice (Šimek 2005). Ta může probíhat procesem mineralizace rozkládající největší podíl organické hmoty, dále humifikace a karbonizace. Pokud je půda neustále zamokřena dochází k procesu ulmifikace neboli rašelinění za vzniku rašeliny. Největší význam pro půdní vlastnosti, její kvalitu a úrodnost má proces humifikace, kdy vznikají z organické hmoty huminové látky neboli humus, s partikulami koloidní velikosti. Huminové látky jsou složeny z huminové kyseliny, fulvokyseliny a huminu. Huminové kyseliny mají pro půdu nejzásadnější význam, jelikož podporují půdní stabilitu a činnost mikroorganismů a pozitivně ovlivňují půdní vlastnosti. Faktory ovlivňující dekompozici, tedy i proces humifikace, zásadní měrou rozhodují, kolik humusu vznikne a v jaké kvalitě. Množství půdního humusu lze stanovit pomocí obsahu oxidovatelného uhlíku (Cox) a kvalitu poměrem obsahu huminových kyselin k obsahu fulvokyselin (Vopravil a kol. 2010).

Organická hmota má na zdraví a kvalitu půdy velmi významný vliv. Její přítomnost zlepšuje půdní strukturu, retenční schopnost, úrodnost, dostupnost živin, aktivitu

a diverzitu mikroorganismů a zvyšuje stabilitu půdy. Z pohledu hydrologické vlastnosti půdy organická hmota významně zlepšuje infiltraci vody díky zlepšení struktury a pórovitosti zejména v organickém horizontu, a také retenční schopnost, převážně díky koloidním částicím humusu, schopných poutat velké množství vody (Bot a Benites 2005; Žůrková a kol. 2016). Organické látky jako jsou bílkoviny, aminokyseliny, cukry a škroby slouží také jako hlavní zdroj potravy pro půdní organismy (Bot a Benites 2005). Pokud je v půdě dostatek organické hmoty a není utužená těžkou technikou, má dobrou strukturu a infiltraci, čímž lépe odolává vodní a větrné erozi. Pokud je naopak v půdě organické hmoty nedostatek, dojde k nízké aktivitě a rozmanitosti půdních organismů, tím k nedostatečné dekompozici organické hmoty a následně omezeným uvolněním živin pro rostliny. Půda má nízkou provzdušněnost a infiltraci, je náchylnější na vodní a větrnou erozi a v konečném důsledku dochází k její degradaci (Jílková 2021).

3.7.2. Půdní reakce (pH)

Půdní reakce, označovaná pH, je jedna z nejdůležitějších chemických vlastností půdy a odráží, zda půda reaguje kyselou či alkalickou, tedy jaká je půdní kyselost. Její hodnota je udávána v rozmezí hodnot od 1 do 14, přičemž hodnota 7 udává neutrální pH. Čím je hodnota nižší, tím je pH půdy kyselější a čím je hodnota vyšší tím je pH půdy více alkalické. Půdní reakce je ovlivňujícím faktorem například pro růst rostlin, mikroorganismy, proces humifikace, pedogenezi a rozpustnost živin (Vopravil a kol. 2010). Různé druhy rostlin a mikroorganismů mají odlišné požadavky na pH půdy a dostupnost živin a tím půdní reakce ovlivňuje druhové složení vegetace a mikroorganismů. Půdní reakci naopak může ovlivnit také činnost rostlin a půdních organismů, zejména uvolněným CO₂, který se v půdní vodě dobře rozpouští a při reakci s vodou vzniká kyselina uhličitá, která zvyšuje kyselost půdní vody (Šantrůčková 2014). Rozpustnost živin je při nízkém pH velmi dobrá a při vysokém pH naopak velmi omezená. Oba tyto extrémy mohou být pro rostliny a mikroorganismy limitující, jelikož při vysokém pH mohou z nedostatku rozpuštěných živin strádat, a při nízkém pH může vysoká koncentrace rozpuštěných živin naopak působit toxicky (Šimek 2005). Lesní půdy jsou obecně oproti zemědělským půdám kyselější, a to více s jehličnatým porostem než s listnatým. To je dáno zejména díky chemismu vegetačního opadu (Sáňka a Materna 2004).

S nízkým pH půdy souvisí i tzv. acidifikace neboli okyselování půdy, jako jeden z faktorů půdní degradace. Ta je u zemědělských půd způsobena zejména nadměrnou a nesprávnou aplikací hnojiv. Obecně však jde o důsledek znečištěného ovzduší, které atmosférické srážky promývají a následně okyselují půdu (Vopravil a kol. 2010).

3.7.3. Sorpce půdy

Sorpce půdy je vlastnost umožňující poutat živiny a jiné látky v půdním prostředí pomocí vazeb adsorpce, absorpce, chemisorpce a kapilární kondenzace (Sáňka a kol. 2018). Schopnost půdní sorpce je ovlivněna obsahem jílovitých částic a humusu, jelikož látky jsou vázány zejména na půdních koloidech organického

a anorganického původu. Mezi těmito částicemi a půdním roztokem dochází k nepřetržité iontové výměně a udržování rovnovážného stavu, který je díky vnějším vlivům neustále narušován. Tato fyzikálně-chemická výměnná sorpce je pro půdu nejvýznamnější. Kationtová výměnná kapacita označovaná KVK, nebo také T, je parametrem uvádějícím, kolik je daná půda schopna poutat kationtů při pH 7. Hodnoty KVK se uvádí v jednotkách mmol na hmotnost půdního vzorku (Vopravil a kol. 2010).

3.8. Klasifikace půd

Půdy jsou stejně jako např. rostliny a živočichové tříděny do klasifikačního systému. V ČR se od roku 2001 platí Taxonomický klasifikační systém půd ČR od prof. Němečka, který je sjednocen se světovým systémem WRB (World Reference Base for Soil Resources). Půdy jsou taxonomicky děleny dle jejich společných rysů, jako je sestavení horizontů a jejich hloubka, barva, struktura a jiné (Pavlu 2018). Půdu můžeme charakterizovat také pětimístným číselným kódem BPEJ (bonitovaná půdně ekologická jednotka), který hodnotí půdní produkční vlastnosti v nejeftivnějších podmínkách využití (VÚMOP ©2022a). Každé číslo daného kódu specifikuje jiný faktor, který může být pro různé půdy společný. První číslice udává klimatický region, druhá a třetí číslice hlavní půdní jednotku, čtvrtá číslice sklonitost a expozici terénu, pátá číslice skeletovitost a hloubku půdy. Tento kód nám tak o půdě prozrazuje vcelku podrobné informace (Novotný a kol. 2013).

3.9. Co půdu ohrožuje

Ohrožení půdy je potřeba chápat jako její narušení, kdy dojde ke snížení, či v krajním případě i ztrátě jejich produkčních i mimoprodukčních funkcí. Největším ohrožujícím faktorem je činnost člověka. Ten půdu negativně ovlivňuje například zábory kvalitní úrodné půdy, intenzivním zemědělstvím, utužováním, znečišťováním, změnou klimatu, odlesňováním, acidifikací, úbytkem organické hmoty a vystavení půdy vodní i větrné erozi. Na půdu negativně působí i přírodní vlivy, jako je například zmíněná vodní a větrná eroze, jejichž vliv je činností člověka výrazně zesílen (Šimek a kol. 2015; Vopravil a kol. 2010). Zejména vodní, ale i větrná eroze patří v ČR k nejvýznamnějším faktorům, které půdu degradují. Vlivem vody a větru dochází k transportu částic z organických horizontů, čímž ubývá organická hmota a mocnost úrodné vrstvy (Novotný a kol. 2017). Jelikož je tvorba půdy velmi zdoluhavý proces, není půda schopna tuto ztrátu tak rychle nahradit. Za přirozeného stavu bez ovlivnění člověkem, dochází k vyváženému procesu mezi erozí a tvorbou půdy, čímž si půda zachovává své vlastnosti a ochrannou vrstvu vegetace (Arnalds a kol. 2001). Odnášené půdní částice, na které jsou vázány různé chemické látky ze zemědělské činnosti jsou pak samy znečišťujícím prvkem. Pokud je tato půda vlivem eroze transportována do vodního útvaru, dochází pak k jeho eutrofizaci. Eroze dochází také k rozpadu půdní struktury na jednotlivé částice a tím k uvolňování vázaného dusíku do atmosféry v podobě CO₂ (Morgan 2005). Takto degradované půdy mají snížené hydrologické vlastnosti a nejsou schopny tak dobře udržet vodu

jako půdy zdravé (Šimek a kol. 2021). U lesních půd je tomu podobně, kdy vlivem odstranění vegetačního pokryvu dojde k odkrytí půdního povrchu a půda se tak vystaví erozím i jiným vlivům. Holoseč je nejzásadnější zásah do lesního ekosystému, který tak ovlivňuje i půdu. Dojde k narušení vegetačního mikroklimatu, vláhovému režimu, půdní biodiverzity, struktury půdy, půdní látkové výměny a snížení množství organické hmoty (Baláz a kol. 2008).

3.10. Jak půdu chránit

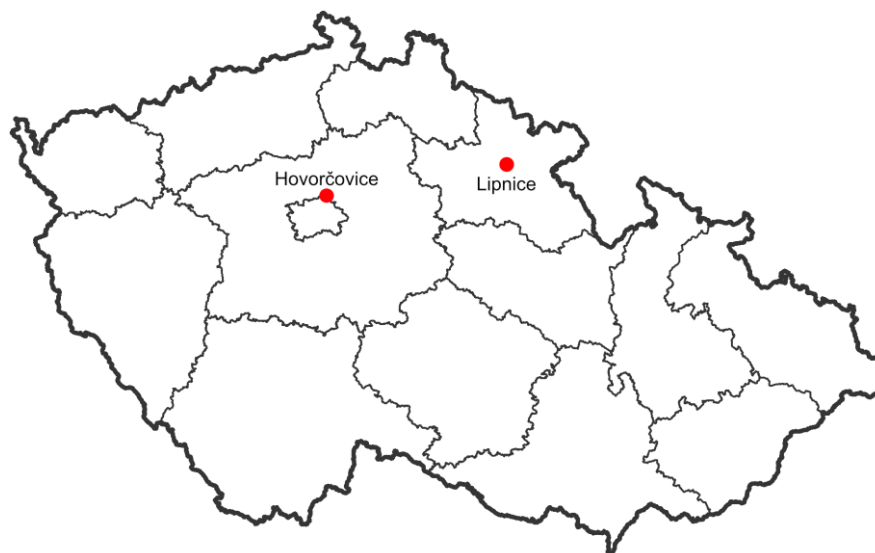
K ochraně či napravování degradované půdy můžeme využít několik způsobů. Na ochranu půd v našich podmínkách zejména proti erozi se využívají postupy od méně nákladných organizačních, přes agrotechnické, až po nákladné technické postupy. Opatření na ochranu půdy ovlivňují mnohem více faktorů než jen snížení její ztráty, ale mimo jiné také vodní poměry v půdě, což ve výsledku působí na hydrologii dané oblasti (Hůla a kol. 2003). Zalesňování méně kvalitních a pro zemědělskou činnost nevhodných půd je dalším opatřením, které pozitivně ovlivňuje nejen půdu samotnou, ale širokou škálu jiných faktorů. Z tohoto důvodu se na zalesnění poskytují dotace, a to konkrétně na zalesnění, následnou péči o lesní porost v následujících 5 letech a také jako kompenzace za ukončení zemědělské činnosti. Vhodné půdy na zalesnění jsou zejména půdy mělké, s výrazným sklonem, skeletovitostí a zamokřením (MZE ©2022b). Efekt zalesnění se projevuje v mnoha faktorech. Ovlivňuje klimatické změny snížením CO₂ v atmosféře, zlepšuje krajinnou biodiverzitu a ekologickou stabilitu, chrání půdu před erozí a zlepšuje hydrologické vlastnosti v krajině (MZE ©2022a). V rámci zlepšení hydrologického režimu můžeme hovořit například o omezení povrchového odtoku, zlepšení retenčních a infiltračních vlastností půdy, efektivnější využití srážek v zimním období, podpora tvorby organických látek a humusu a zlepšení tepelného režimu půdy a daného území (Kulhavý a kol. 2015). Zalesňované mohou být i malé plochy, například se může jednat o založení břehových porostů, přičemž je potřeba brát v potaz zakomponování těchto ploch do územního systému ekologické stability (ÚSES), ať už jako biokoridor, či biocentrum (Vopravil a kol. 2017 ex. Simon a kol. 2008).

4. CHARAKTERISTIKA STUDIJNÍHO ÚZEMÍ

Vyhodnocení změn hydrologických vlastností půdy v závislosti na změnu jejího využití je založeno na datech odebraných ze dvou lokalit, na kterých VÚMOP provádí kontinuální výzkum změn půdních charakteristik po zalesnění za pomoci instalovaných půdních sond snímajících teplotu a vlhkost. Výzkum v rámci této práce byl proveden ve spolupráci s VÚMOP, který poskytl potřebná data k vyhodnocení a za odborné konzultace jeho vědeckých pracovníků doc. Ing. Jana Vopravila, Ph.D. a Ing. Tomáše Khela.

První lokalita se nachází v obci Hovorčovice na pozemku společnosti Agrio a.s., kde proběhlo v roce 2013 zalesnění části zemědělské půdy o rozloze celkem 0,09 ha za spolupráce pracovníků VÚMOP a Fakulty lesnické a dřevařské České zemědělské univerzity v Praze. Rozložení zalesňované plochy bylo realizováno do čtverců 10 x 10 m, kdy do každého čtverce byl osázen jiný typ dřevin, přičemž našeho výzkumu se týká plocha se směsí dřevin: dub zimní, dub červený a javor mléč (Vopravil a kol. 2013).

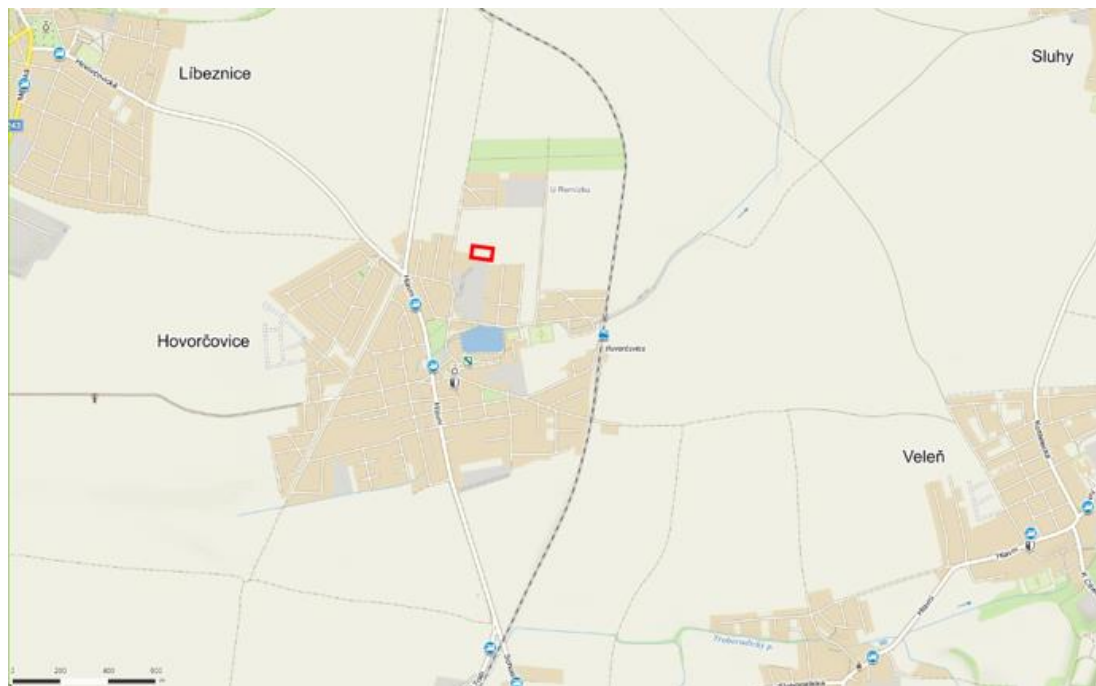
Druhou lokalitou je lesní půda v obci Dvůr Králové nad Labem v části Lipnice, kde v roce 2020 došlo na ploše se vzrostlým původním bukovým porostem k odlesnění části této plochy na holinu (Jan Vopravil 2022, in verb.).



Obrázek 5: Výzkumné lokality v rámci ČR (ČUZK ©2022 upravil autor 2022).

4.1. Charakteristika výzkumné lokality Hovorčovice

Lokalita Hovorčovice je situována severně od hlavního města Prahy přiléhající na jeho hranici a spadající do okresu Praha-východ ve Středočeském kraji. Oblast je situovaná do geomorfologického podcelku Českobrodské tabule, jenž je součástí celku Středolabská tabule a soustavy České tabule. Jedná se o reliéf krajiny plošin a pahorkatin s rovinnatým až mírně zvlněným terénem. Tento typ terénu krajinu předurčuje k zemědělskému využití, které je v dané oblasti hojně zastoupeno (AOPK ČR ©2022; Hovorčovice ©2022).



Obrázek 6: Výzkumná lokalita Hovorčovice (www.mapy.cz ©2022 upravitel autor 2022).

Lokalita hydrologicky spadá do hlavního povodí Labe s úmořím do Severního moře a dílčího povodí Horního a středního Labe. Tato oblast je v hydrogeologickém rajonu útvaru podzemních vod Křída severně od Prahy (CENIA ©2022).

Z klimatického hlediska jde o oblast teplého a mírně suchého klimatického regionu T2 s nadmořskou výškou v rozmezí 200-250 m n. m. Nadmořská výška výzkumných ploch je 224-225 m n.m. Průměrná teplota dané oblasti je 8-9 °C s průměrným úhrnem srážek v rozmezí 500 až 600 mm (AOPK ČR ©2022; Hovorčovice ©2022; VÚMOP ©2022b). Dle dat z ČHMÚ (©2022) byla v roce 2021 průměrná roční teplota 8,7 °C, kdy nejteplejším měsícem byl červen s denní teplotou 19,5 °C a průměrný roční úhrn srážek byl 627 mm, přičemž nejvydatnějším měsícem na srážky byl červenec s úhrnem 107 mm. Dle uvedených dat byl rok 2021 v rámci teploty spíše průměrný a v rámci srážek mírně nadprůměrný.

Uvedeným klimatickým podmínkám, reliéfu a oblasti zemědělské krajiny odpovídá i charakter geologického podloží dané lokality a půdní typ. Geologické podloží čtvrtohorní neuzpevněný sediment o celistvé textuře horniny spraše a sprašové hlíny

(ČGS ©2022; Penížek a kol. 2019a), z čehož se v dané lokalitě pedogenezí vyvinul půdní typ černozem modální (CEm) - HPJ 01 (hlavní půdní jednotka), jenž je pro danou klimatickou oblast a mateční horninu typický.

Černozem obecně patří mezi velmi cennou půdu s nejvyšším stupněm ochrany pro svoji vysokou produkční schopností a kvalitu. Půda je bezskeletovitá, s obsahem příměsí skeletu maximálně do 10 %. Hloubka půdy je v této lokalitě více jak 60 cm, což ji klasifikuje jako půdu hlubokou. Půda na této lokalitě je v rámci hydropedologických vlastností řazena mezi půdy hydrologické skupiny B, tedy půdy se střední rychlostí infiltrace 0,1 - 0,2 mm/min., se střední infiltrací a propustností 0,1-0,15 mm/min., s vysokou retenční vodní kapacitou (RVK) schopnou zadržet množství vody větší než 320 l/m² a vysokou využitelnou vodní kapacitou umožňující dostupnost vláhy pro potřeby rostlin větší než 200 l/m² (VÚMOP ©2022b).

Název tohoto půdního typu napovídá, že zbarvení půdy je velmi tmavé, což je zapříčiněno intenzivním humifikačním procesem. Obsah humusu je v této půdě bohatý, kdy mocnost humusového horizontu může sahát až k 80 cm. Vysoký obsah kvalitního humusu tak půdě dává nejen zbarvení, ale také zlepšuje její vlastnosti jako např. vysoká retence vody, stabilní struktura, velmi dobrá pórovitost, značná sorpční schopnost a vysoký obsah edafonu. Tyto půdy mají také obvykle neutrální pH (Vopravil a kol. 2010).



Obrázek 7: Půdní profil černozemě na lokalitě Hovorčovice (VÚMOP ©2020).

4.2. Charakteristika výzkumné lokality Lipnice

Lokalita Lipnice se nachází v Královohradeckém kraji okrese Trutnov jihozápadně od města Dvůr Králové nad Labem, jehož částí je obec Lipnice, u které se výzkumné plochy nachází. Plochy jsou situované v lesním celku lemujícího místní železniční trať mezi obcemi Lipnice a Zálesí. Lokalita je součástí geomorfologickém podcelku Bělohradská pahorkatina spadající pod celek Jičínská pahorkatina a soustavu Česká tabule. Jde o krajinný typ dle reliéfu, tzv. Krajinu rozřezaných tabulí. Výzkumné plochy jsou v terénu strmého až velmi strmého svahu sklonitosti 15°-35° severovýchodní expozice (AOPK ČR ©2022; Dvůr Králové n. L. ©2022).



Obrázek 8: Výzkumná lokalita Lipnice (www.mapy.cz ©2022 upravil autor 2022).

V rámci hydrologie lokalita spadá do dílčího povodí Horní a střední Labe hlavního povodí Labe, jež má úmoří v Severním moři. V rámci útvaru podzemních vod je území situováno v hydrogeologickém rajonu Královédvorská synklinála, jenž je významným zdrojem pitné vody Královohradeckého kraje (CENIA ©2022; Dvůr Králové n. L. ©2022).

Klimatická oblast dané lokality je mírně teplá MT9 a mírnou vlhkostí s nadmořskou výškou 300-400 m n.m., přičemž výzkumné plochy jsou v nadmořské výšce 375-377 m n.m. Průměrná roční teplota oblasti se pohybuje mezi 7 a 8 °C s průměrnými ročními srážkami 550-650 mm (AOPK ČR ©2022; Dvůr Králové n. L. ©2022). Porovnáme-li data z ČHMÚ (©2022) s průměrnými hodnotami Královohradeckého kraje z roku 2021, kdy průměrná teplota dosáhla 7,8 °C a průměrný úhrn srážek 689 mm lze říci, že rok 2021 byl na teplotu spíše průměrný a úhrn srážek mírně nadprůměrný. Nejteplejším měsícem v témže roce byl červen s teplotou 18,8 °C a nejvydatnějším na úhrn srážek byl červenec se 117 mm.

Geologické podloží je tvořeno zpevněným sedimentem horniny jílovitého křemenného pískovce druhohorního útvaru křídý, jenž je pro danou klimatickou oblast a českou křídovou pánev charakteristický. Textura této horniny je masivního charakteru se šikmým zvrstvením a jemnozrnnou až hrubozrnnou zrnitostí.

Na této mateční hornině se vyvinul půdní typ kambizem arenická (KAr), která je pro tuto horninu příznačná a je využívána zejména v lesnictví (ČGS ©2022; Penížek a kol. 2019a).

Kambizem je u nás nejvíce zastoupeným půdním typem, která se řadí mezi středně až méně kvalitní půdy. Jde o půdu typickou pro geomorfologickou oblast pahorkatin, vyvinutou v lesích s původními listnatými a smíšenými dřevinami. Její hloubka je obvykle mělčí s větší příměsí skeletu. V závislosti na mateční hornině křemičitého pískovce je půda této lokality spíše zrnitostně lehká, v našem případě písčítá, což odpovídá arenickému subtypu a má nižší pH (kyselejší) (Vopravil a kol. 2010). Na základě hydrologických vlastností je půda v této lokalitě řazena do hydrologické skupiny B, tedy půdy se střední rychlostí infiltrace, která má vysokou retenční vodní kapacitu (RVK) (VÚMOP ©2022c).



Obrázek 9: Půdní profil kambizemě na lokalitě Lipnice (VÚMOP ©2021).

Lesní vegetační stupeň, ve kterém se výzkumné plochy nacházejí je dubobukový s lesním typem svěží dubová bučina modální, přičemž buk je v rámci tohoto lesního vegetačního stupně přirozeně převládající dřevinou (ÚHÚL ©2022), což je možné potvrdit osobním pozorováním, kde byl spatřen výhradně vzrostlý bukový dřevinný porost.

5. METODIKA

5.1. Metodický postup a popis vybavení

V rámci výzkumných projektů obou lokalit byli výzkumnou institucí VÚMOP ve vytipovaných místech instalovány půdní sondy snímající pod povrchem půdy v určených hloubkách půdní vlhkost a půdní teplotu a s nimi propojená nadzemní část s teplotním senzorem snímající v určené výšce nad povrchem země teplotu ovzduší. Data z těchto sond byla v této práci využita k vyhodnocení (Jan Vopravil 2022, in verb.). V následujících částech dojde k popisu instalace půdních sond na jednotlivých lokalitách vč. získání dat, vyjmenování použitých metod a technologií, způsobu odebrání půdních vzorků a výběru hodnocených období.

5.1.1. Instalace půdních sond

Na lokalitě Hovorčovice byly půdní sondy instalovány v roce 2020 jak na ploše zemědělsky obdělávané půdy bez výrazného vegetačního pokryvu (stanoviště F1), tak i na ploše zalesněné pod porostem směsi listnatých dřevin dubem zimním, dubem červeným a javorem mléč (stanoviště F2). Zalesnění proběhlo v roce 2013. Půdní povrch zalesněné plochy je pokryt vrstvou listnatého opadu.



Obrázek 10: Stanoviště se sondami na lokalitě Hovorčovice (www.mapy.cz ©2022 upravil autor 2022).

Obě tyto plochy jsou půdního typu černozem modální vzniklé na půdotvorném substrátu spraše a sprašové hlíny, s hloubkou větší než 60 cm. Na stanovišti F1 v blízkosti sond byl instalován také srážkoměr (ombrometr) s dataloggerem, jehož data o atmosférických srážkách dané lokality byla v této práci využita pro vyhodnocení vlivu srážek na odezvu půdní vlhkosti. Na této lokalitě byly využity půdní sondy v prodloužené modifikaci, tzv. zakopávací, kdy půdní sonda je propojena s nadzemní částí pomocí kabelu (VÚMOP ©2021, in litt.).

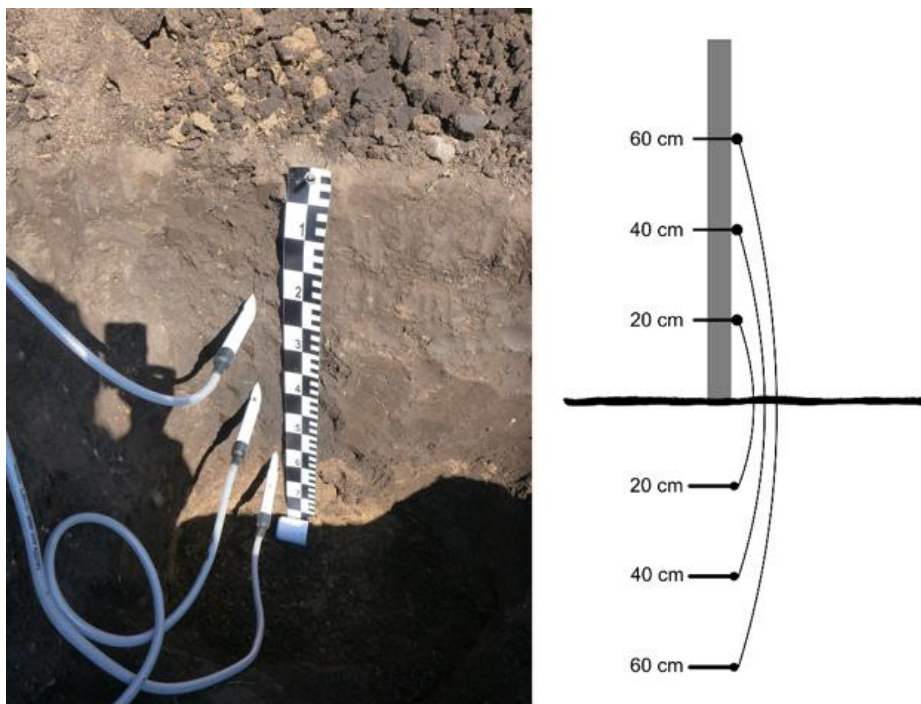


Obrázek 11: Instalované sondy se srážkoměrem na stanovišti F1 - Hovorčovice (foto autor 2022).



Obrázek 12: Instalované sondy na stanovišti F3 - Hovorčovice (foto autor 2022).

Před instalaci půdních sond na obou stanovištích byl nejprve uskutečněn výkop o hloubce přibližně 80 cm s dostatečným prostorem pro manipulaci a následnou instalaci sond. Následně byly v hloubkách 20, 40 a 60 cm instalovány půdní sondy zavedením do půdního profilu v horizontální poloze. Poté došlo k zasypání vyhloubené jámy s ohledem na instalované sondy a vyvedení připojovacích hadic v jednom místě nad půdní povrch, vedle kterých byl při zasypávání instalován dřevěný kůl pro upevnění nadzemních částí sond s teplotními senzory snímajícími teplotu vzduchu ve stanovené výšce nad povrchem země. Tyto části jsou pevně propojeny kabelem k půdním sondám. Výška umístění nadzemních částí s teplotními senzory nad povrchem země byla stanovena na základě hloubkového uspořádání zavedených půdních sond následovně: nadzemní část s teplotním senzorem snímající teplotu vzduchu ve 20 cm nad povrchem země odpovídá půdní sondě instalované v hloubce 20 cm, nadzemní teplotní senzor ve 40 cm nad povrchem země odpovídá půdní sondě v hloubce 40 cm a nadzemní teplotní senzor v 60 cm nad povrchem země odpovídá půdní sondě v hloubce 60 cm pod povrchem země. Nadzemní část s teplotním čidlem na stanovišti F1 umístěné 20 cm nad zemí instalované v roce 2020 bylo z důvodu jeho závady nahrazeno v roce 2021 novou částí stejného typu. Data z vadného i nového nadzemního senzoru byla spojena a promítnuta ve vyhodnocení (VÚMOP ©2022, in litt.).



Obrázek 13: Instalace a konfigurace sond na lokalitě Hovorčovice (foto VÚMOP ©2020, grafika autor 2022).

Instalace půdních sond na lokalitě Lipnice proběhla v roce 2021 na ploše lesní půdy pod původním vzrostlým bukovým lesním porostem (stanoviště Li2 - les) a na sousední odlesněné ploše lesní půdy (stanoviště Li3 - mýtina), kde došlo k vymýcení lesního porostu v roce 2020. Obě plochy jsou ve 30° svažitém terénu, exponované na severovýchod. Půdní typ těchto ploch je písčítá kambizem arenická bez obsahu skeletu, vyvinutá z půdotvorného substrátu křemičitého pískovce.



Obrázek 14: Stanoviště se sondami na lokalitě Lipnice (www.google.com/maps ©2022 upravil autor 2022).

Půdní povrch pod vzrostlým lesním porostem je pokryt listnatým opadem a částečně i úlomky větví a půdní povrch mýtiny je pokryt křovinou vegetací, pod kterou se nachází i listnatý opad a místy i úlomky větví (VÚMOP ©2022, in litt.).



Obrázek 15: Plocha s původním bukovým porostem stanoviště Li2 - Lipnice (foto autor 2022).



Obrázek 16: Plocha odlesněné mýtiny stanoviště Li3 – Lipnice (foto autor 2022).



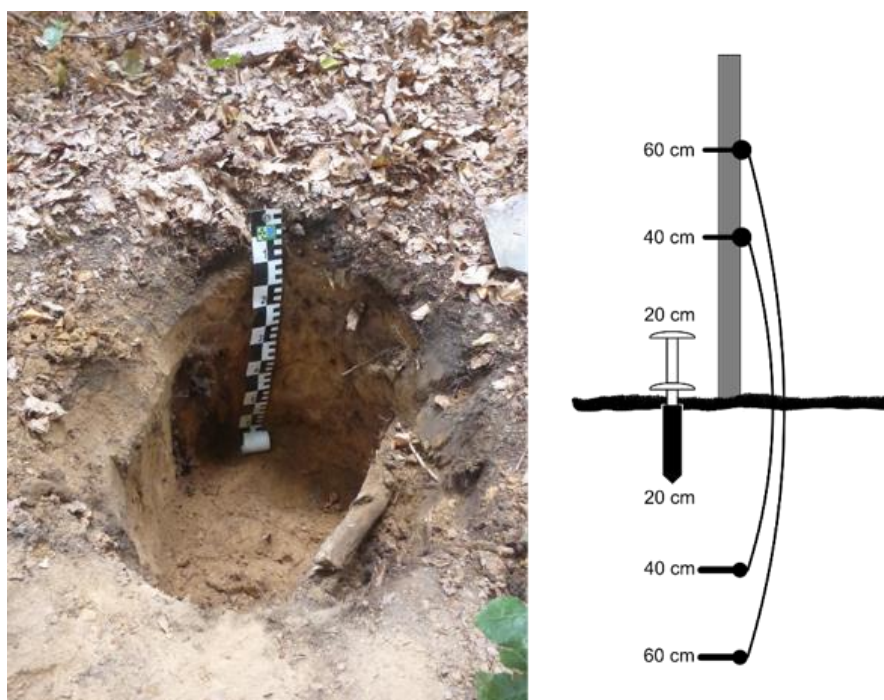
Obrázek 17: Instalované sondy na stanovišti Li2 - Lipnice (foto autor 2022).



Obrázek 18: Instalované sondy na stanovišti Li3 - Lipnice (foto autor 2022).

Na lokalitě Lipnice byly využity sondy dvou modifikací. První využitá modifikace v počtu dvou kusů je prodlouženou verzí tzv. zakopávací, kdy půdní sonda je propojena s nadzemní částí kabelem o potřebné délce. Tato modifikace byla instalována v hloubkách 40 a 60 cm. Třetí sondou byla krátká verze tzv. standardní, kdy půdní sonda je pevně spojena s nadzemní částí v jeden celek, byla aplikována do hloubky 20 cm (VÚMOP ©2022, in litt.).

Na obou stanovištích byly nejprve vykopány jámy do hloubky přibližně 65 cm o rozměrech umožňujících následnou instalaci půdních sond. Poté byly aplikovány dvě sondy v prodloužené zakopávací modifikaci v hloubkách 40 a 60 cm zavedením do půdního profilu v horizontálním směru. Následovalo zasypání výkopu a instalace dřevěného kůlu sloužícího k připevnění nadzemních částí těchto sond s teplotními senzory. Nadzemní části byly upevněny do výšky nad povrchem země odpovídající hloubce propojených půdních sond takto: nadzemní teplotní senzor ve 40 cm nad povrchem země odpovídá půdní sondě v hloubce 40 cm pod povrchem a nadzemní teplotní senzor v 60 cm nad povrchem odpovídá půdní sondě v hloubce 60 cm pod povrchem země. Třetí půdní sonda v krátké standardní modifikaci byla skrz půdní povrch aplikována kolmo do půdy tak, aby část sondy snímající půdní vlhkost a půdní teplotu byla zcela pod povrchem půdy a nadzemní část zůstala nad jejím povrchem. Tato sonda snímá hodnoty půdní vlhkosti v hloubce 20 cm a nadzemní teplotu ve výšce 20 cm nad povrchem země (VÚMOP ©2022, in litt.).



Obrázek 19: Výkop a konfigurace sond na lokalitě Lipnice (foto VÚMOP ©2021, grafika autor 2022).

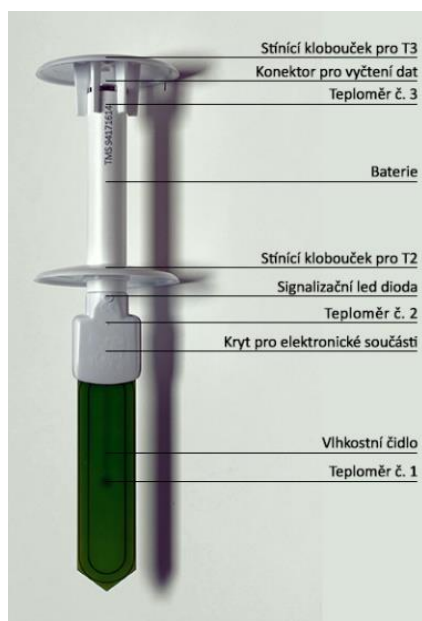
5.1.2. Popis vybavení, postup odběru dat a půdních vzorků

Pro výzkum byli použity datalogery TMS-4 značky TOMS, které díky třem teplotním a jednomu vlhkoštnímu senzoru snímají půdní vlhkost, půdní teplotu

a vzdušnou teplotu. Využity byli ve dvou modifikacích. Krátká standardní jednotka (zapichovací), u které je půdní sonda pevně spojena s nadzemní částí v jeden celek a prodloužená zakopávací jednotka, která má půdní sondu propojenou s nadzemní částí kabelem chráněným speciálním chráničem. Půdní sonda obsahuje jeden senzor na snímání půdní vlhkosti a dva senzory na snímání půdní teploty. Nadzemní část obsahuje baterii, paměť pro zápis dat, dotekovou sondu pro nastavení a stažení dat do počítače, teplotní senzor a stínící klobouček. Dataloggery mají životnost až 10 let se záznamem teplot v rozmezí -40 až +60 °C s přesností $\pm 0,5$ °C. Zápis snímaných hodnot může být prováděn v různých intervalech dle nastavení, přičemž snímaná data v našich lokalitách jsou ukládána každých 15 minut. Naměřená data se odebírala z nadzemních částí jednotek TMS-4 do notebooku pomocí TMD adaptéru, na který se přiložila doteková sonda. Tato data byla následně kalibrována na konkrétní půdu dané lokality v softwaru TMS3 Calibr podle zadaných hodnot zrnitostního složení, retenční vodní kapacity a bodu vadnutí konkrétní půdy (TOMS ©2022; VÚMOP ©2022, in litt.).



Obrázek 20: Datalogger TMS-4 zakopávací
(<https://eshop.tomst.com/tms-dataloggery/90-tms-3-zakopavaci-1m.html>).



Obrázek 21: Datalogger TMS-4 standard
(<https://tomst.com/web/cz/systemy/tms/tms-4>).

Pro získání půdních vlastností byly na jednotlivých stanovištích odebrány půdní vzorky v porušené i neporušené formě v hloubkách 20, 40 a 60 cm při provádění výkopu před instalací půdních sond. V každé z hloubek byly odebrány tři vzorky z důvodu minimalizace chybných dat díky heterogenitě půdního prostředí. Každý vzorek byl opatřen specifickým kódem pro jejich identifikaci. Na odebrání porušeného půdního vzorku byla použita nerezová lopatka a pro transport papírový sáček. Neporušené půdní vzorky byly odebrány pomocí tzv. Kopeckého válečku z nerezové oceli o objemu 100 cm³. Jelikož neporušený půdní vzorek musí odpovídat přirozenému stavu a charakteru půdy ve svém půdním prostředí bez stlačení, rozdrolení či jiné deformace, musel být odběr těchto vzorků proveden citlivě. Válečky byly opatrně vtlačeny do půdy, okolní zemina odstraněna a válečky pomalu vyjmuty. Po jejich očištění se z každé strany opatřily víčkem. Odebrané půdní vzorky následně sloužily ke stanovení fyzikálních, hydrofyzikálních a chemických půdních vlastností laboratořemi VÚMOP (Jan Vopravil 2021, in verb.; VÚMOP ©2021, in litt.).

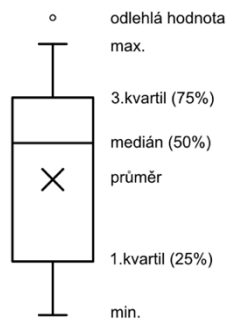
Na lokalitě Hovorčovice byl v blízkosti půdních sond na stanovišti F1 instalován srážkoměr Pronamic Pro se zachytnou plochou 0,2 m² a přesností 0,2 mm. Přesnost měření lze nastavit od 0,1-0,5 mm. Atmosférické srážky jsou odečítány pomocí technologie sklápěcí lopatky s velmi přesným měřením ± 2 %. Odečítaná data jsou zapisována každý den v čase 12,00 hodin na datalogger Minikin ERi. Sběr dat z dataloggeru byl proveden přiblížením infračerveného snímače IrDA/USB kabelu připojeného k notebooku s nainstalovaným softwarem Mini32 (EMS Brno ©2022; Pronamic ©2022).

5.1.3. Metodika vyhodnocení dat a princip výběru hodnoceného období

V rámci stěžejní kapitoly „Hodnocení dat a výsledky“ byla provedena analýza dat půdní vlhkosti jednotlivých stanovišť na lokalitách Hovorčovice a Lipnice. Došlo k vzájemnému porovnání půdní vlhkosti jednotlivých hloubek mezi stanovišti na obou lokalitách. V lokalitě Hovorčovice došlo také k vyhodnocení půdní odezvy na atmosférické srážky a teplotu ovzduší. Ve vyhodnocení byla také zohledněna vazba na zrnitostní složení půd, jež má vliv na vlhkost jednotlivých horizontů půdního profilu.

Pro vyhodnocení půdní vlhkosti z vybraných období byly zvoleny reprezentativní měsíce každého roku s výraznými či netypickými rozdíly v průměrné měsíční půdní vlhkosti mezi stanovišti dané lokality. U vyhodnocení měsíčních extrémních hodnot byly analyzovány minimální, maximální a průměrné hodnoty jednotlivých hloubek na obou stanovištích obou lokalit ze všech měsíců celého měřeného období. Porovnávaná data jednotlivých hloubek jsou měsíčním průměrem hodnot půdní vlhkosti dané hloubky hodnoceného měsíce. Pomocí krabicového grafu byla vyhodnocena variabilita dat v hloubce 20 cm převážně v rámci kvartilového rozpětí. V případě přítomnosti odlehlých hodnot, znázorňující hodnoty vzdálené od běžného rozsahu hodnot, byla vyhodnocena variabilita dat mezi minimální a maximální hodnotou, jelikož tyto hodnoty nejsou chybovými hodnotami, ale znázorňují výraznou reakci půdní vlhkosti na srážky a teplotu ovzduší. Minimální či maximální hodnota je pak

daná krajní odlehlou hodnotou. Krabicový graf znázorňuje údaje uvedené na následujícím obrázku.



Obrázek 22: Legenda krabicového grafu (grafika autor 2022).

V hloubkách 40 cm a 60 cm došlo k vyhodnocení variability dat mezi minimální a maximální hodnotou vždy.

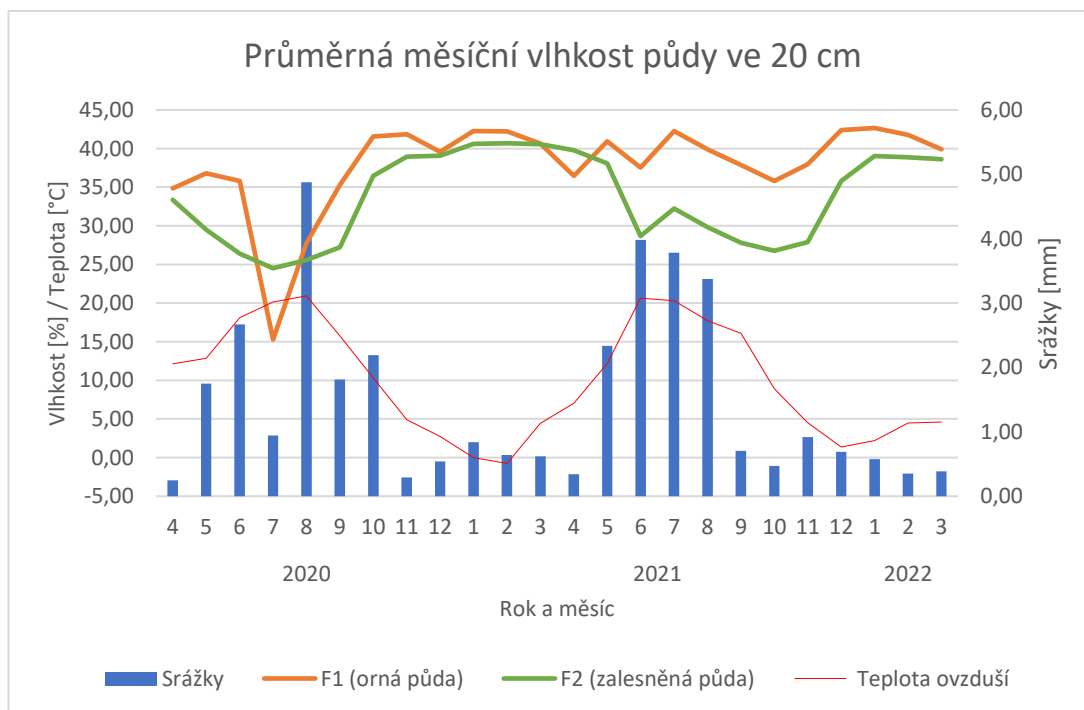
6. HODNOCENÍ DAT A VÝSLEDKY

6.1. Vyhodnocení dat v lokalitě Hovorčovice

K následnému vyhodnocení dat vybraných reprezentativních měsíců z celého období jsou využita zprůměrovaná měsíční data půdní vlhkosti jednotlivých měřených hloubek stanoviště F1 (orná půda) a stanoviště F2 (zalesněná půda) se znázorněním průměrného měsíčního úhrnu srážek a průměrných měsíčních teplot naměřeným ve výšce 60 cm nad povrchem orné půdy.

6.1.1. Vyhodnocení půdní vlhkosti v hloubce 20 cm

Graf 1 znázorňuje průměrnou měsíční půdní vlhkost v hloubce 20 cm na obou stanovištích s vyobrazením průměrných měsíčních teplot ovzduší a úhrnů srážek. Tato hloubka je nejvíce vystavena působení změn počasí a lze na ní nejlépe demonstrovat reakci jednotlivých půd na atmosférické srážky a teplotu ovzduší. Z grafu je patrné, že orná půda F1 reaguje na vliv atmosférických srážek mnohem intenzivněji než zalesněná půda F2. Z grafu lze také vyčíst, že ve většině měsíců je půdní vlhkost v hloubce 20 cm vyšší u orné půdy oproti zalesněné. Některé měsíce ovšem vykazují opačný poměr, a to konkrétně v roce 2020 měsíc červenec a v roce 2021 měsíc duben.



Graf 1: Průměrná měsíční vlhkost půdy v hloubce 20 cm - Hovorčovice
(data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

Podíváme-li se na graf podrobněji ve vztahu k atmosférickým srážkám a teplotě ovzduší, tak v červenci 2020 reaguje orná půda na snížení množství srážek a zvyšující se teplotu mnohem intenzivnějším snížením půdní vlhkosti než zalesněná půda.

V tomto měsíci byl naměřen průměrný úhrn srážek 0,94 mm a průměrná měsíční teplota 20,1 °C. V červnu byla u orné půdy naměřena průměrná měsíční hodnota půdní vlhkosti 35,81 %, a v červenci již tato hodnota dosahovala pouze 15,29 %. Došlo tedy u orné půdy v této hloubce k poklesu půdní vlhkosti mezi červnem a červencem o 20,52 %. Zalesněná půda vykazovala v červnu hodnotu průměrné měsíční půdní vlhkosti 26,39 % a v červenci hodnotu 24,51 %, což ukazuje mnohem mírnější reakci poklesem půdní vlhkosti o 1,88 %. Vyšší teplota způsobila zvýšenou evaporaci a nižší úhrn srážek nestačil půdu dostatečně saturovat, proto došlo na obou půdách ke snížení hodnot půdní vlhkosti. Evaporace tedy převyšovala infiltraci srážek.

Následující měsíc srpen téhož roku byl na úhrn srážek nejvydatnější s průměrnou hodnotou 4,88 % a nejteplejší s průměrnou teplotou 20,9 °C. V grafu lze spatřit opět výraznou reakci orné půdy v hloubce 20 cm na srážky v navýšení průměrné srpnové vlhkosti na hodnotu 27,74 %, což je zvýšení mezi červencem a srpnem o 12,45 %. U zalesněné půdy došlo vlivem srpnových srážek také ke zvýšení půdní vlhkosti na srpnovou průměrnou hodnotu 25,56 %, ovšem v mnohem mírnějším navýšení oproti červenci o 1,05 %. V tomto případě došlo díky značnému úhrnu srážek k jejich infiltraci a saturaci půdy, ačkoli byla průměrná měsíční teplota ovzduší v daném roce nejvyšší. Infiltrace srážek tedy převyšovala evaporaci.

Podobně lze vyhodnotit i již zmíněný duben v roce 2021 a 2022, jenž také v obou letech vykazoval opačný poměr hodnot půdní vlhkosti mezi ornou a zalesněnou půdou v hloubce 20 cm oproti jiným měsícům daného roku.

V roce 2021 vykazovala orná půda v hloubce 20 cm průměrnou půdní vlhkost v březnu 40,66 %, v dubnu 36,49 % a v květnu 40,94 %. Mezi březnem a dubnem došlo k poklesu půdní vlhkosti o 4,17 % a mezi dubnem a květnem k následnému zvýšení o 4,45 %. Snížení půdní vlhkosti u orné půdy mezi březnem a dubnem bylo způsobeno zvýšením průměrné měsíční teploty o 2,7 °C mezi březnem a dubnem ze 4,4 °C na 7,1 °C, přičemž byl zároveň v těchto měsících nízký úhrn srážek s březnovým průměrem 0,62 mm a dubnovým průměrem 0,34 mm. Zvýšená teplota ovzduší a malý úhrn srážek tak způsobil převyšující evaporaci nad infiltrací. Následné navýšení půdní vlhkosti mezi dubnem a květnem ovlivnilo zejména zvýšení průměrného květnového úhrnu srážek s hodnotou 2,34 mm s průměrnou teplotou ovzduší 12,2 °C, což vedlo k převládající infiltraci srážek nad evaporací.

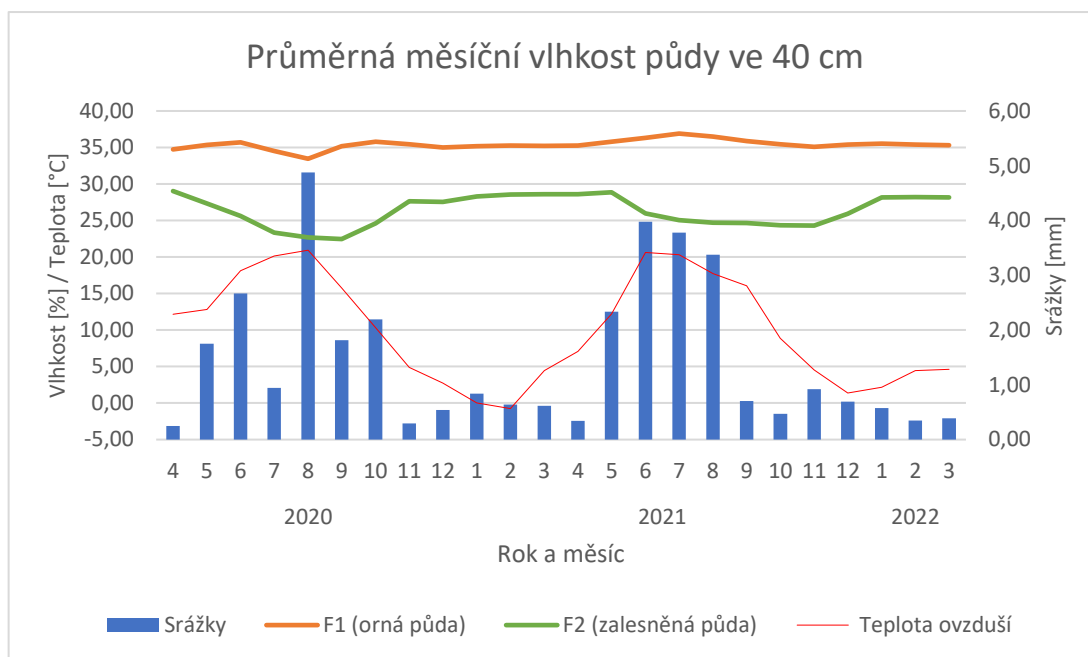
Průměrné hodnoty půdní vlhkosti zalesněné půdy v hloubce 20 cm v roce 2021 byly v březnu 40,57 %, v dubnu 39,79 % a v květnu 38,07 %. Z uvedených dat vyplývá, že u zalesněné půdy došlo mezi uvedenými měsíci k postupnému poklesu půdní vlhkosti, a to mezi březnem a dubnem o 0,78 % a mezi dubnem a květnem o 1,72 %. Již zmíněný nízký úhrn srážek v měsících březnu a dubnu a vyšší úhrn srážek v květnu za současného působení zvyšující se teploty ovzduší ovlivnil vlhkost zalesněné půdy převládajícím výparem nad infiltrací.

Intenzivní reakce orné půdy v hloubce 20 cm na atmosférické srážky a teplotu ovzduší lze vysvětlit její odkrytou plochou, jež byla vystavena plnému působení těchto faktorů. Z toho důvodu je při vyšších teplotách a nižších srážkách výraznější evaporace a v případě dostatečně vydatných srážek vyšší infiltrace. Mírnější odezvu zalesněné půdy v hloubce 20 cm v hodnotách půdní vlhkosti lze vysvětlit přítomností dřevinného porostu a listového opadu pokrývajícího půdní povrch, jež poměrnou část atmosférických srážek zachytávají tzv. intercepce a zároveň půdu chrání před přímým slunečním zářením. V případě vydatného úhrnu srážek a nízké evaporace, je vliv srážek na půdu zmírněn intercepceí značné části srážek na porostu a listovém opadu, který také zpomaluje a omezuje infiltraci srážek do půdy. Těmito faktory tak dochází ke zmírnění průběhu zvyšování půdní vlhkosti zalesněné půdy. Pokud naopak převládá výpar nad srážkami, tak díky evapotranspiraci dochází pod vegetací k dostatečně vlhkému mikroklima, jež je v interakci s půdním prostředím, které ovlivňuje. Listový opad na povrchu půdy a dostatečně vlhké mikroklima pod porostem jsou faktory zmírňující průběh snižování půdní vlhkosti. V porovnání s ornou půdou jsou tak změny v půdní vlhkosti v reakci na atmosférické srážky a teplotu ovzduší mnohem plynulejší a mírnější.

