

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Návrh komplexního systému
protierozních opatření vybraných pozemků
v k. ú. Radostín u Havlíčkova Brodu**

**Vedoucí práce: Ing. Jan Petrů
Diplomant: Bc. Zdeněk Fikar, DiS.**

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Zdeněk Fikar, DiS.

Regionální environmentální správa

Název práce

Návrh komplexního systému protierozních opatření v k.ú. Radostín u Havlíčkova Brodu

Název anglicky

Design of a comprehensive system of anti-erosion measures in cadastral area Radostín u Havlíčkova Brodu

Cíle práce

Cílem diplomové práce je návrh komplexních protierozních opatření pro vybrané zemědělské plochy v katastrálním území Radostín u Havlíčkova Brodu. Opatření budou navržena tak, aby řešila současné problémy v zájmovém území.

Metodika

Pro vybrané zemědělské plochy v katastrálním území Radostín u Havlíčkova Brodu budou navrženy protierozní opatření organizačního, agrotechnického a biotechnického charakteru a vyhodnocena jejich účinnost pomocí rovnice USLE. Při vyhodnocení erozní ohroženosti daných ploch se bude vycházet ze zjištěných dat z bakalářské práce diplomanta.

Součástí práce bude vytvoření mapových výstupů v prostředí GIS se zákresy opatření a pořízení fotodokumentace.

Doporučený rozsah práce

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

Klíčová slova

vodní eroze, USLE, protierozní opatření, půda

Doporučené zdroje informací

- DOLEŽAL, P. a kol., 2010: Metodický návod k provádění pozemkových úprav. Praha: MZE – ÚPÚ.
- JANEČEK, M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Praha: ČZU. s. 114. ISBN 978-80-87415-42-9
- JANEČEK, M. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Základy erodologie. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2008. ISBN 978-80-213-1842-7.
- MORGAN, R P C. – NEARING, M A. *Handbook of erosion modelling*. Chichester, West Sussex, UK ; Hoboken, N.J.: Wiley, 2011. ISBN 9781405190107.
- MORGAN, R P C. Soil erosion and conservation. Malden: Blackwell, 2005. ISBN 1-4051-1781-8.
- SKLENIČKA, P. Základy krajinného plánování. Praha: Naděžda Skleničková, 2003. ISBN 80-903206-1-9.
- ŠARAPATKA, B. – DLAPA, P. – BEDRNA, Z. Kvalita a degradace půdy. Olomouc: Ministerstvo životního prostředí ČR, 2002. ISBN 80-244-0584-9.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jan Petrá

Garantující pracoviště

Katedra plánování krajiny a sídel

Elektronicky schváleno dne 23. 1. 2023

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 24. 1. 2023

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 02. 02. 2023

Prohlašuji,

že jsem diplomovou práci na téma „Návrh komplexního systému protierozních opatření vybraných pozemků v k. ú. Radostín u Havlíčkova Brodu“ vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

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

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

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

V Radostíně 30. března 2023

.....

Zdeněk Fikar

Poděkování:

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce Ing. Janu Petřů, za věcné rady a pomoc při psaní práce a celé mé rodině, přátelům za podporu při studiu a psaní diplomové práce.

Abstrakt

Cílem této diplomové práce bylo navržení vhodných protierozních opatření na vybraných půdních blocích v katastrálním území Radostín u Havlíčkova Brodu.

K práci byla využita univerzální rovnice ztráty půdy USLE, kdy za pomoci této rovnice byl vypočten erozní smyv a bylo rovněž využito programu ArcGIS pro získání potřebných dat. Dále byla data využita z již existující bakalářské práce diplomanta.

Na základě matematického modelu byly navrženy nápravná protierozní opatření a to buď změnou organizačních, nebo agrotechnických postupů popřípadě doplněno technickými protierozními opatřeními. Opatření byla navržena tak, aby jejich působením došlo k omezení smyvu půdy, ochraně itervilánu a správnému odvodu povrchového odtoku.

Na závěr práce jsou shrnutá získaná data a zhodnocený celý vliv protierozních opatření, která byla doporučené dotčeným subjektům, kteří na daných půdních blocích hospodaří.

Klíčová slova: vodní eroze, USLE, protierozní opatření, půda

Abstract

The purpose of the thesis was to suggest suitable antierosion measures for some chosen soil blocks in the land-registered area called Radostín near Havlíčkův Brod.

In the thesis the universal equation for soil loss (USLE) was used to calculate the erosion soil loss. The programme ArcGIS was very useful for obtaining some necessary data, too.

Some facts were although exploited from subsistent author's bachelor thesis.

Based on the mathematical model some remedial antierosion measures were suggested. It is possible to improve the unsatisfactory situation both by some organization changes and agrotechnology proceeding. Adding some technical antierosion proceedings seems to be useful as well.

The mentioned measures were proposed to reduce soil loss, protect intravillain and right surface outflow.

The conclusion of the thesis contains a summary of the obtained facts and the evaluation of all antierosion measures recommended to the touched subjects which farm on the given soil blocks.

