

Retenční schopnost půd a krajiny a možnosti jejího zvyšování v podmínkách klimatické změny

Kateřina Suchá

Anotace

Téma tohoto příspěvku bude zpracováno v disertační práci s názvem Retenční schopnost půd a krajiny a možnosti jejího zvyšování v podmínkách klimatické změny, která bude obsahovat komplexní zhodnocení retenční schopnosti krajiny v závislosti na použití půdoochranné technologie. Účelem práce je porovnání vybraných hydropedologických charakteristik v kontextu hospodaření s půdou a také vyhodnocení změn vybraných fyzikálních hydropedologických charakteristik v průběhu roku v podmínkách klimatické změny. Dílčím cílem je zhodnocení agrolesnických opatření provedených v rámci pozemkových úprav a jejich vlivu na vlastnosti půdy.

Klíčová slova

Fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy, povrchový odtok, eroze půdy, objemová hmotnost, vlhkost půdy, Univerzální rovnice ztráty půdy

Annotation

The topic of this article will be processed in a dissertation thesis named Retention capacity of soils and landscape possibilities of its increase in conditions of climate change, which will include a comprehensive evaluation of the retention capacity of the landscape depending on the use of soil protection technology. The purpose of this work is to compare selected hydropedological characteristics in the context of land management and also to evaluate changes in selected physical hydropedological characteristics during the year in conditions of climate change. A partial goal is an evaluation of agroforestry measures arising from land use planning and their impact on soil properties.

Key words

Physical, chemical and biological properties of soil, runoff, soil erosion, bulk density, soil moisture, Universal Soil Loss Equation

1 Úvod

V současné době by se měl klást výrazný důraz na ochranu půdy a její kvalitu, zadržení vody v krajině a celkově na změnu současného vzhledu a stavu krajiny. Půda patří k nejcennějším přírodním bohatstvím každého státu a je též přírodním zdrojem, který nelze obnovit, a proto je nutno ji chránit. Zaujímá významnou složku životního prostředí s širokým rozsahem funkcí a je základním výrobním prostředkem v zemědělství i lesnictví. Jednou z pro člověka nejdůležitějších vlastností půdy je její úrodnost, která je podmíněna množstvím vody, vzduchu a živin.

Na našem území je půda ohrožena převážně vodní a větrnou erozí, dále pak utužením, acidifikací, sesuvy, znečištěním a úbytky organické hmoty. Za nejčastější způsob degradace půdy považujeme právě vodní erozi.

Vodní eroze má negativní vliv zejména na odnos organických a minerálních částic půdy z erodovaných ploch a jejich ukládání na jiných místech. Dalšími negativními účinky vodní eroze jsou škody na majetku obcí i soukromníků, zanášení vodních toků a vodních nádrží, pronikání chemických a dalších rizikových látek do vodního prostředí. Tyto škody si každoročně vyžadují nemalé náklady na jejich odstranění a jejich hodnota je v podstatě nevyčíslitelná.

Podle analýz Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, je v současné době v České republice ohroženo více než 50 % zemědělské půdy vodní erozí a více než 10 % větrnou erozí. Zejména pak v posledních několika desítkách let se degradace půdy vlivem eroze velmi výrazně zrychlila. Na vině je především intenzifikace zemědělství a větší míra pěstování některých plodin.

V oblasti zemědělství však stále převládá průmyslová agrotechnika s rozsáhlými monokulturními lány a nadměrným používáním hnojiv a pesticidů. Tento přístup má velice nepříznivý dopad na kvalitu půdy, podzemních vod i na biodiverzitu. Toto téma už se objevilo v řadě výzkumů a vědeckých prací, ale změny jsou zatím spíše zanedbatelné. Dalo by se říct, že ke změně ve způsobu nakládání s ornou půdou ve prospěch krajiny dochází jen pozvolna, např. omezováním maximální souvislé výměry jedné plodiny na orné půdě (Standardy dobrého zemědělského a environmentálního stavu, DZES 7d).

Náš výzkum je zaměřen na prokázání pozitivního vlivu citlivě provedených pozemkových úprav a přijetí určitých opatření v rámci způsobu hospodaření s půdou v oblasti zemědělství. Šetrné nakládání se zemědělskou půdou by nemělo znamenat finanční znevýhodnění. Tento výzkum je zatím na začátku a jeho vývoj je značně zpomalen momentální situací, nicméně by měl pokračovat i v dalších letech.