V roce 2022 byl největší rozdíl mezi stanovišti v této hloubce v měsíci lednu. Průměrná měsíční hodnota půdní vlhkosti orné půdy v hloubce 20 cm byla v lednu 42,67 % a u zalesněné půdy 39,03 %, což je rozdíl o 3,64 %. Průměrný lednový úhrn srážek byl 0,57 mm a s průměrnou vzdušnou teplotou 2,2 °C. Orná půda tak byla srážkami mírně saturována již daný měsíc, což se projevilo ve zvýšení průměrné půdní vlhkosti o 0,3 % mezi prosincem 2021 a lednem 2022. U orné půdy tedy infiltrace mírně převyšovala evaporaci. Jelikož byla zalesněná půda pod stromovým porostem pokryta listovým opadem, byla proti evaporaci, ale i přímému vlivu srážek mnohem lépe chráněna. Srážky z měsíce prosinec 2021 v úhrnu 0,69 mm se vzdušnou teplotou 1,4 °C se tak infiltrovaly do půdy mnohem pomaleji a za mírné dotace lednových srážek roku 2022 došlo k promítnutí zvýšené půdní vlhkosti zalesněné půdy v hloubce 20 cm až v lednovém průměru. Průměrná půdní vlhkost mezi prosincem 2021 a lednem 2022 byla tak navýšena o 3,24 %. Odlišnou hodnotu v nárůstu půdní vlhkosti mezi ornou a zalesněnou půdou mezi prosincem 2021 a lednem 2022 lze vysvětlit tak, že infiltrace u zalesněné půdy převyšovala evaporaci o něco více než u orné půdy, a to díky listovému opadu na půdním povrchu, který značně omezoval evaporaci.

6.1.2. Vyhodnocení půdní vlhkosti v hloubce 40 cm

V hloubce 40 cm již nejsou reakce orné půdy na srážky a teplotu ovzduší oproti hloubce 20 cm tak intenzivní, jak je patrné z grafu 2, a dochází zde k mírnější variabilitě půdní vlhkosti. Zalesněná půda v této hloubce reaguje také mnohem mírněji. Obě půdy v této hloubce reagují oproti hloubce 20 cm s adekvátním zpožděním.



Graf 2: Průměrná měsíční vlhkost půdy v hloubce 40 cm - Hovorčovice
(data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

V roce 2020 lze za výraznou reakci orné půdy v této hloubce považovat výkyv v podobě poklesu průměrné půdní vlhkosti mezi červencem a srpnem s následným růstem mezi srpnem a zářím. U zalesněné půdy byla reakce mezi těmito měsíci mírně odlišná, kdy šlo o průběžný pokles. V roce 2021 je reakce na srážky a teplotu ovzduší orné půdy plynulejší, ovšem dle v grafu si lze všimnout, že zejména v rozmezí měsíců května až července mají obě půdy opačný trend vývoje půdní vlhkosti. V roce 2022 jde v této hloubce o vyrovnané hodnoty půdní vlhkosti, avšak je zde mírně rozdílná odezva jednotlivých půd mezi lednem a únorem.

Průměrná červencová půdní vlhkost orné půdy v této hloubce v roce 2020 měla hodnotu 34,54 %. Následně došlo ke snížení půdní vlhkosti o 1,08 % na průměrnou srpnovou hodnotu 33,46 %. V září byla průměrná půdní vlhkost 35,19 %, což je oproti srpnové hodnotě navýšení o 1,73 %. Vyšší průměrná teplota ovzduší 20,1 °C a nižší úhrn srážek 0,94 mm v měsíci červenci způsobil vyšší výpar z vrchní vrstvy orné půdy, což ovlivnilo i hloubku 40 cm, která nebyla průsakem srážek dotována a došlo tak mezi červencem a srpnem k poklesu půdní vlhkosti. Následné průměrné srpnové srážky však byly vydatnější s hodnotou 4,88 mm a průměrnou teplotou ovzduší 20,9 °C, přičemž došlo mezi srpnem a zářím k poklesu průměrné měsíční teploty na hodnotu 15,8 °C s průměrným úhrnem srážek měsíce září 1,81 mm. To vedlo

k postupné saturaci vrchního horizontu, ze kterého srážky následným průsakem ovlivnily nižší vrstvy, čímž došlo mezi měsíci srpnem a zářím ke zvýšení půdní vlhkosti v hloubce 40 cm.

Zalesněná půda vykazovala průměrnou červencovou půdní vlhkost v této hloubce 23,33 %, v srpnu 22,68 % a v září 22,46 %. Z uvedených dat vyplývá, že v rámci posuzovaných měsíců došlo u této půdy k postupnému snižování půdní vlhkosti. Mezi červencem a srpnem došlo k poklesu o 0,65 % a následně mezi srpnem a zářím k poklesu o 0,22 %. Díky červencovým srážkám a teplotě ovzduší převládal výpar nad infiltrací, což ovlivnilo i hloubku 40 cm zalesněné půdy poklesem půdní vlhkosti mezi červencem a srpnem. Ačkoli byl úhrn srpnových srážek vydatný, tak díky intercepci na stromovém porostu a listovém opadu bylo množství srážek infiltrovaných do půdy dostatečné pouze pro ovlivnění půdní vlhkosti v hloubce 20 cm, ale nedošlo k dostatečnému ovlivnění v hloubce 40 cm. Z tohoto důvodu nastal v této hloubce mezi srpnem a zářím opět mírný pokles půdní vlhkosti. Svůj podíl na tom má i zrnitostní složení půdy, umožňující snadnější průsak půdní vody do nižších vrstev a také vláhová potřeba stromového porostu.

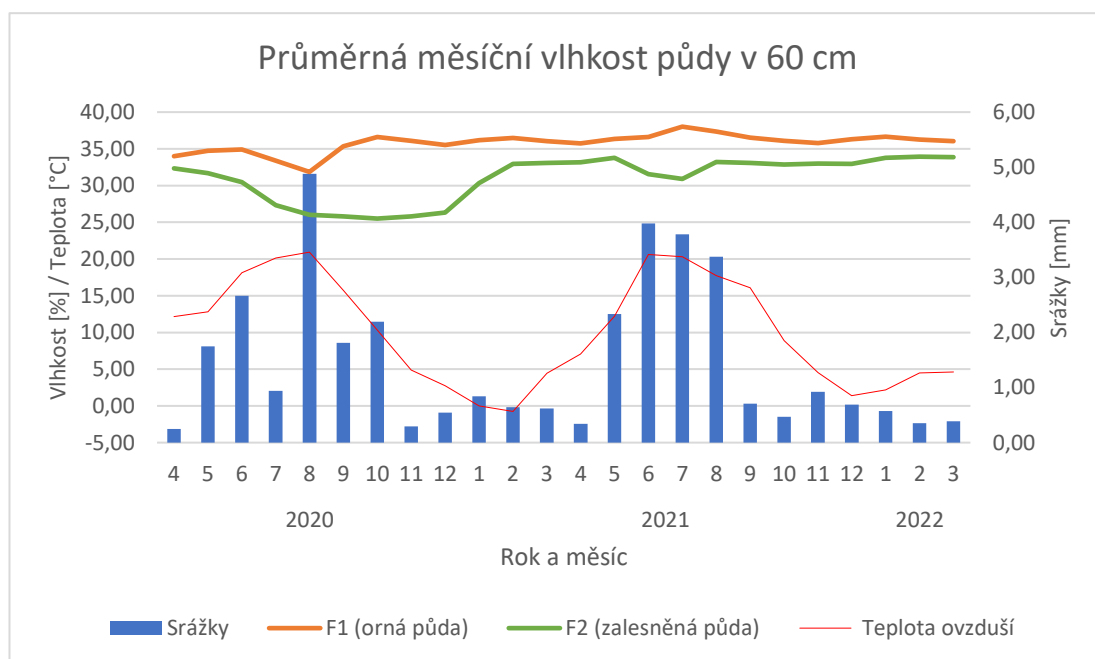
V roce 2021 byla v hloubce 40 cm u orné půdy naměřena v květnu průměrná půdní vlhkost 35,80 %, v červnu 36,32 % a v červenci 36,90 %. V průběhu těchto měsíců došlo tedy k postupnému nárůstu půdní vlhkosti, a to mezi květnem a červnem o 0,52 % a mezi červnem a červencem o 0,58 %. Zalesněná půda v této hloubce oproti orné půdě vykazovala v těchto měsících opačný trend, kdy průměrná půdní vlhkost v květnu byla naměřena 28,85 %, v červnu 25,98 % a v červenci 25,06 %. Mezi květnem a červnem došlo tedy k poklesu půdní vlhkosti o 2,87 % a mezi červnem a červencem k dalšímu poklesu o 0,92 %. V těchto měsících byly průměrné měsíční srážky s úhrnem v květnu 2,34 mm, v červnu 3,98 mm a v červenci 3,78 mm. Ačkoli došlo k výraznému zvýšení průměrné vzdušné teploty zejména mezi květnem a červnem, kdy v květnu byla průměrná teplota 12,2 °C a v červnu 20,6 °C, přičemž v červenci šlo o mírný pokles na teplotu 20,3 °C, díky množství srážek byla vrchní vrstva orné půdy v květnu a v červenci dostatečně saturována, což vedlo k následnému průsaku a ovlivnění půdy v hloubce 40 cm a navýšení průměrné měsíční půdní vlhkosti mezi hodnocenými měsíci. V červnu sice byla díky vysoké teplotě vrchní vrstva orné půdy ovlivněna evaporací snížením půdní vlhkosti, ale neovlivnila vlhkost nižších vrstev půdy.

Vliv uvedených srážek a teploty ovzduší mělo v této hloubce u zalesněné půdy opačný efekt. Vlivem intercepce srážek na stromovém porostu a listovém opadu bylo množství infiltrovaných srážek do půdy mnohem nižší, než by bylo potřeba k ovlivnění hloubky 40 cm. Vyšší teploty způsobily v červnu značný výpar, který se v tomto měsíci projevil také poklesem půdní vlhkosti i u vrchní vrstvy a ačkoli v červenci byla vrchní vrstva dostatečně saturována srážkami tak, že vykazovala zvýšení půdní vlhkosti, tato saturace ovlivnila hloubku 40 cm této půdy pouze do té míry, že mezi červnem a červencem snížila pokles půdní vlhkosti.

V roce 2022 vykazovaly půdy obou stanovišť v této hloubce, byť minimální, ale odlišnou reakci mezi měsíci lednem a únorem. Průměrná lednová vlhkost orné půdy v hloubce 40 cm byla 35,52 % a v únoru 35,39 %. Hodnota průměrné lednové vlhkosti zalesněné půdy v této hloubce činila 28,16 % a v únoru 28,20 %. U orné půdy jde tedy mezi lednem a únorem k poklesu půdní vlhkosti o 0,13 % a u zalesněné půdy k velmi malému nárůstu o 0,04 %. Průměrná lednová teplota ovzduší byla naměřena 2,2 °C a v únoru 4,5 °C, což je zvýšení o 2,3 °C. Průměrný úhrn srážek byl v měsíci lednu 0,57 mm a v únoru 0,35 mm. Pokles vlhkosti orné půdy v hloubce 40 cm lze vysvětlit zvýšením teploty a snížením úhrnu srážek mezi lednem a únorem, což se projevilo snížením půdní vlhkosti i ve vrchní vrstvě. Drobný nárůst půdní vlhkosti v této hloubce u zalesněné půdy lze přičíst průsaku lednových srážek z vrchní vrstvy, přičemž průměrná lednová teplota nedosahovala takové hodnoty, aby pod stromovým porostem převyšoval výpar nad infiltrací srážek, které tak následně mohly ovlivnit hloubku 40 cm.

6.1.3. Vyhodnocení půdní vlhkosti v hloubce 60 cm

Hloubka 60 cm vykazuje podobně jako hloubka 40 cm plynulejší reakce na atmosférické srážky a teplotu ovzduší oproti hloubce 20 cm. Jelikož jde o nejnižší měřený horizont, je nutné počítat s určitým zpožděním reakce na srážky a teploty.



Graf 3: Průměrná měsíční vlhkost půdy v hloubce 60 cm - Hovorčovice
(data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

I v této hloubce lze dle grafu 3 spatřovat mezi ornou a zalesněnou půdou jisté odlišnosti v rámci reakce na srážky a teplotu ovzduší. V roce 2020 jde podobně jako u hloubky 40 cm o výkyv v podobě poklesu průměrné měsíční půdní vlhkosti mezi měsíci červencem, srpnem a zářím, kdy došlo nejprve k poklesu a následně k nárůstu průměrné půdní vlhkosti, přičemž zalesněná půda v tomto období reagovala pouze snižující se hodnotou průměrné půdní vlhkosti, obdobně jako v hloubce 40 cm.

V roce 2021 jde při porovnání orné a zalesněné půdy o opačnou reakci na srážky a teplotu ovzduší mezi měsíci červnem, červencem a srpnem. V roce 2022 mají stanoviště odlišný trend vývoje hodnot půdní vlhkosti mezi měsíci lednem a únorem, což lze vysvětlit stejně jako v hloubce 40 cm.

V červenci roku 2020 byla průměrná měsíční půdní vlhkost orné půdy v hloubce 60 cm naměřena 33,37 % a následující měsíc srpen 31,86 %, což je o 1,51 % méně. V měsíci září již byla půdní vlhkost 35,34 %, tedy o 3,48 % více. Zalesněná půda vykazovala průměrnou půdní vlhkost v červenci 27,32 %, v srpnu o 1,31% nižší s hodnotou 26,01 % a v září 25,81 %, což je snížení o 0,20 %. Pokles mezi červencem a srpnem u orné půdy v této hloubce lze zdůvodnit nižším úhrnem červencových srážek 0,94 mm a vyšší vzdušnou teplotou 20,1 °C, což způsobilo v červenci vyšší výpar s poklesem půdní vlhkosti i u vrchních vrstev, přičemž určitá část půdní vody také odtekla průsakem z hloubky 60 cm do nižších horizontů. Následný vzrůst půdní vlhkosti mezi srpnem a zářím je odezvou na vydatný srpnový úhrn srážek 4,88 mm, jež navzdory vysoké vzdušné teplotě 20,9 °C významně saturoval vrchní vrstvu a díky průsaku došlo k ovlivnění nejen hloubky 40 cm ale také hloubky 60 cm.

Červencový nízký úhrn srážek a vyšší vzdušná teplota ovlivnila vyšší evaporací vrchní vrstvu zalesněné půdy, což se následně promítlo i ve snížení půdní vlhkosti mezi červencem a srpnem v hloubce 60 cm. I když srpnové srážky ovlivnily v této hloubce ornou půdu zvýšením vlhkosti, tak jelikož je zalesněná půda chráněna dřevinným porostem a listovým opadem, díky intercepci se do půdy mohlo infiltrovat mnohem méně srážek. Množství infiltrovaných srážek tak stačilo saturovat pouze vrchní vrstvu půdy a nižší horizonty nebyli ovlivněny, což v hloubce 60 cm vedlo k mírnému poklesu půdní vlhkosti zalesněné půdy také mezi měsícem srpnem a zářím.

V červnu roku 2021 byla u orné půdy v hloubce 60 cm v měsíčním průměru naměřena půdní vlhkost 36,62 %. V červenci došlo k navýšení o 1,40 % na hodnotu 38,02 % a následně v srpnu k poklesu o 0,69 % na hodnotu 37,33 %. Zalesněná půda v této hloubce mezi uvedenými měsíci měla opačný trend. Z průměrné červnové hodnoty půdní vlhkosti 31,56 % v této hloubce došlo k poklesu o 0,67 % na červencovou hodnotu 30,89 %. V srpnu již byla průměrná půdní vlhkost 33,20 %, tedy o 2,31 % vyšší. Zvýšení vlhkosti u orné půdy mezi červnem a červencem bylo v této hloubce způsobeno výrazným úhrnem červnových a červencových srážek, kdy srážky v červnu činily v úhrnu 3,98 mm a v červenci 3,78 mm s průměrnou červnovou teplotou ovzduší 20,6 °C a červencovou teplotou 20,3 °C. Odezva orné půdy, jež byla plně vystavená těmto srážkám, nastala mezi měsícem červnem a červencem ve zvýšení půdní vlhkosti nejen ve vrchní vrstvě, ale došlo také k ovlivnění půdní vlhkosti v hloubce 60 cm. Srpnový úhrn srážek byl 3,37 mm s průměrnou teplotou ovzduší 17,7 °C. I když byl úhrn srážek značný, vlivem déle trvajících vyšších vzdušných teplot došlo k převaze evaporace nad infiltrací srážek, což výrazně ovlivnilo v měsíci srpen zejména vrchní vrstvu orné půdy poklesem půdní vlhkosti, ale také mělo dopad na snížení půdní vlhkosti o 0,69 % v hloubce 60 cm.

U zalesněné půdy značné množství červnových srážek zachytila intercepce stromovým porostem a listovým opadem, a na povrch půdy dopadlo jen určité množství srážek, u nichž došlo vlivem vysoké červnové teploty z velké části k evaporaci, jež v tomto případě převažovala. V důsledku toho došlo k poklesu průměrné červnové půdní vlhkosti ve vrchním horizontu, což se následně projevilo snížením průměrné červencové půdní vlhkosti také v hloubce 60 cm. Výrazný červencový úhrn srážek ovlivnil vrchní vrstvu navýšením průměrné půdní vlhkosti, která vlivem průsaku zvýšila průměrnou srpnovou půdní vlhkost v hloubce 60 cm o 2,31 %.

Z výše uvedených grafů a vyhodnocení lze konstatovat, že v rámci jednotlivých hloubek půdních profilů obou půd má nejvýraznější a nejintenzivnější odezvu na atmosférické srážky a teplotu ovzduší orná půda v hloubce 20 cm. Zalesněná půda ve stejné hloubce vykazuje v závislosti na tyto faktory díky vegetačnímu pokryvu mnohem stabilnější a plynulejší odezvu. Se snižující se hloubkou stabilita u obou půd stoupá.

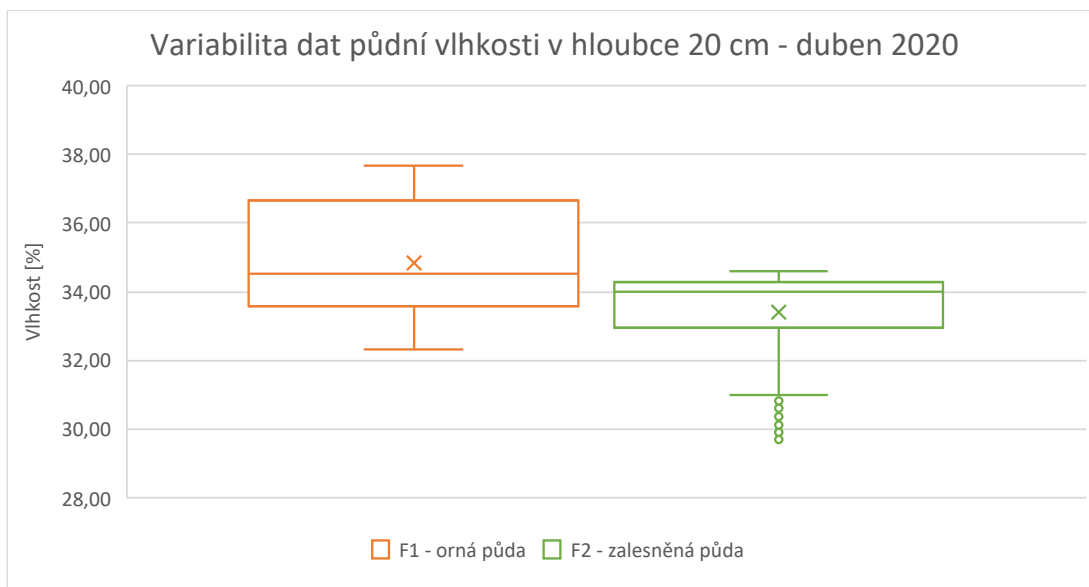
6.1.4. Vyhodnocení měsíčních extrémů za celé měřené období

V této části je uvedeno vyhodnocení extrémů jednotlivých měsíců za celé období v podobě naměřených maximálních a minimálních hodnot půdní vlhkosti jednotlivých hloubek na stanovišti F1 a F2, se zaměřením zejména na hloubku 20 cm, jež nejvýrazněji vykazuje odezvu na srážky a vzdušnou teplotu, kde pro lepší znázornění variability hodnot bude využit krabicový graf.

měsíc, rok	stanoviště	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
		hloubka	min.	max.	průměr	min.	max.
Duben 2020	20 cm	32,31	37,65	34,83	29,67	34,59	33,38
	40 cm	34,28	35,06	34,73	27,69	29,27	29,03
	60 cm	33,63	34,21	33,98	31,00	32,58	32,36

Tabulka 2: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - duben 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

V měsíci dubnu roku 2020 byla u orné půdy v hloubce 20 cm průměrná půdní vlhkost 34,83 %, přičemž maximální hodnota dosahovala 37,65 % a minimální 32,31 %. Rozsah mezi minimální a maximální hodnotou průměrné půdní vlhkosti v této hloubce činil 5,34 %. U zalesněné půdy byla měsíční průměrná půdní vlhkost v hloubce 20 cm 33,38 %. Minimální vlhkost zalesněné půdy v hloubce 20 cm byla 29,67 % a maximální 34,59 %, což je rozsah 4,92 %. V tomto měsíci byl průměrný úhrn srážek 0,25 mm a průměrná vzdušná teplota 12,1 °C. Z dat je patrné, že mnohem větší rozsah mezi minimální a maximální hodnotou vykazuje v této hloubce orná půda. Rozdíl mezi minimální a průměrnou vlhkostí půdy je 2,52 %, a mezi maximální a průměrnou vlhkostí půdy 2,82 %. Z dat je patrné, že extrémní hodnoty mají rozptyl v obou směrech od průměrné hodnoty půdní vlhkosti v celku podobný. U zalesněné půdy je rozdíl mezi minimální vlhkostí a průměrnou 3,71 % a maximální hodnota je vyšší o 1,21 %.



Graf 4: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - duben 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

Z krabicového grafu je zřejmé, že větší variabilitu dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm vykazuje orná půda, která tak intenzivněji reagovala na srážky a teplotu. Medián hodnot pod průměrnou hodnotou značí, že orná půda vykazovala častěji nižší půdní vlhkost od průměrné, což odpovídá celkově nižším srážkám daného měsíce. Variabilita půdní vlhkosti u zalesněné půdy v hloubce 20 cm byla oproti orné půdě mnohem nižší, což ukazuje na mnohem stabilnější odezvu na srážky a teplotu ovzduší. Medián hodnot znázorněný nad průměrem ukazuje, že zalesněná půda v této hloubce si daný měsíc udržovala častěji nadprůměrnou půdní vlhkost.

Průměrná měsíční vlhkost orné půdy v hloubce 40 cm byla 34,73 %. Minimální hodnota půdní vlhkosti dosahovala 34,28 % a maximální 35,06 %. Rozmezí mezi jednotlivými extrémy v této hloubce bylo 0,78 %. U zalesněné půdy v hloubce 40 cm byla průměrná půdní vlhkost 29,03 %. Minimální vlhkost půdy byla naměřena 27,69 % a maximální 29,27 %, přičemž rozdíl těchto hodnot činí 1,58 %. Při porovnání této hloubky mezi stanovišti lze konstatovat, že rozmezí extrémních hodnot u orné půdy v této hloubce je menší než u zalesněné půdy, což lze vysvětlit rozdílným zrnitostním složením půd. Mezi průměrnou vlhkostí orné půdy a minimální hodnotou je rozdíl 0,45 % a maximální hodnotou 0,33 %. U zalesněné půdy je minimální hodnoty od průměrné menší o 1,34 % a maximální větší o 0,24 %. Podobně jako v hloubce 20 cm je i v hloubce 40 cm zalesněná půda v průměrné hodnotě půdní vlhkosti mnohem blíže maximální hodnotě, což značí, že si v průměru zalesněná půda udržuje častěji vlhčí prostředí. Dle variability dat mezi minimální a maximální hodnotou lze vyhodnotit, že zalesněné půda v této hloubce byla méně stabilní v půdní vlhkosti oproti orné půdy, což lze vysvětlit zrnitostním složením půdy.

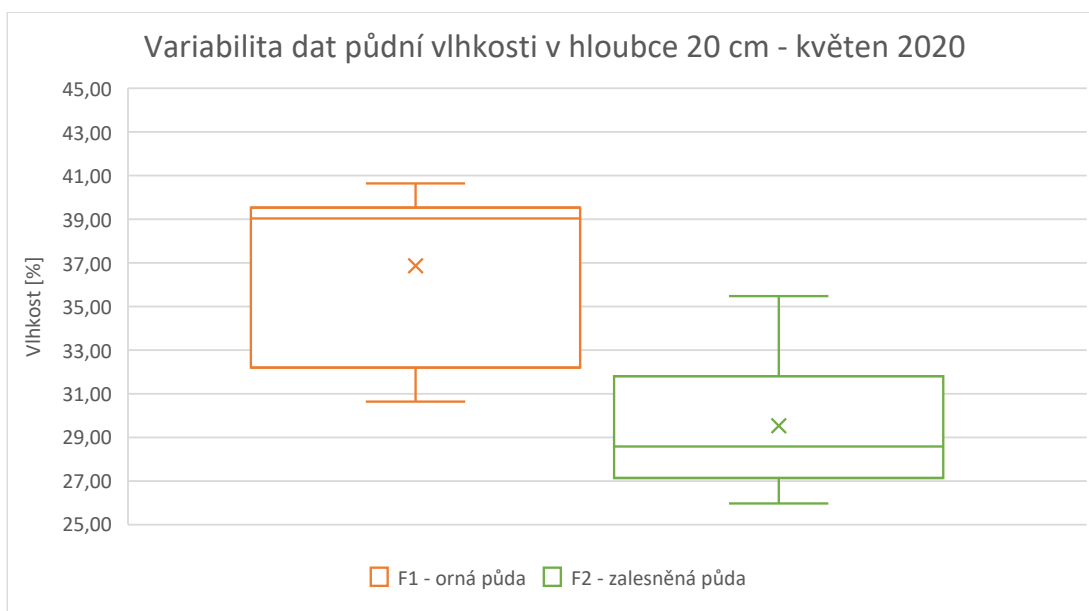
Hloubka 60 cm u orné půdy vykazovala průměrnou vlhkost 33,98 %, přičemž minimální hodnota byla naměřena 33,63 % a maximální 34,21 %. Rozmezí mezi

minimem a maximem tedy činilo 0,58 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné byl 0,35 % a u maximální hodnoty od průměrné šlo o 0,23 %. Zalesněná půda vykazovala průměrnou vlhkost v této hloubce 32,36 %, kdy minimální hodnota byla 31,00 % a maximální 32,58 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 1,58 %, tedy stejně jako v hloubce 40 cm. Rozptyl od průměrné vlhkosti k minimu byl 1,36 % a k maximu 0,22 %. Nižší variabilitu hodnot mezi minimem a maximem v této hloubce u orné půdy oproti zalesněné je vysvětlitelné podobně jako v hloubce 40 cm rozdílným zrnitostním složením půd.

měsíc, rok	stanoviště hloubka	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
		min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Květen 2020	20 cm	30,61	40,64	36,81	25,94	35,42	29,52
	40 cm	34,87	35,74	35,33	26,37	28,77	27,33
	60 cm	34,08	35,82	34,74	31,15	32,42	31,69

Tabulka 3: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - květen 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

Průměrná půdní vlhkost orné půdy v hloubce 20 cm byla v květnu 2020 naměřena 36,81 %. Maxima tato hloubka dosahovala s hodnotou 40,64 % a minima 30,61 %. Rozmezí mezi maximální a minimální naměřenou hodnotou bylo 10,03 %. Rozptyl od průměrné hodnoty činil k maximu 3,83 % a k minimu 6,20 %, což ukazuje na vyšší průměrnou půdní vlhkost v rámci změřeného rozmezí. Zalesněná půda v této hloubce vykazovala průměrnou půdní vlhkost 29,52 %, maximální hodnota byla naměřena 35,42 % a minimální 25,94 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 9,48 %. Rozptyl od průměru k maximu byl 5,90 % a k minimální hodnotě 3,58 %. Oproti orné půdě měla zalesněná půda v průměru nižší půdní vlhkost v rámci naměřených hodnot.



Graf 5: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - květen 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

Hodnota mediánu u orné půdy v této hloubce je výrazně nad průměrnou hodnotou, což značí, že orná půda vykazovala častěji vyšší hodnoty půdní vlhkosti oproti průměru, což také odpovídá i úhrnu květnových srážek 1,75 mm, kdy infiltrace převyšovala evaporaci. Z grafu je také poznat vyšší variabilita v hodnotách orné půdy oproti zalesněné. Medián hodnot zalesněné půdy je v hloubce 20 cm pod průměrem, což ukazuje na četnější podprůměrné hodnoty půdní vlhkosti způsobené menším ovlivněním srážek díky intercepci a vyšší teplotou. Díky nižší variabilitě hodnot oproti orné půdě lze říci, že zalesněná půda vykazovala v tomto měsíci stabilnější půdní vlhkost v hloubce 20 cm.

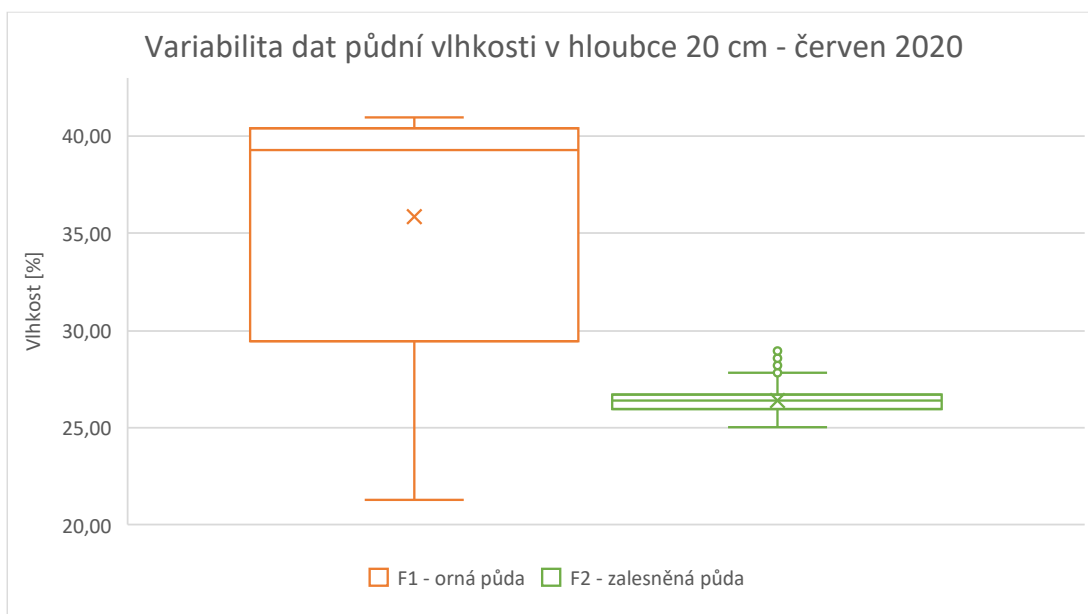
V hloubce 40 cm byla u orné půdy naměřena průměrná půdní vlhkost 35,33 %, maximální hodnota vlhkosti 35,74 % a minimální 34,87 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 0,87 %, rozptyl od průměru k maximu byl 0,41 % a k minimu 0,46 %. Rozpětí naměřených hodnot byl v této hloubce výrazně nižší, přičemž průměrná hodnota byla téměř uprostřed. Zalesněná půda měla v této hloubce průměrnou půdní vlhkost 27,33 %, minimální hodnota byla naměřena 26,37 % a maximální hodnota dosahovala 28,77 %. Rozdíl mezi minimální a maximální hodnotou byl 2,40 %, což je větší rozpětí oproti orné půdě, jež lze vysvětlit odlišným zrnitostním složením. Rozptyl minimální hodnoty od průměru činil 0,96 % a maximální 1,44 %. Zalesněná půda vykazovala v této hloubce nižší průměrnou vlhkost v rámci rozmezí naměřených hodnot. Vyšší variabilita hodnot mezi maximem a minimem v této hloubce u zalesněné půdy oproti orné půdě je dána vyšším zastoupením písčité frakce u zalesněné půdy.

V nižším horizontu 60 cm pod povrchem orné půdy byla naměřena maximální půdní vlhkost 35,82 % a minimální 34,08 %. Průměrná hodnota v měsíci květnu činila 34,74 %. Mezi maximální a minimální hodnotou půdní vlhkosti bylo rozpětí 1,74 %. Maximální hodnota měla rozptyl od průměru 1,08 % a minimální 0,66 %. Průměrná vlhkost byla v této hloubce u orné půdy v rámci naměřených hodnot v průměru nižší. Průměrná půdní vlhkost zalesněné půdy byla v této hloubce naměřena 31,69 %, maximální hodnota 32,42 % a minimální 31,15 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 1,27 %, rozptyl minimální hodnoty od průměru byl 0,54 % a maximální 0,73 %. Zalesněná půda v této hloubce vykazovala častěji mírně vyšší půdní vlhkost. Nižší variabilitu půdní vlhkosti mezi maximální a minimální hodnotou lze vysvětlit působením srážek a teploty ovzduší, jež ovlivňovaly více ornou půdu v hloubce 60 cm.

měsíc, rok	stanoviště hloubka	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
		min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Červen 2020	20 cm	21,23	40,89	35,81	24,97	29,18	26,39
	40 cm	35,45	35,90	35,69	24,55	26,37	25,62
	60 cm	34,76	35,03	34,90	29,26	31,15	30,46

Tabulka 4: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - červen 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

U orné půdy byla v červnu 2020 v hloubce 20 cm naměřena průměrná půdní vlhkost 35,81 %. Minimální hodnota půdní vlhkosti dosahovala hodnoty 21,23 % a maximální 40,89 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou bylo 19,66 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné byl 14,58 % a maximální hodnoty 5,08 %. Zalesněná půda tento měsíc vykazovala průměrnou půdní vlhkost 26,39 %, přičemž minimální naměřená hodnota činila 24,97 % a maximální 29,18 %. Rozmezí mezi minimem a maximem bylo 4,21 %. Od průměrné hodnoty byl rozptyl minimální hodnoty 1,42 % a maximální 2,79 %. Z dat lze odvodit, že orná půda tento měsíc vykazovala průměrně vyšší půdní vlhkost v rámci souboru naměřených dat. Oproti tomu průměrná půdní vlhkost zalesněné půdy byla v rámci naměřených dat nižší.



Graf 6: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - červen 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

Tuto skutečnost dokazuje i znázornění v krabicovém grafu, ve kterém je medián dat orné půdy nad průměrnou hodnotou, což ukazuje na četnější vyšší hodnoty půdní vlhkosti oproti průměru. To také odpovídá průměrným červnovým srážkám v úhrnu 2,67 mm, které ornou půdu v této hloubce saturovaly, ačkoli byla červnová teplota ovzduší v průměru 18,1 °C. Medián dat zalesněné půdy je velmi mírně pod průměrnou hodnotou, což značí, že hodnoty půdní vlhkosti se nejčastěji pohybovaly kolem průměru. Orná půda v hloubce 20 cm vykazovala značně vysokou variabilitu hodnot půdní vlhkosti, která reflektuje intenzivní a citlivou odezvu na výkyv srážek a vyšší teplotu ovzduší. Zalesněná půda v hloubce 20 cm byla v tento měsíc v rámci půdní

vlhkosti oproti orné půdě velmi stabilní.

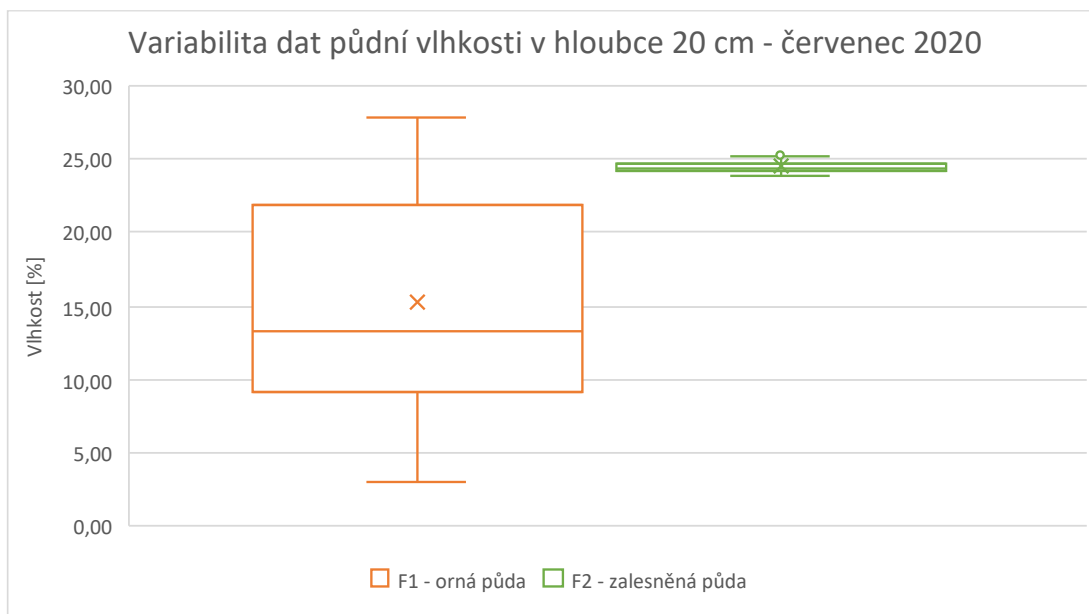
V hloubce 40 cm byla naměřena průměrná půdní vlhkost u orné půdy 35,69 %. Minimální hodnota půdní vlhkosti byla naměřena 35,45 % a maximální 35,90 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou je velmi malé a to 0,45 %. Od průměrné hodnoty byl k minimální hodnotě rozptyl 0,24 % a k maximální 0,21 %. Zalesněná půda v této hloubce vykazovala průměrnou půdní vlhkost 25,62 % s minimální hodnotou 24,55 % a maximální hodnotou 26,37 %. Mezi minimální a maximální hodnotou bylo rozmezí 1,82 %, což je více než u orné půdy. Rozdíl mezi minimální a průměrnou hodnotou činil 1,07 % a mezi průměrnou a maximální 0,75 %. Dle vychýlení průměrné hodnoty blíže k maximální lze usuzovat vyšší vlhkost na obou stanovištích, což odpovídá ovlivnění této hloubky díky průsaku srážek. Větší variabilitu hodnot mezi minimem a maximem u zalesněné půdy oproti orné půdě lze odůvodnit zrnitostním složením, kdy v této hloubce je u zalesněné půdy vyšší zastoupení písčité frakce a orná půda nebyla v této hloubce srážkami ovlivněna.

V hloubce 60 cm orné půdy byla naměřena minimální hodnota půdní vlhkosti 34,76 % a maximální 35,03 % s průměrem 34,90 %. Rozdíl mezi minimální a maximální hodnotou byl 0,27 %, kdy průměrná hodnota od minimální se lišila o 0,14 % a od maximální o 0,13 %. U zalesněné půdy byla naměřena minimální hodnota 29,26 % a maximální 31,15 %. Průměrná půdní vlhkost pak činila 30,46 %, přičemž se od minimální hodnoty lišila o 1,20 % a od maximální o 0,69 %. Nižší variabilitu hodnot mezi minimem a maximem u orné půdy lze stejně jako v hloubce 40 cm vysvětlit neovlivněním této hloubky orné půdy srážkami a odlišným zrnitostním složením půd.

měsíc, rok	stanoviště hloubka	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
		min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Červenec 2020	20 cm	2,90	27,81	15,29	23,83	25,32	24,51
	40 cm	30,70	35,89	34,54	22,60	24,57	23,33
	60 cm	27,00	34,97	33,37	26,04	29,26	27,32

Tabulka 5: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - červenec 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

V roce 2020 byla červencová průměrná půdní vlhkost v hloubce 20 cm orné půdy 15,29 %, což je mnohem méně než předešlé měsíce. Minimální hodnota byla naměřena velmi nízká a to 2,90 % a maximální 27,81 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 24,91 %. Minimální hodnota byla v rozptylu od průměrné 12,39 % a maximální 12,52 %. U zalesněné půdy v hloubce 20 cm byla naměřena půdní vlhkost v průměru 24,51 %, tedy větší než u orné půdy, s minimální naměřenou hodnotou 23,83 % a maximální 25,32 % Rozptyl mezi minimální a maximální hodnotou činil 1,49 %, což je velmi malý rozptyl hodnot oproti orné půdě. Minimální hodnota se od průměrné lišila o 0,68 % a maximální o 0,81 %. Obě půdy měly průměrnou hodnotu blíže k nižším naměřeným hodnotám, což lze vyhodnotit jako v průměru nižší půdní vlhkost v rámci rozptylu naměřených hodnot.



Graf 7: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - červenec 2020 Hovorčovice
(data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

To potvrzuje i umístění mediánu, které je dobře viditelné u orné půdy, jež je umístěn v nižších hodnotách půdní vlhkosti, než je průměr, tzn. že půda vykazovala častěji nižší hodnoty půdní vlhkosti, než byla průměrná půdní vlhkost. V daném měsíci byla průměrná vzdušná teplota 20,1 °C a průměrný měsíční úhrn srážek 0,94 mm. Nižší srážkový úhrn a vyšší teplota ovzduší ovlivnila zejména otevřené stanoviště orné půdy F1 v hloubce 20 cm. Vysokou variabilitu dat orné půdy způsobily srážkové přeháňky, jež půdu dočasně saturovaly, ale za současného působení vyšší vzdušné teploty došlo vzápětí k vysoké evaporaci. Celkově evaporace na tomto stanovišti převyšovala infiltraci, což se projevilo v častějších hodnotách nižší půdní vlhkosti. Půda zalesněného stanoviště F2 v této hloubce vykazovala vysokou stabilitu, která je dána ochranou půdní plochy stromovým porostem a listovým opadem za působení vlhčího mikroklima pod porostem a nedocházelo tak k výraznější výkyvům v hodnotách půdní vlhkosti.

Orná půda v hloubce 40 cm vykazovala průměrnou měsíční půdní vlhkost 34,54 %. Minimální naměřená hodnota byla 30,70 % a maximální 35,89 %. Rozsah dat mezi minimální a maximální hodnotou byl 5,19 %, kdy minimální hodnota měla od průměrné rozptyl 3,84 % a maximální 1,35 %. Variabilita dat byla v této hloubce u orné půdy mnohem nižší. Jelikož byla průměrná hodnota blíže k vyšším hodnotám, lze usoudit, že v hloubce 40 cm měla orná půda v průměru vyšší půdní vlhkost v rámci rozsahu naměřených hodnot. Z toho lze usoudit, že vyšší teplota ovlivnila zejména vrchní vrstvy. Zalesněná půda v hloubce 40 cm vykazovala v měsíčním průměru půdní vlhkost 23,33 %, kdy minimální naměřená hodnota činila 22,60 % a maximální 24,57 %. Rozsah mezi minimem a maximem činil 1,97 %, kdy minimální hodnota měla rozptyl od průměru 0,73 % a maximální 1,24 %. Dle průměrné hodnoty blíže k nižším hodnotám v rámci naměřených hodnot lze usuzovat, že průměrná půdní vlhkost byla spíše nižší s ohledem na rozsah naměřených dat což lze vysvětlit

zrnitostním složením půdy. Z variability dat mezi minimem a maximem lze usoudit, že zalesněná půda v této hloubce vykazovala mnohem stabilnější půdní vlhkost než orná půda.

V hloubce 60 cm u orné půdy byla průměrná půdní vlhkost 33,37 %. Minimální naměřená hodnota byla 27,00 % a maximální 34,97 %. Rozpětí mezi minimem a maximem bylo 7,97 %. Od průměrné hodnoty měla minimální hodnota rozptyl 6,37 % a maximální hodnota 1,60 %. Zalesněná půda vykazovala průměrnou půdní vlhkost v této hloubce 27,32 %. Minimální naměřená hodnota činila 26,04 % a maximální 29,26 %, kdy variabilita dat mezi těmito hodnotami byla 3,22 %. Rozptyl minima od průměrné hodnoty byl 1,28 % a maxima 1,94 %. Jelikož měla průměrná hodnota orné půdy v rámci rozmezí naměřených hodnot značně vyšší hodnotu, lze usuzovat, že orná půda v této hloubce měla v průměru vyšší průměrnou půdní vlhkost v porovnání s rozpětím naměřených hodnot stejně. Oproti tomu zalesněná půda měla průměrnou půdní vlhkost ve spodní polovině hodnot, což značí v průměru nižší půdní vlhkost z rozsahu naměřených dat. Mnohem menší variabilita dat mezi minimem a maximem u zalesněné půdy ukazuje vyšší stabilitu zalesněné půdy v hloubce 60 cm.

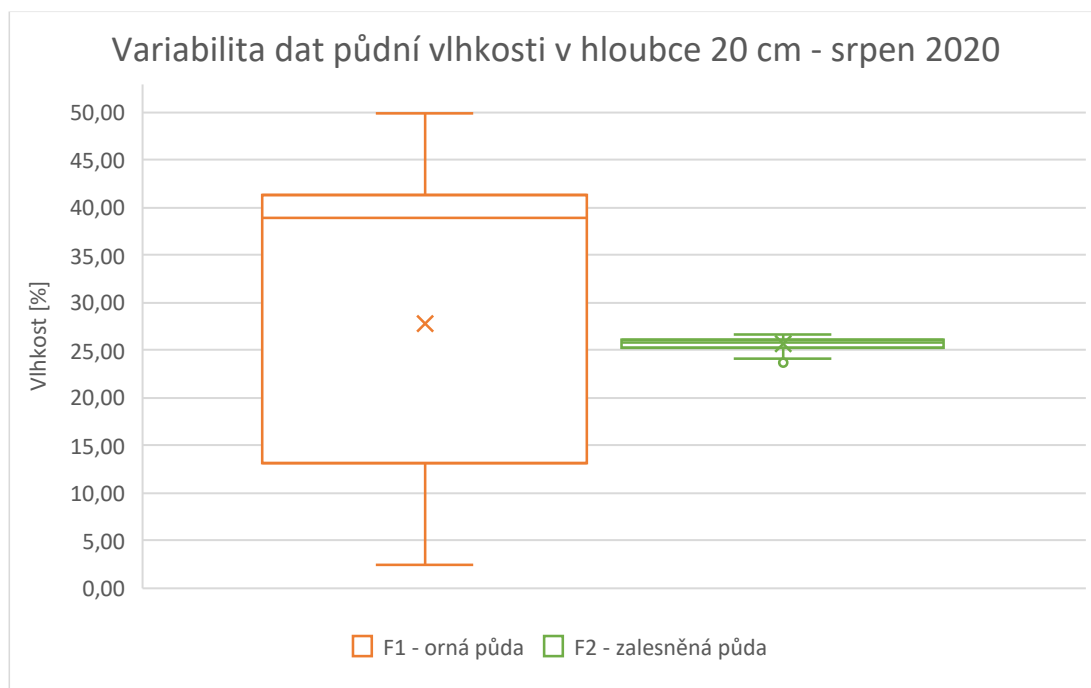
měsíc, rok	stanoviště	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
	hloubka	min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Srpen 2020	20 cm	2,39	49,86	27,74	23,67	26,57	25,56
	40 cm	29,53	37,68	33,46	22,41	22,86	22,68
	60 cm	24,62	40,70	31,86	25,83	26,14	26,01

Tabulka 6 : Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - srpen 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

V měsíci srpnu 2020 byla u orné půdy v hloubce 20 cm naměřena průměrná půdní vlhkost 27,74 %. Minimální hodnota půdní vlhkosti byla naměřena 2,39 % a maximální 49,86 %. Rozmezí hodnot mezi minimem a maximem bylo výrazných 47,47 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměru byl 25,35 % a maximální 22,12 %. Průměrná hodnota byla více nakloněna k vyšším naměřeným hodnotám půdní vlhkosti, tzn. že půda častěji vykazovala vyšší hodnoty půdní vlhkosti, což také dokazuje i znázorněný medián v krabicovém grafu. Zalesněná půda v této hloubce vykazovala průměrnou půdní vlhkost 25,56 %, kdy minimální hodnota byla naměřena 23,67 % a maximální 26,57 %. Rozmezí hodnot mezi minimem a maximem bylo 2,90 %, což byla oproti orné půdě velice malá variabilita v naměřených datech. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné byl 1,89 % a maximální 1,01 %. I u zalesněné půdy byla průměrná hodnota blíže k maximální, což značí častější hodnoty vyšší půdní vlhkosti.

Častější hodnoty vyšší půdní vlhkosti lze vysvětlit značným měsíčním úhrnem srážek 4,88 mm, což významně půdu saturovalo. Díky současnému působení vysoké vzdušné teploty na úrovni 20,9 °C a srážkových přeháněk došlo také k významné variabilitě naměřených hodnot zejména u orné půdy, která je díky odkrytému půdnímu povrchu těmito vlivům plně vystavena a reaguje na ně mnohem citlivěji. Zalesněná půda v hloubce 20 cm vykazovala v daném měsíci oproti orné půdě vysokou míru

stability v půdní vlhkosti, což lze odůvodnit intercepcí velkého množství srážek na stromovém porostu, a také opadankou. Tyto dva faktory významně snižují vliv srážek a slunečního záření na půdu a díky vlhkostnímu mikroklimatu udržují stabilnější půdní vlhkost.



Graf 8: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - srpen 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

V hloubce 40 cm měla orná půda průměrnou měsíční půdní vlhkost 33,46 % s naměřenou minimální hodnotou 29,53 % a maximální 37,68 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 8,15 % a rozptyl minimální hodnoty od průměrné byl 3,93 % a maximální 4,22 %. Průměrná hodnota se blížila více hodnotě minimální, což značí častější nižší hodnoty půdní vlhkosti v rámci naměřených dat. Zalesněná půda vykazovala průměrnou půdní vlhkost 22,68 %, minimální naměřená hodnota byla 22,41 % a maximální 22,86 %. Rozmezí mezi minimální a maximální naměřenou hodnotou činil 0,45 %. Od průměrné hodnoty by minimální nižší o 0,27 % a maximální vyšší o 0,18 %. Zalesněná půda oproti orné půdě měla průměrnou půdní vlhkost nakloněnou více k maximální hodnotě, což ukazuje na častější hodnoty vyšší půdní vlhkosti. Orná půda v této hloubce vykazovala vyšší variabilitu dat mezi minimem a maximem, což lze vztahovat na vyšší vzdušnou teplotu za působení srážkových přeháněk, jež ovlivnily i hloubku 40 cm orné půdy. Zalesněná půda v této hloubce vykazovala vyšší stabilitu půdní vlhkosti než orná půda.

U orné půdy v hloubce 60 cm byla naměřena minimální hodnota půdní vlhkosti 24,62 % a maximální 40,70 %. Průměrná půdní vlhkost pak činila 31,86 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou byl 16,08 %, kdy rozptyl minimální hodnoty od průměrné byl 7,24 % a maximální 8,84 %. Stejně jako v hloubce 40 cm vykazovala orná půda v průměru nižší půdní vlhkost v porovnání s rozsahem naměřených dat.