Key words: water erosion, USLE, anti-erosion measures, soil

Obsah

1.	Cíl práce.....	11
2.	Úvod	12
3.	Literární rešerše	13
3.1	Půda	13
3.1.1	Funkce půdy.....	13
3.1.2	Půdní druhy.....	13
3.1.3	Degradace půdy	14
3.2	Eroze.....	14
3.2.1	Druhy eroze	15
3.3	Protierozní opatření.....	17
3.4	Pozemkové úpravy	18
3.4.1	Forma pozemkových úprav	18
3.4.2	Účastníci řízení o pozemkových úpravách	18
3.4.3	Finanční stránka pozemkových úprav	19
3.5	Krajina	19
3.5.1	Krajinný ráz	19
3.5.2	Krajinné prvky	20
3.6	Meliorace.....	20
3.6.1	Stavba k odvodnění pozemku.....	21
3.6.2	Stavba k závlaze pozemku.....	21
3.6.3	Stavba k ochraně pozemku před erozní činností vody	22
3.7	Agrotechnická opatření proti vodní erozi.....	22
3.7.1	Sázení nebo setí po vrstevnici.....	22
3.7.2	Ochranné obdělávání	23
3.7.3	Hrázkování, důlkování.....	23
3.7.4	Plečkování.....	24
3.7.5	Setí do úzkého řádku	25
3.7.6	Podrývání a dlátování	25
3.8	Organizační opatření.....	25
3.8.1	Tvar a velikost zemědělských pozemků.....	25
3.8.2	Protierozní rozmístění plodin	26
3.8.3	Pásové střídání plodin.....	26
3.8.4	Zasakovací pás.....	27
3.8.5	Osetí souvratí	28
3.8.6	Přerušovací pásy	28
3.8.7	Delimitace druhů pozemků a ochranné zatravnění, zalesnění.....	28
3.9	Technická a biotechnická opatření proti vodní erozi	28
3.9.1	Protierozní příkopy	29
3.9.2	Protierozní průleh	30
3.9.3	Zatravnění údolnic	31

3.9.4	Polní cesty s protierozními funkcemi	32
3.9.5	Ochranné hrázky	32
3.10	Ochranné nádrže (protierozní nádrž).....	33
3.10.1	Terénní urovnávky	34
3.10.2	Terasy jako protierozní opatření	34
3.10.3	Protierozní meze	35
3.10.4	Rozptýlená zeleň.....	36
3.10.5	Mokřady.....	37
3.11	Protierozní opatření při větrné erozi	37
3.11.1	Větrolamy	38
4.	Metoda vyhodnocení – rovnice USLE	39
5.	Zájmové území	40
5.1	Faktor vegetačního krytí	42
5.2	Ztráta půdy	43
6.	Návrh protierozního opatřeníproti vodní erozi	44
6.1	Změna organizačního protierozního opatření	44
6.2	Technická protierozní opatření	47
6.3	Přípustná délka svahu na ohrožených pozemcích.....	48
6.3.1	Možnost zasakování.....	49
6.3.2	Meliorace – oblast odvodnění ID 125901/122829	51
6.3.3	Technická opatření pro půdní blok 9002/8.....	56
6.3.4	Technická opatření pro půdní blok 9102/20.....	56
6.3.5	Technická opatření pro půdní blok 9102/27	58
6.3.6	Technická opatření pro půdní blok 9103/19.....	59
6.3.1	Půdní blok č. 9003/4.....	60
7.	Výsledky protierozních opatření.....	61
7.1	Míra průměrné vodní eroze na částech půdních bloků 9102/20 a 9102/27, které nebyly zatravněny	61
7.2	Celkový vliv navrhnutých technických opatření na vodní erozi v zájmových PB61	
8.	Diskuse	63
9.	Závěr	66
10.	Seznam použitých zdrojů.....	67
11.	Seznam obrázků.....	72
12.	Seznam tabulek.....	74
13.	Seznam rovnic	75
14.	Přílohy	76

Seznam použitých zkratk

BPEJ – Bonitovaná půdně ekonomická jednotka

SPÚ – Státní pozemkový úřad

LPIS – Veřejný registr půd ČR

MZe – Ministerstvo zemědělství

MŽP – Ministerstvo životního prostředí

ČMKPU – Českomoravská komora pro pozemkové úpravy

P. B. – půdní blok

PO – Protierozní opatření

TPEO – Technické protierozní opatření

USLE – Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy

ZPF – Zemědělský půdní fond

OVE – ohroženost větrnou erozí

1. Cíl práce

Cílem této diplomové práce bylo navržení vhodných protierozních opatření a to buď změnou organizačních, nebo agrotechnických postupů popřípadě doplněno technickými protierozními opatřeními na vybraných zemědělských plochách v katastrálním území Radostín u Havlíčkova Brodu.

