

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí



Vybraná agrotechnická protierozní opatření z hlediska vlivu
na půdní vláhu

Bakalářská práce

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

Zpracoval : Ivan Filipík

2019/2020 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra aplikované ekologie

Územní technická a správní služba

Zadání bakalářské práce

Ivan Filipík

Krajinářství

Název práce

Vybraná agrotechnická protierozní opatření z hlediska vlivu na půdní vláhu

Cíle práce

Cílem mé bakalářské práce je představení agrotechnických opatření vhodných pro ochranu zemědělské půdy před erozí.

V této práci bych rád poukázal na moderní metody, které můžou v zemědělství ochránit půdu a výsledné zemědělské produkty před účinky různých druhů erozí půdy.

Metodika

Úvod této práce je zpracován formou rešerše k problematice eroze zemědělské půdy v ČR se zaměřením na vybrané druhy agrotechnických opatření. V další části se budu zabývat druhy erozí, příčiny eroze a způsob jak erozím zabránit.

Také bych rád provedl analýzu náročnosti těchto metod, a jak jsou pro danou oblast a dané zemědělce (popř. družstvo) přínosem.

Na základě dnešní moderní vědy a techniky lze těmto skutečnostem předcházet. Pro představení těchto metod budou interpretovány dostupné možnosti. Součástí práce bude interpretace, diskuze a možný návrh řešení.

Doporučený rozsah práce

40 stran

Klíčová slova

Eroze půdy, druhy erozí, vliv eroze na půdu, infiltrace povrchové vody do půdy, vliv eroze na půdní vláhu, vliv klimatických změn na půdní vláhu, vliv vláhy na úrodnost a zemědělskou produkci, agrotechnická opatření na omezení erozí.

Doporučené zdroje informací

VOPRAVIL, Jan, a kol. *Půda a její hodnocení v ČR 1.díl*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 2009. 148 s. [ISBN 978-80-87361-02-3](#).

Brant, Václav, a kol. *Pásová zpracování půdy*, 1. vydání ISBN 978-80-86726-76-2 , Vydavatelství Profi Press s.r.o. , Jana Masaryka 2559/56b, 120 00 Praha 2 - Vinohrady, Praha 2016. 135 s.

JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. 1. vyd. Praha: Powerprint, 2012. 113 s. [Dostupné online](#). [ISBN 978-80-87415-42-9](#).

NOVOTNÝ, Ivan, a kol. *Příručka ochrany proti vodní erozi*. 2., aktualizované vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014. 73 s. [Dostupné online](#). [ISBN 978-80-87361-33-7](#).

Báčová, M., Krása, J., 2016. Application of Historical and Recent Aerial Imagery in Monitoring Water Erosion Occurrences in Czech Highlands. *Soil and Water Research*, 11(4), pp.267-276. ISSN 1801-5395.

Kavka, P., Vláčilová, M., Devátý, J., Dostál, T., Krása, J., 2014. Comparison of Soil Erosion Rills Identification by Mathematical Models and Aerial Photographs. In: 14th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2014, Conference Proceedings vol. II. Sofia: STEF92 Technology Ltd., pp. 521-528. ISSN 1314-2704. ISBN 978-619-7105-18-6.

Krása, J., Stredova, H., Dostál, T., Novotny, I., 2016. Rainfall erosivity research on the territory of the Czech Republic. In: Mendel and Bioclimatology – Conference proceedings. Brno: Mendel University in Brno, 2016, pp. 182-196. ISBN 978-80-7509-397-4.

Neugirg, F., Stark, M., Kaiser, A., Vlacilova, M., Della Seta, M., Vergari, F., Schmidt, J., Becht, M., Haas, F., 2016. Erosion processes in calanchi in the Upper OrciaValley, SouthernTuscany, Italy based on multitemporalhigh-resolution terrestrial LiDAR and UAV surveys. *Geomorphology*, 269, pp. 8-22. ISSN 0169-555X.

Žížala, D., Kapička, J., Novotný, I., 2015. Monitoring Soil Erosion of Agricultural Land in Czech Republic and Data Assessment of Erosion Events from Spatial Database. In: International Conference on „Soil - the non-renewable environmental resource“, Mendelova univerzita v Brně, 7. 9. - 9. 9, 2015. Book of Abstracts. ISBN 978-80-7509-322-6.

Žížala, D., Zádorová, T., Kapička, J., 2017. Assessment of Soil Degradation by Erosion Based on Analysis of Soil Properties Using Aerial Hyperspectral Images and Ancillary Data, Czech Republic. *Remote Sensing [online]*. 1.1., 9 (1). 28. doi: 10.3390/rs9010028.

Předběžný termín obhajoby
2019/2020 LS - FŽP

Vedoucí práce
Ing. Jan Vopravil, Ph.D.

Garantující pracoviště
Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy
Katedra biotechnických úprav krajiny

Elektronicky schváleno dne :

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne :

Děkan

V Praze dne

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Vybraná agrotechnická protierozní opatření zpracoval samostatně pod vedením Ing. Jana Vopravila Ph.D. Veškeré prameny a zdroje informací, které jsem použil k sepsání této práce, byly citovány a jsou uvedeny v seznamu použitých pramenů a literatury.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze:

Podpis:

Filipík Ivan

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Janu Vopravilovi Ph.D. a Ing. Davidu Kinclovi za poskytnuté konzultace, cenné rady a odborné vedení při zpracování této bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval mé rodině za trpělivost a podporu během celého studia.

V Praze:

Podpis:

Filipík Ivan

Vybraná agrotechnická opatření na ochranu zemědělské půdy v závislosti na vláze půdy

Abstrakt

Bakalářská práce „Vybraná agrotechnická opatření“ se zabývá analýzou opatření na ochranu zemědělské půdy proti erozi v závislosti na vláze půdy. V první části jsou vysvětleny pojmy, jako je eroze, druhy erozí a různé typy protierozních opatření a jejich technické zpracování. Je zde představena půda a její diagnostika včetně podrobného popsání půdních horizontů.

V další části tato práce popisuje postup při provádění odběrů půdních vzorků, stanovení lokality pro odběry vzorků a potřebné vybavení a následnou práci s odebranými vzorky.

V hlavní části se tato práce zabývá samotnou praktickou prací na stanovené lokalitě, provedením odběrů půdních vzorků, popisem laboratorního měření a vyhodnocení výsledků měření, které vyhodnotí optimální opatření agrotechnického charakteru jako nejvhodnější opatření na ochranu zemědělské půdy proti erozi v závislosti na vláze.

Klíčová slova: půda, eroze, protierozní opatření, diagnostika půdy, odběry půdních vzorků, postup odběrů, laboratorní měření, rozbor vzorků, povětrnostní podmínky.

The Chosen Agrotechnological Measures of Agricultural Soil Preservation Related to the Soil Moisture

Abstract

Bachelor's thesis "The Chosen Agrotechnological Measures" deals with the analysis of the agricultural soil preservation measures against erosion related to the soil moisture.

In the first part of the theses the terms as erosion, types of erosions and different types of anti-erosional measures and its technical processing are explained. The soil and its diagnostics including the detailed description of the soil horizons are introduced here.

In the next part the theses describes the method of soil sampling implementation, the determination of the sampling locality, the needed equipment and the following work with the taken samples.

In the main part the theses deals with the practical work on the designated locality, soil sampling realisation, description of the laboratory measures and evaluation of the measure results which deduced the optimal agrotechnological measures as the most suitable agricultural soil preservation measures against erosion related to the moisture.

Key Words: soil, erosion, anti-erosional measures, soil diagnostics, soil sampling, sampling methods, laboratory measures, samples analysis, weather conditions.

Obsah

1. Úvod	3
2. Cíle práce	4
3. Metodika	4
4. Půda	5
5. Eroze	6
5.1. Půdní eroze obecně	6
5.2. Druhy půdní eroze	8
5.3. Vodní eroze	8
5.4. Protierozní organizační opatření	12
5.4.1. Delimitace kultur, zejména mezi lesem a zemědělskou půdou	12
5.4.2. Ochranné zatravnění	13
5.4.3. Ochranné zalesnění	13
5.4.4. Protierozní osevní postupy	14
5.4.5. Pásové zpracování půdy	14
5.4.6. Důvody vzniku technologie pásového zpracování půdy	15
5.4.7. Výhody pásového zpracování půdy	15
5.4.8. Technologické principy pásového zpracování půdy	15
5.4.9. Formy pásového zpracování půdy	18
6. Protierozní opatření agrotechnického charakteru	19
6.1. Vrstevnicové zpracování půdy	19
6.2. Půdoochranné zpracování půdy	19
7. Protierozní opatření technického charakteru	22
7.1. Protierozní příkopy	23
7.1.1. Příkop záchytný	23
7.1.2. Příkop sběrný	24
7.1.3. Příkop svodný	24
8. Průlehy	25
8.1. Zatravněné údolnice se stabilizovanou dráhou soustředěného odtoku	26
8.2. Zasadovací pásy	27
8.3. Drenáže	27
8.4. Větrolamy	28
8.5. Kategorie větrolamů	28
8.5.1. Technická založení, výsadba, ochrana a zajištění větrolamů	29
9. Půdní diagnostika	30
9.1. Stratigrafie půd	30
9.2. Genetické a diagnostické horizonty a jejich značení	31
9.3. Nadložní horizonty	31
9.4. Nadložní humus lesních půd	31
9.5. Rašelinné horizonty	32

9.6. Povrchové horizonty organominerální (humusové)	32
9.7. Podpovrchové horizonty	32
9.8. Horizonty spodin	33
9.9. Přechody horizontů	34
9.10. Vlhkost a konzistence	34
9.11. Stupeň pevnosti a tvrdosti za vlhého a suchého stavu	34
10. Odběry půdních vzorků v terénu	35
10.1. Hustota sondážní sítě	35
10.2. Určení polohy průzkumných sond	35
10.3. Volba potřebného druhu průzkumných sond	36
10.4. Odběry vzorků půdy	36
10.5. Potřebné pomůcky pro odběr půdních vzorků	37
10.6. Postup při odebírání půdních vzorků	37
10.7. Místo vybrané pro odběr půdních vzorků	39
10.8. Způsob odběru vzorků	41
11. Laboratorní měření ve VÚMOP Praha	42
11.1. Rozbor odebraných vzorků ze dne 1.8 – 8.8.2019	42
11.2. Rozbor odebraných vzorků ze dne 9.9 – 16.9.2019	43
11.3. Přehled počasí v oblasti provádění odběrů půdních vzorků	44
11.4. Povětrnostní podmínky ze dne 1.8.2019	45
11.5. Povětrnostní podmínky ze dne 8.9.2019	46
12. Diskuze	47
13. Závěr	48
14. Použitá literatura	50
15. Internetové zdroje	51

1. Úvod

Tato bakalářská práce se zaměřuje na zemědělskou půdu, která je nejen naším přírodním bohatstvím, ale především velice důležitou součástí přírody. Za dva největší problémy současné zemědělské krajiny lze označit půdní erozi a sníženou schopnost krajiny zadržovat vodu. Pokud by nastalo, že by došlo k jejímu poškození, pak obnova tohoto bohatství by trvala mnoho let a v některých případech by se vůbec nevrátila do původního stavu.

Součástí půdy jsou i další přírodní složky, jako je například rostlinstvo, voda v přírodě, ale i živočichové. Půda nikdy nefunguje samostatně, proto ji nelze oddělit od ostatních složek v přírodním prostředí.

Ochrana půdy probíhá komplexně s ostatními již zmíněnými složkami. Bakalářská práce je zaměřena na vybraná agrotechnická opatření pro ochranu zemědělské půdy v závislosti na vláze půdy. Dále tato práce vysvětlí různé metody zpracování zemědělské půdy a vhodné pesticidní produkty, které jsou schopny vzhledem k obsahu vláhy pomoci k ochraně půdy.

Cílem této práce je výběr takových opatření, která jsou nejvhodnější pro ochranu zemědělské půdy. Je velice nutné chránit zemědělskou půdu před erozí a následnou degradací, protože půda potřebuje velkou pozornost a obrovské úsilí a péči pro zachování lidstva. Z tohoto důvodu je jí věnována tato bakalářská práce.

Tato práce vysvětluje obecné pojmy, jako je půda, eroze, opatření na ochranu půdy, zpracování půdy, technologické principy zpracování půdy, klimatické podmínky a vhodné polní plodiny.

Základním předpokladem všech opatření, jak organizačních tak agrotechnických by měl být důraz na ochranu půdy jako takové. Půda je složitý otevřený systém, který je úzce propojen s okolním prostředím. Z tohoto důvodu je půda lehce zničitelný, ale také velmi těžce obnovitelný přírodní zdroj. Už jen proto, že se jeden centimetr půdní vrstvy tvoří 80 – 150 let (Ledvina a kolektiv, 2000) a kde stačí jeden přívalový déšť a jsou ztracena celá staletí půdního vývoje. Zde je více než záhodno říci, že naši zemi jsme nezdědili od našich otců, ale půjčujeme si ji od našich dětí.

2. Cíle práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je podat ucelený popis vhodných agrotechnických opatření k ochraně zemědělské půdy v závislosti na vláze půdy, a také věnovat se vývoji těchto opatření a celkově problémům, které s sebou nedostatečná péče o naši půdu nese.

Současně je cílem popsat, charakterizovat a zhodnotit základní složku životního prostředí tj. půdy a problém, který ji nejvíc ohrožuje tj. eroze.

Lze konstatovat, že téma eroze zemědělské půdy je v literatuře publikováno velice často, a přesto je cílem i seznámení široké veřejnosti s touto problematikou.

3. Metodika

Bakalářská práce je zpracována formou rešerše na výše uvedené téma. Jedná se o analýzu různých literárních, internetových a legislativních zdrojů, které jsou uvedeny v závěru práce.

V této práci jsou použity následující postupy:

- a) Sběr informací a dat z předem vybraných, později doplněných zdrojů. Bylo využito knihovny ČZU, centrální městské knihovny, VÚMOP, MZE a s nimi souvisejících institucí.
- b) Setřídění a výběr konkrétních informací a údajů.
- c) Zaměření se na věcný obsah informací. Po jejich rozboru a interpretaci byly shrnuty do logického celku, který byl následně literárně zpracován.

První část práce je soustředěna na vymezení pojmů jako je půda, eroze, ochrana půdy. Dále jsou popsána vybraná agrotechnická opatření, zpracování půdy a vhodné zemědělské plodiny.