U zalesněné půdy v této hloubce byla zaznamenána minimální půdní vlhkost 25,83 % a maximální 26,14 %, kdy průměr činil 26,01 % půdní vlhkosti. Rozsah mezi minimální a maximální hodnotou byl 0,31 %, což je oproti orné půdě velmi malá variabilita. Rozptyl od průměrné hodnoty byl u minimální 0,18 % a u maximální 0,13 %. Stejně jako v hloubce 40 cm tak zalesněná půda v této hloubce měla průměrnou půdní vlhkost v rámci naměřených hodnot mírně vyšší. Dle variability dat lze konstatovat, že i v této hloubce byla zalesněná půda v rámci půdní vlhkosti značně stabilnější.

měsíc, rok	stanoviště	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
	hloubka	min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Září 2020	20 cm	26,45	42,82	35,29	24,21	39,66	27,21
	40 cm	34,00	36,13	35,19	22,10	22,64	22,46
	60 cm	34,39	37,10	35,34	25,46	25,98	25,81

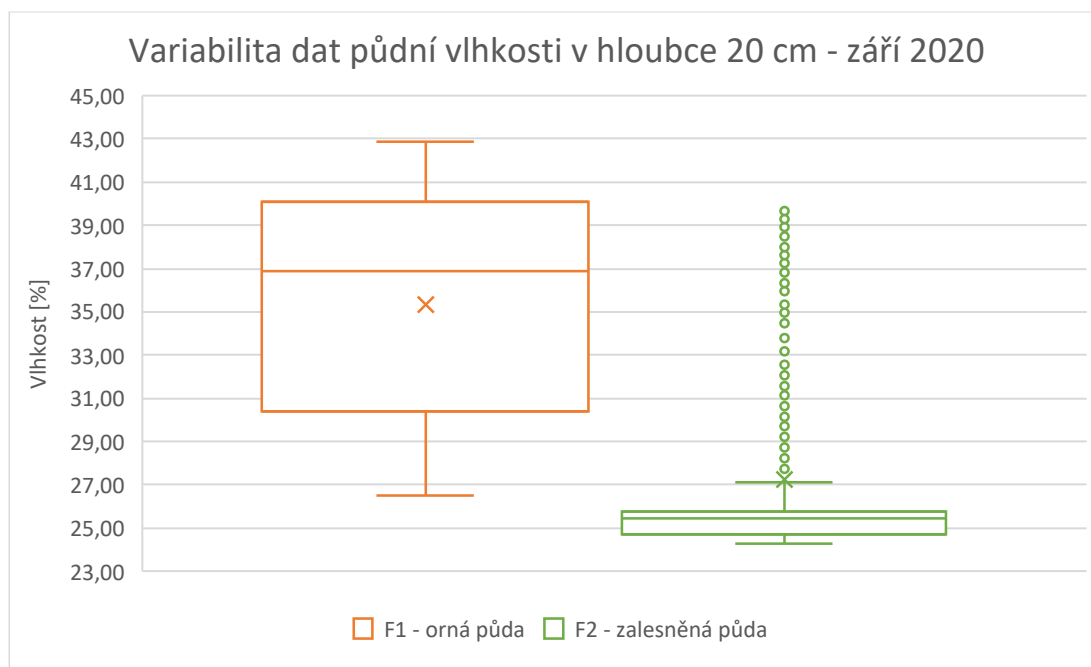
Tabulka 7: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - září 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

Orná půda vykazovala v září 2020 v hloubce 20 cm průměrnou měsíční půdní vlhkost 35,29 %. Minimální hodnota byla naměřena 26,45 % a maximální 42,82 %, což je rozmezí 16,37 %. Minimální hodnota měla od průměrné rozptyl 8,84 % a maximální 7,53 %. Jelikož je průměrná hodnota blíže maximální, půdní vlhkost byla v průměru vyšší v rámci rozsahu naměřených hodnot. Častější vyšší hodnoty půdní vlhkost u orné půdy v rámci naměřených hodnot nám potvrzuje i krabicový graf s mediánem umístěným nad průměrnou hodnotou. Zalesněná půda v této hloubce vykazovala průměrnou půdní vlhkost 27,21 % s minimální naměřenou hodnotou 24,21 % a maximální 39,66 %, což je rozmezí 15,45 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné byl 3,00 % a maximální 12,45 %. Z průměrné hodnoty blízkosti se výrazně k minimální hodnotě lze usoudit, že v rámci rozsahu naměřených hodnot byla průměrná půdní vlhkost u zalesněné půdy v hloubce 20 cm nižší.

V krabicovém grafu u zalesněné půdy lze spatřit i množství odlehlých hodnot, jakožto hodnoty vzdálené od běžného rozsahu hodnot. Tyto hodnoty byly způsobeny přívalovými srážkami, které v dané lokalitě spadly během pěti dnů na konci měsíce v období 25. až 29. září, kdy nejvyšší denní úhrn srážek byl 26. září s hodnotou 30,8 mm. Do té doby byl denní úhrn srážek nulový, jen dva dny vykazovaly zanedbatelné srážky v úhrnu do 1,2 mm. Z toho důvodu měla zalesněná půda velmi vyrovnanou půdní vlhkost po většinu měsíce a s přívalovými srážkami hodnota půdní vlhkosti intenzivně vzrostla, což způsobilo v krabicovém grafu odlehlé hodnoty vzdálené od běžného průměru. U orné půdy se tyto odlehlé hodnoty neprojeví, jelikož půdní vlhkost díky saturaci z předešlého měsíce byla začátkem září vysoká s postupně klesající tendencí. S přívalovým srážkám se hodnoty půdní vlhkosti orné půdy vrátili téměř na hodnoty, jež byli zaznamenány začátkem měsíce.

Vysoká variabilita hodnot u orné půdy v hloubce 20 cm je způsobena vyšší půdní vlhkostí začátkem měsíce, díky vlivu srážek z předchozího měsíce a následným značným zářijovým poklesem půdní vlhkosti způsobeným vyšším výparem díky téměř

nulovému úhrnu srážek, což trvalo až do druhé poloviny září. Zalesněná půda vykazovala mnohem větší stabilitu v hodnotách půdní vlhkosti, jelikož byla z předešlého měsíce mnohem méně nasycená a následný pokles půdní vlhkosti byl velmi pozvolný.



Graf 9: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - září 2020 Hovorčovice
(data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

V hloubce 40 cm byla naměřena průměrná půdní vlhkost u orné půdy 35,19 %. Minimální hodnota činila 34,00 % a maximální 36,13 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 2,13 %, kdy rozptyl minimální hodnoty od průměru byl 1,19 % a maximální 0,94 %. Zalesněná půda v této hloubce vykazovala průměrnou půdní vlhkost 22,46 % s minimální hodnotou 22,10 % a maximální 22,64 %. Rozmezí minimální a maximální hodnoty činilo 0,54 %. Minimální hodnota se od průměru lišila o 0,36 % a maximální o 0,18 %. Obě stanoviště v této hloubce vykazovala v rámci naměřených hodnot průměrnou půdní vlhkost mírně vyšší. Dle variability naměřených dat mezi minimální a maximální hodnotou lze vyvodit, že orná půda v této hloubce měla vyšší variabilitu v půdní vlhkosti oproti zalesněné půdy, přičemž u obou půd byla variabilita velmi nízká. To lze vysvětlit téměř nulovými srážkami v prvních dvou třetinách měsíce a následní intenzivní srážky tuto hloubku tolik neovlivnily.

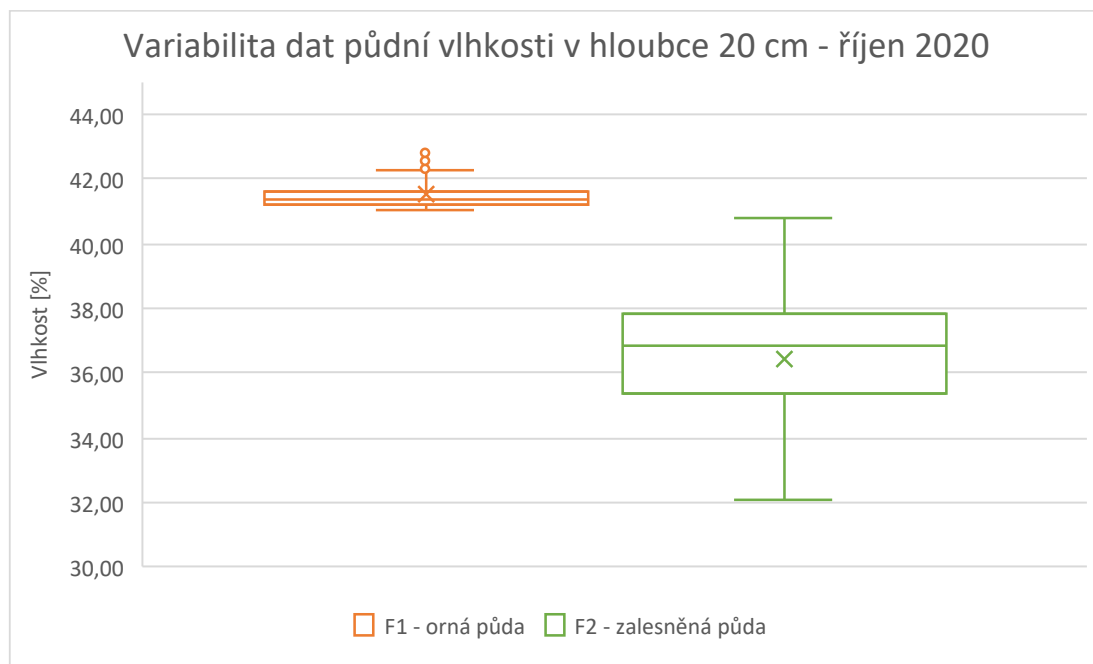
V hloubce 60 cm orné půdy byla naměřena minimální půdní vlhkost 34,39 % a maximální 37,10 % s průměrnou hodnotou 35,34 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné byl 0,95 % a maximální 1,76 %, přičemž rozmezí mezi minimem a maximem činilo 2,71 %. Zalesněná půda v této hloubce vykazovala průměrnou půdní vlhkost 25,81 % s minimální naměřenou hodnotou 25,46 % a maximální 25,98 %. Rozmezí mezi minimem činilo 0,52 %, rozptyl minima od průměru byl 0,35 % a maxima 0,17 %. Z dat je patrné, že v tomto měsíci v hloubce 60 cm vykazovala orná půda průměrnou hodnotu blíže nižším naměřeným hodnotám a průměrná půdní

vlhkost zalesněné půdy byla naopak v horní polovině rozmezí naměřených hodnot. Obě půdy vykazovaly velmi nízkou variabilitu půdní vlhkosti mezi minimální a maximální hodnotou, přičemž variabilita hodnot byla oproti zalesněné půdě vyšší. Zalesněná půda i v této hloubce vykazovala vyšší stabilitu než orná půda.

měsíc, rok	stanoviště	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
	hloubka	min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Říjen 2020	20 cm	41,07	42,81	41,55	32,08	40,84	36,47
	40 cm	35,55	36,73	35,81	22,17	26,96	24,60
	60 cm	36,08	39,02	36,59	25,38	25,63	25,50

Tabulka 8: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - říjen 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

V měsíci říjnu roku 2020 byla u orné půdy v hloubce 20 cm naměřena průměrná půdní vlhkost 41,55 %, kdy minimální hodnota byla 41,07 % a maximální 42,81 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou bylo 1,74 %, rozptyl minimální od průměrné byl 0,48 % a maximální 1,26 %. Zalesněná půda v hloubce 20 cm vykazovala průměrnou měsíční půdní vlhkost 36,47 % s minimální naměřenou hodnotou 32,08 % a maximální 40,84 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou činil 8,76 %. Minimální hodnota se od průměru lišila o 4,39 % a maximální o 4,37 %. U orné půdy byla průměrná hodnota půdní vlhkosti v rámci naměřeného rozmezí blíže nižším hodnotám a zalesněná půda naopak blíže k vyšším hodnotám, což dokazuje i krabicový graf, kde je medián orné půdy pod průměrnou hodnotou, což značí častěji podprůměrné hodnoty půdní vlhkosti, kdežto u zalesněné půdy je medián nad průměrnou hodnotou, což značí častější nadprůměrné hodnoty půdní vlhkosti.



Graf 10: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - říjen 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

Z krabicového grafu lze zjistit, že větší variabilitu dat vykazuje zalesněná půda oproti orné půdě. Tento opačný stav oproti předešlým měsícům lze při bližším prozkoumání naměřených dat vysvětlit tak, že průměrné zářijové srážky 2,19 mm s průměrnou vzdušnou teplotou 10 °C ornou půdu ovlivňovaly půdu nárazově, kdy docházelo k častým, ale méně výrazným výkyvům půdní vlhkosti, což se projevilo udržováním celkově vyšší půdní vlhkosti. Reakce orné půdy dle dat byla na srážky a teplotu ovzduší intenzivní, avšak časté srážky s relativně nižší intenzitou a množstvím za současného působení nižší teploty nezpůsobily v dlouhodobém průměru v hodnotách půdní vlhkosti výrazný výkyv. Zalesněná půda díky relativně nižším srážkám byla ovlivněna mnohem méně a od začátku měsíce docházelo v této hloubce k postupnému snižování půdní vlhkosti k minimální hodnotě 32,08 % až do 14. října, kdy byl tento den výrazný úhrn srážek 29 mm, což ovlivnilo nejen ornou půdu, ale také zalesněnou půdu výrazným nárůstem půdní vlhkosti na maximální hodnotu 40,84 %, po které došlo opět k postupnému poklesu. Plynulejší a postupný pokles v půdní vlhkosti byl dán vlhkostním mikroklimatem pod porostem a intercepcí nižšího úhrnu srážek. Tento vývoj způsobil, že variabilita dat v rámci kvartilového rozpětí je u zalesněné půdy větší než u orné, ačkoli dle dat vykazovala zalesněná půda v rámci daného měsíce výrazně vyšší stabilitu půdní vlhkosti.

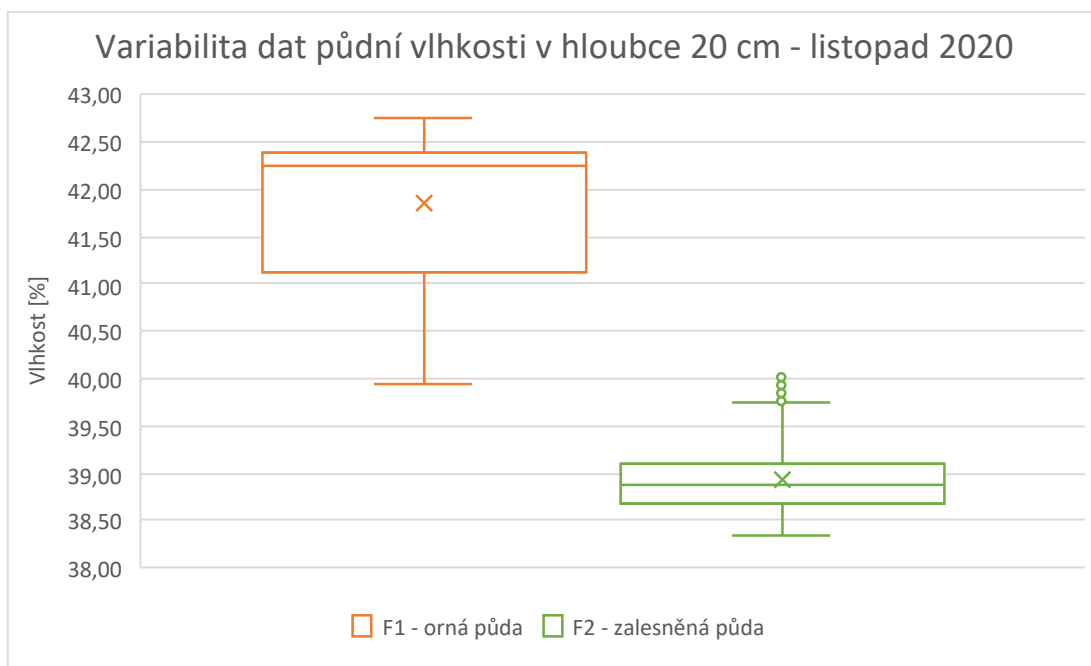
Orná půdy v hloubce 40 cm vykazovala průměrnou půdní vlhkost 35,81 %. Minimální hodnota byla naměřena 35,55 % a maximální 36,73 %, což je rozpětí 1,18 %. Rozptyl od průměrné hodnoty byl u minimální 0,26 % a maximální 0,92 %. V této hloubce byla v rámci naměřených hodnot průměrná půdní vlhkost orné půdy nižší. U zalesněné půdy byla naměřena minimální půdní vlhkost 22,17 %, maximální 26,96 % a průměrná 24,60 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou byl 4,79 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměru byl 2,43 % a maximální od průměru 2,36 %. Dle variability dat mezi minimální a maximální hodnotou lze usoudit, že vyšší variabilitu vykazovala zalesněná půda, což lze vysvětlit stejně jako v hloubce 20 cm výrazným ovlivněním přívalových srážek 14. října s úhrnem 29 mm, které ovlivnily i hloubku 40 cm výrazným nárůstem půdní vlhkosti. Určitý podíl lze také přičíst zrnitostnímu složení zalesněné půdy, kdy v této hloubce je větší zastoupení písčité frakce.

V hloubce 60 cm byla u orné půdy naměřena minimální půdní vlhkost 36,08 % a maximální 39,02 %, což je rozmezí 2,94 %. Průměrná půdní vlhkost byla naměřena 36,59 %, od které byl rozptyl minimální hodnoty 0,51 % a maximální 2,43 %. Zalesněná půda v této hloubce vykazovala průměrnou půdní vlhkost 25,50 % s minimální naměřenou hodnotou 25,38 % a maximální 25,63 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 0,25 %. Rozptyl od průměrné hodnoty byl u minimální 0,12 % a u maximální hodnoty 0,13 %. Z variability dat mezi minimální a maximální hodnotou v hloubce 60 cm je patrná vyšší variabilita u orné půdy. Zalesněná půda v této hloubce byla ovlivňována průsakem díky zrnitostnímu složení vyšších vrstev průběžně, kdežto orná půda jen nárazově což vedlo k větší variabilitě.

měsíc, rok	stanoviště	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
	hloubka	min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Listopad 2020	20 cm	39,96	42,74	41,87	38,35	40,10	38,95
	40 cm	34,99	35,98	35,44	26,94	27,83	27,63
	60 cm	35,54	36,77	36,10	25,62	25,96	25,81

Tabulka 9: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - listopad 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

V listopadu 2020 byla naměřena průměrná půdní vlhkost orné půdy v hloubce 20 cm 41,87 %. Minimální hodnota půdní vlhkosti tohoto měsíce činila 39,96 % a maximální 42,74 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou bylo 2,78 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné byl 1,91 % a maximální od průměrné 0,87 %. Zalesněná půda v této hloubce vykazovala průměrnou půdní vlhkost 38,95 % s minimální hodnotou 38,35 % a maximální 40,10 %. Rozpětí mezi minimální a maximální hodnotou bylo 1,75 %. Od průměrné hodnoty je minimální hodnota nižší o 0,60 % a maximální vyšší o 1,15 %. Tento měsíc byla průměrná vzdušná teplota 4,9 °C s měsíčním úhrnem srážek 0,29 mm.



Graf 11: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - listopad 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

Medián u orné půdy znázorněný v krabicovém grafu u horní hranice třetího kvartilu značí časté hodnoty vyšší půdní vlhkosti v hloubce 20 cm způsobené saturací srážkami a nižší evaporací díky nižší vzdušné teplotě. Zalesněná půda vykazovala naopak častěji nižší hodnoty půdní vlhkosti oproti průměru, což znázorňuje medián položený pod průměrnou hodnotou. Variabilita dat byla u orné půdy v této hloubce mnohem vyšší

než u zalesněné půdy, z čehož lze odvodit, že zalesněná půda vykazovala tento měsíc v hloubce 20 cm mnohem vyšší stabilitu.

Průměrná hodnota půdní vlhkosti orné půdy v hloubce 40 cm byla naměřena 35,44 %, kdy minimální činila 34,99 % a maximální 35,98 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné byl 0,45 % a maximální od průměrné 0,54 %. Mezi minimální a maximální hodnotou bylo rozpětí 0,99 %. U zalesněné půdy v této hloubce byla naměřena minimální půdní vlhkost 26,94 % a maximální 27,83 %, přičemž rozpětí mezi těmito hodnotami bylo 0,89 %. Průměrná vlhkost činila 27,63 %. Minimální hodnota byla nižší od průměrné o 0,69 % a maximální vyšší o 0,20 %. Průměrná hodnota půdní vlhkosti orné půdy byla v rámci naměřených hodnot mírně nižší, kdežto zalesněná půda naopak v rámci naměřených hodnot měla v průměru vyšší půdní vlhkost. V této hloubce vykazovala orná půda a zalesněná půda téměř stejnou variabilitu hodnot mezi minimem a maximem.

V hloubce 60 cm vykazovala orná půda v tomto měsíci průměrnou půdní vlhkost 36,10 % s minimální hodnotou půdní vlhkosti 35,54 % a maximální 36,77 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou činila 1,23 %, kdy minimální byla nižší od průměru o 0,56 % a maximální vyšší o 0,67 %. Průměrná půdní vlhkost zalesněné půdy měla hodnotu 25,81 %. Minimální naměřená půdní vlhkost činila 25,62 % a maximální 25,96 %, kdy rozmezí mezi minimem a maximem činilo 0,34 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměru byl 0,19 % a maximální od průměru 0,15 %. Variabilita hodnot půdní vlhkosti mezi minimem a maximem byla v hloubce 60 cm vyšší u orné půdy, zatímco zalesněná půda v této hloubce vykazovala v hodnotách půdní vlhkosti vyšší stabilitu.

měsíc, rok	stanoviště hloubka	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
		min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Prosinec 2020	20 cm	39,43	39,67	39,58	38,04	41,70	39,09
	40 cm	34,81	35,53	35,00	27,30	28,18	27,56
	60 cm	35,28	36,19	35,53	25,92	26,85	26,32

Tabulka 10: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - prosinec 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

V prosinci 2020 budou hodnoceny pouze hloubky 40 cm a 60 cm obou stanovišť, z důvodu poruchy čidla, které bylo instalováno v hloubce 20 cm, a jeho výrazné chybovosti. Velmi malé množství použitelných dat naměřených v této hloubce neumožňuje pro tuto hloubku relevantní vyhodnocení.

V hloubce 40 cm orné půdy byla naměřena průměrná půdní vlhkost 35,00 %, kdy minimální hodnota činila 34,81 % a maximální 35,53 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou bylo 0,72 %. Minimální hodnota byla o 0,19 % nižší než průměrná a maximální vyšší o 0,53 %. Zalesněná půda vykazovala v průměrné půdní vlhkosti hodnotu 27,56 % s minimální naměřenou hodnotou 27,30 % a maximální 28,18 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 0,88 %, přičemž minimální hodnota byla oproti průměrné nižší o 0,26 % a maximální vyšší o 0,62 %. Daný měsíc

byla průměrná vzdušná teplota 2,8 °C a průměrný úhrn srážek 0,54 mm. Obě stanoviště v této hloubce měla průměrnou půdní vlhkost v rámci naměřeného rozmezí hodnot spíše nižší. Z toho lze usoudit, že nižší úhrn srážek tuto hloubku ovlivnil velmi málo. Variabilita hodnot mezi minimem a maximem byla u zalesněné půdy v této hloubce mírně vyšší, což lze vysvětlit tak, že orná půda byla prosincovými srážkami průběžně saturována, což neumožnilo výrazné snížení půdní vlhkosti. Zalesněná půda byla vlivem opadanky na mírnější úhrny srážek méně senzitivní, a tak v této hloubce došlo k postupnému, avšak o něco málo většímu poklesu půdní vlhkosti oproti orné půdě, což způsobilo mírně vyšší variabilitu mezi minimem a maximem.

Orná půda v hloubce 60 cm vykazovala minimální půdní vlhkost 35,28 %, maximální 36,19 % s průměrnou hodnotou 35,53 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 0,91 %, kdy rozptyl minimální hodnoty od průměrné byl 0,25 % a maximální od průměrné 0,66 %. Zalesněná půda vykazovala průměrnou půdní vlhkost v této hloubce 26,32 % s minimální naměřenou hodnotou 25,92 % a maximální 26,85 %. Mezi minimální a maximální hodnotou činilo rozmezí 0,93 %. Minimální hodnota byla oproti průměrné nižší o 0,40 % a maximální vyšší o 0,53 %. Průměrná půdní vlhkost obou stanovišť byla v hloubce 60 cm v rámci naměřeného rozmezí hodnot spíše nižší. Variabilita naměřených hodnot mezi minimem a maximem byla mezi stanovišti velmi podobná, kdy zalesněná půda vykazovala velmi mírně vyšší variabilitu pouze o 0,2 % oproti orné půdě, což má vazbu na hloubku 40 cm.

měsíc, rok	stanoviště	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
		hloubka	min.	max.	průměr	min.	max.
Leden 2021	20 cm	41,91	43,13	42,27	39,59	41,40	40,63
	40 cm	34,94	35,64	35,18	28,01	28,66	28,29
	60 cm	35,66	37,51	36,18	26,85	32,91	30,33

Tabulka 11: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - leden 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

V lednu 2021 budou hodnoceny pouze hloubky 40 cm a 60 cm obou stanovišť, z důvodu poruchy čidla, které bylo instalováno v hloubce 20 cm, a jeho výrazné chybovosti. Velmi malé množství použitelných dat naměřených v této hloubce neumožňuje pro tuto hloubku relevantní vyhodnocení.

V hloubce 40 cm byla naměřena průměrná půdní vlhkost orné půdy 35,18 %. Minimální hodnota půdní vlhkosti činila 34,94 % a maximální 35,64 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou činil 0,70 %, kdy minimální hodnota je od průměrné nižší o 0,24 % a maximální vyšší o 0,46 %. Zalesněná půda vykazovala tento měsíc v hloubce 40 cm průměrnou půdní vlhkost 28,29 % s minimální naměřenou hodnotou 28,01 % a maximální hodnotou 28,66 %. Mezi minimální a maximální hodnotou bylo rozmezí 0,65 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné činil 0,28 % a maximální od průměrné 0,37 %. V rámci rozmezí naměřených hodnot vykazovala obě stanoviště nižší průměrnou půdní vlhkost, což odpovídá i nižšímu měsíčnímu úhrnu srážek 0,84 mm s teplotou ovzduší 0 °C. Ačkoli byl měsíční úhrn srážek relativně nízký, tak v daném měsíci převládaly dny s větším či menším úhrnem srážek, což průběžně mírně

ovlivňovalo i hloubku 40 cm na obou stanovištích. Orná půda tak díky nechráněnému povrchu vykazovala vyšší variabilitu dat půdní vlhkosti v této hloubce, jelikož reagovala citlivěji na průběžné kolísání srážkových úhrnů v daném měsíci oproti zalesněné půdě.

V hloubce 60 cm orné půdy činila průměrná půdní vlhkost 36,18 %, minimální hodnota byla naměřena 35,66 % a maximální 37,51 %. Mezi minimem a maximem bylo rozpětí 1,85 %, kdy minimum bylo od průměru nižší o 0,52 % a maximum vyšší o 1,33 %. Orná půdy měla průměrnou půdní vlhkost v rámci naměřeného rozmezí spíše nižší hodnotu. Průměrná půdní vlhkost zalesněné půdy byla v této hloubce 30,33 %, přičemž minimální naměřená hodnota činila 26,85 % a maximální 32,91 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 6,06 %, tedy o mnoho více než u orné půdy. Minimální hodnota byla nižší od průměrné o 3,48 % a maximální vyšší o 2,58 %. U zalesněné půdy tak byla průměrná hodnota půdní vlhkosti v rámci naměřeného rozmezí hodnot spíše vyšší. Vyšší variabilitu u zalesněné půdy lze vysvětlit následovně. Zalesněná půda vykazovala v průběhu celého měsíce v této hloubce kontinuální nárůst půdní vlhkosti od minimální hodnoty začátkem měsíce po maximální hodnotu na konci měsíce, což lze vztáhnout na zrnitostní složení půdy, kdy hloubka 40 cm zalesněné půdy obsahuje vyšší množství písčité frakce, které umožňuje snadnější, a tedy plynulejší průsak do nižších vrstev, jež průběžně dotovaly půdní vodou hloubku 60 cm a nedocházelo zde k poklesům půdní vlhkosti. Oproti tomu orná půda v této hloubce reagovala na průsak půdní vody z vrchních vrstev podobně citlivě jako v hloubce 40 cm, v hloubce 60 cm tedy docházelo k průběžným nárůstům a poklesům hodnot půdní vlhkosti. I když je u zalesněné půdy mnohem vyšší variabilita dat, tak dle prozkoumaných hodnot daného měsíce je nutné konstatovat, že zalesněná půda vykazovala oproti orné půdě v hloubce 60 cm mnohem vyšší stabilitu v půdní vlhkosti.

měsíc, rok	stanoviště	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
	hloubka	min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Únor 2021	20 cm	41,36	44,34	42,22	39,68	41,90	40,69
	40 cm	35,02	35,99	35,27	28,26	28,90	28,55
	60 cm	35,97	38,19	36,46	32,53	33,52	32,96

Tabulka 12: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - únor 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

V únoru 2021 budou hodnoceny pouze hloubky 40 cm a 60 cm obou stanovišť, z důvodu poruchy čidla, které bylo instalováno v hloubce 20 cm, a jeho výrazné chybovosti. Vypovídající hodnota menšího množství použitelných dat naměřených v této hloubce neumožňuje pro tuto hloubku relevantní vyhodnocení.

Průměrná půdní vlhkost orné půdy v hloubce 40 cm činila 35,27 %. Minimální naměřená hodnota byla naměřena 35,02 % a maximální 35,99 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 0,97 %. Minimální hodnota byla nižší od průměrné o 0,25 % a maximální vyšší o 0,72 %. Zalesněná půda vykazovala půdní vlhkost v průměru 28,55 % s minimální naměřenou hodnotou 28,26 % a maximální 28,90 %.

Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 0,64 %, kdy rozptyl od průměrné hodnoty bylo u minimální 0,29 % a u maximální 0,35 %. Průměrná měsíční vzdušná teplota činila -0,8 °C s průměrným měsíčním úhrnem srážek 0,64 mm. Jelikož na obou stanovištích měla průměrná půdní vlhkost v rámci naměřeného rozmezí hodnot spíše nižší hodnotu, lze usoudit, že obě stanoviště měli spíše nižší průměrnou půdní vlhkost, což odpovídá nižšímu úhrnu srážek. Dle variability hodnot mezi minimální a maximální hodnotou je možné vyhodnotit, že zalesněná půda vykazovala v rámci daného měsíce v hloubce 40 cm vyšší stabilitu půdní vlhkosti.

V hloubce 60 cm byla u orné půdy naměřena průměrná půdní vlhkost 36,46 %, kdy minimální naměřená hodnota činila 35,97 % a maximální 38,19 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou činilo 2,22 %, přičemž minimální byla od průměrné nižší o 0,49 % a maximální vyšší o 1,73 %. U zalesněné půdy byla naměřena průměrná půdní vlhkost 32,96 % s minimální hodnotou 32,53 % a maximální 33,52 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné činil 0,43 % a maximální od průměrné 0,56 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou bylo 0,99 %. Obě stanoviště vykazovala spíše nižší průměrnou půdní vlhkost v rámci naměřeného rozmezí hodnot, přičemž průměrná půdní vlhkost orné půdy byla v rámci rozsahu naměřených hodnot mnohem nižší. Dle variability dat posuzované v rámci minimální a maximální naměřené hodnoty vykazovala orná půda mnohem vyšší variabilitu dat, z čehož plyne, že zalesněná půda v hloubce 60 cm byla ve výkyvech půdní vlhkosti mnohem stabilnější.

měsíc, rok	stanoviště	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
	hloubka	min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Březen 2021	20 cm	34,52	44,44	40,66	40,22	41,79	40,57
	40 cm	35,06	35,75	35,23	28,53	28,94	28,62
	60 cm	35,79	36,90	36,05	32,95	33,44	33,06

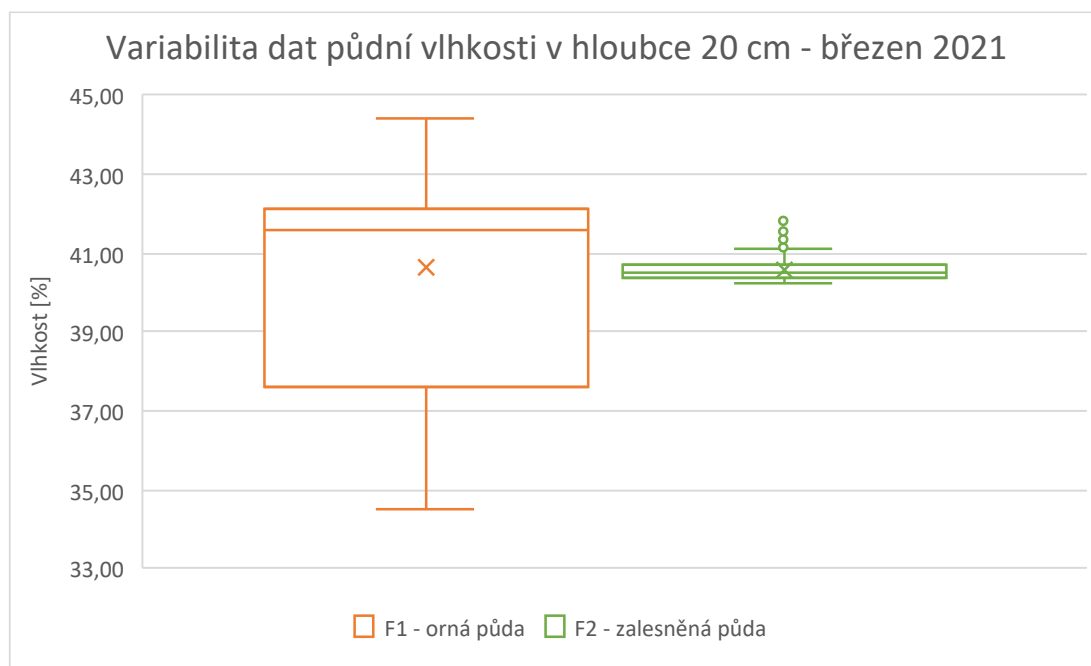
Tabulka 13: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - březen 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

Průměrná půdní vlhkost orné půdy v březnu 2021 v hloubce 20 cm byla naměřena 40,66 %, kdy minimální hodnota činila 34,52 % a maximální 44,44 %. Minimální naměřená hodnota byla od průměrné nižší o 6,14 % a maximální vyšší o 3,78 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 9,92 %. Zalesněná půda vykazovala v této hloubce průměrnou půdní vlhkost 40,57 % s minimální hodnotou 40,22 % a maximální 41,79 %. Mezi minimem a maximem bylo rozmezí 1,57 %, přičemž rozptyl minimální hodnoty od průměru činil 0,35 % a maximální od průměru 1,22 %.

Průměrná hodnota u orné půdy byla v rámci rozmezí naměřených hodnot v horní polovině dat, což v průměru ukazuje na vyšší půdní vlhkost. To dokazuje i poloha mediánu v krabicovém grafu, jenž je situován u horního kvartilu nad průměrnou hodnotou. Z toho lze odvodit, že orná půda v hloubce 20 cm vykazovala častěji nadprůměrnou půdní vlhkost. Průměrná půdní vlhkost u zalesněné půdy v rámci rozmezí naměřených hodnot umístěná ve spodní polovině dat a medián znázorněný pod průměrnou hodnotou znázorňují, že u zalesněné půdy byla průměrná půdní vlhkost

spíše nižší a častěji půda vykazovala podprůměrnou půdní vlhkost.

Z krabicového grafu lze také zjistit mnohem větší variabilitu dat u orné půdy, která citlivěji a intenzivněji reagovala na srážky a vzdušnou teplotu oproti zalesněné půdě. To lze vysvětlit citlivější odezvou orné půdy v hodnotách půdní vlhkosti na průměrný měsíční úhrn srážek 0,62 mm s teplotou ovzduší 4,4 °C. Zalesněná půda chráněná dřevinným porostem a opadankou na povrchu půdy reagovala na srážky a vzdušnou teplotu mnohem mírněji.



Graf 12: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - březen 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

U orné půdy v hloubce 40 cm byla naměřena minimální půdní vlhkost 35,06 %, maximální 35,75 % a průměrná půdní vlhkost činila 35,23 %. Minimální hodnota byla nižší od průměrné o 0,17 % a maximální vyšší o 0,52 %, přičemž rozmezí mezi minimem a maximem činilo 0,69 %. Zalesněná půda v této hloubce vykazovala průměrnou půdní vlhkost 28,62 %, kdy byla naměřena minimální hodnota 28,53 % a maximální 28,94 %. Mezi minimem a maximem bylo rozmezí 0,41 %, kdy minimální hodnota byla nižší od průměrné o 0,09 % a maximální vyšší o 0,32 %. Z dat lze odvodit, že jelikož byla průměrná hodnota blíže k minimální, tak v průměru byla na obou stanovištích v rámci naměřených hodnot v průměru nižší půdní vlhkost. Z toho lze usoudit, že obě stanoviště nebyly v měsíčním průměru výrazně srážkami ovlivněny. Variabilita dat mezi minimální a maximální hodnotou byla u zalesněné půdy nižší, z čehož plyne, že zalesněná půda v této hloubce vykazovala vyšší stabilitu půdní vlhkosti.

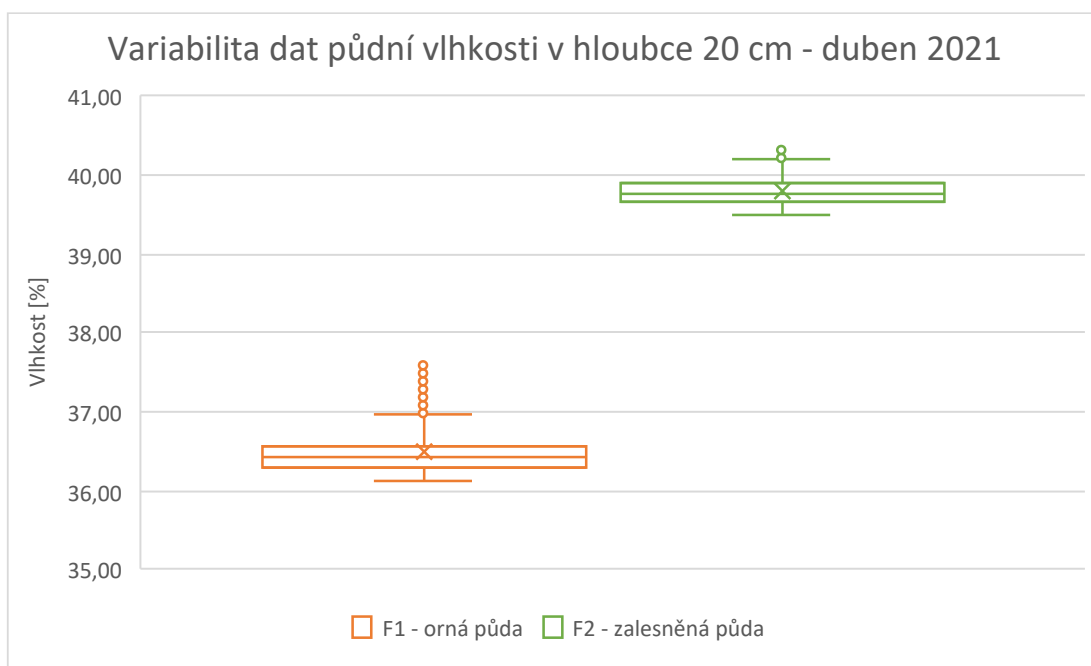
V hloubce 60 cm u orné půdy byla naměřena minimální hodnota půdní vlhkosti 35,79 % a maximální 36,90 %, přičemž rozmezí mezi minimem a maximem činilo 1,11 %. Průměrná půdní vlhkost pak činila 36,05 %, kdy minimální byla od průměrné

nižší o 0,26 % a maximální vyšší o 0,85 %. U zalesněné půdy činila minimální půdní vlhkost 32,95 % a maximální 33,44 %, s jejich vzájemným rozmezím 0,49 %. Průměrná hodnota půdní vlhkosti činila 33,06 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné byl 0,11 % a maximální od průměrné 0,38 %. Obě půdy stejně jako v hloubce 40 cm vykazovaly i v hloubce 60 cm v rámci naměřeného rozpětí hodnot spíše nižší průměrnou půdní vlhkost, což lze vysvětlit malým ovlivněním této hloubky srážkami. Vyšší variabilitu dat mezi minimální a maximální hodnotou vykazovala orná půda, což ukazuje na vyšší stabilitu půdní vlhkosti v hloubce 60 cm u zalesněné půdy.

měsíc, rok	stanoviště hloubka	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
		min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Duben 2021	20 cm	36,11	37,70	36,49	39,49	40,33	39,79
	40 cm	35,12	35,49	35,27	28,41	28,87	28,62
	60 cm	35,63	35,96	35,74	33,01	33,43	33,18

Tabulka 14: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - duben 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

Duben 2021 byl pro ornou půdu v hloubce 20 cm sušším obdobím, jelikož došlo mezi březnem a dubnem k poklesu průměrné půdní vlhkosti o 4,17 % na dubnovou hodnotu 36,49 %. Minimální hodnota byla tento měsíc naměřena 36,11 % a maximální 37,70 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 1,59 %. Minimální hodnota byla od průměrné nižší o 0,38 % a maximální vyšší o 1,21 %. V průměru nižší půdní vlhkost v rámci naměřených hodnot a celkový pokles půdní vlhkosti od předešlého měsíce byl způsoben velmi nízkým úhrnem dubnových srážek 0,34 mm za současného působení zvyšující se teploty ovzduší na dubnovou průměrnou hodnotu 7,1 °C. U orné půdy tak výrazně převládala evaporace nad infiltrací srážek, což potvrzuje i umístění mediánu znázorňující častější podprůměrnou půdní vlhkost.



Graf 13: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - duben 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

Zalesněná půda vykazovala průměrnou půdní vlhkost 39,79 %, což je pokles oproti předchozímu měsíci pouze o 0,78 %. Minimální dubnová hodnota byla naměřena 39,49 % a maximální 40,33 %. Rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 0,84 %. Průměrná hodnota byla od minimální vyšší o 0,30 % a oproti maximální nižší o 0,54 %. V průměru byla půdní vlhkost zalesněné půdy v této hloubce v rámci rozmezí naměřených hodnot nižší, což znázorňuje i medián v krabicovém grafu umístěný mírně pod průměrnou hodnotou značící častější podprůměrné hodnoty půdní vlhkosti. Velmi nízký pokles průměrné půdní vlhkosti oproti předchozímu měsíci lze vysvětlit nižší citlivostí na teplotu ovzduší díky dřevinnému porostu a opadance, jež v půdě udržují stabilnější půdní vlhkost a snižují evaporaci. Mírně vyšší variabilitu dat vykazovala v hloubce 20 cm orná půda díky občasným srážkovým přeháňkám, na které reagovala mnohem citlivěji než zalesněná půda.

U orné půdy v hloubce 40 cm byla naměřena průměrná půdní vlhkost 35,27 % s minimální naměřenou hodnotou 35,12 % a maximální 35,49 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 0,37 %, přičemž rozptyl minimální hodnoty od průměrné byl 0,15 % a maximální od průměrné 0,22 %. Zalesněná půda vykazovala průměrnou hodnotu 28,62 % s naměřenou minimální hodnotou 28,41 % a maximální 28,87 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 0,46 %, přičemž minimální hodnota byla od průměrné nižší o 0,21 % a maximální vyšší o 0,25 %. V průměru obě stanoviště vykazovala v rámci naměřených hodnot mírně nižší půdní vlhkost. Mírně větší variabilitu dat mezi minimální a maximální hodnotou v této hloubce vykazovala zalesněná půda, což lze vysvětlit nižším ovlivněním orné půdy v této hloubce srážkami a vzdušnou teplotou, kdy nedocházelo k výrazným výkyvům půdní vlhkosti. Oproti tomu u zalesněné půdy chráněné dřevinným porostem a opadankou nebyla evaporace tak výrazná a určitá část srážek se infiltrovala což ovlivnilo i hloubku 40 cm. Dalším faktorem je zrnitostní složení půdy s vyšším obsahem písčité frakce umožňující lepší průsak půdní vody, který zvyšuje pokles hodnot půdní vlhkosti.

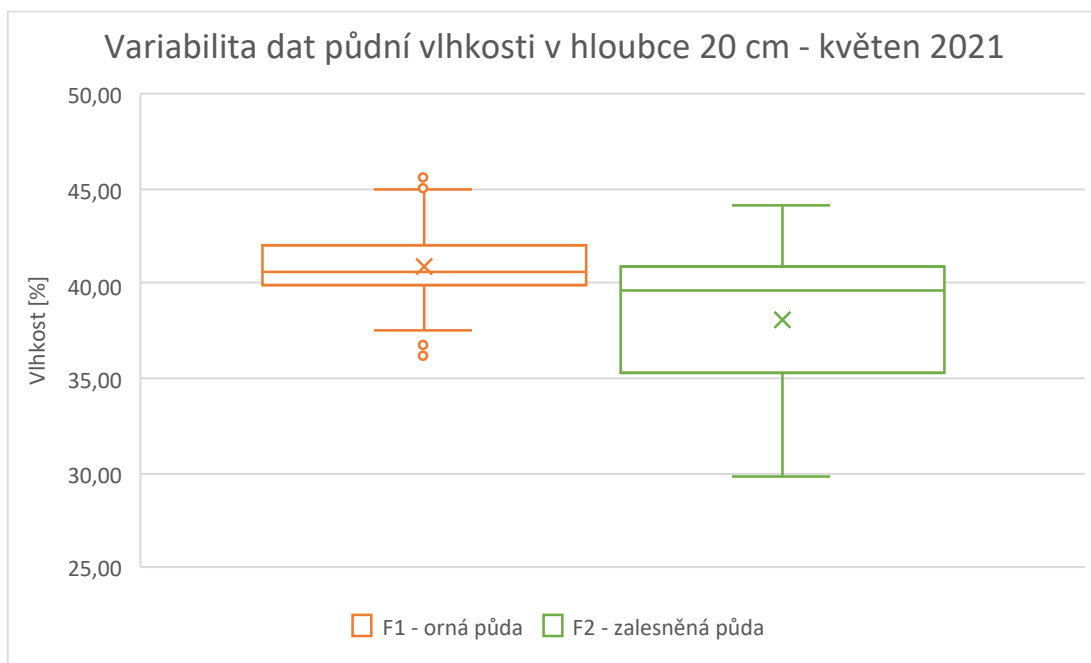
V hloubce 60 cm byla u orné půdy naměřena minimální půdní vlhkost 35,63 % a maximální 35,96 %. Průměrná půdní vlhkost činila 35,74 %. Rozmezí mezi minimální hodnotou a maximální činilo 0,33 %, kdy minimální byla nižší od průměrné o 0,11 % a maximální vyšší o 0,22 %. Zalesněná půda vykazovala průměrnou půdní vlhkost 33,18 % s minimální naměřenou hodnotou 33,01 % a maximální 33,43 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměru činil 0,17 % a maximální od průměru 0,25 %, kdy rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou činilo 0,42 %. V rámci naměřených hodnot vykazovala obě stanoviště v průměru nižší půdní vlhkost. Vyšší variabilitu dat mezi minimální a maximální hodnotou byla v hloubce 60 cm zaznamenána u zalesněné půdy, jež byla ovlivňována průsakem půdní vody z vrchních vrstev.

měsíc, rok	stanoviště hloubka	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
		min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Květen 2021	20 cm	36,20	45,96	40,94	29,86	44,19	38,07
	40 cm	35,35	36,17	35,80	27,58	29,97	28,85
	60 cm	35,68	37,08	36,36	33,13	34,33	33,77

Tabulka 15: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - květen 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

V roce 2021 byla květnová průměrná půdní vlhkost orné půdy v hloubce 20 cm 40,94 %. Minimální hodnota byla 36,20 % a maximální 45,96 %. Rozmezí mezi maximální a minimální hodnotou činilo 9,76 %. Minimální hodnota byla od průměrné nižší o 4,74 % a maximální vyšší o 5,02 %. Zalesněná půda vykazovala průměrnou půdní vlhkost 38,07 %, kdy minimální hodnota činila 29,86 % a maximální 44,19 %. Od průměrné hodnoty byla minimální nižší o 8,21 % a maximální vyšší o 6,12 %, přičemž rozmezí mezi minimem a maximem činilo 14,33 %. Květnový průměrný úhrn srážek činil 2,34 mm a teplota ovzduší 12,2 °C.

Dle znázorněného mediánu v krabicovém grafu u orné půdy umístěného pod průměrnou půdní vlhkostí lze konstatovat, že orná půda v hloubce 20 cm vykazovala častější podprůměrnou půdní vlhkost. Oproti tomu zalesněná půda vykazovala v této hloubce častější nadprůměrné hodnoty půdní vlhkosti, což znázorňuje medián nad průměrnou hodnotou půdní vlhkosti. Větší variabilitu dat u zalesněné půdy lze vysvětlit tak, že orná půda reagovala i na malý srážkový denní úhrn průběžným zvlhčováním půdního prostředí v hloubce 20 cm, kdy evaporace nebyla tak výrazná, což vedlo k nižší ztrátě půdní vlhkosti.



Graf 14: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - květen 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

Oproti tomu zalesněnou půdu díky stromovému porostu a opadance nízký úhrn srážek v této hloubce téměř neovlivnil, a i v těchto dnech docházelo k postupnému snižování půdní vlhkosti průsakem do nižších hloubek, což se projevilo zejména v druhé polovině měsíce poklesem k minimální hodnotě půdní vlhkosti v této hloubce. Nutno dodat, že ve dnech s vysokým úhrnem srážek orná půda vykazovala mnohem intenzivnější a citlivější reakci než zalesněná půda, což se projevilo v grafu ve vrchních odlehlých hodnotách u orné půdy od dlouhodobého průměru. Nižší odlehlé hodnoty jsou způsobené značně nízkou půdní vlhkostí z předešlého měsíce.

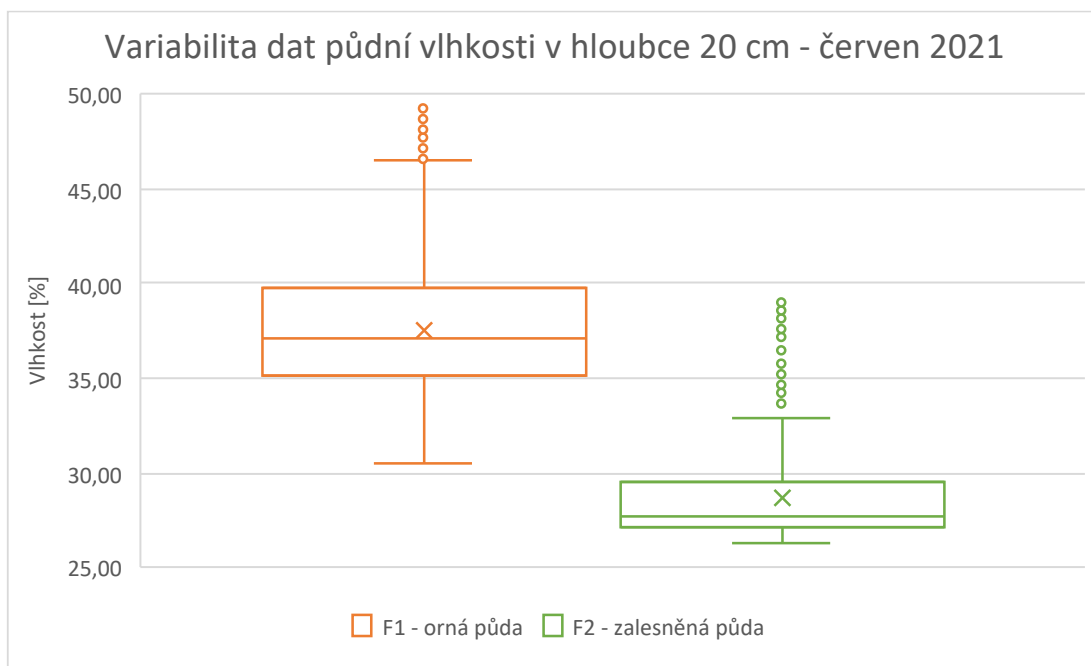
Orná půda v hloubce 40 cm vykazovala minimální půdní vlhkost 35,35 % a maximální 36,17 %, kdy průměrná půdní vlhkost činila 35,80 %. Mezi minimální a maximální hodnotou bylo rozmezí 0,82 %, přičemž minimální byla od průměrné nižší o 0,45 % a maximální vyšší o 0,37 %. Průměrná půdní vlhkost v této hloubce u zalesněné půdy činila 28,85 %, minimální hodnota byla naměřena 27,58 % a maximální 29,97 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou půdní vlhkosti činilo 2,39 %. Od průměrné hodnoty byl rozptyl minimální hodnoty 1,27 % a maximální 1,12 %. Na obou stanovištích byla v rámci naměřených hodnot mírně vyšší průměrná půdní vlhkost. Zalesněné půda v hloubce 40 cm vykazovala vyšší variabilitu naměřených dat mezi minimální a maximální hodnotou. To bylo způsobeno zejména zrnitostním složením půdy s vyšším obsahem písčité frakce, kdy v případě vydatných srážek došlo v této hloubce vlivem průsaku z vrchních vrstev k nárůstu půdní vlhkosti a následně ve dnech s minimálním až nulovým úhrnem srážek k rychlejšímu průsaku do nižších hloubek a tím i poklesu půdní vlhkosti v této hloubce.

V hloubce 60 cm vykazovala orná půda průměrnou půdní vlhkost 36,36 %. Minimální naměřená hodnota činila 35,68 % a maximální 37,08 %. Rozmezí těchto hodnot činilo 1,40 %. Minimální hodnota byla nižší od průměrné o 0,68 % a maximální vyšší o 0,72 %. U zalesněné půdy byla naměřena minimální půdní vlhkost 33,13 % a maximální 34,33 %. Průměrná půdní vlhkost činila 33,77 %. Mezi minimální a maximální hodnotou bylo rozmezí 1,20 %. Od průměrné hodnoty byl rozptyl minimální hodnoty 0,64 % a maximální 0,56 %. Orná půda v rámci naměřených hodnot vykazovala v této hloubce v průměru mírně nižší půdní vlhkost a zalesněná naopak mírně vyšší půdní vlhkost. Variabilita dat v této hloubce byla mírně vyšší u orné půdy, jelikož přeháňkové srážky ovlivňovaly častěji vyšší vrstvy a hloubka 60 cm byla ovlivňována průsakem nárazově, což vedlo k vyšší variabilitě dat. Zalesněná půda v hloubce 60 cm byla díky zrnitostnímu složení vyšších vrstev ovlivňována průsakem průběžně, což nevedlo k výrazným výkyvům v půdní vlhkosti.

měsíc, rok	stanoviště hloubka	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
		min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Červen 2021	20 cm	30,48	49,21	37,53	26,27	39,23	28,67
	40 cm	35,83	37,57	36,32	25,07	27,60	25,98
	60 cm	36,15	39,28	36,62	30,10	33,13	31,56

Tabulka 16: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - červen 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

Orná půda v hloubce 20 cm vykazovala v červnu 2021 průměrnou půdní vlhkost 37,53 %, kdy minimální hodnota byla naměřena 30,48 % a maximální 49,21 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou činilo 18,73 %. Minimální hodnota byla od průměrné nižší o 7,05 % a maximální vyšší o 11,68 %. Zalesněná půda vykazovala průměrnou hodnotu v této hloubce 28,67 %. Minimální naměřená hodnota činila 26,27 % a maximální 39,23 %, přičemž rozmezí mezi oběma hodnotami bylo 12,96 %. Od průměrné hodnoty byla minimální nižší o 2,40 % a maximální vyšší o 10,56 %. Půdní vlhkost obou stanovišť byla v rámci naměřených hodnot v průměru značně nižší, což dokazuje i medián obou stanovišť v krabicovém grafu znázorněný pod průměrnou hodnotou, jenž reflektuje častější podprůměrnou půdní vlhkost na obou stanovištích. Červencový průměrný úhrn srážek dosahoval 3,98 mm a průměrná vzdušná teplota 20,6 °C. Orná půda daný měsíc vykazovala v závislosti na značný úhrn srážek a vyšší vzdušnou teplotu větší variabilitu dat půdní vlhkosti, což lze vysvětlit nárazovými vydatnými srážkami, které půdu značně satureovaly a následně v období bez srážek vyšší vzdušná teplota způsobila výraznou evaporaci. Tyto faktory pak způsobily větší výkyv v hodnotách půdní vlhkosti u nekryté orné půdy, jelikož zalesněná půda je více chráněná před vlivem těchto faktorů stromovým porostem a listovým opadem. Zalesněná půda tento měsíc v hloubce 20 cm vykazovala vyšší stabilitu v půdní vlhkosti oproti orné půdě.