2. Úvod

Jedním z několika zásadních zdrojů na této planetě je půda, půda, která poskytuje lidské populaci možnost hospodaření a vytváření obživy. A to od pěstování plodin pro obživu, poskytování výrobních statků a podobně. Jenže několik tisíců let dochází částečně přírodními vlivy ale hlavně vlivem člověka k jejímu ničení a poškozování ať už vědomky, či nevědomky. V současné době si již lidstvo uvědomilo, že je potřeba půdu brát jako nedílnou součást našeho života, jako důležitou složku, bez které nemůže lidstvo přežít, stejně tak jako bez kyslíku. Díky tomu dochází k jejímu zkoumání a snaze ji ochraňovat tak, aby zde byla i pro další generace v té nejlepší kondici a stavu. Jako jeden z největších problémů, který s půdou v současné době souvisí, je problém eroze, a to ať vodní, či větrné.

Eroze půdy představuje zásadní a závažný problém, který ovlivní negativní produkční schopnosti a stav půdy (Janeček, 2012).

Dle Šarapatky je půda jedna z mnoha základních přírodních složek na světě, která tvoří značnou část povrchu Země. Správná struktura půdy může ovlivňovat správou kvalitu celého životního prostředí (Šarapatka, 2016).

Největší podíl a snahu o dobrý stav půdy mají zemědělci, kteří na dané půdě hospodaří, a její majitelé. Na základě toho jak zemědělci obhospodařují půdu, je závislá i její produktivita, obsah půdních látek, a to i pro budoucí generace. Jak již bylo zmíněno, mezi nejvážnější problémy této doby se řadí eroze, a to nejvíce ta vodní. Dle zahraniční literatury se v Evropě vyskytují velké půdní bloky s jednotným druhem kultur, a proto voda nemá žádné přirozené překážky a dokáže nabrat rychlost a sílu k transportu částic (Boardman, 2006).

A proto účelem diplomové práce je zaměření na problém vodní eroze a vhodná protierozní opatření na vybraných půdních blocích v katastrálním území Radostín u Havlíčkova Brodu. Řešení protierozních opatření lze hledat ve změnách organizačních, agrotechnických, popřípadě technických. Důležité je najít takovou formu, která bude pro jednotlivé hospodáře a majitele pozemků ta nejjednodušší a dostatečně účinná.

3. Literární rešerše

3.1 Půda

Pod slovem půda si lze představit mnoho různých věcí, například pro zemědělce je půda výrobní prostředek, pro fyziky se jedná o zásobárnu sloučenin a prvků, z hlediska geologického se jedná o zvětralou část zemské kůry, která je promísena s organickými zbytky, atd. (Šarapatka, 2014).

Půda má mnoho různých definic, veškeré definice mají stejný závěr, a to, že půda je neobnovitelný přírodní zdroj, který je nutné chránit i pro budoucí generace.

Příklad definice půdy:

„Půda je omezený a nenahraditelný přírodní zdroj; v případě postupující degradace a její ztráty se stává tento zdroj v mnoha částech světa hranicí dalšího rozvoje lidské společnosti. Jestliže by půda přestala existovat, přestane existovat i biosféra. To bude mít pro lidstvo ničivé následky“ (definice OSN; MŽP, 2015).

Zkoumání historického zdraví půdy, patří mezi zásadní metody jejího hodnocení. Půdu je vždy potřeba hodnotit i z pohledu, co se sní dělo za několik posledních let až stovek let. Snažit se půdě vyhovět vzhledem k jejím vlastnostem v dané lokalitě (Douglas a kol.,2021)

3.1.1 Funkce půdy

Nelze zcela jednoduše říci a definovat, které funkce přesně půda plní a to z důvodu, že je součástí několika mnoha druhů ekosystémů. Zde je vyjmenováno několik zásadních funkcí půdy, které jsou důležité:

- filtrační funkce a zásobárna vody,
- produkce potravin, růst rostlin,
- stavební činnost,
- pulfrační funkce, koloběh látek,
- archeologická činnost,
- genetická banka, aj. (MŽP, 2022).

3.1.2 Půdní druhy

Půda je tvořena různými druhy skupenstvími a strukturami, do kterých patří například pevná část půdy, voda, vzduch a jiné. Vlastnosti jednotlivých půd se mění podle materiálu a místa výskytu půdy. Důležitou a často sledovanou vlastností půd je její úrodnost. Tuto vlastnost ovlivňují například fyzikální, klimatické či biologické faktory.

Půdní druhy lze rozčlenit podle minerální frakce:

- půdy písčité, které se skládají z větších částic, tím mají dostatek prostoru pro vodu a vzduch, rychle vysychají a mají dobrou absorpci,

- půdy hlinité, které se skládají z menších až velkých částic, půda je dobře zpracovatelná, vzduch a voda se vyskytují ve správném poměru,
- půdy jílovité, mají malé částice, nepropustné, mají nedostatek místa pro vodu a vzduch (Tomášek, 2014).

Podle zpracovatelnosti:

- půdy lehké, jedná se o hlinitopísčité a písčité, snadno obdělávatelné, snadno propustné,
- půdy střední, hlinité a písčitohlinité, vyskytují se v nižší oblasti, dobré podmínky pro hospodaření, dobře infiltrují a udržují vodu,
- půdy těžké, jsou například jíly, jílovité a jílovitohlinité, nepropustné pro vodu a vzduch, špatné podmínky pro hospodaření (Tomášek, 2014).

