

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra biotechnických úprav krajiny



**Protierozní ochrana řešená v rámci pozemkových
úprav**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:
Ing. Jana Chlupsová

Vypracovala:
Věra Chlastáková

© 2015 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra biotechnických úprav krajiny

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Věra Chlastáková

Územní technická a správní služba

Název práce

Protierozní ochrana řešená v rámci pozemkových úprav

Název anglicky

Erosion control measures within land adjustments

Cíle práce

Cílem práce je na základě informací shromážděných z odborné literatury a internetových zdrojů vytvořit ucelený přehled o problematice eroze, jejích příčinách a následcích, faktorech ovlivňujících ohrožení půdy, popsat organizační, agrotechnická a technická protierozní opatření používaná k ochraně půdy, definovat cíle pozemkových úprav a shrnout legislativu týkající se pozemkových úprav a ochrany půdy v České republice, dále představit a zhodnotit vybraná protierozní opatření realizovaná v rámci pozemkových úprav v okrese Tábor včetně charakteristiky daného území.

Metodika

Práce bude rozdělena do dvou částí, první částí práce bude literární rešerše založená na analýze informací z odborné literatury a seznámení s danou problematikou. Další částí bude popis vybraných protierozních opatření realizovaných v rámci okresu Tábor na základě projektové dokumentace katastrálního úřadu a terénní průzkum těchto opatření včetně pořízení fotodokumentace.

Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

Klíčová slova

eroze, příčiny vodní eroze, ochrana půdy, technická protierozní opatření

Doporučené zdroje informací

CABLÍK, J., JŮVA, K., Protierozní ochrana půdy. 2. přepracované a rozšířené vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1963. 324 s.

DUMBROVSKÝ, M., MEZERA, J., STRÍTECKÝ, L., Metodický návod pro vypracování návrhů pozemkových úprav. Praha: Českomoravská komora pozemkových úprav, 2004.

JANEČEK, M., Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika. Praha: Powerprint, 2012.

PASÁK, V., Ochrana půdy před erozí. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1984. 2007. 160 s. 113 s. ISBN 978-80-87415-42-9

190 s.

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Jana Chlupsová

Elektronicky schváleno dne 1. 4. 2015

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 14. 04. 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci „Protierozní ochrana řešená v rámci pozemkových úprav“ vypracovala samostatně pod vedením Ing. Jany Chlupové, a že jsem uvedla všechny prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne 9. 4. 2015

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí práce, Ing. Janě Chlupové, za odborné vedení, cenné rady a připomínky při tvorbě mé bakalářské práce.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá protierozními opatřeními v rámci pozemkových úprav. První část práce obsahuje obecné informace o erozi, pozemkových úpravách, jejich cílech, zmíněna je také nejdůležitější legislativa vztahující se k ochraně půdy. Dále jsou zde uvedeny druhy eroze, její příčiny a následky, popsána organizační, agrotechnická a technická protierozní opatření.

V druhé části práce jsou představena vybraná technická protierozní opatření realizovaná v rámci komplexních pozemkových úprav v okrese Tábor, uvedeny důvody pro jejich vznik a rovněž charakterizována území, na nichž se jednotlivá opatření nacházejí, z hlediska hloubky a sklonitosti půd a jejich erozní ohroženosti.

Klíčová slova: vodní eroze, příčiny eroze, povrchový odtok, ztráta půdy, technická protierozní opatření

Abstract

The bachelor thesis deals with erosion control measures within landscape modifications. The first part of the work includes general information about erosion, landscape modifications and their targets. The most important laws regarding soil conservation are also mentioned here. Erosion types, erosion causes and effects, agrotechnological, technical measures and anti-erosion organisation of the land are described here.

The chosen technical anti-erosion measures were put into practise within complex landscape modifications in the Tábor district. The reasons for their constructions, the characteristic of the territory where are these measures situated, the slope of the land, soil depth, and the erosion danger are described in the work.

Key words: water erosion, erosion causes, surface runoff, soil loss, technical anti-erosion measures.

Obsah:

1. Úvod	9
2. Cíl práce	9
3. Metodika	9
4. Eroze	10
5. Pozemkové úpravy	10
5.1 Formy pozemkových úprav	11
5.2 Plán společných zařízení	12
6. Legislativa týkající se pozemkových úprav a ochrany půdy	13
6.1 Legislativa České republiky	13
6.2 Legislativa Evropské unie	15
7. Druhy eroze	16
7.1 Druhy eroze podle činitelů	16
7.1.1 Vodní eroze	16
7.1.2 Větrná eroze	17
7.1.3 Ledovcová eroze	18
7.1.4 Sněhová eroze	18
7.1.5 Zemní a antropogenní eroze	19
7.2 Druhy eroze podle formy	20
7.2.1 Podpovrchová eroze	20
7.2.2 Povrchová eroze	20
7.3 Druhy eroze podle její intenzity	22
8. Příčiny vodní a větrné eroze	23
9. Následky eroze	25
10. Určení ohroženosti pozemků vodní erozí	26
11. Protierozní opatření	28
11.1 Opatření proti vodní erozi	29
11.1.1 Organizační protierozní opatření	29
11.1.2 Agrotechnická protierozní opatření	33
11.1.3 Technická protierozní opatření	37
11.2 Opatření proti větrné erozi	46
11.2.1 Organizační protierozní opatření	46
11.2.2 Agrotechnická protierozní opatření	47

11.2.3 Technická protierozní opatření	48
11.3 Protierozní opatření k ochraně nezemědělských půd	50
12. Vybraná technická protierozní opatření realizovaná v rámci pozemkových úprav v okrese Tábor	51
12.1 Suchý poldr Prudice	51
12.2 Protierozní meze Lejčkov	57
12.3 Polní cesta a meliorační příkop Záhoří	64
13. Diskuse	69
14. Závěr	70
15. Přehled literatury a použitých zdrojů	72

1. Úvod

Půda je významnou složkou životního prostředí, je základním výrobním prostředkem v zemědělství i lesnictví, patří mezi nejcennější přírodní bohatství lidstva. Její degradace je celosvětovým problémem a procesů, které ji způsobují, je celá řada. Plochy zemědělské půdy se zmenšují desertifikací, urbanizací, těžbou nerostů i jinými činnostmi, jejich úrodnost klesá v důsledku eroze, salinizace a dalších jevů. K nejvážnějším hrozbám patří vodní eroze, a to zejména v rozvojových zemích, kde způsobuje velké ekologické i ekonomické problémy. (Jeníček, Foltýn 2010, Novotný a kol. 2014).

Eroze půdy je přirozený proces, který vede k přetváření zemského reliéfu. Lidskou činností se však tento proces zrychluje. Už v době kamenné byly mýceny lesy za účelem získání půdy pro obživu a tím narušován přirozený kryt půdy, chránící ji před působením vody, větru a dalších činitelů. Jejich působením dochází k rozrušování povrchu půdy, odnosu a usazování půdních částic. První velké civilizace, vznikající od 4. tisíciletí př. n. l. v povodí velkých řek, se potýkaly s degradací půdy vzniklou v důsledku odlesňování a se splaveninami, přinášenými proudem řek především při záplavách. Byly proto budovány nádrže zachycující smytou půdu nebo terasy chránící svažitéjší pozemky. Objevovaly se první pokusy chránit zemědělskou půdu určitým způsobem obdělávání (Janeček a kol. 2008).

V českých zemích dochází ve středověku k intenzivnějšímu kácení lesů, zvláště pak při velké kolonizaci, kdy se osídlovaly i kopcovitější a horské oblasti. Toto období je také spojeno s určitým systémem protierozní ochrany. Zakládáním vesnic byl pověřen měřič, který měl základní geodetické znalosti, a jehož úkolem bylo vhodně rozmístit jednotlivé druhy pozemků, určit průběh cest, odvodňovacích a svodných příkopů. Koncem 19. století byly vytvořeny organizační základy pro realizaci komplexních a protipovodňových opatření a provedeno první scelování pozemků. Po nástupu komunismu docházelo v rámci socializace zemědělství k velkým zásahům do krajiny, jejichž výsledkem byla zvýšená eroze půdy a znečišťování vod (Dumbrovský a kol. 2004, Janeček a kol. 2008).

Po roce 1989 byly v rámci restitucí vraceny pozemky původním majitelům. Bylo proto třeba vytvořit jim takové podmínky, aby na nich mohli hospodařit, což bylo cílem následných pozemkových úprav. Jejich úkolem je rovněž pomáhat realizovat

opatření na ochranu životního prostředí a ochranu a tvorbu zemědělské krajiny. Velký význam zde má právě protierozní ochrana půdy (Konečná a kol. 2014).

2. Cíl práce

Cílem této práce je vytvořit ucelený přehled o problematice eroze, jejích příčinách a následcích, a také o faktorech ovlivňujících ohroženost pozemků. Budou vyjmenovány druhy eroze a rozříděny podle různých hledisek. Na základě shromážděných informací budou popsány druhy jednotlivých protierozních opatření určených k ochraně půdy proti nežádoucím účinkům vody a větru. Dále bude vysvětleno začlenění protierozních opatření do procesu pozemkových úprav a definovány cíle těchto úprav. Bude zde rovněž uvedena legislativa České republiky a Evropské unie, týkající se pozemkových úprav a ochrany půdy. V druhé části práce budou představena a popsána vybraná technická opatření realizovaná v rámci pozemkových úprav v okrese Tábor, včetně charakteristiky daného území.

3. Metodika

První část práce bude na základě analýzy informací shromážděných z odborné literatury a aktuálních materiálů uveřejňovaných Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy seznamovat s danou problematikou. V druhé části budou popsána vybraná technická protierozní opatření na základě projektové dokumentace Katastrálního úřadu Tábor a charakteristika území, na nichž jsou tato opatření realizována, vycházející z údajů geoportálu Sowac-gis. Dále bude proveden jejich terénní průzkum a pořízena fotodokumentace.

4. Eroze

Všeobecně se erozí rozumí rozrušování zemského povrchu pohybující se hmotou exogenního původu. Z geologického hlediska se jedná o rušivou činnost abiotických i biotických činitelů. Při pohybu abiotických činitelů dochází v důsledku jejich kinetické energie k mechanické erozi. Jiným druhem je eroze chemická, ke které dochází především působením vody obsahující slabé kyseliny. Ve vápencových horninách tak vznikají krasové jevy (Zachar 1970).

Podle Holého (1994) je eroze třífázový proces, při kterém je působením vody, větru, ledu a dalších erozních činitelů rozrušován půdní povrch, uvolněné půdní částice jsou odnášeny do jiných poloh a ukládány ve formě nánosů.

Eroze modeluje zemský povrch – snižuje ho nebo zvyšuje, čímž dochází k jeho zarovnávaní. Podmínkou je rozpojitelnost hmoty vyvýšených částí zemského povrchu, která je zajištěna zvětráváním hornin. Zvětrávání probíhá ve větší míře, když je zvětralinový plášť kyprý (Zachar 1970).

5. Pozemkové úpravy

Pozemkové úpravy podle zákona č. 139/2002 Sb. o pozemkových úpravách jsou významným nástrojem opatření ochrany půdy a vody v zemědělské krajině (Kovář 2010). Realizují se ve veřejném zájmu, rozumí se jimi prostorové a funkční uspořádání pozemků, jejich scelování nebo dělení, zabezpečení přístupnosti a využití pozemků a vyrovnávání jejich hranic s cílem vytvořit podmínky pro racionální hospodaření vlastníků. V rámci těchto úprav zanikají staré pozemky a vytvářejí se nové, k nimž je třeba uspořádat vlastnická práva a s nimi související věcná břemena. Pozemkové úpravy rovněž zajišťují podmínky pro zlepšení životního prostředí a kvality života ve venkovských oblastech, ochranu a zúrodnění půdního fondu, vodní hospodářství (především snižování negativních účinků povodní a řešení odtokových poměrů v krajině) a zvýšení ekologické stability krajiny. Jejich výsledky slouží pro obnovu katastrálního operátu a jsou závazným podkladem pro územní plánování (Zákon č. 139/2002 Sb.).

Velké pozemkové úpravy proběhly na našem území už v 18. st., kdy byla mezi poddané rozparcelována část státní a církevní půdy, parcely byly očíslovány, byla provedena bonitace půdy a vyhotoveny mapy. Od r. 1817 byl budován stabilní katastr, vznikl písemný a mapový operát, který se stal základem map užívaných do dnešní

doby, byly vedeny pozemkové knihy. Po r. 1848 bylo nutné přistoupit ke scelování pozemků – důvodem byla jejich rozptýlenost, nepřístupnost, nevhodný tvar, rozdrobenost aj. Byla rovněž uzákoněna povinnost vzájemného předávání informací mezi pozemkovými knihami a katastrem. Po vzniku samostatné republiky byl r. 1927 přijat katastrální zákon, který ustanovil pozemkový katastr jako právního nástupce předchozích katastrů a zajistil jeho soulad se skutečným a právním stavem (Bumba 2007, Dumbrovský a kol. 2004).

Během socializace venkova po roce 1948 byla půda, bez ohledu na vlastnictví, slučována do celků o velkých výměřích, byla rušena původní cestní síť a zorány meze, což mělo za následek zvyšování eroze půdy, znečišťování povrchových i spodních vod, likvidaci rozptýlené zeleně a porušení mimoprodukčních funkcí krajiny. Po roce 1989 byly pozemky vráceny původním vlastníkům a zřízen Ústřední pozemkový úřad a okresní pozemkové úřady. Navrácené pozemky byly většinou součástí velkých celků a bez přístupu k nim, takže nebylo možné je samostatně obdělávat, případně pronajmout nebo prodat. Bylo proto nutné provést pozemkové úpravy, které by toto umožnily a současně řešily protierozní ochranu půdy, ochranu a tvorbu krajiny, vytvářely podmínky pro ekonomické hospodaření i podklady pro čerpání financí z Evropské unie, řešily zemědělskou dopravu, upravovaly dle potřeby vodohospodářské poměry a umožňovaly obnovu katastrálního operátu (Dumbrovský a kol. 2004). Snaha státu o nápravu poměrů v zemědělské krajině z období totality se projevuje právě pozemkovými úpravami, které jsou nezbytným nástrojem k ochraně půdy a v České republice jsou plně hrazeny státem (Novotný a kol. 2013).

Při návrhu protierozních opatření se provádí průzkum, při němž se posuzují hydrologické poměry území a stanoví se jeho erozní ohroženost. Kromě toho se zjišťuje, jak je organizován a využíván půdní fond, jakým způsobem jsou obhospodařovány pozemky, i to, zda souhlasí mapové podklady se současným stavem. Protierozní opatření by měla být navrhována na podkladě odborně zpracovaných projektů pozemkových úprav při respektování základních principů ochrany půdy před erozí a posouzena z hlediska jejich účinnosti (Janeček a kol. 2008).

5.1 Formy pozemkových úprav

Pozemkové úpravy se provádějí buď formou komplexních nebo jednoduchých úprav, kdy není nutné zpracovávat plán společných zařízení. Většinou se jedná

o komplexní pozemkové úpravy, jednoduchými úpravami se řeší pouze některé hospodářské potřeby, jako je např. zpřístupnění pozemků, dále ekologické potřeby v krajině, např. lokální protierozní nebo protipovodňové opatření. Pokud se pozemkové úpravy týkají jen části katastrálního území, provádějí se rovněž formou jednoduchých úprav (Zákon č. 139/2002 Sb. v platném znění).

Komplexní pozemkové úpravy se zpravidla provádějí v rámci celého katastrálního území, (v jeho nezastavěné části) a mohou zasahovat i do sousedních katastrálních území. Před vypořádáním vlastnických práv k pozemkům se navrhuje plán společných zařízení. Základem pozemkových úprav je sloučení pozemků jednoho vlastníka do půdního bloku, který musí být chráněný proti erozi a zpřístupněný pro dopravu. Z hlediska ekologického jsou lepší menší půdní bloky, avšak z pohledu ekonomického jsou výhodnější větší pozemky. Nejvhodnějším tvarem je obdélník. Při změně pozemkové držby, která je vzájemná a dobrovolná, nesmí být žádný vlastník krácen ve svých vlastnických právech. Řízení, organizace a realizace pozemkových úprav je v kompetenci pozemkových úřadů. Pozemkové úřady jsou zřizovány ministerstvem zemědělství a na území České republiky jich funguje 77. Jsou to prvoinstanční správní úřady s územní působností danou okresy. Odvolacím orgánem je Ústřední pozemkový úřad (Vlasák, Bartošková 2007, Maier a kol. 2012).

5.2 Plán společných zařízení

Plán společných zařízení je soubor opatření, která se vzájemně doplňují a prolínají a vytvářejí podmínky k racionálnímu hospodaření a ochraně přírodních zdrojů. Patří sem opatření umožňující přístup k pozemkům (polní a lesní cesty, propustky aj.), protierozní opatření k ochraně půdy (zatravnění, protierozní meze, průlehy, záchytné příkopy, zasakovací pásy aj.), vodohospodářská opatření chránící území před záplavami a zajišťující neškodný odvod povrchové vody (suché poldry, rybníky, ochranné hráze aj.), opatření k ochraně životního prostředí a zvýšení ekologické stability území, terénní úpravy apod. Jejich cílem je zastavit, případně zpomalit degradaci zemědělské půdy způsobenou vodní a větrnou erozí a ochrana a zúrodnění půdního fondu. Protierozní opatření se navrhuje na základě výpočtu průměrné ztráty půdy v porovnání s přípustnou hodnotou její ztráty, která se stanoví dle hloubky půdního profilu. Způsob ochrany se volí podle jeho účinnosti, požadovanému snížení smyvu půdy a dalších kritérií. Dalším cílem je zlepšení vodního režimu daného území a jeho vodohospodářské poměry (povodňová ochrana, ochrana

vodních zdrojů atd.), zpřístupnění pozemků a zvýšení prostupnosti krajiny a také zajištění ekologické rovnováhy. Součástí opatření je řešení ÚSES (Územní systém ekologické stability), podpory biodiverzity, tvorby a ochrany krajinného rázu apod. (Dumbrovský a kol. 2004).

Plán obsahuje všechna navržená společná zařízení i výměry půdy potřebné k jejich provedení, jsou v něm uvedeny rovněž změny druhů pozemků. Vychází z územně plánovací dokumentace, z rozboru stávajících ekologických, dopravních, erozních, vodohospodářských poměrů, zemědělské a lesnické činnosti, zohledňuje připomínky dotčených organizací a podmínky orgánů státní správy, navazuje na další studie a projekty zpracované v daném území (Dumbrovský a kol. 2004). Jeho prostřednictvím jsou vytvářeny podmínky pro realizaci organizačních, agrotechnických i technických opatření na pozemcích daného území, s cílem snížit ohroženost pozemků erozí (Janeček a kol. 2008).

Na základě vyhlášky 545/2002 Sb. jsou zájmy ochrany půdy, vody a krajiny při tvorbě plánu společných zařízení upřednostněny před jinými požadavky na pozemky. Při pozemkových úpravách lze navrhnout systém technických opatření, pokud organizační a agrotechnická nevedla ke snížení erozního smyvu. Opatření by měla být navrhována s ohledem na charakter krajiny a zvýšení její ekologické stability. Je rovněž žádoucí, aby byla účinnost opatření při minimálním záboru zemědělské půdy co nejvyšší (Novotný a kol. 2013).

6. Legislativa týkající se pozemkových úprav a ochrany půdy

6.1 Legislativa České republiky

Nejdůležitějším zákonem České republiky týkajícím se ochrany půdy je zákon č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů. Podle tohoto zákona patří zemědělský půdní fond mezi hlavní složky životního prostředí, je naším základním přírodním bohatstvím a nenahraditelným výrobním prostředkem pro zemědělskou výrobu. Jeho ochranou, zvelebováním a racionálním využíváním je rovněž zajišťována ochrana životního prostředí. Mimo jiné obsahuje zákon zásady ochrany zemědělského půdního fondu. V současnosti se připravuje vyhláška proti erozi, která provede některá ustanovení tohoto zákona, týkající se hodnocení erozní ohroženosti, její přípustné míry a opatření k jejímu snížení (Novotný a kol. 2014).

Předpoklady pro zachování lesa a péči o něj, pro plnění všech jeho funkcí a podporu trvale udržitelného hospodaření v něm stanovuje zákon č. **289/1995 Sb. o lesích**. Ochranou povrchové a podzemní vody se zabývá zákon č. **254/2001 Sb. o vodách**. Pro vlastníky pozemků z něho vyplývá povinnost pečovat o své pozemky tak, aby nedocházelo ke zhoršování odtokových poměrů nebo odnosu půdy v důsledku vodní eroze, snažit se o zvýšení retenční schopnosti krajiny apod. Hlavní zásady ochrany životního prostředí, povinnosti fyzických i právnických při jeho ochraně a využívání přírodních zdrojů jsou uvedeny v zákoně č. **17/1992 Sb. o životním prostředí**. Šetrné hospodaření s přírodními zdroji, udržení a obnovení přírodní rovnováhy aj. je cílem zákona č. **114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny**. **Občanský zákoník 40/1966 Sb.** pak řeší odpovědnost za škodu způsobenou nevhodnou péčí o zemědělské pozemky, jejímž důsledkem je vodní a větrná eroze. Ochrany půdy se týká i zákon č. **252/1997 Sb. o zemědělství**, jehož cílem je vytvoření podmínek pro podporu mimoprodukčních funkcí zemědělství, přispívajících k ochraně půdy, vody a ovzduší (Kadlec a kol. 2012, Novotný a kol. 2014).

Po roce 1989 byly pozemky na základě zákona č. **229/1991 Sb. o půdě a 284/1991 Sb. o pozemkových úpravách a úřadech** vráceny původním vlastníkům, rovněž byly zřízeny okresní pozemkové úřady a Ústřední pozemkový úřad. V roce 2002 byl vydán zákon č. **139/2002 Sb. o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech** a o změně zákona č. 229/1991 Sb. o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, kterým byly Pozemkové úřady převedeny pod působnost ministerstva zemědělství. V zákoně je upraveno řízení o pozemkových úpravách a soustava a působnost pozemkových úřadů (Dumbrovský a kol. 2004).