Graf 15: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - červen 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

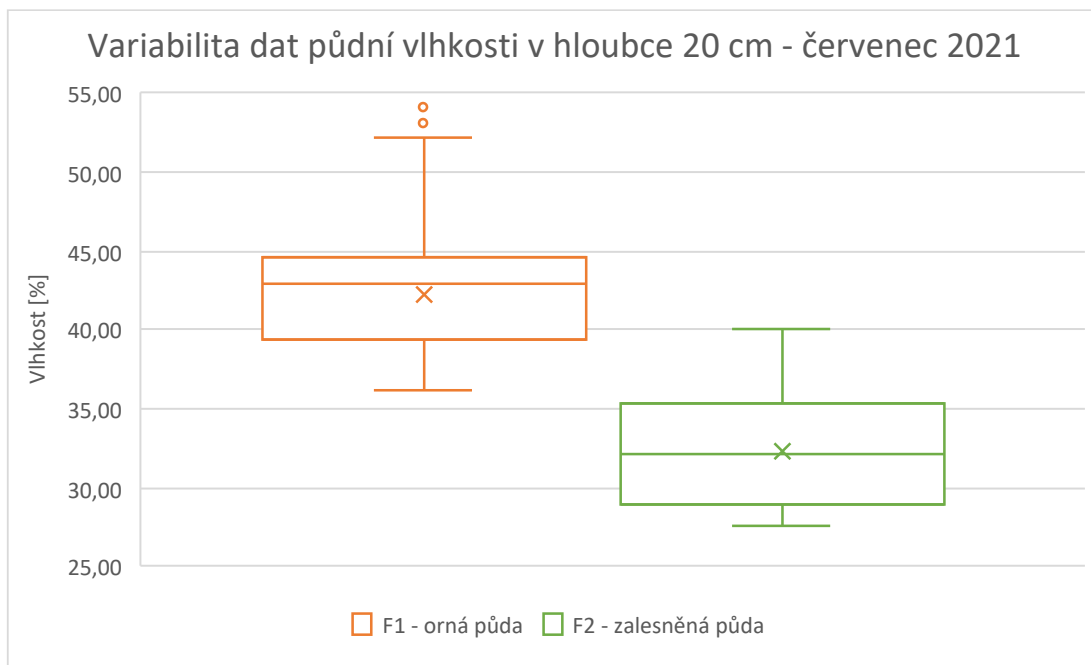
V hloubce 40 cm byla zaznamenána minimální půdní vlhkost orné půdy 35,83 %, maximální 37,57 % a průměrná měsíční půdní vlhkost 36,32 %. Mezi minimální a maximální hodnotou bylo rozmezí 1,74 %, přičemž minimální hodnota byla od průměrné nižší o 0,49 % a maximální vyšší o 1,25 %. Zalesněná půda měla v této hloubce průměrnou půdní vlhkost 25,98 %. Minimální naměřená hodnota činila 25,07 % a maximální 27,60 %, jejichž rozmezí bylo 2,53 %. Od průměrné hodnoty byl rozptyl minimální hodnoty 0,91 % a maximální 1,62 %. Dle průměrné hodnoty obou stanovišť, které je v rámci rozmezí naměřených hodnot v nižších hodnotách, lze odvodit, že obě stanoviště v této hloubce vykazovala v měsíčním průměru nižší půdní vlhkost. Variabilita dat v hloubce 40 cm je u zalesněné půdy vyšší oproti orné půdě, což lze vysvětlit tak, že intenzivní přívalové deště dostatečně neovlivnily hloubku 40 cm, kde v průběhu měsíce docházelo k postupnému kontinuálnímu poklesu půdní vlhkosti díky zrnitostnímu složení půdy, což způsobilo vyšší variabilitu dat. Orná půda oproti zalesněné půdě byla v této hloubce dostatečně srážkami saturována což způsobilo nižší variabilitu naměřených dat. To potvrzuje i detailnější prozkoumání naměřených dat. Ačkoli je vyšší variabilita dat u zalesněné půdy, vykazovala vyšší stabilitu půdní vlhkosti v této hloubce.

Orná půda v hloubce 60 cm vykazovala průměrnou půdní vlhkost 36,62 %. Minimální naměřená hodnota půdní vlhkosti dosahovala 36,15 % a maximální 39,28 %. Mezi minimální a maximální hodnotou bylo rozmezí 3,13 %. Od průměrné půdní vlhkosti byla minimální nižší o 0,47 % a maximální vyšší o 2,66 %. U zalesněné půdy byla naměřena minimální hodnota půdní vlhkosti 30,10 % a maximální 33,13 %. Průměrná hodnota dosahovala 31,56 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 3,03 %, přičemž minimální hodnota byla od průměrné nižší o 1,46 % maximální vyšší o 1,57 %. U orné půdy byla průměrná půdní vlhkost v rámci naměřených hodnot v mnohem nižších hodnotách. Lze tak říci, že orná půda v hloubce 60 cm vykazovala v rámci naměřených hodnot častěji nižší hodnoty půdní vlhkosti. Variabilita dat mezi minimální a maximální hodnotou v této hloubce je nepatrně vyšší u orné půdy, což bylo způsobeno výraznými srážkami na konci měsíce, které ovlivnily ornou půdu i v hloubce 60 cm. U zalesněné půdy v průběhu měsíce v této hloubce docházelo k postupnému a kontinuálnímu poklesu půdní vlhkosti, jelikož ani tato hloubka nebyla srážkami ovlivněna.

měsíc, rok	stanoviště hloubka	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
		min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Červenec 2021	20 cm	36,18	54,07	42,27	27,51	40,05	32,25
	40 cm	36,51	38,82	36,90	24,76	25,23	25,06
	60 cm	37,22	42,97	38,02	29,56	33,14	30,89

Tabulka 17: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - červenec 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

V červenci 2021 vykazovala orná půda průměrnou půdní vlhkost v hloubce 20 cm 42,27 %, kdy minimální naměřená hodnota činila 36,18 % a maximální 54,07 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou činilo 17,89 %, přičemž minimální hodnota byla od průměrné nižší o 6,09 % a maximální vyšší o 11,80 %. Průměrná hodnota nacházející se ve spodní polovině hodnot udává v průměru nižší půdní vlhkost, ovšem medián znázorněný v krabicovém grafu nad průměrnou hodnotou značí častější nadprůměrné hodnoty půdní vlhkosti. Zalesněná půda v této hloubce vykazovala průměrnou půdní vlhkost 32,25 % s minimální naměřenou hodnotou 27,51 % a maximální naměřenou hodnotou 40,05 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou činilo 12,54 %, kdy rozptýl minimální hodnoty od průměrné činil 4,75 % a maximální od průměrné 7,80 %. Také u zalesněné půdy byla průměrná půdní vlhkost v nižších hodnotách, tzn. že v rámci naměřených hodnot byla půdní vlhkost zalesněné půdy v průměru nižší. To dokládá i medián v krabicovém grafu jenž je znázorněn mírně pod průměrnou hodnotou, což ukazuje na častější podprůměrné hodnoty půdní vlhkosti.



Graf 16: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - červenec 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

Variabilita dat mezikvartilového rozpětí je u zalesněné půdy vyšší, jelikož u orné půdy nejsou v grafu započítány hodnoty odlehlé od dlouhodobého průměru způsobené náhlými přívalovými srážkami. Z tohoto důvodu je v rámci objektivního vyhodnocení

nutné zvolit porovnání variability dat mezi minimální a maximální hodnotou, jenž zahrnují i odlehlé hodnoty. V tomto případě vykazuje vyšší variabilitu dat orná půda, což je způsobeno vydatnými přívalovými srážkami, které v měsíčním průměru činili 3,78 mm za současného působení vyšší průměrné vzdušné teploty 20,3 °C. Na tyto faktory orná půda reagovala mnohem intenzivněji, jelikož je jejich působení plně vystavena, oproti tomu zalesněné půda je chráněna stromovým porostem a opadankou, které určité množství srážek zachytí intercepcí a zároveň snižují evaporaci.

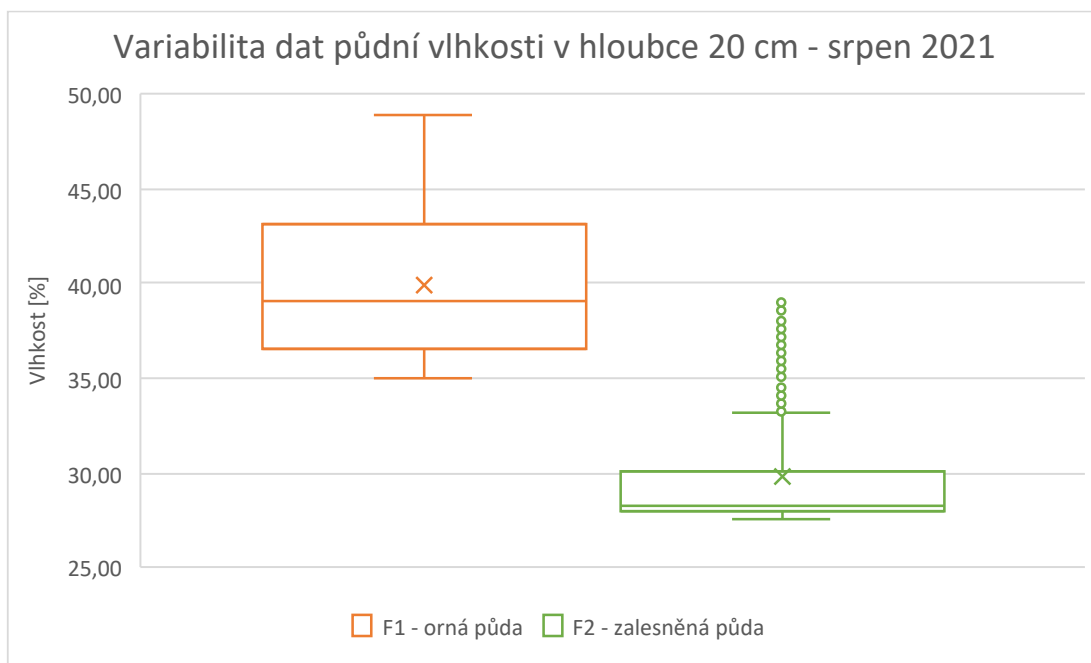
U orné půdy v hloubce 40 cm byla naměřena minimální hodnota půdní vlhkosti 36,51 % a maximální 38,82 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 2,31 %. Průměrná měsíční hodnota půdní vlhkosti činila 36,90 %. Minimální půdní vlhkost byla od průměrné nižší o 0,39 % a maximální vyšší o 1,92 %. Jelikož byla průměrná půdní vlhkost v rámci naměřených hodnot mezi nižšími hodnotami, lze říci, že orná půda v této hloubce vykazovala v rámci naměřených hodnot nižší půdní vlhkost. Zalesněná půda vykazovala průměrnou půdní vlhkost v této hloubce 25,06 %, kdy minimální naměřená hodnota činila 24,76 % a maximální 25,23 %. Mezi minimální a maximální hodnotou činilo rozpětí 0,47 %, přičemž byla od průměrné hodnoty minimální nižší o 0,30 % a maximální vyšší o 0,17 %. V této hloubce vykazovala zalesněná půda v rámci naměřených hodnot v průměru vyšší půdní vlhkost. Vyšší variabilitu dat mezi minimální a maximální hodnotou vykazovala tento měsíc v hloubce 40 cm orná půda z důvodu přívalových srážek, které značně ovlivnily i nižší půdní horizonty. Zalesněné půda v této hloubce byla přívalovými srážkami ovlivněna mírněji bez výrazné intenzity.

V nejnižší měřené hloubce 60 cm byla u orné půdy naměřena minimální půdní vlhkost 37,22 % a maximální 42,97 % s rozmezím mezi těmito hodnotami 5,75 %. Průměrná měsíční půdní vlhkost dosahovala hodnoty 38,02 %. Rozptyl od průměrné hodnoty byl u minimální hodnoty 0,80 % a u maximální hodnoty 4,95 %. V této hloubce vykazovala orná půda v rámci naměřených hodnot v měsíčním průměru nižší půdní vlhkost. Zalesněná půda vykazovala v této hloubce průměrnou měsíční půdní vlhkost 30,89 %, kdy byla naměřena minimální hodnota 29,56 % a maximální 33,14 %. Rozmezí mezi minimální a maximální půdní vlhkostí činilo 3,58 %. Průměrná hodnota půdní vlhkosti byla vůči minimální vyšší o 1,33 % a proti maximální nižší o 2,25 %. U zalesněné půdy tak byla v této hloubce v rámci naměřených hodnot v průměru nižší půdní vlhkost. Větší variabilita dat byla u zalesněné půdy, jelikož přívalové deště značně ovlivnily u orné půdy také hloubku 60 cm, což způsobilo výrazný výkyv hodnot půdní vlhkosti.

měsíc, rok	stanoviště	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
		min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Srpen 2021	20 cm	34,99	48,98	39,89	27,61	39,09	29,85
	40 cm	35,99	37,39	36,50	24,56	24,88	24,71
	60 cm	36,76	38,39	37,33	32,62	33,49	33,20

Tabulka 18: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - srpen 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

V srpnu 2021 byla u orné půdy v hloubce 20 cm naměřena minimální půdní vlhkost 34,99 % a maximální 48,98 %, jejichž rozmezí činilo 13,99 %. Průměrná měsíční půdní vlhkost činila 39,89 %, jenž byla vůči minimální hodnotě vyšší o 4,90 % a proti maximální nižší o 9,09 %. U zalesněné půdy byla naměřena minimální půdní vlhkost 27,61 % a maximální 39,09 %. Rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 11,48 %. Průměrná půdní vlhkost v daném měsíci činila 29,85 %, tedy o 2,24 % vyšší vůči minimální hodnotě a o 9,24 % nižší vůči maximální hodnotě.



Graf 17: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - srpen 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

Na obou stanovištích byla průměrná hodnota v rámci naměřeného rozmezí hodnot ve spodní polovině dat, což značí, že jak na orné půdě, tak i na zalesněné půdě v hloubce 20 cm byla v průměru nižší půdní vlhkost, což bylo dáno vyšším podílem bezesrážkových dnů hodnoceného měsíce. Průměrný měsíční úhrn srážek činil 3,37 mm a průměrná vzdušná teplota 17,7 °C. V krabicovém grafu je možné spatřit větší množství odlehlých hodnot vzdálené od běžného rozsahu hodnot u zalesněné půdy, které byly způsobeny přívalovými srážkami, jež značně zvýšili půdní vlhkost zalesněné půdy v hloubce 20 cm. Orná půda na tyto přívalové srážky reagovala s mnohem menší intenzitou, jelikož půda již byla značně saturovaná z mírnějších srážek předešlých dnů, které zalesněnou půdu tolik nesaturovaly. Vyšší variabilitu dat v půdní vlhkosti vykazovala v hloubce 20 cm orná půda, která reagovala i na nižší

úhrn srážek a vyšší evaporaci v bezesrážkových dnech, kdežto na zalesněnou půdu díky stromovému porostu a opadance měly tyto faktory mnohem menší vliv.

V hloubce 40 cm byla u orné půdy naměřena minimální půdní vlhkost 35,99 % a maximální 37,39 %, kdy průměrná půdní vlhkost činila 36,50 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou činilo 1,40 %, přičemž minimální hodnota byla od průměrné nižší o 0,51 % a maximální vyšší o 0,89 %. Orná půda v této hloubce vykazovala v rámci naměřeného rozmezí hodnot v průměru nižší půdní vlhkost. Zalesněná půda vykazovala průměrnou půdní vlhkost 24,71 %, kdy minimální hodnota byla naměřena 24,56 % a maximální 24,88 %. Mezi minimální a maximální hodnotou činilo rozmezí 0,32 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné činil 0,15 % a maximální od průměrné 0,17 %. Zalesněná půda v hloubce 40 cm v rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovala v průměru vyváženou půdní vlhkost. Orná půda v hloubce 40 cm vykazovala vyšší variabilitu dat mezi minimální a maximální hodnotou, což bylo způsobeno značným ovlivněním této hloubky přívalovými srážkami, jež výrazně zvýšili půdní vlhkost. U zalesněné půdy v této hloubce došlo přívalovými srážkami k mnohem mírnějšímu ovlivnění.

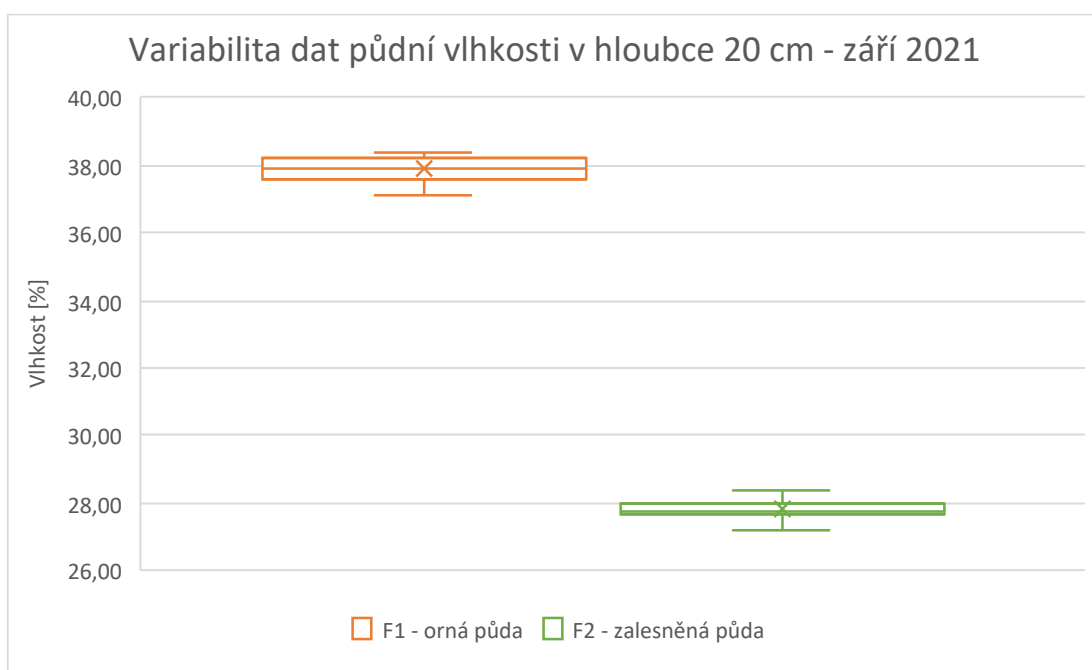
Průměrná půdní vlhkost u orné půdy v hloubce 60 cm byla 37,33 %, přičemž minimální naměřená hodnota činila 36,76 % a maximální 38,39 %. Rozmezí mezi minimální a maximální naměřenou hodnotou půdní vlhkosti činilo 1,63 %, kdy minimální hodnota byla vůči průměrné nižší o 0,57 % a maximální vyšší o 1,06 %. V průměru dosahovala orná půda v rámci naměřených hodnot nižší půdní vlhkost. U zalesněné půdy v hloubce 60 cm byla naměřena minimální půdní vlhkost 32,62 % a maximální 33,49 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 0,87 %. Hodnota průměrné půdní vlhkosti dosahovala 33,20 %, tedy o 0,58 % více vůči minimální hodnotě a o 0,29 % méně vůči maximální hodnotě. Zalesněná půda tak v rámci naměřených hodnot vykazovala v průměru vyšší půdní vlhkost. Stejně jako v hloubce 40 cm, tak i hloubce 60 cm vykazovala vyšší variabilitu dat orná půda díky přívalovým srážkám, jež ovlivnily ornou půdu i v hloubce 60 cm. Zalesněná půda v této hloubce byla ovlivněna přívalovými srážkami velmi pozvolně, zejména plynulým průsakem z vrchních vrstev.

měsíc, rok	stanoviště	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
	hloubka	min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Září 2021	20 cm	37,08	38,41	37,88	27,20	28,35	27,80
	40 cm	35,78	36,02	35,90	24,53	24,78	24,65
	60 cm	36,40	36,77	36,54	32,89	33,37	33,08

Tabulka 19: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - září 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

Průměrná půdní vlhkost v hloubce 20 cm u orné půdy v září 2021 dosahovala hodnoty 37,88 %, kdy minimální hodnota byla naměřena 37,08 % a maximální 38,41 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou činilo 1,33 %, přičemž minimální hodnota byla od průměrné nižší o 0,80 % a maximální vyšší o 0,53 %. Zalesněná půda vykazovala průměrnou měsíční půdní vlhkost 27,80 %.

Minimální naměřená hodnota činila 27,20 % a maximální 29,35 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 1,15 %. Od průměrné půdní vlhkosti byla minimální hodnota nižší o 0,60 % a maximální vyšší 0,55 %. Z dat lze usoudit, že obě stanoviště měla v rámci naměřených hodnot v průměru vyšší půdní vlhkost. Mírně vyšší variabilitu dat vykazovala orná půda, kterou průměrný měsíční úhrn srážek 0,71 mm za současného působení průměrné vzdušné teploty 16,1 °C ovlivnil více než zalesněnou půdu. U orné půdy je medián v krabicovém grafu znázorněn mírně nad průměrnou hodnotou, což ukazuje na častější nadprůměrnou půdní vlhkost, kdežto u zalesněné půdy medián zobrazený mírně pod průměrnou hodnotou ukazuje častější podprůměrnou půdní vlhkost. To lze vysvětlit vyšší citlivostí orné půdy v hloubce 20 cm na srážky daného měsíce.



Graf 18: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - září 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

V hloubce 40 cm vykazovala orná půda průměrnou půdní vlhkost 35,90 % s minimální naměřenou hodnotou 35,78 % a maximální 36,02 %. Od průměrné hodnoty byl rozptyl minimální i maximální hodnoty 0,12 %, Průměrná hodnota se nacházela tedy přesně v polovině rozmezí mezi minimem a maximem, které činilo 0,24 %. Z toho plyne, že orná půda v této hloubce nebyla výrazněji ovlivněna ani srážkami, ani vzdušnou teplotou a půdní vlhkost tak v průměru byla vyvážená. Zalesněná půda vykazovala průměrnou půdní vlhkost 24,65 %, přičemž minimální hodnota půdní vlhkosti byla naměřena 24,53 % a maximální 24,78 %. Rozmezí mezi minimální hodnotou a maximální činilo 0,25 %, kdy minimální naměřená hodnota byla vůči průměrné nižší o 0,12 % a maximální vyšší o 0,13 %. Podobně jako u orné půdy byla u zalesněné půdy v hloubce 40 cm vyvážená průměrná půdní vlhkost v rámci naměřeného rozmezí hodnot. Variabilita hodnot půdní vlhkosti byla o 0,01 % u zalesněné půdy vyšší než u orné půdy, což je velmi zanedbatelný rozdíl, které byl pravděpodobně způsobený zrnitostním složením půdy, která z hloubky 20 cm umožnil

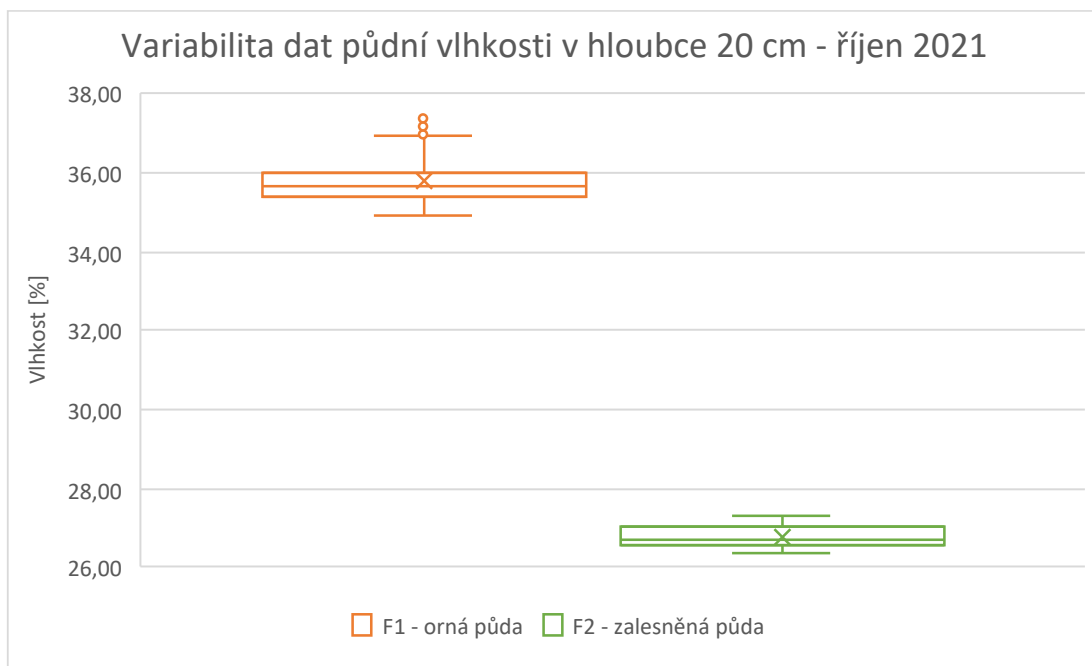
mnohem pomalejší průsak půdní vody ovlivňující hloubku 40 cm a následně z této hloubky rychlejší průsak do nižších vrstev.

Minimální naměřená půdní vlhkost v hloubce 60 cm u orné půdy činila 36,40 % a maximální 36,77 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami dosahovalo 0,37 %. Průměrná půdní vlhkost 36,54 % byla vůči minimální hodnotě o 0,14 % vyšší a vůči maximální hodnotě o 0,23 % nižší. U zalesněné půdy byla naměřena průměrná půdní vlhkost v hloubce 60 cm 33,08 %, přičemž minimální hodnota činila 32,89 % a maximální 33,37 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 0,48 %, kdy minimální hodnota byla vůči průměrné nižší o 0,19 % a maximální vyšší o 0,29 %. Obě stanoviště vykazovala v rámci rozmezí naměřených hodnot v průměru nižší půdní vlhkost, přičemž vyšší variabilita hodnot půdní vlhkosti byla zaznamenána u zalesněné půdy. To bylo způsobeno díky zrnitostnímu složení půdy výraznějším poklesem půdní vlhkosti v bezesrážkových dnech.

měsíc, rok	stanoviště	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
	hloubka	min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Říjen 2021	20 cm	34,93	37,37	35,79	26,36	27,29	26,77
	40 cm	35,07	35,83	35,43	24,20	24,62	24,35
	60 cm	35,83	36,42	36,10	32,76	32,98	32,86

Tabulka 20: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - říjen 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

V říjnu 2021 byla u orné půdy v hloubce 20 cm naměřena minimální půdní vlhkost 34,93 % a maximální 37,37 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 2,44 %. Průměrná měsíční půdní vlhkost 35,79 % byla proti minimální hodnotě vyšší o 0,86 % a proti maximální nižší o 1,58 %. Zalesněná půda v daném měsíci vykazovala průměrnou půdní vlhkost 26,77 %. Minimální naměřená hodnota činila 26,36 % a maximální 27,29 %, kdy rozmezí mezi minimem a maximem činilo 0,93 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné činil 0,41 % a maximální od průměrné 0,52 %. Na obou stanovištích byla v rámci naměřeného rozmezí hodnot v průměru nižší půdní vlhkost, což odpovídá nižšímu měsíčnímu úhrnu srážek 0,47 mm s průměrnou teplotou ovzduší 8,9 °C. To dokládá i znázornění mediánu v krabicovém grafu, jenž je u obou stanovišť položen pod průměrnou hodnotou, což značí častější podprůměrné hodnoty půdní vlhkosti. Tento měsíc v hloubce 20 cm vykazovala vyšší variabilitu dat orná půda, která na nízký úhrn srážek reagovala citlivěji než zalesněná půda chráněná dřevinným porostem a listovým opadem.



Graf 19: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - říjen 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

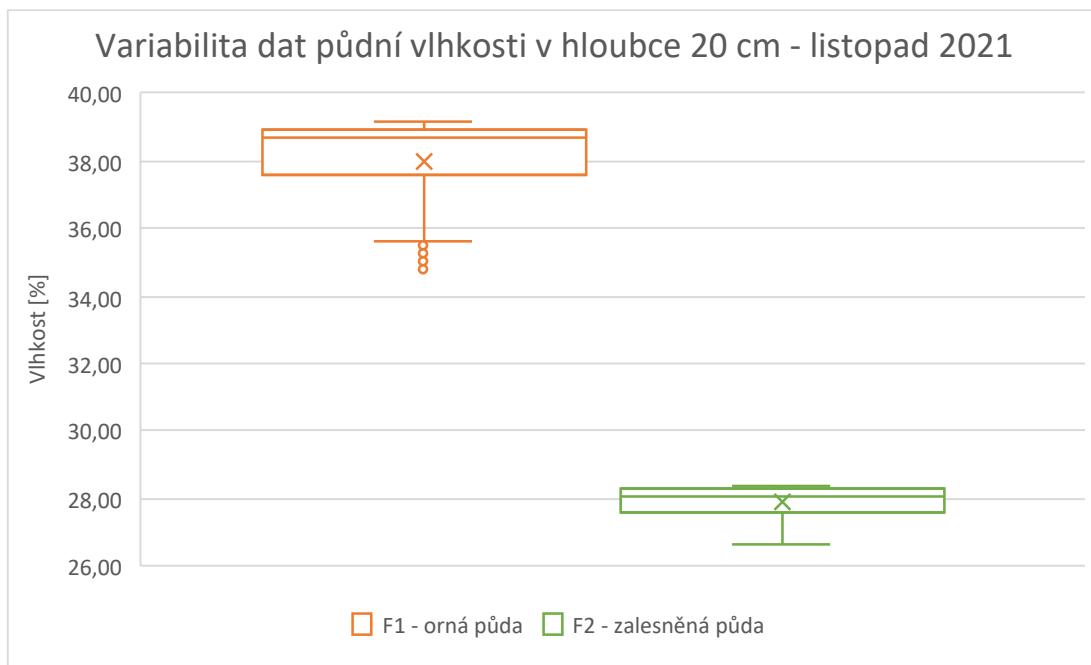
Orná půda v hloubce 40 cm vykazovala průměrnou půdní vlhkost 35,43 %. Minimální naměřená půdní vlhkost činila 35,07 % a maximální 35,83 %, přičemž rozmezí mezi těmito hodnotami dosahovalo 0,76 %. Minimální hodnota byla vůči průměrné nižší o 0,36 % a maximální vyšší o 0,40 %. Zalesněná půda v této hloubce vykazovala průměrnou půdní vlhkost 24,35 %, kdy minimální hodnota byla naměřena 24,20 % a maximální 24,62 %. Mezi minimální a maximální hodnotou bylo rozmezí 0,42 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné činil 0,15 % a maximální od průměrné 0,27 %. Dle uvedených průměrných hodnot obou stanovišť, jež byli v rámci naměřeného rozpětí v dolní polovině hodnot lze konstatovat, že obě stanoviště v této hloubce vykazovala v rámci naměřených hodnot v průměru nižší půdní vlhkost. V hloubce 40 cm vykazovala větší variabilitu v půdní vlhkosti orná půda, jež byla nízkým úhrnem srážek ovlivněna i v této hloubce, jelikož nižší vzdušná teplota nezpůsobovala výraznou evaporaci. Zalesněné půda byla v této hloubce díky vegetačnímu pokryvu ovlivněna nízkým úhrnem srážek mnohem méně.

V hloubce 60 cm byla u orné půdy naměřena minimální půdní vlhkost 35,83 % a maximální 36,42 %. Rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 0,59 %. Minimální hodnota byla od průměrné půdní vlhkosti 36,10 % nižší o 0,27 % a maximální vyšší o 0,32 %. Zalesněná půda vykazovala průměrnou půdní vlhkost v této hloubce 32,86 %, která byla od minimální hodnoty 32,76 % vyšší o 0,10 % a od maximální hodnoty 32,98 % nižší o 0,12 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou činilo 0,22 %. Stejně jako v hloubce 40 cm, tak i v hloubce 60 cm byla v rámci naměřeného rozmezí hodnot v průměru nižší půdní vlhkost na obou stanovištích. Vyšší variabilitu dat půdní vlhkosti vykazovala v hloubce 60 cm orná půda, jež byla i v této hloubce ovlivněna nízkým úhrnem srážek za současného působení nižší vzdušné teploty více než zalesněná půda.

měsíc, rok	stanoviště hloubka	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
		min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Listopad 2021	20 cm	34,77	39,14	37,95	26,68	28,37	27,88
	40 cm	34,94	35,16	35,09	24,22	24,43	24,33
	60 cm	35,63	35,85	35,77	32,93	33,06	33,01

Tabulka 21: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - listopad 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

Průměrná půdní vlhkost orné půdy v hloubce 20 cm dosahovala v listopadu 2021 hodnoty 37,95 %. Minimální půdní vlhkost byla naměřena 34,77 % a maximální 39,14 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou činilo 4,37 %, kdy minimální hodnota byla nižší vůči průměrné o 3,18 % a maximální vyšší o 1,19 %. Zalesněná půda v této hloubce vykazovala průměrnou půdní vlhkost 27,88 %, kdy minimální naměřená hodnota činila 26,68 % a maximální 28,37 %, jejichž rozmezí činilo 1,69 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné vykazoval 1,20 % a maximální od průměrné 0,49 %. V rámci rozmezí naměřených hodnot půdní vlhkosti vykazovala obě stanoviště v průměru vyšší půdní vlhkost, což lze vysvětlit úhrnem listopadových srážek 0,92 mm za současného působení nízké vzdušné teploty 4,5 °C. Častější nadprůměrné hodnoty půdní vlhkosti dokládá i položení mediánu v krabicovém grafu nad průměrnou hodnotou půdní vlhkosti. Tento měsíc infiltrace srážek převažovala nad evaporací díky nízké vzdušné teplotě. Orná půda v hloubce 20 cm vykazovala mnohem vyšší variabilitu dat půdní vlhkosti, jelikož byla těmito faktory ovlivněna mnohem více než zalesněná půda, která byla chráněna listovým opadem.



Graf 20: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - listopad 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

V hloubce 40 cm vykazovala orná půda průměrnou půdní vlhkost 35,09 %. Minimální hodnota půdní vlhkosti byla naměřena 34,94 % a maximální 35,16 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 0,22 %. Minimální hodnota byla od průměrné

nižší o 0,15 % a maximální vyšší o 0,07 %. U zalesněné půdy byla naměřena minimální půdní vlhkost 24,22 % a maximální 24,43 %, přičemž rozmezí mezi minimem a maximem činilo 0,21 %. Průměrná půdní vlhkost u zalesněné půdy dosahovala hodnoty 24,33 %, jež byla oproti minimální hodnotě vyšší o 0,11 % a vůči maximální nižší o 0,10 %. U orné půdy byla hodnota průměrné půdní vlhkosti v rámci naměřeného rozmezí hodnot v horní polovině, což ukazuje v průměru na častěji vyšší půdní vlhkost v rámci naměřeného rozmezí. Z toho lze odvodit, že orná půda byla srážkami ovlivněna i v hloubce 40 cm. Zalesněná půda v rámci naměřených hodnot vykazovala v průměru více vyváženou půdní vlhkost. Variabilita hodnot půdní vlhkosti byla na obou stanovištích v této hloubce vyrovnaná.

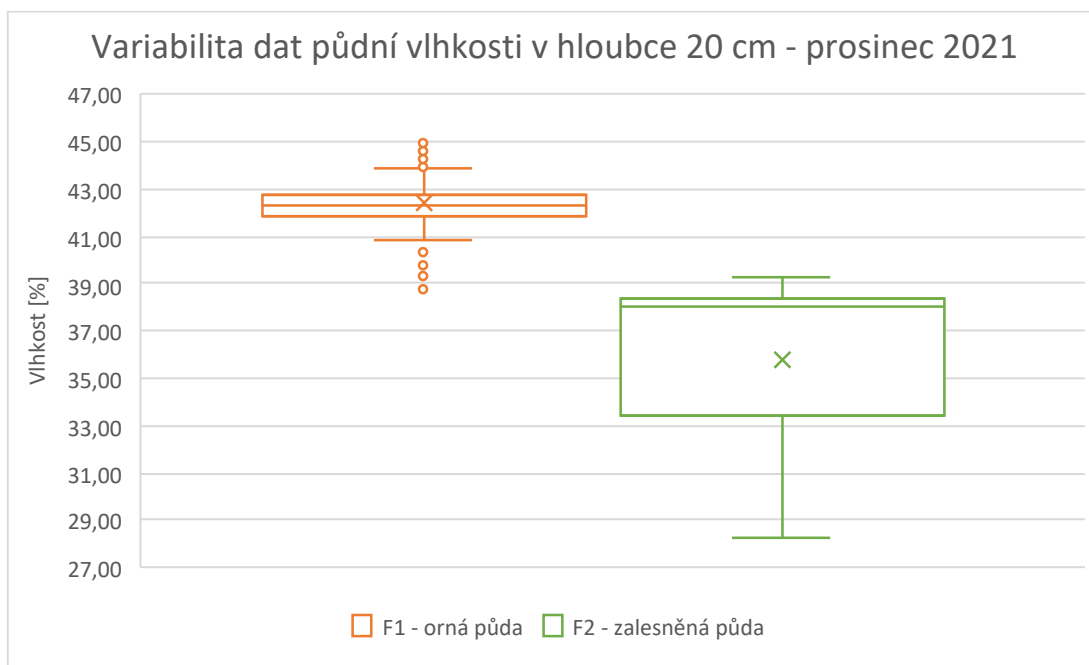
U orné půdy v hloubce 60 cm byla naměřena minimální půdní vlhkost 35,63 % a maximální 35,85 %. Rozmezí těchto hodnot činilo 0,22 %. Průměrná půdní vlhkost dosahovala hodnoty 35,77 %, přičemž minimální hodnota byla od průměrné nižší o 0,14 % a maximální vyšší o 0,08 %. Orná půda tedy vykazovala v rámci naměřených dat v průměru vyšší půdní vlhkost. Průměrná půdní vlhkost u zalesněné půdy dosahovala hodnoty 33,01 %, kdy minimální hodnota byla naměřena 32,93 % a maximální 33,06 %. Rozmezí mezi minimální a maximální naměřenou hodnotou činilo 0,13 %, kdy průměrná hodnota byla vyšší vůči minimální hodnotě o 0,08 % a vyšší vůči maximální hodnotě o 0,05 %. Zalesněná půda v hloubce 60 cm vykazovala v rámci naměřených hodnot v průměru téměř vyrovnanou půdní vlhkost. Variabilita dat v hloubce 60 cm byla vyšší u orné půdy, což bylo způsobeno pravděpodobně vyšším ovlivněním srážkami i v této hloubce.

měsíc, rok	stanoviště hloubka	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
		min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Prosinec 2021	20 cm	38,76	45,25	42,37	28,30	39,32	35,79
	40 cm	34,89	35,75	35,39	24,43	27,89	25,95
	60 cm	35,58	37,05	36,32	32,89	33,19	32,96

Tabulka 22: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - prosinec 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

V prosinci 2021 byla u orné půdy v hloubce 20 cm naměřena minimální půdní vlhkost 38,76 % a maximální 45,25 % s průměrnou hodnotou 42,37 %. Mezi minimální a maximální hodnotou půdní vlhkosti bylo rozmezí 6,49 %, kdy minimální hodnota byla nižší vůči průměrné o 3,61 % a maximální vyšší o 2,88 %. Zalesněná půda vykazovala průměrnou půdní vlhkost v této hloubce 35,79 %, kdy minimální naměřená hodnota činila 28,30 % a maximální 39,32 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou půdní vlhkosti činilo 11,02 %. Průměrné půdní vlhkost byla vůči minimální hodnotě vyšší o 7,49 % a vůči maximální nižší o 3,53 %. Na obou stanovištích byla v rámci naměřených hodnot v průměru vyšší půdní vlhkost. Odlehlé hodnoty vzdálené od běžného rozsahu hodnot u orné půdy byly způsobeny výrazným zvýšením a snížením půdní vlhkosti způsobené vlivem srážek, jež činili v měsíčním průměru 0,69 mm za působení vzdušné teploty 1,4 °C. Mnohem vyšší variabilita dat u zalesněné půdy byla způsobena postupnou infiltrací srážek, jež byla zpomalována listovým opadem, což se projevilo v postupném kontinuálním, avšak celkově

výrazném navyšování půdní vlhkosti. Orná nekrytá půda reagovala na srážky intenzivněji jak nárůstem, tak i poklesem půdní vlhkosti, jež se díky tomu hodnoty půdní vlhkosti pohybovaly v mnohem menším rozsahu. Ačkoli vykazovala zalesněná půda dle rozmezí dat větší variabilitu v půdní vlhkosti, její citlivost na srážky byla mnohem stabilnější.



Graf 21: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - prosinec 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

V hloubce 40 cm byla u orné půdy průměrná půdní vlhkost 35,39 %. Minimální naměřená hodnota půdní vlhkosti činila 34,89 % a maximální 35,75 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 0,86 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné činil 0,50 % a maximální od průměrné 0,36 %. Orná půda v této hloubce v rámci naměřených hodnot vykazovala v průměru spíše vyšší půdní vlhkost. U zalesněné půdy byla naměřena minimální půdní vlhkost 24,43 % a maximální 27,89 % s průměrnou hodnotou 25,95 %. Mezi minimální a maximální půdní vlhkostí činilo rozmezí 3,46 %. Minimální hodnota byla nižší vůči průměrné o 1,52 % a maximální vyšší vůči průměrné o 1,94 %. Zalesněná půda v této hloubce vykazovala v rámci naměřeného rozmezí půdní vlhkosti v průměru spíše nižší půdní vlhkost. V hloubce 40 cm vykazovala mnohem vyšší variabilitu dat půdní vlhkosti zalesněné půda, což lze vysvětlit obdobně jako u hloubky 20 cm, kdy byla hloubka 40 cm ovlivňována postupným průsakem půdní vody, čímž docházelo k průběžnému, plynulejšímu, ale výraznému nárůstu půdní vlhkosti. Orná půda v této hloubce reagovala na nárazový průsak půdní vody z vrchních vrstev mnohem citlivěji zvyšováním a následným snižováním půdní vlhkosti, což vedlo k celkově nižší variabilitě dat půdní vlhkosti.

V hloubce 60 cm byla u orné půdy naměřena minimální půdní vlhkost 35,58 % a maximální 37,05 %, kdy průměrná půdní vlhkost činila 36,32 %. Mezi minimální a maximální půdní vlhkostí činilo rozmezí 1,47 %. Průměrná hodnota půdní vlhkosti

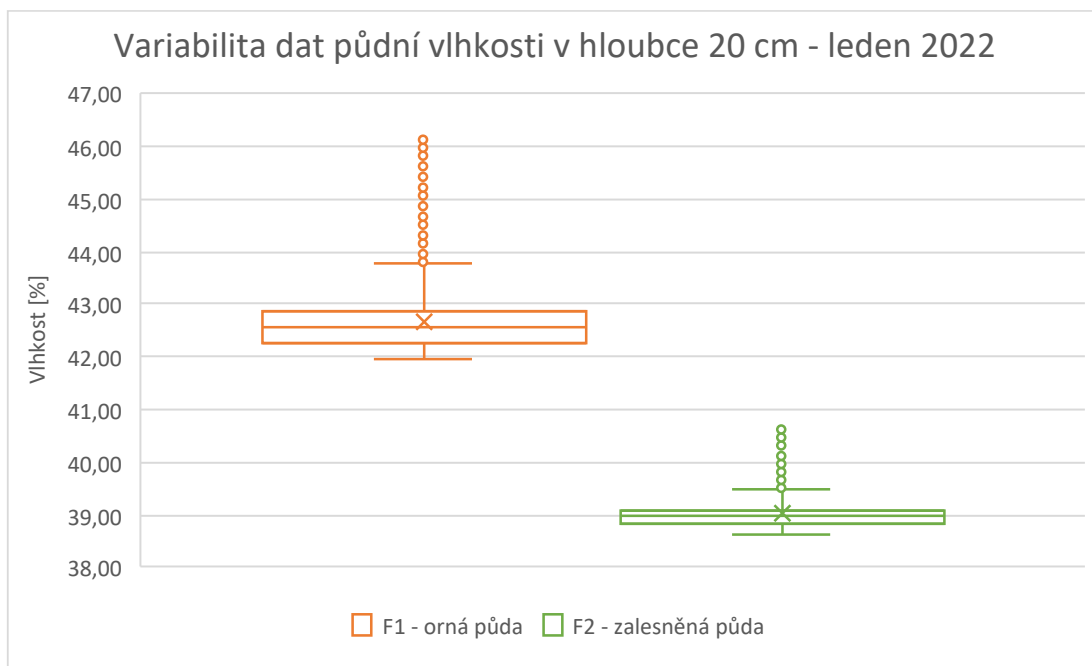
byla vyšší vůči minimální o 0,74 % a vůči maximální nižší o 0,73 %. Orná půda v této hloubce v rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovala v průměru vyrovnanou půdní vlhkost. Zalesněná půda vykazovala hodnotu průměrné půdní vlhkosti 32,96 %, kdy byla naměřena minimální půdní vlhkost 32,89 % a maximální 33,19 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 0,30 %, kdy minimum bylo nižší od průměrné hodnoty o 0,07 % a maximum vyšší o 0,23 %. V rámci naměřených hodnot vykazovala zalesněná půda v průměru nižší půdní vlhkost. V hloubce 60 cm vykazovala vyšší variabilitu hodnot orná půda, jelikož u zalesněné půdy v této hloubce nedocházelo vlivem průsaku půdní vody z vrchních vrstev k takovému ovlivnění půdní vlhkosti, jako u orné půdy.

měsíc, rok	stanoviště	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
	hloubka	min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Leden 2022	20 cm	41,95	46,17	42,67	38,62	40,74	39,03
	40 cm	35,35	36,10	35,52	27,89	28,45	28,16
	60 cm	36,33	37,59	36,66	33,19	33,96	33,77

Tabulka 23: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - leden 2022 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

V lednu 2022 vykazovala orná půda v hloubce 20 cm průměrnou půdní vlhkost 42,67 %. Minimální půdní vlhkost byla naměřena 41,95 % a maximální 46,17 %, přičemž rozpětí mezi těmito hodnotami činilo 4,22 %. Průměrná půdní vlhkost byla vůči minimální hodnotě vyšší o 0,72 % a vůči maximální hodnotě nižší o 3,50 %. V rámci naměřeného rozmezí hodnot byla u orné půdy v této hloubce v průměru nízká půdní vlhkost, přičemž medián zobrazený v krabicovém grafu pod průměrnou hodnotu značí častější podprůměrné hodnoty půdní vlhkosti. Zalesněná půda v hloubce 20 cm vykazovala minimální půdní vlhkost 38,62 % a maximální 40,74 %, přičemž průměrná půdní vlhkost činila 39,03 %. Rozmezí mezi minimální a maximální naměřenou hodnotou půdní vlhkosti činilo 2,12 %, kdy minimální hodnota byla proti průměrné nižší o 0,41 % a maximální vyšší o 1,71 %. Dle hodnoty průměrné půdní vlhkosti vůči minimální a maximální naměřené hodnotě lze konstatovat, že v rámci naměřeného rozmezí vykazovala v této hloubce zalesněná půda nižší půdní vlhkost. Zobrazený medián v krabicovém grafu pod průměrnou hodnotou znázorňuje během daného měsíce častější podprůměrné hodnoty půdní vlhkosti.

V krabicovém grafu je u obou stanovišť v hloubce 20 cm patrný výrazný soubor odlehlých hodnot od běžného rozsahu půdní vlhkosti. Tyto odlehlé hodnoty byly způsobeny vydatnými denními srážkami, které na obou stanovištích výrazně zvýšily půdní vlhkost. Průměrný měsíční úhrn srážek 0,57 mm s průměrnou teplotou ovzduší 2,2 °C způsobil větší variabilitu hodnot půdní vlhkosti v hloubce 20 cm u orné půdy, jelikož zalesněná půda byla díky listovému opadu více chráněna proti vlivu srážek.



Graf 22: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - leden 2022 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

Minimální půdní vlhkost orné půdy v hloubce 40 cm byla naměřena 35,35 % a maximální 36,10 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 0,75 %. Průměrná půdní vlhkost 35,52 % byla vůči minimální hodnotě vyšší o 0,17 % a vůči maximální nižší o 0,58 %. V rámci naměřeného rozmezí půdní vlhkosti orná půda v hloubce 40 cm vykazovala v průměru nižší půdní vlhkost. U zalesněné půdy byla naměřena v hloubce 40 cm minimální půdní vlhkost 27,89 % a maximální 28,45 %, přičemž rozmezí mezi minimem a maximem činilo 0,56 %. Průměrná hodnota dosahovala 28,16 %. Minimální naměřená hodnota byla proti průměrné nižší o 0,27 % a maximální vyšší o 0,29 %. Zalesněná půda vykazovala v této hloubce v rámci naměřených hodnot spíše vyrovnanou půdní vlhkost. Tato hloubka na obou stanovištích byla ovlivněna vydatnými srážkami nejvíce začátkem měsíce, kdy v následujících dnech docházelo k poklesu půdní vlhkosti. U zalesněné půdy byl tento pokles mírnější než u orné půdy, pravděpodobně díky listovému opadu pokrývající půdní povrch snižující evaporaci. Z tohoto důvodu se projevila i vyšší variabilita dat půdní vlhkosti u orné půdy.

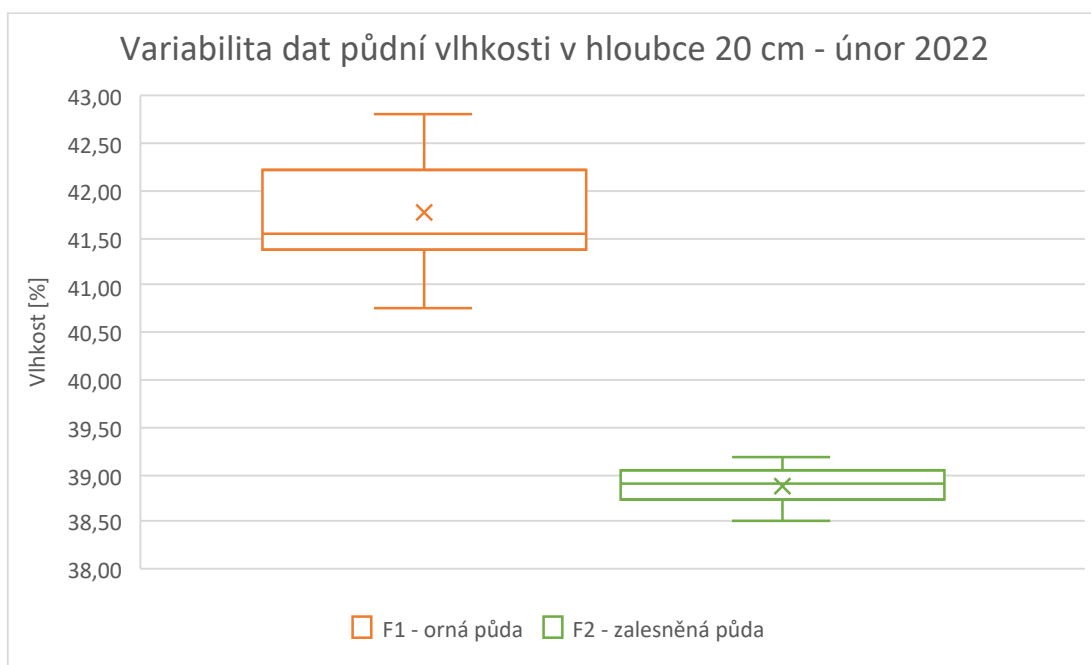
V hloubce 60 cm byla u orné půdy naměřena minimální půdní vlhkost 36,33 % a maximální 37,59 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 1,26 %. Průměrná vlhkost dosahovala hodnoty 36,66 %, jež byla proti minimální hodnotě vyšší o 0,33 % a proti maximální nižší o 0,93 %. Z dat lze usoudit, že v rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovala orná půda v této hloubce nižší půdní vlhkost. Zalesněná půdy vykazovala průměrnou půdní vlhkost v této hloubce 33,77 %, přičemž minimální hodnota činila 33,19 % a maximální 33,96 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 0,77 %, kdy minimální hodnota byla nižší vůči průměrné o 0,58 % a maximální vyšší o 0,19 %. Zalesněná půda v hloubce 60 cm vykazovala v rámci naměřených hodnot vyšší půdní vlhkost, což lze vysvětlit zrnitostním složením půdy, kdy docházelo k výraznějšímu ovlivňování půdní vlhkosti průsakem z vyšších vrstev než

u orné půdy. Vyšší variabilita dat u orné půdy v hloubce 60 cm byla způsobena podobně jako v hloubce 40 cm značnějším poklesem půdní vlhkosti v průběhu měsíce.

měsíc, rok	stanoviště	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
	hloubka	min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Únor 2022	20 cm	40,75	42,81	41,76	38,51	39,18	38,88
	40 cm	35,33	35,46	35,39	28,12	28,27	28,20
	60 cm	36,18	36,33	36,25	33,88	33,97	33,93

Tabulka 24: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – únor 2022 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

U orné půdy v hloubce 20 cm byla v únoru 2022 naměřena minimální půdní vlhkost 40,75 % a maximální 42,81 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 2,06 %. Průměrná půdní vlhkost dosahovala 41,76 %, jež byla vůči minimální hodnotě vyšší o 1,01 % a vůči maximální hodnotě nižší o 1,05 %. Zalesněná půda v této hloubce vykazovala průměrnou půdní vlhkost 38,88 %, kdy minimální hodnota byla naměřena 38,51 % a maximální 39,18 %. Mezi minimální a maximální hodnotou činilo rozmezí 0,67 %, kdy minimální hodnota byla vůči průměru nižší o 0,37 % a maximální vyšší o 0,30 %. V rámci naměřených hodnot na obou stanovištích vykazovala orná půda v průměru mírně nižší půdní vlhkost a zalesněná půda v průměru mírně vyšší půdní vlhkost. To dokládá i umístění mediánu v krabicovém grafu u orné půdy pod průměrnou hodnotou znázorňující častější podprůměrné hodnoty půdní vlhkosti a u zalesněné půdy mírně nad průměrnou hodnotu znázorňující častější nadprůměrné hodnoty půdní vlhkosti.