3.1.3 Degradace půdy

Degradační proces půdy je název pro proces, během kterého dochází ke snížení půdní funkce z pohledu příjmu, ukládání a recyklace vody, energie a živin. Díky těmto funkcím jsou vytvářeny vhodné podmínky pro vývoj a růst rostlin a organismů (Braniš, 2004).

Degradace půdy je způsobena několika faktory, které mohou pracovat samostatně, ale i společně. Jedná se například o:

- erozi – proces rozrušující povrch půdy, přesouvají půdní částice a následně je usazují, a to za působení přírodních činitelů (voda, vítr, led, a jiné),
- zastavování území – jedná se o zakrytí půdy nepropustnými vrstvami, a tím půda přichází o přirozené vlastnosti,
- utužování půdy – stlačování půdy, snížení její movitosti, propustnosti, úrodnosti, rozpad půdní struktury, vyvoláno mnoha příčinami například těžká zemědělská technika, vysoká závlaha, nevhodná kultivace,
- dehumifikace půdy – snížení množství humusu v půdě, vlivem intenzivního hospodaření, vodní a větrné eroze, nedostatek humusu vede ke ztrátě infiltrace, snížení poutání živin (Vopravil a kol., 2010),
- kontaminace půdy – výskyt rizikových látek v půdě (odpadní vody, havarijní situace), jedná se většinou o vliv lidské činnosti (Šimek, 2004).

3.2 Eroze

Eroze je přirozený degradační proces půdy, při kterém dochází k omezení či ztrátě půdních produkčních schopností. Tímto problémem jsou nejvíce zasaženy zemědělské půdní bloky s intenzivní hospodářskou činností. Proces eroze je zcela přirozený a nelze jej úplně eliminovat, ale vlivem člověka se tento proces urychluje (Novotný, 2014).

Erozi lze rozdělit na dvě základní skupiny, a to na erozi normální neboli geologickou, a erozi zrychlenou. Geologická eroze probíhá postupně. Dochází k rozrušování půdy, jedná se o erozi způsobenou přírodními procesy bez lidské činnosti, v tomto měřítku si jí člověk ani nevšimne. Problémem dnešní doby je eroze zrychlená, která je způsobená člověkem, a to hlavně jeho intenzivním hospodařením na zemědělské půdě i úpravou půdy, která neslouží k zemědělským účelům. Vzniká, když na nechráněnou zemědělskou půdu (půda bez vegetačního krytí) dopadají kapky deště, které díky své kinetické energii, rozbíjejí a odnášejí zeminu na jiné místo níže položené. Nezemědělské pozemky svádí většinou povrchový odtok (jedná se většinou o zpevněné plochy) do určitého místa a tím zvyšuje intenzitu a rychlost povrchového odtoku. Přírodní proces není schopen tento rychlý smyv půdy nahradit, protože dva až tři centimetry půdy trvají vytvořit 100 až 1000 let (Janeček, 2012).

Ke vzniku eroze přispívají různí činitelé. Mezi hlavní činitele patří účinnost dešťových srážek, erodovatelnost půdy, délka svahu, sklon svahu, vegetační kryt a protierozní opatření (Roehl, 1965).

3.2.1 Druhy eroze

Podle různých erozních činitelů lze erozi třídit zejména v našich podmínkách na vodní erozi a erozi větrnou, kromě těchto typů můžeme mluvit například i o ledovcové, sněhové a dalších (Dengfeng, Mingxiang et al., 2016)

Působením různých činitelů eroze, dochází na zemském povrchu k vytváření určitých útvarů. Třídění erozních jevů dle těchto útvarů však naráží na mnoho překážek, protože eroze je jednou z forem modelování území (Cáblík, Jůva, 1963).

Vodní eroze

Vodní eroze je vyvolávaná destrukční činností dešťových kapek, povrchovým odtokem a následným transportem půdních částic do níže položených míst. Intenzita vodní eroze je způsobena konkrétním charakterem dešťových srážek, půdních poměrů, sklonu svahu, délky svahu, vegetačním krytem a způsobu využívání pozemků. Eroze se projevuje na povrchu odnosem půdních částic a následným vznikem odtokové dráhy. Obrázek 1 dokazuje vznik rýh a výmolů v místě, kde dochází k spojení odtokových drah, se mohou vytvářet například i strže. Na níže ležících, a ne tak strmých pozemcích, dochází k usazování půdních částí (Janeček, 2012).

Vodní erozi můžeme dále dělit na:

- erozi plošnou – jedná se o rozrušování a smyv půdní hmoty na celém území, dochází k poklesu absorpce půdy a vzniká půdní odtok,
- erozi výmolovou – ve členitém terénu se postupně vytvářejí zářezy, které se postupně prohlubují,
- erozi proudovou – ve vodních tocích, a to zejména v bystřinách, dochází k velkému množství splavenin. Dále proudovou erozi dělíme na dnovou a břehovou (Cáblík, Jůva, 1963).