Obrázek 1 Zemědělská krajina z jiné perspektivy

2 Metody a data

2.1 Charakteristika území

Vybraná zájmová lokalita se nachází v Jihomoravském kraji v okrese Hodonín v katastrálním území Šardice v oblasti intenzivně zemědělsky využívané, kde byly dokončeny komplexní pozemkové úpravy. Toto katastrální území tvoří především zemědělské plochy se stopami po intenzivní těžbě lignitu během 19. a 20. století. Vzhledem k rozsáhlosti provedených opatření a velikosti zkoumaného území byla vybrána jedna konkrétní lokalita, kde je prováděn podrobnější výzkum, a to taková, kde se nachází trojice pásů s liniovou výsadbou dřevin (na obr. 4 pásy označeny písmeny A, B, C) střídaná zemědělskými plodinami.



Obrázek 2 Pohled na zkoumanou lokalitu z dronu (zdroj: Ing. Michal Křiška, Ph.D.)



Obrázek 3 Pohled na zkoumanou lokalitu z dronu (zdroj: Ing. Michal Křiška, Ph.D.)

V rámci komplexních pozemkových úprav, které v katastrálním území Šardice proběhly, byla navržena vedle sítě polních cest především protipovodňová a protierozní opatření v návaznosti na územní systém

ekologické stability. Na pěti lokalitách, mezi které patří i námi zkoumaná lokalita, došlo k dosažení ekologické rovnováhy a utlumení různých druhů degradace zemědělsky využívané půdy a k úpravě erozních a vodohospodářských poměrů. Návrh vodohospodářských a protierozních opatření byl vytvořen na základě detailního posouzení hydrologických poměrů. Mezi provedená organizační opatření patří optimální delimitace druhů pozemků, ochranné zatravnění na erozně ohrožených lokalitách, protierozní rozmístění plodin ve svazích, pásové střídání plodin, a výsadba v protierozním směru. V rámci agrotechnických opatření došlo k výsevu do ochranné plodiny, strniště, mulče či posklizňových zbytků, k zatravnění erozně ohrožených meziřadí v sadech, vinicích a chmelnicích, k osetí meziřadí, k mulčování a k hrázkování a důlkování povrchu půdy v meziřadí za účelem zadržení dešťové vody na povrchu půdy. Stěžejní částí navržených opatření jsou opatření biotechnická a technická jako protierozní průlehy a meze, zasakovací pásy a stabilizace drah soustředěného povrchového odtoku pomocí zatravnění údolnic. V rámci KPÚ také vznikly 4 záchytné protipovodňové nádrže a systém polních cest.

Vzhledem k rozsáhlosti provedených opatření a velikosti řešeného území byla pro výzkum účinnosti navržených opatření vybrána jedna konkrétní lokalita s realizovanými agrolesnickými systémy, kde je v rámci projektů TAČR BD122001010 „Účinnost přírodně blízkých opatření pro eliminaci nepříznivých důsledků hydrologických extrémů v podmínkách klimatické změny“ a TH04030409 „Agrolesnické systémy pro ochranu a obnovu funkcí krajiny ohrožované dopady klimatických změn a lidskou činností“ prováděn podrobnější výzkum.



Obrázek 4 Označení pásů se stromy

Modelová lokalita s agrolesnickými opatřeními tedy zahrnuje soustavu tří zasakovacích travních pásů s liniovou výsadbou dřevin střídanou dvěma pásy se zemědělskými plodinami. Převládajícím půdním typem v zájmové lokalitě je černozem, tedy nejúrodnější typ půdy. Konkrétněji zde převažuje hlavní půdní jednotka číslo 08, dále v menším zastoupení 01, 40, 41 a 56. Toky a vodní plochy v zájmovém území spadají do oblasti povodí Moravy. Souběžně s východní hranicí zájmové lokality protéká katastrálním územím Šardický potok. Zájmová lokalita spadá do teplé a na srážky chudé klimatické oblasti.

2.2 Agrolesnická opatření

Jak bylo zmíněno výše, zkoumaná lokalita se nachází na území s navrženými a provedenými agrolesnickými opatřeními, která patří mezi přírodě blízká plošná opatření pro zadržení vody v krajině. Jedná se o kombinaci větší zemědělské plochy a výsadby dřevin za účelem zlepšení stavu krajiny s ohledem na ekologické i ekonomické faktory. Taková opatření pozitivně přispívají k omezení vzniku vodní i větrné eroze, snížení teploty, optimalizaci vlhkosti, ohumusování půdy, zvýšení biodiverzity a v neposlední řadě plní také estetickou funkci. Kořeny vysázených stromů přispívají k infiltraci vody do půdy.

Dle Katalogu přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině (Jan WEGER, Bohdan LOJKA, Radim KOTRBA a Jakub HOUŠKA) rozlišujeme základní dva typy agrolesnických systémů, tj. postupné agrolesnictví, kdy pěstujeme nejdříve dřeviny a až poté zemědělské plodiny či naopak, případně souběžné agrolesnictví, kdy pěstujeme oboje zároveň. Při souběžném pěstování obou plodin rozeznáváme liniové výsadby stromů na půdním bloku (tzv. silvoorebné systémy), pastviny obohacené o libovolnou výsadbu dřevin (tzv. silvopastorální systémy) a tzv. výmladkové plantáže, které obsahují rychle rostoucí typy stromů. Na námi zvolené lokalitě dochází k paralelnímu pěstování ječmene a ovocných stromů.