Graf 23: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - únor 2022 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

V rámci daného měsíce byl průměrný úhrn srážek 0,35 mm s průměrnou vzdušnou teplotou 4,5 °C. Vlivem těchto faktorů převyšovala na orné půdě evaporace nad infiltrací. Zalesněná půda byla těmito faktory ovlivněna mnohem méně, ale díky stromovému porostu a listovému opadu byla evaporace na této půdě mnohem nižší a drobné ovlivnění srážkami udrželo v rámci naměřených hodnot v průměru mírně vyšší půdní vlhkost. To se projevilo i ve vyšší variabilitě naměřených dat u orné půdy, která mnohem citlivěji a výrazněji reagovala na úhrn srážek a následnou evaporaci než zalesněná půda.

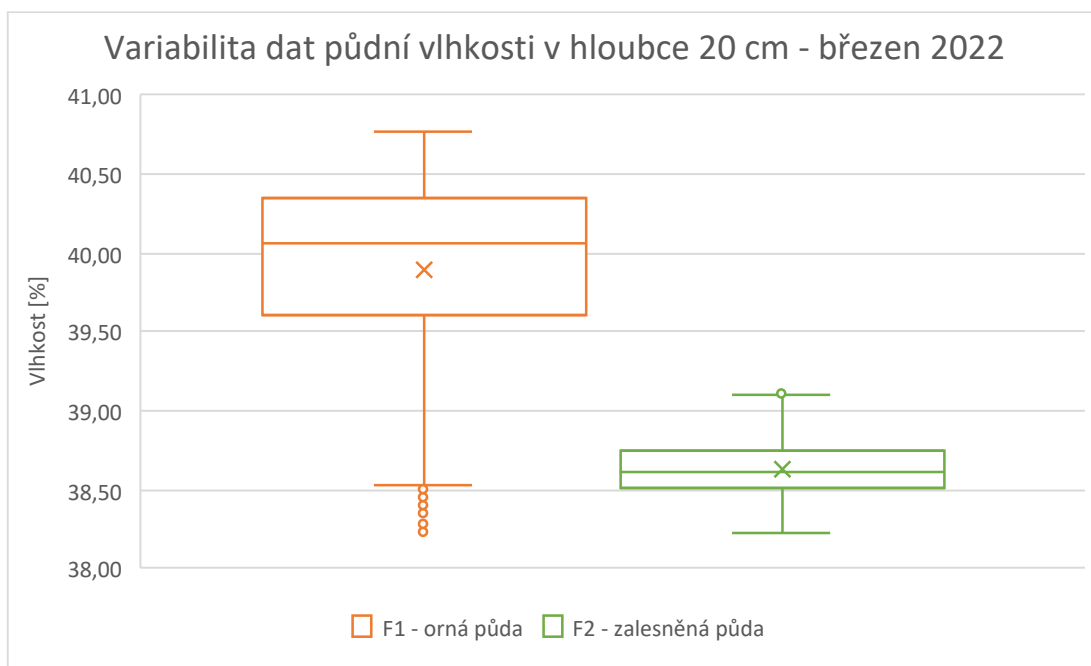
V hloubce 40 cm vykazovala orná půda průměrnou půdní vlhkost 35,39 %, kdy minimální hodnota činila 35,33 % a maximální 35,46 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou činilo 0,13 %, přičemž minimální hodnota byla nižší proti průměrné o 0,06 % a maximální vyšší o 0,07 %. U zalesněné půdy byla naměřena minimální půdní vlhkost 28,12 % a maximální 28,27 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 0,15 %. Průměrná půdní vlhkost 28,20 % byla vůči minimální hodnotě vyšší o 0,08 % a vůči maximální nižší o 0,07 %. Z dat lze vyhodnotit, že obě stanoviště v rámci naměřených hodnot vykazovala v průměru vyrovnanou půdní vlhkost. Mírně vyšší variabilitu dat půdní vlhkosti u zalesněné půdy v hloubce 40 cm lze vysvětlit zrnitostním složením půdy, kdy průběžný nízký úhrn srážek a vzdušná teplota ovlivňovali toto hloubku zalesněné půdy s mnohem menší intenzitou, a tak docházelo k pozvolnému, avšak výraznějšímu nárůstu i poklesu půdní vlhkosti než na orné půdě, která reagovala na tyto faktory více citlivěji a udržovala hodnoty půdní vlhkosti v menším rozmezí.

U orné půdy v hloubce 60 cm byla naměřena minimální půdní vlhkost 36,18 % a maximální 36,33 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 0,15 %, kdy minimální hodnota byla vůči průměrné půdní vlhkosti 36,25 % nižší o 0,07 % a maximální hodnota vyšší o 0,08 %. Zalesněná půdy vykazovala v této hloubce průměrnou půdní vlhkost 33,93 %, kdy minimální hodnota činila 33,88 % a maximální hodnota 33,97 %. Mezi minimální a maximální hodnotou činilo rozmezí 0,09 %, přičemž minimální hodnota byla nižší oproti průměrné o 0,05 % a maximální vyšší o 0,04 %. Obě stanoviště vykazovala v této hloubce v rámci naměřeného rozmezí hodnot v průměru vyrovnanou půdní vlhkost. Větší variabilitu dat půdní vlhkosti u orné půdy v hloubce 60 cm lze vysvětlit zrnitostním složením půdy, kdy orná půda v této hloubce byla ovlivněna průsakem půdní vody mnohem méně než zalesněná půda a doházelo zde v průběhu měsíce k průběžnému poklesu půdní vlhkosti což způsobilo větší rozmezí mezi minimem a maximem.

měsíc, rok	stanoviště hloubka	F1 – orná půda [%]			F2 – zalesněná půda [%]		
		min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Březen 2022	20 cm	38,23	40,76	39,89	38,22	39,12	38,63
	40 cm	35,19	35,58	35,33	28,03	28,40	28,18
	60 cm	35,98	36,20	36,06	33,74	34,02	33,85

Tabulka 25: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – březen 2022 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).

V březnu 2022 byla u orné půdy v hloubce 20 cm naměřena minimální hodnota půdní vlhkosti 38,23 % a maximální 40,76 %, přičemž rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 2,53 %. Průměrná půdní vlhkost činila 39,89 % a byla vůči minimální hodnotě vyšší o 1,66 % a vůči maximální hodnotě nižší o 0,87 %. Orná půdy v hloubce 20 cm vykazovala v rámci naměřených hodnot v průměru vyšší půdní vlhkost, jež byla ovlivněna průměrnými březnovými srážkami 0,39 mm a průměrnou teplotou ovzduší 4,6 °C. Zalesněná půdy v hloubce 20 cm vykazovala průměrnou půdní vlhkost 38,63 %, kdy minimální naměřená hodnota činila 38,22 % a maximální 39,12 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou činilo 0,90 %, kdy rozptyl minimální hodnoty od průměrné činil 0,41 % a maximální 0,49 %. Zalesněná půdy v této hloubce vykazovala v rámci naměřených hodnot v průměru mírně nižší půdní vlhkost. V krabicovém grafu je medián u orné půdy zobrazen nad průměrnou hodnotou, což značí častější nadprůměrné hodnoty půdní vlhkosti, kdežto u zalesněné půdy je medián zobrazen mírně pod průměrnou hodnotou, což ukazuje častější podprůměrné hodnoty půdní vlhkosti. To bylo způsobeno nižším množstvím průměrného úhrnu srážek, jež ornou půdu ovlivňovaly více než zalesněnou půdu chráněnou opadankou a stromovým porostem. Tento vliv srážek se také projevil i ve vyšší variabilitě dat u orné půdy.



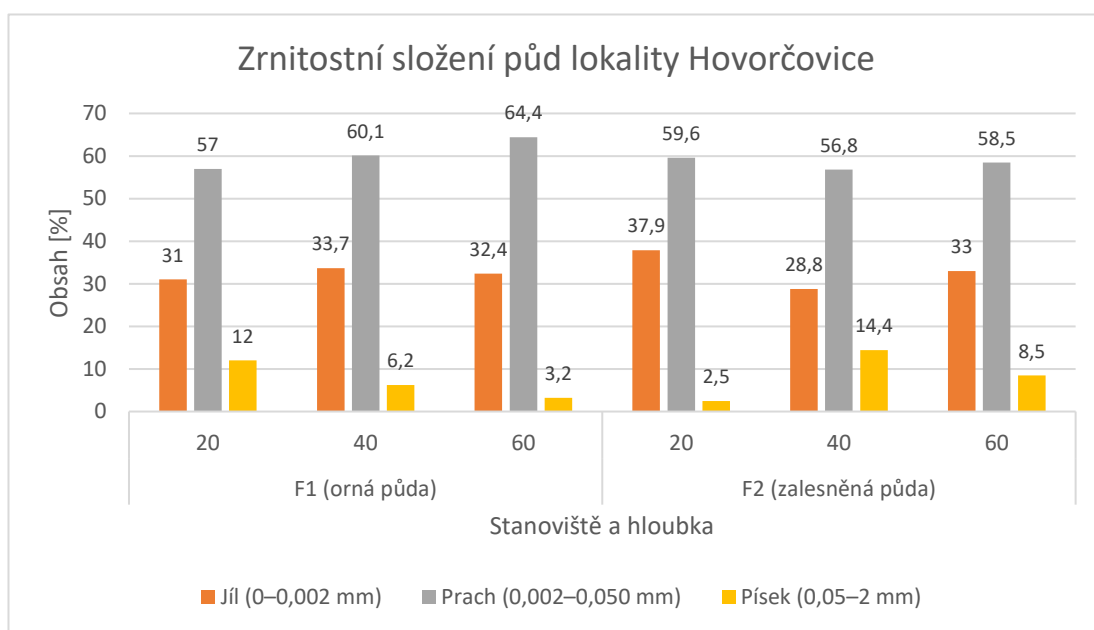
Graf 24: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - březen 2022 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

V hloubce 40 cm vykazovala orná půda průměrnou půdní vlhkost 35,33 % s minimální naměřenou hodnotou 35,19 % a maximální 35,33 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 0,39 %, kdy minimální hodnota byla nižší vůči průměrné o 0,14 % a maximální vyšší o 0,25 %. U zalesněné půdy byla naměřena minimální půdní vlhkost 28,03 % a maximální 28,40 %, přičemž rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 0,37 %. Průměrná hodnota půdní vlhkosti 28,18 % byla proti minimální vyšší o 0,15 % a proti maximální nižší o 0,22 %. Obě stanoviště v této hloubce v rámci naměřených hodnot vykazovala v průměru nižší půdní vlhkost. Variabilita hodnot půdní vlhkosti byla u orné půdy v této hloubce mírně vyšší než u zalesněné, což bylo způsobeno přívalovým úhrnem srážek v polovině měsíce, na které orná půda reagovala výrazněji než zalesněná půda.

V hloubce 60 cm u orné půdy byla naměřena minimální půdní vlhkost 35,98 % a maximální 36,20 %. Rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 0,22 % a průměrná půdní vlhkost dosahovala 36,06 %. Minimální hodnota byla nižší oproti průměrné o 0,08 % a maximální vyšší o 0,14 %. Zalesněná půda v této hloubce vykazovala průměrnou půdní vlhkost 33,85 %, kdy minimální hodnota činila 33,74 % a maximální 34,02 %. Mezi minimální a maximální hodnotou činilo rozmezí 0,28 %, kdy rozptyl minimální hodnoty od průměrné činil 0,11 % a maximální 0,17 %. Stejně jako v hloubce 40 cm, tak i v hloubce 60 cm vykazovala obě stanoviště v rámci naměřeného rozmezí hodnot v průměru nižší půdní vlhkost. Vyšší variabilitu dat v hloubce 60 cm vykazovala zalesněná půda díky zrnitostnímu složení, jelikož vlivem přívalových srážek v polovině měsíce došlo díky snadnějšímu průsaku z vrchních vrstev k postupnému výraznému nárůstu půdní vlhkosti.

6.1.5. Půdní textura stanoviště F1 a F2 lokality Hovorčovice

Pro vyhodnocení vztahu zrnitostního složení půdy na půdní vlhkost jednotlivých měřených hloubek na stanovištích F1 a F2 budou použita data zrnitostního složení z rozboru fyzikálních vlastností půdy v roce 2020. V následujícím grafu jsou graficky znázorněny jednotlivé zrnitostní frakce na obou stanovištích a všech měřených hloubkách. Vazba zrnitostního složení na půdní vlhkost bude vyhodnocována za každé porovnávané období.



Graf 25: Zrnitostní složení půd lokality Hovorčovice (data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).

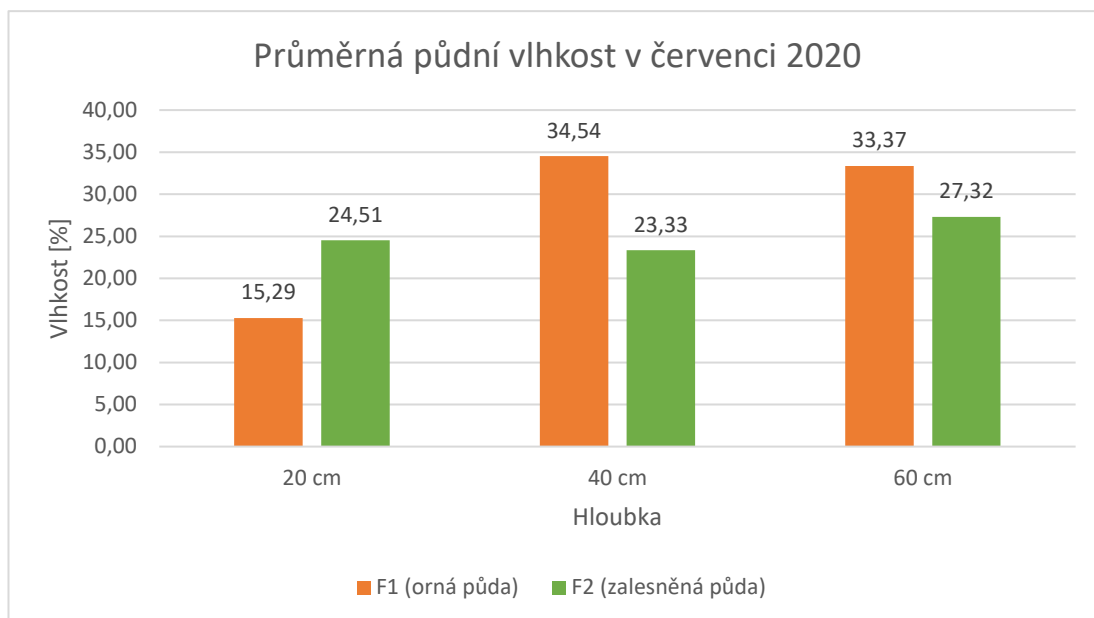
Orná půda obsahuje oproti zalesněné půdě v hloubce 20 cm mnohem více písčité frakce a méně jílovité a prachové frakce. V hloubce 40 je tomu naopak, kdy orná půda oproti zalesněné má písčité frakce méně a více jílovité a prachové frakce. Zalesněná půda má v hloubce 60 cm více písčité a méně prachové frakce v porovnání s ornou půdou, přičemž zastoupení jílovité frakce je podobné. U orné půdy s hloubkou obsah písčité frakce klesá a naopak stoupá podíl prachových částic. U zalesněné půdy s hloubkou podíl písčitých částic stoupá a následně klesá. U jílovitých a prachových částic je tomu naopak.

6.1.6. Vyhodnocení půdního profilu – červenec 2020

Data pro vyhodnocení v této části byla vybrána za rok 2020 z měsíce července z důvodu výrazného a opačného rozdílu hodnot půdní vlhkosti v hloubce 20 cm oproti ostatním měsícům tohoto roku.

Ze znázorněných dat v grafu 26 lze vyčíst u stanoviště F1 výrazný rozdíl průměrné měsíční půdní vlhkosti mezi hloubkou 20 cm a 40 cm, kdy ve 20 cm hloubce byla naměřena hodnota 15,29 % a ve 40 cm hloubce o 19,25 % více, tedy 34,54 %. V hloubce 60 cm pak byla půdní vlhkost 33,37 %. Oproti tomu stanoviště F2 vykazovalo nižší variabilitu v hodnotách půdní vlhkosti v rámci jednotlivých

horizontů. V hloubce 20 cm zalesněné půdy byla naměřena hodnota půdní vlhkosti 24,51 % a ve 40 cm hloubce 23,33 %, což je o 1,18 % méně. V nejnižší 60 cm hloubce pak byla půdní vlhkost naměřena 27,32 %. Na stanovišti F1 tak dochází s hloubkou půdy nejprve k výraznému nárůstu půdní vlhkosti a následně k nepatrnému poklesu. U stanoviště F2 je tento jev opačný, kdy s hloubkou nejprve dochází k drobnému poklesu půdní vlhkosti a následně výraznějším navýšení.

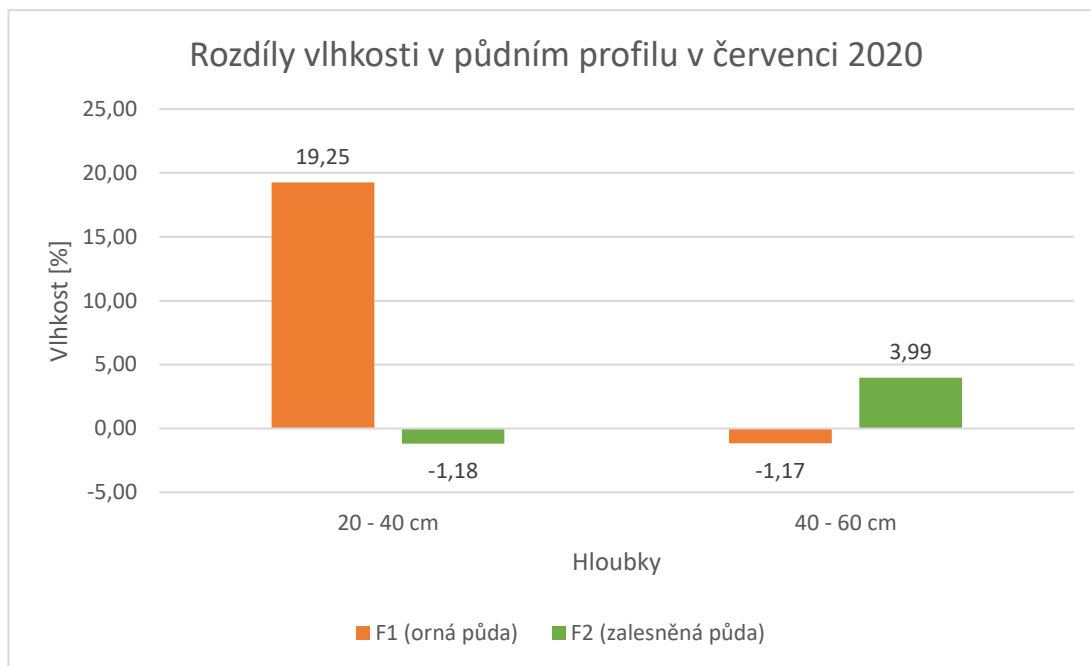


Graf 26: Průměrná půdní vlhkost v červenci 2020 - Hovorčovice
(data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).

V tento měsíc byla průměrná teplota ovzduší 20,1 °C, měřená 60 cm nad půdním povrchem orné půdy, což byla z průměrných hodnot teploty ovzduší v rámci měsíců v daném roce druhá nejvyšší teplota tohoto roku. Průměrný úhrn srážek v měsíci červenec byl relativně nízký s hodnotou 0,94 mm.

Následující graf 27 znázorňuje rozdíly půdní vlhkosti v rámci hloubek jednotlivých stanovišť. Výrazně nižší půdní vlhkost o 19,25 % v hloubce 20 cm u orné půdy F1 oproti hloubce 40 cm lze díky klimatickým údajům vysvětlit tak, že orná půda bez vegetačního pokryvu, byla vystavena působení slunečního záření, jež způsobilo výraznou evaporaci půdní vlhkosti zejména z vrchních vrstev. Velmi malé množství srážek tohoto měsíce tak nestačilo vrchní vrstvy půdy dostatečně saturovat a vodní bilance byla v tomto případě ve prospěch výparu z půdy.

Výše uvedenému odpovídá i zrnitostní složení dané půdy, kdy v hloubce 20 cm je oproti nižším horizontům více písčité frakce a méně jílovité a prachové, což usnadňuje průsak vody do nižších vrstev a také evaporaci. Ve 40 cm hloubce je oproti 60 cm hloubce o 1,3 % více jílovité a o 3 % písčité frakce a méně prachové frakce o 4,3 %. Z toho lze odvodit, že vyšší vlhkost v hloubce 40 cm o 1,17 % oproti hloubce 60 cm je způsobena již zmíněným průsakem půdní vody z předchozích měsíců, jež neměla na hloubku 60 cm výrazný vliv.



Graf 27: Rozdíly vlhkosti v půdním profilu v červenci 2020 - Hovorčovice
(data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).

Na stanovišti F2 byla půda chráněna stromovým porostem, a ačkoli jistá evaporace z půdy probíhala, v důsledku vlhkostního mikroklima pod porostem a listovému opadu na povrchu půdy nedošlo v hloubce 20 cm k tak výrazné ztrátě půdní vlhkosti oproti stejné hloubce stanoviště F1. Ve 40 cm hloubce stanoviště F2 byla v porovnání s hloubkou 20 cm nižší půdní vlhkost o 1,18 %, což lze vysvětlit zrnitostní charakteristikou dané půdy, kdy v hloubce 40 cm je největší zastoupení písčité frakce a nejméně jílovité a prachové oproti jiným horizontům, což vytváří podmínky pro snadnější průsak půdní vody do nižších vrstev. To zároveň vysvětluje i vyšší hodnotu půdní vlhkosti o 3,99 % v hloubce 60 cm oproti hloubce 40 cm.

Nelze opomenout, že svůj podíl na nižší vlhkosti ve 40 cm hloubce stanoviště F2 může mít také vláhová potřeba vegetace, jelikož zejména javor mlč má mělký kořenový systém (Gilman a Watson 1993).

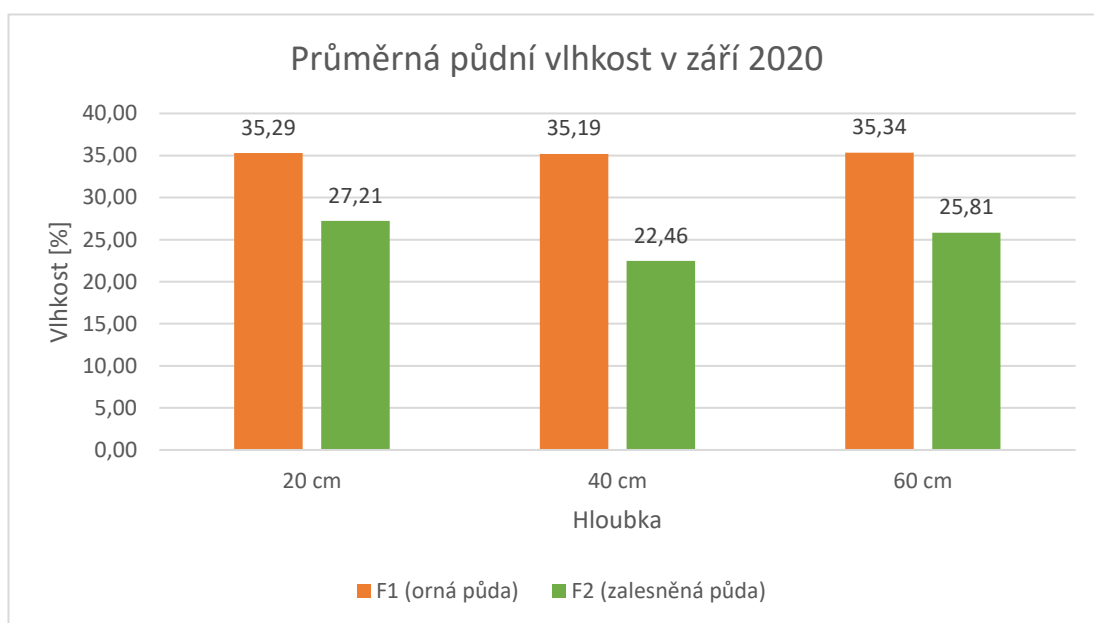
V případě vyhodnocení tohoto období lze konstatovat, že na půdní vlhkost horní vrstvy zemědělské půdy F1 má nejvýraznější vliv teplota ovzduší, přičemž zalesněná půda, díky dřevinné vegetaci vykazuje vyšší stabilitu půdní vlhkosti v rámci celého půdního profilu.

6.1.7. Vyhodnocení půdního profilu – září 2020

V této části je vyhodnoceno porovnání půdní vlhkosti mezi stanovišti za měsíc září 2020, jelikož tento měsíc dle získaných dat vykazuje nejvýraznější rozdíl půdní vlhkosti mezi stanovištěm F1 a F2 v hloubce 40 cm.

V grafu 28 lze porovnat půdní vlhkost jednotlivých měřených hloubek stanoviště orné půdy F1 se stanovištěm zalesněné půdy F2 s průměrnými hodnotami za září 2020.

Průměrná vlhkost půdního profilu v rámci jednotlivých hloubek byla na stanovišti F1 velmi vyrovnaná, ovšem na stanovišti F2 vykazovaly hodnoty půdní vlhkosti měřených hloubek větší variabilitu. Na stanovišti orné půdy F1 byla v hloubce 20 cm průměrná půdní vlhkost 35,29 % a ve 40 cm hloubce byla hodnota o něco nižší a to 35,19 %. V hloubce 60 cm byla naměřena průměrná půdní vlhkost 35,34 %. Na zalesněném stanovišti F2 byly hodnoty půdní vlhkosti v porovnání se stanovištěm F1 v rámci jednotlivých hloubek výrazně nižší. Nejvyšší hodnota půdní vlhkosti 27,21 % u zalesněné půdy byla naměřena v hloubce 20 cm, a naopak nejnižší o hodnotě 22,46 % v hloubce 40 cm. V nejnižší měřené hloubce 60 cm byla průměrná půdní vlhkost 25,81 %.



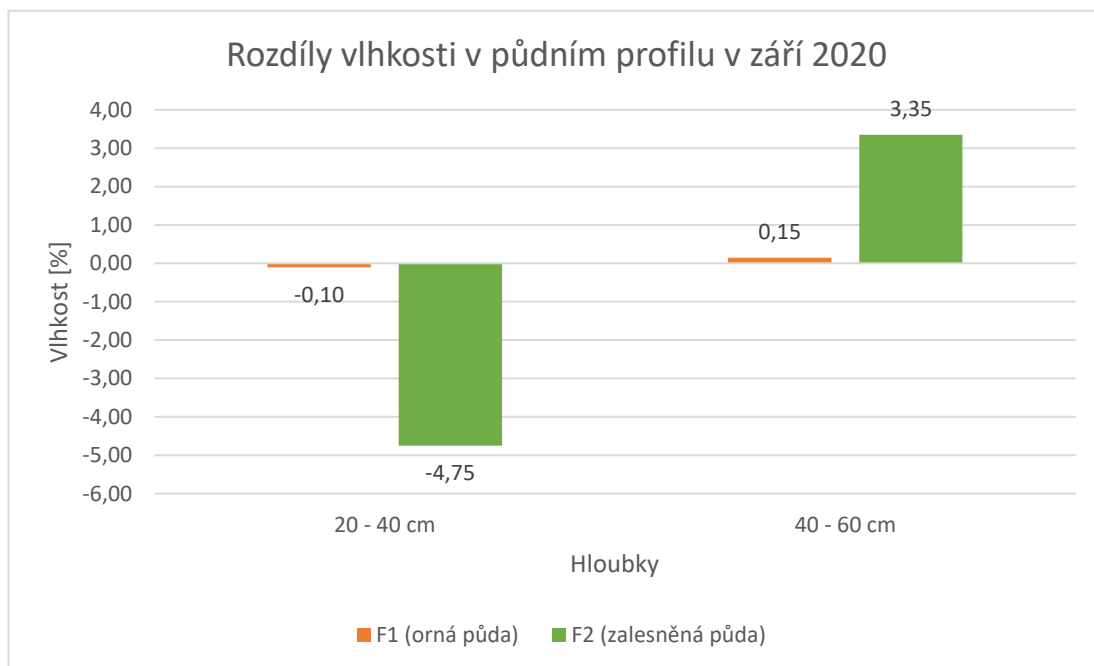
Graf 28: Průměrná půdní vlhkost v září 2020 - Hovorčovice
(data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).

Odlišnost v množství půdní vlhkosti mezi jednotlivými stanovišti lze vysvětlit odkrytou plochou orné půdy stanoviště F1 bez vegetace, čímž je tato půda vystavena plnému působení atmosférických srážek, jež se mají možnost infiltrovat do půdního profilu. Oproti tomu u zalesněné půdy stanoviště F2 jsou atmosférické srážky z velké části zachyceny vegetačním krytem, přičemž se tato srážková voda nedostává na půdní povrch. Infiltraci srážkové vody, jež nebyla vegetací zachycena omezuje také listový opad pokrývající půdní povrch.

Vyšší hodnotu půdní vlhkosti o 0,10 % v hloubce 20 cm na stanovišti F1 oproti nižšímu horizontu v hloubce 40 cm lze vysvětlit srážkami, které v měsíci září činily v úhrnu 1,81 mm. Toto menší množství srážek mírně ovlivnilo zejména vrchní vrstvu orné půdy a nižší vrstvy ovlivněny nebyli. Průměrná teplota měřená ve výšce 60 cm nad zemským povrchem byla v září 15,8 °C. Dle hodnot lze tedy předpokládat, že infiltrace srážek do půdy na stanovišti F1 tak mírně převyšovala nad výparem. Půdní horizonty v hloubkách 40 cm a 60 cm, jež mají podobné hodnoty s hloubkou 20 cm, byli saturováni srážkami zejména z předchozího měsíce, který byl na srážky

mnohem vydatnější s úhrnem 4,88 mm.

Na rozdíly mezi jednotlivými horizonty obou stanovišť má vliv také zrnitostní složení půd. Na stanovišti orné půdy F1 s rostoucí hloubkou klesá podíl písčité frakce a stoupá podíl prachové frakce, přičemž podíl jílovitých částic je v hloubce 40 cm nejvyšší, a to o 2,7 % oproti hloubce 20 cm a o 1,3 % oproti hloubce 60 cm. Z toho lze usuzovat, že srážková voda protékající půdním profilem je s ubývajícím podílem písčité frakce a zvyšujícím se podílem prachové frakce zpomalována, čímž dochází k téměř rovnovážnému stavu půdní vlhkosti v hloubkách 40 cm a 60 cm s rozdílem pouze 0,15 %.



Graf 29: Rozdíly vlhkosti v půdním profilu v září 2020 - Hovorčovice
(data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).

Stanoviště zalesněné půdy F2 má v hloubce 20 cm nejnižší obsah písčité frakce a nejvyšší obsah jílu a prachových částic, jež jsou vhodné podmínky pro lepší vázání půdní vody než v hloubce 40 cm, kde je nejvyšší obsah písčité frakce, nejmenší obsah jílovitých i prachových částic, což jsou naopak podmínky pro snadnější gravitační odtok půdní vody. Z toho lze usuzovat, proč byla v hloubce 40 cm naměřena půdní vlhkost o 4,75 % menší oproti hloubce 20 cm. Jelikož z hloubky 40 cm půdní voda snadněji gravitačně odtéká do nižších horizontů, byla v hloubce 60 cm naměřena o 3,35 % vyšší půdní vlhkost oproti hloubce 40 cm, čemuž přispěl i vyšší podíl jílovitých a prachových částic a nižší podíl písčité frakce.

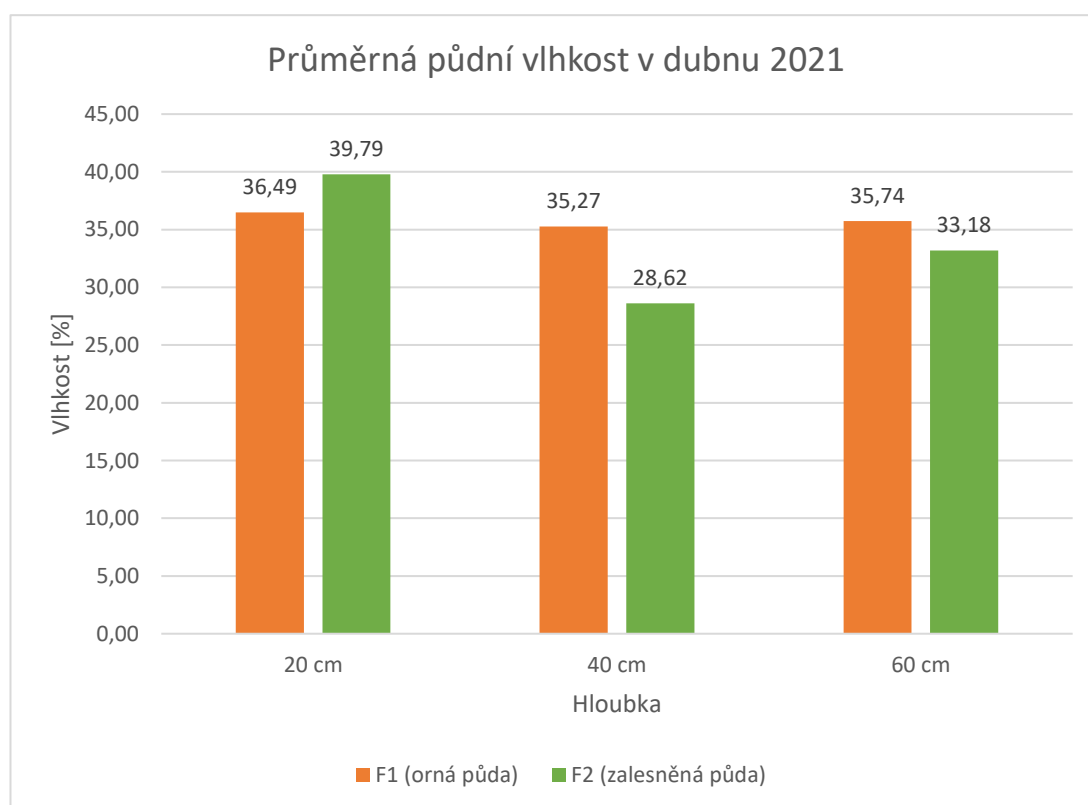
Půdní vlhkost v hloubkách na stanovišti F2 je do jisté míry také ovlivněna i vláhovou potřebou dřevinného porostu. V rámci hodnot půdní vlhkosti jednotlivých hloubek na obou stanovištích lze při jejich porovnání spatřovat větší rozdíl půdní vlhkosti mezi jednotlivými hloubkami na stanovišti F2 oproti stanovišti F1.

6.1.8. Vyhodnocení půdního profilu – duben 2021

Jelikož rozdíl hodnot půdní vlhkosti v hloubce 20 cm mezi jednotlivými stanovišti za rok 2021 vykazoval v měsíci duben opačný poměr oproti ostatním měsícům, byl jako reprezentativní měsíc vybrán pro následné vyhodnocení.

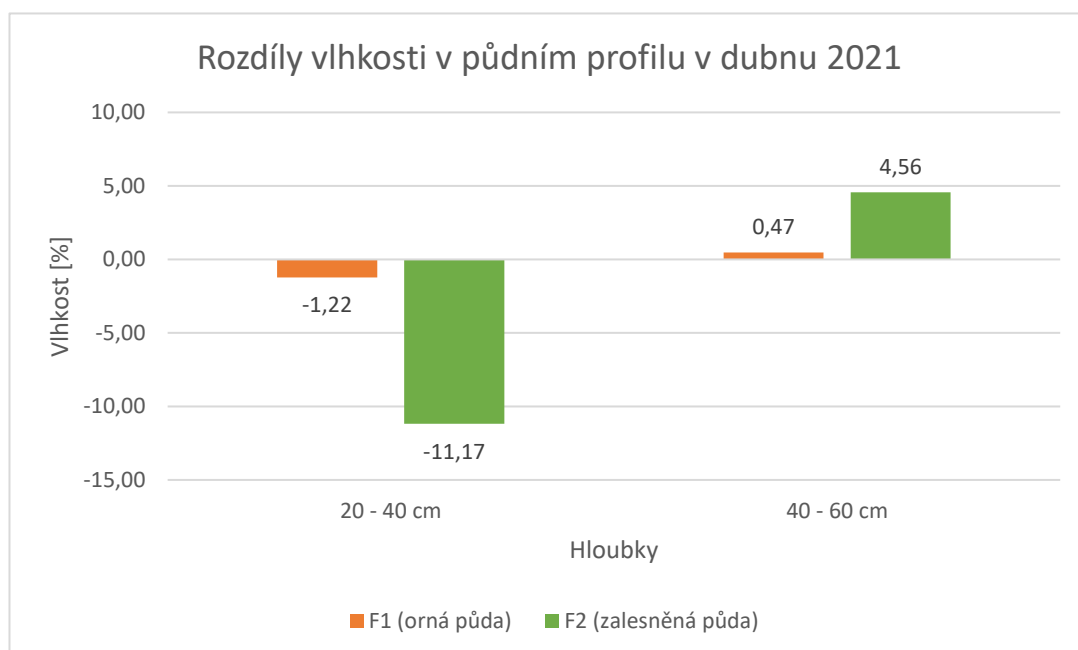
U orné půdy F1 byla v hloubce 20 cm naměřena hodnota nižší než u půdy zalesněné F2, ovšem v nižších horizontech hloubky 40 cm a 60 cm byl tento poměr hodnot opačný, s největším rozdílem půdní vlhkosti mezi stanovišti v hloubce 40 cm. Na stanovišti F1 byla v rámci celého půdního profilu půdní vlhkost velmi podobná s nevýraznými rozdíly, oproti tomu na stanovišti F2 vykazoval půdní profil v rámci jednotlivých hloubek mnohem výraznější rozdíly.

Ve 20 cm hloubce byla u orné půdy naměřena průměrná měsíční půdní vlhkost 36,49 %, jež byla z měřených hloubek nejvyšší a v hloubce 40 cm činila 35,27 %. V nejnižší měřené hloubce 60 cm orné půdy byla půdní vlhkost 35,74 %. Jde tedy v rámci půdního profilu o vcelku vyrovnané průměrné měsíční hodnoty půdní vlhkosti. Oproti tomu na stanovišti F2 zalesněné půdy vykazovaly průměrné měsíční hodnoty půdní vlhkosti v rámci půdního profilu větší variabilitu. V hloubce 20 cm byla naměřena půdní vlhkost 39,79 %, což je o 3,30 % více než v téže hloubce u orné půdy. Do hloubky 40 cm půdní vlhkost klesla o 11,17 % na hodnotu 28,62 %, jež byla nejnižší hodnota v rámci obou stanovišť. Se zvyšující se hloubkou půdní vlhkost stoupala, kdy v 60 cm hloubce byla naměřena 33,18 %, což je nárůst o 4,56 % oproti hloubce 40 cm.



Graf 30: Průměrná půdní vlhkost v dubnu 2021 - Hovorčovice (data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).

V měsíci duben roku 2021 byla průměrná měsíční teplota ovzduší 7,1 °C a průměrný úhrn srážek 0,34 mm. Jelikož je orná půda bez vegetačního pokryvu, i menší úhrn srážek za současně nižší teploty ovzduší ovlivnil zejména vrchní vrstvu orné půdy. Lze tak vysvětlit mírně vyšší hodnotu průměrné půdní vlhkosti v hloubce 20 cm oproti hloubce 40 cm o 1,22 %. Jelikož v předchozích měsících byl průměrný měsíční úhrn srážek v lednu 0,84 mm, v únoru 0,64 mm a v březnu 0,62 mm za současně nízké teploty ovzduší v lednu 0 °C, v únoru -0,8 °C a v březnu 4,4 °C, lze předpokládat, že celý půdní profil byl průběžně saturován z těchto drobných srážkových úhrnů předchozích měsíců. Proto v důsledku pravidelné měsíční srážkové dotace vykazovala orná, ale i zalesněná půda v hloubce 20 cm větší půdní vlhkost oproti nižším horizontům. Rozdíl půdní vlhkosti v hloubce 20 mezi ornou a zalesněnou půdou je pravděpodobně způsoben zvýšenou teplotou ovzduší z březnové hodnoty 4,4 °C na dubnovou hodnotu 7,1 °C, což způsobilo zvýšení evaporace, která však nepřevýšila infiltraci srážek do půdy. Jelikož je zalesněná půda chráněna stromovým porostem a rostlinným opadem, vytvořené vlhké mikroklima pod porostem a listový opad na povrchu půdy omezuje snižování půdní vlhkosti z vrchních vrstev zalesněné půdy. Díky tomu byla evaporace ze zalesněné půdy výrazně menší než z orné půdy, čímž lze vysvětlit vyšší půdní vlhkost v hloubce 20 cm u zalesněné půdy oproti stejné hloubce orné půdy.



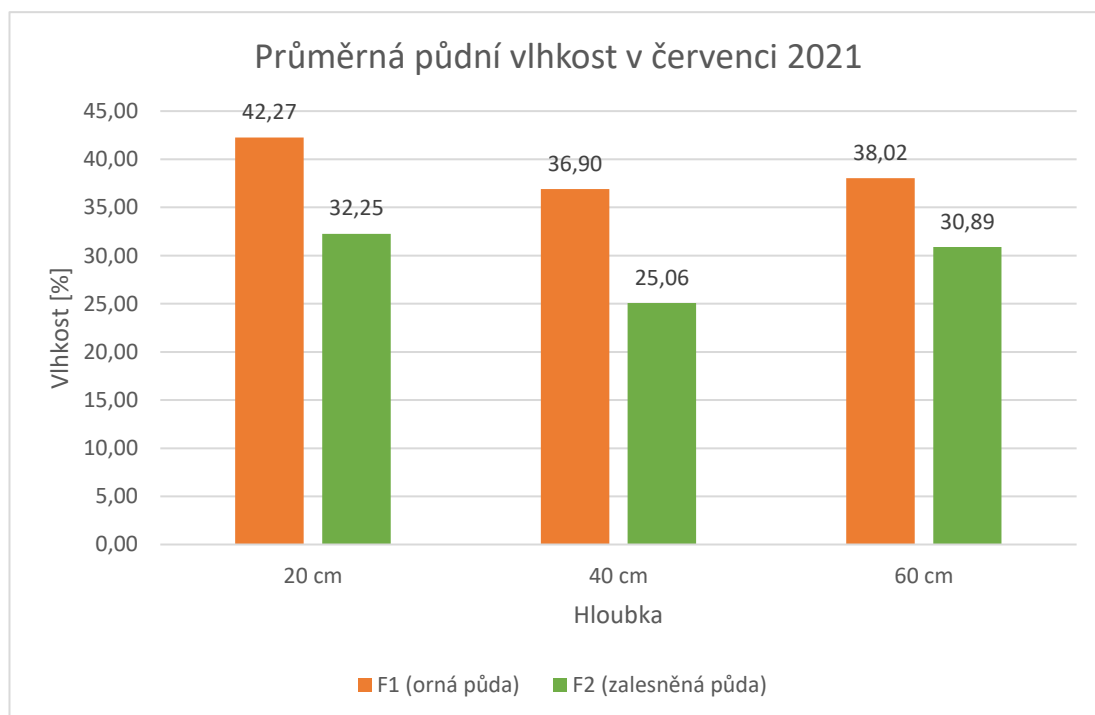
Graf 31: Rozdíly vlhkosti v půdním profilu v dubnu 2021 - Hovorčovice
(data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).

Větší variabilitu průměrné půdní vlhkosti v rámci profilu u zalesněné půdy oproti orné půdě, i přes pravidelnou měsíční dotaci srážek předchozích měsíců, můžeme vysvětlit zejména zrnitostním složením obou půd. Nejvýraznější rozdíl půdní vlhkosti je u zalesněné půdy mezi hloubkou 20 cm a 40 cm v poklesu o 11,17 %. U orné půdy se s hloubkou půdy snižuje obsah písčité frakce, kdy v hloubce 40 cm dosahuje hodnoty 6,2 % s mírným navýšením jílovité frakce na hodnotu 33,7 % a prachové

frakce na hodnotu 60,1 %. Toto zrnitostní složení omezuje odtok půdní vody do nižších vrstev, jelikož je vyšším zastoupení jílovitých a prachových částic lépe vázána. Oproti tomu u zalesněné půdy je v hloubce 40 cm oproti hloubce 20 cm vyšší podíl písčité frakce o 11,9 % s hodnotou 14,4 % a nižší podíl jílovité frakce o 9,1 % a prachové frakce o 2,8 %. Zrnitostní složení zalesněné půdy v hloubce 40 cm mnohem více usnadňuje odtok půdní vody do nižších vrstev oproti zrnitostnímu složení v hloubce 20 cm, kde je velmi málo písčitých a mnohem více jílovitých a prachových částic, jež lépe zadržují půdní vodu. Z tohoto hlediska lze vysvětlit nejvyšší půdní vlhkost u zalesněné půdy v hloubce 20 cm a nejnižší v hloubce 40 cm, odkud voda lépe prosakuje do nižších vrstev, čemuž odpovídá i vyšší hodnota půdní vlhkosti o 4,56 % v hloubce 60 cm oproti hloubce 40 cm.

6.1.9. Vyhodnocení půdního profilu – červenec 2021

Hodnoty půdní vlhkosti v měsíci červenci roku 2021 vykazovaly v hloubce 40 cm nejvýraznější rozdíl mezi stanovišti, a proto byl tento měsíc vybrán k následujícímu hodnocení.

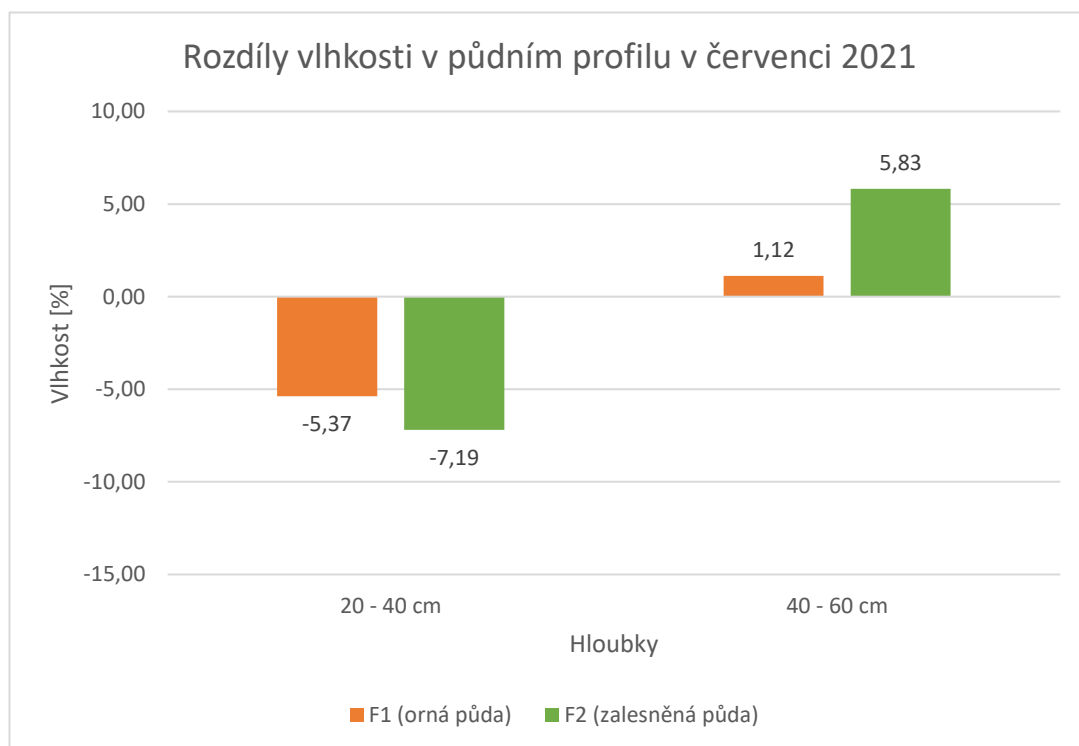


Graf 32: Průměrná půdní vlhkost v červenci 2021 - Hovorčovice (data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).

Orná půda v dubnu 2021 vykazovala průměrnou měsíční půdní vlhkost v hloubce 20 cm hodnotu 42,27 %, v hloubce 40 cm 36,90 % a v hloubce 60 cm 38,02 %. U zalesněné půdy bylo v hloubce 20 cm naměřeno 32,25 % průměrné půdní vlhkosti, v hloubce 40 cm 25,06 % a v hloubce 60 cm 30,89 %. Celkově tak zalesněná půda v rámci celého půdního profilu vykazovala oproti orné půdě mnohem menší půdní vlhkost. Orná půda měla nejvyšší půdní vlhkost v hloubce 20 cm a v hloubkách 40 cm a 60 cm byly hodnoty relativně vyrovnané s rozdílem 1,12 %. I u zalesněné půdy byla nejvyšší půdní vlhkost v hloubce 20 cm, ale nižší horizonty vykazovaly výraznější

výkyv. S hloubkou u orné půdy došlo nejprve k poklesu půdní vlhkosti a následně k nepatrnému navýšení. U zalesněné půdy byl průběh obdobný, ale s výraznějším výkyvem.

V hodnoceném měsíci byl průměrný měsíční úhrn srážek 3,78 mm s průměrnou teplotou ovzduší 20,3 °C. Tento úhrn srážek značně saturoval vrchní vrstvu obou půd, což se projevilo na mnohem vyšší půdní vlhkosti v hloubce 20 cm oproti nižším horizontům. Jelikož byl i předchozí měsíc červen v úhrnu srážek vydatný s hodnotou 3,98 mm a teplotou ovzduší 20,6 °C, tak došlo k saturaci i nižších horizontů. Lze tedy říci, že i když byla průměrná vzdušná teplota obou měsíců vysoká, tak výrazný úhrn srážek způsobil vyšší infiltraci nad výparem a ovlivnění celého půdního profilu.



Graf 33: Rozdíly vlhkosti v půdním profilu v červenci 2021 - Hovorčovice (data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).

Rozdíl mezi jednotlivými hloubkami a stanovišti lze vysvětlit zrnitostním složením obou půd. Zatímco u orné půdy byl pokles v průměrné půdní vlhkosti mezi hloubkou 20 cm a 40 cm o 5,37 %, u zalesněné půdy byl pokles mezi těmito hloubkami 7,19 %. Rozdíl mezi hloubkami 40 cm a 60 cm byl u orné půdy pouze 1,12 %, kdežto u zalesněné půdy 5,83 %. Orná půda má nejvyšší podíl písčité frakce v hloubce 20 cm a s hloubkou klesá. Naopak prachová frakce je v hloubce 20 cm nejméně zastoupená a s hloubkou její množství stoupá. Jílovité frakce je v hloubce 20 cm nejméně a v hloubce 40 cm nejvíce s rozdílem 2,7 %. Jak již bylo zmíněno, tak hloubka 20 cm byla díky srážkám dostatečně saturována, proto obsah půdní vlhkosti této hloubky je nejvyšší, ačkoli obsahuje nejvyšší obsah písčité frakce a nejmenší obsah jílovité a prachové frakce. Jelikož je v hloubce 40 cm a 60 cm obsaženo málo písčité a více jílovité a prachové frakce, je v těchto horizontech půdní voda dobře vázána což značí

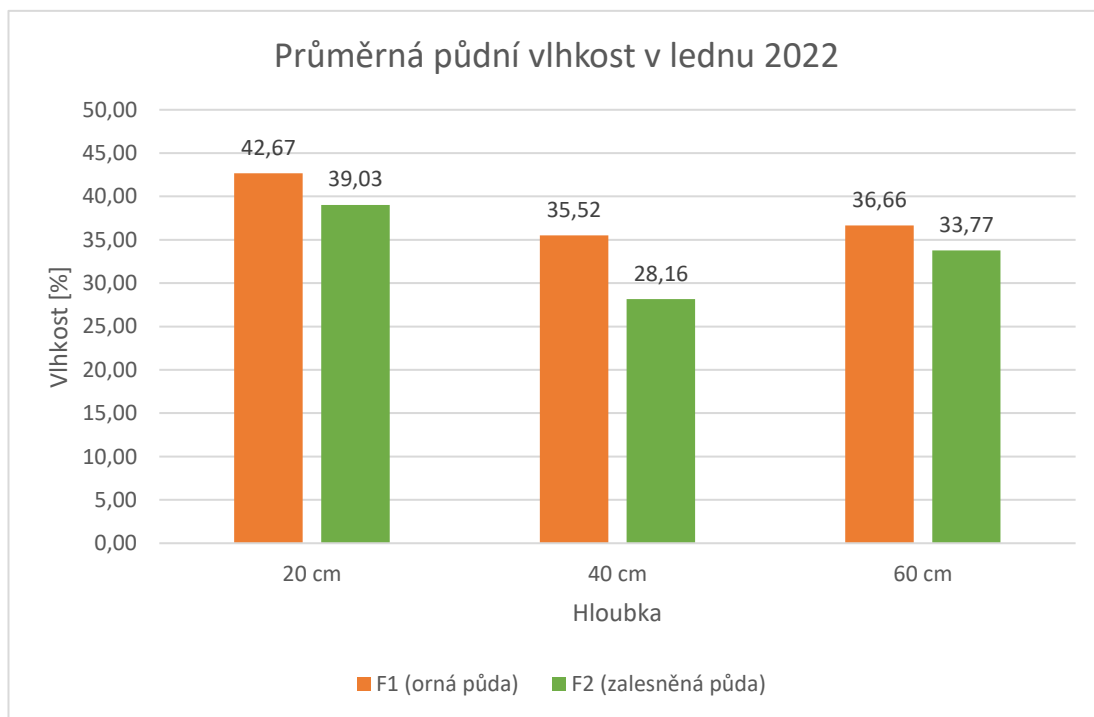
i relativně vyrovnaná hodnota průměrné půdní vlhkosti.