Obrázek 1– Fotografie povrchového odtoku (Bárta, starší)

Větrná eroze

Je vážný degradační činitel, a to zejména v oblasti s nejúrodnější půdou v ČR (Polabská oblast). Problémem větrné eroze je snižování množství kvalitní orné půdy, což vede ke snížení hektarových výnosů a celkovému snížení kvality půd. Kvůli působení větru dochází k odnosu půdních částic, hnojiva, osiva a jiných částí půdy pryč z pozemků. Tyto odnášené částice dále znečišťují ovzduší, silnice, intravilány, vodní toky a způsobují jiné problémy (MZe, 2022).

Ke vzniku tohoto typu eroze zejména přispívají klimatické faktory (teplota, vítr, dešťové srážky), půdní (velikost a tvar částic, drsnost, vlhkost, struktura) a vegetační (vegetační pokryv). Ovšem jako hlavní faktor je definována rychlost proudění vzduchu, která je nejnižší u zemského povrchu a s výškou dále roste (Morgan, 1998).

Problém nastává i ve chvíli, kdy intenzita větru ztrácí na intenzitě a dochází k ukládání odnesených částic mimo oblast, odkud pocházejí. Dochází k znehodnocení a poškození jiných půdních bloků (jiný způsob hospodaření), zanášení sedimenty vodních toků, ke změně chemických vlastností vod a jiné (Dvorak J., 1994).

Antropogenní eroze

Eroze způsobená lidskou činností, přímou nebo nepřímou. Mezi nepřímé činnosti řadíme zásah člověka (zastavování, utužování půdy aj.), což snižuje absorpci plochy a urychluje povrchový odtok. Přímé činnosti jsou migrace obyvatelstva, intenzivní zemědělství a urbanizace (Horník, 1986).

Sněhová eroze

Vzniká většinou v zimním období, kdy je krajina trvale pokryta sněhem, při utržení laviny dochází vlivem jejího tlaku k vytvoření erozní rýhy. V našich podmínkách dochází k této erozi v jarních měsících při tání sněhové pokrývky (zejména v horských oblastech). Velikost eroze závisí na množství sněhu a rychlosti jeho tání, propustnosti země, vlhkosti a půdnímu krytí (Středová, Toman, 2012).

Ledovcová eroze

Vyvolána posunem pevninských ledovců, které svou vahou odnášejí z hor do údolí horninu. Tento materiál, který je transportován se nazývá morén. Vzhledem k místu, kde se u ledovce nachází, rozlišujeme svrchní morén (na povrchu ledovce), spodní morén (spodní část ledovce), boční morén (na bočních stranách ledovce) (Horník 1986).

3.3 Protierozní opatření

Existuje mnoho různých vědních oborů, které se zabývají ochranou půdy před různými druhy eroze, mluvíme například o vědním oboru krajinná ekologie. Pro boj proti erozi se využívají různé druhy opatření, které jsou předem definovány, ale nelze je použít vždy a všude stejně. Vždy je potřeba zhodnotit konkrétní oblast, její specifické podmínky. Jako specifické podmínky se bere konkrétní typ eroze, specifický způsob využití p. b. a další konkrétní podmínky (Záhora, 2015).

Proces eroze půdy je potřeba neustále sledovat, pozorovat a snažit se mu přecházet. Dle využití současných matematických modelů, jako prvotního hlediska, až po konkrétní vytipování lokalit k pravidelnému a důkladnému pozorování, včetně předvídání možných následků, a to buď od odnosu sedimentů až po soustředěný povrchový odtok (Toy, 2002).

Jako hlavní způsob boje proti erozi se stále řadí prevence, dle Doležala je kromě prevence důležité i včas rozeznat počátky daného procesu v terénu a včas jednat (Doležal, 2010).

V boji proti erozi je snaha o protierozní ochranu půdy a to hlavně těmito způsoby:

- odstranění umělých příčin vyvolávající erozi (např. špatné způsoby hospodaření),
- ochrana půdy prostředky, které jí brání před erozními činiteli (např. dostateční vegetační kryt),
- zvýšení odolnosti půdy pomocí její struktury (např. udržovat její stabilní složení, dostatek organické hmoty v půdě) (Váblík a Jůva, 1963).

Z důvodu snížení množství škod vyvolané erozí je vhodné zvolit celková opatření:

- provést protierozní opatření v povodí, do kterého spadá erozně ohrožená oblast,
- prosazovat takové druhy přípravy půdy, které půdě prospějí a nezvyšují erozi,
- upravit pěstované plodiny pro dané území (pěstování vhodných plodin, vyskytujících se přirozeně v daném území),
- zaměřit se s protierozní ochranou i na pozemky které neslouží primárně k zemědělství,
- vhodně a účelně provádět technická opatření, která zajistí snížení vlivu eroze (Šarapatka, 2002),

K tomu, aby nejen zemědělská půda ale i půda využívaná k nezemědělským způsobům byla na svazích ochráněna před vodní erozí, slouží správná protierozní opatření. Protierozní

opatření lze rozdělit do tří základních typů, a to na agrotechnická opatření, organizační opatření a technická opatření (Janeček, 2012).