Vliv na degradaci půdy může mít i rozsah zastavitelného území a umístění v rámci územních plánů. Zákon č. **183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu** upravuje cíle a nástroje územního plánování, vyhodnocování vlivů na udržitelný rozvoj území, podmínky pro výstavbu a rozvoj území apod. (Novotný a kol. 2014). Zlepšování ochrany životního prostředí je i cílem **Programu rozvoje venkova**, který je v souladu s nařízením Rady č. 1698/2005 o podpoře rozvoje venkova. Program se zaměřuje především na nízkou ekologickou stabilitu krajiny, včetně vysokého podílu půd ohrožených erozí, na sníženou retenci vody v půdě, znečištění povrchových i podzemních vod a mírný pokles biodiverzity (Kovář 2010).

Ochrana půdy proti erozi není v ČR dostatečně právně upravena. Ministerstvo zemědělství ji částečně řeší **standards Dobrého zemědělského a environmentálního**

stavu definovanými členskými zeměmi EU (GAEC 1 stanovuje opatření na ochranu půdy na svažitých pozemcích a GAEC 2 zásady pěstování vybraných hlavních plodin na erozně ohrožených půdách), které by měly zajistit hospodaření na zemědělské půdě v souladu s ochranou životního prostředí, což je podmínkou poskytnutí přímých plateb. Jejich kritéria jsou však vzhledem k ploše erozně ohrožené půdy nedostačující, týkají se jen subjektů čerpajících dotace a neopravňují k jejich postihu v případě erozních škod (Novotný a kol. 2014). Pro potřeby standardu GAEC 2 byly stanoveny půdy silně ohrožené, kde nelze pěstovat širokořádkové plodiny a obilniny a řepku jen s půdoochrannými technologiemi a půdy mírně erozně ohrožené, kde se širokořádkové plodiny pěstují s využitím půdoochranných technologií (Pírková a kol. 2013).

6.2 Legislativa Evropské unie

V roce 1972 byla přijata na zasedání výboru ministrů **Evropská charta o půdě** a v roce 1981 na konferenci FAO Světová charta o půdě. Byly v nich stanoveny základní principy v zacházení s půdním fondem a doporučení vládám členských států OSN řídit se jimi. (Jeníček, Foltýn 2010). Evropský parlament přijal několik dokumentů na ochranu půdy. Jsou to především **Alpský protokol** z r. 1996 s cílem chránit ekologické funkce půdy, zajistit její racionální využívání a zabránit její degradaci, **Kjótský protokol** z r. 1997 na ochranu půdy jakožto hlavní zásobárny uhlíku a **Úmluvu o biologické diverzitě** z r. 1992 (ASZ 2008). Ochrana půdy byla jednou z oblastí, kterých se týkaly tematické strategie **6. akčního programu** (č.1600/2002/ES) Společenství pro životní prostředí připravená Evropskou komisí (2002 – 2012). Byly v ní obsaženy rámcové právní předpisy na zajištění ochrany a udržitelného využívání půdy, integrace ochrany půdy do politik členských států, doplnění znalostí o ochraně půdy prostřednictvím výzkumu a zvyšování povědomí o nutnosti chránit půdu. **Směrnice** Evropského parlamentu a Rady **o zřízení rámce pro ochranu půdy** z r. 2006 na základě zásad zachování její funkce, prevence degradace a obnovení degradované půdy požadovala posouzení vlivu některých odvětvových politik na degradaci půdy, provedení opatření k omezení uvolňování nebezpečných látek do půdy a tam, kde využívání půdy může významně omezit její funkci, určení oblastí ohrožených erozí a dalšími degradujícími procesy, vypracování vnitrostátních sanačních strategií pro kontaminované lokality atd. **Strategie Evropa 2020** se zabývá mimo jiné i udržitelným růstem, což zahrnuje ochranu životního prostředí, snížení emisí, zabránění úbytku biologické rozmanitosti. Dosažení dobrého

stavu všech vod, na které má zemědělství značný vliv, si klade za cíl rámcová směrnice vodní politiky z r. 2000 (Novotný a kol. 2014).

7. Druhy eroze

Erozi lze třídit z několika hledisek – podle činitele, který erozi způsobuje – nejběžnější a nejdůležitější jsou voda a vítr. Voda způsobuje erozi nejen v kapalném, ale i v pevném skupenství, a to ve formě ledovců a sněhu. Dalším typem je eroze antropogenní, způsobená činností člověka, a zemní, způsobená pohybem směsi suti a vody (Dvořák, Novák 1994). Dále podle formy eroze odvozené z působení erozních činitelů na povrchu půdy (povrchová a podpovrchová) a podle intenzity eroze - normální a zrychlená (Holý 1994).

7.1 Druhy eroze podle činitelů

7.1.1 Vodní eroze

Jestliže půda, obzvláště půda čerstvě obdělaná, je vystavená dešti, nezůstane beze změn. Déšť ovlivňuje stav půdního systému, což je patrné ze změn fyzikálních vlastností půdy. Některé změny jsou nevratné. Po sobě jdoucí deště mohou způsobit změnu hydraulických vlastností půdy, což vede k odlišným reakcím půdy na déšť, pokud jde o odtok vody a erozi (Imeson, Kwaad 1990). Při vodní erozi působí na povrch půdy kinetická energie dopadajících dešťových kapek a mechanická síla povrchově tekoucí vody (Holý 1994). Proces vodní eroze začíná oddělením a odnosem půdních částic v důsledku dopadajících dešťových kapek. Jejich náraz je prvotní silou potřebnou k oddělení půdních částic, které pak povrchově odtékající voda odnáší dolů po svahu (Sharma P. P. 1995). Erodivaný materiál obsahující půdní organické i anorganické látky je pak ukládán v nižších polohách a ve vodních systémech (Blanco, Lal 2008).

Přivalové deště, dlouhotrvající srážky, sněhové vody při jarním tání nebo koncentrace vody v řekách, bystřinách a potocích způsobují vznik povrchového odtoku. Stojaté vody v mořích, rybnících a jezerech erodují pobřeží. Podzemní voda, především v krasových útvarech, může vyvolávat nejen mechanickou, ale i chemickou erozi (Holý 1994).

Tekoucí voda splachuje, vymílá a odnáší půdu, která se pak usazuje a hromadí na jiných místech. Nejčastěji k tomu dochází v oblastech s občasnými přivalovými

dešti nebo s náhlým táním sněhu, které vyvolávají prudké povrchové odtoky. Ty jsou pak příčinou eroze sklonitých a nedostatečně chráněných ploch. Vznik vodní eroze, její druh, působnost a účinky závisejí na různých faktorech, jako je druh a typ půdy, územní reliéf, množství a frekvence dešťových srážek, jejich rozložení během ročních období, sklon a délka svahu, druh vegetačního pokryvu, způsob obdělávání, například druhy a typy půdy, vegetační pokryv, územní reliéf, srážky atd. (Cablík, Jůva 1963, Balba 1995).

7.1.2 Větrná eroze

Větrná eroze je typickým jevem v aridních a semiaridních oblastech, kde se vyskytují nesoudržné prašné půdy, hladký půdní povrch postrádající vegetační pokryv, velká pole a silné větry. Rozsah těchto oblastí představuje asi jednu třetinu z celkové plochy půdy na Zemi. Půdy nejvíc náchylné k erozi se nacházejí v severní Africe, na Blízkém východě, v jižní a východní Asii, na Sibiři, v Austrálii, na jihu Jižní Ameriky a v aridních a semiaridních oblastech Severní Ameriky (Blanco, Lal 1994). Hlavním faktorem větrné eroze je pohyb a cirkulace vzduchu. Vítr vysouší vrchní vrstvy půdy a přemísťuje její částice. Výsledkem je ochuzení půdy o její svrchní část a organickou hmotu a zasypání půdy a plodin navátým pískem (Zachar 1982). Největší škody způsobuje větrná eroze na jaře, po suché zimě bez sněhu, kdy jsou pole holá nebo jen málo zakrytá vegetací (Cablík, Jůva 1963).

K větrné erozi dochází působením mechanické síly větru na půdní povrch, z kterého jsou uvolňovány půdní částice, přenášeny a následně po snížení rychlosti větru ukládány. Pohyb těchto půdních částic může mít různé formy:

- nejjemnější půdní částice ve formě suspenze jsou zvedány a přenášeny větrem na velké vzdálenosti (prašné bouře)
- půdní částice se pohybují skokem – přemísťuje se tak největší množství půdní hmoty (stejně jako předchozí fáze i tato je způsobena turbulentním prouděním přízemního větru s energií schopnou překonat gravitační síly půdních částic)
- půdní částice se sunou po povrchu půdy (nastává při poklesu energie pod výše uvedenou mez).

Při eolizačním procesu jsou jemnější částice ve formě suspenze odnášeny a zůstávají jen hrubozrnné částice a kamenité vrstvy, což způsobuje zhoršení fyzikálních vlastností půdy a tím i její skeletizaci (Hůla a kol. 2003).

Unášecí síla větru závisí na jeho rychlosti, době trvání, četnosti i výskytu větrů. Nejsilnější erozní účinky mají dlouhotrvající silné výsušné větry na holých plochách (Janeček a kol. 2012). Podle rychlosti a směru větru vzhledem k reliéfu území dochází k zarovnávaní nebo obrušování vyčnívajících míst terénu. Na návětrných svazích se většinou půdní pokrývka ztenčuje, na rovinách se půda přesypává, zarovávají se, případně obrušují nerovnosti. Pokud se eroze projevuje odnosem půdy, jedná se o deflací, při obrušování o eolickou korozi (Hůla a kol. 2003). K dalším faktorům ovlivňujícím větrnou erozi patří srážky, teplota vzduchu a délka erodovaného území, stav i povaha půdy (Janeček a kol. 2012). Záleží na velikosti a tvaru půdních částic (částice menší než 0,1 mm jsou snadno zvednuty větrem), jejich soudržnosti, struktuře a vlhkosti půdy, drsnosti jejího povrchu, velikosti hrudek (menší než 0,84 mm podléhají snadněji větrné erozi), Proti erozi větru působí také gravitační síly (Das 2009).

7.1.3 Ledovcová eroze

Ledovce jsou obrovské masy ledu, které se většinou pohybují velmi pomalu (1 cm – 1 m za den), ale s ohromnou a drtivou silou (Gifford 2005). Ledovcová eroze se vyskytuje ve velehorských polohách nad sněžnou hranicí. Je způsobena pohybem ledovců do údolí působením vlastní tíže. Cestou je strháváno a unášeno velké množství horninových zvětralin, jež jsou ukládány v nižších polohách. Vznikají tak morény, které se člení dle způsobu dopravy sutí na svrchní (sůť dopravována na povrchu ledovce), boční (při dopravě při okrajích ledovce), spodní (materiál dopravován při dně ledovce), střední (spojí-li se při setkání dvou ledovcových proudů jejich boční morény) a obloukovitou čelní, která se vytváří u paty ledovce. Tající voda z ledovců s sebou odnáší materiál z morén do vodních toků (Cablík, Jůva 1963).

Při pohybu dochází k vybrušování a ohlazování skalního podloží, které je tak drceno a rozmělněno, a také k rýhování valouny zamrzlými v ledu. Na méně odolných horninách mají vymílací účinky. Činnost ledovců závisí na rychlosti, s jakou se pohybují, jejich hmotnosti a tloušťce, na spádu terénu a dalších faktorech (Cablík, Jůva 1963).

7.1.4 Sněhová eroze

Sněhová eroze se projevuje hlavně v oblastech s trvalou sněhovou pokrývkou. Vzniká pohybem sněhu ve formě lavin, kdy se v důsledku velkého tlaku a rychlosti

sněhu vytvářejí erozní rýhy. Může nastat i při jarním tání, když se vrstva sněhu pomalu pohybuje po neumrzlém půdním povrchu (Holý 1994)

Kinetická energie sněhu dopadajícího na půdní povrch je zanedbatelná, veškerá energie pochází z odtékající vody. V zimě je většina polí bez vegetace a půda je vzhledem k nižšímu výparu a omezené spotřebě vody rostlinami víc nasycena vodou. K erozi dochází v důsledku velkého povrchového odtoku tam, kde půda není promrzlá. Vytvářejí se široké ploché rýžky, které se při rozmrzání půdy a zvyšujícím se povrchovém odtoku prohlubují a nakonec může dojít až k vytvoření strží (Janeček a kol. 2008).

7.1.5 Zemní a antropogenní eroze

Zemní eroze vzniká činností suťových proudů, které rozrušují při své cestě do údolí půdu a vytvářejí v ní hluboké rýhy. Jsou tvořeny zeminou (půda, štěrk, kamení) prosycenou vodou (Zachar 1970).

Antropogenní eroze vzniká zásahem lidí do přírody, ať už přímo (urbanizace, technické stavby) nebo nepřímo (znečišťování půdy, ničení přirozeného vegetačního krytu, zhoršení fyzikálních, chemických i biologických vlastností půdy aj.). Nejvýznamněji se na ni podílí intenzifikace zemědělské výroby, výstavba komunikací a urbanizace. V rámci intenzifikace zemědělské výroby dochází k vytváření velkých obdělávaných celků, často nedostatečně chráněných osetými kulturami a s dlouhými odtokovými dráhami. Používání těžké mechanizace vede ke zhutňování půdy a tím i ke zhoršení její infiltrační schopnosti. Nepříznivě působí také nevhodně navržená odvodňovací nebo cestní síť, která vytváří odtokové dráhy pro vodu a následně výmoly a strže. Minerální hnojiva, pesticidy a další chemické látky se dostávají při erozních procesech do vodních zdrojů a znečišťují je. To je rovněž velkým problémem při zavlažování půdy, především při brázdové závlaze. Odtok vody ze zavlažovaného území způsobuje zejména v aridních oblastech zasolení půdy. Negativně se projevuje i intenzivní spásání travního porostu ve svazích, protože na obnaženém půdním povrchu se vytvářejí odtokové dráhy, následně pak rýhy a výmoly, případně strže (Holý 1994).

Dalším druhem antropogenní eroze je eroze vyvolaná výstavbou silnic a dálnic a urbanizací. Nechráněné svahy komunikací vyšších tříd jsou rozrušovány povrchově stékající vodou, která odnáší uvolněný materiál, jímž jsou často zanášeny odvodňovací příkopy. Neustále postupující urbanizace vyžaduje výstavbu nových sídlišť, kdy je

obnažený půdní povrch zhutňován v důsledku stavebních prací a ztrácí tak schopnost propouštět povrchovou vodu. Pojíždějící stavební stroje pak vytvářejí odtokové dráhy pro vodu, která odnáší velké množství splavenin a může dojít i k sesuvům půdy. Antropogenní eroze vzniká i při dalších činnostech, jako je těžba nerostů, vytváření průseků pro lyžařské sjezdovky apod. (Holý 1994).

7.2 Druhy eroze podle formy

7.2.1 Podpovrchová eroze

Srážková voda způsobuje erozi nejen na povrchu, ale i pod povrchem země. Při podpovrchovém odtoku proniká srážková voda do půdy a vyplavuje půdní částice, které jsou vertikálně přemísťovány a přispívají k vytváření půdních horizontů. Čím je půda pórovitější, tím je gravitační pohyb vody rychlejší a vertikální vyplavování částic větší. Zvláštní formou podzemní eroze je tunelová eroze, při níž jsou vymílány podpovrchové chodby půdními a podzemními vodami nad nepropustnými vrstvami. Se zvětšováním kanálu se ztenčuje strop a snižuje se stabilita nadložních vrstev, takže nakonec dojde ke zhroucení stropu a vzniku otevřené erozní rýhy (Zachar 1970).

7.2.2 Povrchová eroze

Podle účinků vody na půdní povrch může být povrchová vodní eroze plošná, výmolná nebo proudová. Pro **plošnou** je charakteristické rozrušování a smyv půdy na celé ploše území. Snáze jsou vyplavovány jemné půdní částice včetně chemických látek na ně vázaných. Tím se mění textura půdy a zvyšuje se její hrubozrnnost. Naopak půdy obohacené nánosem jsou jemnozrnnější a bohatší na živiny (Cablík, Jůva 1993). Projevem plošné eroze může být nestejný vývoj vegetace v částech území, kde došlo ke smyvu nebo naopak nahromadění jemných částic. Vrstevná eroze se projevuje na celé ploše svahu nebo v širokých pruzích, podle toho, jaký je reliéf povrchu. Dochází k ní při nepříznivém utváření půdního profilu a větší kinetické energii povrchově stékající vody. Půdní hmota je smývána ve vrstvách, často je výsledkem ztráta celé orniční vrstvy (Holý 1994).

Obr. 1: Plošná eroze (Dívčí Kopy)



Zdroj: VÚMOP, v.v.i.

Výmolná eroze vzniká při větším soustředění plošného odtoku nebo prohloubením stružek, kdy jsou v půdním povrchu vymílány rýžky různé velikosti a tvaru. Podle tvaru se rozeznávají rýhy ploché, úzké, široké a oblé (Janeček a kol. 2008). Pro **rýhovou** erozi je typické, že příčinou odnosu půdy je vymílání vodou, které se soustředí v nejnižše položeném místě, takže rýhy vznikají na svahu nebo v údolí, a také to, že dochází k fragmentaci svahu (Zachar 1970). Kromě rýžkové eroze může vznikat i eroze brázdová, vyznačující se mělkými širšími zářezy a menší hustotou na svahu než u rýžkové. Při dalším soustředěném povrchovém odtoku se rýhy prohlubují a spojují, takže vznikají hluboké výmoly a strže, které často zasahují do podzemních vodonosných horizontů, způsobují snížení hladiny podzemní vody a vysušování okolního území (Holý 1994).

Obr. 2: Rýhová eroze (Jesenicko)



Zdroj: VÚMOP, v.v.i.

Obr. 3: Výmolná eroze (Čejkovice)



Zdroj: VÚMOP, v.v.i.

Proudová vodní eroze vzniká působením vodního proudu ve vodních tocích, nejvíc se projevuje v bystřinách, kde se vyskytuje značné množství splavenin, a kde dochází k prudkému odtoku vody. Může docházet k rozrušování dna, což je forma podélné eroze, nebo břehu, kdy eroze probíhá kolmo na osu toku - příčná eroze (Holý 1994). Voda v bystřinách s sebou odnáší materiál vzniklý zvětráváním a erozním odnosem z přilehlého území (suťové bystřiny), vymíláním dna, případně sesuvem podemletých břehů (vymílavé bystřiny) nebo kombinací obou způsobů. Intenzita vymílání závisí na rychlosti průtoku vody, tedy i na spádu dna a hloubce vody. Erozi v řekách způsobuje tření proudící vody nebo unášený erodovaný materiál. Projevuje se prohlubováním a rozšiřováním koryta, podemláním břehů a rovněž svahovými sesuvy půdy. Při menší síle proudu zůstává část materiálu v řečišti a zanáší ho. Proudovou erozí je také větrem způsobené vlnobití, které eroduje pobřeží (Cablík, Jůva 1993).

V České republice je v současnosti ohroženo vodní erozí víc než 50 % orné půdy. Půd ohrožených nebo náchylných k větrné erozi je asi 26 %, z toho 45 % na Moravě. Mělké půdy (hloubka do 30 cm) jsou často zcela smyté nebo u nich došlo k posunu o jeden stupeň hloubky, příp. může u některých půd dojít ke změně půdního typu. Důvodem je hlavně velikost půdních bloků na svažitéch pozemcích a vysoké zornění zemědělské půdy (Podhrázská a kol. 2014).

7.3 Druhy eroze podle její intenzity

Intenzitu eroze je možné vyjádřit objemem odnesené půdy za určité časové období a podle intenzity lze rozlišit erozi normální a zrychlenou (Janeček a kol. 2008). Eroze půdy a ukládání sedimentů jsou přirozené krajnotvorné procesy, které mohou být výrazně urychleny zásahy člověka, jako je odlesňování, intenzivní pastva, změny v užívání půdy a trvale neudržitelné zemědělské praktiky. Půdní eroze a sedimentace jsou příčinou nejen degradace neobnovitelných přírodních zdrojů, ale i ukládání nánosů na polích, naplaveninových oblastech a vodních tocích (Zapata a kol. 2003).

Při **normální** erozi je ztráta půdy vyrovnávána tvorbou nové, k čemuž dochází zvětráváním půdního podkladu. Rychlost tohoto procesu závisí na vlastnostech substrátu, jeho tvrdosti a zvětratelnosti podloží. Pokud má vrstva půdy větší mocnost, nesníží se podstatně její úrodnost, ani když je přípustná eroze větší než normální. O **zrychlenou** erozi se jedná, pokud je půda smývána v takovém množství, že její

ztráta nemůže být nahrazena půdotvorným procesem. Při stanovování přípustné meze eroze se také musí zohlednit ochrana vodních toků před zanášením, zachování kvality vodních zdrojů, ekonomika zemědělské výroby aj. (Holý 1994, Janeček a kol. 2008).

8. Příčiny vodní a větrné eroze

Až do nedávna tradiční užívání půdy bylo schopno udržet půdní erozi a povrchový odtok na přijatelné úrovni. Rozšiřování obydleného území, intenzifikace zemědělské výroby a zvětšování plochy orné půdy, zapříčinilo větší výskyt půdní eroze a záplav (Schmidt 2000).

Druh a míru eroze na konkrétním území určují environmentální podmínky. Tyto podmínky sestávají z faktorů klimatických a hydrologických, morfologických, geologických a půdních, z využívání půdy a jejího vegetačního pokryvu. Na vznik, průběh a intenzitu eroze působí kombinace výše uvedených faktorů. Pro většinu zemského povrchu je dominantní vodní eroze. Eroze zahrnuje proces oddělování, strhávání, transportu a ukládání půdních částic (Toy a kol. 2002, Janeček a kol. 2008)

Klimatické a hydrologické poměry jsou dány nadmořskou výškou, teplotou ovzduší a jejími denními i ročními změnami, osluněním, výparem, povrchovým odtokem, výskytem, směrem a intenzitou převládajících větrů, dále množstvím, rozdělením a intenzitou srážek a zeměpisnou polohou (Cablík, Jůva 1963, Janeček a kol. 2008). K největším ztrátám půdy dochází v oblastech s vysokým množstvím srážek, která většinou leží ve vyšších polohách. V důsledku populačního tlaku jsou i tato svažitá území obdělávána (Boardman, Goudie 2010). Z klimatických podmínek jsou důležité hlavně ovzdušné srážky, jejich intenzita, trvání a doba výskytu. Rozhodující jsou přívalové srážky, které jsou velmi intenzivní. Kinetická energie dešťových kapek má destrukční vliv na půdní povrch a zvyšuje turbulenci povrchového odtoku (Cablík, Jůva 1963, Holý 1994). Povrchový odtok vzniká, když je intenzita deště větší než vsakovací schopnost půdy (Janeček a kol. 2008).