Zalesněná půda v hloubce 20 cm má nejnižší podíl písčité frakce a nejvyšší jílovité a prachové frakce, což umožňuje lépe vázat půdní vodu. Hloubka 40 cm obsahuje naopak nejvíce písčité frakce a nejméně jílovité a prachové frakce, což způsobuje v případě saturace srážkami snadnější průsak do nižších vrstev. Tímto lze vysvětlit výrazně nižší množství půdní vlhkosti v hloubce 40 cm. Jelikož došlo k průsaku z hloubky 40 cm, tak hloubka 60 cm vykazuje vyšší půdní vlhkost, která je pouze o 1,36 % menší než v hloubce 20 cm.

6.1.10. Vyhodnocení půdního profilu – leden 2022

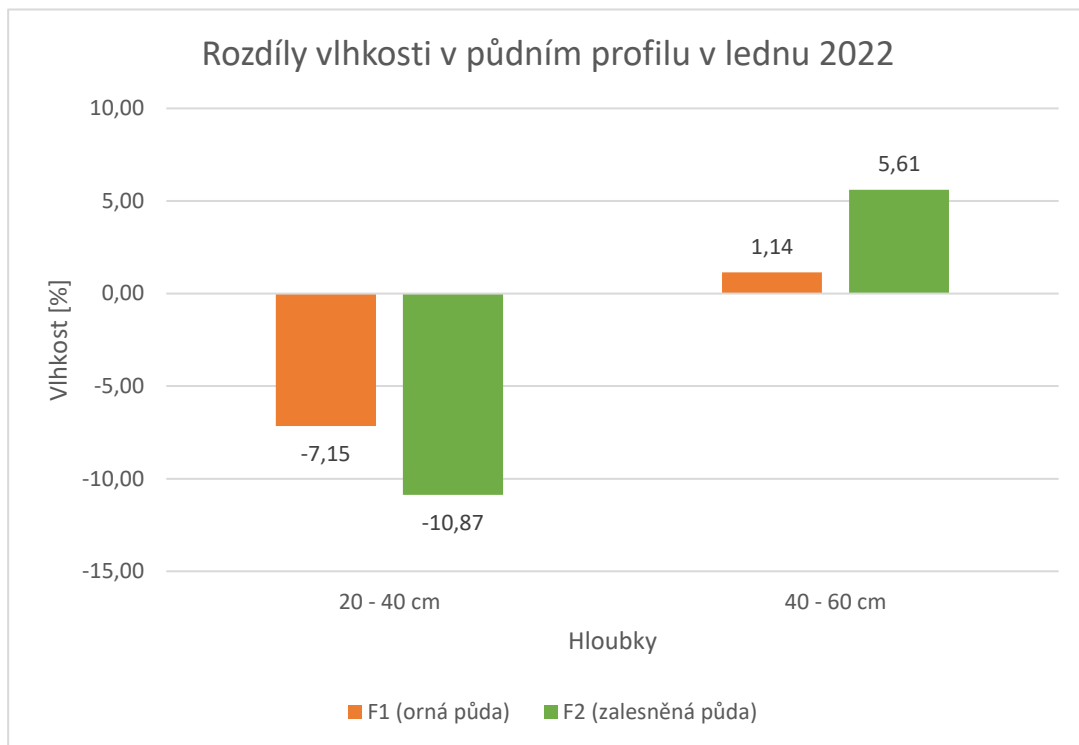
Z dostupných dat roku 2022 vykazoval největší rozdíl v průměrné půdní vlhkosti jak v hloubce 20 cm, tak v hloubce 40 cm měsíc leden.

V lednu 2022 byla u orné půdy v hloubce 20 cm naměřena průměrná měsíční půdní vlhkost 42,67 %. S hloubkou došlo k poklesu, kdy v hloubce 40 cm byla naměřena půdní vlhkost 35,52 %. V hloubce 60 cm vykazovala půda o něco vyšší vlhkost s hodnotou 36,66 %. Zalesněná půda obsahovala v měsíčním průměru v hloubce 20 cm půdní vlhkost 39,03 % a ve 40 cm hloubce byla hodnota mnohem nižší, a to 28,16 %. 60 cm hloubka již vykazovala půdní vlhkost 33,77 %. U orné půdy došlo s hloubkou nejdříve k výraznému poklesu a následně k mírnému nárůstu. Vlhkost zalesněné půdy měla směrem k nižším vrstvám podobný vývoj, ale s větším rozdílem hodnot.



Graf 34: Průměrná půdní vlhkost v lednu 2022 - Hovorčovice (data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).

Rozdíl na stanovišti F1 orné půdy mezi hloubkou 20 cm a 40 cm byl v poklesu o 7,15 % a následně mezi hloubkou 40 cm a 60 cm došlo k navýšení o 1,14 %. Zalesněná půda vykazovala mezi hloubkou 20 cm a 40 cm větší pokles, a to o 10,87 %, a také větší nárůst mezi hloubkou 40 cm a 60 cm o 5,61 %.



Graf 35: Rozdíly vlhkosti v půdním profilu v lednu 2022 - Hovorčovice
(data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).

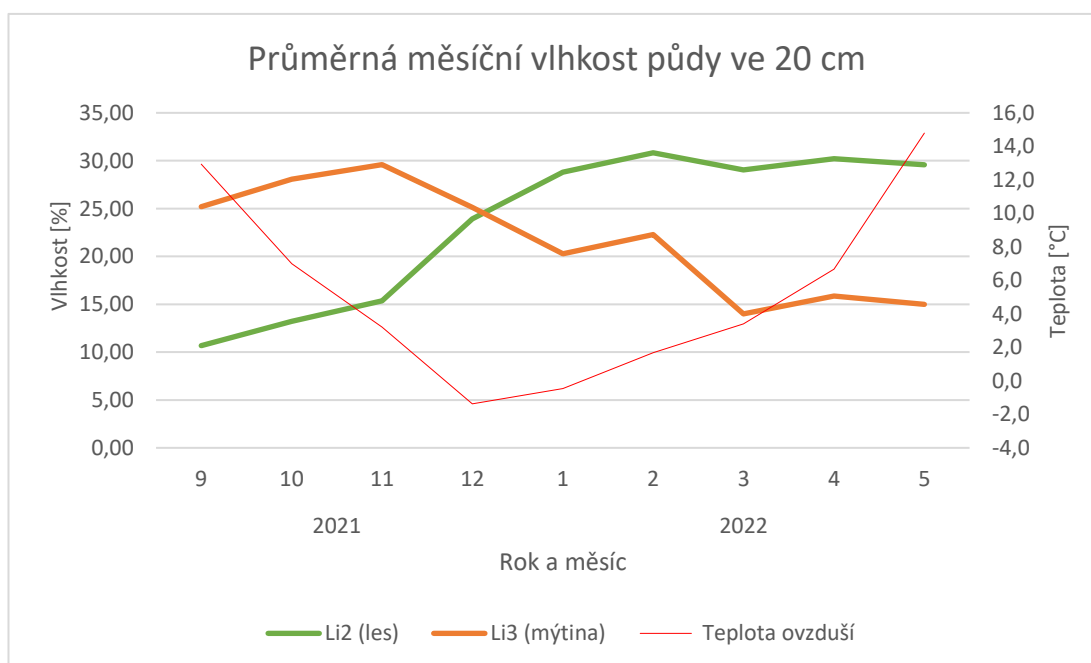
6.2. Vyhodnocení dat v lokalitě Lipnice

Pro následující vyhodnocení dat budou využívány průměrné měsíční hodnoty jednotlivých hloubek obou stanovišť. Jelikož na této lokalitě nebyl instalován srážkoměr, není znám konkrétní úhrn srážek na stanovištích Li2 (les) a Li3 (mýtina), proto nebudou srážky zohledněny při vyhodnocení. V rámci vyhodnocení bude průměrná půdní vlhkost vztahována na teplotu ovzduší měřené 60 cm nad povrchem mýtiny Li3 a na zrnitostní složení půdy.

6.2.1. Vyhodnocení půdní vlhkosti v hloubce 20 cm

Dle grafu 36 je patrné, že teplota ovzduší značně ovlivňuje půdní vlhkost v hloubce 20 cm zejména na stanovišti mýtiny Li3, kde dochází k intenzivnějším výkyvům. Z tohoto pohledu lesní stanoviště Li2 vykazuje plynulejší změny. V roce 2021 v hloubce 20 cm dochází k opačnému vývoji půdní vlhkosti mezi měsíci listopad a prosinec a v roce 2022 je značný rozdíl v poklesu půdní vlhkosti jednotlivých stanovišť mezi únorem a březnem.

V listopadu roku 2021 vykazovala půda lesa Li2 průměrnou měsíční hodnotu 15,35 % a půda mýtiny Li3 hodnotu 29,59 %. Mezi listopadem a prosincem došlo na stanovišti Li2 k nárůstu půdní vlhkosti o 8,58 % na prosincovou hodnotu 23,93 %. Na mýtině Li3 naopak došlo k poklesu o 4,46 % na prosincovou hodnotu 25,13 %. V měsíci listopad byla průměrná vzdušná teplota 3,2 °C a k prosinci klesla na hodnotu -1,4 °C.



Graf 36: Průměrná měsíční vlhkost půdy v hloubce 20 cm - Lipnice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

I když nastal pokles teploty do záporných hodnot, určitá evaporace probíhala zejména v listopadu, což se částečně projevilo ve snížení půdní vlhkosti v této hloubce na stanovišti mýtiny Li3. Svůj podíl na poklesu půdní vlhkosti má také průsak

do nižších vrstev díky písčitému zrnitostnímu složení půdy. Pokles také naznačuje, že v těchto měsících nebyla půda vystavena výrazným srážkám. Evaporace na stanovišti mýtiny převyšovala infiltraci.

Nárůst půdní vlhkosti na lesním stanovišti Li2 lze vysvětlit především vlivem vlhkostního mikroklimatu pod vzrostlým stromovým porostem, který je v interakci s vrchní vrstvou půdy. Dle vývoje dat mezi měsíci říjen a listopad lze usoudit, že půdy byli pravděpodobně vystaveny srážkám, což na obou stanovištích mezi těmito měsíci v této hloubce zvýšilo půdní vlhkost. Na lesním stanovišti tak převyšovala infiltrace a vliv vlhkostního mikroklimatu nad evaporací.

V roce 2022 došlo mezi měsíci únorem a březnem k poklesu půdní vlhkosti na obou stanovištích, ovšem v rozdílné míře. Na lesním stanovišti Li2 byla průměrná únorová půdní vlhkost 30,83 % a k březnu došlo k poklesu o 1,8 % na hodnotu 29,03 %. Stanoviště mýtiny Li3 vykazovalo v únoru průměrnou půdní vlhkost 22,29 % a v březnu 14,00 %, což je pokles o 8,29 %. Na stanoviště Li3 došlo mezi hodnocenými měsíci k výrazně vyššímu poklesu než na stanovišti Li2. Průměrná únorová vzdušná teplota činila 1,7 °C, která se následně zvýšila na březnovou hodnotu 3,4 °C. Zvyšující se teplota ovzduší způsobila zvýšení evaporace, což se projevilo na obou stanovištích snížením půdní vlhkosti. Rozdíl v hodnotách poklesu půdní vlhkosti mezi stanovišti lze vysvětlit tak, že stanoviště mýtiny není nechráněné stromovým porostem, a tak zde dochází k vyšší evaporaci než na lesním stanovišti, jež je chráněno stromovým porostem a zároveň ovlivňováno vlhkostním mikroklimatem.

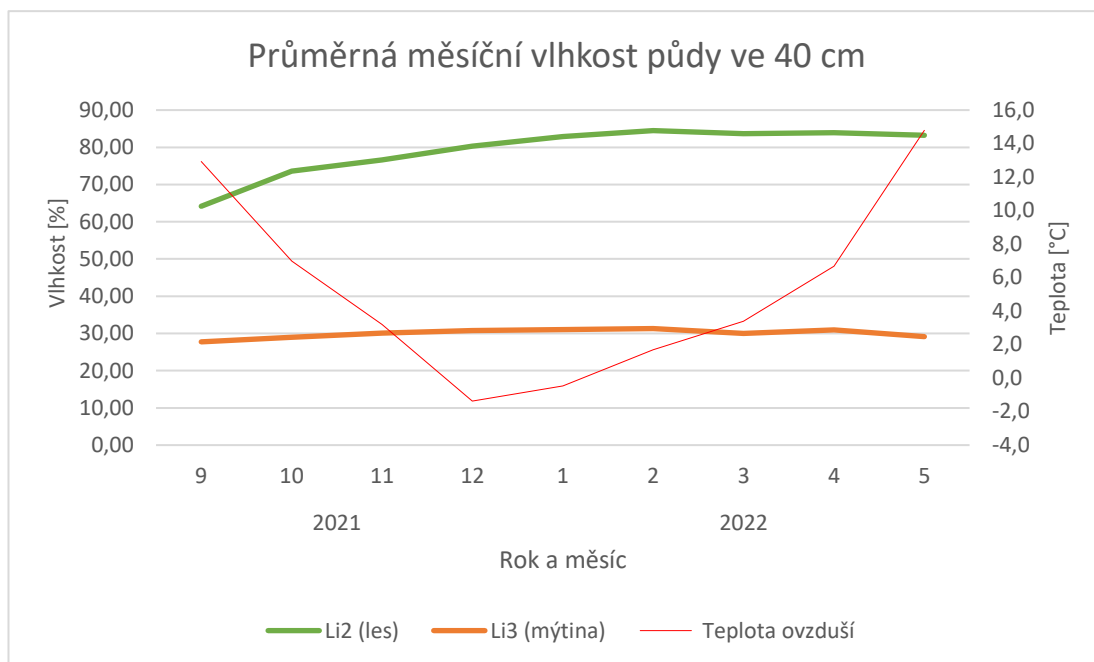
6.2.2. Vyhodnocení půdní vlhkosti v hloubce 40 cm

V této hloubce je na obou stanovištích mnohem stabilnější oproti hloubce 20 cm. Stanoviště mýtiny Li3 dle grafu vykazuje v celém období vcelku vyrovnanou půdní vlhkost, kdy dochází k pozvolnému nárůstu půdní vlhkosti, oproti tomu lesní stanoviště Li2 vykazuje mnohem výraznější nárůst půdní vlhkosti ve zpomalujícím trendu. Lesní stanoviště Li2 má po celou dobu v této hloubce vyšší půdní vlhkost oproti stanovišti Li3, což je díky více písčitému zrnitostnímu složení půdy. Největší rozdíl nárůstu půdní vlhkosti mezi stanovišti byl v roce 2021 mezi měsíci září a říjen a v roce 2022 mezi měsíci leden a únor.

Lesní stanoviště Li2 vykazovalo v září 2021 průměrnou půdní vlhkost 64,17 % a v říjnu 7,58 %, což je nárůst o 9,41 %. Na stanovišti mýtiny byla naměřena průměrná půdní vlhkost v září 27,74 % a v říjnu 29,01 %. Na tomto stanovišti došlo k navýšení pouze o 1,27 %. Teplota ovzduší byla v září v průměru 12,9 °C a k říjnu došlo k poklesu na hodnotu 7 °C. Z nárůstu půdní vlhkosti na obou stanovištích lze usuzovat vliv srážek v měsíci září.

Mnohem menší nárůst hodnot půdní vlhkosti na stanovišti mýtiny lze vysvětlit působením vzdušné teploty, která zvyšovala evaporaci což snižovalo množství srážek prosáknutých z vrchních vrstev. Mnohem výraznější nárůst půdní vlhkosti u lesního stanoviště v hloubce 40 cm lze vysvětlit zejména průsakem z vyšších vrstev díky

zrnitostnímu složení půdy. Evaporace byla na tomto stanovišti díky opadance a vyšší vlhkosti mikroklimatu mnohem nižší, což ovlivnilo i půdní vlhkost v hloubce 40 cm. Zvýšená vlhkost mikroklimatu byla způsobena vyšší evapotranspirací zejména v důsledku vyšší teploty v září. Na obou stanovištích převyšovala infiltrace nad evaporací, přičemž na stanovišti Li2 byla infiltrace mnohem výraznější než na stanovišti Li3.



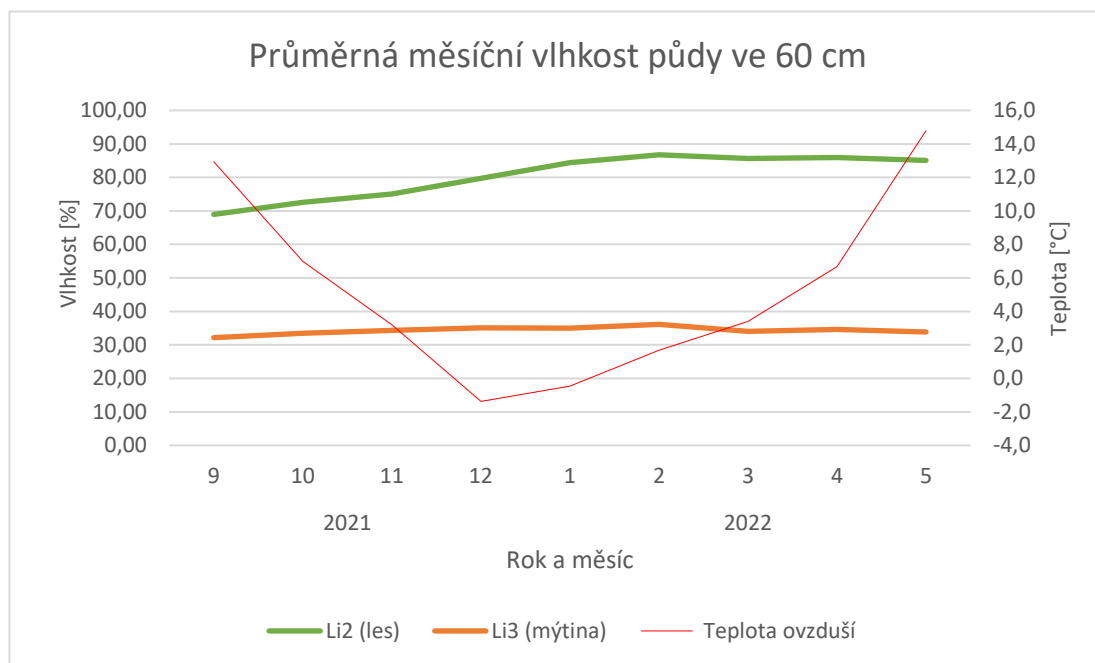
Graf 37: Průměrná měsíční vlhkost půdy v hloubce 40 cm - Lipnice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

Průměrná půdní vlhkost byla v lednu 2022 u lesního stanoviště Li2 naměřena 82,88 % a v únoru 84,49 %. Mezi lednem a únorem tak došlo k navýšení půdní vlhkosti o 1,61 %. Stanoviště mýtiny Li3 vykazovalo průměrnou lednovou půdní vlhkost 31,04 % a v únoru 31,31 %, což je navýšení pouze o 0,27 %. Průměrná lednová teplota ovzduší byla -0,5 °C a únorová 1,7 °C. Jelikož obě půdy v této hloubce vykazovaly navýšení půdní vlhkosti, došlo k ovlivnění průsakem z vrchních vrstev, jež bylo pravděpodobně způsobeno menším množstvím srážek z předchozího měsíce, či tajícího sněhu. V důsledku působení vlhkostního mikroklimatu pod stromovým porostem tak bylo navýšení půdní vlhkosti v hloubce 40 cm u lesního stanoviště o něco vyšší oproti stanovišti mýtiny Li3. Zvýšení teploty ovzduší tak ovlivnilo nejvíce stanoviště Li3, jež není chráněno stromovým porostem.

6.2.3. Vyhodnocení půdní vlhkosti v hloubce 60 cm

Stanoviště mýtiny Li3 vykazuje v rámci celého období velmi mírný průběh převážně v navýšení půdní vlhkosti s drobnými poklesy. Lesní stanoviště Li2 vykazuje v průběhu celého období mnohem výraznější nárůst, který se následně mezi únorem a březnem 2022 změnil v mírný pokles. Stejně jako v hloubce 40 cm, je i v hloubce 60 cm po celé období vyšší půdní vlhkost na lesním stanovišti Li2, jelikož je zde odlišná půdní zrnitost. Nejvýraznější rozdíly mezi stanovišti v půdní vlhkosti této

hloubky byly v roce 2021 mezi měsíci listopadem a prosincem, kde lesní stanoviště vykazovalo vyšší nárůst půdní vlhkosti oproti stanovišti mýtiny Li3. V roce 2022 byl zaznamenán výraznější rozdíl mezi stanovišti v poklesu půdní vlhkosti mezi měsíci únorem a březnem.



Graf 38: Průměrná měsíční vlhkost půdy v hloubce 60 cm - Lipnice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

Mezi měsíci listopadem a prosincem roku 2021 došlo k nárůstu průměrné měsíční půdní vlhkosti na obou stanovištích. Lesní stanoviště Li2 vykazovalo v listopadu průměrnou půdní vlhkost 75,09 % a v prosinci 79,04 %, což je nárůst o 4,65 %. U stanoviště mýtiny Li3 byla listopadová půdní vlhkost 34,38 % a v prosinci došlo k navýšení o 0,74 % na hodnotu 35,12 %. Průměrná teplota ovzduší byla v listopadu 3,2 °C a v prosinci klesla na hodnotu -1,4 °C.

Nárůst půdní vlhkosti na obou stanovištích v této hloubce naznačuje, že došlo v měsíci říjen k ovlivnění vrchních vrstev srážkami, které snižující se teplota výrazně v infiltraci neovlivnila a díky průsaku došlo následně k navýšení půdní vlhkosti v hloubce 60 cm na obou stanovištích. Výraznější nárůst v této hloubce u stanoviště Li2 lze přisuzovat zejména zrnitostnímu složení půdy, kdy došlo k vyššímu průsaku půdní vody z vrchních vrstev, jež jsou současně ovlivněny i výraznější vlhkostí ovzduší mikroklimatu pod stromovým porostem.

V roce 2022 došlo mezi únorem a březnem na obou stanovištích k poklesu půdní vlhkosti, kdy průměrná únorová půdní vlhkost lesního stanoviště Li2 byla naměřena 86,75 % a březnová 85,61 %. Došlo tedy k poklesu o 1,14 %. Stanoviště mýtiny Li3 vykazovalo průměrnou únorovou půdní vlhkost 36,14 % a březnovou 34,06 %, což je pokles o 2,08 %. Průměrná únorová teplota ovzduší činila 1,7 °C a březnová 3,4 °C. Zvýšená teplota ovlivnila evaporaci vrchních vrstev, kdy stanoviště mýtiny Li3 vykazovalo vyšší evaporaci než lesní stanoviště Li2, které je ovlivněno vlhkostním

mikroklimatem pod stromovým porostem, což se následně projevilo i v rozdílu poklesu půdní vlhkosti v hloubce 60 cm. Průsak půdní vody do hloubky 60 cm byl tedy na stanovišti mýtiny Li3 nižší než na lesním stanovišti Li2, což bylo také ovlivněno zrnitostním složením půd.

Dle výše uvedených dat, grafů a vyhodnocení lze konstatovat, že na lokalitě Lipnice má nejvýraznější odezvu na teplotu ovzduší stanoviště mýtiny Li3 v hloubce 20 cm. Oproti tomu lesní stanoviště Li2 ve stejné hloubce vykazuje plynulejší a stabilnější odezvu na teplotu ovzduší, kdy v teplejších měsících má nižší půdní vlhkost a v chladnějších měsících je půdní vlhkost vyšší v důsledku nižší evapotranspirace. Nižší půdní horizonty obou stanovišť vykazují mnohem vyšší stabilitu půdní vlhkosti oproti vrchním vrstvám. Vyšší půdní vlhkost u lesního stanoviště Li2 je dána působením vlhkostního mikroklimatu klimaxového lesa, přičemž stanoviště mýtiny Li3 je více vystaveno působení klimatických podmínek a dochází zde k vyšší evaporaci, jelikož je chráněno pouze nižším porostem bylinného, místy keřového patra.

6.2.4. Vyhodnocení měsíčních extrémů za celé měřené období

V rámci vyhodnocení extrémních hodnot průměrné půdní vlhkosti na lokalitě Lipnice budou porovnávány minimální a maximální naměřené hodnoty půdní vlhkosti na obou stanovištích. Zaměření bude převážně na hloubku 20 cm, která nejlépe odráží reakci na teplotu ovzduší. Pro tuto hloubku proto bude vytvořen krabicový graf znázorňující variabilitu naměřených dat.

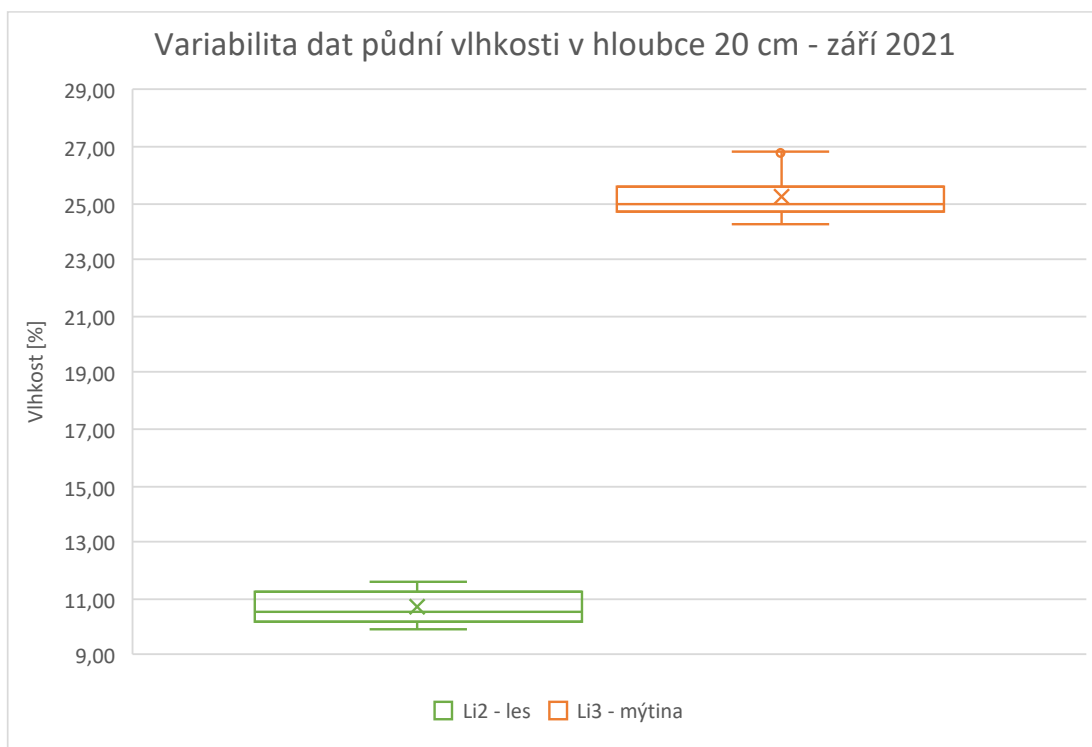
měsíc, rok	stanoviště hloubka	Li2 – les [%]			Li3 – mýtiny [%]		
		min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Září 2021	20 cm	9,92	11,61	10,68	24,21	27,03	25,19
	40 cm	61,22	74,68	64,17	25,68	27,74	26,98
	60 cm	68,86	69,03	68,95	31,18	32,43	32,16

Tabulka 26: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – září 2021 Lipnice (data: VÚMOP ©2022).

V září 2021 byla na lesním stanovišti v hloubce 20 cm naměřena minimální půdní vlhkost 9,92 % a maximální 11,61 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 1,69 %. Průměrná půdní vlhkost 10,68 % byla vůči minimální hodnotě vyšší o 0,76 % a vůči maximální nižší o 0,93 %. Lesní stanoviště v rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovalo v průměru mírně nižší půdní vlhkost. Stanoviště mýtiny vykazovalo průměrnou půdní vlhkost 25,19 %, kdy minimální hodnota byla naměřena 24,21 % a maximální 27,03 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 2,82 %. Minimální hodnota byla oproti průměrné nižší o 0,98 % a maximální vyšší o 1,84 %. Mýtiny vykazovala v rámci naměřeného rozmezí hodnot v průměru nižší půdní vlhkost. Průměrná měsíční teplota ovzduší činila 12,9 °C.

V krabicovém grafu je medián obou stanovišť znázorněn pod průměrnou hodnotou, což značí častější podprůměrné hodnoty půdní vlhkosti. Větší variabilitu hodnot půdní vlhkosti v hloubce 20 cm v mezikvartilovém rozpětí vykazovalo lesní stanoviště,

což lze vysvětlit průběžným, avšak značným poklesem půdní vlhkosti, jelikož lesní stanoviště bylo ovlivňováno srážkami v mnohem menší míře než mýtina. Naproti tomu větší variabilita hodnot mezi minimální a maximální hodnotou byla zaznamenána na stanovišti mýtiny, což znamená větší citlivost na působení vzdušné teploty a srážky, což vedlo k větším výkyvům hodnot půdní vlhkosti, jelikož je mýtina chráněna pouze nižším vegetačním porostem.



Graf 39: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - září 2021 Lipnice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

V hloubce 40 cm vykazovalo lesní stanoviště průměrnou půdní vlhkost 64,17 %, přičemž minimální půdní vlhkost činila 61,22 % a maximální 74,68 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 13,46 %, kdy rozptyl minimální hodnoty od průměrné činil 2,95 % a maximální 10,51 %. Lesní stanoviště v rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovalo v průměru nižší půdní vlhkost. Na mýtině v hloubce 40 cm byla naměřena minimální půdní vlhkost 25,68 % a maximální 27,74 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 2,06 %. Průměrná půdní vlhkost 26,98 % byla vůči minimální vyšší o 1,30 % a vůči maximální nižší o 0,76 %. V rámci naměřených hodnot vykazovala mýtina v průměru vyšší půdní vlhkost. V hloubce 40 cm byla zaznamenána mnohem vyšší variabilita hodnot na lesním stanovišti pravděpodobně vlivem přívalových srážek, které nárazově ovlivnily hloubku 40 cm lesního stanoviště více než na mýtině. Dle podrobného prozkoumání dat vykazovalo lesní stanoviště v této hloubce po většinu měsíce vyrovnanou půdní vlhkost a ke konci měsíce došlo k výraznému nárůstu půdní vlhkosti. To lze zdůvodnit zrnitostním složením půdy, jelikož na lesním stanovišti je výrazně vyšší zastoupení písčité frakce než na stanovišti mýtiny, a tak došlo ke značnému průsaku půdní vody do hloubky 40 cm což způsobilo výraznou variabilitu hodnot. Stanoviště mýtiny tyto srážky ovlivnily v této hloubce

méně díky pomalejšímu průsaku z vrchních vrstev.

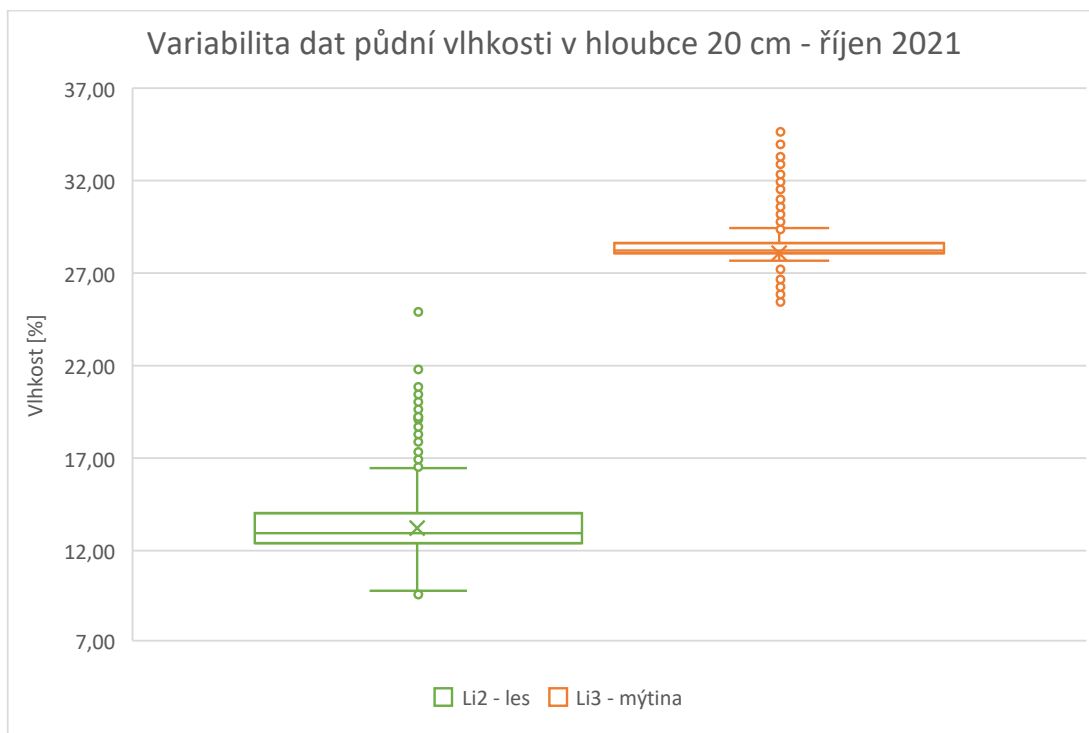
V hloubce 60 cm byla na lesním stanovišti naměřena minimální půdní vlhkost 68,86 % a maximální 69,03 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 0,17 %. Průměrná půdní vlhkost činila 68,95 %, přičemž minimální hodnota byla nižší vůči průměrné o 0,09 % a maximální vyšší o 0,08 %. Lesní stanoviště v rámci rozmezí naměřených hodnot vykazovalo v této hloubce v měsíčním průměru vyrovnanou půdní vlhkost. U mýtiny byla naměřena minimální půdní vlhkost 31,18 % a maximální 32,43 %, kdy průměrná půdní vlhkost dosahovala 32,16 %. Mezi minimem a maximem činilo rozmezí 1,25 %. Minimální hodnota byla nižší vůči průměru o 0,98 % a maximální vyšší o 0,27 %. Mýtina v hloubce 60 cm vykazovala v rámci naměřeného rozmezí hodnot v průměru mírně vyšší půdní vlhkost. Větší variabilitu dat mezi minimem a maximem vykazovalo daný měsíc v hloubce 60 cm stanoviště mýtiny, kdy začátkem měsíce docházelo vlivem postupného průsaku k výraznému zvyšování půdní vlhkosti, následně ve středu měsíce byla půdní vlhkost vyrovnaná a ke konci měsíce došlo vlivem průsaku přívalových srážek z vrchních vrstev k dalšímu nárůstu půdní vlhkosti. Lesní stanoviště v této hloubce vykazovalo obdobný, avšak velmi mírný průběh.

měsíc, rok	stanoviště	Li2 – les [%]			Li3 – mýtina [%]		
	hloubka	min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Říjen 2021	20 cm	9,61	24,96	13,23	25,39	34,60	28,08
	40 cm	68,89	83,87	73,58	27,39	29,01	28,52
	60 cm	68,89	75,23	72,52	32,43	34,06	33,52

Tabulka 27: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – říjen 2021 Lipnice (data: VÚMOP ©2022).

Lesní stanoviště v hloubce 20 cm vykazovala v říjnu 2021 průměrnou půdní vlhkost 13,23 %, kdy minimální hodnota činila 9,61 % a maximální 24,96 %. Mezi minimální a maximální hodnotou činilo rozmezí 15,35 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměru činil 3,62 % a maximální 11,73 %.

Na mýtině byla naměřena v hloubce 20 cm minimální půdní vlhkost 25,39 % a maximální 34,60 %, kdy rozmezí mezi minimem a maximem činilo 9,21 %. Průměrná hodnota 28,08 % byla vůči minimální hodnotě vyšší o 2,69 % a vůči maximální nižší o 6,52 %. Obě stanoviště v rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovala v průměru nižší půdní vlhkost, kterou ovlivnila také průměrná vzdušná teplota 7 °C. Výrazně vyšší variabilitu půdní vlhkosti vykazovala v hloubce 20 cm půda lesního stanoviště. To mohlo být pravděpodobně způsobeno značnými přívalovými srážkami, které ovlivnily nejvíce lesní stanoviště, jelikož na mýtině byla díky vzdušené teplotě vyšší evaporace. Určitý podíl mělo také zrnitostní složení půdy, které je na lesním stanovišti více písčité, což umožňuje lépe infiltrovat a propouštět srážky. Tyto srážky také způsobily odlehle hodnoty vzdálené od běžného rozsahu hodnot, jež jsou zobrazeny v krabicovém grafu.



Graf 40: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - říjen 2021 Lipnice
(data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

V hloubce 40 cm lesní stanoviště vykazovalo průměrnou půdní vlhkost 73,58 % s minimální naměřenou hodnotou 68,89 % a maximální 83,87 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 14,58 %, kdy minimální hodnota byla vůči průměru nižší o 4,69 % a maximální vyšší o 10,29 %. V rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovalo lesní stanoviště v této hloubce v průměru nižší půdní vlhkost. Minimální půdní vlhkost byla u mýtina zaznamenána s hodnotou 27,39 % a maximální s hodnotou 29,01 %. Mezi minimální a maximální hodnotou činilo rozmezí 1,62 %. Minimální hodnota půdní vlhkosti byla vůči průměrné nižší o 1,13 % a maximální vyšší o 0,49 %. Mýtina v rámci naměřených hodnot v hloubce 40 cm vykazovala v průměru vyšší půdní vlhkost. Variabilita hodnot půdní vlhkosti v hloubce 40 cm byla mnohem vyšší na lesním stanovišti, což lze vysvětlit zrnitostním složením, kdy po ovlivnění přívalovými dešti došlo k průsaku půdní vody do nižších vrstev, kdežto u mýtiny vlivem vyššího zastoupení prachové frakce nárůst a následný pokles půdní vlhkosti byl mírnější.

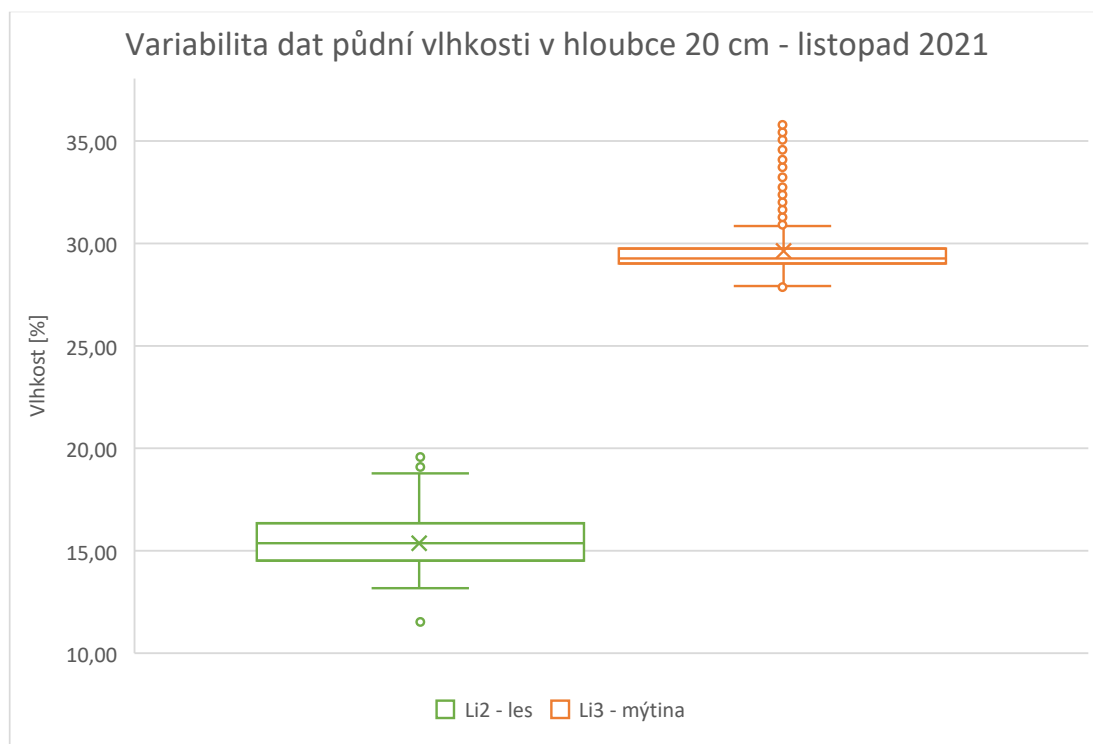
V hloubce 60 cm byla naměřena minimální půdní vlhkost na lesním stanovišti 68,89 % a maximální 75,23 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 6,34 %, přičemž průměrná půdní vlhkost dosahovala 72,52 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné činil 3,63 % a maximální 2,71 %. Minimální hodnota půdní vlhkosti na mýtině byla naměřena 32,43 % a maximální 34,06 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami bylo 1,63 %. Průměrná hodnota dosahovala 33,52 %, přičemž byla vůči minimální hodnotě vyšší o 1,09 % a vůči maximální nižší o 0,54 %. V rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovala obě stanoviště v měsíčním průměru vyšší půdní vlhkost. V hloubce 60 cm byla zaznamenána větší variabilita dat u půdy lesního

stanovitě, což bylo způsobeno zrnitostním složením půdy, kdy hloubka 60 cm, byla průsakem půda lesního stanoviště dotována půdní vodou více než půda mýtiny, která díky většímu zastoupení prachové a jílovité frakce byla v této hloubce průsakem ovlivněna velmi málo.

měsíc, rok	stanoviště	Li2 – les [%]			Li3 – mýtina [%]		
	hloubka	min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Listopad 2021	20 cm	11,51	19,75	15,35	27,91	35,82	29,59
	40 cm	68,82	80,84	76,63	28,44	30,07	29,12
	60 cm	71,12	76,38	75,09	33,71	35,43	34,38

Tabulka 28: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – listopad 2021 Lipnice (data: VÚMOP ©2022).

V listopadu 2022 byla na lesním stanovišti v hloubce 20 cm zaznamenána minimální půdní vlhkost 11,51 % a maximální 19,75 %, kdy rozmezí těchto hodnot činilo 8,24 %. Průměrná půdní vlhkost dosahovala 15,35 %, přičemž byla vůči minimální hodnotě vyšší o 3,84 % a vůči maximální nižší o 4,40 %. Půda lesního stanoviště v hloubce 20 cm vykazovala v rámci naměřeného rozmezí hodnot v průměru nižší půdní vlhkost. Mýtina vykazovala průměrnou půdní vlhkost 29,59 %, kdy minimální hodnota byla naměřena 27,91 % a maximální 35,82 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 7,91 %. Minimální hodnota byla vůči průměru nižší o 1,68 % a maximální vyšší o 6,23 %.



Graf 41: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - listopad 2021 Lipnice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

Z toho lze usoudit, že mýtina v rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovala v průměru významně nižší půdní vlhkost. Medián znázorněný v krabicovém grafu

u lesního stanoviště mírně nad průměrnou hodnotou značí častější výskyt nadprůměrných hodnot půdní vlhkosti. Naopak u mýtiny je medián znázorněn pod průměrnou hodnotou, což ukazuje na častější podprůměrné hodnoty půdní vlhkosti.

Odlehle hodnoty vzdálené od běžného rozsahu naměřených hodnot znázorňují pravděpodobně reakci na přívalové srážky náhlým zvýšením půdní vlhkosti, jež byla od běžného rozsahu hodnot značně odlišná. Menší množství odlehlých hodnot u lesního stanoviště bylo zapříčiněno průběžným nárůstem půdní vlhkosti během měsíce, což také ve výsledku vytvořilo větší rozsah běžných hodnot a také celkově větší variabilitu dat. Mýtina po přívalových srážkách začátkem měsíce a výrazném zvýšení půdní vlhkosti vykazovala během měsíce naopak velmi mírný pokles půdní vlhkosti co ve výsledku způsobilo velké množství odlehlých hodnot od běžného rozsahu. Z toho lze předpokládat, že většinu měsíce byl úhrn srážek velmi mírný, kdy za současného působení průměrné měsíční teploty ovzduší 3,2 °C převládala mírná evaporace a průsak do nižších vrstev nad infiltrací srážek zejména na mýtině. U půdy lesního stanoviště naopak díky vlhkostnímu mikroklimatu pod stromovým porostem docházelo ke zvyšování půdní vlhkosti ovlivněné mírnými srážkami a nízká teplota ovzduší výrazně nezvýšila evapotranspiraci.

V hloubce 40 cm byla na lesním stanovišti zaznamenána minimální půdní vlhkost 68,82 % a maximální 80,84 %, kdy průměrná hodnota dosahovala 76,63 %. Mezi minimem a maximem činilo rozmezí 12,02 %, přičemž minimální hodnota byla nižší vůči průměru o 7,81 % a maximální vyšší o 4,21 %. Lesní stanoviště dle uvedených dat vykazovala v rámci naměřeného rozmezí hodnot v průměru vyšší půdní vlhkost. Na stanovišti mýtiny byla zaznamenána minimální půdní vlhkost 28,44 % a maximální 30,07 %. Rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 1,63 %, kdy průměrná hodnota dosahovala 29,12 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné byl 0,68 % a maximální 0,95 %. V rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovala mýtina v měsíčním průměru nižší půdní vlhkost. Mnohem vyšší variabilita dat byla v hloubce 40 cm zaznamenána na lesním stanovišti, což lze vysvětlit zrnitostním složením půdy s vyšším zastoupením písčité frakce a díky tomu došlo k výraznějšímu ovlivnění půdní vodou z vrchních vrstev. Mýtina obsahující vyšší zastoupení prachové a jílovité frakce je průsakem srážek v této hloubce ovlivněna mírněji.

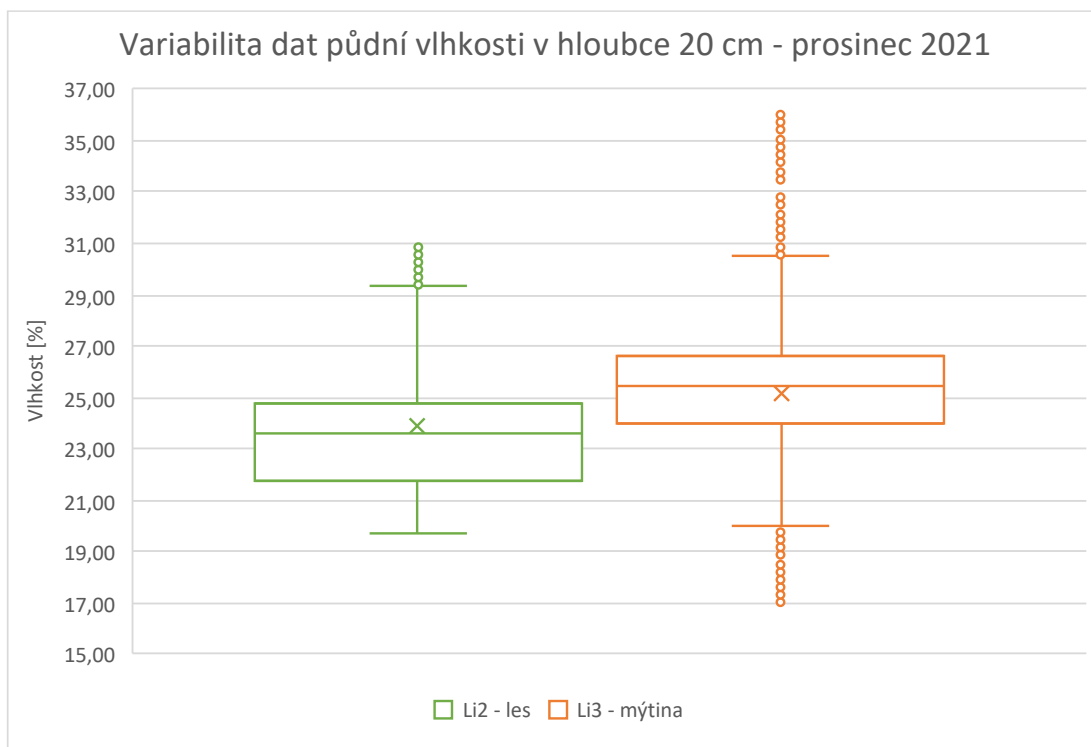
Lesní stanoviště v hloubce 60 cm vykazovalo průměrnou půdní vlhkost 75,09 %, kdy minimální hodnota činila 71,12 % a maximální 76,38 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 5,26 %, kdy minimální hodnota byla nižší vůči průměrné o 3,97 % a maximální vyšší o 1,29 %. Lesní stanoviště v rámci naměřených hodnot vykazovalo v této hloubce v průměru vyšší půdní vlhkost. Stanoviště mýtiny vykazovalo průměrnou půdní vlhkost 34,38 %, s minimální hodnotou 33,71 % a maximální hodnotou 35,43 %. Mezi minimální a maximální hodnotou činilo rozmezí 1,72 %, kdy minimum bylo nižší vůči průměru o 0,67 % a maximum vyšší o 1,05 %. Z toho lze usoudit, že mýtina v hloubce 60 cm v rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovala v průměru nižší půdní vlhkost. To bylo ovlivněno zejména zrnitostním složením půd,

kdy na lesním stanovišti s vyšším podílem písčité frakce byla hloubka 60 cm více dotována průsakem půdní vody z horních vrstev než půda mýtiny, což zároveň vysvětluje větší variabilitu dat v hloubce 60 cm na lesním stanovišti.

měsíc, rok	stanoviště hloubka	Li2 – les [%]			Li3 – mýtina [%]		
		min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Prosinec 2021	20 cm	19,69	31,14	23,93	17,03	36,19	25,13
	40 cm	75,31	82,41	80,33	29,10	30,82	29,69
	60 cm	74,30	83,37	79,74	34,18	37,54	35,12

Tabulka 29: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – prosinec 2021 Lipnice (data: VÚMOP ©2022).

Na lesním stanovišti v hloubce 20 cm byla v prosinci 2021 naměřena minimální půdní vlhkost 19,69 % a maximální 31,14 %, kdy průměrná půdní vlhkost dosahovala 23,93 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 11,45 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné činil 4,24 % a maximální 7,21 %. Na mýtině byla naměřena ve stejné hloubce minimální půdní vlhkost 17,03 % a maximální 36,19 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 19,16 %. Průměrná hodnota 25,13 % byla vůči minimální vyšší o 8,10 % a vůči maximální nižší o 11,06 %. Průměrná měsíční teplota dosahovala hodnoty -1,4 °C. Obě stanoviště v rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovala v průměru nižší půdní vlhkost, přičemž v krabicovém grafu je u lesního stanoviště medián znázorněn pod průměrnou hodnotou, což značí častější podprůměrné hodnoty půdní vlhkosti a u mýtiny je medián znázorněn nad průměrnou hodnotou, což ukazuje na četnější nadprůměrnou půdní vlhkost.



Graf 42: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - prosinec 2021 Lipnice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

Jelikož je v krabicovém grafu znázorněno množství odlehlých hodnot, bude vyhodnocena variabilita dat mezi minimem a maximem. Větší variabilitu dat v hloubce 20 cm vykazuje stanoviště mýtiny, které značně citlivě a intenzivně reagovalo pravděpodobně na častější přívalové srážky, které způsobily výrazné kolísání v hodnotách půdní vlhkosti, což se projevilo i četnými odlehlými hodnotami oběma směry. Lesní stanoviště v této hloubce vykazovalo mnohem menší citlivost na srážky s celkově stoupajícím trendem půdní vlhkosti způsobené pravděpodobně postupnou infiltrací díky opadance a nízkou evapotranspirací.