Obrázek 5 Silvoorebný systém - topol a ječmen, Bedfordshire 2002, Zdroj: <https://www.agroforestry.co.uk>



Obrázek 6 : Silvopastorální systém - USDA National Agroforestry Center, Zdroj: U.S. Department Of Agriculture

Agrolesnické systémy byly na území současné České republiky využívány už dříve, ale postupem času nejspíše začaly být vytěšňovány velkými monokulturními plochami, intenzifikací a rozměrnými zemědělskými stroji. Z dnešního odborného pohledu se většina agrolesnických systémů dá v zásadě nazvat biokoridory, které jsou čím dál potřebnější. Tato opatření můžou být v krajině velmi užitečná právě v boji s klimatickými extrémy jako je sucho a přivalové deště a mohou vést k lepší udržitelnosti agrární krajiny. Četné příklady využití agrolesnických systémů můžeme najít v tropických a subtropických oblastech, kde je zemědělství ovlivňováno klimatem ve větší míře. Na našem území se i přes velký potenciál jedná spíše o spíše malé izolované oblasti jako např. pasené ovocné sady v Bílých Karpatech, případně menší zahradní plochy s ovocnými stromy doplněnými chovem zvířat. Česká krajina tedy i nadále zůstává spíše krajinou výrazně diverzifikovanou, i když v rozvoji může pomoci například vznik Českého spolku pro agrolesnictví, který byl založen ve spolupráci s Českou zemědělskou univerzitou v Praze.

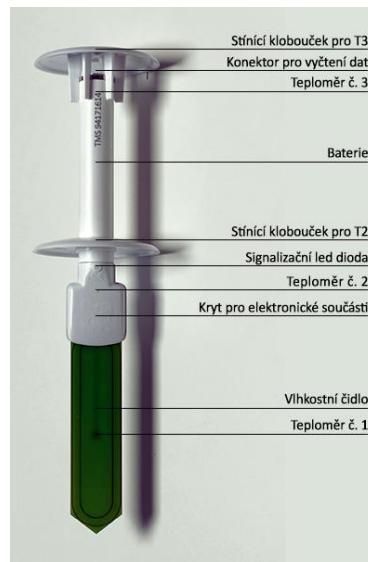
2.3 Metody

Na vybrané lokalitě byl během vegetačního období v rámci výzkumného úkolu TAČR několikrát proveden odběr půdních vzorků pomocí 33 kopaných sond a další odběry jsou naplánovány. Byly odebrány vzorky porušené i neporušené (do Kopeckého válečku) z hloubek 20 cm a 50 cm, vhodné pro pozdější laboratorní zjišťování základních hydrofyzikálních vlastností půdy.



Obrázek 7 Odběr půdního vzorku do Kopeckého válečku

Na modelové lokalitě bylo také v uvedených hloubkách instalováno 66 vlhkostních a teplotních čidel, která v pravidelných intervalech v reálném čase kontinuálně třemi senzory měří půdní vlhkost, teplotu půdy a teplotu vzduchu. Jedná se o čidla TMS-4 od české společnosti Tomst. Tato čidla zprostředkovávají přesnější data než standartní meteorologické stanice. Čidlo je složeno ze dvou částí. První z nich obsahuje měřič půdní vlhkosti a dva teploměry a může být zakopáno hluboko pod zem. Druhou část tvoří baterka, sonda pro stahování dat a teploměr. Tyto dvě části jsou propojeny kabely, které jsou dobře chráněny speciálním chráničem. Na obrázcích 8 a 9 vidíme zmiňovaná vlhkostní čidla a odebrání dat z nich.