Při aplikaci vhodné ochrany proti erozi jsou rozhodující určité konkrétní faktory, může se jednat o požadavky na účinnost protierozního opatření, určité zmenšení smyvu půdy, ochrany vodních objektů a intravilánů měst a obcí. Při jakékoli aplikaci ochrany je potřeba dodržovat zájmy vlastníků půdy, zemědělských subjektů a dodržovat ochranu přírody a krajiny. Mluvíme-li o využití správné ochrany proti vodní erozi, tak bychom měli řešit komplexní organizační, agrotechnická a technická opatření, která spolu vhodně spolupracují tak, aby byly zajištěny vhodné požadavky pro zemědělskou výrobu (Janeček, 2002).

3.4 Pozemkové úpravy

Pozemkové úpravy se stále zlepšujícím účinkem pro správný stav přírody jako celku mají v našem právním prostředí velmi dlouhou historii. Jedná se o základní nástroj, kterým Státní pozemkový úřad „ve veřejném zájmu prostorově a funkčně uspořádává pozemky, sceluje je nebo dělí a zabezpečuje jimi přístupnost a využití pozemků a vyrovnání jejich hranic tak, aby se vytvořily podmínky pro racionální hospodaření vlastníků půdy. Současně je cílem pozemkových úprav zajištění podmínek pro zlepšení kvality života ve venkovských oblastech včetně napomáhání diverzifikace hospodářské činnosti a zlepšování konkurenceschopnosti zemědělství, zlepšení životního prostředí, ochranu a zúrodnění půdního fondu, lesní hospodářství a vodní hospodářství zejména v oblasti snižování nepříznivých účinků povodní a sucha, řešení odtokových poměrů v krajině a zvýšení ekologické stability krajiny.“ (Zákon č. 139/2002 Sb.).

3.4.1 Forma pozemkových úprav

Pozemkové úpravy se provádí zpravidla formou komplexních pozemkových úprav (pro celé katastrální území, oblast). Je zde však i možnost zjednodušených pozemkových úprav a to v případě, že:

- řeší-li se jen některé hospodářské potřeby (například urychlení scelení pozemků, zpřístupnění pozemků),
- ekologické potřeby v krajině (lokální protierozní nebo protipovodňové opatření),
- pozemkové úpravy se stýkají jen části katastrálního území.

V případě, že se jedná o zjednodušené pozemkové úpravy, není potřeba vytvářet plán společných zařízení, jakožto u komplexních pozemkových úprav. Ve zjednodušených úpravách lze provést i upřesnění či rekonstrukci přidělů půd, přidělené ve smyslu dekretů prezidenta republiky č. 12/1945 Sb. a č. 28/1945 Sb. a zákonů č. 142/1947 a 46/198 Sb., a to tehdy nejde-li použít jiný postup (ČMKPU, 2023).

3.4.2 Účastníci řízení o pozemkových úpravách

Jako účastníci řízení o pozemkových úpravách mohou být označovány buď vlastníci pozemků, kterých se týkají dané pozemkové úpravy dle § 2 a fyzické nebo právnické osoby, jejichž

vlastnická nebo jiná věcná práva k pozemkům mohou být řešená pozemkovými úpravami. Dále pak jsou to účastníci i stavebníci, a to v případě, že pozemkové úpravy jsou vyvolány v důsledku stavební činnosti, a posledním účastníkem je obec, v jejímž územním obvodu jsou pozemkové úpravy vedeny (i sousední obce) (SPÚ, 2023).

Hlavním účastníkem pozemkových úprav je státní pozemkový úřad, který zastupuje stát v těchto věcech. Například rozhoduje o pozemkových úpravách a organizuje jejich provádění, zabezpečuje uložení a zpřístupnění veškeré dokumentace pozemkových úprav, přijímá peněžní částky podle § 10 odst. 2 a §17, zabezpečuje v dohodě s krajským úřadem vazbu pozemkových úprav na zásady územního rozvoje, atd. (Zákon č. 139/2002 Sb.).

3.4.3 Finanční stránka pozemkových úprav

Náklady spojené s pozemkovými úpravami hradí stát, účastníci pozemkových úprav, popřípadě i fyzické či právnické osoby, a to tehdy mají-li zájem na provedení pozemkových úprav. Náklady však může nést pouze stavebník a to ve chvíli, kdy stavební činnost vyvolá jeho potřeby (CMKPU, 2023).

Peníze čerpané na pozemkové úpravy mohou pocházet například:

- z všeobecné pokladní správy,
- z rozpočtu Ministerstva zemědělství,
- z rozpočtu státního pozemkového úřadu,
- z Programu rozvoje venkova,
- z Operačního programu Životního prostředí (SPÚ, 2023).

3.5 Krajina

Krajina má složitou podstatu, funkce a díky tomu i různorodé definice, které na ní vytvářejí různé pohledy. Ovšem všechny definice se shodují na tom, že krajina je velmi složitá a stále se vyvíjí.