Nejdůležitějšími morfologickými činiteli jsou sklon území a délka svahu. Čím větší je sklon a délka svahu, tím vyšší je rychlost a tangenciální napětí vody, tudíž i destrukční účinek na povrch půdy. V podmínkách našeho státu dochází k nebezpečnému rozrušování povrchu půdy v místě, kde se mění plošný povrchový odtok v soustředěný, a kde přechází plošná vodní eroze ve výmolnou. Orientačně stanovil sklony pro ohrožení půdy vodní erozí Výzkumný ústav meliorací takto: u neohrožené půdy do 7°, u mírně ohrožené 4 – 10°, středně ohrožené 8 – 15° a silně

ohrožené 12 – 17 °. Vliv na průběh eroze má i tvar svahu, který může být vypuklý, vydutý, přímý nebo kombinovaný, přičemž největší intenzita eroze je na vypuklých a nejmenší na vydutých svazích. Dalším činitelem je expozice svahu. Na osluněných svazích taje sníh rychleji, takže zde vzniká rychlejší povrchový odtok, dochází k intenzivnějšímu rozrušování půdního substrátu a tím i eroze. Je zde rychlejší vysychání půdy i rozklad organických látek a tím i menší soudržnost půdy. Expozice svahů k převládajícímu směru větrů má vliv na vznik a intenzitu větrné eroze (Holý 1994).

Půdní a geologické poměry určují odolnost půdy proti erozi. Jsou charakterizovány povahou půdotvorného substrátu, druhem a typem půdy, její texturou a strukturou, vlhkostí a obsahem humusu. Geologické jsou dány odolností geologického podkladu, vystaveného působení ovzduší a tekoucí vody, a nepřímo ovlivňujícího i vlastnosti půd. Půdní poměry ovlivňují velikost infiltrace vody do půdy, včetně jejího časového průběhu, a odolnost půdy vůči účinku dešťových kapek, povrchovému odtoku a působení větru. Odolnější vůči erozi jsou hrubě zrnité písčité a hlinitopísčité půdy, protože mají vyšší propustnost (snížení velikosti odtoku) a jejich hrubozrnnosti působí proti splachu vodou a odvádí větrem. Záleží však také na střídání vrstev různé zrnitosti (propustná vrstva uložená nad špatně propustnou může podlehnout erozi). Lepší vsakování vody umožňují půdy s drobtovitou strukturou, která je podmíněna dostatečným množstvím organického materiálu i vhodnými osevními postupy (Cablík, Jůva 1963, Holý 1994).

Vegetační pokryv půdy, jeho hustota a délka trvání mají vliv na ochranu půdy před přímým dopadem dešťových kapek a tím i útlumu jejich kinetické energie, na vsak vody do půdy a zpomalení povrchového odtoku, zlepšení fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy. Kořeny půdu zpevňují, nadzemní části vegetace v zimě přispívají k pravidelnému rozložení sněhu a menšímu zamrznání půdy. Vegetace zmenšuje výpar vody z půdy, čímž uchovává její vlhkost. Chrání půdu před přímým působením větru a vysoušení a zlepšuje půdní vlastnosti důležité pro odolnost vůči větrné erozi (Holý 1994).

Způsob využívání a obhospodařování půdy zahrnuje polohu a tvar pozemku, směr obdělávání a střídání plodin. Největší nebezpečí vodní i větrné eroze hrozí u pozemků přeměněných z lesní na zemědělskou půdu. Pro zemědělskou půdu je vhodnější umístění delší stranou pozemku po vrstevnici a také umístění kultur s větším protierozním účinkem na ohrožených částech svahu (Holý 1994).

Faktory ovlivňující větrnou erozi jsou klimatické a půdní. Ke klimatickým patří zejména intenzita, směr a četnost větrů a rovněž vlhkost území. Půdní jsou dané vlhkostí půdy, její strukturou a drsností jejího povrchu. Větrnou erozí je nejvíc ohrožena půda bez vegetace, s malou vlhkostí a nízkým obsahem jílnatých částic. Půdní částice větších rozměrů jsou odolnější proti odnosu větrem. Vlhkost půdy, která zvyšuje její soudržnost, závisí na množství srážek a výparu a ten zase na teplotě, vlhkosti ovzduší a větru. Organické a anorganické látky obsažené ve vodě stmelují částice půdy do agregátů nebo hrud, případně se vytváří povrchová kůra, či kůra a větší drsnost povrchu snižuje erozi. Vegetace snižuje rychlost větru při povrchu půdy a chrání půdní částice před jeho přímým nárazem. Velký význam má rovněž délka nechráněného pozemku – čím je delší, tím víc částic je uvolněno. K větrné erozi dochází zvláště na začátku roku a brzy na jaře, kdy jsou nízké teploty, málo srážek, a také na podzim, kdy je půda většinou bez vegetace (Janeček a kol. 2008).

Očekává se, že globální změny povedou k větším problémům spojeným s erozí půdy buď přímo v důsledku změn v režimu srážek a větrů nebo nepřímo změnami půdní vlhkosti, organické hmoty, půdní fauny, struktury půdy nebo vegetačního pokryvu (Valentin 1998).

9. Následky eroze

Degradace půdy je vážným globálním problémem, který má významné ekonomické a ekologické dopady. Je způsobena především vodní a větrnou erozí, ke ztrátě množství a kvality půdy dochází dále v důsledku zhutnění a rozpadu půdní struktury, zasolení, k němuž často dochází nevhodně prováděným zavlažováním, zamokření, vyčerpání živin, dezertifikace, acidifikace, laterizace, urbanizace, znečištění půdy toxickými látkami (hnojiva a pesticidy, atmosférická depozice), ukládání odpadů a těžby nerostných surovin. Degradace půdy, způsobená jejím nesprávným využíváním, má velký dopad na životní prostředí a snížení její produkční schopnosti může vést k sociální a politické nestabilitě. (Lal 1998, Janeček 2008, Jeníček, Foltýn 2010).

Lidé svou činností poškodily 15 % pevniny země, z toho největší podíl připadá na vodní erozi (56 %), která je největší hrozbou pro většinu kultivovaných zemědělských půd, především pak v rozvojových zemích. Větrná eroze je méně významná (asi 26%), zbytek je chemická (12 %) a fyzikální degradace (4 %). Příčin vodní eroze je několik, ale nejvýznamnější je odlesnění, které způsobuje asi 40 %

všech potíží s vodní erozí, dále nadměrná pastva asi 29 % a nevhodné zemědělské postupy 24 %. Rozvojové země, které jsou svými příjmy závislé na zemědělství, získávají další půdu odlesňováním. Tato půda je však chudá na živiny a po 2 až 3 letech se mění v suchou, neúrodnou zem. V zavodňovaných oblastech dochází k zasolování půdy, což může vést ke vzniku pouští a polopouští. Velkou hrozbou je desertifikace, která je problémem hlavně v suchých oblastech a postihuje téměř jednu třetinu zemského povrchu. Kromě klimatických faktorů je opět způsobena lidskou činností (Jeníček, Foltýn 2010).

Vodní eroze způsobuje nenávratnou ztrátu půdy na polích, zhoršení její struktury, poškození nebo zničení pěstovaných rostlin, utlumení mikrobiálního života. Úbytek organického materiálu a živin má za následek snížení ornice a pokles úrodnosti. Je nutné použít hnojiva, aby se nesnížily výnosy. Dalším problémem je usazování odnesené půdy ve vodních tocích a nádržích i odtokových příkopech. Snižuje se tak jejich kapacita a průtočnost, zvyšuje se nebezpečí záplav. Stoupá také koncentrace některých chemických látek ve vodě, především dusíku a fosforu, způsobujících nadměrnou eutrofizaci vody (Pasák a kol. 1984, Morgan 1995). Smytá půda způsobuje zakalení vody, což se nepříznivě projevuje při její úpravě na pitnou vodu, poškozuje rovněž prostředí pro vodní organismy, zvyšuje náklady na těžbu usazenin apod. Důsledkem větrné eroze je kromě odnosu půdy a hnojiv obnažování kořínků rostlin a jejich uschnutí. Dochází také k zanášení příkopů a komunikací odvátkou zeminou (Pasák a kol. 1984).

Eroze způsobuje nežádoucí změny fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy. Z fyzikálních je to především změna struktury, textury, pórovitosti, infiltrační schopnosti a vodní kapacity. Chemické vlastnosti eroze ovlivňuje snížením obsahu organické hmoty, humusu a minerálních živin v půdě a obnažením podorničí s nízkou přirozenou úrodností a vyšší kyselostí. Biologická degradace je důsledkem snížení organické hmoty v půdě, zmenšení obsahu organického uhlíku a úbytkem půdních mikroorganismů kvůli nadměrné chemizaci (Janeček a kol. 2008).

10. Určení ohroženosti pozemků vodní erozí

K určování ohroženosti pozemků vodní erozí se používá univerzální rovnice pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy erozí podle Wischmeiera a Smithe (1978):

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

faktor erozní účinnosti deště R

- závisí na četnosti, kinetické energii, intenzitě a úhrnu erozně nebezpečných dešťů
- V České republice je jeho průměrná hodnota $40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$

faktor erodovatelnosti půdy K

- je definován jako ztráta půdy za standardního pozemku na jednotku faktoru R
- vyjadřuje se v závislosti na struktuře a textuře ornice a obsahu organické hmoty v ní a propustnosti půdního profilu (Janeček a kol. 2012).

faktor délky svahu L a sklonu svahu S

- topografický faktor LS je definován jako poměr ztráty půdy na jednotku plochy sledovaného svažitého pozemku a ztráty půdy na pozemku o sklonu 9 % a délce svahu 22 m (Aral, Gunduz 2006).
- faktor L vyjadřuje vliv nepřerušené délky svahu a faktor S vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí

faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu C

- vyjadřuje závislost na vývoji vegetace a použité agrotechnice
- je přímo úměrný pokryvnosti a hustotě porostu v období přívalemých dešťů

faktor účinnosti protierozních opatření P

- jeho hodnota je rovna jedné, pokud nejsou na pozemku použita protierozní opatření nebo dodrženy stanovené maximální délky a počty pásů (Janeček a kol. 2012).

Uvedená rovnice vyjadřuje kvantitativní účinek hlavních faktorů majících vliv na erozi způsobenou přívalemými dešti. Vychází z principu přípustné ztráty půdy na standardním pozemku o délce 22,13 metrů a sklonu svahu 9 %, s povrchem po přívalemém dešti mechanicky kypřeným ve směru sklonu svahu jako úhor bez vegetace. Vypočtená hodnota vyjadřuje přípustnou ztrátu půdy, to znamená maximální velikost půdní eroze, umožňující dlouhodobě a ekonomicky dostupně udržovat úrodnost půdy na dostatečné úrovni. Rovnici není možné použít pro kratší období, než je jeden rok, ani pro jednotlivé srážky nebo tání sněhu. Nezahrnuje

ukládání uvolněné půdy na pozemku nebo pod ním (Janeček a kol. 2008, Janeček a kol. 2012).

Pokud je vypočtená ztráta půdy vyšetřovaného pozemku větší než přípustná ztráta, znamená to, že využívání pozemku nezajišťuje dostatečnou protierozní ochranu a je tudíž nutné přijmout účinnější protierozní opatření. Hodnota přípustné ztráty je určena na základě potřeby dlouhodobého zachování funkcí a úrodnosti půdy. Mělké půdy s hloubkou do 30 cm by měly být trvale zatravněny nebo zalesněny. U půd středně hlubokých (30 – 60 cm) a hlubokých (nad 60 cm) by neměla být přípustná ztráta půdy za rok větší než 4 tuny na hektar (Janeček a kol. 2012). Pokud je dlouhodobá ztráta půdy v dané lokalitě pod přípustným limitem, pak má protierozní opatření požadovanou účinnost (Konečná a kol. 2014).

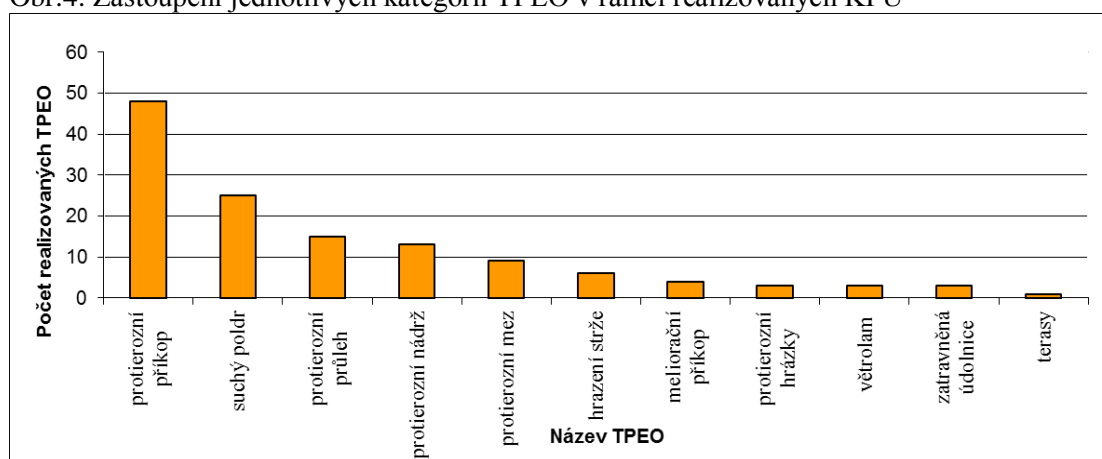
11. Protierozní opatření

Ochrana půdy má dlouhou historii, např. ve Středomoří se používal systém teras už před několika tisíci lety (Goudie, Boardman 2010). Protierozní opatření jsou opatření uplatňovaná v krajině, především na zemědělských pozemcích, v souladu s konkrétními přírodně-hospodářskými podmínkami, s cílem zachovat půdu nejen pro zemědělskou výrobu, ale i jako základní složku životního prostředí. Jedná se o opatření organizačního, agrotechnického a technického charakteru, která kromě omezování ztrát půdy ovlivňují také vodohospodářské poměry v krajině – snižují objem povrchového odtoku a mění jeho směr, zmenšují velikost kulminačních průtoků, podílejí se na zvýšení vlhkosti půdy, přispívají k lepší kvalitě povrchové vody (Hůla a kol. 2003). O tom, jaký druh protierozního opatření se použije, rozhoduje jeho účinnost, požadované snížení smyvu půdy a také ochrana objektů. V úvahu se při tom musí brát ochrana životního prostředí i zájmy vlastníků, případně uživatelů pozemků (Toman 1966).

Ochrana proti erozi je většinou kombinací různých opatření. Nejprve je třeba využít všechny dostupné možnosti k zadržení vody a zpomalení povrchového odtoku, případně jeho přeměna na podpovrchový, což je hlavně úkolem organizačních a agrotechnických opatření. Jestliže se takto dostatečné ochrany půdy nedosáhne, použijí se technická protierozní opatření, která mají multifunkční charakter. Kromě půdy chrání i vodní zdroje, intravilány obcí a měst a často mají i protipovodňový efekt (Kadlec a kol. 2012).

V r. 2009 byl zahájen projekt NAZV Q191C008 „Optimalizace postupu navrhování technických protierozních opatření“, který zkoumá účinnost technických protierozních opatření (TPEO) ale kromě toho provádí také inventarizaci TPEO realizovaných v rámci komplexních pozemkových úprav (KPÚ) – viz.následující graf (Novotný a kol. 2013):

Obr.4: Zastoupení jednotlivých kategorií TPEO v rámci realizovaných KPÚ



Zdroj:Novotný a kol., *Strategie ochrany půdy v ČR před erozí* (2013)

11.1 Opatření proti vodní erozi

Opatření proti vodní erozi mají chránit půdu před účinky dopadajících kapek deště, omezovat unášecí sílu vody a soustředěného povrchového odtoku, odtékající vodu neškodně odvádět a zachycovat smytou zeminu. Kromě toho také podporují vsak vody do půdy a zlepšují její soudržnost (Janeček a kol. 2008).

11.1.1 Organizační protierozní opatření

Účinnost organizačních opatření v boji proti erozi je založena na rozdílné půdoochranné funkci pěstovaných plodin a kultur. Čím déle je porost na pozemku a čím hustší je, tím víc snižuje povrchový odtok. Vliv jednotlivých pěstovaných plodin na snížení erozního smyvu vyjadřuje C-faktor v univerzální rovnici pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí (Hůla a kol. 2003).

Vegetace má významnou roli v protierozní ochraně, neboť zvyšuje odolnost půdy vůči erozi stabilizací půdní struktury, zvýšením množství půdní organické hmoty a podporováním činnosti půdních mikro a makroorganismů. Efektivita vegetačního pokryvu závisí kromě druhu rostlin také na jejich hustotě, věku, kořenovém a listovém systému (Blanco, Lal, 2008).

Organizační opatření spočívají v situování pozemků delší stranou ve směru vrstevnic, ve zvolení vhodného tvaru a velikosti pozemku a rovněž ve vymezení parcel vhodných ke změně druhů pozemků. Opatření navrhovaná na orné půdě musí být v souladu s dalšími protierozními opatřeními, což předpokládá dobrou spolupráci se subjekty, které ji obhospodařují. K zásadám protierozních organizačních opatření patří rozmístění plodin v závislosti na ohroženosti pozemku, včasný termín výsevu plodin a výsev víceletých píceň do krycí plodiny, dále provádění podmítky v období nižšího výskytu přívalových dešťů a zařazování meziplodin (Janeček a kol. 2012).

Opatření organizačního charakteru zahrnují:

- ochranné zatravnění a zalesnění
- protierozní oseední postupy
- pásové pěstování plodin
- delimitaci kultur
- pozemkové úpravy vedoucí ke změně velikosti pozemků a jejich orientace (Janeček a kol. 2008).

Stanovit vhodnou **velikost pozemku** je poměrně obtížné, protože tu působí protichůdné faktory. Z ekonomického hlediska je výhodnější pozemek dostatečně velký, aby jeho obdělávání bylo efektivní, zatímco přírodní faktory působí k vytváření menších půdních celků. Z hlediska protierozní ochrany je třeba zajistit, aby délka pozemku ve směru sklonu nebyla větší, než přípustná délka stanovená na základě vypočtené přípustné ztráty půdy erozí. V rámci pozemkových úprav se kromě protierozní ochrany berou v úvahu i dopravní, vodohospodářské aj. faktory. Na rovinném území se obecně doporučuje velikost půdních bloků do 50 ha, v členitějším terénu do 50 ha za podmínky, že převažující délka pozemku je ve směru vrstevnic (Janeček a kol. 2012). Situování pozemku delší stranou ve směru vrstevnic nejenže zkracuje jeho délku ve směru odtoku, ale současně i stimuluje k obdělávání po vrstevnici (Novotný a kol. 2014). Vrstevnicová orba umožňuje zachycení povrchově stékající vody v brázdách vedených ve směru vrstevnic a její vsakování do půdy. Tím se sníží povrchový odtok a zmenší množství splachované zeminy. Pokud hrozí nebezpečí zamokřování půdy (u těžkých půd), provádí se orba v malém odklonu napříč vrstevnicemi, aby mohla voda neškodně odtékat mírně spáditými brázdami (Cablík, Jůva 1963).

Nejoptimálnějším **tvořem pozemku** je obdélník nebo rovnoběžník s vnitřními úhly 50 - 60°, ideální poměr délek stran je 1:2 až 1:3 (Holý 1994).

Dalším organizačním opatřením je **delimitace druhu pozemku**, to znamená optimální využití pozemků, na nichž jsou pěstovány jednotlivé kultury, z hlediska prostoru a funkce. Pozemky se v rámci zemědělského půdního fondu dělí na ornou půdu, louky, pastviny, zahrady, vinice, sady a chmelnice (Janeček a kol. 2008).

Ochranné zatravnění a zalesnění patří k nejúčinnějším protierozním opatřením. Zatravnění se provádí na pozemcích výrazně ohrožených erozí, které tudíž nelze využívat jako ornou půdu. Kromě toho se trvalým travním porostem chrání dráhy soustředěného povrchového odtoku, profily průlehů a těles ochranných hrázek, uplatňuje se i podél břehů vodních toků a nádrží. Pro ochranné zatravnění jsou nejvhodnější trávy výběžkaté, které tvoří pevný drn. Ochranné zalesnění se provádí jako plošné zalesnění nebo jako ochranné lesní pásy (Janeček a kol. 2012). Les chrání proti erozi tehdy, pokud je hustý, s dobře zapojeným vegetačním krytem, bohatým bylinným patrem, půdou bohatou na humus a krytou mocnou vrstvou hrabanky. Důležité také je, aby byl dobře obhospodařován (škodí mu např. nadměrná těžba, při které je povrch lesní půdy rozrušován). Ochranné lesy se zakládají v nejvyšších polohách, aby chránily svahy ležící níže před povrchovým odtokem (Holý 1994). Na pozemcích, které jsou erozně ohroženy, ale není žádoucí, aby byly zatravněny nebo zalesněny, protože jsou vhodné jako pole, se zakládají ochranné lesní pásy. Vsakovací lesní pásy slouží k zachycení jarních vod, protože lesní půda nepromrzá, nebo jen málo, takže při jarním tání se do ní může vsakovat voda. Vsakovací pásy se vysazují napříč svahu, vysokokmenné porosty mívají keřový podrost a často jsou doplněny záchytnými hrázkami, průlehy a příkopy (hlavně u nově zřizovaných pásů, kde je zadržování vody v prvních letech nižší). U strží nebo hluboko zaříznutých toků dochází často k sesuvům půdy. Aby se zlepšily vláhové a mikroklimatické podmínky, vysazuje se nad horním okrajem svahu, jehož protilehlou stranu je třeba zastínit kvůli přirozené obnově porostu, zastiňovací lesní pás (Cablík, Jůva 1963).