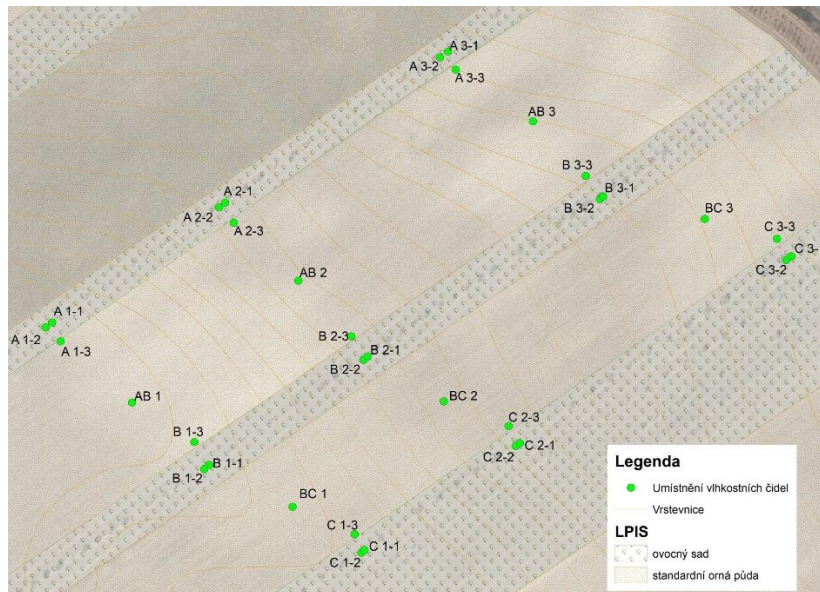


Obrázek 8 Vlhkostní čidlo TMS-4, Zdroj:<https://tomst.com/>



Obrázek 9 Stahování dat z vlhkostních čidel v terénu

Obrázek číslo 10 představuje rozmístění vlhkostních čidel a kopaných sond v terénu. Můžeme si všimnout, že jsou umístěna po vrstevnicích do pásů se stromy (u stromu a mezi stromy) a do orné půdy. Nachází se jak na povrchu, tak v hloubce 50 cm. Čidla byla v Šardicích nainstalována už v roce 2019 (2x pole, 1x pás se stromy), o jeden zatravněný pás severněji, ale letos byla vybrána vhodnější lokalita s větším počtem opakování. V budoucnu počítáme také s využitím simulátoru deště a vyhodnocení infiltrační schopnosti půdy.



Obrázek 10 Rozmístění vlhkostních čidel a kopaných sond v terénu

Za účelem charakteristiky vodního a vzdušného režimu půdy byl proveden rozbor neporušených půdních vzorků. Vzorky byly v laboratoři zváženy v neporušeném stavu, po nasycení destilovanou vodou, 3x po odsávání filtračním papírem a po vysušení při teplotě 105°C. Z těchto dat byla vypočtena objemová hmotnost redukovaná i neredukovaná, momentální vlhkost, nasáklivost, 30' vlhkost, maximální vodní kapacita a retenční vodní kapacita. Výsledky těchto veličin jsou zatím známy pouze z prvních odběrů a v budou porovnány s dalšími dosaženými výsledky z následujících termínů odběru vzorků.



Obrázek 11 Rozbor neporušeného půdního vzorku

K popisu procentuálního zastoupení částic určité velikosti v celém objemu půdního vzorku slouží zrnitost. Ta má významný vliv na další fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy a také determinuje vznik vodní případně větrné eroze. Ze zrnitostního rozboru můžeme klasifikovat vzorek půdy dle druhu či zrnitostní třídy. Rozoznáváme sedimentační neboli usazovací a vyplavovací neboli elutriační metodu zrnitostního rozboru. V našem případě byla použita hustoměrná metoda dle A. Casagrande, která patří mezi metody sedimentační a využívá usazování částic, viz obr. 12. Výsledkem tohoto měření jsou křivky zrnitosti pro jednotlivé sondy.



Obrázek 12 Hustoměrná metoda zrnitostního rozboru (A. Casagrande)

Další měřenou fyzikální vlastností půdy je nasycená hydraulická vodivost, která definuje rychlost vody protékající půdním prostředím. Je ovlivněna strukturou a texturou půdy. Nasycená hydraulická vodivost byla stanovována na odebraných neporušených půdních vzorcích pomocí permeamtru s konstantním spádem a počítána pomocí Darcyho vztahu.