Příklady definic:

Dle Skleničky je krajina složitý a velmi komplikovaný systém, který je potřeba zkoumat. Zkoumat se mají její vazby a vzájemně propojené procesy a principy, které se neustále vyvíjejí. (Sklenička, 2003).

Dle jiného zdroje se jedná o heterogenní část zemského povrchu, který je seskupen ze vzájemně se podobajících ekosystémů, které se ovlivňují a opakují (Forman, Godron, 1993).

3.5.1 Krajinný ráz

Pojem krajinný ráz, neboli charakter krajiny či snad Landscape Character, vyjadřuje především přírodní, kulturní a historickou charakteristiku konkrétní oblasti. Zásahy do krajinného rázu, a to zejména umístování staveb, se musí vždy posuzovat vzhledem k významným krajinným prvkům v daném okolí (Löw, 2003).

Krajinu celou, nebo její konkrétní části je možné v pozemkových úpravách ovlivnit a upravit například za použití následujících postupů:

- prostorově a funkčně optimalizovat pozemky,
- upravit územní systém ekologické stability,
- vhodně navrhnout protierozní opatření (organizační či technické),
- navrhnout vodohospodářská opatření,
- navrhnout revitalizaci / úpravu vodních toků,
- navrhnout vhodné vlastnické uspořádání pozemků, atd. (Sklenička, 2003).

3.5.2 Krajinné prvky

Hodnotíme-li krajinné prvky, mluvíme o historických, přírodních či uměle vytvořených útvech, které mají alespoň z části společnou hranici se zemědělskou půdou. Různé krajinné prvky mohou plnit různorodé funkce v přírodě (MZe, 2014).

Funkce krajinných prvků může být následující:

- protierozní ochrana,
- zvýšení retence vody v krajině,
- udržení či zvýšení biologické rozmanitosti,
- krajinářská,
- ochrana přírody a krajiny, a jiné (MZe, 2014).

3.6 Meliorace

Jedná se o soubor různých opatření, která vedou ke zlepšení úrodnosti půd (i dostupnosti), které jsou z přírodních důvodů málo úrodné, nebo jsou nevhodným zásahem omezeny na produkční schopnosti. Meliorace lze rozdělit dle jejich využití na tři základní skupiny, a to stavby k odvodnění pozemku, stavby k závlaze pozemku a stavby k ochraně pozemku před působením eroze (Kulhavý, Fučík, Tlapáková, 2011).

Dříve existovala tzv. Státní meliorační správa a po jejím zrušení vznikla Zemědělská vodohospodářská správa (zkratka ZVHS). Zřizovatelem bylo Ministerstvo zemědělství České republiky a vznikla v roce 2001, zánik je datován na rok 2010. Jednalo se o organizace, které měly na starosti správu drobných vodních toků a správu hlavních odvodňovacích zařízení v České republice. Dle informací byla hlavní délka melioračních zařízení v ČR asi 11 700 km. Po skončení ZVHS byly aktivity vodních toků převedeny pod správu Povodí a Lesů České republiky, správa odvodňovacího zařízení byla převedena na Pozemkový fond a následně po jeho zrušení na Státní pozemkový úřad České republiky (Greenpeace Česká republika, 2023).

V současné době se zejména pojem meliorace skloňuje v souvislosti se suchem v krajině. Zejména podzemní ale i nadzemní odvodnění způsobuje rychlý odvod dešťových srážek

z krajiny do vodních toků a odvod vody pryč, namísto toho aby byla voda vsakována i do hlubších vrstev půd. Dle informací Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy se v ČR vyskytují meliorace na více než milionu hektarů půdy což, je asi jedna třetina půdy. Meliorace byly tvořeny z důvodu odvodnění mokřadů a podmáčených půd k vytvoření nové úrodné půdy. Nyní však není známo, kde přesně se všechny meliorace nacházejí. O většině víme, ale jsou i místa, kde meliorace jsou, ale nejsou zdokumentovány a zaneseny do centrální evidence, či se domnívá, že se zde na základě podkladů meliorace vyskytují. Dochází tak i k poškození existujících meliorací, o které se nikdo nestará. O meliorace by se měl starat vlastník pozemku, což se v praxi neděje, a to z důvodu, že někteří majitelé ani neví, že je na pozemku má, nebo se meliorace táhnou přes pozemky několik desítek až stovek majitelů, kteří nejsou schopni se dohodnout. Mluvíme o menších trubkách a drenážích, hlavní soustavy patří Státnímu pozemkovému úřadu České republiky. Stále více se skloňuje úvaha, že by bylo lepší podporovat mokřady a zachycování vody v krajině před uzavíráním vody do drenážních systému a jejich odvádění z pozemků pryč (Greenpeace Česká republika, 2023).