Protierozní rozmíst'ování plodin má velký význam v ochraně půdy před vodní erozí. Provádí se tak, že se plodiny nedostatečně chránící půdu před erozí (širokořádkové plodiny) pěstují jen na rovinách nebo pozemcích s mírným sklonem. Nejvyšší protierozní účinnost mají travní porosty, jetel a vojtěška, proto se mohou pěstovat na svazích, zatímco okopaniny jsou nejméně protierozně účinné plodiny. Pokud se širokořádkové plodiny pěstují na půdách středně ohrožených erozí, je třeba střídát je s vrstevnicovými pásy okopanin a víceletých píceň (Podhrázská, Dufková 2004, Janeček a kol. 2012). Umístění plodin má vliv na povrchový odtok i protierozní

odolnost půdy. Rostliny zpevňují půdu kořeny, obohacují ji o organické zbytky a zlepšují tak její vlastnosti, snižují výpar apod. (Holý 1994).

V protierozní ochraně je také významné pásové střídání plodin a osevnické postupy. **Osevnický postup** znamená pravidelné střídání plodin, přičemž plodin s ochranným účinkem se vyskytuje nejvíce. U silně ohroženého území se protierozní osevnické postupy kombinují s trvalými loukami (Holý 1994). Při **pásovém střídání plodin** se střídají různě široké pásy plodin erozně nebezpečných (kukuřice, brambory, slunečnice aj. širokořádkové plodiny) s ochrannými pásy tvořenými travním porostem, jetelem, vojtěškou, ozimou obilninou aj., takže voda stékající z pásu plodin nedostatečně chránících půdu se zachycuje a vsakuje na ochranném pásu.

Obr. 5: Pásové střídání plodin



Zdroj: Novotný a kol. (2014)

Stejně široké pásy plodin střídají pásy travních porostů, jejichž šíře závisí na proměnlivém sklonu terénu a dalších faktorech, jako je délka svahu, propustnost půdy a její náchylnosti k erozi, v úvahu se bere i záběr strojů. Obecně se doporučuje šířka pásu mezi 20 a 40 m. (Janeček a kol. 2012, Podhrázská, Dufková 2004). Šíře ochranného pásu by měla být taková, aby se zde zachytila a vsákla voda na něj spadlá i přitékající z výše položeného pásu (čím větší je množství srážkové vody dopadající na ochranný pás a přitékající z chráněného pásu, tím větší musí být šíře ochranného pásu). Vegetace, vlastnosti půdy i způsob jejího zpracování určují intenzitu vsakování (Holý 1994). Pásky se umísťují ve směru vrstevnic, s maximálním odklonem do 30°. Pro konkrétní pozemek je možné navrhnout parametry pásového střídání plodin, kterými se dosáhne stoprocentního ochranného účinku (Novotný a kol. 2014).

11.1.2 Agrotechnická protierozní opatření

Na organizační opatření navazují opatření agrotechnická, která lze aplikovat na orné půdě, trvalých travních porostech i ve speciálních kulturách (Holý 1994). Jejich cílem je co nejvíce zkrátit čas, kdy je půda bez vegetačního pokryvu, protože tehdy je nejvíc náchylná k erozi (Janeček a kol. 2012). Proto je žádoucí, aby měla dobrý rostlinný kryt nebo alespoň rostlinné zbytky na povrchu. Písčité půdy by měly být kryty vegetací celý rok. Velký význam má ponechání strniště (má větší protierozní účinek než zbytky vegetace) v mimovegetačním období, protože zpevňuje půdu proti větru a v zimě zadržuje sníh. Bez strniště může dojít k odvátí sněhu a hlubšímu promrznutí půdy (Pasák a kol. 1984).

Agrotechnická opatření zvyšují vsakovací schopnost půdy a její protierozní odolnost, chrání povrch půdy před přívalovými srážkami, hlavně v období jejich největšího výskytu (červen až srpen), kdy především širokořádkové plodiny svým vzrůstem a zapojením nekryjí dostatečně půdu, nebo v období tání sněhu (Novotný a kol. 2014). K opatřením agrotechnického charakteru patří půdoochranné technologie pěstování plodin, především vrstevnicové obdělávání, výsev do ochranné plodiny, případně do strniště, mulčování, hrázkování aj. (Janeček a kol. 2008).

Vrstevnicové (konturové) obdělávání půdy patří mezi nejjednodušší a zároveň nejúčinnější opatření proti erozi. Spočívá ve výsadbě plodin a dalším obdělávání půdy po vrstevnicích (Friedrich 2000).

Obr. 6: Vrstevnicové obdělávání



Zdroj: Novotný a kol. (2014)

Vrstevnicová orba i další zpracování půdy (setí nebo sázení, ostatní kultivace a sklizňové práce) po vrstevnicích významně snižují erozi. Orba je prováděna

otočnými pluhy po vrstevnicích nebo s malým odklonem od nich a půda je překlápěna proti svahu (Novotný a kol. 2014). Tím je umožněno zachycení povrchově stékající vody v brázdách, její akumulace a plošný rozptyl i větší vsak do půdy. Vrstevnicová orba chrání půdu také před větrnou erozí, protože hřebeny brázd brzdí sílu a rychlost přízemních větrů a odváte částice půdy jsou ukládány v sousedních brázdách. V zimě díky stejnoměrnému rozložení sněhu nedochází ke vzniku holomrazů a při jarním tání je půda rovnoměrně zásobena vodou z tajícího sněhu. Pokud nelze erozi zabránit vrstevnicovou orbou, lze provést orbu brázdovou. Vyoraná hlubší brázda se přeruší po 50 až 200 metrech zahrnutím zeminou, takže je neprůtočná a zadrží vodu, příp. naváté částice půdy. Mohou se také vyorat ojedinělé vrstevnicové brázdy v určitých vzdálenostech, které zásobují půdu vsakující se vodou (Holý 1994).

Ochranné obdělávání zahrnuje postupy, které ponechávají alespoň 30 % posklizňových zbytků plodin na povrchu půdy. Provádí se například výsev do strniště, do ochranné plodiny, do hrubé brázdy, důlkování, mulčování, hloubkové kypření aj. Posklizňové zbytky nebo vegetace na povrchu půdy zachytí kinetickou energii kapek a omezí tak erozi půdních agregátů a zaplňování nekapilárních pórů rozrušenými částicemi půdy, snižujícími vsak vody (Hůla a kol. 2003). Mulčování kromě ochrany povrchu půdy před účinky větru a povrchového odtoku vody snižuje intenzitu slunečního záření, koriguje výkyvy teploty půdy, redukuje ztrátu vody způsobenou evaporací, zvyšuje půdní vlhkost, potlačuje růst plevelů. Mulčem může být např. sláma, seno, posečená tráva (Rickson 2005).

Obr. 7: Mulč z posklizňových zbytků kukuřice



Zdroj: Novotný a kol. (2014)

Důležité rovněž je, aby nebyl narušen půdní profil. Nadměrným provzdušňováním se zvyšuje mineralizace živin a ochuzuje se humus, čímž se zhoršují fyzikální vlastnosti půdy (Novotný a kol. 2014). Místo orby je možné půdu pouze zkyprřit kypřiči, které zapravují rostlinné zbytky do půdy jen částečně. Nepochází k překlápění půdy, ale k jejímu drobení. Kypřiče buď půdu podřezávají, nepromíchávají s ní rostlinné zbytky a spodní vrstvy zůstávají v přirozeném stavu (radličkové kypřiče) nebo promísí půdu v celém profilu a na povrchu zůstane méně rostlinného materiálu (rotační kypřiče). Výhodou tohoto způsobu obdělávání je kromě úspory energie především zvýšení vlhkosti a schopnosti infiltrace, snížení výparu a omezení vzniku půdního škraloupu. Nevýhodou je snížení teploty, možnost většího zaplevelení, rozšíření chorob i škůdců rostlin, potřeba dražší obdělávací techniky i odčerpání živin a vláhy předplodinami (Janeček a kol. 2008).

Širokořádkové plodiny mají nejmenší protierozní účinek, takže na pozemcích ohrožených erozí je nutné používat technologie ochranného obdělávání, při nichž se do osevních postupů zařazují meziplodiny a na povrchu půdy ponechávají posklizňové zbytky. Setí do mulče se provádí těmito způsoby: setí do mulče z meziplodin nebo do slámy předplodiny a výsevem do ochranné podplodiny (Janeček a kol. 2012)

Ochranu před vodní i větrnou erozí poskytuje přímé setí např. cukrovky přímo do přezimující a vymrzající meziplodiny. Tento způsob zároveň napomáhá ke snížení proplavování živin do podzemní vody v době, kdy je půda bez vegetačního pokryvu. Půda se po podmítce na podzim zkyprří nebo zorá a hned se vysévá meziplodina. Na jaře se pak provádí výsev do půdy pokryté mulčem z meziplodiny nebo mělká podmítka (Hůla a kol. 2008). Tento způsob je vhodný pro půdy s dobrou strukturou, neutužené a snadno zpracovatelné (Janeček a kol. 2008).

Obr. 8: Porost kukuřice seté do přemrznuté hořčice bílé



Zdroj: Novotný a kol. (2014)

Pro půdy s horší strukturou lze použít setí do zkyprného strniště po přezimující nebo vymrzlé meziplodině. Půda se koncem léta zkyprí nebo zorá a hned se vysévá meziplodina. Po jejím odumření následuje výsev přesným secím strojem. Další možností je setí do posklizňových zbytků předplodiny, kdy se půda na podzim většinou nezpracovává a na jaře se seje přesným secím strojem pro přímé setí do nezpracované půdy. Vzhledem k tomu, že se půda nezpracovává, je nutné použít herbicidy na likvidaci plevelů (Janeček a kol. 2012).

Na ochranu půdy při pěstování kukuřice konvenčním způsobem se také vysévá ochranná podplodina (např. ozimý ječmen) v pásech a meziřadí běžným obilným secím strojem po vrstevnicích hned po zasetí kukuřice. Jednotlivé pruhy jsou od sebe vzdáleny 20 až 40 m, podle stupně ohrožení pozemku. Toto opatření se používá jen na půdách se slabším erozním ohrožením (Hůla a kol. 2003).

Při **pěstování řepky ozimé** je třeba chránit půdu zejména při tradičním zpracování před zasetím. Při zakládání porostů řepky je pro zvýšení ochrany půdy možné využít mělkou podmítku a rovněž setí do mulče. **Obilniny** poskytují dobrou protierozní ochranu, ale při větší erozní ohroženosti pozemku by měly být použity technologie s mělkým zpracováním půdy a ponecháním co nejvíce zbytků vegetace na povrchu. To je možné docílit kypřiči, které půdu podřezávají a mají snížený mísící účinek. Po sklizni předplodiny se provede mělká podmítka a následně setí obilnin secími stroji využívanými pro minimální a půdoochranné zpracování půdy. Rozdrcená sláma předplodiny rovnoměrně rozptýlená po povrchu a minimálně zapravená do půdy zvyšuje protierozní účinek. Výhodné je také zasetí meziplodiny současně s podmítkou, aby se využila vláha ke klíčení osiva (Janeček a kol. 2012).

Při pěstování brambor lze použít technologii **hrázkování**, kdy se založí ochranné hrázky v meziřadí hrůbků. Mezi hrůbky se speciálním strojem – hrázkovačem - založí ve stejné vzdálenosti hrázky. Vzniklé akumulční příkopy brání soustředěnému povrchovému odtoku a zadržují vodu na pozemku. Hrázkování se provádí hned po výsadbě a řádky musí být vedeny po vrstevnicích. Maximální nepřerušovaná délka pozemku po svahu by neměla být větší než 300 metrů. **Důlkování** je obdobná technologie, kdy se místo hrázek vytvářejí důlky v meziřadí ve vzdálenosti 30–40 cm. Omezují povrchový odtok v meziřadí a zvyšují infiltraci vody. Provádí se za stejných podmínek jako hrázkování (Novotný a kol. 2014).

Obr. 9: Důlkování brambor



Zdroj: Novotný a kol. (2014)

U svahů do sklonu 5 % se pro snížení eroze může nahradit orba kypřením a do zkypřeného mulče na jaře vysázet brambory. Jako mulč se po obilní předplodině přes zimu nechá na půdě sláma. Vhodné je i sázení do meziplodiny zaseté na podzim nebo do zaoraného jetele jako předplodiny (Janeček a kol. 2012).

Plečkování je meziřádková kultivace prováděná během vegetačního období u širokořádkových plodin. Kromě odplevelení se takto zkypří půda, která pak zabraňuje rychlému povrchovému odtoku vody. Většího zasakování vody se dosáhne **dlátováním**, což je hlubkové kypření meziřadí rostlin. Používá se hlavně u cukrové řepy. **Podrývání** je velmi hluboké kypření (minimálně do hloubky 35 cm), které nejen zlepšuje infiltrační schopnost půdy, ale snižuje i její zhutnění (Novotný a kol. 2014).

V současné době se u nás testuje systém strip-tillage, což je **pásové zpracování půdy** o šířce asi 15 cm a hloubce 10 – 12 cm, kdy se současně ukládá i minerální hnojivo. Provádí se na podzim nebo na jaře u erozně nebezpečných plodin. Další technologií je **setí kukuřice do úzkého řádku**, které se kombinuje se setím do mulče. Řádky kukuřice se vysévají ve vzdálenosti maximálně 45 cm, zrna jsou seta v trojúhelníkovém sponu. Výsledkem je rovnoměrnější zapojení porostu a tím omezena síla soustředěného povrchového odtoku (Novotný a kol. 2014).

11.1.3 Technická protierozní opatření

Technická protierozní opatření se používají tehdy, pokud nelze dosáhnout dostatečné protierozní ochrany pomocí organizačních a agrotechnických opatření. Jsou navrhována hlavně v rámci komplexních pozemkových úprav a společně s dalšími opatřeními tvoří plán společných opatření, který tvoří kostru uspořádání

zemědělské krajiny a jehož součástí jsou i protierozní a protipovodňová opatření. Většinou se jedná o inženýrské dílo, které musí být náležitě navrženo, dimenzováno a schváleno příslušnými orgány (Kadlec a kol. 2012).

Technickými opatřeními mohou být terasy, meze, terénní urovnávky, vsakovací a sedimentační pásy, zatravněné údolnice, ochranné hrázky a nádrže, příkopy, průlehy, polní cesty s protierozní funkcí, asanace erozních výmolů a strží aj. (Novák a kol. 2013). Účelem těchto opatření je zejména neškodně odvádět povrchovou vodu, zpomalovat její odtok a zachycovat smytou zeminu, chránit pozemky před cizí vodou, intravilány obcí a komunikace před škodami způsobenými odtékající vodou, vyrovnávat terénní příčné nerovnosti a snižovat podélný sklon svažitých pozemků. Často se kombinují s opatřeními organizačního a agrotechnického charakteru, aby se zvýšila jejich účinnost (Janeček a kol. 2008). Zmenšují intenzitu eroze zmenšením sklonu pozemku (terénní urovnávky, terasy), přerušují délku povrchového odtoku po spádnicí a bezpečné odvedení soustředěného povrchového odtoku (údolnice, průlehy, příkopy), zachycují smytou zeminu a povrchový odtok, jeho zdržení a neškodné odvedení, což zajišťují hrázky a nádrže (Novotný a kol. 2014). Vytvářejí podmínky pro přeměnu povrchového odtoku v podpovrchový (Holý 1994). Technická opatření proti erozi musí být vždycky napojena na hydrografickou síť (Pasák a kol. 1984).

K **zemním úpravám** se řadí terasy, terénní urovnávky a protierozní meze. **Terasy** jsou nejvyšší formou ochrany pozemku před erozí. Umožňují využívání pozemků s vysokou svažitostí současnými formami zemědělské výroby. Jedná se o terénní úpravy, které zmírní nebo odstraní svažitost pozemku, přeruší délku svahu, aby se snížila vodní eroze a umožní použití běžných zemědělských strojů (Pasák a kol. 1984). Budují se na hlubokých až velmi hlubokých půdách se sklonem vyšším než 20 % (Janeček a kol. 2008). Terasy zachycují povrchový odtok a převádějí ho na ustálený, s rychlostí, která nezpůsobuje erozi (Morgan 2005). Zpomalení a plošné rozptýlení odtoku vody umožní její vsak a tím i zlepšení vláhového režimu půd, případně neškodný odtok ze svahu (Cablík, Jůva 1963).

Terasy znamenají značný zásah do krajiny, případně i narušení přirozených ekologických mechanismů, proto se použijí až jako krajní řešení, jenom v nenutnějším rozsahu a při maximálním zachování a respektování přirozeného terénu (Janeček a kol. 2012). Při jejich výstavbě dochází k velkým přesunům půdního profilu i geologického podloží, takže se mohou budovat jen tam, kde je kvartérní, případně tercierní geologické podloží (spraše a sprašové hlíny, slíny, jíly, výjimečně šterkopísky, ne však

na kamenitém nebo skalnatém podloží (Pasák a kol. 1984). Terasování patří k nejstarším způsobům ochrany proti erozi, používalo se už ve starověku. V České republice se v současné době využívají terasy hlavně pro vinice a sady, i když v minulosti sloužily také pro polní kultury (Cablík, Jůva 1963). Vzhledem k velké finanční náročnosti se dnes budují jen ojediněle (Novotný a kol. 2014).

Obr. 10: Terasy



Zdroj: VÚMOP, v.v.i.

Terasa se skládá z terasových plošin a svahů a může být doplněna o doprovodné objekty. Plošina je produkční plochou, jejíž parametry jsou dány její šířkou, podélným a příčným sklonem. Podélný sklon (sklon ve směru podélné osy plošiny, většinou také ve směru obdělávání a výsadby) bývá mezi 1 a 3 %, aby srážková voda zasákla, příp. odtékala nesoustředěně po celé ploše teras. Příčný sklon (kolmý na podélnou osu, většinou i na směr orby nebo výsadby) závisí na šířce plošiny, sklonu původního terénu, půdních a geologických podmínkách, zemědělském využití a mechanizaci, technologii výstavby aj. Svah terasy je uměle vytvořený svah mezi plošinami (Janeček a kol. 2008). Jeho výška by měla být maximálně 8 m, optimálně 6 m a závisí zejména na původním sklonu terénu, sklonu svahu, příčném sklonu a šířce plošiny, zpevnění, údržbě aj. Při výšce terasového stupně do 1,5 m by měl být největší sklon svahu 1:1, u vyšších dle geologických a pedologických průzkumů mezi 1:1,25 a 1:1,5 (Janeček a kol. 2012).

Z hlediska konstrukčního se terasy dělí na úzké, na nichž je možné vysadit 1 – 2 řady speciálních kultur (vinné révy nebo ovocných stromů), široké s 3 a více řadami a terasové dílce, což jsou nepravidelné útvary, jejichž délka nemusí být převládajícím rozměrem (Novotný a kol. 2014). Podle toho, jakým způsobem je terasový stupeň

stabilizován, se rozeznávají terasy stupňové s opěrnými zdmi, kde stabilizaci zajišťuje opěrná nebo zárubní zeď, postavená většinou z kamene nebo betonu a železobetonu, a na stupňové zemní, kde je svah zpevněn vegetací (Janeček a kol. 2008). Základem je osetí travní směsí, která vyhovuje pěstebním podmínkám daného území a předchází mu ohumusování svahu, nebo hydroosev. Zatravnění může být rozšířeno o výsadbu keřů a stromů (Janeček a kol. 2012). Doprovodnými objekty mohou být protierozní příkopy a průlehy (ochrana před vnější povrchovou nebo vnitřní vodou), drenážní odvodnění (upravuje režim podzemní vody), obratiště pro otáčení zemědělské mechanizace, bermy (snižují plynulou výšku terasového svahu), protismykové zářezy (pro lepší stabilitu násypových částí teras) a cesty s funkcí dopravní a obslužnou (Janeček a kol. 2012).

Terénní urovnávky se většinou provádějí přesunem zeminy na dostatečně hlubokých půdách v rámci daného pozemku nebo s využitím navážek (Novotný a kol. 2014). Jedná se o zemní úpravy, jejichž cílem je odstranit vertikální nerovnosti, aby se snížil příčný sklon jednotlivých částí pozemku a omezil se výskyt soustředěného povrchového odtoku a vznik rýhové eroze (Janeček a kol. 2008).

Meze lze rozdělit na historické a současné, které se budují jako protierozní ochrana. Historické meze vznikaly na hranici dvou pozemků. Byly sem ukládány sebrané kameny, často uspořádané do opěrné zídky a půda byla postupně orbou po vrstevnici naorávána k hranici shora a odorávána zdola, čímž vznikl terénní stupeň. Takovéto meze snižovaly podélný sklon svahu, ale nezajišťovaly přerušení odtoku (Novotný a kol. 2014).

Meze navrhované v současné době mají kromě zachycení a odvedení povrchového odtoku také funkci krajinně estetickou a jako součást biokoridorů zlepšují průchodnost krajiny (Podhrázská, Dufková 2005). Jsou účinné, jestliže se trasují ve směru vrstevnic a jejich protierozní účinek spočívá především v usměrnění obdělávání pozemků po vrstevnici a v možnosti střídání pásů plodin nad a pod mezemi (Hůla a kol. 2003). Dalším účinkem je mírné snížení sklonu svahu. Vzhledem k tomu, že meze mohou přerušit povrchový odtok jen málo, doplňují se hydrotechnickými prvky k zachycení tohoto odtoku, a to průlehy, příkopy a ochrannými hrázkami (Janeček a kol. 2008).

Hrázka má stabilizovat trasu ve vrstevnicovém směru a je vhodné ji osázet vegetací. Může mít i funkci retenční, ale pak musí být hutněna a koruna musí být vodorovná, aby nedošlo k soustředěnému přelití vody. Hlavní protierozní funkci má

příkop nebo průleh nad hrázkou meze. Nad nimi by měl být zatravněný zasakovací a sedimentační pás o šířce aspoň 6 m zachycující smytou zeminu (Novotný a kol. 2014).

Protierozní meze jsou navrhovány v podélném sklonu 2 – 5 % a napojeny na svodný prvek (příkop, stabilizovanou dráhu soustředěného povrchového odtoku aj.). Výška meze by měla být v závislosti na sklonu svahu 1 – 1,5 m, ve sklonu 1:1,5. Kromě zatravnění je vhodné na ní umístit i doprovodnou vegetaci (Janeček a kol. 2012).