Obrázek 13 Permeometr s konstantním spádem

3 Průběh dosavadního výzkumu a výsledky

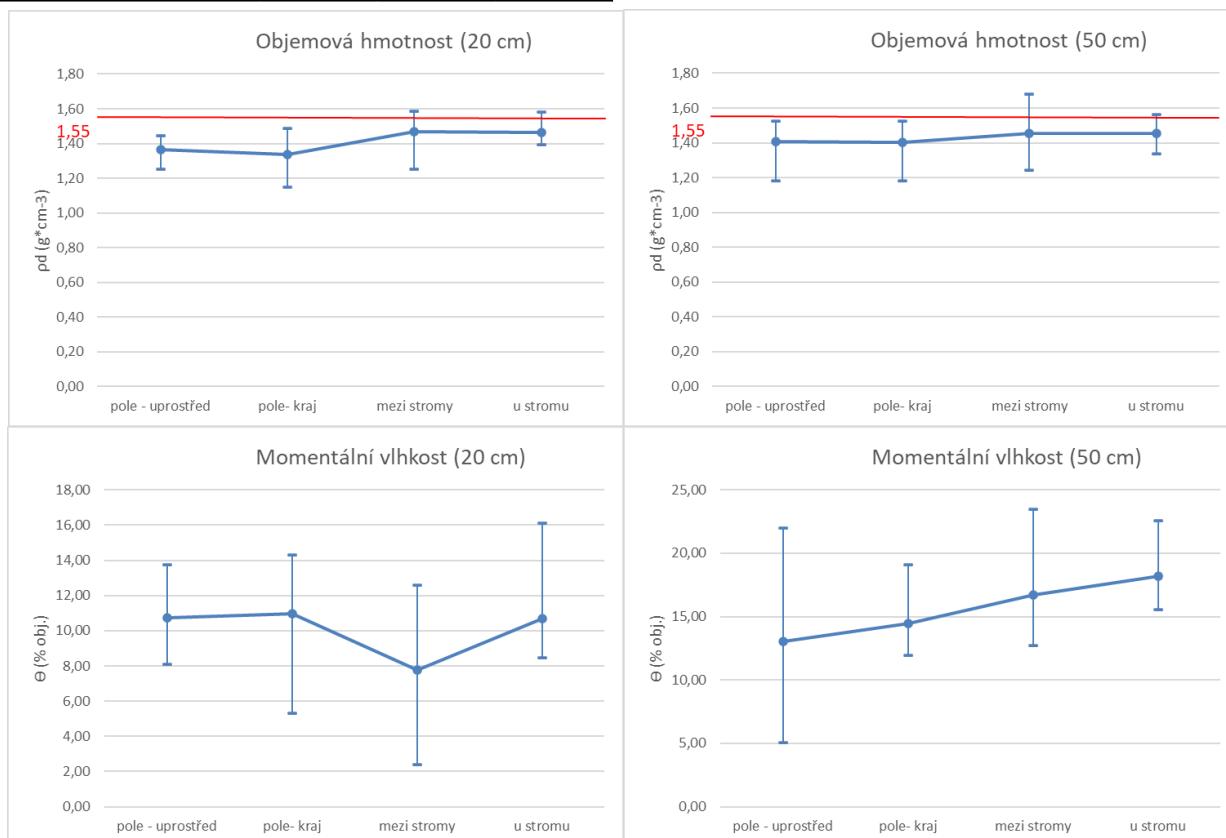
3.1 Hydropedologie

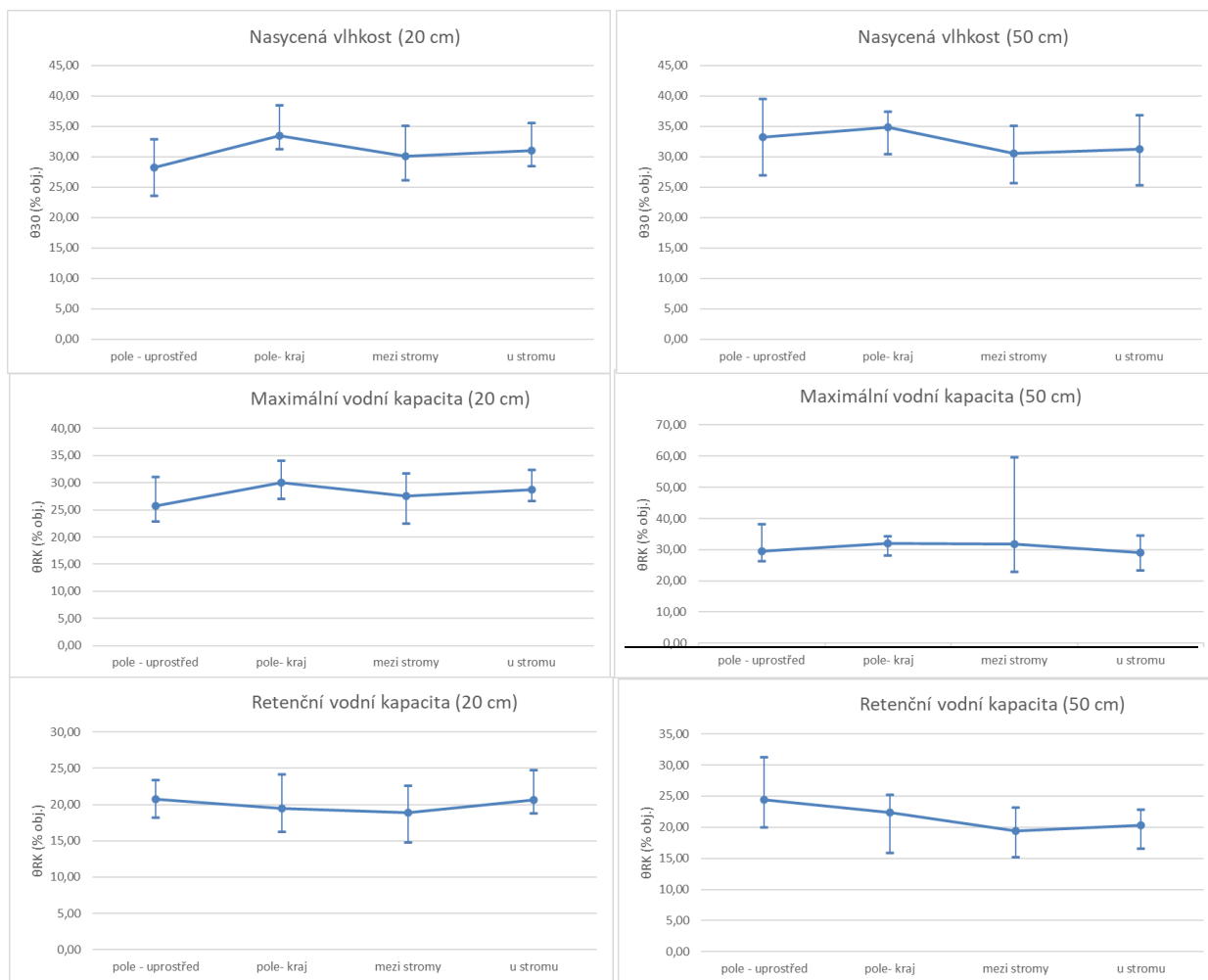
Tento výzkum je v takovémto rozsahu realizován prvním rokem a bohužel se mu nevyhnuly problémy spojené s aktuální situací a zákazem vstupu na vysoké školy včetně laboratoří. V současné době jsou tedy přerušeny všechny laboratorní analýzy a vyhodnocování výsledků. Z vlhkostních čidel jsou i nadále pravidelně stahována data. Odběry neporušených půdních vzorků budou pokračovat, stejně tak laboratorní práce. Z uvedeného vyplývá, že dosavadní výsledky je potřeba brát s rezervou, protože ještě chybí některá data. Ze základních charakteristik vodního režimu půdy jsou zatím zpracovány objemová hmotnost, momentální vlhkost, vlhkost 30', maximální vodní kapacita a retenční vodní kapacita. Objemová hmotnost redukovaná popisuje stálé vlastnosti půdy a její hodnota se obvykle s hloubkou zvětšuje, což z dosavadních výsledků není výrazně patrné. Z dosavadních výsledků zrnitosti vyplývá, že většina půdy bude klasifikována jako středně těžká písčito hlinitá. Všechny průměrné hodnoty objemové hmotnosti jsou pod kritickou hranicí pro písčito hlinité půdy $1,55 \text{ g/cm}^3$ dle Lhotského. (dle <http://eagri.cz/>) Hodnoty nedosahují kritické hranice $1,75 \text{ g/cm}^3$ pro písčito hlinitou půdu pro omezení růstu kořenů (dle Arshad et al. 1996). Momentální vlhkost představuje okamžitý objem vody v půdě v době odběru. Podává informaci o zastoupení kapalně fáze v půdě. Její hodnota se celoročně mění v závislosti na průběhu srážek, výparu, teplotě, vláhové potřebě rostlin a hladině podzemní vody. Je ovlivněna hodnotami objemové hmotnosti a objemu vzduchu v půdě. Podle hodnot momentální vlhkosti jsme schopni zhodnotit infiltrační schopnost půdy. Hodnoty třicetiminutové vlhkosti budou využity ke klasifikaci půdních pórů. Retenční vodní kapacita značí takové množství

vody, jaké je půda schopna udržet pomocí vlastních sil. Všechny tyto veličiny budou i nadále kontinuálně sledovány.