4. Půda

Půda je nenahraditelné přírodní bohatství naší země. Hlavní vlastností půdy je její úrodnost, kterou můžeme definovat mnoha faktory. Mimo přirozené úrodnosti, která tvoří její základ, je nejdůležitější potenciální (efektivní) úrodnost půdy, která je vytvářena člověkem. Každý zemědělec může vhodnou agrotechnickou metodou potenciální úrodnost podstatně zvyšovat, ale také ji může nevhodnou metodou snižovat, devastovat půdu, ohrožovat životní prostředí (Škoda, V.).

Půdu lze definovat jako samostatný přírodní útvar vzniklý z povrchových zvětralin zemské kůry a z organických zbytků za působení půdotvorných faktorů. Je životním prostředím půdních organismů, stanovištěm planě rostoucí vegetace a slouží také k pěstování kulturních rostlin. Reguluje koloběh látek, funguje jako úložiště a také jako zdroj potenciálně rizikových látek. Půda je dynamický, stále se vyvíjející živý systém.

Půda je nejcennějším přírodním bohatstvím. Je přirozenou součástí národního bohatství každého státu. Lhotský definuje půdu následovně: „Půda je nenahraditelný přírodní zdroj, základní složka životního prostředí a nezastupitelná podmínka rostlinné a vůbec zemědělské a lesní výroby. V půdním prostředí probíhá koloběh látek, je životním prostředím pro rostliny i živočichy, zadržuje vodní srážky, reguluje jejich odtok a je zásobárnou vodních zdrojů“ (Lhotský, 2006).

Půda se může dále definovat z geologického hlediska a má i pedologickou definici. Geologická definice říká: „Půda je akumulace sypkého materiálu vzniklého na zemském povrchu mechanickým a chemickým zvětráváním hornin a obsahující různě velkou příměs organických látek.“ Podle pedologické definice je půda přírodní útvar, který se vyvinul z povrchových zvětralin zemské kůry a z organických zbytků. Jeho stavba a složení je výsledkem působení klimatu a živých organismů žijících v půdě i na půdě“ (www.is.mendelu.cz). Půda je zdrojem surovin a energie, které lidstvu pomáhají zajistit ekonomický rozvoj a důležité životní potřeby. Půda je také prostorem pro stavbu obydlí a domů, které slouží k hospodářskému, sídelnímu a kulturnímu využití a pro různé aktivity.

V důsledku složitých vazeb, jichž se půda v ekosystémech účastní, nelze jednoznačně určit nejdůležitější funkci půdy. Půda je nezastupitelná v těchto funkcích:

- Je základním článkem potravního řetězce a současně substrátem pro růst rostlin.
- Je životně důležitou zásobárnou vody pro suchozemské rostliny a mikroorganismy a je také filtračním čistícím prostředím, přes které voda prochází.
- Mikroorganismy žijící v půdě jsou velkou a nedoceněnou zásobárnou genetické informace, umožňující průběh důležitých procesů v ekosystémech. Cyklus vody,

uhlíku, dusíku, fosforu a síry probíhá v půdě prostřednictvím interakcí mikrobiální složky s fyzikálními a chemickými vlastnostmi.

- Půda má zcela zásadní a nezastupitelnou roli ve stabilitě ekosystémů a v ovlivňování bilancí látek a energií (www.mzp.cz).

5. Eroze

5.1 Půdní eroze obecně

Samotné slovo „eroze“ je odvozeno z latinského „erodere“ znamenající rozhlodávat. Erozi můžeme charakterizovat jako přírodní proces, při kterém působením vody, větru, ledu příp. jiných činitelů dochází k mechanickému rozrušování povrchu půdy a transportu půdních částic.

Půdní eroze a její nebezpečné účinky jsou známé od nepaměti, resp. od doby, kdy člověk začal vlivem zemědělství cíleně porušovat přirozený kryt půdy, který byl na většině území tvořen lesními společenstvy. Následky půdní eroze měly vždy dalekosáhlé důsledky a byly také podnětem k významným událostem lidských dějin. Jako příklad lze uvést masivní stěhování národů v 5. a 6. století našeho letopočtu, které si vynutilo masivní spásání s následným zpusťšením středoasijských stepí (Janeček, 2008).

Eroze půdy je považována za hlavní problém, který ovlivňuje půdy po celém světě. Je to proces, díky kterému dochází k odstraňování a transportu půdy větrem a vodou. Zatímco eroze je považována za přirozený proces, lidské činnosti jako například změn v zemědělství a postupy hospodaření s půdou způsobují, že k erozi dojde mnohem dříve než za přírodních podmínek (www.Soil-Net.com).

Základním principem eroze půdy jsou přírodní procesy, při kterých působí led, voda, vítr. Tyto přírodní procesy způsobují rozrušování, sedimentaci a transport půdních částic. Eroze se vytváří v průběhu geologického času. Při degradaci půdy jsou obavy z eroze vztahovány ke zrychlené erozi. Je to právě lidská činnost, která významně zvyšuje rychlost eroze (Dufková, 2007).

Rozlišujeme erozi normální (geologickou) a erozi zrychlenou. Normální eroze je přirozený proces v krajině, stejně jako eroze vodních toků. Při tomto procesu dochází ke ztrátám živin a půdních částic, které jsou přirozeně doplňovány z půdního podkladu (Lacková a kolektiv, 2015).

Normální eroze postupně a přirozeně přetváří reliéf krajiny, přičemž v průběhu lidského života je téměř nepozorovatelná. Naproti tomu zrychlená eroze smývá půdní

částice v takovém rozsahu, že nemohou být nahrazeny přirozeným půdotvorným procesem (Bennet, 1939).

V současné době se eroze definuje jako komplexní proces, který zahrnuje rozrušování půdního povrchu, transport a sedimentaci uvolněných půdních částic působením vody, větru, ledu a jiných tzv. erozních činitelů. Působením eroze se zemský povrch na jedné straně snižuje – degraduje, na druhé straně hromaděním usazených hmot vyvyšuje – agraduje. Výsledkem toho je zarovnění zemského povrchu – planace. Na vymezení a zpřesnění pojmu eroze má hlavní zásluhu americký erodolog H. H. Bennet a jeho kolektiv.

Bennet (1939) rozlišuje erozi normální nebo - li geologickou, kterou nazývá přirozenou, a erozi zrychlenou. Úkolem ochranných opatření je snížení lidským působením zrychlené eroze na úroveň normální, geologické eroze.

Půdní eroze způsobená vodou a následným odtokem je mnohokrát považována za nevyhnutelný jev spojený se zemědělstvím na svažitém pozemku. Ztráta půdy erozí nebo odtokem však není nevyhnutelný proces. Podle Lala (1982) je výskyt poškození erozí na obdělávané půdě pouze příznakem zneužití půdy v ekologickém prostředí. Jinými slovy, byly použity nevhodné zemědělské postupy. Zemědělec může pomocí využití místních a přizpůsobení zemědělských systémů a postupů řízení účinně kontrolovat erozi, omezit odtok a zvýšit pronikání vody do své půdy (Derpsch, 1991).

Eroze půdy ochuzuje zemědělské půdy o nejúrodnější část – ornici, zhoršuje fyzikálně-chemické vlastnosti půd, zmenšuje mocnost půdního profilu, zvyšuje šterkovitost, snižuje obsah živin a humusu, poškozují plodiny a kultury, znesnadňuje pohyb strojů po pozemcích a způsobuje ztráty osiv, sadby, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin. Transportované půdní částice a na nich vázané látky znečišťují vodní zdroje, zanášejí akumulární prostory nádrží, snižují průtočnou kapacitu toků, vyvolávají zakalení povrchových vod, zhoršují prostředí pro vodní organismy, zvyšují náklady na úpravu vody a těžbu usazenin a velké povodňové průtoky poškozují budovy, komunikace, koryta vodních toků apod. V některých lokalitách dochází k takové devastaci půdy, že přestává být vhodná k zemědělskému využití (Janeček a kol., 2002).

Protierozní ochrana je podmínkou udržení úrodnosti půd, ochrany pěstovaných plodin, ochrany vodních zdrojů, průmyslových a zemědělských objektů, komunikací a dalších staveb. Protierozní ochranou rozumíme soubor opatření k zeslabení nebo omezení účinku eroze na půdu, půdní vláhu, povrchovou vodu a pěstované plodiny. Protierozní opatření umožňují erozi omezovat na přípustnou míru (Valla a kol., 2006).

Dosáhnout snížení eroze by mělo být cílem každého vlastníka či nájemce pozemku ohroženého erozí. V zájmu omezení škod erozí je proto nutné uplatňovat komplexní opatření, která zajistí ochranu půdy před účinky dopadajících kapek, podpoří však vody do půdy, omezí unášecí sílu vody a soustředování povrchového odtoku a zajistí neškodné

odvedení povrchové odtékající vody, včetně zachycení smyté zeminy (Janeček a kol., 2008).

V současné době je celá řada studií, jejichž výsledky potvrzují výrazný ochranný efekt metod zpracování půdy, které využíváme v rámci půdoochranných technologií, proti účinkům větrné a zejména vodní eroze v ohrožených oblastech (Vach, Javůrek, 2011).

Protierozní ochrana půdy poskytuje komplexní návrhy a zpracování procesů eroze půdy a metod, které se dají použít pro její kontrolu. Tento komplex návrhů a procesů zahrnuje veškeré nové informace o erozi půdy, postupy zpracování půdy, hodnocení rizik, používání erozních modelů (Morgan, 2005).

5.2 Druhy půdní eroze

Podle účinků erozního činitele se eroze dělí do následujících kategorií:

- vodní
- ledovcová
- sněhová
- větrná
- zemní
- antropogenní

Jednotlivé druhy půdní eroze se můžou vyskytovat jednotlivě nebo v kombinaci, vytváří různou intenzitu erozních procesů. V globálním měřítku největší škody na zemědělské půdě způsobuje vodní a větrná eroze (Holý, 1994).

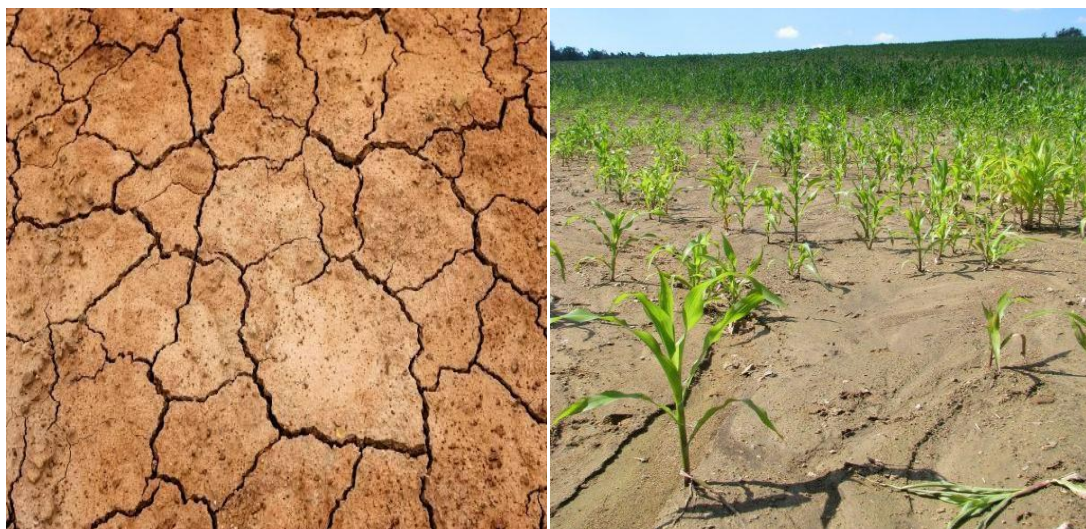
5.3 Vodní eroze

Vodní eroze z celosvětového hlediska ohrožuje zemědělský půdní fond více jak z poloviny. Vodní erozi je ohroženo 1,4 mil. ha, a z toho je 450 tis. ha ohroženo výrazně. Hlavní příčinou vzniku eroze jsou rostoucí denní srážkové úhrny, i přes klesající roční srážkový úhrn (Hauptman a kol., 2009).

Vodní eroze je vyvolávána kinetickou energií dešťových kapek dopadajících na půdní povrch a spočívá v narušování povrchu země dešťovými kapkami a povrchovým odtokem a dle formy ji dělíme na: erozi plošnou, výmolovou a proudovou.

U plošné eroze je půda narušována téměř rovnoměrně po celé ploše pozemku nebo určité části svahu. Čím je plocha svahu rovnější, tím jsou podmínky pro soustředování vody menší. Ale ani dokonale rovný povrch nezabrání soustředování vody na svahu do rýžek a proto se dá plošná eroze těžko oddělit od výmolové.

Při působení plošné eroze se půdní profil snižuje postupně, a v některých případech až na skalní podloží. Eroze se na povrchu půdy projevuje selekcí půdních částic a vznikem odtokových drah různých rozměrů (rýžek, rýh, výmolů), v místech výrazné koncentrace povrchového odtoku se mohou vytvářet strže. V depresích a na místech menšího sklonu dochází zpravidla na níže ležících plochách k ukládání půdních částic (Janeček, 2008).



Obr. 1. Narušení zemědělské půdy erozí(vúmop.cz)

Podle účinků na povrch zemědělské půdy dělíme vodní erozi do kategorií:

- plošná eroze
- výmolová eroze
- proudová eroze

První fází plošné eroze je kapková eroze, při které vznikají v půdě drobné jamky. Další fází je eroze, která probíhá pohybem vody po nakloněné ploše půdního povrchu. Při malém pohybu vody jsou vyplavovány nejjemnější půdní částice, a proto má silný výběrový účinek. Povrchový odtok vzniká v okamžiku, kdy intenzita deště přesáhne vsakovací schopnost půdy. Vyplavováním částic se na povrchu půdy tvoří hrubozrnná vrstva, která současně chrání půdu před rozrušujícím účinkem padajících kapek. Soustředěním plošného odtoku vzniká rýžková eroze o hloubce a šířce 2 - 10 cm (Janeček, 2008).

Výmolová eroze spočívá v postupném soustředování plošného odtoku a následném vytváření mělkých, postupně se prohlubujících zářezů. Výmolová eroze (30 -100 cm) vzniká v členitém terénu a na dlouhých svazích.

Proudová vodní eroze probíhá ve vodních tocích působením vodního proudu. Rozrušuje-li proudová vodní eroze pouze dno, jde o erozi dnovou, rozrušuje-li břehy, jde o erozi břehovou.

K určení ohroženosti zemědělských půd vodní erozí a k hodnocení účinnosti navrhovaných opatření se podobně jako v jiných zemích i v České republice používá tzv. "Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí - USLE". Hodnota přípustné ztráty půdy slouží ke stanovení míry erozního ohrožení pozemku a je definována jako maximální velikost eroze půdy, která dovoluje dlouhodobě a ekonomicky postupně udržovat dostatečnou úroveň úrodnosti půdy (Janeček a kol., 2012).