V hloubce 40 cm byla na lesním stanovišti naměřena minimální půdní vlhkost 75,31 % a maximální 82,41 %, kdy rozmezí těchto hodnot činilo 7,10 %. Průměrná půdní vlhkost 80,33 % byla vůči minimální hodnotě vyšší o 5,02 % a vůči maximální nižší o 2,08 %. V této hloubce vykazovalo lesní stanoviště v rámci naměřeného rozmezí hodnot v průměru spíše vyšší půdní vlhkost. Minimální půdní vlhkost byla na stanovišti mýtiny naměřena 29,10 % a maximální 30,82 %, kdy jejich rozmezí činilo 1,72 %. Průměrná hodnota dosahovala 29,69 %, přičemž minimální hodnota byla vůči průměrné nižší o 0,59 % a maximální vyšší o 1,13 %. Z uvedené vyplývá, že v rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovalo stanoviště mýtiny v této hloubce v průměru spíše nižší půdní vlhkost. Díky zrnitostnímu složení půdy s vyšším zastoupením písčité frakce vykazovalo větší variabilitu hodnot půdní vlhkosti lesní stanoviště, kdy docházelo k výraznějšímu ovlivňování této hloubky průsakem půdní vody z vyšších vrstev, přičemž trend půdní vlhkosti měl v daném měsíci v této hloubce lesního stanoviště stoupající tendenci. Stanoviště mýtiny v této hloubce reagovalo na průsak půdní vody mírněji díky vyššímu zastoupení prachové a jílovité frakce.

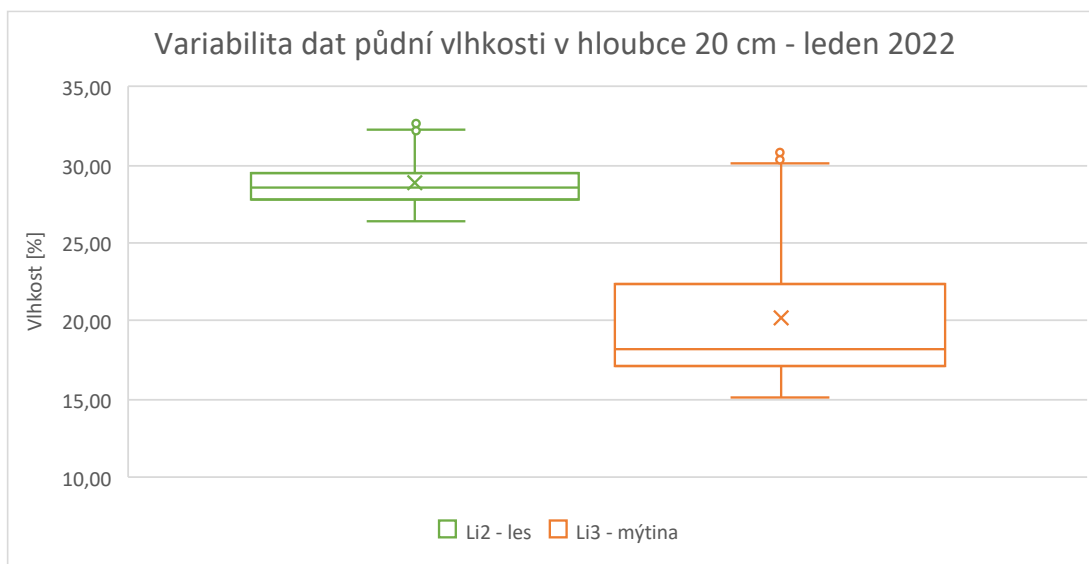
Lesní stanoviště v hloubce 60 cm vykazovalo minimální půdní vlhkost 74,30 % a maximální 83,37 %, kdy průměrná hodnota dosahovala 79,74 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 9,07 %, kdy minimální hodnota byla oproti průměru nižší o 5,44 % a maximální vyšší o 3,63 %. Stanoviště mýtiny vykazovalo v hloubce 60 cm průměrnou půdní vlhkost 35,12 %, kdy minimální hodnota činila 34,18 % a maximální 37,54 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 3,36 %, přičemž minimální hodnota byla vůči průměrné nižší o 0,94 % a maximální vyšší o 2,42 %. V rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovalo stanoviště mýtiny v průměru spíše nižší půdní vlhkost, kdežto lesní stanoviště naopak vyšší půdní vlhkost. Vyšší variabilita hodnot půdní vlhkosti u lesního stanoviště lze vysvětlit zrnitostním složením půdy, kdy byla hloubka 60 cm výrazněji dotována průsakem půdní vody z vrchních vrstev.

měsíc, rok	stanoviště hloubka	Li2 – les [%]			Li3 – mýtina [%]		
		min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Leden 2022	20 cm	26,46	32,92	28,80	15,16	31,02	20,28
	40 cm	82,05	84,31	82,88	29,03	31,04	29,66
	60 cm	83,04	87,43	84,40	34,09	39,54	34,99

Tabulka 30: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – leden 2022 Lipnice (data: VÚMOP ©2022).

V lednu 2022 byla na lesním stanovišti v hloubce 20 cm naměřena minimální půdní vlhkost 26,46 % a maximální 32,92 %, kdy průměrná hodnota činila 28,80 %. Rozmezí mezi minimem a maximem 6,46 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné byl 2,34 % a maximální 4,12 %. Stanoviště mýtiny vykazovalo průměrnou půdní vlhkost 20,28 % s minimální naměřenou hodnotou 15,16 % a maximální 31,02 %. Mezi minimem a maximem bylo rozmezí 15,86 %, kdy minimální hodnota byla vůči průměrné nižší o 5,12 % a maximální vyšší o 10,74 %. Dle hodnot je patrné, že obě stanoviště v rámci naměřených hodnot vykazovala v měsíčním průměru nižší půdní vlhkost. Podobně to dokumentuje i zobrazený medián v krabicovém grafu u obou stanovišť pod průměrnou hodnotou, což značí četnější naměřené podprůměrné hodnoty půdní vlhkosti. Průměrná měsíční vzdušná teplota dosahovala -0,5 °C.

Stanoviště mýtiny v hloubce 20 cm zaznamenalo mnohem vyšší variabilitu dat, která byla pravděpodobně způsobena nárazovými sněhovými srážkami, které u lesního stanoviště díky lesnímu porostu a značnému listovému opadu nezpůsobily tak výrazné kolísání v hodnotách půdní vlhkosti v hloubce 20 cm.



Graf 43: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - leden 2022 Lipnice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

Lesní stanoviště v hloubce 40 cm vykazovalo minimální půdní vlhkost 82,05 %, maximální 84,31 a průměrnou půdní vlhkost 82,88 %. Mezi minimální a maximální hodnotou činilo rozmezí 2,26 %, kdy minimální hodnota byla oproti průměrné nižší o 0,83 % a maximální vyšší o 1,43 %. Na mýtině byla zaznamenána minimální hodnota 29,03 %, maximální 31,04 % a průměrná hodnota 29,66 %. Mezi minimem

a maximem činilo rozmezí 2,01 %. Průměrná hodnota byla vůči minimální vyšší o 0,63 % a vůči maximální nižší o 1,38 %. Na obou stanovištích dle zaznamenaných dat byla v rámci naměřeného rozmezí hodnot v průměru nižší půdní vlhkost. Obě stanoviště měla velmi podobnou variabilitu dat, přičemž lesní stanoviště vykazovalo variabilitu dat o něco vyšší. To bylo způsobeno výraznějším ovlivněním této hloubky u lesního stanoviště začátkem a koncem měsíce, což způsobilo větší variabilitu dat oproti mýtině. V průběhu měsíce na lesním stanovišti šlo spíše o vyrovnaný trend vývoje půdní vlhkosti. Na stanovišti mýtiny byly výkyvy začátkem a koncem měsíce o něco mírnější, ovšem v průběhu měsíce se projevil spíše klesající trend v půdní vlhkosti. Výše uvedené lze vysvětlit zrnitostním složením půdy, kdy díky vyššímu zastoupení písčité frakce na lesním stanovišti došlo k výraznějšímu ovlivnění průsakem půdní vody z vrchních vrstev.

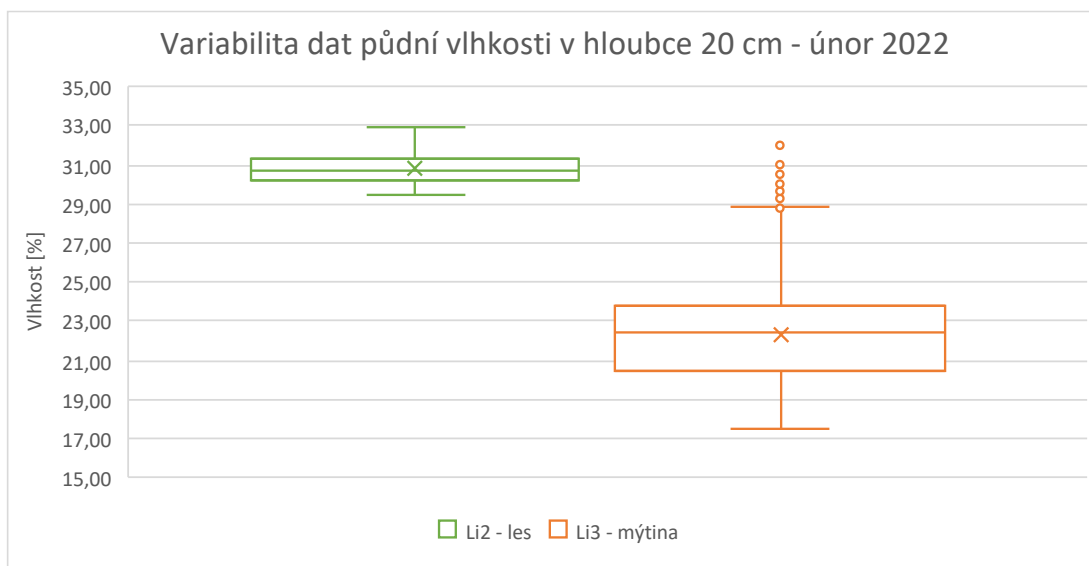
V hloubce 60 cm vykazovalo lesní stanoviště průměrnou půdní vlhkost 84,40 %, kdy minimální hodnota činila 83,04 % a maximální 87,43 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 4,39 %. Minimální hodnota byla proti průměrné nižší o 1,36 % a maximální vyšší o 3,03 %. Na mýtině byla v této hloubce zaznamenána minimální půdní vlhkost 34,09 % a maximální 39,54 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 5,45 %. Průměrná půdní vlhkost 34,99 % byla vůči minimální vyšší o 0,90 % a vůči maximální nižší o 4,55 %. V rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovala obě stanoviště v měsíčním průměru nižší půdní vlhkost. V této hloubce byla větší variabilita hodnot půdní vlhkosti zaznamenána na mýtině, jelikož zde v průběhu měsíce docházelo k výraznějšímu poklesu půdní vlhkosti než na lesním stanovišti, které bylo v této hloubce bylo více ovlivňováno průsakem půdní vody z vrchních vrstev než stanoviště mýtiny.

měsíc, rok	stanoviště	Li2 – les [%]			Li3 – mýtina [%]		
	hloubka	min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Únor 2022	20 cm	29,52	32,89	30,83	17,45	32,01	22,29
	40 cm	83,87	85,39	84,49	29,73	31,31	30,57
	60 cm	85,79	87,83	86,75	34,81	39,17	36,14

Tabulka 31: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – únor 2022 Lipnice (data: VÚMOP ©2022).

Na lesním stanovišti v hloubce 20 cm byla v únoru 2022 zaznamenána minimální půdní vlhkost 29,52 %, maximální 32,89 % a průměrná 30,83 %. Mezi minimální a maximální půdní vlhkostí bylo rozmezí 3,37 %, kdy minimální hodnota byla nižší vůči průměrné o 1,31 % a maximální vyšší o 2,06 %. Mýtina vykazovala průměrnou půdní vlhkost 22,29 %, kdy minimální hodnota činila 17,45 % a maximální 32,01 %. Rozmezí mezi minimem a maximem dosahovalo 14,56 %, přičemž rozptyl minimální hodnoty od průměrné činil 4,84 % a maximální od průměrné 9,72 %. Obě stanoviště vykazovala v rámci naměřeného rozmezí hodnot v průměru nižší půdní vlhkost. Na lesním stanovišti byly zaznamenány četnější hodnoty podprůměrné půdní vlhkosti, což znázorňuje v krabicovém grafu medián pod průměrnou hodnotou. Oproti tomu mýtina vykazovala častěji nadprůměrnou půdní vlhkost, což je znázorněno mediánem nad průměrnou hodnotou půdní vlhkosti.

Výrazně vyšší variabilita hodnot byla v hloubce 20 cm zaznamenána na stanovišti mýtiny, což bylo způsobeno pravděpodobně značnými srážkami v kombinaci s průměrnou měsíční teplotou 1,7 °C, kdy nejvýraznější srážky byly dle dat půdní vlhkosti nejspíše v druhé polovině měsíce, jež způsobily odlehle hodnoty vychýlené od běžného rozsahu. Lesní stanoviště v této hloubce reagovalo na srážky mnohem mírnějším kolísáním půdní vlhkosti, což bylo způsobeno stromovým porostem a listovým opadem.



Graf 44: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - únor 2022 Lipnice
(data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

V hloubce 40 cm byla na lesním stanovišti naměřena minimální půdní vlhkost 83,87 %, maximální 85,39 % a průměrná 84,49 %. Mezi minimální a maximální hodnotou půdní vlhkosti bylo rozmezí 1,52 %, kdy minimální hodnota byla oproti průměrné nižší o 0,62 % a maximální vyšší o 0,90 %. Lesní půda vykazovala v rámci naměřeného rozmezí hodnot v měsíčním průměru nižší půdní vlhkost. Na mýtině byla zaznamenána průměrná půdní vlhkost 30,57 % s minimální hodnotou 29,73 % a maximální 31,31 %. Mezi minimem a maximem činilo rozmezí 1,58 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné činil 0,84 % a maximální 0,74 %. Dle dat lze usoudit, že v rámci naměřených hodnot vykazovala mýtina v průměru spíše vyšší půdní vlhkost. Variabilita dat byla na obou stanovištích téměř totožná, kdy na mýtině byla o 0,6 % vyšší, což bylo způsobeno výraznějším vlivem srážek a následným průsakem půdní vody z vrchních vrstev.

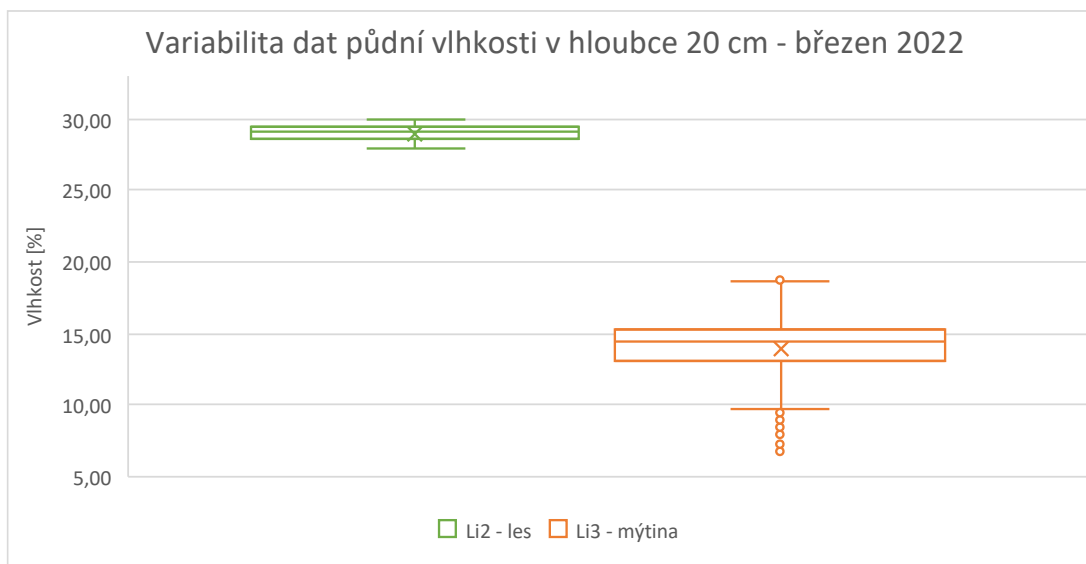
Na lesním stanovišti v hloubce 60 cm byla zaznamenána průměrná půdní vlhkost 86,75 %, kdy minimální hodnota činila 85,79 % a maximální 87,83 %. Rozmezí mezi minimem a maximem dosahovalo 2,04 %. Minimální hodnota byla oproti průměrné nižší o 0,96 % a maximální vyšší o 1,08 %. Na mýtině byla naměřena minimální půdní vlhkost 34,81 % a maximální 39,17 %, kdy průměrná půdní vlhkost dosahovala 36,14 %. Rozmezí mezi minimální a maximální naměřenou hodnotou činilo 4,36 %, přičemž minimální hodnota byla vůči průměrné nižší o 1,33 % a maximální vyšší

o 3,03 %. Dle naměřených dat je patrné, že obě stanoviště v rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovala v měsíčním průměru nižší půdní vlhkost. Variabilita hodnot půdní vlhkosti byla v hloubce 60 cm vyšší na stanovišti mýtiny, což bylo způsobeno výraznějším ovlivněním nárazových průsaků půdní vody díky přivalovým srážkám. Tím došlo k značnému rozptylu v hodnotách půdní vlhkosti. Lesní stanoviště bylo v této hloubce ovlivněno plynuleji, na což reagovalo mírnějším kolísáním půdní vlhkosti.

měsíc, rok	stanoviště hloubka	Li2 – les [%]			Li3 – mýtiny [%]		
		min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Březen 2022	20 cm	27,95	29,90	29,03	6,86	18,86	14,00
	40 cm	83,23	84,36	83,64	28,34	30,03	28,95
	60 cm	84,94	86,65	85,61	33,71	35,09	34,06

Tabulka 32: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – březen 2022 Lipnice (data: VÚMOP ©2022).

Lesní stanoviště v hloubce 20 cm vykazovalo v březnu 2022 minimální půdní vlhkost 27,95 % a maximální 29,90 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 1,95 %. Průměrná půdní vlhkost 29,03 % byla vůči minimální hodnotě vyšší o 1,08 % a vůči maximální nižší o 0,87 %. Na stanovišti mýtiny byla naměřena minimální půdní vlhkost 6,86 %, maximální 18,86 % a průměrná 14,00 %. Mezi minimální a maximální hodnotou půdní vlhkosti činilo rozmezí 12,00 %, kdy minimální hodnota byla vůči průměru nižší o 7,14 % a maximální vyšší o 4,86 %. V rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovala obě stanoviště v průměru vyšší půdní vlhkost, což dokládá i medián znázorněný v krabicovém grafu obou stanovišť nad průměrnou hodnotou vykazující četnější nadprůměrné hodnoty půdní vlhkosti.



Graf 45: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - březen 2022 Lipnice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

Mnohem větší variabilitu v hodnotách půdní vlhkosti daný měsíc v hloubce 20 cm vykazovalo stanoviště mýtiny, což bylo způsobeno citlivější a intenzivnější reakcí na průměrnou teplotu ovzduší 3,4 °C a srážky. To se v první polovině měsíce projevilo

výrazným poklesem půdní vlhkosti, kdy nejspíše byl úhrn srážek velmi malý či nulový a následně díky přívalovým srážkám intenzivním navýšením půdní vlhkosti. Lesní stanoviště v této hloubce vykazovalo velmi mírnou reakci na dané faktory.

V hloubce 40 cm na lesním stanovišti byla naměřena minimální půdní vlhkost 83,23 % a maximální 84,36 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 1,13 %. Průměrná hodnota dosahovala 83,64 %, jenž je vůči minimální hodnotě vyšší o 0,41 % a vůči maximální nižší o 0,72 %. Na mýtině v této hloubce byla zaznamenána minimální půdní vlhkost 28,34 % a maximální 30,03 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou činilo 1,69 %, přičemž byla minimální hodnota vůči průměrné hodnotě 28,95 % nižší o 0,61 % a maximální vyšší o 1,08 %. Obě stanoviště v rámci naměřeného rozmezí vykazovala v průměru nižší půdní vlhkost. V dané hloubce obě stanoviště vykazovala klesající trend půdní vlhkosti, přičemž větší variabilitu hodnot zaznamenalo stanoviště mýtiny díky výraznějšímu poklesu půdní vlhkosti zejména v první polovině měsíce, kdy půda nebyla saturována srážkami, a tak byla plně vystavena vzdušné teplotě. Na lesním stanovišti byl pokles mírnější, což lze vysvětlit vlhkostním mikroklimatem, jež pokles půdní vlhkosti zmírňuje.

Lesní stanoviště v hloubce 60 cm vykazovalo minimální půdní vlhkost 84,94 %, maximální 86,65 % a průměrnou půdní vlhkost 85,61 %. Rozmezí mezi minimální a maximální naměřenou hodnotou činilo 1,71 %, kdy minimální hodnota byla oproti průměrné nižší o 0,67 % a maximální vyšší o 1,04 %. Na mýtině byla zaznamenána průměrná půdní vlhkost 34,06 % s minimální naměřenou hodnotou 33,71 % a maximální 35,09 %. Mezi minimem a maximem činilo rozmezí 1,38 %, přičemž minimální hodnota byla oproti průměrné nižší o 0,35 % a maximální vyšší o 1,03 %. Obě stanoviště v rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovala v průměru nižší půdní vlhkost, kdy větší variabilita dat byla v hloubce 60 cm zaznamenána u lesního stanoviště, jelikož v rámci celého měsíce docházelo k plynulému poklesu půdní vlhkosti, což vytvořilo danou variabilitu hodnot, kdežto stanoviště mýtiny bylo v polovině měsíce v této hloubce saturováno přívalovými srážkami průsakem z vrchních vrstev.

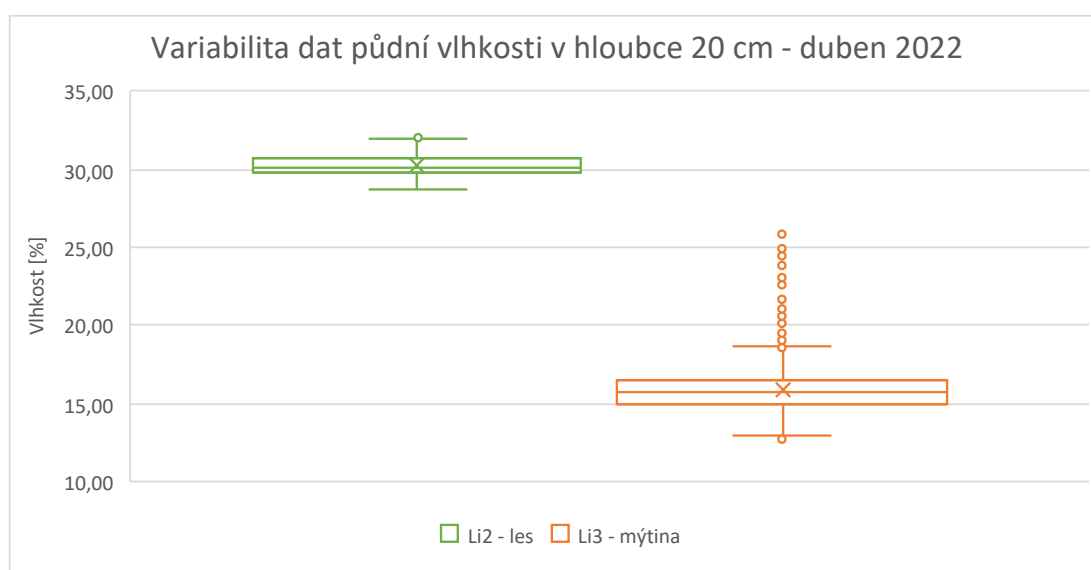
měsíc, rok	stanoviště	Li2 – les [%]			Li3 – mýtina [%]		
	hloubka	min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Duben 2022	20 cm	28,78	32,03	30,22	12,65	25,80	15,86
	40 cm	83,15	84,71	83,95	28,72	30,91	29,50
	60 cm	84,80	86,77	85,93	33,79	36,62	34,59

Tabulka 33: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – duben 2022 Lipnice (data: VÚMOP ©2022).

V dubnu 2022 byla na lesním stanovišti v hloubce 20 cm zaznamenána minimální půdní vlhkost 28,78 % a maximální 32,03 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 3,25 %. Průměrná půdní vlhkost dosahovala hodnoty 30,22 %, kdy byla vůči minimální hodnotě vyšší o 1,44 % a vůči maximální nižší o 1,81 %. Mýtina v této hloubce vykazovala průměrnou půdní vlhkost 15,86 % s minimální naměřenou hodnotou 12,65 % a maximální 25,80 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo

13,15 %, přičemž minimální hodnota byla vůči průměrné nižší o 3,21 % a maximální vyšší o 9,94 %. Dle uvedených hodnot lze konstatovat, že obě stanoviště vykazovala v rámci rozmezí naměřených hodnot v průměru nižší půdní vlhkost. V krabicovém grafu je medián obou stanovišť znázorněn pod průměrnou hodnotou, což značí četnější podprůměrné hodnoty půdní vlhkosti. Průměrná měsíční teplota ovzduší dosahovala 6,7 °C.

Značné množství odlehlých hodnot od běžného rozsahu na stanovišti mýtiny bylo způsobeno přívalovými srážkami, které velmi intenzivně zvýšily půdní vlhkost. Tím také došlo na tomto stanovišti k velké variabilitě hodnot půdní vlhkosti. Půda lesního stanoviště reagovala na přívalové srážky mnohem mírněji díky stromovému porostu a listovému opadu pokrývající povrch půdy.



Graf 46: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - duben 2022 Lipnice
(data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

V hloubce 40 cm byla na lesním stanovišti zaznamenána minimální půdní vlhkost 83,15 % a maximální 84,71 %. Rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 1,56 %, kdy minimální hodnota byla vůči průměrné půdní vlhkosti 83,95 % nižší o 0,80 % a maximální vyšší o 0,76 %. Na mýtině byla v této hloubce zaznamenána průměrná půdní vlhkost 29,50 % s minimální naměřenou hodnotou 28,72 % a maximální 30,91 %. Mezi minimem a maximem činilo rozmezí 2,19 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné činil 0,78 % a maximální 1,41 %. V rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovalo lesní stanoviště v průměru mírně vyšší půdní vlhkost a mýtina naopak v průměru nižší půdní vlhkost. Větší variabilita hodnot půdní vlhkosti v této hloubce byla zaznamenána na stanovišti mýtiny, které bylo mnohem více ovlivněno průsakem přívalových srážek a tím i výraznějším nárůstem půdní vlhkosti.

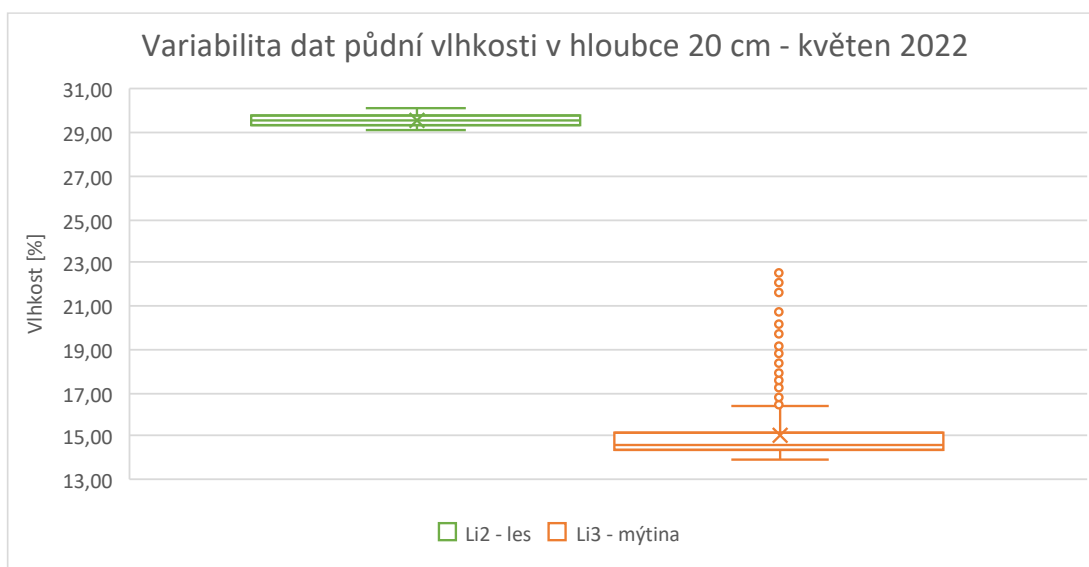
Lesní stanoviště v hloubce 60 cm vykazovalo průměrnou půdní vlhkost 85,93 %, kdy minimální hodnota dosahovala 84,80 % a maximální 86,77 %. Rozmezí mezi minimální a maximální hodnotou činilo 1,97 %. Minimální hodnota byla vůči

průměrné nižší o 1,13 % a maximální vyšší o 0,84 %. Lesní stanoviště v rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovalo v průměru vyšší půdní vlhkost. Na mýtině byla zaznamenána minimální půdní vlhkost 33,79 % a maximální 36,62 %, jejichž rozmezí činilo 2,83 %. Průměrná půdní vlhkost 34,59 % byla vůči minimální hodnotě vyšší o 0,80 % a vůči maximální nižší o 2,03 %. V rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovala mýtina v průměru nižší půdní vlhkost. Stejně jako v hloubce 40 cm vykazovala i v hloubce 60 cm větší variabilitu hodnot půdní vlhkosti mýtina díky výraznějšímu zvýšení půdní vlhkosti vlivem průsaku přívalových srážek. Lesní půda byla přívalovými srážkami v této hloubce ovlivněna také, ovšem v menší míře.

měsíc, rok	stanoviště hloubka	Li2 – les [%]			Li3 – mýtina [%]		
		min.	max.	průměr	min.	max.	průměr
Květen 2022	20 cm	29,12	30,09	29,57	13,90	22,48	14,98
	40 cm	82,60	83,62	83,20	28,63	29,13	28,84
	60 cm	84,31	85,65	85,05	33,81	33,99	33,90

Tabulka 34: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – květen 2022 Lipnice (data: VÚMOP ©2022).

V květnu 2022 byla na lesním stanovišti naměřena minimální půdní vlhkost 29,12 %, maximální 30,09 % a průměrná 29,57 %. Mezi minimální a maximální hodnotou činilo rozmezí 0,97 %, kdy minimální hodnota byla vůči průměrné nižší o 0,45 % a maximální vyšší o 0,52 %. Lesní stanoviště vykazovalo v hloubce 20 cm v rámci naměřených hodnot v průměru mírně nižší půdní vlhkost. Na mýtině byla zaznamenána průměrná půdní vlhkost 14,98 % s minimální naměřenou hodnotou 13,90 % a maximální 22,48 %. Rozmezí mezi minimem a maximem činilo 8,58 %. Rozptyl minimální hodnoty od průměrné činil 1,08 % a maximální 7,50 %. V rámci naměřených hodnot vykazovala mýtina v průměru nižší půdní vlhkost.



Graf 47: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - květen 2022 Lipnice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).

Medián znázorněný na úrovni průměrné půdní vlhkosti u lesního stanoviště značí četnější hodnoty blízké průměru. U mýtiny je medián zobrazen pod průměrnou hodnotou, což značí četnější podprůměrnou půdní vlhkost. Průměrná měsíční teplota ovzduší dosahovala 14,8 °C.

Větší variabilita hodnot půdní vlhkosti byla zaznamenána na mýtině vlivem přívalových srážek v polovině měsíce, které způsobily výrazný nárůst půdní vlhkosti, což se také promítlo v odlehlých hodnotách od běžného rozsahu zobrazených v krabicovém grafu. Na tyto přívalové srážky půda lesního stanoviště v této hloubce reagovala pouze velmi mírným zvýšením půdní vlhkosti.

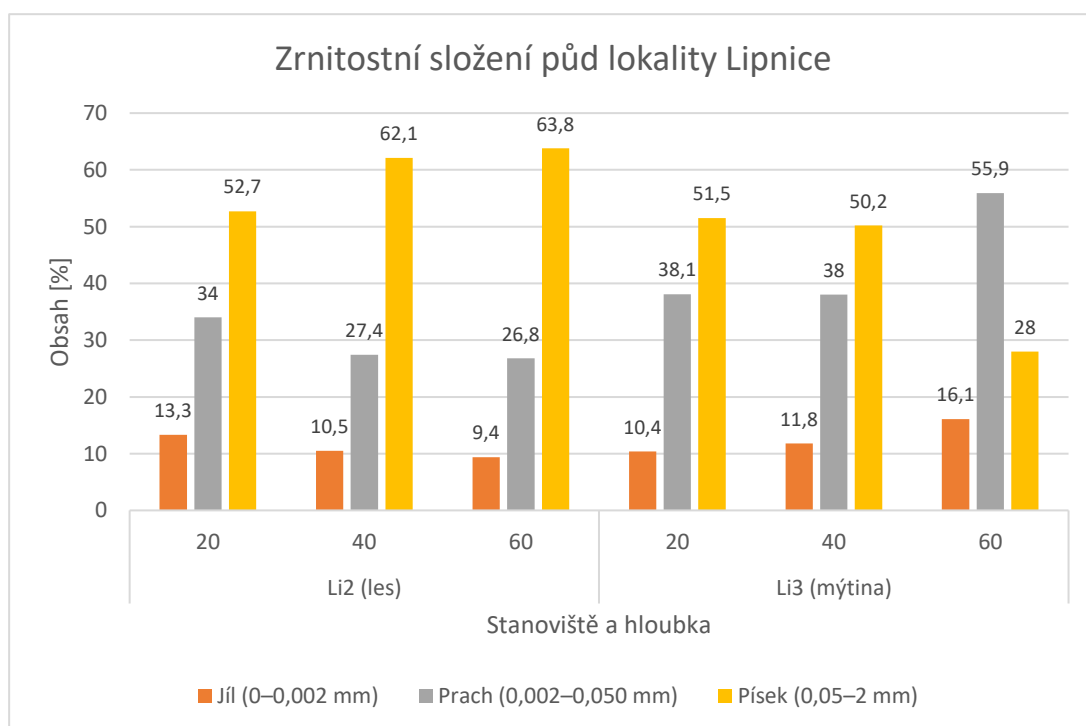
V hloubce 40 cm byla na lesním stanovišti naměřena minimální půdní vlhkost 82,60 % a maximální 83,62 %, kdy rozmezí mezi těmito hodnotami činilo 1,02 %. Průměrná půdní vlhkost pak činila 83,20 %, jenž byla vůči minimální hodnotě vyšší o 0,60 % a vůči maximální nižší o 0,42 %. V rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovalo lesní stanoviště v průměru spíše vyšší půdní vlhkost. Mýtina vykazovala v této hloubce průměrnou půdní vlhkost 28,84 %, s minimální naměřenou hodnotou 28,63 % a maximální 29,13 %. Mezi minimem a maximem činilo rozmezí 0,50 %, kdy minimum bylo oproti průměru nižší o 0,21 % a maximum vyšší o 0,29 %. V rámci naměřených hodnot tak mýtina vykazovala v průměru mírně nižší půdní vlhkost. Mírně vyšší variabilitu hodnot půdní vlhkosti v hloubce 40 cm vykazovalo lesní stanoviště, jelikož v rámci celého měsíce docházelo k značnému poklesu půdní vlhkosti od maximální po minimální hodnotu a přívalové srážky v polovině měsíce tuto hloubku ovlivnily velmi mírně. Na mýtině docházelo k mírnějšímu poklesu půdní vlhkosti s tím, že přívalové srážky tuto hloubku na tomto stanovišti ovlivnily mnohem více, čímž došlo ke zvýšení půdní vlhkosti, ale celkově k nižší variabilitě hodnot. Vyšší pokles půdní vlhkosti na lesním stanovišti byl dán pravděpodobně zrnitostním složením půdy s vyšším obsahem písčité frakce, umožňujícím snazší průsak půdní vody do nižších vrstev.

V hloubce 60 cm byla na lesním stanovišti naměřena minimální půdní vlhkost 84,31 %, maximální 85,65 % a průměrná hodnota 85,05 %. Mezi minimální a maximální hodnotou činilo rozmezí 1,34 %, kdy minimální hodnota byla vůči průměrné nižší o 0,74 % a maximální vyšší o 0,60 %. Dle těchto hodnot lze říci, že v rámci naměřeného rozsahu půdní vlhkosti vykazovalo lesní stanoviště v této hloubce v průměru mírně vyšší půdní vlhkost. Na stanovišti mýtiny byla zaznamenána průměrná půdní vlhkost 33,90 % s minimální hodnotou 33,81 % a maximální 33,99 %. Mezi minimální a maximální hodnotou činilo rozmezí 0,18 %, kdy minimální hodnota byla nižší oproti průměru o 0,09 % a maximální vyšší o 0,09 %. Tyto hodnoty ukazují, že v rámci naměřeného rozmezí hodnot vykazovala mýtina v průměru velmi vyrovnanou půdní vlhkost. Vyšší variabilitu hodnot v hloubce 60 cm vykazovalo lesní stanoviště, což bylo způsobeno značným poklesem půdní vlhkosti v průběhu celého měsíce. To lze vysvětlit zrnitostním složením půdy, jež je na lesním stanovišti vyšší zastoupení písčité frakce. Na stanovišti mýtiny byl pokles půdní vlhkosti velmi mírný,

kdy v polovině měsíce došlo k mírnému ovlivnění průsakem půdní vody díky přívalovým srážkám a tím mírnému navýšení půdní vlhkosti, což celkově vedlo k menší variabilitě hodnot půdní vlhkosti.

6.2.5. Půdní textura stanoviště Li2 a Li3 lokality Lipnice

V roce 2021 byla v rámci rozborů fyzikálních vlastností půd lokality Lipnice získána data zrnitostního složení, která budou využita v následujícím vyhodnocení vazby vlhkosti půdního profilu na zrnitost půdy lesního stanoviště Li2 a stanoviště mýtiny Li3. V následujícím grafu je znázorněné zastoupení zrnitostních frakcí v měřených hloubkách na obou stanovištích.



Graf 48: Zrnitostní složení půd lokality Lipnice (data: VÚMOP ©2021, graf: autor 2022).

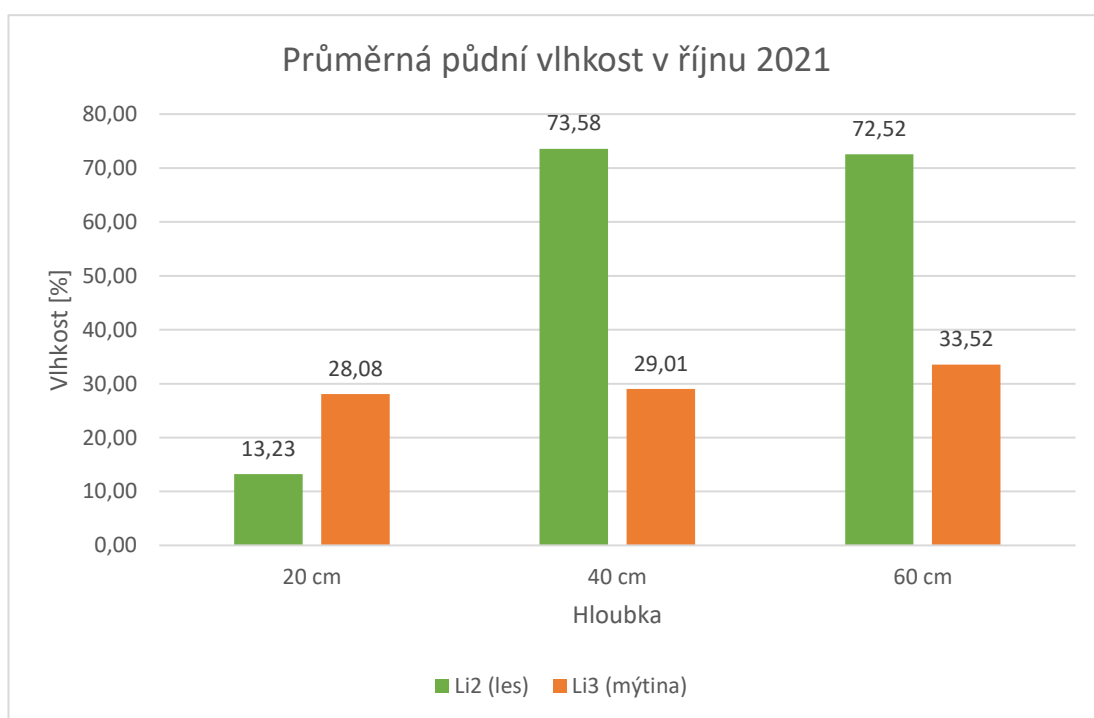
Z grafu je zřejmé, že v půdě lesního stanoviště Li2 je ve všech hloubkách zastoupení písčité frakce mnohem významnější než na stanovišti mýtiny Li3. Oproti tomu podíl prachových částí je mezi stanovišti opačný, kdy nižší podíl je na stanovišti Li2 a vyšší na stanovišti Li3. Množství jílovitých částic je na obou stanovištích podobný, jen s hloubkou mají opačný vývoj. Na stanovišti Li2 dochází s hloubkou k poklesu zastoupení jílovitých částic a na stanovišti Li3 s hloubkou množství jílovité frakce stoupá. Zastoupení písčité frakce na lesním stanovišti Li2 s hloubkou stoupá a podíl prachových částic naopak klesá. Stanoviště mýtiny Li3 vykazuje opačný vývoj, kdy obsah písčitých částic s hloubkou klesá a podíl prachových částic naopak stoupá.

6.2.6. Vyhodnocení půdního profilu – říjen 2021

Za rok 2021 byl pro vyhodnocení vybrán měsíc říjen z důvodu nejvyššího rozdílu průměrné půdní vlhkosti mezi stanovišti Li2 a Li3 v hloubce 20 cm.

Lesní stanoviště Li2 vykazovalo v hloubce 20 cm oproti mýtině mnohem menší průměrnou půdní vlhkost, ale v hloubkách 40 cm a 60 cm tomu bylo naopak, kde lesní stanoviště v porovnání s mýtinou mělo mnohem vyšší hodnoty půdní vlhkosti. Průměrná půdní vlhkost byla vyrovnaná na lesním stanovišti v hloubkách 40 cm a 60 cm a na mýtině v celém půdním profilu mající s hloubkou velmi mírně rostoucí tendenci.

V hloubce 20 cm lesního stanoviště byla naměřena průměrná půdní vlhkost 13,23 % jako nejnižší hodnota v daném profilu. V hloubce 40 cm již tato hodnota dosahovala výrazný nárůst na hodnotu 73,58 % a v hloubce 60 cm byla hodnota půdní vlhkosti 72,52 %. Stanoviště mýtiny v rámci celého profilu vykazovalo vyrovnané hodnoty průměrné půdní vlhkosti, kdy v hloubce 20 cm byla naměřena půdní vlhkost 28,08 %, v hloubce 40 cm 29,01 % a v hloubce 60 cm 33,52 %.

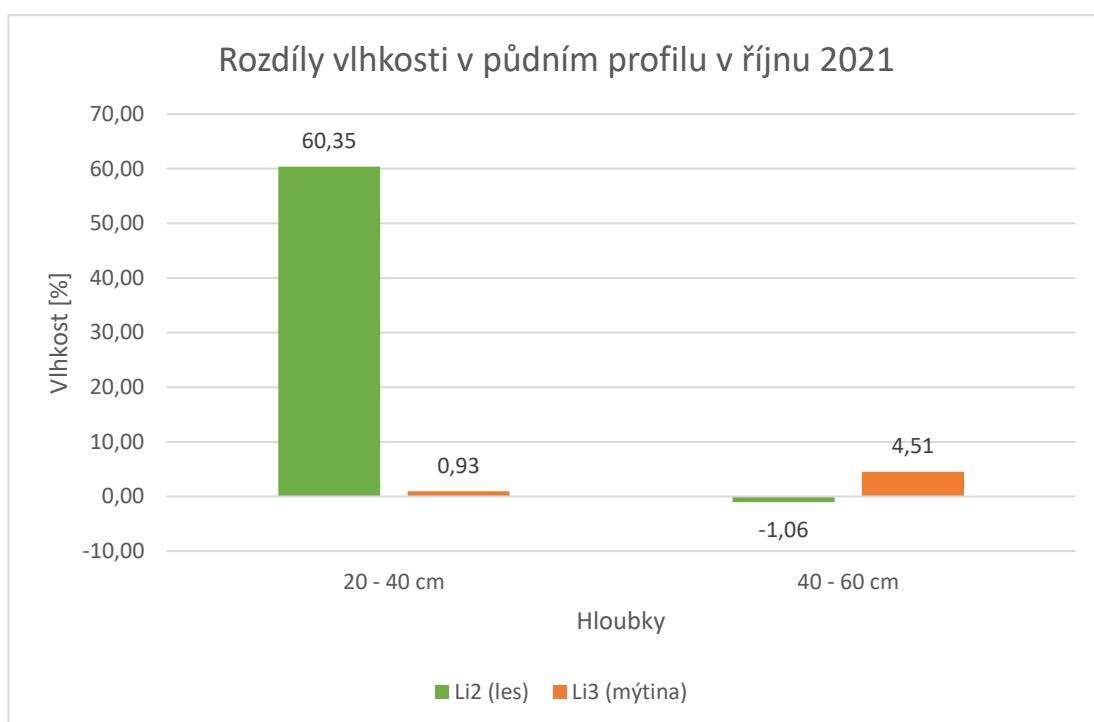


Graf 49: Průměrná půdní vlhkost v říjnu 2021 - Lipnice (data: VÚMOP ©2021, graf: autor 2022).

Dle dat došlo mezi měsíci zářím a říjnem 2021 k nárůstu půdní vlhkosti ve všech měřených hloubkách, z čehož lze předpokládat, že v průběhu obou měsíců byly půdy ovlivňovány srážkami za současného poklesu vzdušné teploty z průměrné hodnoty září 12,9 °C na říjnovou hodnotu 7 °C. Z říjnových hodnot půdní vlhkosti mýtiny lze odvodit, že srážky v říjnu nebyly tak výrazné, aby saturovaly půdu v hloubce 20 cm více než nižší vrstvy za současného působení teploty ovzduší. Rozdílné hodnoty půdní vlhkosti lesního stanoviště mezi hloubkou 20 cm a nižšími horizonty lze vysvětlit

především zrnitostním složením půdy. Stejně tak lze vysvětlit i odlišnost ve vlhkosti v rámci celého půdního profilu mezi stanovišti.

Teplota ovzduší ovlivnila půdní vlhkost v hloubce 20 cm, kde díky evaporaci byli naměřeny nižší hodnoty oproti spodním vrstvám na obou stanovištích. Mezi hloubkou 20 cm a 40 cm lesního stanoviště je velmi výrazný nárůst půdní vlhkosti o 60,35 %, a mezi hloubkou 40 cm a 60 cm jde naopak o zanedbatelný pokles o 1,06 %. Jelikož půda lesního stanoviště obsahuje významné množství písčité frakce došlo z hloubky 20 cm ke snadnějšímu průsaku půdní vody do nižších horizontů, což v této hloubce výrazně snížilo vlhkost půdy. Vysoké hodnoty půdní vlhkosti v hloubkách 40 cm a 60 cm lesního stanoviště lze vysvětlit značnou dotací půdní vody z vrchních vrstev. Zároveň na půdu působí i vlhkostní mikroklima klimaxového lesa omezující evaporaci, což udržuje vyšší úroveň půdní vlhkosti celého půdního profilu.



Graf 50: Rozdíly vlhkosti v půdním profilu v říjnu 2021 - Lipnice (data: VÚMOP ©2021, graf: autor 2022).

Minimální rozdíly půdní vlhkosti mezi hloubkou 20 cm a 40 cm u mýtiny jsou dány relativně podobným zrnitostním složením obou hloubek. Nárůst půdní vlhkosti na stanovišti mýtiny mezi hloubkou 40 cm a 60 cm o 4,51 % je díky vyššímu zastoupení jílovitých a prachových částic a nižšímu zastoupení písčité frakce v hloubce 60 cm, které tak lépe dokáže prosáklou vodu z vrchních vrstev vázat.

Jelikož je stanoviště mýtiny v hloubce 20 cm zrnitostním složením podobné lesnímu stanovišti v této hloubce, kdy množství písčité frakce je na mýtině o 1,2 % nižší, prachové frakce je o 4 % vyšší a zastoupení jílovitých částic je o 2,9 % nižší, lze předpokládat, že rozdíl v půdní vlhkosti mezi stanovišti v hloubce 20 cm je dán zejména mírnou dotací srážek a nízkou vzdušnou teplotou jimž bylo stanoviště mýtiny

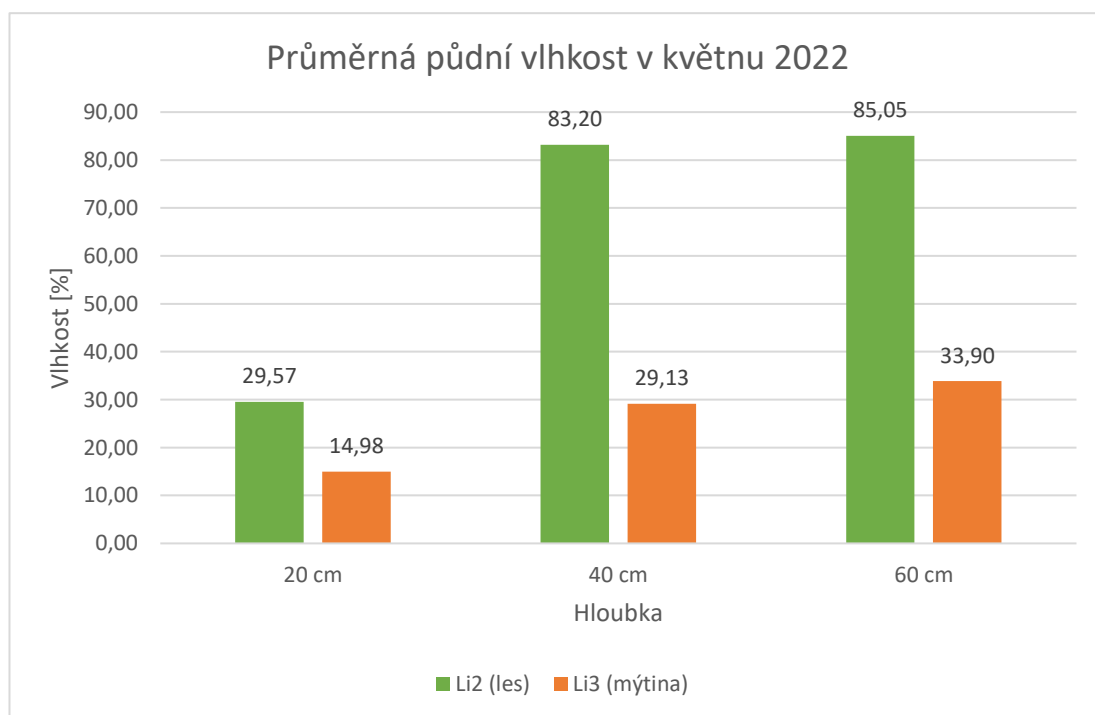
vystaveno. Díky absenci stromového porostu je tak odezva půdní vlhkosti na mýtině v hloubce 20 cm na teplotu ovzduší a srážky výraznější než u lesního stanoviště, které je chráněno stromovým klimaxovým porostem.

V tomto měsíci pravděpodobně evaporace velmi mírně převyšovala infiltraci, případě byly tyto dva faktory v rovnováze. Je potřeba brát v potaz i snadnější průsak půdní vody do nižších vrstev díky významnému zastoupení písčité frakce.

6.2.7. Vyhodnocení půdního profilu – květen 2022

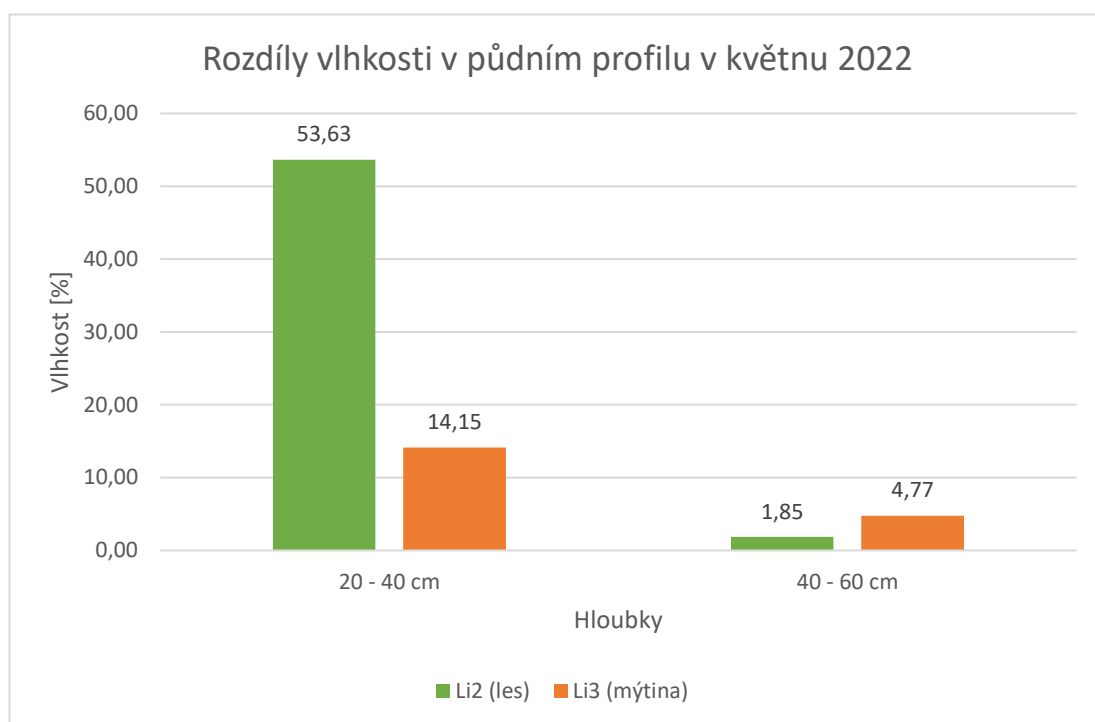
Vyhodnocovaným měsícem za rok 2022 je měsíc květen, jelikož vykazoval největší rozdíl mezi stanovišti Li2 a Li3 v průměrné půdní vlhkosti v hloubce 20 cm a zároveň také v hloubce 40 cm.