Tabulka 1 Hydrolimity - v hloubce 20 cm a 50 cm

20 cm				50 cm			
Objemová hmotnost	MIN	MAX	PRŮMĚR	Objemová hmotnost	MIN	MAX	PRŮMĚR
pole - uprostřed	1,25	1,44	1,37	pole - uprostřed	1,18	1,53	1,41
pole- kraj	1,15	1,49	1,34	pole- kraj	1,18	1,52	1,40
mezi stromy	1,25	1,59	1,47	mezi stromy	1,24	1,68	1,45
u stromu	1,39	1,58	1,46	u stromu	1,34	1,56	1,45
Momentální vlhkost	MIN	MAX	PRŮMĚR	Momentální vlhkost	MIN	MAX	PRŮMĚR
pole - uprostřed	8,08	13,76	10,74	pole - uprostřed	5,07	22,02	13,06
pole- kraj	5,29	14,29	10,94	pole- kraj	11,97	19,06	14,44
mezi stromy	2,38	12,59	7,77	mezi stromy	12,70	23,50	16,72
u stromu	8,46	16,12	10,68	u stromu	15,55	22,54	18,21
Nasycená vlhkost	MIN	MAX	PRŮMĚR	Nasycená vlhkost	MIN	MAX	PRŮMĚR
pole - uprostřed	23,54	32,91	28,22	pole - uprostřed	26,91	39,54	33,21
pole- kraj	31,20	38,44	33,48	pole- kraj	30,39	37,39	34,87
mezi stromy	26,14	35,02	30,07	mezi stromy	25,69	35,03	30,58
u stromu	28,42	35,54	30,97	u stromu	25,32	36,83	31,28
Max. vodní kapacita	MIN	MAX	PRŮMĚR	Max. vodní kapacita	MIN	MAX	PRŮMĚR
pole - uprostřed	22,84	31,09	25,73	pole - uprostřed	26,37	38,17	29,57
pole- kraj	27,07	34,13	30,09	pole- kraj	28,08	34,36	32,03
mezi stromy	22,49	31,69	27,52	mezi stromy	22,85	59,72	31,85
u stromu	26,67	32,36	28,73	u stromu	23,27	34,43	29,07
Retenční vodní kapacita	MIN	MAX	PRŮMĚR	Retenční vodní kapacita	MIN	MAX	PRŮMĚR
pole - uprostřed	18,17	23,39	20,72	pole - uprostřed	19,94	31,28	24,40
pole- kraj	16,29	24,10	19,43	pole- kraj	15,89	25,18	22,34
mezi stromy	14,76	22,59	18,85	mezi stromy	15,23	23,16	19,43
u stromu	18,80	24,78	20,62	u stromu	16,57	22,81	20,31





Obrázek 14 Grafy spočítaných hydrolimit

3.2 Erozní poměry

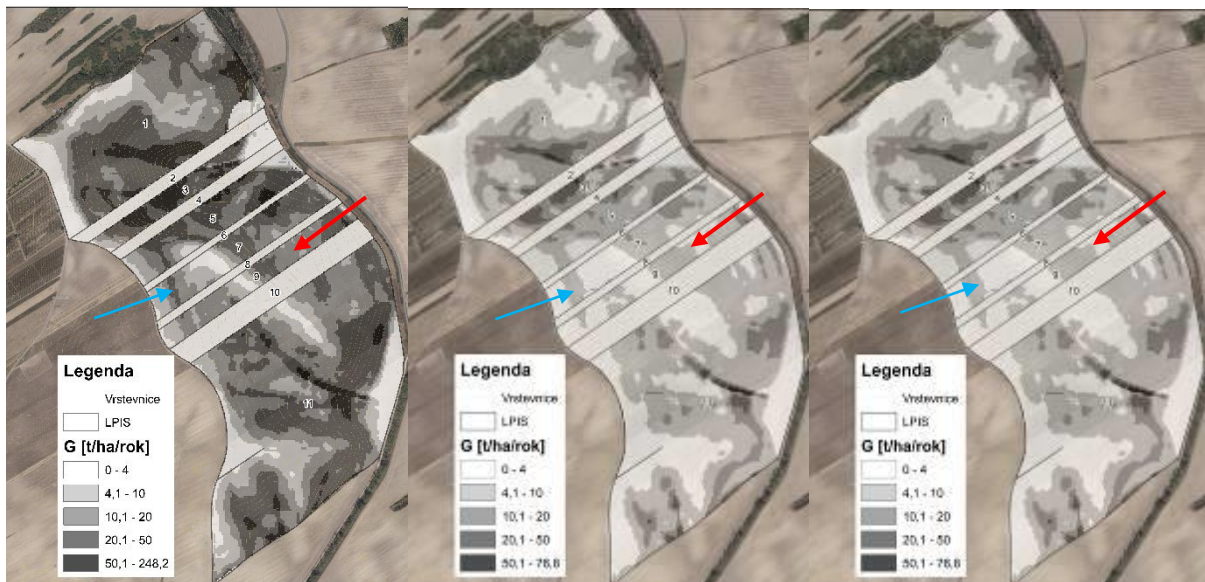
Pomocí Geografického informačního systému byla porovnána hodnota průměrné dlouhodobé ztráty půdy (G) před a po aplikaci agrolesnických opatření. Výpočet byl proveden pro tři rozdílné hodnoty C faktoru, $C = 0,291$ pro ornou půdu, $C = 0,12$ při vyloučení erozně nepříznivých plodin a $C = 0,09$ pro osevní strukturu s převahou obilovin a luskovin. Značení ploch je stejné jako v obrázku 4, v obrázcích 15 a 16 značí modrá šipka pole AB, červená šipka pole BC. Z tabulky číslo 2 je patrné, že došlo snížení hodnoty průměrné dlouhodobé ztráty půdy v důsledku snížení hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace.