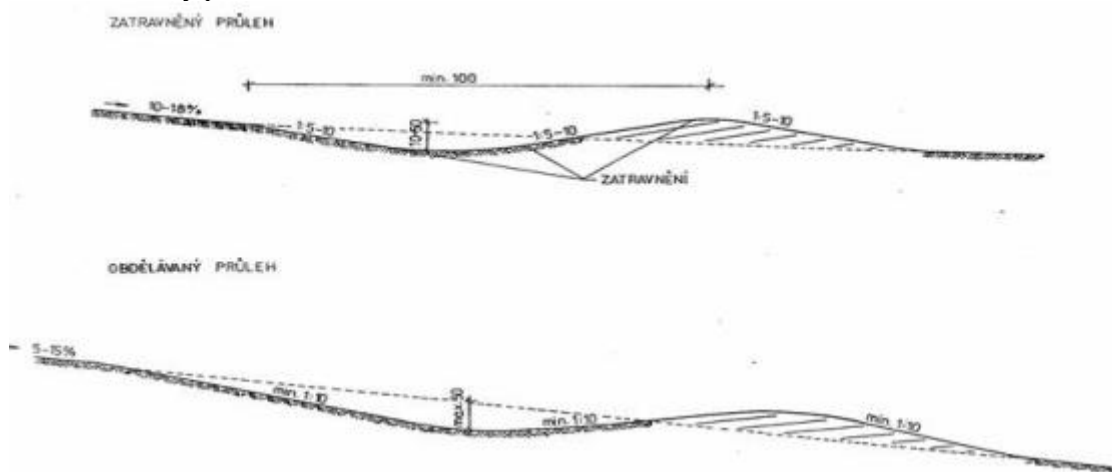
Úkolem **hydrografických prvků** je neškodné odvedení přívalových vod, aby nedocházelo ke škodám na cenných částech území. Patří sem zejména zatravněné údolnice, protierozní příkopy, průlehy, hrázky a nádrže (Janeček a kol. 2008).

V době přívalových dešťů a jarního tání dochází v důsledku morfologické rozmanitosti krajiny, především na příčně zvlněných pozemcích, k soustředování povrchově odtékající vody způsobující vytvoření hlubokých erozních rýh (Pasák a kol. 1984). Odtok se soustřeďuje v přirozených úžlabinách a údolnicích, které je proto třeba chránit vegetačním pokryvem, nejlépe zatravněním. Příčný profil údolnice se upravuje nejčastěji do tvaru paraboly, méně často má tvar lichoběžníku nebo trojúhelníku. Její parametry se navrhují na základě hydraulických a hydrologických výpočtů a návrhový průtok je minimálně Q_{10} (Janeček a kol. 2008). V místech, kde přechází pozemek v **zatravněnou údolnici** se musí zajistit, aby tu obděláváním nevznikla hrázka, která by bránila odtoku vody z pozemku do údolnice, nebo brázda, v níž by se soustředil odtok po nechráněném povrchu pozemku, podél údolnice. Podél travního pásu je možné vysázet vegetaci. Důležitá je pravidelná údržba hranice mezi ornou půdou a drnem údolnice (Novotný a kol. 2014). Výhodou je, že je přejezdná ve všech směrech, ale musí být odvodněna drenáží, aby nedošlo k jejímu poškození při přejezdu mechanizačních prostředků (Janeček a kol. 2008).

Průlehy jsou mělké široké příkopy s mírným sklonem svahů, jejichž úkolem je zachycovat, infiltrovat a odvádět povrchově stékající vodu způsobenou přívalovými dešti nebo jarním táním (Pasák 1984). Podle funkce se průlehy dělí na záchytné, sběrné a svodné. **Záchytné** se umísťují nad chráněným pozemkem, aby zabránily přítoku cizí vody z ploch ležících výše. **Sběrné** snižují přílišnou délku pozemku po spádnicí. Jsou vsakovací, vhodné jen pro propustné půdy, s nulovým nebo malým podélným sklonem, nebo odváděcí, sloužící k odvedení vody z pozemku do svodných průlehů (Janeček a kol. 2008). Oba typy se navrhují na pozemcích se sklonem do 15 % a většinou se zatravnějí. Mají funkci záchytnou i odváděcí a jsou zaústěny do svodných

příkopů a průlehů. **Svodné** průlehy odvádějí vodu ze záchytných a sběrných průlehů. Jejich hloubka je mezi 30 a 100 cm, příčný profil má parabolický nebo lichoběžníkový tvar (Janeček a kol. 2012). Průlehy jsou mělké, ale zabírají víc místa, než příkopy a sklon jejich svahů je mírnější (max. 1:5, většinou 1:10), aby byly přejezdné a obdělavatelné. Jejich příčný profil je většinou zatravněný, nad průlehem bývá pás trvalého travního drnu v šířce aspoň 5 m k zachycení smyté zeminy. Podél průlehu se často vysazuje vegetace, kapacitu průlehu je možné zvýšit hrázkou (Novotný a kol. 2014). Průlehy mohou být vrstevnicové a paralelní, podle konfigurace terénu. Paralelní se spíš uplatňují na pozemcích pravidelného tvaru, u nás např. na jižní Moravě (Holý 1994). Vrstevnicové mají retenční i zasakovací funkci, hrozí zde však nebezpečí přelití při překročení jejich kapacity a soustředění odtoku (Novotný a kol. 2014).

Obr. 11: Sběrný průleh



Zdroj: Janeček a kol. (2008)

Protierozní příkopy zachycují a odvádějí povrchovou vodu a splaveniny, nejlépe společně s polními cestami (Janeček a kol. 2012). Umísťují se v místech, kde je nutné přerušit svah a kromě cest se mohou kombinovat s mezí, pásovým obděláváním, biokoridorem apod. Jsou vrstevnicově orientovány, mají mírný podélný sklon a lichoběžníkový profil (šířka ve dne 0,3-0,6 m, hloubka 0,6 – 1,2, sklon svahů 1:1,5 – 1:2). Jsou dimenzovány na průtok vody Q_5 na ochranu zemědělského pozemku a Q_{10-50} , výjimečně Q_{100} na ochranu intravilánu, infrastruktury aj. Kolem příkopu by měl být založen pás trvalého drnu, pravidelně sečeného (kvůli zachování drsnosti), o minimální šířce 6 m. Pro snazší údržbu a čištění se používají hladké betonové prvky jako jsou žlabovky nebo dlažba ve dně a patě svahu. Polovegetačními tvárnicemi

se stabilizuje svah nad nimi. Pro přejezd zemědělské mechanizace se budují propustky, případně jiné objekty (Novotný a kol. 2014).

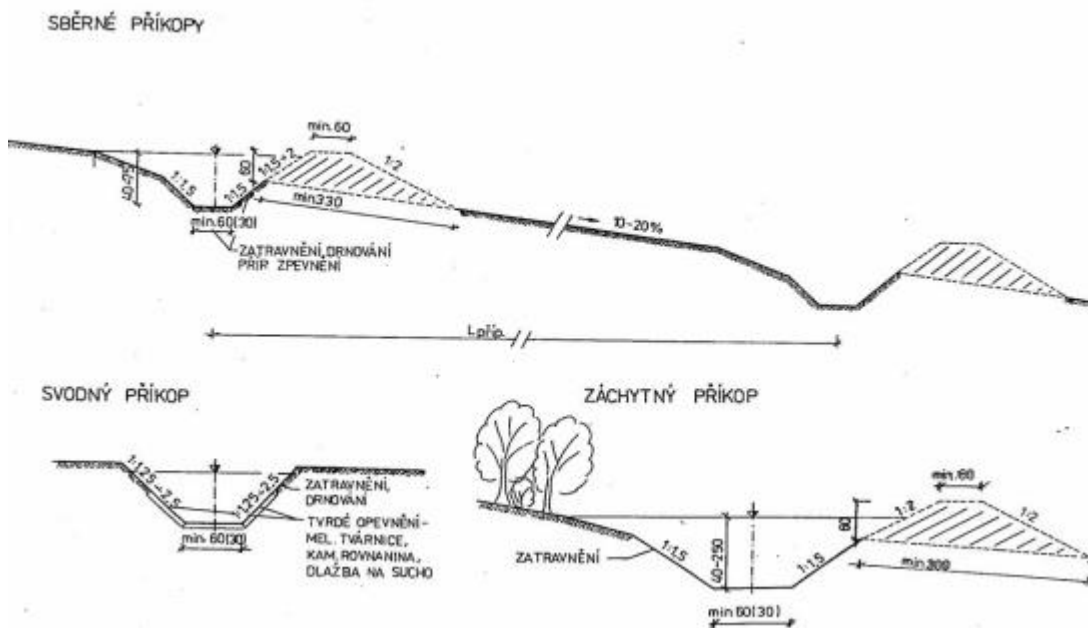
Polní cesty s protierozní funkcí se realizují většinou jen v případě zpracování komplexních pozemkových úprav pro daný katastr. Budují se tam, kde je potřeba přerušit příliš dlouhý a erozí ohrožený svah. Cestní příkop odvodňuje komunikaci a zachycuje povrchový odtok z výše ležícího pozemku (Novotný a kol. 2014).

Příkopy mohou být stejně jako průlehy záchytné, sběrné a svodné (Janeček a kol. 2008). **Záchytné** mají chránit níže položené pozemky před přítokem vnějších vod z pozemků nad nimi, ať už zemědělských nebo lesních nebo slouží k přerušení přílišné délky pozemku po spádnici (Pasák a kol. 1984). Úkolem záchytných příkopů je zadržet povrchový odtok. Navrhují se na pozemcích se sklonem do 20 % a podle funkce se dělí na odváděcí a vsakovací - voda jimi zachycená se buď vsakuje do půdy nebo se odvádí do svodného protierozního prvku (např. příkopu) nebo recipientu. Odváděcí se dimenzují na odtok z příslušného povodí, vsakovací zadržují přitékající vodu tak dlouho, dokud nevsákne do půdy a dimenzují se na celý objem přítoku. Koryto nebývá zpevněné, protože rychlost proudění není velká, navíc jsou určeny i k zasakování vody (Holý 1994, Konečná a kol. 2014).

Sběrné jsou budovány na pozemcích k zachycení vnitřních vod, většinou ke zkrácení příliš velké délky povrchového odtoku (Janeček 2008). Jejich vzdálenost od horní hranice pozemku, nebo mezi sebou navzájem, závisí na erozní ohroženosti (Novotný 2014). Sběrné i záchytné příkopy se mohou vyskytovat s vegetačním doprovodem, se zatravněným nebo sedimentačním pásem (Janeček a kol. 2012).

Svodné příkopy slouží k bezškodnému odvedení povrchového odtoku a splavenin. Mají vyšší podélný sklon, a proto by měly být opevněny (Janeček a kol. 2012). Ve dně a patě svahu se používají žlabovky nebo betonové desky, svahy jsou chráněny polovegetačními tvárnicemi. Kromě toho se mohou pro snížení sklonu a zpomalení odtoku ve dně udělat kamenité skluzy nebo stupňovitě nad sebou žlabovky. Při navrhování svodného příkopu se musí brát v úvahu parametry všech do něj zaústěných příkopů (Novotný a kol. 2014).

Obr. 12: Sběrné a svodné příkopy



Zdroj: Janeček a kol. (2008)

Hrázky se mohou vyskytovat buď samostatně nebo společně se záchytným příkopem nebo průlehem (Novotný a kol. 2014). Budují se na pozemku po vrstevnici nebo na úpatí svahu na dolním okraji pozemku, aby chránily území před povrchovým odtokem z pozemků ležících výše a erozním smyvem. Prostor před hrázkou a její výška musí odpovídat potřebě retence vody a množství erozních smyvů. Většinou se jedná o zemní hrázky 1-1,5 m vysoké, opevněné zatravněním. Odtok vody je zajištěn vypouštěcím zařízením, před nímž je ochranná mříž k zachycení plovoucích předmětů (Janeček 2008). Hrázky mohou být nepřejezdné se sklonem svahů 1:1,5 a přejezdné s minimálním sklonem svahů 1:5. Odváděcí hrázky, které se budují na těžších půdách s nízkou infiltrační schopností a v oblastech s vyšším srážkovým úhrnem, mají sklon do 10 % a zachycenou vodu odvádějí mimo dané území. Vsakovací hrázky s nulovým podélným sklonem jsou vhodné pro sušší oblasti s dobře propustnými půdami. (Holý 1994, Janeček a kol. 2012). Hrázky mohou mít úzkou nebo širokou základnu. Na svazích o sklonu do 8 % s lehkými propustnými půdami se budují hrázky s úzkou základnou. Jsou nepřejezdné, šířka jejich základny je 80 – 150 cm, sklon svahů 1:1,5 a výška 15 – 30 cm. Pokud má pozemek větší sklon (do 15 %), jsou vhodnější hrázky se základnou širokou 2 – 4 m, sklonem svahů minimálně 1:5 a výškou až 90 cm. Jejich délka je mezi 300 a 450 m a jsou přejezdné (Janeček a kol. 2012).

Protierozní nádrže představují nejvyšší formu ochrany intravilánu a infrastruktury před škodami způsobenými povrchovým odtokem a smytem zeminou

(Novotný a kol. 2014). Nádrže slouží k akumulaci, retenci, retardaci a infiltraci povrchového odtoku, kromě toho se v nich zachycují a usazují splaveniny. Zadržetím velkých průtoků plní funkci protipovodňovou, odstraněním splavenin sedimentací také záchytnou. Zlepšují také vláhový režim půdy a ovzduší a zvětšují tak odolnost půd proti erozi. (Janeček a kol. 2012, Holý 1994, Pasák a kol. 1984). Pokud se záchytné nádrže po zanesení neobnovují, jejich zanesená plocha se rekultivuje na pole, les nebo louku, pak se jedná o nádrže dočasné. U trvalých nádrží je nutné splaveniny po zanesení nádrže odstranit (Holý 1994).

Nádrže je možné budovat jako suché, bez stálého nadržení vody, nebo se stálým vodním obsahem a vymezeným sedimentačním a retenčním prostorem. Objekty, z kterých se nádrž většinou skládá, jsou hráz, výpusť, bezpečnostní přeliv a náпустný objekt (Janeček a kol. 2012). Suché nádrže jsou lepší z hlediska vlivu na kvalitu vody. Negativní vlivy způsobené látkami uvolněnými z usazenin nejsou tak velké jako u zatopených nádrží. Další výhodou je, že nánosy není potřeba tak často odstraňovat a dno je možné obhospodařovat, zatímco u zatopených nádrží musí být už při jejich návrhu jasné, jak se budou usazeniny odstraňovat, i jak a kde budou využity. Suché nádrže se plní pouze v době zvýšených odtoků, tedy v době jarního tání nebo přívalových dešťů, následně z nich voda postupně odtéká, nánosy se vysoušejí a nádrž zarůstá travou. (Toman 1966, Janeček a kol. 2008).

Je důležité, aby záchytný prostor nádrže byl dostatečně velký k zachycení odtoku ze srážek s průměrnou dobou opakování 50, výjimečně až 100 let. Vzhledem k tomu, že je jejich výstavba finančně náročná, měly by se navrhovat jen v případech, že opatření provedená v povodí nezabraňují ohrožení intravilánu a dalších důležitých staveb, případně zvýšenému transportu látek do povrchových zdrojů pitné vody, a zároveň je kromě funkce protierozní ochrany žádoucí využít je i k dalším účelům (Toman 1966, Podhrázká, Dufková 2005, Janeček a kol. 2008).

Vsakovací pásy jsou dalším opatřením, které má zamezit erozi půdy. Pás může být vytvořen z plodin, nebo křovin. Jeho účinnost lze zvýšit spojením s průlehy, přes které musí být možnost přejezdu. Travní nebo křovinné pásy s příkopem se budují tam, kde je větší povrchový odtok. Nad nimi se nechává asi 2m široký travní pás, který chrání před zanášením splaveninami a před poškozením zemědělskou mechanizací (Holý 1994).

11.2. Opatření proti větrné erozi

Větrná eroze způsobuje snížení mocnosti půdního profilu a zvýšení skeletovitosti půdy. Odnos půdních částic negativně ovlivňuje biologickou aktivitu v půdě a její úrodnost. Zhoršení kvality ornice vede k nižší retenční schopnosti půdy. Kromě škod způsobených v místě eroze dochází i ke škodám na vzdálenějších místech, jako je zanášení příkopů, komunikací apod. Intenzita eroze závisí zejména na povětrnostních podmínkách a stavu půdy, oproti vodní erozi nezávisí na topografii terénu. Při volbě opatření proti větrné erozi je třeba brát v úvahu účinnost jednotlivých opatření, místní podmínky a potřebnou ochranu objektů. Nejjednodušší jsou opatření organizační, která spočívají hlavně v organizaci půdního fondu a výběru pěstovaných plodin. Agrotechnická vyžadují použití speciální mechanizace, herbicidů, výsev meziplodin aj., což znamená zvýšení nákladů pro hospodařící subjekty. Technická opatření jsou nejdražší, ale zároveň nejdlohodobější. Jejich realizace probíhá většinou také v rámci pozemkových úprav (Janeček a kol. 2008, Novotný a kol. 2013).

11.2.1 Organizační protierozní opatření

Základem těchto opatření je organizace půdního fondu, spočívající ve vytvoření vhodných **tvarů** (nejlepší je obdélník, jehož delší strana je kolmá na směr převládajícího větru) a **velikosti pozemku**. Šířka by měla umožnit dostatečné množství pásů při pásovém střídání plodin (Pasák a kol. 1984). Dále je to **výběr pěstovaných plodin** podle náchylnosti k větrné erozi a **delimitace druhů pozemků**. Další možnosti vedoucí ke snížení větrné eroze je **pásově střídání plodin**, které však předpokládá velké půdní bloky (Janeček a kol. 2012).

Nejúčinnějším opatřením jsou trvalé porosty. Trvalé travní porosty udržují půdní vlhkost a chrání před erozí. Na ohrožených půdách se proto do osevních postupů zařazují víceleté pícniny a ozimé obilniny. Účinný je i přímý výsev plodiny do strniště po ozimé meziplodině. Ochranu rostlinám náchylným v první fázi růstu mohou poskytnout meziplodiny nebo krycí plodiny. V sadech a vinicích se zatravnějí meziřadí. (Janeček a kol. 2008, Novotný a kol. 2014). Pásově střídání plodin různě odolných proti větrné erozi snižuje rychlost větru při povrchu půdy. Málo odolné plodiny by se neměly pěstovat na území silně ohroženém větrnou erozí. V těchto oblastech je nutné střídat pásy orné půdy s trvale zatravněnými, zatímco v méně ohrožených postacích střídat odolnější plodiny s méně odolnými. Šířka pásů je od 40 až

50 m do 100 až 200 m, přičemž na hlinitých půdách by měly být širší než na písčítých a řádky plodin by měly být rovnoběžné se stranou pozemku kolmou na směr větru. Při pásovém střídání může např. úzký pás kulisových plodin (kukuřice) chránit plodiny málo odolné (cukrovka), a to až do dvacetinásobku výšky kulisové plodiny v závětrí a desetinásobku v návětrí (Janeček a kol. 2012).

11.2.2 Agrotechnická protierozní opatření

Aby byla půda odolná proti větrné erozi, je nutné ji udržovat v trvale strukturním stavu s dostatečnou vlhkostí (Novotný a kol. 2014). Na půdách silně náchylných k erozi by neměla být prováděna orba. Při kultivaci je vhodné použít stroje, které vytvářejí hroudy a nerozprašují půdu, zároveň by měla mít půda takovou vlhkost, aby se vytvořil dostatek druhotných agregátů, zvyšujících drsnost povrchu půdy (Janeček 2008). U písčítých půd je žádoucí, aby byly kryty vegetací po celý rok a kultivace se na nich prováděla jen minimálně. Zlepšení fyzikálně chemických vlastností napomáhá zelené hnojení zařazované pravidelně v osevním postupu (Pasák a kol. 1984). K agrotechnickým opatřením patří zejména ochranné obdělávání, úprava struktury půdy a zlepšení jejího vlhkostního režimu (Novotný a kol. 2014).

Ochranné obdělávání zvyšuje drsnost povrchu půdy a půdní vlhkost, zlepšuje její strukturu, zmenšuje přímý účinek větru na půdní povrch a zkracuje dobu, kdy je půda bez porostu. Zahrnuje přímý výsev do ochranné plodiny, příp. strniště, mulčování, minimalizaci pracovních postupů nebo využívání meziplodin (Janeček a kol. 2012). Větší ochranu než rozdrčená sláma ponechaná na povrchu (vítr ji odnáší) poskytuje strniště, které půdu chrání proti větru, zpevňuje ji, zadržuje sníh a umožňuje vytvoření větší zásoby vody v půdě. Sláma i strniště snižují rychlost větru při povrchu půdy a zadržují odváděnou půdu (Pasák 1984). Zkrátit dobu, kdy je pole bez porostu, je možné zasetím meziplodiny do strniště nebo mělce zpracované půdy. Hlavní plodina se pak na jaře seje do mulče. Další možností je současné setí širokořádkové plodiny a ochranné podplodiny vyseté na jaře do meziřadí (Novotný a kol. 2014).

Úpravou struktury půdy se zvýší její soudržnost a vytvoří se agregáty takové velikosti, že je vítr neodnese. Protierozní odolnost se zvyšuje přísunem organické hmoty do půdy, a to zeleným hnojením, organickými hnojivy, posklizňovými zbytky nebo pěstováním jetelovin a trav. Ke zlepšení fyzikálně chemických vlastností nestrukturních písčítých půd přispívá použití sypkých jílovitých nebo hlinitých zemin, rybníčního bahna, rašeliny, slínu, opuk apod. nebo stmelení půdních částic v agregáty

postřikem tmelícího prostředku, což je dražší opatření (Pasák a kol. 1984, Novotný a kol. 2014).

Zlepšení vlhkostního režimu lehkých půd zvyšuje jejich soudržnost, a tím i erodovatelnost. Kromě závlahy lze zvýšení vlhkosti dosáhnout mulčováním, vyloučením plošného kypření půdy, zadržením sněhu na povrchu a regulační drenáží (Janeček a kol. 2012).