V květnu roku 2022 vykazovalo lesní stanoviště ve všech hloubkách vyšší průměrnou půdní vlhkost než ve stejných hloubkách stanoviště mýtiny. Na obou stanovištích byla nejmenší půdní vlhkost v hloubce 20 cm. V této hloubce byla naměřena průměrná půdní vlhkost na lesním stanovišti Li2 29,57 %. S hloubkou půdy byl zaznamenán výrazný nárůst půdní vlhkosti na hodnotu 83,20 % v hloubce 40 cm. Podobná hodnota půdní vlhkosti, konkrétně 85,05 % byla naměřena v hloubce 60 cm. Na stanovišti mýtiny byla v hloubce 20 cm zaznamenána průměrná půdní vlhkost 14,98 %. K nižším vrstvám se půdní vlhkost zvyšovala, kdy v hloubce 40 cm byla naměřena 29,13 % a v hloubce 60 cm 33,90 %. Na obou stanovištích měla půdní vlhkost s hloubkou stoupající trend, přičemž mezi hloubkou 40 cm a 60 cm byl nárůst půdní vlhkosti méně výrazný.



Graf 51: Průměrná půdní vlhkost v květnu 2022 - Lipnice (data: VÚMOP ©2021, graf: autor 2022).

V předchozím měsíci dubnu byla naměřena vzdušná teplota 6,7 °C, která se zvýšila na květnovou hodnotu 14,8 °C. Dle naměřených dat došlo v celém půdním profilu na obou stanovištích mezi dubnem a květnem k poklesu průměrné půdní vlhkosti, z čehož lze usoudit, že zvyšující se teplota ovzduší zvyšovala výpar a zároveň úhrn srážek nebyl dostatečně vydatný. To vysvětluje mnohem nižší hodnoty v hloubce 20 cm obou stanovišť oproti nižším hloubkám, na což má také vliv i zrnitostní složení půdy. Výrazně nižší půdní vlhkost mýtiny oproti lesnímu stanovišti lze vysvětlit otevřenější plochou mýtiny, která je vystavena slunečnímu záření, a tak zde dochází k mnohem větší evaporaci oproti lesnímu stanovišti chráněnému klimaxovým stromovým porostem.



Graf 52: Rozdíly vlhkosti v půdním profilu v květnu 2022 - Lipnice (data: VÚMOP ©2021, graf: autor 2022).

Výrazný rozdíl mezi hloubkou 20 cm a 40 cm na lesním stanovišti lze přisuzovat zejména zrnitostnímu složení půdy, které obsahuje významné zastoupení písčité frakce v celém půdním profilu, které s hloubkou stoupá. Proto došlo ke snadnějšímu průsaku půdní vody z hloubky 20 cm do hloubky 40 cm a dále do hloubky 60 cm. I když s hloubkou zastoupení písčité frakce stoupá a jílovité a prachové klesají, tak je v hloubkách 40 cm a 60 cm významné množství půdní vlhkosti. To lze vysvětlit průsakem půdní vody z vrchních vrstev. Také půdu lesního stanoviště ovlivňuje vlhkostní mikroklima klimaxového ekosystému, jež zvyšuje vlhkost půdního prostředí.

Na stanovišti mýtiny byl rozdíl půdní vlhkosti mezi hloubkou 20 cm a 40 cm 14,15 %. Nižší půdní vlhkost v hloubce 20 cm byla způsobena jednak evaporací díky vyšší květnové teplotě, jednak průsakem půdní vody do nižších vrstev, čímž došlo k saturaci hloubky 40 cm a 60 cm. Vyšší půdní vlhkost v hloubce 60 cm oproti hloubce

40 cm lze přisuzovat průsaku půdní vody z vyšších vrstev, ale také nejnižšímu zastoupení písčité frakce a nejvyššímu zastoupení jílovité a prachové frakce, jež umožňují lépe vázat půdní vodu.

V měsíci květnu díky vyšší teplotě ovzduší převládala evaporace nad infiltrací, což se projevilo v nižší hodnotě půdní vlhkosti na stanovišti mýtiny v hloubce 20 cm. Toto stanoviště je pokryto pouze bylinným a místy keřovým patrem, což se více projevuje v reakci na srážky a teplotu ovzduší. Lesní stanoviště je proti klimatickým faktorům chráněné klimaxovým porostem, jehož vlhké mikroklima ovlivňuje půdní prostředí.

7. DISKUSE

Půda je z pohledu lidského života téměř neobnovitelný přírodní útvar, na kterém je závislý prakticky veškerý život na zemi. I přes tento fakt se po mnoho let stále člověk k půdě chová velmi macešsky, kdy neustále způsobuje úbytek a degradaci zejména zdravé, produktivní a funkční půdy ať už zábořem půdy zástavbou pro různé účely či jinými degradujícími lidskými činnostmi. Člověk je na půdě stejně jako na ostatních složkách životního prostředí závislý, jelikož mu dává nejen prostor pro život, ale díky své produktivní funkci také obživu. S nárůstem populace je tedy půdy potřeba stále více. S tím vzniká protisměrný paradox, kdy zvyšující se populace vyžaduje stále více půdy, ale zároveň vlivem populačního růstu dochází k jejímu úbytku a degradaci. Tato problematika přivádí k otázce, kde je pomyslná hranice, kdy půda bude ještě dostatečně schopna naplňovat nejen lidské potřeby, ale především funkce ekosystémové. Člověk svým působením negativně ovlivňuje i ostatní složky životního prostředí, což se v důsledku projevuje mimo jiné trendem zvyšující se teploty ovzduší a změnou charakteru atmosférických srážek, které jsou spolu s degradovanou a zastavěnou půdou faktory, jež mění hydrologický režim krajiny a způsobují povodňové stavy. Půdní ekosystém je jedním z nejvýznamnějších hydrologických systémů podílejícím se na koloběhu vody na zemi. Pokud je půda degradovaná, nemůže dobře plnit své přirozené hydrologické a ekosystémové funkce.

Jednou z možností, jak napravit degradovanou půdu, a tak i její hydrologickou funkci, je zalesnění, a to zejména půdy nevhodné pro zemědělskou činnost. Zalesnění má z dlouhodobého hlediska významný vliv na krajinný ekosystém, kdy jím dojde nejen k nápravě degradované půdy, ale ovlivňuje i mikroklima a mezoklima dané krajiny. Přispívá ke zlepšení klimatických podmínek vázáním vzdušného CO₂, stabilizuje teplotní a vláhový režim krajiny, zvyšuje její biodiverzitu a působí jako ekologicky stabilizační krajinný segment zlepšující její ekologickou rovnováhu. Zalesňování je proto podporováno dotací z fondů Evropské unie v rámci Programu rozvoje venkova 2014-2020 (MZE ©2022a).

Shirato a kol. (2004) studovali, za jak dlouho dojde k obnově produkčních funkcí degradovaných půd desertifikací po zalesnění topolem (*Populus simonii*). Vyhodnocovány byly půdy v blízkosti 3, 9 a 19letých topolů se zaměřením na změnu

obsahu jílovitých částic a organického uhlíku, jež mají značný vliv na infiltrační i retenční vlastnost půdy. Autoři uvádí, že ke zvyšování zkoumaných jílovitých částic a organického uhlíku dochází v prvních 9 letech po výsadbě pomaleji a následně mezi 10. a 19. rokem je nárůst těchto částic rychlejší. To potvrzuje i výzkum, který provedli Küçük a Akcay (2020), kteří došli k závěru, že po zalesnění dochází ke změnám půdních vlastností postupně s růstem dřevinného porostu. Tyto výsledky odpovídají i závěrům mého vyhodnocení, kdy byly zaznamenány odlišné hydrologické vlastnosti mezi půdami jednotlivých stanovišť na obou lokalitách, tedy mezi ornou půdou, 10 let zalesněnou půdou, půdou klimaxového původního lesa a také půdou po dvouletém odlesnění. Z výsledků výše uvedených výzkumů lze předpokládat, že u 10 let zalesněné půdy listnatými dřevinami na lokalitě Hovorčovice bude změna půdních vlastností pokračovat v následujících letech pravděpodobně v rychlejším tempu než doposud.

Věk a typ dřevinného porostu má také vliv na hydrický režim půdy jak v suchých, tak na srážky bohatých obdobích, k čemuž došli ve svém výzkumu Cao a kol. (2018), který prováděli na půdách sprašového typu do hloubky 1 m, kde porovnávali plochu nezalesněnou s plochou zalesněnou dřevinami 30 a 40letého topolu (*Populus tremula L.*) a 16 a 40letými dřevinami meruňky (*Prunus armeniaca L.*). Autoři zjistili, že jak v období sucha, tak i po srážkách byla průměrná vlhkost půdního profilu u všech zalesněných ploch nižší než na orné půdě, přičemž zalesněná půda topolem vykazovala po srážkách mírně vyšší půdní vlhkost. Při porovnání zalesněných lokalit vykazovala topolem zalesněná půda vůči půdě s meruňkami značně vyšší půdní vlhkost. Půda se 40letými dřevinami meruňky vykazovala ovšem mnohem nižší půdní vlhkost než u 16letých meruněk v důsledku vyšší vláhové potřeby. Z výsledků této studie vyplynulo, že stáří a typ porostu je důležitým faktorem ovlivňujícím hydrologický půdní režim. Výše uvedené výsledky potvrzuje i mé vyhodnocení dat z lokality Hovorčovice, kde průměrná měsíční vlhkost půdního profilu v jednotlivých hodnocených měsících byla vždy vyšší u orné půdy než u 10 let zalesněné půdy listnatým dřevinným porostem. Výsledek vyhodnocení lokality Lipnice byl ovšem opačný, kdy půda klimaxového lesa vykazovala průměrnou měsíční vlhkost půdního profilu téměř dvojnásobně vyšší ve všech hodnocených měsících vůči sousední odlesněné mýtině, ale i orné půdě z lokality Hovorčovice. Z toho lze předpokládat, že dosažení klimaxového stádia lesního společenstva může ovlivňovat půdní vlhkost odlišně než mladý dřevinný porost.

Odlišnou vláhovou potřebu různých typů dřevin uvádí ve svém výzkumu i Lanning a kol. (2020), kteří porovnávali rozdílnost příjmu půdní vody mezi javorem cukrovým (*Acer sacharrum*) a dubem bílým (*Quercus alba*). Javor může v rámci své strategie využívat díky kombinaci mělkých i hlubších kořenů půdní vláhu podle potřeby a vláhové nabídky jak z vrchních, tak z nižších půdních vrstev, kdežto dub má kořeny pouze v hlubších vrstvách, čímž ovlivňuje půdní vlhkost zejména v nižších hloubkách. Jelikož je výzkumná plocha na lokalitě Hovorčovice zalesněná příbuznými typy (javor mléč, dub zimní a dub červený), lze usuzovat, že tato kombinace dřevin ovlivnila

hodnoty půdní vlhkosti v suchých i srážkových obdobích vrchní i hlubší půdní horizonty. Je možné se tedy domnívat, že půda pod dubem může vykazovat vyšší vlhkost ve vrchních horizontech v porovnání s půdou pod javorem. Tuto úvahu může potvrzovat studie, kterou provedli Stanek a kol. (2020), kde zkoumali vliv dubu červeného (*Quercus rubra*) na půdní vlastnosti v porovnání s původními dřevinami. Dospěli k závěru, že půda pod dubem červeným vykazovala v organickém i minerálním horizontu vyšší půdní vlhkost než půda pod původními dřevinami.

Jelikož zalesněné půda na lokalitě Hovorčovice vykazovala nižší průměrnou měsíční půdní vlhkost v každém hodnoceném měsíci, lze se dle závěrů výzkumů, kterou provedli Cao a kol. (2018), Lanning a kol. (2020) a Stanek a kol. (2020) domnívat, že růstem a stárnutím dřevin na lokalitě Hovorčovice se bude průměrná půdní vlhkost zvyšovat a klimaxové stádium tohoto stromového porostu ovlivní půdní vlhkost podobně jako původní lesní porost na lokalitě Lipnice. Tuto domněnku lze zhodnotit pouze delším monitorováním výzkumných ploch s průběžnou analýzou změn půdních vlastností, jelikož 10leté zalesnění na lokalitě Hovorčovice je na plnohodnotné a relevantní posouzení velmi krátká doba.

Eliáš (1978), který zkoumal změny půdní vlhkosti do hloubky 80 cm v dubohabrovém lese na jižním Slovensku zjistil, že v rámci vegetačního období byla půdní vlhkost v dubnu mnohem vyšší než v měsících červen a červenec. Ani silné letní deště nebyly schopny nasytit celý půdní profil, přičemž nejvíce ovlivnily horní půdní horizonty a spodní vykazovaly nižší půdní vlhkost, která se díky srážkovému období vyrovnala na jarní úroveň. Tyto výsledky odpovídají i výsledkům výzkumu, který provedli Vopravil a kol. (2021), jež zároveň uvádí i ovlivnění půdní vlhkosti propadem srážek korunami listnatých stromů, kdy dojde v měsících plného olistění k mnohem většímu zachytu srážek intercepce oproti měsícům bez olistění. K podobným výsledkům jako Eliáš (1978) dospěli i Oravcová a Vido (2022), kteří v letech 2015 a 2016 ve svém výzkumu vlivu sucha na odezvu hydrologických vlastností půdy do hloubky 66 cm v rámci bukového lesa na středním Slovensku zjistili, že v letních sušších měsících vykazovaly nižší půdní horizonty mnohem delší dobu nízkou půdní vlhkost, která může být ovlivněna pouze déletrvajících srážkami. Ani přívalové srážky nejsou schopny dostatečně saturovat celý půdní profil. Ty ovlivní jen vrchní horizonty, které citlivěji reagují na srážky a teplotu ovzduší. Nižší horizonty reagovaly mnohem méně citlivě a se zpožděním. Výše uvedeným výsledkům odpovídá i mé vyhodnocení dat z lokality Hovorčovice, kde v zimních, jarních i podzimních měsících byla půdní vlhkost mnohem vyšší než v letním období, a to zejména na stanovišti zalesněné půdy. Letní vydatné srážkové události ovlivnily zejména stanoviště orné půdy v celém půdním profilu, kdy obsah půdní vlhkosti dosahoval či překračoval jarní úroveň půdní vlhkosti. Zalesněná půda v celém půdním horizontu i při těchto srážkách vykazovala nižší půdní vlhkost vůči jarní úrovni, nebo se v hlubších horizontech jarní úrovni blížila. Na lokalitě Lipnice byla na lesním stanovišti v zimních a jarních měsících půdní vlhkost také vyšší než v období podzimu a vrchní horizonty mnohem citlivěji reagovaly na vnější klimatické vlivy než nižší horizonty. Z důvodu velmi krátkého

výzkumného období však nelze výsledky z této lokality relevantně porovnat s výsledky výše uvedených autorů. Je tedy potřeba výzkum na této lokalitě provádět mnohem delší dobu.

Vliv odlesňování na hydrologický režim ve svém výzkumu v Německu prokázali Wiekenkamp a kol. (2016), při kterém došli k závěru, že částečné odlesnění způsobí pokles evapotranspirace a zvýší odtok vody v porovnání s lesní oblastí. Ačkoli byla celkově evapotranspirace u lesní oblasti vyšší, tak v letních měsících byla vyšší u odlesněné plochy. Ke stejnému výsledku dospěli i Švihla a kol. (2016), kteří zkoumali vliv holosečí a kalamitních holin na celkový odtok z lesa ve vegetačním období. Zjistili, že celkový odtok je zpomalován vzrostlým lesem a mlazinami, kdežto holiny a kalamitní plochy celkový odtok zvyšují a snižují evapotranspiraci. To dokládá i mé vyhodnocení dat z lokality Lipnice, kde mýtina vykazovala v nižších horizontech ve všech zkoumaných měsících mnohem nižší půdní vlhkost oproti lesnímu stanovišti, což by reflektovalo zvýšený odtok. Ve vrchních vrstvách vykazovala půda mýtiny nižší půdní vlhkost začátkem vegetačního období (duben 2022) a naopak vyšší půdní vlhkost koncem vegetačního období (říjen 2021) oproti stanovišti vzrostlého lesa. Jelikož je výzkum na lokalitě Lipnice prováděn velmi krátkou dobu, nelze porovnat s jinými autory celé vegetační období.

Lulandala a kol (2023) v rámci svého projektu v roce 2012 v Tanzanii zjistili, že půdní hydrologické vlastnosti ovlivňují odlišně i různé velikosti odlesněné plochy. Došli k závěru, že malé odlesněné plochy mají mnohem menší dopad na hydrologické vlastnosti půdy než větší odlesněné plochy. Samotná změna hydrologických vlastností půdy díky zalesňování i odlesňování ovlivňuje i hydrologický režim povodí, což ve svém výzkumu dokazují Hou a kol (2023), kteří provedli analýzu 311 povodí po celém světě. Z jejich závěru vyplývá, že hydrologická citlivost je mnohem větší u zalesňování než u odlesňování, přičemž povodí s větší retenční kapacitou jsou mnohem méně hydrologicky citlivější, zejména u zalesnění.

Výzkum na obou lokalitách je potřeba provádět mnohem delší dobu, aby bylo možné relevantně vyhodnotit, jak se půdní vlastnosti vyvíjí v závislosti na délce zalesnění a odlesnění včetně půdní odezvy na srážky a teplotu ovzduší. Z toho důvodu by bylo vhodné instalovat na lokalitu Lipnice i srážkoměr pro přesnější analýzu půdní odezvy na úhrn srážek v dané lokalitě.

8. ZÁVĚR A PŘÍNOS PRÁCE

Data, která byla v této práci vyhodnocena mi poskytla výzkumná instituce VÚMOP, v.v.i. provádějící na daných lokalitách výzkum. Na základě těchto dat jsem dospěl k závěru, že zalesnění orné půdy i částečné odlesnění původního vzrostlého lesního porostu způsobuje významné změny hydrologických půdních vlastností. Tyto změny vznikly v důsledku proměny půdních charakteristik po zalesnění i odlesnění. Změnou hydrologických půdních vlastností dochází také k ovlivnění hydrologického režimu krajiny.

Na lokalitě Hovorčovice vykazovala orná půda v celém profilu vyšší citlivost na srážky a teplotu ovzduší oproti zalesněné půdě, u které docházelo ke změnám půdní vlhkosti mnohem plynuleji. Intenzivnější a citlivější odezva orné půdy byla způsobena plným vystavením půdy klimatickým vlivům díky absenci vegetačního pokryvu. Zalesněná půda reagovala mnohem mírněji a plynuleji, jelikož byla chráněna stromovým porostem a listovým opadem, který díky intercepci zachytí značnou část srážek a umožní jejich infiltraci do půdního prostředí v menším množství (Fischer a kol. 2023; Li a kol. 2020). Podobně tomu bylo i na lokalitě Lipnice, kde nejcitlivěji reagovala na srážky a teplotu ovzduší mýtina, zejména v hloubce 20 cm, která byla pokryta pouze vegetačním pokryvem převážně bylinného patra. Půda lesního stanoviště díky vzrostlému lesnímu porostu reagovala v této hloubce oproti mýtině mnohem méně citlivěji. Odezva nižších horizontů na průsak srážek na všech stanovištích obou lokalit byla dána především zrnitostním složením půd.

Zalesněná půda na lokalitě Hovorčovice a lesní stanoviště lokality Lipnice vykazovaly ve všech hloubkách v hodnotách půdní vlhkosti mnohem menší citlivost a plynulejší reakci na srážky a teplotu ovzduší oproti porovnávaným stanovištím bez dřevinného porostu stejné lokality. Z těchto výsledků lze konstatovat, že podstatným hydrologicky stabilizačním elementem je stromový porost a opadanka na povrchu půdy. U stanovišť s dřevinným porostem obou lokalit bylo také zjištěno, že s příchodem chladnějších měsíců a klesající teplotou ovzduší dochází zejména ve vrchních horizontech ke zvyšování půdní vlhkosti, a naopak s příchodem teplejších měsíců za zvyšování teploty ovzduší k jejímu snižování. To je způsobeno evapotranspirací, kdy v teplejších měsících je zvýšená evapotranspirace a tím i zvýšená vláhová potřeba plně olistěného stromového porostu, která tak odebírá z půdy vláhu. V rámci vodní bilance tak značná část vody odchází evapotranspirací, což přispívá ke snížení odtoku.

Při porovnání jednotlivých lokalit byl zjištěn odlišný poměr půdní vlhkosti mezi stanovišti, zejména v nižších půdních horizontech. Zalesněná půda na lokalitě Hovorčovice vykazovala celkově nižší půdní vlhkost oproti orné půdě, ale naopak lesní stanoviště lokality Lipnice vykazovalo celkově výrazně vyšší půdní vlhkost oproti mýtině. Na lokalitě Lipnice je tento jev způsoben zvýšeným odtokem z mýtiny díky deforestaci. Stanoviště klimaxového lesa odtok naopak omezuje, ačkoli obsahuje

mnohem vyšší podíl písčité frakce. U lokality Hovorčovice lze nižší půdní vlhkost u zalesněné půdy oproti orné půdě vysvětlit mnohem vyšším podílem prachové a jílovité frakce u orné půdy, jež lépe adsorbují půdní vodu a také vyšší evapotranspirací a vláhovou potřebou mladých dřevin.

Z výsledků této práce vyplývá, že se zvyšující se biomasou vegetačního pokryvu vlivem zalesňování dochází k poklesu citlivosti půdy v reakci na atmosférické srážky a teplotu ovzduší, a tedy i vyšší stabilitu v hydrologických vlastnostech půdy, přičemž významný vliv má i její zrnitostní složení. Na plochách bez vegetačního pokryvu jsou půdy mnohem více ohřívány teplotou ovzduší, čímž v letních měsících dochází k výraznější evapotranspiraci a tím i rychlejšímu vysoušení půdy, přičemž celkově je evapotranspirace mnohem nižší než u lesních lokalit (Dias a kol. 2015). Při intenzivních srážkách dojde také k rychlejšímu nasycení vrchních vrstev půdy a následnému zvýšenému odtoku. Lesní lokality díky vláhovému režimu dřevin zvyšují transpiraci, korunami stromů intercepci a zároveň díky vytváření vlhkostního mikroklimatu pod porostem a ochlazováním půdy snižují evaporaci.

Závěrem lze konstatovat, že lesní či zalesněné lokality jsou výrazně hydrologicky stabilnější v rámci odezvy na srážky a teplotu ovzduší a déle zachovávají půdní vlhkost v bezesrážkových dnech oproti plochám bez stromového porostu.

Jelikož je výzkum na obou lokalitách prováděn velmi krátkou dobu, je dle mého názoru potřebné v tomto výzkumu i nadále pokračovat. Na lokalitě Hovorčovice dále průběžně vyhodnocovat změny půdních charakteristik do doby dosažení klimaxového lesa, aby bylo možné v závěru vyhodnotit vývoj půdy po zalesnění do stádia plnohodnotného lesního ekosystému. U lokality Lipnice bych v rámci pokračujícího výzkumu doporučil instalovat srážkoměr pro přesnější vyhodnocení půdní odezvy na srážkové události.

Tato práce prokázala důležitost zalesňování a omezování odlesňování, jelikož lesní oblasti vykazují větší hydrologickou stabilitu a výrazně tak pozitivně ovlivňují hydrologický režim krajiny. Vzhledem ke změně klimatu, které je doprovázeno oteplováním a změnou charakteru srážek, je zalesňování a omezení odlesňování jedním z možných, vhodných a důležitých řešení, jak zmírnit nejen klimatické změny, ale také extrémní hydrologické jevy v krajině. Pro zalesňování jsou vhodné zejména méně kvalitní a degradované půdy nevhodné pro zemědělskou činnost, u kterých zalesněním dochází ke zlepšování její kvality a obnově vlastností. Zalesňování je podporováno dotacemi z fondů Evropské unie v rámci Programu rozvoje venkova 2014-2020, podopatření 8.1.1 Zalesňování a zakládání lesů, kdy mimo ochrany půdy zalesnění přináší mnohem více benefitů jako je omezení změny klimatu vázáním atmosférického CO₂, zvýšení heterogenity a biodiverzity krajiny, zlepšení její ekologické stability a rovnováhy, či posiluje stabilizaci hydrologických podmínek v krajině (MZE ©2022a).

9. PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÉ ZDROJE

Arnalds O., Thorarinsdottir E. F., Metusalemsson S., Jonsson A., Gretarsson E., Arnason A., 2001: Soil erosion in Iceland. The Soil Conservation Service and the Agricultural Research Institute, Gutenberg. 121 s. ISBN 9979-60-641-X.

Baláž E., Kotecký V., Machalová L., Poštulka Z., 2008: Vliv holosečného hospodaření na půdu, vodu a biodiverzitu. Hnutí Duha, Brno. 52 s. ISBN 978-80-86834-26-9.

Baldrian P., 2018: Mikroorganismy v lesních půdách. In: Baldrian P., Cienciala E., Fanta J., Hédli R., Hruška J., Janík T., Jílková V., Košulič M., Kotecký V., Müllerová H., Petřík P., Pižl V., Remeš J., Stachová J., Stachura J., Woitsch J., Zatloukal V.: Jak se do lesa volá.... Edice Strategie AV21. Academia, Praha. 16-19. ISBN 978-80-200-2934-8.

Baldrian P., Mašínová T., 2017: Mikroorganismy v lesních ekosystémech: diverzita, dynamika a funkce: výzkumný program Rozmanitost života a zdraví ekosystémů. Edice Strategie AV21. Academia, Praha. 34 s. ISBN 978-80-270-2880-1.

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.

Blažková M., 2014: Základy geologie. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Fakulta životního prostředí, Ústí nad Labem. 162 s. ISBN 978-80-7414-882-8.

Bot A., Benites J., 2005: The importance of soil organic matter: Key to drought-resistant soil and sustained food production. FAO, Řím Itálie. 94 s. ISBN 92-5-105366-9.

Cao J., Tian H., Adamowski J. F., Zhang X., Cao Z., 2018: Influences of afforestation policies on soil moisture content in China's arid and semi-arid regions. Land Use Policy 75. 449-458. ISSN 1873-5754. DOI 10.1016/j.landusepol.2018.04.006.

Cílek V., 2021: Zadržování vody v krajině od pravěku do dneška. Edice Věda kolem nás 111. Academia, Praha. 24 s. ISSN 2464-6245.

Cílek V., Hladík J., Havel P., Turek J., Záhora J., Vopravil J., Fučík P., Khel T., Meduna P., Mudra P., Navrátil T., Sůvová Z., Kinský V., Keřka J., Křížek P., 2021: Půda a život civilizací: Co děláme půdě, děláme sobě. Dokořán, Praha. 256 s. ISBN 978-80-7675-015-9.

Čáp P., 2018: Zabraň erozi, zmírní sucho, aneb O minimalizaci agrometeorologických extrémů. Vesmír 97 (6). 378-379. ISSN 1214-4029.

Daba M. H., Bazi Z., Belay A., 2018: Effects of Climate Change on Soil and Water Resources: A Review. Journal of Environment and Earth Science 8 (7). 71-80. ISSN 2225-0948.

Dias L. C. P., Macedo M. N., Costa M. H., Coe M. T., Neill C., 2015: Effects of land cover change on evapotranspiration and streamflow of small catchments in the Upper Xingu River Basin, Central Brazil. *Journal of Hydrology: Regional Studies* 4 (Part B). 108-122. ISSN 2214-5818. DOI 10.1016/j.ejrh.2015.05.010.

Eash N. S., Sauer T. J., O'Dell D., Odoi E., 2015: *Soil Science Simplified*. Sixth Edition. John Wiley & Sons, Inc., USA. 272 s. ISBN 978-1-118-54069-5.

Eliáš P., 1978: Water deficit of plants in an oak-hornbeam forest. *Preslia* 50 (2). 173–188. ISSN 0032-7786.

Ellis S., Mellor A., 2002: *Soils and Environment*. Routledge, London. 392 s. ISBN 9781134915088.

Evropská komise ©2016: *Zdravá půda: Proč je pro vás důležitá?*. Publications Office. 2 s. ISBN 978-92-79-61376-0. DOI 10.2779/191986.

Fischer D. G., Vieira S. T., Jayakaran A. D., 2023: Distinct Rainfall Interception Profiles among Four Common Pacific Northwest Tree Species. *Forests* 14 (1). 144. ISSN 1999-4907. DOI 10.3390/f14010144.

Foth H. D., 1990: *Fundamentals of soil science*. John Wiley & Sons, Inc, USA. 384 s. ISBN 0-471-52279-1.

Chemnitz C., Weigelt J. [eds.], 2015: *Soil Atlas: Facts and figures about earth, land and fields*. Heinrich Böll Foundation and IASS, Německo. 68 s.

Hou Y., Wei X., Zhang M., Creed I. F., McNulty S. G., Ferraz S. F. B., 2023: A global synthesis of hydrological sensitivities to deforestation and forestation. *Forest Ecology and Management* 529. 120718. ISSN 0378-1127. DOI 10.1016/j.foreco.2022.120718.

Huang P. M., Li Y., Sumner M. E. [eds.], 2011: *Handbook of Soil Sciences: Properties and Processes*. CRC Press, USA. 1436 s. ISBN 978-1-4398-0305-9.

Hůla J., Janeček M., Kovaříček P., Bohuslávka J., 2003: *Agrotechnická protierozní opatření. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha*. 48 s. ISSN 1211-3972.

Chang M., 2013: *Forest hydrology: An introduction to water and forests*. Third edition. CRC Press, USA. 598 s. ISBN 978-1-4398-7994-8.

Jeřábková J., 2019: Proč je důležitá organická hmota v půdě. *BIOM* 2019 (1). 2-3. ISSN 1801-2655.

Jílková V., 2021: Význam organické hmoty v půdě. In: Jílková V., Smatanová M., Elhottová D., Košnář Z., Kaštánek F., Šolcová O., Hlavinka P., Žalud Z., Bohuslav J., Trnka M.: *Organická hmota nad zlato*. Edice Strategie AV21. Academia, Praha. 2-10.

ISBN 978-80-200-3294-2.

Jonáš J., 2007: Role lesů v ochraně životního prostředí. *Vesmír* 86 (6). 370-371. ISSN 1214-4029.

Keesstra S. D., Mol G. [eds.], 2011: *Soil Science in a Changing World: Wageningen Conference on Applied Soil Science, 18-22 September 2011, Wageningen, The Netherlands*. Wageningen UR, Communication Services, Nizozemsko. 286 s. ISBN 978-946173-168-5.

Kulhavý Z., Čmelík M., Tlapáková L., Pelíšek I., Švihla V., 2015: *Zalesňování v minulosti odvodněných zemědělských pozemků: Metodika. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha*. 55 s. ISBN 978-80-87361-38-2.

Kutílek M., 1966: *Vodohospodářská pedologie*. Státní nakladatelství technické literatury, Praha. 276 s.

Kücük M., Akcay S., 2020: Determination the Effects of the Post-Afforestation Elapse on Soil Properties and Nitrogen Mineralization (Giresun-Sebinkarahisar Case). *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty* 20 (3). 255-265. DOI 10.17475/kastorman.849514.

Lal R., Shukla M. K., 2004: *Principles of soil physics*. Marcel Dekker, Inc., New York. 736 s. ISBN 0-8247-5324-0.

Lanning M., Wang L., Benson M., Zhang Q., Novick K. A., 2020: Canopy isotopic investigation reveals different water uptake dynamics of maples and oaks. *Phytochemistry* 175. 112389. ISSN 1873-3700. DOI 10.1016/j.phytochem.2020.112389.

Li Q., Lee Y. E., Im S., 2020: Characterizing the Interception Capacity of Floor Litter with Rainfall Simulation Experiments. *Water* 12 (11). 3145. ISSN 2073-4441. DOI 10.3390/w12113145.

Lulandala L., Bargaúes-Tobella A., Masao C. A., Nyberg G., Ilstedt U., 2023: The size of clearings for charcoal production in miombo woodlands affects soil hydrological properties and soil organic carbon. *Forest Ecology and Management* 529. 120701. ISSN 1872-7042. DOI 10.1016/j.foreco.2022.120701.

Mäder P., 2013: Bodenfruchtbarkeit - ein Begriff im Wandel. In: Berner A., Böhm H., Brandhuber R., Braun J., Brede U., Colling-von Roesgen J. L., Demmel M., Dierauer H., Doppler G., Ewald B., Fisel T., Fließbach A., Fuchs J., Gattinger A., Häberli H., Heß J., Hülsbergen K. J., Köchli M., Kolbe H., Koller M., Mäder P., Müller A., Neesen P., Patzel N., Pfiffner L., Schmidt H., Weller S., Wild M.: *Grundlage zur Bodenfruchtbarkeit: Die Beziehung zum Boden gestalten*. FiBL, Švýcarsko. 4-5. ISBN 978-3-03736-208-2.

McCarty L. B., Hubbard L. R., Jr., Quisenberry V., 2016: Applied Soil Physical Properties, Drainage, and Irrigation Strategies. Springer, Švýcarsko. 314 s. ISBN 978-3-319-24224-8.

Mikanová O., Šimon T., Cerhanová D., 2010: Hodnocení kvality půdy biologickými metodami: metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha. 22 s. ISBN 978-80-7427-044-4.

Morgan R. P. C., 2005: Soil Erosion and Conservation. Wiley-Blackwell, USA. 316 s. ISBN 1-4051-1781-8.

MZE, ©2022b: Metodika k provádění nařízení vlády č. 185/2015 Sb., o podmínkách poskytování dotací v rámci opatření zalesňování zemědělské půdy a o změně některých souvisejících nařízení vlády, ve znění pozdějších předpisů: pro rok 2022. Ministerstvo zemědělství, Praha. 28 s. ISBN 978-80-7434-647-7.

Novák V., Hlaváčiková H., 2019: Applied Soil Hydrology. Springer, Švýcarsko. 342 s. ISBN 978-3-030-01805-4.

Novotný I., Vopravil J., Kohoutová L., Poruba M., Papaj V., Khel T., Žigmund I., Vašků Z., Novák P., Tomiška Z., Koutná R., Pacola M., Novotný J., Pírková I., Havelková L., Brouček J., Žížala D., 2013: Metodika mapování a aktualizace bonitovaných půdně ekologických jednotek: Bonitace zemědělského půdního fondu ČR. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha. 172 s. ISBN 978-80-87361-21-4.

Novotný I., Papaj V., Podhrázká J., Kapička J., Vopravil J., Kristenová H., Mistr M., Žížala D., Kincl D., Srbek J., Pochop M., Dostál T., Krása J., Kadlec V., 2017: Příručka ochrany proti erozi zemědělské půdy. Ministerstvo zemědělství a Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha. 92 s. ISBN 978-80-87361-67-2.

Oravcová Z., Vido J., 2022: Understanding the Complexity of Drought within the Soil Profile in Beech Ecosystems on Their Lower Altitudinal Limit in Slovakia. Water 14 (9). 1338. ISSN 2073-4441. DOI 10.3390/w14091338.

Osman K. T., 2013: Soils: Principles, Properties and Management. Springer, Nizozemsko. 274 s. ISBN 978-94-007-5663-2.

Pareek N., 2017: Climate change impact on soils: adaptation and mitigation. MOJ Ecology & Environmental Sciences 2 (3). 136-139. ISSN 2573-2919. DOI 10.15406/mojes.2017.02.00026.

Pavlu L., 2018: Základy pedologie a ochrany půdy. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha. 76 s. ISBN 978-80-213-2876-1.

Penížek V., Zádorová T., Vaněk A., 2019a: Půdní krajiny. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha. 30 s. ISBN 978-80-213-2971-3.

Penížek V., Zádorová T., Vaněk A., 2019b. Popis půdního profilu. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha. 18 s. ISBN 978-80-213-2970-6.

Pižl V., 2018: Rozmanitost živočichů v lesních půdách. In: Baldrian P., Cienciala E., Fanta J., Hédl R., Hruška J., Janík T., Jílková V., Košulič M., Kotecký V., Müllerová H., Petřík P., Pižl V., Remeš J., Stachová J., Stachura J., Woitsch J., Zatloukal V.: Jak se do lesa volá.... Edice Strategie AV21. Academia, Praha. 23-26. ISBN 978-80-200-2934-8.

Pokorný E., Šarapatka B., Hejátková K., 2007: Metodická pomůcka: Hodnocení kvality půdy v ekologicky hospodařícím podniku. ZERA - Zemědělská a ekologická regionální agentura, o.s., Náměšť nad Oslavou. 28 s. ISBN 80-903548-5-8.

Sánka M., Materna J., 2004: Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR. Edice Planeta 2004/11. Ministerstvo životního prostředí, Praha. 84. ISSN 1213-3393.

Sánka M., Vácha R., Poláková Š., Fiala P., 2018: Kritéria pro hodnocení produkčních a ekologických vlastností půd. Ministerstvo životního prostředí, Praha. 99 s. ISBN 978-80-7212-627-9.

Shirato Y., Taniyama I., Zhang T.-H., 2004: Changes in soil properties after afforestation in Horqin Sandy Land, North China. *Soil Science and Plant Nutrition* 50 (4). 537-543. ISSN 1747-0765. DOI 10.1080/00380768.2004.10408510.

Sklenička P., 2003: Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková, Praha. 321 s. ISBN 80-903206-1-9.

Stanek M., Piechnik Ł., Stefanowicz A. M., 2020: Invasive red oak (*Quercus rubra* L.) modifies soil physicochemical properties and forest understory vegetation. *Forest Ecology and Management* 472. 118253. ISSN 1872-7042. DOI 10.1016/j.foreco.2020.118253.

Středová H., Fukalová P., Chuchma F., Litschmann T., Podhrázká J., Rožnovský J., Spáčilová B., Středa T., Štěpánek P., Vysoudil M., 2016: Krajina a klima ve vzájemných souvislostech. Mendelova univerzita v Brně, Brno. 183 s. ISBN 978-80-7509-448-3.

Šantrůčková H., 2014: Základy ekologie půdy. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice. 125 s. ISBN 978-80-7394-480-3.

Šimek M., 2005: Základy nauky o půdě. Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, České Budějovice. 160 s. ISBN 80-7040-747-6.

Šimek M., Elhottová D., Pižl V., 2015: Živá půda. Edice Strategie AV21. Academia, Praha. 82 s. ISBN 978-80-200-2567-8.

Šimek M., Bartuška M., Devetter M., Elhottová D., Frouz J., Hauerová R., Křišťůfek V., Lukešová A., Píček T., Tajovský K., Urbanová Z., 2020: Bez půdy to nepůjde. Biologické centrum AV ČR, v.v.i., Ústav půdní biologie, České Budějovice. 60 s. ISBN 978-80-86668-59-8.

Šimek M., Elhottová D., Fuksa P., Hynšt J., Kobes M., Kvítek T., Malý S., Moudrý J., Rozsypal R., Tajovský K., 2021: Živá půda: praktický manuál. Academia, Praha. 324 s. ISBN 978-80-200-3199-0.

Švihla V., Šach F., Černohous V., 2016: Vliv holých sečí či rychlého velkoplošného rozpadu lesa na celkový odtok za vegetační období. Zprávy lesnického výzkumu 61 (2). 138-144. ISSN 1805-9872.

Tomášek M., 1995: Atlas půd České republiky. Český geologický ústav, Praha. 36 s. ISBN 80-7075-198-3.

Tomášek M., 2007: Půdy České republiky. Česká geologická služba, Praha. 68 s. ISBN 978-80-7075-688-1.

Vavříček D., Kučera A., 2017: Základy lesnického půdoznalství a výživy lesních dřevin. Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy. 364 s. ISBN 978-80-7458-103-8.

Vlček V., Pospíšilová L., Šimečková J., Dvořáčková H., Jandák J., 2020: Půdoznalství. Mendelova univerzita v Brně, Brno. 136 s. ISBN 978-80-7509-738-5.

Vopravil J., Khel T., Vrabcová T., Novák P., Novotný I., Hladík J., Vašků Z., Jacko K., Rožnovský J., Janeček M., Vácha R., Pivcová J., Kvítek T., Novák P., Fučík P., Čermák P., Janků J., Papaj V., Pírková I., Banýrová J., 2010: Půda a její hodnocení v ČR Díl I. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha. 148 s. ISBN 978-80-87361-05-4.

Vopravil J., Podrázský V., Khel T., Pulkrab K., Novotný I., Holubík O., Remeš J., Vrabcová T., 2013: Optimalizace managementu zalesňování zemědělské půdy ve vztahu ke zvýšení retenčního potenciálu krajiny: Redakčně upravená zpráva z prvního roku řešení projektu QJ1320122. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha. 72 s. "nepublikováno". Dep.: VÚMOP, v.v.i.

Vopravil J., Kulířová P., Kulhavý Z., 2015: Povodně a sucho – krajina jako základ řešení 3. Voda v zemědělských půdách. Živa 2015/3. 116-119. ISSN 0044-4812.

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. 58 s. ISBN 978-80-87361-69-6.

Vopravil J., Formánek P., Heřmanovská D., Khel T., Jacko K., 2021: The impact of agricultural land afforestation on soil water content in Central Bohemia. *Journal of Forest Science* 67 (11). 512-521. ISSN 1212-4834. DOI 10.17221/108/2021-JFS.

White R. E., 2006: *Principles and Practice of Soil Science: The Soil as a Natural Resource*. Blackwell Publishing, USA. 384 s. ISBN 978-0-632-06455-7.

Wiekenkamp I., Huisman J. A., Bogaen H. R., Graf A., Lin H. S., Drüe C., Vereecken H., 2016: Changes in measured spatiotemporal patterns of hydrological response after partial deforestation in a headwater catchment. *Journal of Hydrology* 542. 648-661. ISSN 1879-2707. DOI 10.1016/j.jhydrol.2016.09.037.

Yong R. N., Nakano M., Pusch R., 2012: *Environmental Soil Properties and Behaviour*. CRC Press, USA. 455 s. ISBN 978-1-4398-4529-5.

Zádorová T., Žížala D., Penížek V., Juřicová A., 2018: Harmonizace databáze KPP s klasifikacemi TKSP a WRB 2014: Metodika. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i, Praha. 154 s. ISBN 978-80-87361-94-8.

Žůrková J., Hladík J., Lošák T., Lehejček J., Jeřábková J., 2016: Použití kompostu a digestátu pro udržení kladné bilance organických látek v půdě. *BIOM* 2016/1. 2-3. ISSN 1801-2655.

Internetové zdroje

AOPK ČR, ©2022: Přírodní poměry (online) [cit. 2022.11.02], dostupné z <<https://aopkcr.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=ee190990a1be4ac685d5f7c69c637ae4>>.

CENIA, ©2022: Národní geoportal INSPIRE (online) [cit. 2022.10.30], dostupné z <<https://geoportal.gov.cz/web/guest/map>>.

ČGS, ©2022: Česká geologická služba: Geovědní mapy 1 : 50 000 (online) [cit. 2022.10.30], dostupné z <<https://mapy.geology.cz/geocr50>>.

ČHMÚ, ©2022: Historická data - meteorologie a klimatologie (online) [cit. 2022.10.30], dostupné z <<https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zakladni-informace>>.

Dvůr Králové n. L., ©2022: Základní údaje (online) [cit. 2022.11.02], dostupné z <<https://www.mudk.cz/cs/mesto/o-meste/zakladni-udaje>>.

EMS Brno, ©2022: Products (online) [cit. 2022.11.11], dostupné z <<http://www.emsbrno.cz/p.axd/en/Products.html>>.

Gilman E. F., Watson D. G., 1993: Acer platanoides: Norway Maple (online) [cit. 2022.11.21], dostupné z <https://hort.ifas.ufl.edu/database/documents/pdf/tree_fact_sheets/aceplaa.pdf>.

Hovorčovice, ©2022: Poloha obce (online) [cit. 2022.10.30], dostupné z <<https://www.hovorcovice.cz/poloha-obce>>.

MZE, ©2022a: Dotace - 8.1.1 Zalesňování a zakládání lesů (online) [cit. 2022.10.05], dostupné z <<http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/program-rozvoje-venkova-na-obdobi-2014/opatreni/m08-investice-do-rozvoje-lesnich-oblasti/x8-1-1-zalesnovani-a-zakladani-lesu>>.

Pronamic, ©2022: Professional rain and precipitation sensor (online) [cit. 2022.11.11], dostupné z <<https://pronamic.com/products/professional-rain-and-precipitation-sensor>>.

TOMST, ©2022: Produkt TMS-4 (online) [cit. 2022.11.10], dostupné z <<https://tomst.com/web/cz/systemy/tms/tms-4>>.

ÚHÚL, ©2022: Katalog mapových informací: Oblastní plány rozvoje lesů (online) [cit. 2022.11.02], dostupné z <<https://geoportal.uhul.cz/mapy/MapyOpri.html>>.

VÚMOP, ©2022a: eKatalog BPEJ (online) [cit. 2022.10.30], dostupné z <bpej.vumop.cz>.

VÚMOP, ©2022b: eKatalog BPEJ: 2.01.00 (online) [cit. 2022.10.30], dostupné z <bpej.vumop.cz/20100>.

VÚMOP, ©2022c: Geoportál SOWAC-GIS: Půda v mapách (online) [cit. 2022.11.06], dostupné z <<https://mapy.vumop.cz>>.

10. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Vývoj půdního profilu v čase s vývojem lesní vegetace (Vavříček a Kučera 2017).	7
Obrázek 2: Půdní profil (Šimek 2005).	8
Obrázek 3: Zastoupení půdních složek (Šimek 2005).	10
Obrázek 4: Kategorie půdní zrnitosti podle systému USDA (Pavlů 2018).	14
Obrázek 5: Výzkumné lokality v rámci ČR (ČUZK ©2022 upravil autor 2022), Geoprohlížeč (online) [cit. 2022.09.06], dostupné z < https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec >	24
Obrázek 6: Výzkumná lokalita Hovorčovice (www.mapy.cz ©2022 upravil autor 2022).	25
Obrázek 7: Půdní profil černozemě na lokalitě Hovorčovice (VÚMOP ©2020).	26
Obrázek 8: Výzkumná lokalita Lipnice (www.mapy.cz ©2022 upravil autor 2022).	27
Obrázek 9: Půdní profil kambizemě na lokalitě Lipnice (VÚMOP ©2021).	28
Obrázek 10: Stanoviště se sondami na lokalitě Hovorčovice (www.mapy.cz ©2022 upravil autor 2022).	29
Obrázek 11: Instalované sondy se srážkoměrem na stanovišti F1 (foto autor 2022).	30
Obrázek 12: Instalované sondy na stanovišti F3 (foto autor 2022).	30
Obrázek 13: Instalace a konfigurace sond na lokalitě Hovorčovice (foto VÚMOP ©2020, grafika autor 2022).	31
Obrázek 14: Stanoviště se sondami na lokalitě Lipnice (www.google.com/maps ©2022 upravil autor 2022).	31
Obrázek 15: Plocha s původním bukovým porostem - stanoviště Li2 (foto autor 2022).	32
Obrázek 16: Plocha odlesněné mýtiny - stanoviště Li3 (foto autor 2022).	32
Obrázek 17: Instalované sondy na stanovišti Li2 (foto autor 2022).	32
Obrázek 18: Instalované sondy na stanovišti Li3 (foto autor 2022).	32
Obrázek 19: Výkop a konfigurace sond na lokalitě Lipnice (foto VÚMOP ©2021, grafika autor 2022).	33
Obrázek 20: Datalogger TMS-4 zakopávací (https://eshop.tomst.com/tms-datalogger/90-tms-3-zakopavaci-1m.html).	34
Obrázek 21: Datalogger TMS-4 standard (https://tomst.com/web/cz/systemy/tms/tms-4).	34
Obrázek 22: Legenda krabicového grafu (grafika autor 2022).	36

11. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Klasifikace půdního druhu podle Nováka (Vopravil a kol. 2010).....	14
Tabulka 2: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - duben 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	44
Tabulka 3: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - květen 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	46
Tabulka 4: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - červen 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	48
Tabulka 5: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - červenec 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	49
Tabulka 6 : Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - srpen 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	51
Tabulka 7: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - září 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	53
Tabulka 8: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - říjen 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	55
Tabulka 9: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - listopad 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	57
Tabulka 10: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - prosinec 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	58
Tabulka 11: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - leden 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	59
Tabulka 12: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - únor 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	60
Tabulka 13: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - březen 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	61
Tabulka 14: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - duben 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	63
Tabulka 15: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - květen 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	65
Tabulka 16: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - červen 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	67
Tabulka 17: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - červenec 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	69
Tabulka 18: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - srpen 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	71
Tabulka 19: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - září 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	72
Tabulka 20: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - říjen 2021 Hovorčovice	

(data: VÚMOP ©2022).....	74
Tabulka 21: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - listopad 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	76
Tabulka 22: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - prosinec 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	77
Tabulka 23: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti - leden 2022 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	79
Tabulka 24: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – únor 2022 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	81
Tabulka 25: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – březen 2022 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022).....	83
Tabulka 26: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – září 2021 Lipnice (data: VÚMOP ©2022).....	100
Tabulka 27: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – říjen 2021 Lipnice (data: VÚMOP ©2022).....	102
Tabulka 28: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – listopad 2021 Lipnice (data: VÚMOP ©2022).....	104
Tabulka 29: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – prosinec 2021 Lipnice (data: VÚMOP ©2022).....	106
Tabulka 30: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – leden 2022 Lipnice (data: VÚMOP ©2022).....	108
Tabulka 31: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – únor 2022 Lipnice (data: VÚMOP ©2022).....	109
Tabulka 32: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – březen 2022 Lipnice (data: VÚMOP ©2022).....	111
Tabulka 33: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – duben 2022 Lipnice (data: VÚMOP ©2022).....	112
Tabulka 34: Porovnání extrémních hodnot půdní vlhkosti – květen 2022 Lipnice (data: VÚMOP ©2022).....	114

12. SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Průměrná měsíční vlhkost půdy v hloubce 20 cm - Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	37
Graf 2: Průměrná měsíční vlhkost půdy v hloubce 40 cm - Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	40
Graf 3: Průměrná měsíční vlhkost půdy v hloubce 60 cm - Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	42
Graf 4: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - duben 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	45
Graf 5: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - květen 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	46
Graf 6: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - červen 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	48
Graf 7: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - červenec 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	50
Graf 8: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - srpen 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	52
Graf 9: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - září 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	54
Graf 10: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - říjen 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	55
Graf 11: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - listopad 2020 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	57
Graf 12: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - březen 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	62
Graf 13: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - duben 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	63
Graf 14: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - květen 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	65
Graf 15: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - červen 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	67
Graf 16: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - červenec 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	69
Graf 17: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - srpen 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	71
Graf 18: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - září 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	73
Graf 19: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - říjen 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	75
Graf 20: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - listopad 2021 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	76
Graf 21: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - prosinec 2021 Hovorčovice	

(data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	78
Graf 22: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - leden 2022 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	80
Graf 23: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - únor 2022 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	81
Graf 24: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - březen 2022 Hovorčovice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	83
Graf 25: Zrnitostní složení půd lokality Hovorčovice (data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).	85
Graf 26: Průměrná půdní vlhkost v červenci 2020 - Hovorčovice (data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).	86
Graf 27: Rozdíly vlhkosti v půdním profilu v červenci 2020 - Hovorčovice (data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).	87
Graf 28: Průměrná půdní vlhkost v září 2020 - Hovorčovice (data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).	88
Graf 29: Rozdíly vlhkosti v půdním profilu v září 2020 - Hovorčovice (data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).	89
Graf 30: Průměrná půdní vlhkost v dubnu 2021 - Hovorčovice (data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).	90
Graf 31: Rozdíly vlhkosti v půdním profilu v dubnu 2021 - Hovorčovice (data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).	91
Graf 32: Průměrná půdní vlhkost v červenci 2021 - Hovorčovice (data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).	92
Graf 33: Rozdíly vlhkosti v půdním profilu v červenci 2021 - Hovorčovice (data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).	93
Graf 34: Průměrná půdní vlhkost v lednu 2022 - Hovorčovice (data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).	94
Graf 35: Rozdíly vlhkosti v půdním profilu v lednu 2022 - Hovorčovice (data: VÚMOP ©2020, graf: autor 2022).	95
Graf 36: Průměrná měsíční vlhkost půdy v hloubce 20 cm - Lipnice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	96
Graf 37: Průměrná měsíční vlhkost půdy v hloubce 40 cm - Lipnice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	98
Graf 38: Průměrná měsíční vlhkost půdy v hloubce 60 cm - Lipnice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	99
Graf 39: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - září 2021 Lipnice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	101
Graf 40: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - říjen 2021 Lipnice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	103
Graf 41: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - listopad 2021 Lipnice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	104
Graf 42: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - prosinec 2021 Lipnice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	106
Graf 43: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - leden 2022 Lipnice (data:	

VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	108
Graf 44: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - únor 2022 Lipnice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	110
Graf 45: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - březen 2022 Lipnice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	111
Graf 46: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - duben 2022 Lipnice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	113
Graf 47: Variabilita dat půdní vlhkosti v hloubce 20 cm - květen 2022 Lipnice (data: VÚMOP ©2022, graf: autor 2022).	114
Graf 48: Zrnitostní složení půd lokality Lipnice (data: VÚMOP ©2021, graf: autor 2022).	116
Graf 49: Průměrná půdní vlhkost v říjnu 2021 - Lipnice (data: VÚMOP ©2021, graf: autor 2022).	117
Graf 50: Rozdíly vlhkosti v půdním profilu v říjnu 2021 - Lipnice (data: VÚMOP ©2021, graf: autor 2022).	118
Graf 51: Průměrná půdní vlhkost v květnu 2022 - Lipnice (data: VÚMOP ©2021, graf: autor 2022).	119
Graf 52: Rozdíly vlhkosti v půdním profilu v květnu 2022 - Lipnice (data: VÚMOP ©2021, graf: autor 2022).	120