Ztráta půdy vodní erozí se stanoví na základě rovnice USLE takto:

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

- kde: G je průměrná dlouhodobá ztráta půdy /t. ha⁻¹ . rok⁻¹
- R faktor erozní účinnosti dešťů, vyjádřený v závislosti na kinetické energii, úhrnu a intenzitě erozně nebezpečných dešťů,
- K faktor erodovatelnosti půdy, vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty v ornici a propustnosti půdního profilu,
- L faktor délky svahu, vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikosti ztráty půdy erozí,
- S faktor sklonu svahu, vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí,
- C faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu, vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice,
- P faktor účinnosti protierozních opatření.

Hlavní výhodou této rovnice je v její jednoduché použitelnosti, minimální velikost přístupných dat a nenáročnost na výpočetní techniku.

Nevýhodou této rovnice je výstup v dlouhodobých průměrných hodnotách, které nepopisují kontingenci erozních procesů v období přívalových dešťů (Kadlec a kol., 2014).

Vypočtená hodnota představuje dlouhodobou průměrnou roční ztrátu půdy a udává množství půdy, které se uvolňuje vodní erozí, nezahrnuje však ukládání na níže ležících plochách (Janeček a kol., 2012).

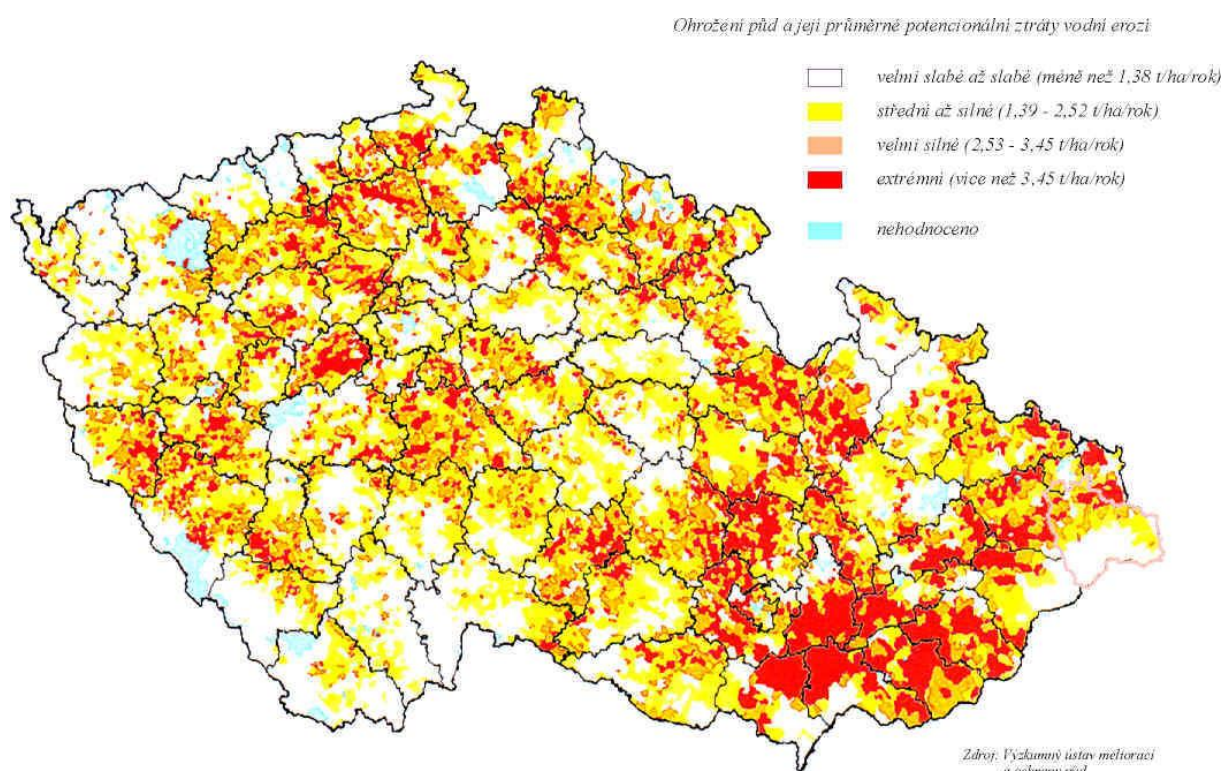
Pokud hodnota dlouhodobého průměrného smyvu půdy nepřekročí hodnotu přípustné ztráty půdy, nedochází na dané lokalitě ke zrychlené erozi a jsou zachovány funkce půdy a její úrodnost. Pokud vypočtená ztráta půdy překročí hodnotu přípustné ztráty půdy, dojde vlivem vodní eroze k nadlimitní ztrátě půdy a následně ke ztrátě funkcí půdy a snižování její úrodnosti.

Hodnoty přípustné ztráty půdy erozí jsou stanoveny především z hlediska dlouhodobého zachování funkcí půdy a její úrodnosti. Pozemky s mělkou půdou do 30 cm

by neměly být využívány pro polní výrobu. U pozemků středně hlubokých 30 – 60 cm (možno i nad 60 cm) jsou zemědělsky nejhodnotnější (nejúrodnější) půda.

Hloubka půdy je charakterizována mocností půdního profilu, kterou omezuje skalní podloží, rozpad půdy nebo vysoká skeletovitost. Hloubka půdy se určuje terénním průzkumem v místech nejsvažitéjší části pozemku (Novotný a kol., 2017).

Hloubka půdy	Kód kombinace skeletovitosti a hloubky půdy (5. číslice kódu BPEJ)	Přípustná ztráta půdy erozí
mělká (<30 cm)	5, 6	doporučeno převést do TTP
středně hluboká (30 - 60 cm) a hluboká (> 60 cm)	0, 1, 2, 3, 4, 7	4, 0



Obr. 2. Mapa ohrožení půd a její průměrné potenciální ztráty vodní erozí

5.4 Protierozní organizační opatření

Pro ochranu půdy proti erozi rozlišujeme několik skupin protierozních opatření. Jsou to organizační opatření a agrotechnická opatření.

Organizační opatření v sobě spojují způsoby uspořádání pozemků a jejich využívání. Do organizačních opatření zařazujeme ta opatření, která obsahují návrhy změn kultur a jejich protierozní rozmístování v rámci střídání a sledu plodin. Podmínky pro rozvoj procesů eroze na zemědělských půdách u nás jsou do jisté míry specifické.

Pravděpodobně k tomu došlo v rámci kolektivizace a intenzifikace zemědělství ke zcelování pozemků do velkých celků. Základem organizačních protierozních opatření je situování pozemků delší stranou ve směru vrstevnic, zvolení vhodné velikosti a tvaru pozemku a vymezení parcel vhodných ke změně druhů pozemků. Organizační opatření na orné půdě jsou zejména v projektech KPÚ navrhována v součinnosti s ostatními opatřeními a předpokládají dobrou spolupráci a zainteresovanost hospodařících subjektů.

K opatřením organizačního charakteru se řadí (Janeček a kol., 2017):

- Delimitace kultur, zejména mezi lesem a zemědělskou půdou
- Ochranné zatravnění a zalesnění
- Protierozní osevní postupy
- Pásové pěstování plodin
- Pozemkové úpravy, jimiž se mění velikost pozemků a jejich orientace, včetně trasování polních cest

5.4.1 Delimitace kultur, zejména mezi lesem a zemědělskou půdou

Delimitace kultur znamená jejich umístění v rámci pozemku půdního fondu, tj. prostorová a funkční optimalizace pozemku, který slouží k pěstování jednotlivých kultur.

Jednotlivé kultury poskytují různé podmínky pro vsakování srážkových vod do půdního profilu. Polohové rozmístění jednotlivých kultur má obrovský vliv na vznik a průběh povrchového otoky a tím i na celou protierozní odolnost půdy. Jde o začlenění jednotlivých kultur v rámci organizace půdního fondu na ornou půdu, pastviny, louky, sady, chmelnice, vinice a zahrady (Podhrázská, Dufková, 2005).

Základem organizačních protierozních opatření je situování pozemků delší stranou ve směru vrstevnic a zvolení vhodné velikosti a tvaru pozemku. Organizační opatření se na orné půdě navrhují v součinnosti s ostatními protierozními opatřeními a předpokládají spolupráci a zainteresovanost hospodařících subjektů (Novotný a kol., 2017).

Zásada ochrany proti vodní erozi organizačními opatřeními vychází ze znalosti příčin vzniku erozních jevů a zákonitostí jejich rozvoje a vyústí v obecné protierozní zásady:

- včasný termín výsevu plodin,
- výsev víceletých pícnin do krycí plodiny,
- posun podmítky do období s nižším výskytem přívalových dešťů, tzn. na září,
- zařazování bezorebně setých mezplodin,
- rozmístění plodin podle ohroženosti pozemku.

Další nedílnou součástí protierozní ochrany je vegetační pokryv, který:

- chrání půdu před přímým dopadem kapek,
- podporuje vsak dešťové vody do půdy,
- kořenovým systémem zvyšuje soudržnost půdy, která je tak odolnější vůči účinkům stékající vody (Janeček a kol., 2012).

5.4.2 Ochranné zatravnění

Ochranné zatravnění je používáno na pozemcích, které z hlediska ztrát půdy erozí nemůžeme využít jako ornou půdu. Optimálně zapojený travní porost je nejlepší protierozní ochranou. Pro kvalitu vegetačního krytu je preferována tráva výběžkatá, která tvoří pevný drn (zejména u protierozních opatření liniového charakteru). Dalším druhem může být zatravnění drah soustředěného povrchového odtoku, kdy se doporučuje dodržování šířky údolnice nejméně 5 m a je vhodné tuto plochu drenáží a tu zaústit do recipientu s dostatečnou kapacitou.

Trvalými travními porosty by měly být chráněny plochy:

- podél břehů vodních toků a nádrží,
- v drahách soustředěného povrchového odtoku,
- profily průlehů a těles ochranných hrázek (Janeček a kol., 2012).

5.4.3 Ochranné zalesnění

Ochranné zalesnění se nejvíce používá jako plošné zalesnění nebo jako ochranný lesní pás. Dobře zapojený hustý les (optimální je les smíšený) s bohatým bylinným patrem a s půdou krytou mocnou vrstvou hrabanky, zajišťuje vysokou protierozní ochranu půdy.

Propustnost půdy se většinou směrem do údolí snižuje a při větší sběrné ploše nastává povrchový odtok, který způsobí vznik erozních procesů. Vedle srážek rozhoduje o intenzitě eroze zejména sklon území, proto se mu také musí přizpůsobit výběr kultur.

Údolní polohy jsou charakterizovány těžšími a méně propustnými půdami, obohacené erozními procesy o jemné půdní částice a živinami ze svahů. Tyto půdy jsou

charakteristické vysokou kapilární jímavostí, a proto jsou vhodné pro pícniny, zeleninu a jiné plodiny náročné na vláhu (Holý, 1994).

5.4.4 Protierozní osevní postupy

Základem, zajišťujícím ochranu půdy proti vodní erozi je pěstování plodin nedostatečně chránících půdy před erozí (okopaniny, kukuřice a ostatní širokořádkové plodiny). Protierozní rozmístění plodin na svazích patří k obecným zásadám ochrany půdy. Při tradiční pěstování můžeme plodiny seřadit podle jejich protierozní účinnosti od nejvyšší po nejnižší protierozní účinnost, a to v pořadí : travní porosty – jetel – vojtěška – obilnina ozimá – obilnina jarní – řepka ozimá – hrách – plodiny okopaninového charakteru (slunečnice, brambory, cukrovka, kukuřice) a podle toho i rozmisťovat plodiny na pozemcích.

Na půdě středně erozně ohrožené se musí nedostatečný ochranný účinek širokořádkových plodin zvýšit např. použitím vrstevnicových pásů okopanin a víceletých pícnin, zatímco obilninami je možné osévat celé pozemky.

Při výsadbě sadů a vinic je z hlediska protierozní ochrany důležité dodržet směr výsadby podél vrstevnic (Janeček a kol., 2008).

Budeme – li posuzovat vliv plodin a kultur na povrchový odtok, pak např. přívalová srážka, která způsobí odtok $100\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$, projeví se v porostech širokořádkových plodin (okopanin, kukuřice, zeleniny, ovocných výsadeb, vinic a chmelnic) povrchovým odtokem o velikosti $46 - 66\text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, v porostech úzkořádkových plodin (obilovin, luskovin a olejnin) $32 - 38\text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, v porostech víceletých pícnin $7 - 29\text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ a na dobře odvodněné louce jen $0 - 7\text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$.

Při vrstevnicovém obdělávání se povrchový odtok z porostů širokořádkových plodin za uvedených podmínek sníží na $31 - 48\text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ z úzkořádkových plodin na $18 - 27\text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ a z víceletých pícnin na $2 - 21\text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$. Při pásovém střídání plodin se povrchový odtok u širokořádkových plodin sníží na $25 - 42\text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ a u úzkořádkových na $17 - 23\text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ (Janeček a kol., 2002).

5.4.5 Pásové zpracování půdy

Základním principem technologie strip tillage je pásové zpracování půdy v místě budoucího setí následné plodiny. Stanovení hloubky kypření je určeno půdním profilem, termínem provedení kypření, plodinou, pro kterou je určeno, a hloubkou uložení hnojiv.

Nakypřený pás půdy má optimální podmínky pro vývoj kořenového systému a nadzemní části rostliny. Kyprá půda vyznačující se vyšším podílem mezipůdních prostor vyplněných vzduchem a bez rostlinného pokryvu přispívá k rychlejšímu ohřevu zeminy.

Vyšší teplota půdy podporuje rozvoj kořenového systému rostlin směrem do větších hloubek. Vývoj kořenů je kladně ovlivněn také nižším utužením půdy a může být následně regulován působením hnojiv uložených při kypření do půdy. V čase vývoje, hlavně s nástupem období spojených s nedostatkem vody, čerpají rostliny vodu z nekypřeného meziřádku, jehož vlhkost kladně ovlivňuje přítomnost posklizňových zbytků na povrchu půdy omezujících evaporaci. Nakypřená půda také výrazně přispívá k podpoře infiltrace vody do půdy, zejména z hlediska vsakování vody stékající po rostlinách. Posklizňové zbytky v meziřádku výrazně snižují riziko vzniku vodní eroze (Brant a kol., 2016).