11.2.3 Technická protierozní opatření

Ke snížení rychlosti větru a turbulentní výměny vzduchu v přízemních vrstvách slouží umělé větrné zábrany nebo větrolamy (Podhrázská a kol. 2008). Umělé zábrany jsou přenosné ploty, vyrobené např. z odpadových prken, rákosu, odpadních hliníkových fólií nebo síťové a žaluziové zábrany (síťově uspořádané jsou nejúčinnější). Jejich výška a tím i účinnost jsou však malé, proto se užívají jen k dočasné ochraně plodin. Větrolamy jsou přirozené vegetační zábrany, tvořené úzkými pruhy lesa (ochranné lesní pásy). Patří k nejúčinnějším opatřením proti větrné erozi, ovlivňují mikroklima a mají i ekologický, estetický a krajínotvorný význam (Pasák a kol. 1984, Janeček a kol. 2012, Novotný a kol. 2014). Zakládají se většinou v rovinných otevřených polohách, s prudkými suchými větry, aby zabránily vysoušení a odnosu půdy (Cablík, Jůva 1963). Při jejich umístování se navazuje na stávající porosty, je rovněž nutné přizpůsobit se konfiguraci území. Na rovinách je vhodné, aby vytvářely obrazce obdélníkového tvaru, kde delší strany jsou hlavní větrolamy situované kolmo na převládající směr větru a kratší strany jsou vedlejší větrolamy. V členitém území se pro zvýšení účinnosti umísťují na vyvýšená místa. Vzdálenost mezi jednotlivými pásy by měla být taková, aby snížená rychlost větru mezi nimi byla menší, než unášecí rychlost půdních částic (Janeček a kol. 1998).

Kromě ochrany území před deflací ornice a ochrany kultur podporují rovnoměrné ukládání sněhu, zamezují jeho odvátí, čímž chrání ozimy před vymrznutím, snižují výpar vody, následkem teplotních rozdílů mezi lesem a chráněným územím podporují tvorbu povrchové i půdní rosy a zvyšují vlhkost ovzduší transpirací lesních dřevin. Účinnost větrolamů je daná jejich výškou, šířkou pásů, skladbou dřevin a propustností pro vzdušné proudění (Holý 1994).

Podle propustnosti a účinnosti se větrolamy dělí na prodouvavé, poloprodouvavé a neprodouvavé. **Prodouvavý** (propustný) větrolam se skládá z jedné nebo dvou řad stromů, nemá však keřové patro a jeho protierozní ochrana je nízká, navíc může

docházet ke zvýšení rychlosti větru v kmenovém prostoru. **Neprodouvavý** (nepropustný) má více řad stromů i keřové patro, na návětrné i závětrné straně je vytvořena uzavřená stěna. Dochází k výraznému snížení rychlosti větru v blízkosti větrolamu, ale v krátké vzdálenosti za ním má opět původní rychlost. V zimě dochází k nepříznivému hromadění sněhu i zeminy uvnitř pásu, v létě pak ke značnému vzestupu teplot na závětrné straně. Nejvhodnější jsou **poloprodouvavé** větrolamy, složené z 1 – 2 řad stromů a keřového patra. Mají nižší zkamenění a řidší zápoj větví. Vzdušné proudy přes tento větrolam obtékají nebo prostupují jeho porostem (ztrácí tak část energie), jejich proudnice na závětrné straně splývají a výslednice obou proudů směřuje k povrchu půdy ve větší vzdálenosti, než je tomu u neprodouvavého větrolamu. Optimální propustnost je u nich 40 – 50 % (Holý 1994, Janeček a kol. 2008).

Obr.13: Neprodouvavý větrolam



Zdroj: Novotný a kol. (2014)

Aby větrolamy byly účinné, je nutná jejich údržba a správná volba dřevin z hlediska jejich dlouhověkosti, výšky, propustnosti a vhodnosti na daném stanovišti (Novotný a kol. 2014). Základ větrolamu tvoří dřeviny dlouhověké, odolné, s dobrým zakotvením v půdě (dub, buk, javor, jasan, ořešák, borovice). Protože rostou pomalu, zařazují se do doby jejich potřebného vzrůstu dočasné, rychle rostoucí dřeviny (topol, jilm, olše, bříza). Vedlejší dřeviny (třešeň, višně, akát, jabloň), zajišťují optimální propustnost pod korunami základních dřevin a v dospělosti se neodstraňují. Keře brání přízemnímu proudění vzduchu, zachycují sníh a částice půdy odnášené větrem, opadem listů obohacují půdu, chrání okolní půdu před přílišným zahříváním a výparem, brání šíření plevelů na sousední pole atd. Vhodnými druhy jsou např. líska, hloh, ptačí zob, brslen, svída, zimolez, dřín, bez. (Janeček a kol. 2012).

11.3 Protierozní opatření k ochraně nezemědělských půd

Nadměrné spásání travních porostů nebo časté přehánění dobytka může narušit plný zápoj travního porostu, což vede ke vzniku erozních procesů. Nežádoucí je rovněž nevhodně řešené napájení dobytka nebo umístění příliš velkého počtu zvířat do pastevních výběhů, a to zvláště v době dešťů. Možným řešením je pastva ve velkých oplůtcích, aby se snížilo zatížení pastviny. Maximální počet skotu na svazích by měl být 80 kusů a ovcí 400 ks v oplůtku velkém 10 až 20 ha. Je rovněž třeba zajistit, aby nedocházelo k rozbahňování půdy při napájení dobytka. U trvalých travních porostů, které produkují velký objem zelené hmoty, je třeba dbát na vytváření neporušeného souvislého drnu. Polní a luční cesty, po kterých často přejíždí zemědělská technika, a kde je nebezpečí devastace drnu, je nutné zpevnit (Holý 1994). Zatravněné louky je nezbytné pravidelně sekat (to platí u svahů se sklonem větším než 12 %), jinak by vzrostlý porost bránil vsakování vody, což by vedlo k nežádoucímu zrychlení povrchového odtoku. Zamezení soustředění povrchového odtoku v místech s drnovým fondem je možné docílit změnou tvaru pozemku (Kvítek, Tippl 2003).

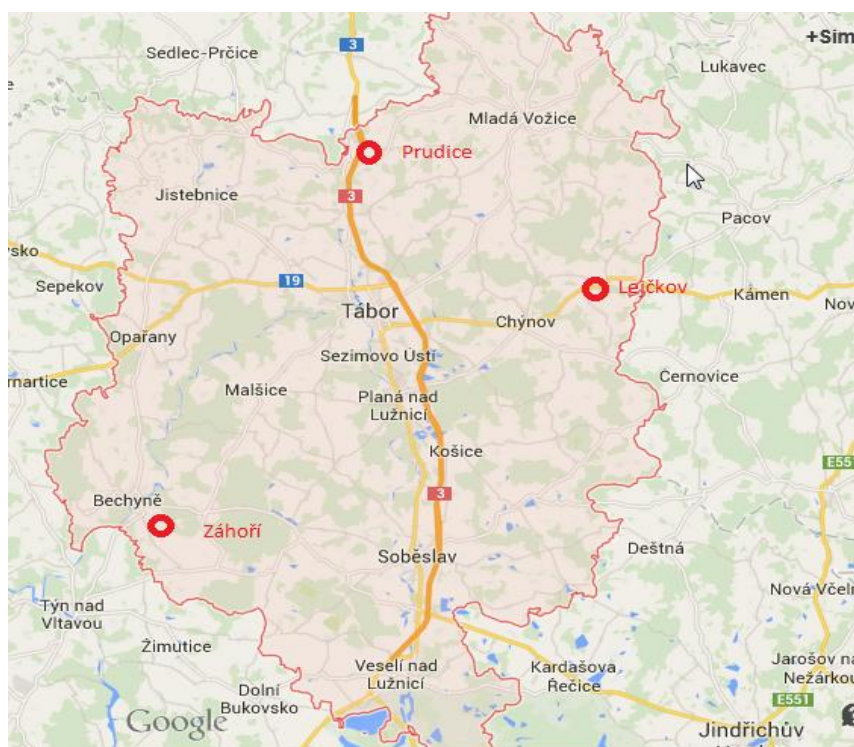
Největší protierozní účinnost má les. Hustý korunový zápoj, dobrý stav podrostu společně s neporušenou vrstvou hrabanky působí příznivě na utváření povrchového odtoku, takže nedochází k erozi. Po odlesnění se však odtok vody a smyv půdy výrazně zvyšuje (Holý 1994). K protierozním opatřením v lesích patří opatření organizační, pěstební a technická. Organizační spočívají v úpravě těžebního systému a v co nejmenším poškození půdy těžkou lesní mechanizací. Cílem pěstebních opatření je vytvořit co nejvíc humusu, který zpomalí povrchový odtok vody. Proto se větve a kůra po těžbě neodklízejí, ale ponechají se v lese. K technickým opatřením patří především hrazení bystřin, pro které je charakteristické velké kolísání průtoku a výrazný pohyb splavenin, vznikajících rozrušováním koryta a břehů, hlavně při velkých odtocích v době jarního tání a přívalových dešťů. Vyznačují se také nepravidelným průběhem podélného sklonu dna a střídáním úseků s různým sklonem (Janeček a kol. 2008, Cablík, Jůva 1963). Hrazení má zajistit soustředění odtoku v bystřině a omezit unášení splavenin z povodí do koryta. Vymílací činnost vody lze zmenšit úpravou sklonu dna a úprava průtočného profilu bystřiny může přispět k neškodnému průtoku vody (Holý 1994). K dalším technickým opatřením v lesích patří retenční opatření a opatření na turistických cestách (Kvítek, Tippl 2003).

12. Vybraná technická protierozní opatření realizovaná v rámci pozemkových úprav v okrese Tábor

V okrese Tábor je vodní erozí silně až extrémně ohroženo asi 14 % půdy, ke středně ohroženým patří asi 20 % a větrnou erozí ohroženy nejsou vůbec. Půdy jsou zde hluboké nebo hluboké až středně hluboké (98 %), polovina z nich patří k bonitně nejčinnějším nebo nadprůměrně produkčním půdám. 86 % jsou půdy bezskeletovité, až slabě skeletovité (Sowac-gis, 2014). Klimaticky leží v mírně teplém a značně vlhkém regionu (VUMOP v. v. i., 2014).

Z protierozních opatření technického charakteru, které byly v rámci pozemkových úprav v okrese Tábor realizovány, byly vybrány: suchý poldr Prudice, protierozní meze v Lejčkově a polní cesta s melioračním příkopem v Záhoří u Bechyně.

Obr. 14: Mapa okresu Tábor s vybranými protierozními opatřeními



Zdroj: www.mapy.cz

12.1 Suchý poldr Prudice

Suchý poldr Prudice se nachází asi 10 km severně od města Tábor, severozápadně od obce Nemyšl, v katastrálním území Prudice. Byl vybudován v rámci společných zařízení komplexních pozemkových úprav Prudice v úseku dálnice D3. Jeho stavba byla dokončena v roce 2007.

Hlavním účelem tohoto opatření je zachycení nárazových odtoků dešťové vody z kanalizace, která odvodňuje dálniční vozovku (v úseku km 64.450 – 66.380). Kromě toho slouží poldr také k vyrovnání nerovnoměrnosti průtoku v potoce Nemravný pod dálnicí – v době zvýšeného odtoku vody z dešťové kanalizace a přilehlého extravilánu (částečně je odvodněn stokovým systémem dálnice a příkopy dálnice, část povodí odtéká do poldru přímo přes polní pozemky) zajišťuje nádrž retenci v takové míře, aby přítok vody a její odtok propustkem pod dálnicí a dále do vodoteče ve směru k rybníku Nemravný, byly rovnoměrné, čímž zároveň chrání i povodí pod dálnicí, a to až do úrovně povodně Q_{100} (Mott Macdonald 2005).

Území, kde se nachází poldr, není v žádné chráněné krajinné oblasti nebo rezervaci. Jeho umístění je na hranici jižních a středních Čech v oblasti Miličínské vrchoviny. Mírně zvlněná krajina leží v nadmořské výšce 540 – 580 m n. m.

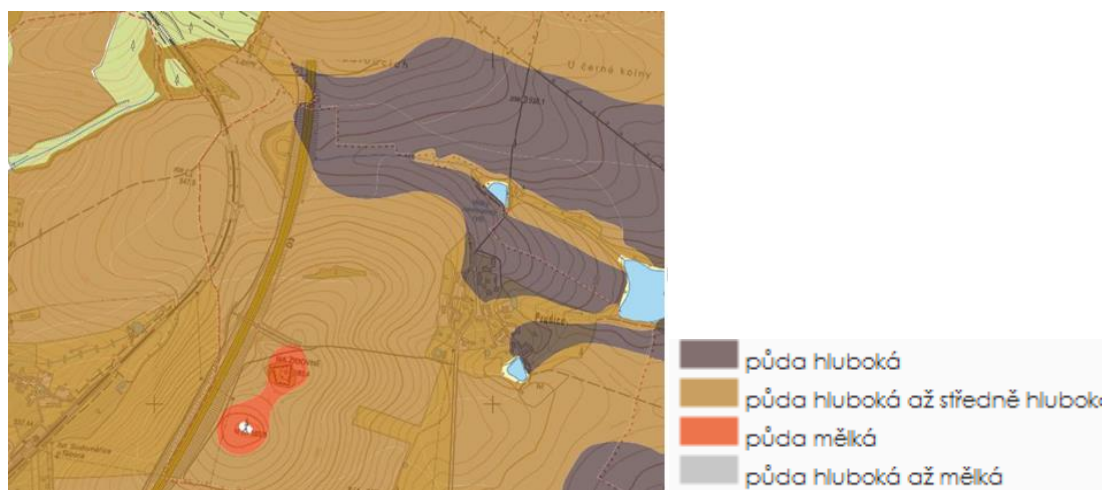
Obr. 15: Suchý poldr Prudice



Zdroj: www.mapy.cz

Půdy v katastrálním území obce Prudice jsou hluboké, hluboké až středně hluboké, bezskeletovité až slabě skeletovité. Půdním typem jsou zde převážně rendziny a pararendziny, menší část tvoří černice – obr. 16 (Sowac-gis 2014).

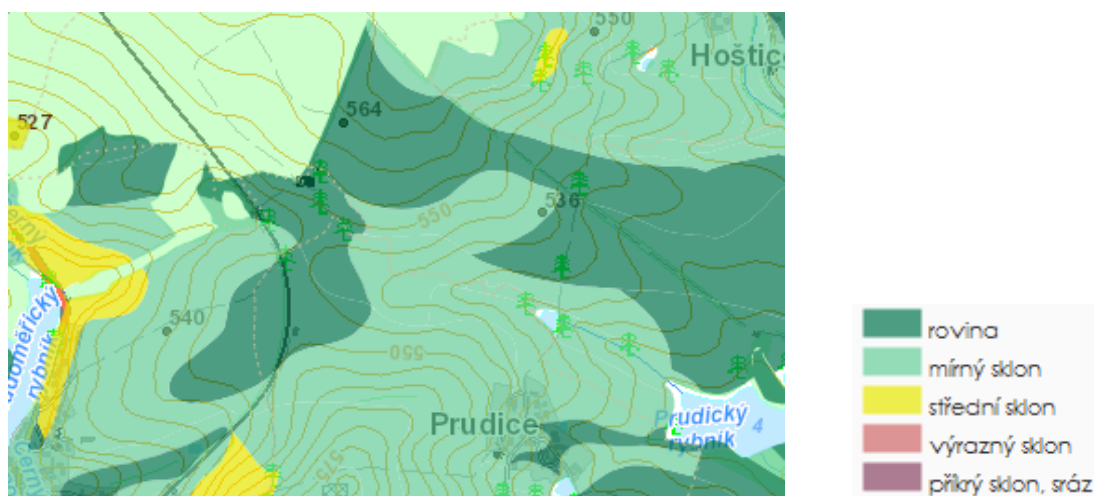
Obr. 16: Hloubka půd v katastrálním území Prudice



Zdroj: Sowac-gis

Katastrální území Prudice se nachází převážně na území s mírným sklonem ($3 - 7^\circ$) až rovinou ($1 - 3^\circ$), vyskytují se zde rovněž malé plochy území se středním sklonem ($7 - 12^\circ$) – obr. 17 (Sowac-gis 2014).

Obr. 17 : Sklonitost půd v katastrálním území Prudice



Zdroj: Sowac-gis

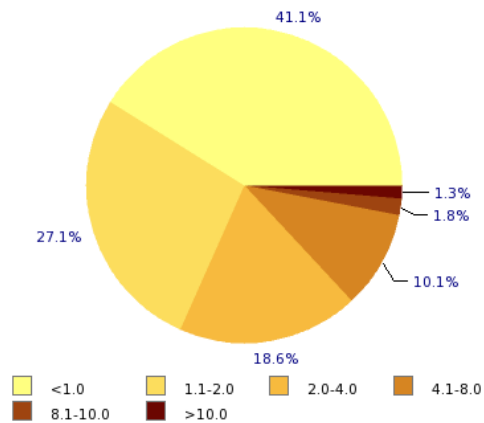
Erozní ohroženost půdy v katastrálním území Prudice podle dlouhodobé průměrné ztráty půdy (G) je zobrazena v obr. č. 18. Většina půdy je velmi slabě až slabě ohrožena erozí (68,2 %), téměř pětina (18,6 %) půdy patří ke středně ohroženým, 10,1 % patří k silně a 3,1 % k velmi silně až extrémně ohroženým půdám. Podle maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace (C_p) - obr. č. 19 – není téměř polovina (45,8 %) půdy erozí ohrožena, 40,5 % patří k mírně ohroženým (pěstování širokořádkových plodin je možné jen s využitím půdoochranných technologií) a středně ohrožených (šírokořádkové plodiny by se tu neměly pěstovat a úzkořádkové

jen s využitím půdoochranných technologií) je 13,7 %. Větrnou erozí zde půda ohrožena není (Sowac-gis 2014).

Poldr byl vybudován na území, kde je maximální přípustná hodnota faktoru C_p do 1 t/ha/rok, v okolí poldru od 0,2 do 0,6 t/ha/rok, maximální přípustná ztráta půdy je 4 t/ha/rok. Půda v okolí poldru patří ke středně náchylným k erozi, směrem k východu k silně náchylným. Poldr se nachází v rovinném území, se svahy bez ohrožení, okolí je mírně sklonité, s mírně až silně ohroženými svahy (Sowac-gis 2014).

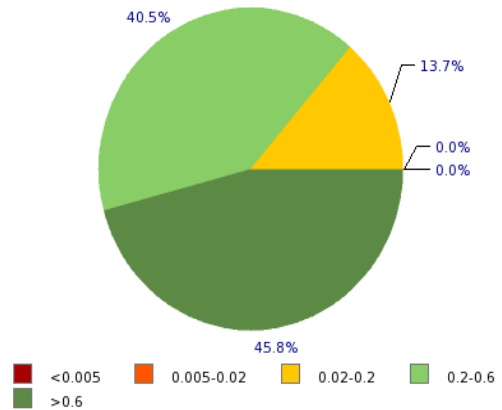
Erozní ohroženost půdy v katastrálním území Prudice

Obr.18: Dlouhodobá průměrná ztráta půdy (G) na ZPF



Zdroj: Sowac-gis

Obr.19: Erozní ohroženost dle C_p na ZPF



Zdroj: Sowac-gis

Poldr je nebeskou nádrží se zemní sypanou hrází. Je provozován jako retenční nádrž pro zpomalení odtoku srážkových vod z povodí s dobou zdržení 8 hodin. Zařízení nemá stálé nadržení, terén je v místě nádrže poldru uměle zahloubený tak, aby jeho záchytný objem byl přibližně 6000 m³. Tento objem se při navrhované velikosti průtoku 210 l/s vyprázdní během 8 hodin. Plocha hladiny je 1,07 ha při návrhové hladině 542,44 m n. m. a maximální výška vody je 1,44 m. Kóta dna objektu je na úrovni 541,16 m n. m. (Mott Macdonald 2005).

Dvě úžlabí na dně nádrže umožňují odtok vody z celého poldru (v příčném směru je terén vysvahován ve sklonu 1 % k úžlabím a podélný sklon dna v úžlabích je také 1 %). Veškerý povrch poldru byl ohumusován v tloušťce 300 mm a oset, takže je možné ho zemědělsky využívat, pouze v okolí nátoky do výpustného zařízení bylo provedeno odláždění kamennou dlažbou tloušťky 250 mm do betonového lože. V tomto místě jsou sklony svahů přizpůsobeny navázání na výpustné zařízení –

maximálně 1:2,5. Sklon břehů poldru 1:8 je přizpůsoben možnostem zemědělského obhospodařování, svah od polní cesty má sklon 1 : 5. Těsnicí jádro je tvořeno jílovitou zeminou, návodní strana přesypána stabilizační vrstvou šterku. Při patě návodního svahu je drén tvořený plastovými drenážními trubkami. Jeho účelem je umožnit kvalitní odvodnění návodní stabilizační části při rychlém kolísání hladiny v poldru (Mott Macdonald 2005).

Přímá hráz, která má v příčném řezu tvar nepravidelného lichoběžníku, se nachází na východní straně nádrže. Je asi 5 m široká, 200 m dlouhá a vede po ní komunikace (polní cesta s asfaltovým povrchem). Návodní svah hráze je ohumusovaný (použita sejmutá ornice z vykopávek pro nádrž poldru) a osetý.

Obr.20: Nádrž a hráz s vozovkou



Zdroj: Vlastní foto

Obr.21: Odvod vody z poldru do kanálu



Zdroj: Vlastní foto

Na vzdušní svah navazuje dálniční násep oddělený od koruny trativodem, z něhož je voda odváděna dvěma propustky do nádrže. Do trativodu jsou rovněž zaústěny dva propustky, které svádějí dešťovou vodu z druhé strany dálnice. Další dva propustky převádějí vodu do nádrže z příkopu mezi náspeem a cestou na koruně hráze. Při patě hráze je mezi skluzy nátokových propustků a výpustným zařízením dlážděné koryto. Do nádrže přivádí vodu také systém polních drenáží. Přerušené sběrné drény jsou podchyceny nově položenými hlavníky umístěnými kolem poldru a zaústěny v dolní části do nádrže. Voda ze stok dálniční kanalizace je zachycována a předčišťována v usazovací nádrži umístěné na dálniční kanalizaci. Slouží k zachycení ropných látek a sedimentů (Mott Macdonald 2005).