Tabulka 2 Průměrná dlouhodobá ztráta půdy před a po ALS

Označení plochy		AB	BC
Plocha [Ha]		4,6	3,6
$C = 0,291$ pro ornou půdu	$G [t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}]$ před ALS	22,6	18,2
	$G [t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}]$ po ALS	18,1	14,5
$C = 0,12$ při VENP	$G [t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}]$ před ALS	9,3	7,5
	$G [t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}]$ po ALS	7,4	6,0
$C = 0,09$ pro osevní strukturu s převahou obilovin a luskovin	$G [t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}]$ před ALS	7,0	5,6
	$G [t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}]$ po ALS	5,6	4,5



Obrázek 15 Míra erozní ohroženosti před ALS



Obrázek 16 Míra erozní ohroženosti po ALS

4 Závěr

Výsledky hodnocení erozních poměrů ukazují, že realizace agrolesnických opatření má svůj pozitivní účinek na snížení míry erozního ohrožení. Tento výzkum bude i nadále pokračovat jak v terénu, tak v laboratoři. Jeho dílčím cílem je dokázat, že agrolesnické systémy na orné půdě mají smysl nejenom z hlediska erozní ohroženosti a zlepšení odtokových poměrů, ale také přispívají k lepší infiltrační schopnosti půdy. Probíhající výzkum je zaměřen zejména na spojitost se základními hydrofyzikálními vlastnostmi půdy. Vzhledem k tomu, že výzkum i laboratorní práce stále probíhají, není zatím možno zveřejnit komplexní výsledky měření vlhkostních a teplotních charakteristik a hydropedologických analýz. V další etapě se kromě opakovaných měření výše zmíněných půdních charakteristik změní a vypočítají další veličiny, jako např. pórovitost, rozdělení pórů na kapilární, semikapilární a nekapilární, provzdušenost, maximální vzdušná kapacita, retenční vzdušná kapacita, aj. Budou posouzeny jednotlivé výsledky v závislosti na čase a typu opatření a bude popsán vývoj některých charakteristik v čase.

5 Použitá literatura

DUMBROVSKÝ, M. Vliv eroze na produkční schopnost půd a půdní vlastnosti. Praha, 1992. Disertační práce. VÚMOP.

DUMBROVSKÝ, Miroslav, Milan BILÍK a Yvona LACINOVÁ. Komplexní pozemkové úpravy v k.ú šardice etapa I: Návrh plánu společných zařízení technická zpráva. Brno, 2005.

JANDÁK, J. Cvičení z půdoznalství. Brno: MZLU. 2003, 92 s.

JANEČEK, Miloslav. Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.

KAMENÍČKOVÁ, I. Hydropedologie. Studijní opora M01. Brno: VUT v Brně. 2006, 76 s.

POKORNÝ, Eduard, Bořivoj ŠARAPATKA a Květuše HEJÁTKOVÁ. Metodická pomůcka Hodnocení kvality půdy v ekologicky hospodařícím podniku [online]. In: . Náměšť nad Oslavou: ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura, o.s., 2007 [cit. 2020-10-23]. ISBN 80-903548-5-8.

Silvoarable agroforestry experiment with poplar and barley in Bedfordshire in 2002. In: The Agroforestry Research Trust [online]. [cit. 2020-10-22]. Dostupné z: <https://www.agroforestry.co.uk/about-agroforestry/silvoarable/>

Silvopasture can help reduce heat-stress, which improves animal performance and well-being. In: U.S. Department Of Agriculture [online]. [cit. 2020-10-22].

TMS-4. TOMST [online]. Praha, ©1995 - 2020 [cit. 2020-10-22]. Dostupné z: <https://tomst.com/web/cz/systemy/tms/tms-4/>

VOPRAVIL, J., a kol. Vliv činnosti člověka na krajinu českého venkova s důrazem na vodní režim a zadržování vody v krajině [online]. Praha: VÚMOP, 2010a [cit. 2020-10-22]. Dostupné z WWW: <http://www.kompostuj.cz/fileadmin/1_Biodpad_a_kompostovani/Vime_proc/vliv_cloveka_na_krajinu.pdf>.

VOPRAVIL, J., VRABCOVÁ, T., KHEL, T., NOVOTNÝ, I. a BANÝROVÁ, J. Vývoj a degradace půd v podmínkách očekávaných změn klimatu. In Voda v krajině. 1. vyd. Lednice: Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed), 2010b. ISBN 978-80-86690-79-7.

WEGER, Jan, Bohdan LOJKA, Radim KOTRBA a Jakub HOUŠKA. Katalog přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině: Činnosti k podpoře výkonu státní správy v problematice sucho [online]. Praha, duben 2018, , 105 [cit. 2020-10-22]. Dostupné z: http://www.suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1_katalog_opatreni_0.pdf

WISCHMEIER, W.H. a SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning. Agricultural. Handbook. No. 537. 1978. US Department of Agriculture, Washington, DC