5.4.6 Důvody vzniku technologie pásového zpracování půdy

Hlavním důvodem vzniku této technologie je hledání optimalizace systémů setí do nezpracované, a velmi mělce zpracované půdy. Stejně jako všechny technologie pásového zpracování půdy, má i systém přímého setí nebo mělkého zpracování určitá omezení. Jde hlavně o postupné utužování půdy, pomalé ohřívání půdy na jaře, snížení ideální teploty půdy pro růst vegetace, okyselování vrchní vrstvy půdy, snížení intenzifikace výroby a efektivity využívání hnojiv (Brant a kol., 2016).

5.4.7 Výhody pásového zpracování půdy

Za hlavní výhody pásového zpracování půdy jsou považovány:

- Ochrana půdy v důsledku ponechání rostlinných zbytků v meziřádcích a omezení vodního stresu při hlubším zpracování půdy.
- Zlepšení půdních podmínek pro vývoj rostlin v řádcích.
- Uložení hnojiv do blízkosti kořenů, což umožňuje i snížení jejich množství, a cílené ovlivnění rozvoje kořenového systému rostlin.
- Vhodné podmínky pro setí, spočívající v častějším termínu setí.

Významnou předností pásového kypření, ve srovnání s technologiemi zpracovávajícími celý povrch pozemku je zvýšení zásoby vody v půdě důsledkem jejího nezpracování mezi řádky plodiny a snížení evaporatione z důvodu pokrytí meziřádků rostlinnými zbytky. Eliminace výparu z půdy je vždy závislá na množství rostlinných zbytků na povrchu půdy. (Brant a kol., 2016).

5.4.8 Technologické principy pásového zpracování půdy

Technologický princip pásového zpracování půdy představuje zpracování půdy v pruzích ve směru řádků následně vysévané plodiny. Při využití širší rozteče řádků (0,7 m a více) nepřesahuje plošný podíl zpracované půdy více než 1/4 povrchu pozemku. Podíl

zpracované plochy pozemku je závislý na rozteči řádků. Ta může být 0,4 až 0,9 m. Rozteč řádků se také odvíjí od stavu povrchu půdy a orničního profilu (Brant a kol., 2016).



Obr. 3. Pásové zpracování půdy (www.pal.cz)

Při zpracování půdy dochází k jejímu rozříznutí pomocí prořezávacího disku, který se zároveň podílí na vedení stroje a dle konstrukce může být využíván jako disk opěrný. Plochý prořezávací kotouč může být doplněn opěrnými koly, které jsou mírně přesunuty vpřed. Následně dojde k odstranění rostlinných zbytků z povrchu zpracovávaného pásu pomocí odhrnovačů rostlinných zbytků čistícími paprskovými kotouči. Poté je půda kypřena dlátem nebo radlicí.

Součástí kypřícího stroje může být aplikátor tuhých a kapalných hnojiv. Aplikátor zajišťuje uložení hnojiva do jedné nebo dvou hloubek půdy (Brant a kol., 2016).

Pásovým střídáním plodin můžeme omezit ztráty půdy erozí tak, že se střídají pásy plodin chránících půdu (travní porost, jetel, vojtěška, ozimá obilnina, hrách, řepka ozimá) s pásy plodin s nízkým protierozním účinkem.

Při pásovém střídání plodin je využíváno protierozního účinku vegetace a jejího příznivého vlivu na vsak vody do půdy. Spočívá ve vrstevnicovém střídání pásů plodin nedostatečně chránících půdu před erozí (okopaniny a obiloviny) s ochrannými pásy erozně méně ohroženými (travní porosty) (Brant a kol., 2016).



Obr. 4. Stroj na pásové zpracování půdy (www.pal.cz)

Technologie pásového zpracování půdy je výsledkem hledání pracovních postupů, které při zajištění vhodných podmínek pro porosty plodin zvýší ochranu půdy před poškozováním její úrodnosti, zejména vodní erozí. Technologie pásového zpracování půdy byly vypracovány pro plodiny pěstované při velké rozteči řádků, především pro kukuřici na siláž i na zrno, cukrovou řepu, slunečnici i čirok (Pulkrábek a kol., 2015).

Jako hlavní přednost pásového kypření, ve srovnání s technologiemi zpracovávajícími celý povrch pozemku se projevuje zvýšením zásoby vody v půdě v důsledku jejího nezpracování mezi řádky plodiny a snížení evaporace z důvodu pokrytí mezířádků rostlinnými zbytky. Výpar z půdy je vždy závislý na množství rostlinných zbytků na povrchu půdy. Technologie pásového zpracování půdy má i velký vliv na snížení produkce CO₂ na jednotku plochy při srovnání s celoplošnými systémy zpracování půdy. Používání pásového zpracování půdy jednoznačně vede, oproti konvenčním technologiím, k celkovému poklesu spotřeby pohonných hmot na jednotku plochy, a tím i ke snížení energetických a ekonomických vstupů (Nowatzki a kol., 2011).



Obr. 5. Pásové zpracování plodin (Encyklopedie vumop.cz)

5.4.9 Formy pásového zpracování půdy

V rámci pásového zpracování půdy rozlišujeme několik systémů, které vychází z požadavků pěstebních systémů, plodiny, půdních podmínek, struktury krajiny, reliéfu apod.

- klasické pásové zpracování půdy
- intenzivní pásové zpracování půdy

Základní princip klasického zpracování půdy spočívá v provedení kypření do nezpracovaného strniště předplodiny, nebo do strniště ošetřeného mulčovacemi branami podle předplodiny. Systém se využívá hlavně při větší rozteči řádků. S roztečí řádků narůstá taktéž prostor pro ukládání rostlinných zbytků odhrnovaných z povrchu kypřeného pásu. Tento prostor je důležitý v případech, kdy předplodina ponechává velké množství posklizňových zbytků (Brant a kol., 2016).

Kvalitní odsunutí zbytků je rovněž důležité jak pro dobrou orientaci při setí, není-li využito navigačních systémů, tak pro kvalitní vysetí a vycházení rostlin. Klasické pásové zpracování půdy se uplatňuje při podzimním nebo jarním kypření ploch osetých vymrzající nebo nevymrzající mezipločinou bez zpracování půdy.

Toto zpracování lze všeobecně považovat za efektivnější v rámci protierozní ochrany půdy, neboť povrch meziřádku je pokryt nejenom strništěm, ale i případnými posklizňovými zbytky. Tato nezpracovaná půda mezi nakypřenými řádky vytváří výraznější optický kontrast a tím i lepší orientaci při setí (Brant a kol., 2016).

6. Protierozní opatření agrotechnického charakteru

6.1 Vrstevnicové zpracování půdy

Agrotechnická opatření jsou založena na principu vytvoření dostatečné ochrany půdního povrchu v období největšího výskytu přívalových srážek, kdy zejména širokořádkové plodiny (kukuřice, brambory, cukrová řepa, slunečnice apod.) půdu svým vzrůstem a zapojením nedostatečně chrání.

Rozhodujícím faktorem při zpracování půdy orbou je směr provádění orby a ostatních agrotechnických opatření. Je-li sklon pozemku optimální a mechanizační prostředky to zvládnou, mělo by být oráno po vrstevnici popřípadě s malým odklonem od tohoto směru, nejlépe oboustrannými otočnými pluhý, které umí překlápět půdu vždy proti svahu.



Obr. 6. Vrstevnicové zpracování půdy (Encyklopedie vumop.cz)

Všeobecně platí, že nejvíce erozně ohrožená půda je půda bez vegetačního krytu. Z toho vychází další způsob agrotechnického opatření, tzv. půdoochranné zpracování půdy.

6.2 Půdoochranné zpracování půdy

Systém půdoochranného zpracování půdy spočívá v ochraně povrchu půdy před působením eroze zapojeným porostem pěstovaných plodin a ponecháním posklizňových zbytků na povrchu půdy jako mulč. Erozí ohrožená půdy by neměla zůstat delší dobu bez dostatečného vegetačního pokryvu.

Místo orby se půda pouze kypří kypřiči. Při bezorebném zpracování strništních ploch se posklizňové zbytky zapravují do půdy jen částečně. Na povrchu se vytvoří mulč. Stroje

půdu nepřeklápí, ale jen drobí. Definice hovoří o systému, který v době vcházení rostlin zajišťuje minimálně 30% pokrytí půdy rostlinnými zbytky (Janeček a kol., 2008).



Obr. 7. Ponechání posklizňových zbytků (Encyklopedie vumop.cz)

Ponechání rostlinných zbytků mulče na povrchu půdy při provedení bezorebné technologie má také své výhody a nevýhody.

Výhody:

- ❖ zvýšení vlhkosti, zlepšení infiltrace, snížení výparu, omezení vzniku půdního škraloupu, snížení počtu pojezdů a úspora energie.

Nevýhody:

- ❖ snížení teploty, zvýšení možnosti zaplevelení a potřeba herbicidů, choroby rostlin, předplodiny a podplodiny odčerpávají vláhu a živiny.

Kypřiče byly původně používány z důvodů dosažení energetických úspor, ale brzy byla uznána i jejich protierozní účinnost (Janeček a kol., 2008).

Tato technologie je založena na dvou hlavních myšlenkách:

- redukovat práci na základním zpracování půdy (šetrně kypřit) bez obracení zpracované vrstvy půdy a dosáhnout tak stabilní půdní struktury
- ponechat rostlinné zbytky předplodin a meziplodin na povrchu půdy nebo v povrchové vrstvě ornice

Půdoochranné zpracování půdy obsahuje celou řadu technologických postupů, mezi něž zahrnujeme (Hůla a kol., 2003):

- výsev do ochranné plodiny
- výsev do hrubé brázdy
- výsev do strniště
- hrázkování/důlkování
- mulčování

Při použití technologie hrázkováním meziřadí a důlkováním povrchu půdy se srážková voda zadržuje na povrchu půdy a prodlužuje se doba její infiltrace do půdního profilu. Tyto technologie se realizují speciálními stroji – hrázkovačem a důlkovačem. Hrázkování meziřadí se používá u širokořádkových plodin.

Nejvýznamnější protierozní opatření agrotechnického charakteru je setí do mulče. Ochranný vliv vegetace závisí nejen na stupni pokrytí půdy mulčem, ale i na výšce a rovnoměrnosti rozprostření mulče.

Možnosti setí do mulče jsou:

- zasetí do ponechaného strniště s posklizňovými zbytky po sklizni přezimující meziplodiny
- zasetí do slámy obilní předplodiny ponechané na povrchu půdy nebo mělce zapravené kypřením
- zasetí do přemrzlých meziplodin

Technologie setí do ponechaného strniště s rostlinnými zbytky po sklizni přezimující meziplodiny se vyznačuje dobrou protierozní účinností, ale je nutné provést likvidaci plevelů použitím herbicidů.

Technologie setí do obilní slámy předplodiny ponechané na povrchu půdy nebo mělce zapravené prokypřením kypřičem je pro zemědělce nejlépe proveditelná rotačním přesným secím strojem.

Technologie pěstování ve vymrznuté meziplodině se vyznačuje vysokou protierozní účinností a po převážnou část roku chrání půdu před vodní erozí. Během zimy vymrzající meziplodina odumře a následná plodina se na jaře vysévá do půdy pokryté mulčem vzniklého z porostu vymrznuté meziplodiny (Janeček a kol., 2008).

Pokrytí půdy vegetací nebo mulčem působí velice příznivě na snížení povrchového odtoku nejen svou vlastní intercesí, ale zejména zachycováním kinetické energie dopadajících kapek deště. Přítomnost mulče na povrchu půdy zvyšuje však a redukuje ztráty vody výparem.

Míra půdní eroze je snižována zvyšujícím se zakrytím půd mulčem, při kompletním pokrytí půdy rostlinnými zbytky je odnos zeminy téměř zcela odstraněn (Hůla, Procházková, 2008).

7. Protierozní opatření technického charakteru

Technická protierozní opatření jsou navrhována jako prvek komplexního systému protierozních opatření hlavně na pozemcích, kde povrchový odtok ohrožuje zastavěné části obce. Základní účinek technických protierozních opatření se zvyšuje v kombinaci s protierozními opatřeními organizačního a agrotechnického charakteru.

Technická opatření by měla svým umístěním vhodným způsobem usměrňovat obdělávání pozemků a tím i nepřímo podporovat udržitelný způsob hospodaření zemědělských subjektů. Hlavním principem technických opatření je působení na dva základní erozní činitele:

- sklon svahu
- délka svahu

Optimálním návrhem prostorového umístění záchytných prvků technických opatření dojde ke snížení hodnoty faktoru délky svahu L . Jsou navrhovány tak, aby svým rozmístěním usměrňovaly směr obdělávání pozemků. Vhodným rozčleněním svahu je možné do takto vymezených pásů situovat různé kultury. Systém liniových technických protierozních prvků v kombinaci se zelení funguje v krajině jako významná součást územních systémů ekologické stability krajiny (Janeček a kol., 2012).

Mezi technická protierozní opatření zahrnujeme protierozní:

- příkopy
- průlehy
- hrázky
- meze
- nádrže
- terasování

Technická protierozní opatření je třeba navrhovat a dimenzovat na určenou míru bezpečnosti, která je vyjádřena dobou opakování přírodního jevu, před kterým mají poskytovat svoji ochranu. Ta by se měla pohybovat od minimálně 5 let v běžných podmínkách až po 20 – 50 let při ochraně intravilánu nebo jiné významné infrastruktury (Janeček a kol., 2012).

7.1 Protierozní příkopy

Protierozní příkop je mělký, široký příkop s mírným sklonem svahů, který je zpravidla založený v malém podélném sklonu, kde se povrchová stékající vody zachycuje a je nevhodně odváděna. Protierozní příkop je liniový prvek, který je umístěný na pozemku v místě nutného přerušení svahu. Příkop je vrstevnicově orientován s mírným podélným sklonem. Nejčastěji je lichoběžníkového profilu s šířkou ve dně 0,3 – 0,6 m, hloubkou mezi 0,6 – 1,2m a sklonem svahu 1:1,5 – 1:2. Příkopy jsou dimenzovány na dobu opakování srážky nejméně 5 let, pokud je základním cílem jen ochrana vlastního zemědělského pozemku.

Z důvodu nezbytné údržby a čištění se při stavbě příkopů dává přednost hladkým betonovým prvkům – např. žlabovkám nebo polovegetačním tvárnici (Novotný a kol., 2017).

Protierozní příkopy dále dělíme na:

- příkop záchytný
- příkop sběrný
- příkop svodný

7.1.1 Příkop záchytný

Příkop záchytný se staví nad chráněným pozemkem nebo lokalitou a brání přítoku vnějších vod na pozemek. Hlavním úkolem záchytného příkopu je zachytit povrchový odtok z plochy a odvést ho mimo chráněnou plochu. Pro správnou funkčnost záchytného příkopu je nutné dodržet obecnou zásadu, že zachycená voda musí být odvedena až k recipientu.



obr. 8. Protierozní příkop záchytný (Encyklopedie vúmop.cz).