Obr.22: *Trativod pod dálničním náspeem*



Zdroj: Vlastní foto

Obr.23: *Propustek odvádějící vodu z trativodu do nádrže*



Zdroj: Vlastní foto

V nejnižším místě nádrže ve střední části hráze je výpustné zařízení (betonová monolitická šachta). Odtok z nádrže je až do kóty hladiny 542,22 m n. m. regulován automaticky průtokem skrz štěrbinu o rozměrech 300 x 200 mm, při stoupnutí hladiny nad tuto hodnotu dojde k volnému přepadu vody přes konstrukci štěrbin. Při mimořádných situacích je možné odtok z poldru částečně regulovat pomocí mobilního hrazení výpustného zařízení (drážky pro mobilní hrazení jsou u nátoku do objektu). Objekt výpustného zařízení je navržen jako otevřený rámový profil, na který navazuje propustek odvádějící vodu z nádrže. Objekt je tvořen betonem s maximálním průsakem 50 mm a je vybaven mobilním hrazením a rámovými česlemi osazenými před vtokem do regulační štěrbin. Česle o rozměru 1,60 x 1,70 m tvoří rám s česlicemi ve vzdálenosti 40 mm. Na výpustný objekt navazuje propustek DN 1400 ve sklonu asi 0,013, který vede pod dálničním náspeem a odvádí vodu do otevřeného opevněného kanálu a dále do rybníka Nemravný. Na levé straně výpustného zařízení je vybudováno přístupové schodiště. Výpustné zařízení svým sruženým objektem kromě redukce přívalových přítoků zajišťuje také ochranu zemního tělesa přilehlé polní cesty a souběžného dálničního tělesa. (Mott Macdonald 2005).

Obr. 24: Výpustné zařízení s česlem



Zdroj: Vlastní foto

Obr. 25: Regulační štěrbinina



Zdroj: Vlastní foto

Výše uvedené fotografie byly pořízeny koncem srpna, kdy byla nádrž prázdná. Při kontrole na místě bylo zjištěno, že všechny přítokové a odtokové cesty jsou udržované v dobře průchodném stavu. Tráva po celé ploše vzdušního svahu a náspů byla po obou stranách dálnice posečená a na náspech byla mírně vzrostlá stromová a keřová vegetace. Nádrž je pouze v místech přítoku vody zarostlá rákosem, jinak je celá plocha poldru zatravněná a v současné době není zemědělsky obhospodařovaná. Na hranici mezi polem a poldrem jsou kolem jeho obvodu 4 hlavníky. Drenážní hlavníky jsou rovněž umístěny podél obou stran otevřeného kanálu odvádějícího vodu z poldru do nedalekého rybníka Nemravný a přepadem dále do Prudického rybníka. V místech, kde voda ústí do propustků vedoucích pod silnicí na hrázi a rovněž na druhé straně hráze, kudy je voda přiváděna do nádrže, je koryto i svah zpevněno žulovým kamenem v betonovém loži. Stejně je tomu i u propustku odvádějícího vodu z poldru na druhé straně dálnice. Tady je ještě navíc trativod tvořen betonovými žlaby.

12.2 Protierozní meze Lejčkov

V západní části intravilánu obce Lejčkov v okrese Tábor byly v rámci stavby společných zařízení vybudovány ve směru vrstevnic dvě protierozní meze se vsakovacím pruhem trvalého travního porostu a svodným příkopem. Jako liniový protierozní prvek slouží stávající i nově vybudovaná cestní síť, která je přibližně vedena na místě dřívějších polních cest, zrušených při velkoplošném obdělávání. Polní cesty slouží především ke zpřístupnění pozemků, zlepšují stav cestní sítě a také působí

jako liniový protierozní prvek – zejména polní cesta, která vede z obce Lejčkov a je umístěna nad oběma mezemi. Kolem cesty je vysazena doprovodná zeleň. Účelem těchto opatření byla úprava nevyhovujícího stavu a stabilizace údolnice proti erozi. V době přívalových srážek vznikla v údolnici vlivem koncentrovaného průtoku a velkého podélného sklonu v horní části svahu 70 – 90 cm hluboká rýha, kde se koncentrovaly další srážkové odtoky, docházelo k destabilizaci okolních pozemků a nebylo možné jejich obhospodařování. Ornice z horní části svahu byla splachována do spodní části, kde se část ukládala a část byla odnášena dál do povodí (PROGES 2004).

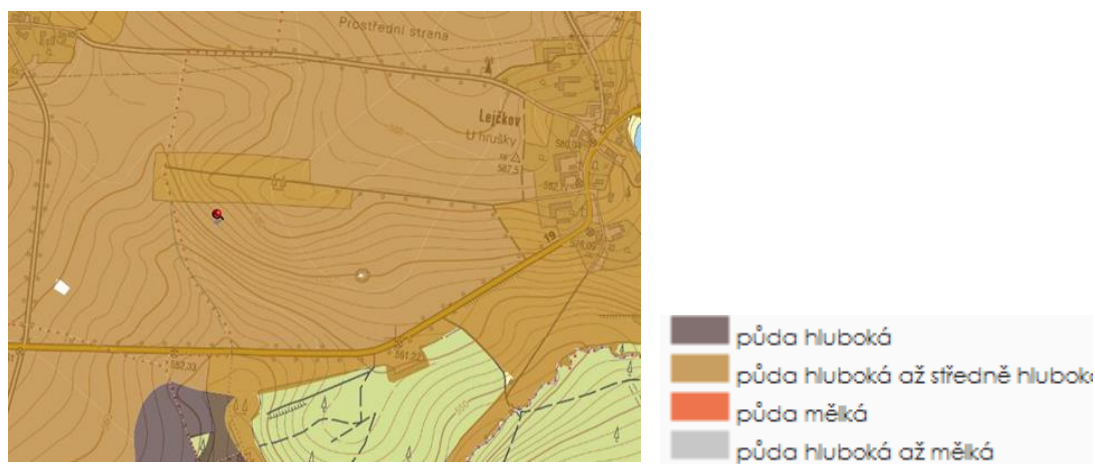
Obr. 26: Protierozní meze Lejčkov



Zdroj: www.mapy.cz

Půdy v katastrálním území Lejčkov jsou hluboké až středně hluboké (98,5 %), převážně bezskeletovité až slabě skeletovité (69 %) nebo středně skeletovité, 75,6 % půdy jsou rendziny a pararendziny, 13,3 % patří do silně svažitých půd (Sowac-gis 2014).

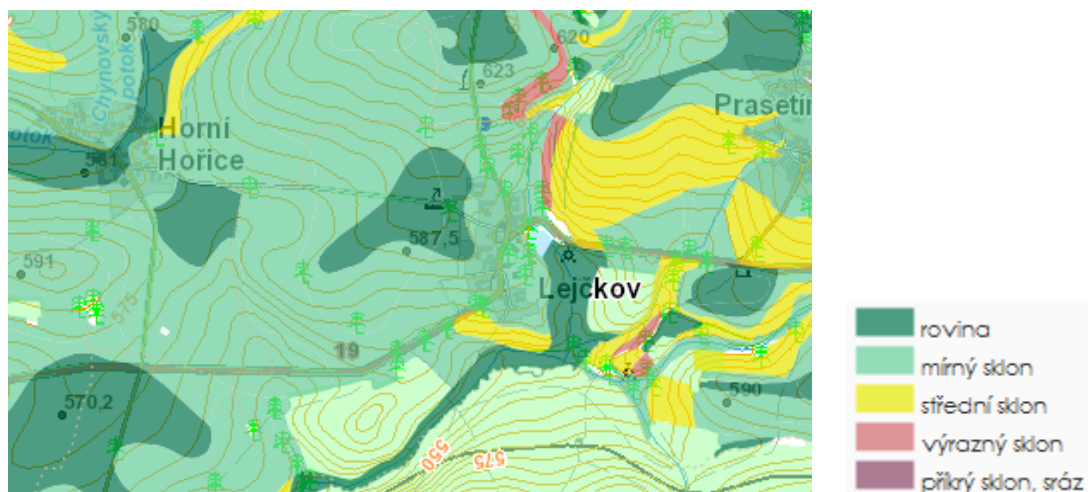
Obr. 27: Hloubka půd v katastrálním území Lejčkov



Zdroj: Sowac-gis

Půdy v katastrálním území Lejčkov leží převážně na území s mírným sklonem (3–7 °). Ve značné míře se zde nacházejí také pozemky se středním sklonem (7–12 °). Na sever a jihovýchod od obce se vyskytují i pozemky s výrazným sklonem (12–17 °). Pozemky, na nichž byly vybudovány meze, patří k území s mírným sklonem (Sowac-gis 2014).

Obr. 28: Sklonitost půd v katastrálním území Lejčkov



Zdroj: Sowac-gis

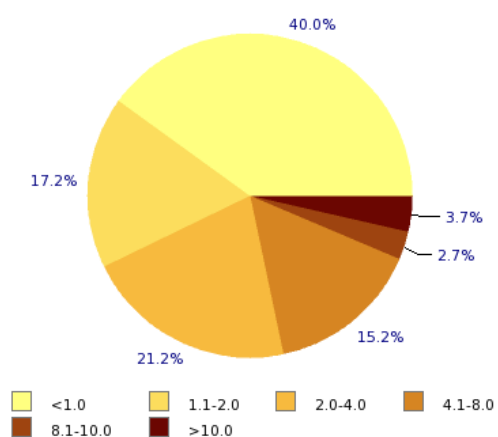
Erozní ohroženost půdy v katastrálním území Lejčkov podle dlouhodobé průměrné ztráty půdy je zobrazena na obr. č. 29 – více než polovina půdy (57,2 %) není ohrožena erozí nebo jen slabě, 21,2 % středně a silně až extrémně je ohrožena přibližně pětina (21,6 %) půdy. Podle maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace (C_p) - obr. č. 30 – není pětina půdy (21 %) ohrožena, téměř polovina (46,3 %) je mírně

ohrožena (širokořádkové plodiny se na ní mohou pěstovat jen s využitím půdoochranných technologií), třetina půdy (32,5 %) patří k erozně ohroženým (úzkořádkové plodiny je možné pěstovat s využitím půdoochranných technologií, širokořádkové na těchto půdách nepěstovat) a na 0,2 % silně ohrožené půdy by měly být víceleté pícniny. Větrnou erozí zde půda ohrožena není (Sowac-gis 2014).

Půda v lokalitě, kde byly vybudovány meze ke zkrácení délky svahu, patří ke středně náchylným. Maximální přípustná hodnota faktoru Cp je zde do 0,2 t/ha/rok, maximální přípustná ztráta půdy je 4 t/ha/rok. Pole mezi oběma mezemi a část pole nad horní mezí směrem k údolnici patří k území se středním sklonem, část pole pod dolní mezí s mírným sklonem. Podle faktoru LS patří celé sledované území k nejhroženějším až silně ohroženým svahům (Sowac-gis 2014).

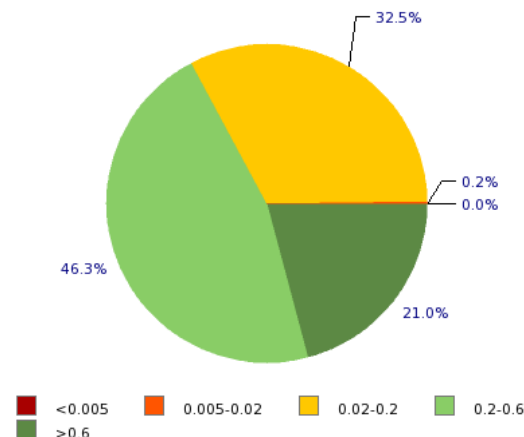
Erozní ohroženost půdy v katastrálním území Lejčkov

Obr.29: Dlouhodobá průměrná ztráta půdy (G) na ZPF



Zdroj: Sowac-gis

Obr.30: Erozní ohroženost dle CP na ZPF



Zdroj: Sowac-gis

Protierozní meze mají celkovou délku 677 m, kvůli funkčnosti byly protaženy přes údolnici do sousedního katastrálního území Dolní Hořice v délce 60 m. Maximální délka po spádnici byla původně 360 m, nyní je délka spádnice v exponovanějším úseku 131 m. Meze chrání plochu o výměře 10,21 ha (PROGES 2004).

Obr. 31: Protierozní meze Lejčkov - pohled z boku



Zdroj: vlastní foto

Pod mezí se sklonem 1 : 1,5 je mělký příkop, který zachycuje povrchovou vodu. Druhý svah příkopu má sklon 1:5, takže je možné provádět údržbu orbou. Kvůli stabilitě byla nově vytvořená mez opatřena geomřížkou. Příkop svádí vodu do údolnice, kde byl vybudován odvodňovací příkop (v místě vzniklé erozní rýhy) odvádějící vodu dál do povodí.

Obr. 32: Mez (horní) se záchytným příkopem



Zdroj: Vlastní foto

Obr.33: Zatravněné pásy kolem odvodňovacího příkopu



Zdroj: Vlastní foto

Odvodňovací příkop je ve dně široký 0,5 m, sklony svahu jsou 1 : 2. Vzhledem k velkému podélnému spádu a potřebě zajistit stabilitu koryta jsou boky a dno opevněny betonovými tvárnicemi TBM 2-50 na štěrkopískovém podkladě. Zbytek svahu byl ohumusován a zatravněn. Kvůli zmírnění podélného sklonu nivelety příkopu v něm byly vytvořeny stupně o výšce 20 cm, rovněž z prefabrikátů TBM 2-50. Výsledný podélný sklon 1,6 – 4, 4 % zajišťuje v dostatečné míře stabilitu koryta.

Na konci jeho trasy je skluz opevněný dlažbou z lomového kamene do betonového lože. Pro přejíždění zemědělské techniky je příkop opatřen třemi trubními přejezdy Js 500 mm (PROGES 2004).

Obr. 34: *Odvodňovací příkop s trubním přejezdem*



Zdroj: Vlastní foto

Obr. 35: *Odvodňovací příkop se stupněm*



Zdroj: Vlastní foto

Při kontrole na místě (konec srpna) bylo zjištěno, že na mezích se vyskytuje nesouvislá řada především keřové vegetace, ojediněle jsou zde i stromy. Konce mezí směrem ke svodnému příkopu jsou bez vegetace, zarostlé pouze travou. Příkop pod oběma mezemi je zatravněn a udržován v potřebném tvaru orbou. Nad dolní mezí je ponechán přibližně 1 metr široký zatravněný pás, nad horní mezí je jeho šířka větší – asi 5 metrů (obr. 32). Všechny části pole byly v té době zorané a uvláčené. V rámci doplňujících agrotechnických opatření byl zatravněn i přilehlý pruh pozemků v šířce asi 20 m na každé straně odvodňovacího příkopu. Tráva v pásích kolem svodného příkopu a v příkopech pod mezemi byla vysekaná. Dno a stěny svodného příkopu byly částečně zarostlé travou.

Při další návštěvě po přívalových deštích (26. 9. 2014) bylo zjištěno, že na obou svazích nad dolní i horní mezí došlo k plošné a rýhové erozi. V jejich nejexponovanějších částech vznikla síť rýh širokých 10 až 40 cm a hlubokých 10 až 30 cm. Jemnější půdní materiál byl splaven do dolní části svahu – nad zatravněný pás dolní meze, část byla zadržena v tomto zatravněném pásu.

Obr. 36: *Projevy eroze – pole nad horní mezí*



Zdroj: Vlastní foto

Smytou zeminu částečně zachytil zatravněný pás kolem odvodňovacího příkopu, část se dostala přes mez (přes její část, která končí před záchytným příkopem) do záchytného příkopu a odtud také do svodného příkopu (obr. 36, 37, 39). Zejména v jeho dolní části zůstaly nánosy odnesené zeminy. Na poli pod dolní mezí nebyly patrné žádné erozní projevy. Pole je obděláváno ve směru vrstevnic a v této době na něm byla zasetá jen málo vzešlá řepka.

Obr. 37: *Projevy eroze – pole nad dolní mezí*



Zdroj: Vlastní foto

Obr. 38: *Dolní mez-plošná a rýžková eroze*



Zdroj: Vlastní foto

V horní části svahu nad dolní mezí byla kolej od přejezdu zemědělské mechanizace, kterou odtékala povrchová voda. Z této koleje se na několika místech voda přelila přes okraj a soustředěným odtokem vytvořila rýhy (obr. 40).

Obr. 39: *Horní mez – zemin zachycená v příkopu* Obr. 40: *Vznik erozní rýhy*



Zdroj: Vlastní foto



Zdroj: Vlastní foto

12.3 Polní cesta a meliorační příkop Záhoří

Obec Záhoří se nachází 8 km jižně od města Bechyně v okrese Tábor, leží v nadmořské výšce 438 m v Táborské pahorkatině. Území na němž probíhala obnova polních cest v rámci pozemkových úprav se nachází na východ od obce a leží v nadmořské výšce 438 – 465 m.

Obr. 41: *Polní cesta a meliorační příkop Záhoří*

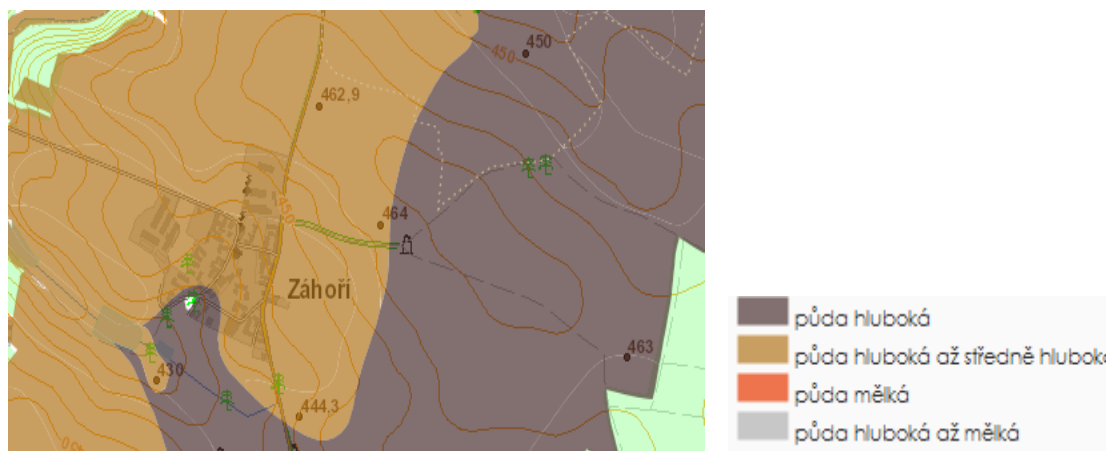


Zdroj: www.mapy.cz

Půdy v katastrálním území Záhoří jsou hluboké (48,1 %) a hluboké až středně hluboké (51,9 %), bezskeletovité (48,1 %) nebo bezskeletovité až slabě skeletovité

(49,5 %). Půdním typem jsou rendziny a pararendziny (49,1 %) a černice (48,1 %) (Sowac-gis 2014).

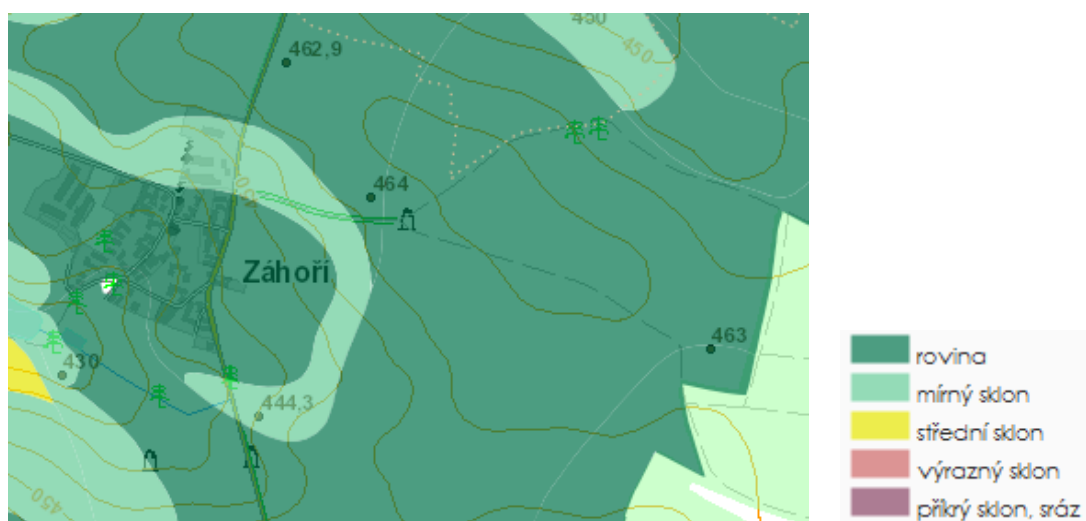
Obr. 42: Hloubka půd v katastr. území Záhoří u Bechyně



Zdroj: Sowac-gis

Katastrální území Záhoří včetně cesty s melioračním příkopem se nachází na území s mírným sklonem (3 - 7°) až rovinou (1 – 3°) – obr. 43 (Sowac-gis 2014).

Obr. 43: Sklonitost půd v katastrálním území Záhoří



Zdroj: Sowac-gis

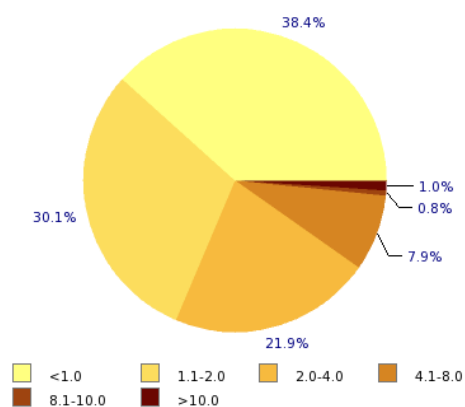
Erozní ohroženost půdy v katastrálním území Záhoří podle dlouhodobé průměrné ztráty půdy (G) je zobrazena na obr. č. 44 – 68,5 % půdy není ohroženo nebo jen slabě, 21,9 % středně a silně až extrémně je ohroženo téměř 10 % půdy. Podle maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace (C_p) - obr. 45 - je na větší části území půda bez ohrožení (65,4 %), čtvrtina (25,5%) je mírně ohrožena a širokořádkové plodiny by se na ní tudíž měly pěstovat pouze s využitím

půdoochranných technologií. Asi 9 % spadá do ohrožených půd, kde by se širokořádkové plodiny neměly pěstovat vůbec a úzkořádkové jen s využitím půdoochranných technologií. Větrnou erozí zde půda ohrožena není (Sowac-gis 2014).