7.1.2 Příkop sběrný

Příkop sběrný se buduje přímo v místě chráněného zemědělského pozemku, zpravidla nad chráněným územím s úkolem zkrátit volnou délkou povrchového odtoku tak, aby nedošlo k překročení přípustné ztráty půdy.

Podélný sklon a příčný profil určuje kapacitu příkopu a rychlost proudění odváděné vody, podle které je třeba posoudit stabilitu dna a svahů. Proto je z důvodu snadnější údržby a ceny realizace preferováno, aby sběrné příkopy byly nezpevněné.

Je-li sběrný příkop na pozemku dlouhý, musíme počítat s tím, že se po délce bude měnit (zvětšovat) jejich dimenze podle toho, jak bude po délce natékat další voda (Novotný a kol., 2017).

7.1.3 Příkop svodný

Příkop svodný slouží k odvádění odtoku a transportovaných splavenin. Příkopy svodné jsou zpravidla situovány s vyšším podélným sklonem a jsou proto zpevněny. Druhy zpevnění se určují podle tečného napětí.

Orientační parametry příkopů jsou:

- podélný sklon do 3%
- sklon svahu 1:1,5 – 1:2
- maximální délka – 800 m
- maximální hloubka – 100 cm
- minimální hloubka – 40 cm.

Návrh podélného sklonu a příčného profilu se provede pomocí hydrologických metod. Podélný sklon a příčný profil určují kapacitu příkopu a rychlost proudění.

Příkop svodný je recipientem příkopů sběrných, případně záchytných. Jsou vedeny v minimálním spádu a jejich hlavním úkolem je vodu zachytit a odvést mimo pozemek. Příkop svodný musí zachycenou vodu svést až k recipientu, tzn. že musí překonat určité výškové převýšení a je pravděpodobné, že se tak bude dít ve větších sklonech.

Do tohoto příkopu může být svedeno i několik příkopů sběrných nebo záchytných, proto je jeho dimenzování zpravidla větší. Díky většímu sklonu jsou tyto příkopy vždy opevněny betonovou žlabovou nebo betonovou deskou ve dně a v patách svahu. Tyto objekty jsou z důvodu snížení sklonu a zpomalení odtoku budovány kaskádovitě za sebou (Novotný a kol., 2017).

8. Průlehy

Protierozní průleh je svou funkcí velice blízký protieroznímu příkopu. Hlavní rozdíl je v hloubce průlehu, který bývá mělký a sklonu jeho svahů, které nesmí překročit 1:5 - ale navrhuje se mírnější sklon 1:10 tak, aby se mohl objekt přejíždět a být případně i obdělávatelný.

Příčný profil průlehu bývá nejčastěji zatravněný a posuzuje se jednak na kapacitu a jednak na stabilitu. Vhodná je i výsadba vegetace podél průlehu. Protierozní průleh může být záchytný, sběrný nebo svodný. U protierozního průlehu platí stejné zásady jako u příkopu. Z hlediska zemědělské činnosti na pozemku oproti příkopu na jedné straně zabírá průleh více prostoru, ale na druhé straně podstatně méně omezuje hospodaření tím, že je přejezdny.

Jako doplňkovou součást průlehu, stejně jako u příkopu je dobré zakládat nad průlehem pás trvalého travního drnu v šířce minimálně 5 m pro zachycení smyté zeminy před vstupem do průlehu a zároveň do hydrografické sítě (Novotný a kol., 2017).



obr. 9. Průleh (Encyklopedie vumop.cz).

8.1 Zatravněné údolnice se stabilizovanou dráhou soustředěného odtoku

Zatravněné údolnice představují dráhy povrchového odtoku, kde dochází k soustředování odtékající vody. Údolnice soustřeďují a odvádí plošný povrchový odtok z přilehlých pozemků, nebo mohou být jako recipient protierozních příkopů nebo průlehů.

Stabilita těchto drah se posuzuje hydraulickými a hydrologickými metodami (kritická rychlost, tečné napětí...) a nelze vystačit s USLE. Tyto dráhy se dimenzují na základě podrobné znalosti příčného profilu údolnice tak, aby šířka trvalého zatravnění kvalitním drnem byla dostatečně velká a vytvořila dostatečně kapacitní miskovitý příčný profil.

Rizikovou částí zatravněných údolnic je přechod mezi plochou pozemku a prostorem zatravněné údolnice. V tomto místě obděláváním vznikne velice snadno brázda nebo hrázka. Obojí může bránit přítoku vody a generovat soustředěný odtok po nechráněném povrchu. Profil údolnice je stabilizován trvalým drnem, který by měl být pro udržení vyšší stability pravidelně sečen a udržován.

Při výjimečných případech se může v údolnici vybudovat drenážní potrubí pro ochranu drnu před zamokřením. Při využívání údolnic nehrozí omezení využívání pozemku, protože údolnice je přejezdná ve všech směrech a jediným požadavkem na farmáře je, aby mechanizací nepoškodil zapojený drn, nebo nevytvořil koleje, které by následně odváděly průtok vody mimo zamýšlený směr.

Údolnice lze také výhodně využít pro rozvoj krajiny tím, že se podél travního pásu vysází vegetace - např. stromy (Novotný a kol., 2017).



obr. 10. Zatravněná dráha soustředěného odtoku (Encyklopedie vumop.cz)

8.2 Zasakovací pásy

Zasakovací pásy jsou velmi účinné liniové prvky protierozní ochrany, kde jejich hlavní princip spočívá v převedení povrchového odtoku v odtok podpovrchový. Finančně jsou nenáročné a navrhují se jako zatravněné, křovinaté popř. lesní pásy na svažitéch pozemcích souběžně s vrstevnicemi, nebo se budují podél vodních nádrží a vodotečí k zabránění vnikání erozních smyvů.

Odvedením nadměrného povrchového odtoku se eliminuje erozní působení srážkové vody v trvalé kultuře. Voda z povrchového odtoku se také může systémem příkopů svádět do retenčních nádrží a používat k zavlažování v období sucha (Novotný a kol., 2017).

8.3 Drenáže

Drenáže slouží k vsakování srážkové vody do půdního profilu jejím odvodem, případně rychlejším vsakováním do spodních vrstev půdního profilu. Tím dochází ke snížení tvorby povrchového odtoku, který je jedním z hlavních tvůrců vodní eroze (Novotný a kol., 2017).

8.4 Větrolamy

Větrná eroze je přírodní jev, při kterém působí vítr na povrch půdy svou mechanickou silou, uvolňuje částice půdy a rozrušuje půdní částičky. Tato rušivá činnost větru je velice škodlivá a nebezpečná, zejména v oblastech suchého klimatu a na výsušných nestrukturních půdách prašné struktury.

Aby se v oblastech, které jsou z větší části ohrožovány větrnou erozí dosáhlo trvalého snížení škodlivého účinku větru, jeho rychlosti a turbulentní výměny vzduchu, musí se větru postavit překážka.

Pro eliminaci tohoto typu eroze se používají větrolamy, nebo jiné technické bariéry (sítě, žaluzie). Vhodné jsou keřové a stromové porosty lemující pozemky trvalých kultur, v případě velkých ploch je vhodné jejich založení ve směru kolmém na převládající směr větru.

Jako umělé dočasné zábrany se používají přenosné plotové dílce z prken, hliníkových folií, síťové a žaluziové zábrany. V dnešní době se stále více zdůrazňuje i ekologický význam větrolamů. Jsou náhradou za zlikvidovanou roztroušenou zeleň při tvorbě velkých půdních celků. V přízemní vrstvě plochy chráněné větrolamy se intenzita proudění vzduchu zmenšuje, což má za důsledek ochranu ornice před odvíváním (Hůla a kol.,2003).

8.5 Kategorie větrolamů

Větrolamy dělíme na tři základní typy:

- prodouvavý
- neprodouvavý
- poloprodouvavý

Prodouvavý – větrolam je složený z jedné nebo dvou řad stromů, bez keřového patra. Jeho protierozní efekt je nízký.

Neprodouvavý – porost je složen z více řad a je dobře zapojený, keřové patro je vytvořeno a na návětrné i závětrné straně dochází k vytvoření uzavřené stěny.

Poloprodouvavý – je tvořen z jedné nebo dvou řad stromů a keřového patra. Tento typ je nejvhodnější, protože zde dochází k obtékání vzdušných mas přes větrolam a také k jejich prostupování porostem.

Po určení území, které je ohrožené větrnou erozí je nutné stanovit vzdálenost a umístění větrolamů. V rovinatém terénu mají větrolamy vytvářet obdélníkový tvar, kde delší strany jsou hlavní větrolamy situované kolmo na převládající směr větru.

V členitém terénu je vhodnější přihlídnout k jeho rozestavění a pásy umístit na vyvýšená místa pro zvýšení jejich účinnosti. Pásy se umísťují tak, aby mezi nimi vznikl uzavřený obrazec, který by chránil celá území při měnícím se větru (Podhrázská a kol., 2008).

Hlavním předpokladem vysoké účinnosti ochranných pásů je nejen jejich údržba, ale i správná volba dřevin. Pro rychlejší účinek, dostatečnou odolnost a trvalost větrolamu je také nutné zajistit vhodnou kombinaci dřevin. Podle Novotného se dřeviny dělí na:

- základní, které tvoří kostru porostu, vyznačují se dlouhověkostí a dokonalým zakotvením v půdě, díky tomu odolávají velkým nárazovým tlakům způsobeným větrem. K tomuto druhu větrolamu nejlépe vyhovuje dub, lípa, javor, jasan, buk, ořešák. Na pozemku s písčítým podložím se použije borovice.
- dočasné, vyznačují se rychlejším růstem. Nejsou dost odolné, nedosahují vysokého věku a jejich hlavním úkolem je urychlit působení větrolamu. Pro tento druh ochrany se nejlépe hodí topol, bříza, jeřáb, jilm, olše, kaštan.
- vedlejší, jejich koruny chrání půdu a opadem listů zlepšují obsah živin. Jejich hlavním úkolem je doplnění základních dřevin a zajištění optimální propustnosti pod jejich korunami. Jako vhodné dřeviny pro tuto skupinu lze použít jablň, hrušeň, třešeň, akát.

Také keře mají zvláštní funkci. Souvislá živá stěna do výšky 0,6 – 1,5 m zabraňuje přízemnímu proudění vzduchu. Zachycuje sníh a půdní částice unášené větrem, chrání půdu před přílišným zahříváním a velkým výparem. Při stavbě větrolamu je třeba dbát také na jeho polyfunkčnost – pásy trvalé zeleně mohou sloužit také jako prvky územních systémů ekologické stability (Novotný a kol., 2017).

8.5.1 Technické založení, výsadba, ochrana a zajištění větrolamů

Technika výstavby je podmíněna celoplošnou přípravou půdy, nejlépe na podzim. Celkové prostorové rozmístění vychází z principu založení poloproduktivního OLP, tzn. prostorové uspořádání je tvořeno 6 – 8 řadami stromů a 4 řadami keřů. Rozmístění se doporučuje ve skupinách. Jednotlivé skupiny se střídají po skupinách o délce 10 – 60 m.

Vnitřní struktura (vzdálenost řad) vychází z používané mechanizace pro výsadbu a následnou údržbu. Osvědčená vzdálenost je 1,5 m (Novotný a kol., 2017).



Obr. 11. Vybudovaný větrolam (stromořadí) www.sedmagenerace.cz

9 Půdní diagnostika

9.1 Stratigrafie půd

Půdní profil – neboli svislý řez půdou je výhradně zkoumán a popisován do hloubky, do které zasahují genetické půdotvorné činnosti. Mocnost půdního profilu je omezena výskytem výchozího půdotvorného substrátu nedotčeného půdotvornou činností (horniny, sterilního písek) nebo stabilní hloubkou podzemní vody. V našich podmínkách to znamená, že se mocnost profilu pohybuje od několika cm až do hloubky kolem 120 – 150 cm.

Podle toho půdy označujeme:

- Půdy do 30 cm jako mělké
- Půdy 30 – 60 cm jako středně hluboké
- Půdy 60 – 120 cm jako hluboké
- Půdy od 120 cm jako velmi hluboké

Půdotvorné činnosti dělí původní výchozí půdotvorný substrát na několik více či méně zřetelných vrstev, které jsou označovány jako genetické půdní horizonty. Základní genetické horizonty jsou řazeny k jednotlivým pochodům půdotvorného procesu. Každý půdotvorný proces se vyznačuje tvorbou morfologických znaků, podle kterých se daný horizont charakterizuje a diagnostikuje. Horizonty s určitým znakem se označují názvem, odvozeným od hlavního půdotvorného pochodu, který byl podnětem jejich vzniku (Vopravil a kol., 2010).

9.2 Genetické a diagnostické horizonty a jejich značení

Půdní horizont je vrstva různé mocnosti přibližně rovnoběžná s povrchem půdy. Skládá se ze souborů morfologických znaků a charakteristických souborů analytických, chemických a fyzikálních vlastností daných půdotvorným pochodem.

Podle Němečka rozlišujeme horizonty:

- Nadložní, tzn. horizonty akumulace organických látek nesmíšených nebo nedokonale smíšených s minerálním podílem půdy
- Povrchové (epipedony), tzn. horizonty akumulace organických látek smíšených s minerálním podílem
- Podpovrchové, neboli vnitřní, které jsou zpravidla rozhodující pro klasifikační zařazení půdy
- Spodinové, které tvoří přechod do půdotvorného substrátu.

Označení genetických horizontů je důležité především při terénním průzkumu půd. Od roku 2001 platí jako oficiální systém Taxonomický klasifikační systém půd České republiky (Němeček a kol., 2001).

9.3 Nadložní horizonty

Nadložní horizonty jsou označovány také jako organické horizonty, neboť obsahují více jak 25 – 31 % organických látek. Jsou vytvářeny nad minerální částí půdy a jsou dvojího typu: jako nadložní humus lesních půd a jeho horizonty rašelinné (Němeček a kol., 2001).

9.4 Nadložní humus lesních půd

Je tvořen materiálem rostlinného opadu, tj. organickými látkami v nižším stupni humifikace bez smísení s minerálním podílem půdy (Vopravil a kol., 2010).

- Opadanka je tvořena relativně čerstvým a málo rozloženým opadem – jehličím, listím, větvičkami a dalšími zbytky rostlin bez podstatnějšího rozkladu
- Horizont drti je tvořen rostlinnými zbytky jen málo rozloženými, takže jejich původ je ještě rozeznatelný
- Moder je tvořen rostlinnými zbytky v silném stupni rozkladu jejichž struktura není již dobře rozpoznatelná.
- Mull má pokročilý stupeň rozkladu. Původní struktura není rozpoznatelná.

9.5 Rašelinné horizonty

Vopravil uvádí, že rašelinné horizonty vznikají rašeliněním organických zbytků rostlin v podmínkách dlouhodobého zamokření. Tyto horizonty se nejčastěji vyskytují jak u lesních, tak i u zemědělských půd. Rozdělují se podle původu rostlinného materiálu (rašelina ostřicová, rákosová, rašeliníková, suchopýrová), podle barvy, podle slohu (rašelina zemitá, vláknitá, houbovitá) a podle lokalizace stanoviště (rašelina slatinná, přechodová, vrchovištní).

9.6 Povrchové horizonty organominerální (humusové)

Povrchové horizonty půdního profilu tvoří svrchní část půdního profilu, ve kterém jsou organické látky akumulovány, humifikovány a smíšeny s minerálním podílem půdy. Jejich mocnost může být několik cm až několik desítek cm. Vyznačují se tmavším, zřetelně odlišitelným zbarvením, odlišnou strukturou a konzistencí. Povrchové horizonty se dále dělí na (Vopravil a kol., 2010):

- Anhydromorfnní humózní horizonty – ty mohou být iniciální, humózní drnový, černický, tirsový, umbrický, ochrický, molický, koloidy ochuzený, humózní lesní
- Hydrogenní humózní horizonty mohou být i zrašeliněné, kulturní humózní horizont může být orniční, drnový, antropický, rigolovaný

9.7 Podpovrchové horizonty

Podpovrchové horizonty leží zpravidla po humusovými. Jsou rozhodující pro diagnostiku půdního profilu a jeho zařídění do klasifikačního systému. Podle Vopravila se rozdělují podle pedogenetických pochodů na:

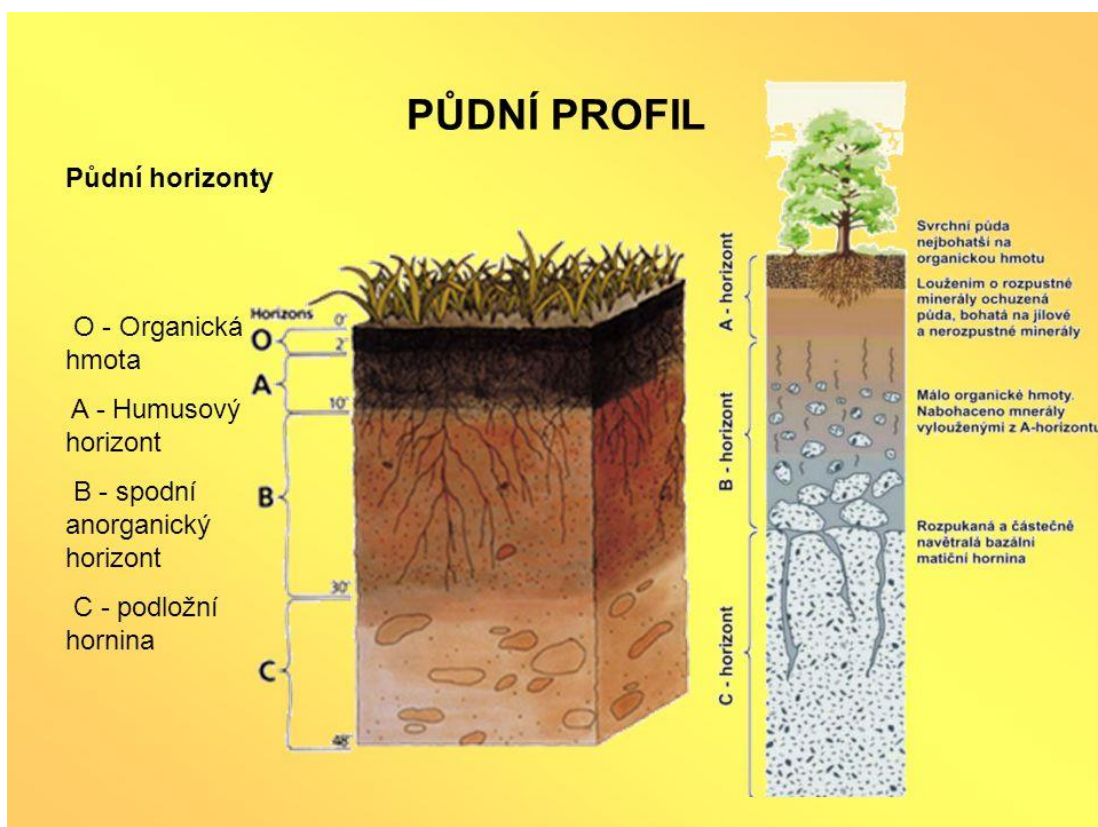
- Eluviální, čili (albické), jílem nebo oxidy Fe a Mn ochuzené horizonty jejichž světlejší barva až vybělení je důsledkem ochuzení této části profilu o koloidní jíl, oxidy železa a hliníku vertikálním, případně i laterálním transportem s vodou.
- Iluviální horizonty leží vždy pod eluviálním horizontem. Jsou obohaceny přemístěnými minerálními i organickými koloidy, částečně i oxidy Fe a Mn. Vznikají posunem a nahromaděním jílu.
- Spodické horizonty vznikají migrací (proplavením) a obohacením oxidy Fe a Mn jež jsou transportovány s některými humusovými látkami. Neobsahují zvýšený podíl jílu.
- Horizonty vnitropůdního zvětrávání – vznikají v té části profilu, ve které nedochází k intenzivnímu zvětrávání primárních minerálů a k tvorbě

sekundárních minerálů (jílu). Nejsou výrazně strukturní – obvykle slabě polyedrické.

- Horizont glejový se tvoří v zóně dlouhodobě nasycené vodou. Jeho zbarvení bývá zelenavě šedé nebo modrošedé. Bývá také obvykle zajílen a bezstrukturní.
- Horizont pseudoglejový se tvoří v důsledku střídání redukčních a oxidačních podmínek při opakovaném převlhčení a vysušování profilu.
- Horizonty akumulace solí nemají v podmínkách ČR valný význam. Jsou to horizonty výrazně obohacené karbonáty nebo snadno rozpustnými solemi (NaCl, Na₂SO₄).

9.8 Horizonty spodin

Horizonty spodin jsou charakterizovány přechodem půdního profilu s pedogenetickým procesem do půdotvorného substrátu nebo do zvětralé i nezvětralé matečné horniny (Vopravil a kol., 2010).



Obr.12 Půdní profil (slideplayer.cz)

9.9 Přečody horizontů

Charakter přechodu horizontů je v některých případech velice důležitý pro klasifikační zařazení půdy. Charakterem přechodu se rozumí šíře půdního profilu, ve které dochází ke změně charakteru půdního horizontu. Hranice horizontu je pomyslná čára oddělující horizonty navzájem. U půd, které jsou zemědělsky obdělávané mohou být některé podpovrchové horizonty přiorány k ornici a jejich přechod není v profilu patrný. Pozvolné a difuzní přechody jsou výsledkem střídání vlhkostních režimů prosýchání a zamokření (Vopravil a kol., 2010).

9.10 Vlhkost a konzistence

Vlhkost a konzistence půdy vyjadřuje aktuální obsah vody v půdě. Vyjadřuje se v procentech vztažených k hmotnosti nebo k objemu vysušené zeminy. V terénu se vlhkost projevuje konzistencí, barvou horizontu a pocitem, který zeminy vyvolávají při dotyku (hmatová zkouška). Stanovení půdní vlhkosti se provádí laboratorně vysušením při 105°C do konstantní hmotnosti. Výsledkem rozdílu hmotnosti zeminy vlhké a vysušení je množství vody obsažené v zemině. Toto je tzv. metoda přímá – kdy hledaným výsledkem je přímo množství vody v půdě (tzv. gravimetrická metoda).

Konzistence půdy patří mezi technologické vlastnosti půdy. Konzistence označuje stav půdy, který je daný její kohezí (soudržností), a adhezí (přilnavostí) a momentální vlhkostí. Při určování konzistence musíme rozlišovat:

- Lepivost v mokřém stavu
- Plasticitu ve vlhkém stavu
- Pevnost za vlahého stavu
- Tvrdost za suchého stavu.

Stupně lepivosti se určují v terénu za mokřého stavu po stisknutí zeminy mezi palec a ukazováček. Pokud zemina nezůstane na prstech, snadno a úplně odpadá, označujeme ji jako nelepivou. Pokud zemina zůstane na prstech, snadno a úplně odpadá a při oddálené prstů necítíme odpor, charakterizujeme ji jako slabě lepivou. U zeminy lepivé na prstech lpí a při oddálení cítíme určitý odpor. Pokud zemina na prstech lpí velmi silně a při jejich oddálení cítíme zřetelný odpor, jedná se o silně lepivou půdu (Vopravil a kol., 2010).

9.11 Stupeň pevnosti a tvrdosti za vlahého a suchého stavu

Stupeň pevnosti a tvrdosti charakterizuje 5 kategorií (Vopravil a kol., 2010):

- Kyprá (sypká) – půdní masa je nesoudržná, rozsypavá nebo prašná.

- Drobová – půdní masa se rozpadá při mírném tlaku mezi palcem a ukazovákem.
- Soudržná – půdní masa se drobí při tlaku mezi prsty při mírném odporu
- Ulehlá (slabě, silně) – za sucha proniká nůž do půdy pod silnějším tlakem.
- Tuhá (tvrdá) – půdní masa se rozpadá až za použití silného tlaku, nikoliv tlakem mezi palcem a ukazovákem, za sucha proniká nůž 1 – 2 cm do půdy při silnějším tlaku.
- Velmi tuhá (velmi tvrdá) – půdní masa se rozpadá při velkém tlaku, a to postupným rozlamováním, za sucha neproniká nůž do půdy.

10. Odběr půdních vzorků v terénu

Odběry půdních vzorků v terénu se provádějí na základě zjištění skutečného stavu na místě, kde se odběry půdních vzorků budou provádět. Půdní vzorky se odebírají podle souboru (Vopravil a kol., 2010):

- Geomorfologických znaků území
- Geologických znaků a charakteristik
- Agronomických znaků
- Znaků rostlinných společenstev
- Dále je nutné při odebírání přistoupit k volbě:
- Hustoty sondážní sítě
- Optimálních poloh průzkumných sond
- Potřebného druhu průzkumných sond
- Druhu upřesňujících terénních zkoušek a fotodokumentace

10.1 Hustota sondážní sítě

Hloubka a hustota sondáže je především podmíněna složitostí přírodních poměrů a druhem prováděného průzkumu.

10.2 Určení polohy průzkumných sond

Při určování polohy průzkumných sond jde především o přesné umístění průzkumných děl, pomocí kterých si pedolog již jen kontroluje správnou variantu svého předběžného průzkumu.

10.3 Volba potřebného druhu průzkumných sond

Podmínkou pro hodnocení, klasifikaci a dokumentaci půd je, že se vychází z dostatečně trojrozměrných průzkumných sond, nejlépe sond kopaných. To je dáno tím, že půda je trojrozměrný útvar (Vopravil a kol., 2010).

Při pedologickém průzkumu se dle způsobu provádění používají nejčastěji tyto druhy sond (Vopravil a kol., 2010):

- Sondy vpichované neboli zarážené. Půdní vpichy se provádějí pomocí sondovacích tyčí neboli tzv. sondýrek. Jedná se o ocelové tyče s podélně středově probíhajícím žlábkem, které jsou na svrchním konci opatřeny zesílenou hlavou, která slouží k zarážení sondovací tyče a je rovněž uzpůsobena k uchycení vratidla.
- Sondy vrtané se nejčastěji používají jako základní sondy – pro popis půdních poměrů v jednoduchých přírodních poměrech. Vrtané sondy se provádějí pomocí cylindrických a polocylindrických vrtáků, spirálových neboli šroubových půdních vrtáků, talířových neboli listových vrtáků, lžicových a ventilových vrtáků.
- Sondy kopané se provádí pomocí vhodných mechanizačních prostředků, např. rypadel s podkopovou lžící. V méně přístupném terénu se kopané sondy provádějí ručně.
- Polosondy neboli malé kopané sondy se používají pro redukované formy kopaných sond s hloubkou 0,4 – 0,7 m. Ze dna polosondy se ještě vede vpich, nebo se provede vrtaná sonda.
- Průzkumné rýhy jsou zvláštní druh kopaných nebo strojově hloubených sond. Podle pravidel průzkumných sond, které se používají v geologii, se jedná o kopané sondy, jejichž délka překračuje hloubku o 0,8 m

10.4 Odběry vzorků půdy

K základnímu určení fyzikálních vlastností půdy se používá neporušený půdní vzorek. Za použití tohoto vzorku můžeme určit hmotnostní, ale především objemový poměr pevné, kapalné a plynné fáze půdy. Neporušený vzorek znamená, že se půda nachází ve svém přirozeném stavu.

10.5 Potřebné pomůcky pro odběr půdních vzorků

K nejběžnější metodě odběru půdních vzorků se používají nerezové odběrové válečky s víčky, odběrová hlava, gumová palička, nůž, plastové sáčky, gumičky, popisovač, poznámkový blok, psací potřeby, hadr, bedna nebo kufřík k přenosu vzorků.



Obr. 13. Nářadí potřebné k odběru půdních vzorků (www.hydropedologie.cz)

10.6 Postup při odebírání půdních vzorků

Při odebírání půdních vzorků pomocí válečků by půda měla být pokud možno v přirozeném stavu, tj. na místě určeném pro odběr nešlapeme, abychom neovlivnily objemovou hmotnost půdy. Vzorek do půdního válečku se nejlépe odebírá, pokud je půda přiměřeně vlhká. Odběr přesušené nebo přemokřené půdy vede k chybným výsledkům.

Před samotným použitím odběrového válečku se provede rýčem nebo lopatkou odstranění vrchní vrstvy zeminy v hloubce cca 5 – 8 cm. Odběrový váleček je třeba zatlačit opatrně a rovně, s minimálním rozrušením půdy. V krajních případech se může použít gumová palička. Po zatlačení se opatrně lopatkou provede vyrýpnutí odběrového válečku.

Po vyjmutí válečku nožem pečlivě seřízneme přebytečnou zeminu a uzavřeme z obou stran víčky. Následně uzavřený váleček vložíme do plastového sáčku, který pečlivě uzavřeme gumičkou. Pokud část zeminy ze vzorku vypadne nebo se v rovině seříznutí nachází větší kamínek, je třeba odběr opakovat.