Maximální přípustná ztráta půdy je na sledovaném území 4 t/ha/rok. Maximální přípustná hodnota faktoru C_p je do 0,6 t/ha/rok na území, kde byla vybudována cesta s melioračním příkopem - půdy jsou zde středně náchylné k erozi. U pole nacházejícího se východně od ní je C_p do 1 t/ha/rok a půdy jsou zde silně náchylné k erozi. Území leží v rovině, se svahy náchylnými, ojediněle ohroženými erozními procesy (Sowac-gis 2014).

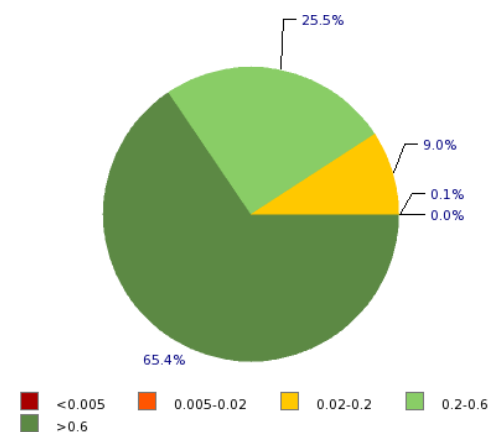
Erozní ohroženost půdy v katastrálním území Záhoří

Obr.44:Dlouhodobá průměrná ztráta půdy (G) na ZPF



Zdroj: Sowac-gis

Obr.45:Erozní ohroženost dle C_p na ZPF



Zdroj: Sowac-gis

V rámci komplexních pozemkových úprav byla v katastrálním území Záhoří u Bechyně obnovena síť polních cest, jejímž cílem je především dopravní zpřístupnění jednotlivých pozemků. Součástí návrhu těchto úprav je polní cesta s melioračním příkopem, vedená v trase bývalé komunikace a umožňující přístup vlastníků na jednotlivé pozemky. Nachází se na východ od obce. Začíná napojením na silnici III. třídy č. 1474 na jižním okraji obce Záhoří, vede severovýchodním směrem a končí napojením na další polní cestu. Přerušuje tak délku pozemku, z něhož voda se smytou zeminou během přívalových dešťů zaplavovala východní část intravilánu obce. Cesta s melioračním příkopem, který je její součástí, je 491,15 m dlouhá a její povrch tvoří asfaltový beton (PROGES 2005).

Vozovka je široká 3,5 m a krajnice 0,5 m. Její příčný sklon 3 % sleduje přirozený spád okolního terénu. Podélný sklon vychází z místních terénních podmínek, pohybuje se mezi 0,18 % a 5,58 % a umožňuje dobré zpřístupnění okolních pozemků. Podél cesty je vybudován záchytný meliorační příkop, který kromě zachycení vod z přívalových dešťů plní zároveň i funkci odvodňovacího silničního příkopu. Vzhledem k tomu, že cesta vede přes pozemky v minulosti odvodněné plošnou drenáží, bylo nutné ji podchytit, což bylo realizováno z flexibilu o průměru 8 cm - zaústění do příkopu (PROGES 2005).

Příkop navazuje na stávající síť místních vodotečí. Je dimenzován na průtok $Q_{100} = 2,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Nad hladinu stoleté vody je jeho opevnění tvořeno dlažbou z lomového kamene o tloušťce 25 cm do betonového lože o tl. 15 cm. Ochranu zemního svahu příkopu před erozivními účinky zajišťovaly v období po výstavbě kokosové sítě, které navazovaly na opevnění dlažbou. Jejich úkolem bylo rovněž přispět k rychlejšímu růstu vegetačního opevnění. Přístup na přilehlé zemědělsky obdělávané pozemky je zajištěn čtyřmi zpevněnými sjezdy o šířce 9 m (PROGES 2005).

Obr. 46: Cesta s melioračním příkopem



Zdroj: Vlastní foto

Obr. 47: Trubní přejezd



Zdroj: Vlastní foto

Příkop je zaústěn v dolní části vozovky do stávajícího silničního propustku o průměru 80 cm a navazuje na stávající meliorační kanál na druhé straně silnice, kterým je voda dále odváděna do nedalekého rybníka. Povrchová dešťová voda z komunikace je odváděna odvodňovacím žlabem (nachází se na této cestě ve vzdálenosti asi 6 m od silnice III. tř. č. 1474) do silničního příkopu, čímž se zabrání stékání vody z polní cesty na silnici č. 1474 (PROGES 2005).

Na místě bylo zjištěno, že obě strany cesty byly osázeny doprovodnou linií zelení. Na opevnění provedené z dlažby navazuje vegetační opevnění. Na poli, které je po pravé straně cesty s příkopem, a z něhož před jejím vybudováním stékala povrchová voda do intravilánu obce, bylo pěstováno obilí. Pruh v šířce 30 m směrem k příkopu je zatravněn, stejně jako pole na druhé straně cesty, které se rozkládá až k obytným domům. Cesta se v horní části napojuje na další polní cestu, opatřenou z obou stran příkopy, z nichž je voda sváděna do melioračního příkopu.

Dno příkopu se směrem dolů k silničnímu propustku rozšiřuje – nahoře je jeho šířka 50 cm, dole 87 cm a sklon svahu je 1 : 1,5. Před posledním trubním přejezdem (180 cm) je ve dně příkopu schod o výšce 15 cm. Do prostoru příkopu před silničním propustkem je zaústěn příkop vedoucí podél silnice č. 1474.

Obr. 48: *Silniční propustek v dolní části melioračního příkopu*



Zdroj: *Vlastní foto*

13. Diskuse

Komplexní pozemkové úpravy mohou být vynikajícím prostředkem k ochraně půdy, protože se prostřednictvím plánu společných zařízení mohou navrhovat protierozní i vodohospodářská opatření, která řeší ochranu pozemků v celém katastrálním území a zlepšují také jeho vodní režim. Kombinují a doplňují se zde opatření organizační, agrotechnická a technická. Podle mého názoru by se měla v praxi důsledně a ve větší míře uplatňovat organizační a agrotechnická opatření, která významně zvyšují odolnost půdy před erozí i její vsakovací schopnost a omezují dobu, kdy je nechráněná deštěm a větrem. V mnoha případech by mohla vyloučit nutnost výstavby finančně náročnějších technických opatření, která navíc znamenají radikálnější zásahy do půdního fondu. Výhodou technických opatření je jejich velká účinnost. Kromě pozemků chrání také infrastrukturu a intravilány obcí, je však nezbytná jejich údržba a čištění, což znamená další náklady. K nejčastěji realizovaným technickým protierozním opatřením patří protierozní příkopy a suché poldry (obr. 4). Pokud jsou však příkopy zanesené a zarostlé, z nádrží se neodstraňují nánosy, přestávají plnit svou funkci. Domnívám se, že často je možné dosáhnout stejného efektu jednodušším a levnějším způsobem, bez nutnosti opakovaných nákladů v budoucnosti. Například místo poldru, do něhož přitéká při přívalových deštích voda z okolních polí a opakovaně ho zanáší smytou zeminou, by mohly být na vhodných místech zatravněné pásy osázené stromy, které by přerušily délku pozemků, povrchový odtok by se zpomalil, zlepšilo by se zasakování vody a nedocházelo by k odnosu zeminy.

Zásadní vliv na ohroženost půdy má zemědělství. V České republice stále převládá velkoplošné hospodaření, pěstují se tu hlavně plodiny žádané na trhu (obiloviny, řepka), pícniny a meziplošiny jsou zastoupeny jen málo. V případě agrotechnických opatření vidím největší problém v tom, že kritéria nastavená standardy GAEC na ochranu půdy nejsou vzhledem k množství ohrožené půdy dostačující a navíc je jejich dodržování podmíněno pouze možností získat dotace, nikoliv sankcemi v případě, že dojde k erozním škodám. Legislativa, která by stanovila přípustnou míru a opatření ke snížení eroze u nás zatím neexistuje. Je pak těžké přesvědčit zemědělce, aby si zvolili finančně náročnější (potřeba dražší techniky) a mnohdy pracnější způsob obdělávání půdy, navíc s menším výsledným ekonomickým efektem.

Poldry jsou velmi nákladné stavby, vyžadují další údržbu, často nezapadají dobře do krajiny. Suchý poldr v Prudicích byl vybudován v první řadě k zachycení vody z dálniční vozovky, zachycení vody přitékající z okolních pozemků je jen jeho další funkcí a v daném území nepůsobí nijak rušivě. Protierozní meze v Lejčkově se vsakovacím pruhem a svodným příkopem zabraňují vzniku hluboké rýhy v údolnici a odnosu půdy z horní části svahu na dolní pozemek a do povodí. Pole je vrstevnicově obdělávané. Meze kromě protierozní ochrany plní také funkci estetickou. Při přívalových deštích, v době vegetací (řepka) nedostatečně chráněného pozemku, vznikla v jeho části svažující se k údolnici rýžková a plošná eroze. Domnívám se, že by proto bylo vhodné doplnit toto technické opatření např. setím do mulče nebo pásovým střídáním plodin. Také zatravněný pás nad dolní mezí by měl být širší (v současnosti je to jen 1 m), aby lépe zachytil smytou zeminu. Polní cesta s melioračním příkopem v Záhoří kromě zpřístupnění jednotlivých pozemků přerušuje délku pozemku, z něhož smytá zemina při přívalových deštích zaplavovala intravilán obce. Splavování zeminy zabraňuje také zatravněný pruh u příkopu. Cesta navíc doplňuje síť polních cest kolem obce. Uvedená technická opatření plní kromě protierozní ochrany půdy i další funkce, jsou dobře udržovaná a v krajině působí přirozeně.

14. Závěr

Za posledních sto let se krajina velmi změnila. Přispěl k tomu nejen rozvoj průmyslu a zvětšování zastavěných ploch, ale podstatnou měrou také intenzivní obhospodařování zemědělské půdy. Na našem území proběhly velké změny po druhé světové válce, v období budování zemědělských družstev, kdy vznikaly obrovské lány orné půdy, byla odstraněna hustá síť polních cest, množství mezí a remízků, pěstovaly se a stále pěstují plodiny nedostatečně chránící půdu. Společně s nevhodným obděláváním je tato „holá“ krajina v době přívalových dešťů a výsušných větrů hlavní příčinou vzniku vodní a větrné eroze. V České republice je právě eroze nejrozšířenějším typem degradace půdy. Dochází při ní ke ztrátě její nejurodnější svrchní části, následně ke znečištění vodních toků a nádrží a dalším škodám v intravilánu i extravilánu obcí (Dumbrovský a kol. 2004, Janeček a kol. 2008). Podle dat Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy je u nás vodní erozí ohroženo víc než 50 % a větrnou erozí asi 10 % zemědělské půdy.

Cílem práce bylo uvést druhy eroze, její příčiny, následky i faktory ovlivňující vznik eroze. Byla zmíněna legislativa Evropské unie i České republiky týkající se problematiky ochrany půdy. Dále byly popsány jednotlivé druhy protierozních opatření, jejichž cílem je zastavit nebo aspoň zpomalit degradaci půdy způsobenou erozí, a rovněž upravit vodní režim a vodohospodářské poměry daného území. Tato opatření mají především chránit půdu před účinky dopadajících dešťových kapek, podporovat vsak vody do půdy, zpomalit povrchový odtok a odvést ho do vodoteče tak, aby nezpůsobil škody a zachytit smytou zeminu. O tom, jaký druh opatření se použije, rozhoduje především jeho účinnost a požadované snížení smyvu půdy (Janeček a kol. 2008). Významnou možností, jak chránit půdu, jsou protierozní opatření realizovaná v rámci komplexních pozemkových úprav. Při jejich navrhování dochází k propojení všech opatření v plánu společných zařízení - vzájemně se prolínají a doplňují tak, aby chránily přírodní zdroje a umožnily racionální hospodaření. Výsledkem pozemkových úprav je uspořádání pozemků jednotlivých vlastníků do půdních bloků chráněných proti erozi a přístupných pro dopravu. Pokud nelze půdu dostatečně ochránit organizačními nebo agrotechnickými opatřeními, přistupuje se k technickým opatřením, která jsou však finančně náročnější (Dumbrovský a kol. 2004, Novotný a kol. 2014).

Dalším cílem bylo představit některá protierozní opatření realizovaná v rámci komplexních pozemkových úprav v okrese Tábor včetně charakteristiky daných území. Byla vybrána tři technická protierozní opatření, která jsou součástí plánu společných zařízení. Suchý poldr v Prudicích je vodohospodářským opatřením, které zajišťuje neškodný odvod povrchové vody, a to nejen z dálniční vozovky, ale také z okolních pozemků. Meze v Lejčkově jsou společně se vsakovacím zatravněným pruhem a svodným příkopem opatřením chránícím pozemky před odnosem půdy. Cesta s melioračním příkopem v Záhoří umožňuje přístup k pozemkům a zároveň zkracuje přílišnou délku pozemku.

Ochrana půdy a zvyšování její kvality je jedním z nejdůležitějších úkolů dnešní doby. Problematice eroze půdy by měla být věnována pozornost nejen ze strany odborníků, vlastníků nebo nájemců půdy, kteří na ní hospodaří, ale i ze strany laické veřejnosti, protože tento problém se týká nás všech. Snahou by mělo být předcházení erozi nebo aspoň snížení jejích účinků na přijatelnou úroveň.

15. Přehled literatury a použitých zdrojů

Literatura - tuzemské zdroje:

BUMBA J., 2007: *České katastry od 11. do 21. století*. Grada Publishing, Praha, 92 s.

CABLÍK J., JŮVA K., 1963: *Protierozní ochrana půdy*. Státní zemědělské nakladatelství, 2.vydání, Praha, 324 s.

DUMBROVSKÝ M. (ed.), 2004: *Metodický návod pro vypracování návrhů pozemkových úprav*. Českomoravská komora pro pozemkové úpravy, Praha, 190 s.

HOLÝ M., 1994: *Eroze a životní prostředí*. Vydavatelství ČVUT, Praha, 383 s.

HŮLA J., JANEČEK M., KOVAŘÍČEK P., BOHUSLÁVEK J., 2003: *Agrotechnická protierozní opatření*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 48 s.

HŮLA J., PROCHÁZKOVÁ B. (ed.), 2008: *Minimalizace zpracování půdy*. Profi Press, Praha, 248 s.

JANEČEK M. (ed.), 1998: *Nové směry v protierozní ochraně půdy*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 55 s.

JANEČEK M. (ed.), 2008: *Základy erodologie*. Česká zemědělská univerzita, Praha, 165 s.

JANEČEK M. (ed.), 2012: *Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika*. Powerprint, Praha, 113 s.

JENÍČEK V., FOLTÝN J., 2010: *Globální problémy světa v ekonomických souvislostech*. C. H. Beck, Praha, 324 s.

KADLEC V., PROCHÁZKOVÁ, E., TIPPL, M., PETERA, M., 2012: *Inventarizace technických protierozních opatření v rámci KPÚ a jejich účinnost na dlouhodobou ztrátu půdy vodní erozí*. AgritechScience 6/1: 8s. Dostupné z: <http://www.agritech.cz/clanky/2012-1-6.pdf>. cit. 2. 7. 2014.

KONEČNÁ J. (ed.), 2014: *Multikriteriální hodnocení protierozních a vodohospodářských zařízení v pozemkových úpravách*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 52 s.

KOVÁŘ P., 2010: *Nové poznatky ve výzkumu eroze, retence vody v krajině rekultivací. Sborník abstraktů ze semináře.* Česká zemědělská univerzita, Praha, 80 s.

KVÍTEK T., TIPPL M., 2003: *Ochrana povrchových vod před dusičnany z vodní eroze a hlavní zásady protierozní ochrany v krajině.* Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 47 s.

MAIER K. (ed.), 2012: *Udržitelný rozvoj území.* Grada Publishing, Praha, 253 s.

NOVOTNÝ I. (ed.), 2013: *Strategie ochrany půdy v ČR před erozí.* Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 88s.

NOVOTNÝ I. (ed.), 2014: *Příručka ochrany proti vodní erozi.* Ministerstvo zemědělství, 2. aktualizované vydání, Praha, 73 s.

PASÁK V. (ed.), 1984: *Ochrana půdy před erozí.* Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 164 s.

PÍRKOVÁ I., VOPRAVIL J., SMOLÍKOVÁ J., 2013: *Statistika půd ohrožených degradací v ČR za rok 2012.* Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 17 s.

PODHRÁZSKÁ J., DUFKOVÁ J., 2008: *Protierozní ochrana půdy.* Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 85 s.

PODHRÁZSKÁ J. (ed.), 2014: *Systém analýzy území a návrhu opatření k ochraně půd a vody v krajině. Podklad pro územní plánování a pozemkové úpravy.* Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Brno, 52 s.

TOMAN F., 1966: *Protierozní ochrana půdy – cvičení.* Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 76 s.

VLASÁK J., BARTOŠKOVÁ K., 2007: *Pozemkové úpravy.* ČVUT, Praha, 168 s.

Literatura - zahraniční zdroje:

ARAL M. M., GUNDUZ O., 2006: Large-scale hybrid watershed modeling. In: SINGH V. P., FREVERT D. K. (eds): *Watershed models*. CRC Press Taylor and Francis Group, Boca Raton: 75 – 96.

BALBA A. M., 1995: *Management of problem soils in arid ecosystems*. CRC Press, Boca Raton, 251 s.

GOUDIE S., BOARDMAN J., 2010: Soil erosion. In: ALCÁNTARA-AYALA I., GOUDIE S. (eds): *Geomorphological hazards and disaster prevention*. Cambridge University Press, Cambridge: 177 – 188.

BLANCO H., LAL R., 2008: *Principles of soil conservation and management*. Springer, Londýn, 616 s.

DAS G., 2009: *Hydrology and soil conservation engineering including watershed management*. PHI Learning private limited, 2. vydání, New Delhi, 541 s.

DVOŘÁK J., 1994: Erosion of the soil. In: Dvořák J., Novák L. (eds): *Soil conservation and silviculture*. Brázda, Praha: 25 - 38

FRIEDRICH T., 2000: Concepts and objectives of tillage in conservation farming. In: *Manual on integrated soil management and conservation practices*. FAO Land and water bulletin 8/2000, 27 - 36. Dostupné z <http://books.google.cz/>, cit. 15. 8. 2014.

GIFFORD C., 2005: *Weathering and erosion*. Evans Brother Limited, Londýn, 45 s.

IMESON A. C., KWAAD F. J. P. M., 1990: The response of tilled soils to wetting by rainfall and the dynamic character of soil erodibility. In: BOARDMAN J., FOSTER I. D. L., DEARING J. A. (eds) *Soil erosion on agricultural land*. . John Wiley & Sons Ltd, New York: 3 – 14.

LAL R., 1998: Soil quality and sustainability. In: LAL R., BLUM W. H., STEWART B. A. (eds): *Methods for assessment of soil degradation*. CRC Press LLC, Boca Raton: 17 – 30.

MORGAN R. P. C., 1995: *Soil erosion and conservation*. John Wiley Publishing, New York, 217 s.

RICKSON R. J., 2005: Simulated vegetation and geotextiles. In: MORGAN R. P. C., RICKSON R. J. (EDS): *Slope stabilization and erosion control: a bioengineering approach*. E&FN Spon, Londýn: 100 – 134.

SHARMA P. P., 1995: Interrill erosion. In: Agassi M. (ed.): *Soil erosion, conservation and rehabilitation*. Marcel Dekker Inc., New York, 8 s.

SCHMIDT J., 2000: *Soil erosion. Application of physically based models*. Springer-Verlag, Berlín, 321 s.

TOY T. J., FOSTER G. J., RENARD K. G., 2002: *Soil erosion: processes, prediction, measurement and control*. John Wiley and Sons, New York, 341 s.

VALENTIN CH., 1998: Towards an improved predictive capability for soil erosion under global change. In: BOARDMAN J., FAVIS-MORTLOCK D. (EDS): *Modelling soil erosion by water*. Springer-Verlag, Berlin: 6 – 17.

ZACHAR D., 1970: *Erózia pôdy*. Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 2. vydání, Bratislava, 527 s.

WISCHMEIER, W. H., SMITH D. D., 1978: *Predicting rainfall erosion losses*. US Department of Agriculture, Washington

ZACHAR D., 1982: *Soil erosion*. Veda, Bratislava, 547 s.

ZAPATA F., GARCIA-AGUDO E., RITCHIE J. C., APPLEB P. G., 2003: Introduction. In: Zapata F. (ed): *Handbook for the assessment of soil erosion and sedimentation using environmental radionuclides*. Kluwer Academic Publishers, New York, 14 s.

Ostatní zdroje:

ASZ, 2008: *Ochrana půdy na úrovni Evropské unie*, Asociace soukromého zemědělství ČR, Praha, online: <http://www.asz.cz/cs/zpravy-z-tisku/roslinna-vyroba-puda/ochrana-pudy-na-urovni-evropske-unie.html>, cit. 12. 2. 2014

MOTT MACDONALD Praha s. r. o., Projektová dokumentace poldru Prudice, 2005, nepublikováno

PROGES České Budějovice s. r. o., Projektová dokumentace protierozních mezi
Lejčkov, 2004, nepublikováno

PROGES České Budějovice s. r. o., Projektová dokumentace polní cesty
s melioračním příkopem Záhoří, 2005, nepublikováno

Sowac-gis, VUMOP v. v.i., <http://statistiky.vumop.cz/?core=map>, cit. dne 8. 9. 2014

VUMOP,v.v.i.,

http://www.vumop.cz/sites/File/Katalog_Map/20130529_katalogMap_BPEJ.pdf, cit.
dne 14. 7. 2014

Zákon č. 139/2002 Sb. o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech v platném
znění, dostupné online <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-139>, cit. 17. 7. 2014.