Budeme-li odebírat více vzorků v sadě např. 4 po sobě následující odběry po 3 válečcích, je vhodné všechny odebrané a pečlivě uzavřené válečky uložit do chladu při teplotě cca 4°C např. domácí chladnička (www.hydropedologie.cz).



Obr.14. Seříznutí přebytečné zeminy (www.hydropedologie.cz)



Obr.15. Vzorek zeminy z odběrového válečku (www.hydropedologie.cz)

10.7 Místo vybrané pro odběr půdních vzorků



Obr. 16. Zemědělské půdní bloky Amálie www.eagri.cz

Na obrázku č. 16. je znázorněna mapa s umístěním tří dílčích půdních bloků na školních pozemcích ČZU Amálie. Tento půdní blok má označení 2404/2 a jsou na něm vytvořeny tři pokusné parcely, na kterých byla ověřována protierozní účinnost a schopnost infiltrace povrchové vody do půdy při pěstování zemědělské plodiny čirok. Velikost každé pokusné parcely je 1,2 ha se sklonitostí 7,5%, díky které se na pokusných parcelách může plně rozvinout proces vodní eroze.

Tyto pokusné parcely se nacházejí v těsné blízkosti nejvyššího bodu U pěti dubů v nadmořské výšce 479 m. n. m. geologicky se území nachází při jihozápadní hranici kladenské části středočeské pánve. Nejrozšířenějším půdním typem je kambizem typická mezotrofní. Je to středně bohatá, písčitohlinitá až hlinitopísčítá půda s humózním horizontem o mocnosti kolem 10 cm. Půdní profil je okrové nebo hnědé barvy se značnou příměsí štěrku. Oblast Lány náleží z hlediska klimatické charakteristiky do mírně teplé oblasti. Oblast je charakteristická dlouhým, suchým a teplým létem.

Před samotným zahájením setí se na pokusných parcelách "A" široký řádek, a "B" úzký řádek provedla orba pětiradličným pluhem zn. ROSS, kterým byl zapraven předchozí porost vojtěšky seté. Poté se parcely z hrubé brázdy urovnaly kypřičem Terrano 6FX, který půdu upraví tak, aby nedocházelo k úniku půdní vláhy. Následně před samotným setím je plošně rozmetáno hnojivo AMOFOS a zapraveno do půdy kompaktočím K800.

Na pokusných parcelách, kde jsem provedl odběry vzorků půdy jsou založeny následující technologie:

1. Varianta "A" je založena na orbě s obvyklou šířkou setí 0,75 m tzv. konvenční způsob. Technologie s orbou (konvenční zpracování půdy) - kde se uplatňuje orba radličným pluhem, rostlinné zbytky předplodin, biomasa meziplodin a nadzemní části plevelů jsou při orbě zapravovány do půdy.

Při konvenčním způsobu orby, je plodina (čirok) seta v šířce řádku 0,75 m. Použití technologie konvenčního zpracování, kdy i mírná svažítost pozemku, ale i dlouhá spádnice bez přerušení plodinou s vyšším ochranným protierozním účinkem zvyšuje nebezpečí nadměrného smyvu ornice.

V pokusném dílci „A“, v případě vzniklých srážek došlo v meziřádku k dopadu větší části srážek, které nezachytila rostlina. Zbylá část dešťových srážek stekla po rostlině přímo ke kořenům.

2. Varianta "B" je založena na orbě s šířkou setí 0,30 m, kde příprava půdy je shodná jako u konvenčního způsobu. Inovace u této varianty spočívá v setí osiva v úzkém řádku, kdy dochází k dřívějšímu zapojení porostu čiroku.
V případě pokusného dílce „B“, kde je čirok oset do řádku s šířkou 0,30 m, znamená intercepce množství zadržené vody na rostlině. U listnatých porostů tvoří zadržaná voda až 20% spadlého deště. Rostlinou nevyužitá intercepční voda se vypaří. Varianta setí do úzkého řádku je v zájmu ochrany půdy před erozí a zdržením vláhy v půdě efektivnější než varianta širokého řádku.

3. Varianta "C" je založena na technologii pásového zpracování půdy s šířkou setí 0,75 m. Tato technologie zpracování půdy byla provedena prototypem stroje ECO – Tiller, který byl konstruován především s cílem co nejvíce eliminovat erozi půdy. Toho je dosaženo systémem pracovních orgánů, které výrazně omezují utužení půdy pro co největší zadržení srážek s vysokou intenzitou. Hloubka kypření v pásech závisí na podmínkách stanoviště, většinou to je 0,20 až 0,25m.

10.8 Způsob odběru vzorků

Odběry vzorků půdy jsem prováděl na všech půdních dílcích ve stejných vzdálenostech od okrajů pokusných dílců z důvodu dodržení stejných pozičních podmínek pro všechny vzorky. Při oděru vzorku jsem nejprve odstranil do hloubky cca 5 – 8 cm vrchní vrstvy půdy o ploše 15 x 15 cm .

Do takto připravené plochy jsem pomocí zarážedla a gumové paličky zatloukl nerezový odběrový válec tak, aby vrchní hrana válce byla nepatrně utopena pod hranou odběrové plochy. Tímto jsem zajistil, že odebraný vzorek půdy bude kompaktní a v celém objemu odběrového válečku neporušený. V případě že byl v odebraném vzorku půdy kámen, odebral jsem vzorek jiný, bez kamenů.

Následně jsem pomocí malé lopatky opatrně vyndal odběrový váleček z půdy a nožem zarovnal oba konce válečku do roviny tak, abych váleček uzavřel nerezovým víčkem. Po takto zajištěném odebraném vzorku jsem uzavřené válečky vložil do plastového obalu pro zachování vláhy. Takto uzavřené vzorky jsem uložil do chladničky a při teplotě cca 4 – 7°C skladoval do kompletního odebrání všech odběrových válečků.

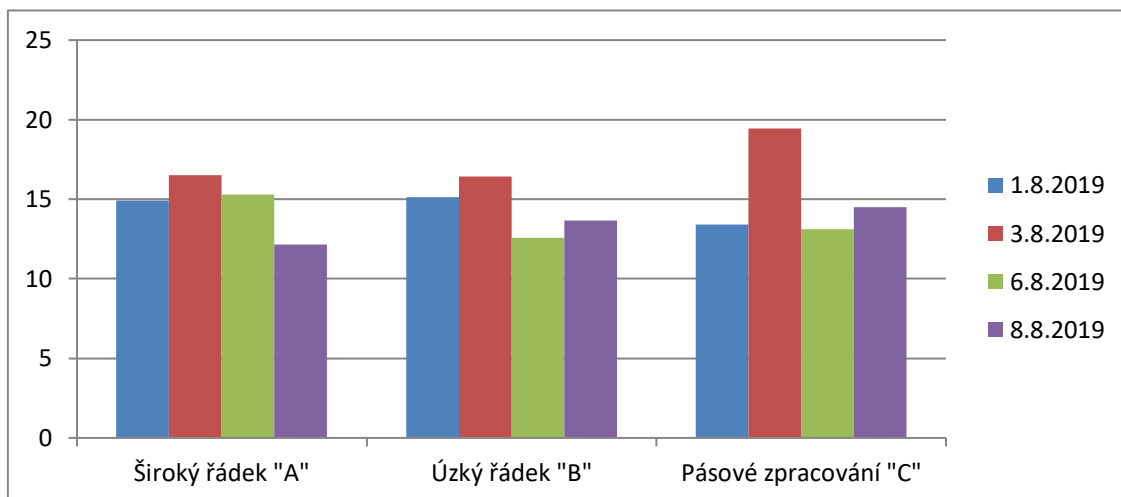
Každý odběrový váleček byl opatřen značkou, pod kterou jsem vzorek zapsal do tabulky s uvedeným datem a hodinou odběru. Každá odběrová sestava obsahovala 12 ks válečků. Takto uskladněné kompletní sestavy vzorků jsem zpracoval ve Výzkumném ústavu meliorací a ochrany půdy v Praze, kde jsem po laboratorním zvážení a vysušení dostal výsledky o hodnotě obsažené vláhý v půdních vzorcích.

11. Laboratorní měření ve VUMOP Praha

11.1. Rozbor odebraných vzorků půdy ze dne 1.8 – 8.8.2019

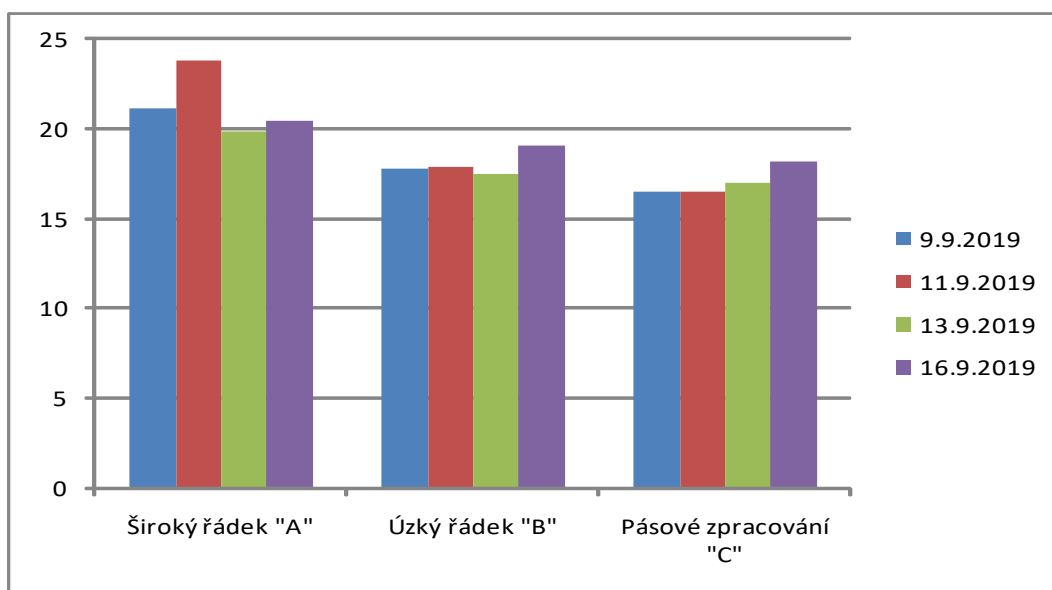
1.8.2019	Široký řádek "A"	Úzký řádek "B"	Pásové zpracování "C"	
16:30 h	PE 5	PE 69	PE 63	
OHR	1,33	1,31	1,28	
Vlhkost hm. %	14,91	15,12	13,41	
3.8.2019	Široký řádek "A"	Úzký řádek "B"	Pásové zpracování "C"	
18:15 h	PE 141	PE 76	S 196	
OHR	1,26	1,23	1,9	
Vlhkost hm. %	16,52	16,44	19,43	
6.8.2019	Široký řádek "A"	Úzký řádek "B"	Pásové zpracování "C"	
15:45 h	S 101	PE 253	PE 111	
OHR	1,21	1,22	1,17	
Vlhkost hm. %	15,28	12,58	13,12	
8.8.2019	Široký řádek "A"	Úzký řádek "B"	Pásové zpracování "C"	
16:30	PE 108	S 540	S 243	
OHR	1,33	1,21	1,42	
Vlhkost hm. %	12,15	13,68	14,5	

Graf č. 1.



11.2. Rozbor odebraných vzorků půdy ze dne 9.9 – 16.9.2019

18:30 h	PE 141	PE 76	PE 63
OHR	1.17	1.29	1.11
Vlhkost hm. %	21.13	17.75	16.51
11.9.2019	Široký řádek "A"	Úzký řádek "B"	Pásové zpracování "C"
15:00 h	S 101	S395	PE 111
OHR	1.21	1.12	1.37
Vlhkost hm. %	23.79	17.89	16.46
13.9.2019	Široký řádek "A"	Úzký řádek "B"	Pásové zpracování "C"
15:30 h	S 185	S 103	S 39
OHR	1.1	1.22	1.6
Vlhkost hm. %	19.89	17.51	17.03
16.9.2019	Široký řádek "A"	Úzký řádek "B"	Pásové zpracování "C"
6:15 h	S 88	S 664	PE 9
OHR	1.53	1.14	1.43
Vlhkost hm. %	20.42	19.03	18.22



Graf č. 2.

Grafy č. 1 a 2 popisují provedené odběry vzorků a hodnoty obsahu vody po laboratorním zvážení a vysušení v %. První odběr vzorků jsem provedl 1.8..2019 . Před odběrem byly meteostanicí zaznamenány dešťové srážky v celkovém úhrnu 26 mm. Další odběry vzorků následovaly s odstupem 2 dnů.

Soupis dešťových srážek za období 07/2019:

- 12.7.2019 – 7,0 mm
- 13.7.2019 – 2,0 mm
- 14.7.2019 – 4,6 mm
- 19.7.2019 – 0,6 mm
- 21.7.2019 – 10,6 mm
- 30.7.2019 – 1,00 mm

Celkem za sledované období spadlo 26 mm srážek, což je cca 1/3 normálu.

Soupis dešťových srážek za období 09/2019

- 7.9.2019 – 3,4 mm
- 8.9.2019 – 9,6 mm
- 9.9.2019 – 29,2 mm
- 10.9.2019 – 0,2 mm
- 12.9.2019 – 0,2 mm
- 13 – 15.9.2019 – 0 mm
- 16.9.2019 – 0,2 mm

Celkem za sledované období spadlo 42,8 mm srážek což je cca 1/2 normálu.

Z tohoto přehledu dešťových srážek vyplývá, že v den prvního odběru vzorku byla půda dostatečně nasycena vodou. Laboratorní měření ukazuje v prvním dnu odběru téměř stejné hodnoty vláhly, u pásového zpracování mírný pokles. V následujícím odběru hodnoty stouply o necelá 2%, u pásového zpracování o 3%. U třetího odběru hodnoty klesly, a při čtvrtém odběru opět vzrostly. První odběry vzorků byly provedeny bezprostředně po dešťové srážce.

11.3. Přehled počasí v oblasti provádění odběrů půdních vzorků

Pro kvalitní laboratorní výsledky z odebíraných vzorků je důležité sledování stavu počasí. V případě mé práce jsem sledoval údaje o meteorologických podmínkách v oblasti odběrů vzorků, které poskytovala meteorologická stanice. Tato stanice poskytuje nejbližší dostupné informace o stavu počasí, v mém případě jsem sledoval průběh a intenzitu srážek.

Lokalizace stanice: Senomaty u Rakovníka, 347 m. n. m.

Technická data – Davis Vantage VUE je kompletní meteorologická stanice pro měření teploty, vlhkosti a směru větru, rosného bodu a srážek.

Barometrický tlak: 880 – 1080hPa

Relativní vlhkost: 0 – 100%

Rosný bod: -76 až + 54°C

Denní srážky: do 999,9 mm

Venkovní teplota: -40 až + 65°C

Směr větru: 0 až 360°

Rychlost větru: 0,5 až 67 m/s

Povětrnostní podmínky v čase 16:10 dne 9.9.2019:

Teplota vzduchu: 12°C

Vlhkost vzduchu: 88%

11.4. Povětrnostní podmínky ze dne 1.8.2019

Teplota vzduchu	16,1 °C	Zdánlivá teplota	17,2 °C
Teplotní trend	+1,5 °C/hod.	Vlhkost vzduchu	84 %
Změna teploty za posl. hodinu	+2,2 °C	Rosný bod	13,4 °C
Průměrná teplota dnes ¹⁾	12,9 °C	Vlhký teploměr	14,5 °C
Index horka	16,1 °C	Chlad větru	16,1 °C
Výška spodní základny obl.	337 m		
Intenzita srážek	0,0 mm/hod.	Srážky dnes	0,0 mm
Srážky za posl. hodinu	0,0 mm	Srážky za posl. 24 hodin	0,0 mm
Srážky za posl. měsíc	0,0 mm	Srážky za posl. rok	217,0 mm
Datum a čas posledních srážek		v 12:51 hod. dne 30.07.2019	
Doba od posledních srážek ³⁾		1 den 19 hod. 19 min.	

Aktuální rychlost větru	0,0 m/s	Aktuální směr větru	SV
Náraz větru	0,4 m/s	Azimut nárazu větru	47°
Rychlost větru (10min. prům.)	0,0 m/s	Azimut větru (prům.)	47° SV
Beaufortova stupnice	F0	Bezvětrí	
Tlak vzduchu	1017,00 hPa	Slabý vzestup	0,17 hPa/hod.
Východ Slunce	05:34 hod.	Západ Slunce	20:49 hod.
Svítání (občanské)	04:55 hod.	Soumrak (občanský)	21:27 hod.
Délka dnešního dne	15:15 hod.	Délka denního světla	16:32 hod.
Délka zítřejšího dne	- 2min 55s		
Dnešní východ Měsíce	05:39 hod.	Dnešní západ Měsíce	21:15 hod.
Zeměpisná šířka	N 50° 05' 45"	Zeměpisná délka	E 13° 39' 20"
Nadmořská výška	347 m		

11.5.Povětrnostní podmínky ze dne 8.9.2019

Nejvyšší teplota	12,6 °C	v 09:57 hod.	13,3 °C	v 13:43 hod.
Nejnižší teplota	7,7 °C	v 06:11 hod.	9,6 °C	v 22:36 hod.
Denní teplotní rozdíl	4,9 °C		3,7 °C	
Průměrná denní teplota	9,3 °C		11,8 °C	
Nejvyšší zdánlivá teplota	12,7 °C	v 09:57 hod.	13,4 °C	v 13:43 hod.
Nejnižší zdánlivá teplota	6,8 °C	v 06:11 hod.	9,1 °C	v 22:36 hod.
Nejvyšší index horka	12,6 °C	v 09:57 hod.	13,3 °C	v 13:43 hod.
Nejnižší chlad větru	7,7 °C	v 06:11 hod.	9,6 °C	v 22:36 hod.
Nejvyšší hodnota rosného bodu	10,4 °C	v 09:55 hod.	11,4 °C	v 13:46 hod.
Nejnižší hodnota rosného bodu	6,0 °C	v 06:11 hod.	7,9 °C	v 22:36 hod.
Nejvyšší vlhkost vzduchu	89 %	v 00:00 hod.	89 %	v 21:30 hod.
Nejnižší vlhkost vzduchu	86 %	v 09:47 hod.	87 %	v 17:27 hod.
Nejvyšší intenzita srážek	0,0 mm/hod.	v 00:00 hod.	18,2 mm/hod.	v 07:16 hod.
Nejvyšší hodinový úhrn srážek	0,2 mm	v 02:03 hod.	6,6 mm	v 08:08 hod.
Celkový denní úhrn srážek	0,2 mm		29,2 mm	
Souvislé suché období	před 3 dní			
Souvislé deštivé období	před 0 dní			

Nejvyšší náraz větru	3,1 m/s	v 09:17 hod.	4,5 m/s	v 13:52 hod.
Nejvyšší prům. rychlost větru	0,9 m/s (F1)	v 04:14 hod.	1,8 m/s (F2)	v 01:17 hod.
Směr největšího nárazu větru	183°	v 09:17 hod.	16°	v 13:52 hod.
Převažující směr větru	199° JJZ		338° SSZ	
Denní proběh větru	3,0 km		37,1 km	
Nejvyšší tlak vzduchu	1018,80 hPa	v 09:57 hod.	1014,19 hPa	v 23:57 hod.
Nejnižší tlak vzduchu	1014,16 hPa	v 00:02 hod.	1007,79 hPa	v 09:57 hod.

Z hodnot odečtených z meteostanice jsem zaznamenal, že cca týden před provedenými odběry byl celkový úhrn srážek 21 mm a 29 mm a průměrná denní teplota 13°C. V den odběru jsem zaznamenal průměrnou denní teplotu 9,3°C. Vlhkost vzduchu byla u obou měření v rozmezí 84 až 89 %. Pro zdárné zahájení praktické části jsem potřeboval vydatné srážky, které byly dne 8.9.2019 v celkovém denním úhrnu 29,2 mm.

12. Diskuze

Základním principem ochrany zemědělské půdy proti erozi je nutnost zachytit vláhu na zemědělském pozemku. Toho lze docílit vybranými opatřeními. V této práci jsem se zabýval stanovením nejoptimálnějšího agrotechnického opatření na ochranu zemědělské půdy proti erozi, v závislosti na zadržení vláhy v půdě. Komplexní soubor opatření za účelem protierozní ochrany popisuje například Janeček (2012), Brant (2016), Hůla (2003) nebo Vopravil (2016).

Dnešní metody na ochranu zemědělské půdy nabízejí různé druhy opatření. Je ovšem také velice důležité stanovit jaká opatření se na daný zemědělský pozemek hodí, a jaká pěstební plodina je vhodná a schopná ochránit půdu před degradací erozí a jaká metoda dokáže nejlépe zadržet vláhu. Pro účel stanovení nejoptimálnější metody jsem využil pokusné pozemky Amálie, kde pomocí odběrů půdních vzorků bylo určeno množství zadržované vláhy.

Podle měření meteostanice, kdy v den zahájení praktické části odběrů vzorků, byla poměrně vysoká vlhkost vzduchu a nízká denní teplota, jsem předpokládal velmi nízký úbytek vláhy v půdě. Pomocí laboratorního měření se toto potvrdilo.

Varianta B úzký řádek a varianta C pásové zpracování, měly podobný průběh naměřených vlhkostí, vlhkost byla v obou případech mírně nižší než u varianty A, avšak měla na rozdíl od ní mírně vzrůstající trend. Varianta A široký řádek vykazuje rychlejší nárůst vlhkosti po dešťové srážce, který je ale následován rychlejším a výraznějším poklesem než v případě variant B a C. Rostoucí vlhkost u variant B a C je výsledkem pomalejšího zasakování vody do půdního profilu v případě vyššího půdního pokryvu a řádkového způsobu obdělávání.

Sledované období bylo příliš krátké na to, aby zachytilo u variant B a C kulminaci vlhkosti na stanovišti a její opětovný pokles. Je to škoda, protože pak by se při porovnání s variantou A dal velmi přibližně odvodit časový interval, o který dokáže jiný způsob obdělávání půdy oproti klasickému prodloužit zadržetí srážky v půdním profilu.

Zdá se tedy, že hustší vegetační pokryv v případě varianty B i řádkový způsob zpracování půdy u varianty C se příznivě projevil v charakteristice vlhkosti stanoviště. Celkově nižší naměřené hodnoty vlhkosti oproti variantě A se patrně dají vysvětlit intercepcí srážek na vegetačním pokryvu. Varianty B a C vykazovaly také menší rozptyl naměřených hodnot oproti variantě A – zdá se tedy, že hustší vegetační pokryv i řádkový způsob obdělání půdy tlumil do jisté míry rozdíly vlhkosti způsobené výkyvy počasí. Popsané skutečnosti jsou mírně zřetelnější u varianty C oproti variantě B, což by naznačovalo, že řádkový způsob zpracování půdy má ještě o trochu příznivější vliv na vlhkostní podmínky stanoviště. Pro ověření popsané skutečnosti by ale byl zapotřebí podstatně rozsáhlejší výzkum.

13. Závěr

Nejdůležitějším krokem při stanovení protierozních opatření by měla být snaha o maximální využití přirozené schopnosti zemědělské půdy zadržovat vodu. Teprve když jsou vyčerpány opatření technického charakteru a organizačního, přijdou na řadu opatření agrotechnického charakteru.

Přírodě blízká protierozní opatření dokážou poskytovat nejen primární protierozní ochranu, ale přispívají také k trvalé udržitelnosti zemědělské půdy. Nemusí se vždy jednat o opatření realizačně náročná, někdy stačí jen opět začít respektovat přirozenou zákonitost přírody.

Hlavním principem agrotechnických opatření je stanovení takového technického postupu a prostředků, které umožní v případě přivalových dešťů ochránit zemědělskou půdu před účinky kinetické energie dopadajících kapek. Ale také zároveň dokáže optimálně zadržet srážkovou vodu v půdě. To znamená, že pro nejúčinnější schopnost zadržet vláhu v půdě je třeba stanovit optimální

druh zpracování půdy s aplikací hnojiv a optimální rozteč řádků. To vše také v závislosti na sklonu a délce pozemku.

Naměřené hodnoty naznačují, že hustší vegetační pokryv i řádkový způsob zpracování půdy mají příznivý vliv na vlhkostní režim stanoviště oproti klasickému obhospodařování půdy. O něco málo víc se tato skutečnost projevovala u řádkového způsobu zpracování půdy. Zdá se, že oba způsoby obhospodařování půdy dokážou do určité míry lépe časově rozložit srážku v půdním profilu a zároveň tlumit rozdíly vlhkosti vyvolané místními klimatickými vlivy.

Pro vyhodnocení míry popsanych skutečností by byl potřeba rozsáhlejší výzkum, než jaký byl proveden v rámci této práce – a to jak počtem odběrných míst a odebraných vzorků, tak rozsahem sledovaného období. S jistou mírou opatrnosti je ale možné říci, že výsledky práce souhlasí s předpokládaným kladným vlivem popsanych agrotechnických opatření, která uvádí rešeršní literatura zpracovaná v rámci této práce.

14. Použitá literatura

- 1) **Václav Brant a kolektiv, 2016:** Pásové zpracování půdy (stip tillage), Profi Press s. r. o., Praha 2 – Vinohrady, ISBN 978-80-96726-76-2
- 2) **Miloslav Janeček a kolektiv, 2002:** Ochrana zemědělské půdy před erozí, Institut sociálních věcí, ISBN 80-85866-86-2
- 3) **Dufková Jana, 2007,** Krajinné inženýrství. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, ISBN 978-80-7375-112-8
- 4) **Lacková Eva a kolektiv, 2015:** Degradace a ochrana půd, Teorie a cvičení. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, ISBN 978-80-248-3705-5
- 5) **Hauptman a kolektiv, 2009:** Půda v České republice. Praha: Pro Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo zemědělství vydal Consult, ISBN 978-80-903482-4-0
- 6) **Kadlec Václav, 2014:** Navrhování technických protierozních opatření: metodika. 1. vydání. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., ISBN 978-80-87361-29-0
- 7) **Miloslav Janeček a kolektiv, 2008:** Základy erodologie, Česká zemědělská univerzita v Praze
- 8) **Miloslav Janeček a kolektiv, 2012:** Metodika ochrany zemědělské půdy před erozí, Česká zemědělská univerzita v Praze
- 9) **Ivan Novotný a kolektiv, 2017:** Příručka ochrany proti erozi zemědělské půdy, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, ISBN 978-80-87361-67-2
- 10) **Vopravil Jan a kolektiv, 2010:** Půda a její hodnocení v ČR, Díl I., Výzkumný ústav meliorací a půdy, v.v.i. Praha 2010, ISBN 978-80-87361-05-4
- 11) **Vopravil Jan a kolektiv, 2011:** Půda a její hodnocení v ČR, Díl II., Výzkumný ústav meliorací a půdy, v. v. i., Praha 2011, ISBN 978-80-87361-08-5
- 12) **Podhrázká J., Dufková J.** Protierozní ochrana půdy. 1.vyd. Brno: ediční středisko MZLU v Brně, 2005. 99 s. ISBN 80-7157-856-8.
- 13) **Holý M.** Eroze a životní prostředí. 1.vyd. Praha: ČVUT, 1994. 383 s. ISBN 80-01-01078-3.

- 14) **Protierozní ochrana:** Nové technologie v ochraně půdy před erozí, Vydalo Mze ČR, 1995
- 15) **Vítězslav Škoda:** Současné a nové trendy ve zpracování půdy, <https://docplayer.cz/14167350-Soucasne-a-nove-trendy-ve-zpracovani-pudy.html>
- 16) **Vach Milan, Javůrek Miloslav, 2011:** Efektivní technologie obdělávání a zakládání porostů polních plodin, VÚRV, v.v.i ISBN 978-80-7427-079-6
- 17) **Badalíková Barbora, 2018 :** Půdoochranné technologie a jejich vliv na vodní erozi, Zemědělský výzkum s.r.o.
- 18) **Pulkrábek a kolektiv, 2015:** Začlenění hlubokého ky pření do půdoochranné technologie : ISBN 978-80-213-2614-9
- 19) **Valla M. a kolektiv, 2006.** Pedologické praktikum. Katedra pedologie a geologie, FAPPZ ČZU, Praha, ISBN 80-213-0914-8
- 20) **Derpsch R. , 1991:** Understanding the proces sof soil erosion and water infiltration.
- 21) **Bennett, H.H. 1934:**Soil erosion - A national menace. The Scientific Monthly 39(5):385-404
- 22) **Morgan, R., P., C. 2005:** Soil erosion and conservation. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, ISBN 1-4051-1781-8

15. Internetové zdroje

www.vumop.cz/encyklopedie

www.rolf-derpsch.com/en/erosion

www.hydropedologie.cz

www.mapy.cz

www.slidepalyer.cz

www.sedmagenerace.cz

www.pal.cz

www.Soil-Net.com