3.6.1 Stavba k odvodnění pozemku

Jedná se o stavbu či soubor staveb, které slouží k odvádění nadbytku povrchových či podzemních vod z pozemku, dále pak k provzdušnění a k ochraně pozemku před zaplavením vnějších vod. Lze mluvit o nadzemním, či podzemním odvodnění. Podzemní odvodnění se provádí prostřednictvím drenážních sítí (trubková drenáž, krtčí drenáž, či křížová drenáž) – obrázek 2, nebo regulační drenáží. Při povrchovém odvodnění se bavíme o odvodňovacích kanálech a příkopech (SPÚ, 2023).



Obrázek 2 – Spojovací šachta drenážního systému (autor)

3.6.2 Stavba k závlaze pozemku

Stavba k závlaze pozemku je stavba či soubor staveb, které tvoří hlavní a podrobné závlahové zařízení, které se využívá k umělému dodávání vody pro vyrovnání deficitu pro zemědělské

plodiny, aplikaci hnojiv i k ochlazování. Lze k tomuto využít postřikovač, podmok (brázdový, drenážní), výtopu a jiné systémy (Štér, Ráček, 1977).

Hlavní závlahové zařízení je soubor objektů pro odběr a dopravu vody (čerpací stanice, otevřené kanály, uzavřené podzemní potrubí. Do hlavních zařízení patří i zpevněné manipulační plochy a cesty, které slouží pro závlahový provoz. Oproti tomu podrobné závlahové zařízení slouží k rozvodu závlahové vody přímo po pozemku (přenosná potrubí, armatury, postřikovač) (Štér, Ráček, 1977).

3.6.3 Stavba k ochraně pozemku před erozní činností vody

Jedná se o soubor staveb, či stavbu, která upravuje sklon daného území, nebo zachycuje odvádějící povrchovou vodu a splaveniny stékající po pozemku, tak aby nedocházelo k odnosu sedimentu či prudkému soustředěnému odtoku vody. Stavby zvyšují infiltraci povrchových vod. Těmito stavbami jsou označovány protierozní příkopy, průlehy, terasy, suché nádrže a jiné (SPÚ, 2023).

3.7 Agrotechnická opatření proti vodní erozi

Tento typ opatření se řadí mezi tzv. plošná opatření, které se vyznačují zkrácením času, kdy je půda bez vegetačního pokryvu. Cíleně můžeme využít zbytky (biomasu) meziplodin a posklizňové zbytky. Také díky vhodnému osevnímu postupu a správnému střídání plodin lze zajistit dostatečný pokryv půdy (Janeček, 2012).

Toto opatření snižuje erodovatelnost půdy, pomáhá jí chránit před erozním působením deště, kdy plodiny, které spadají do erozně nebezpečných kategorií, většinou širokořádkových plodin, nemají kvůli svému velmi nízkému vegetačnímu krytu dostatečnou schopnost skrýt zemskou půdu před deštěm a tak ji chránit (Kadlec, 2014).

Při tomto druhu opatření je hluboká orba nahrazována mělkým kypřením nebo hlubokým kypřením půdy tak aby nedošlo k obracení a zapravování horní vrstvy půdy. Mezi další opatření řadíme důlkování, hrázkování, atd. Příprava a realizace je u agrotechnických opatření krátkodobého charakteru, v rozmezí jednoho až tří let (VUV TGM, 2021).

Do agrotechnických protierozních opatření lze zařadit ochranné obdělávání s různými způsoby technologických postupů, a to hlavně nesklizením minimálně 30 % posklizňových organických zbytků na povrchu půdního bloku. (Hůlka kol., 2003).

Jako velmi dobře hodnocené opatření se považuje technologie ochranného zpracování půdy. Místo provedení standardní hluboké orby (dříve velmi podporované), je vhodné mělké půdy upravovat kypřením nebo hlubším kypřením, bez obracení horní vrstvy půd (Janeček, 2012).

3.7.1 Sázení nebo setí po vrstevnici

Pokud je hospodaření na půdním bloku založeno na hluboké orbě, je nutné orbu provádět po směru vrstevnic, nebo s maximálním doporučeným odklonem od vrstevnice o 30°. V dnešní době je doporučováno využití otočného pluhu pro hlubokou orbu. Tento pluh překlápí půdu proti svahu, díky otočným tělesům je schopen půdu oklápět pouze jedním směrem.

K protierozní ochraně napomáhají i další agrotechnická opatření prováděná tímto způsobem, je ovšem nutné brát v potaz maximální svahovou dostupnost zemědělské techniky (kolem 12°). Tímto způsobem dochází ke snížení erodovatelnosti půdy (Kadlec, 2014).

3.7.2 Ochranné obdělávání

Ochranné obdělávání je způsob hospodaření, kdy na poli ponecháváme co nejvíce možných posklizňových zbytků (sláma), nebo zbytků předplodin (setí kukuřice do žita). Na obrázku 3 je vidět posklizňový zbytek kukuřice (mulč) a do něj provedený výsev. Dále nenarušujeme půdní profil nadměrným provzdušňováním tak, aby nedocházelo k nadměrnému uvolňování živin. Pokud půda přichází o humus, dojde ke zhoršení fyzikálních a chemických vlastností (Kadlec, 2014).

Technologie ochranného obdělávání:

- setí hlavních plodin s podplodinou v meziřadí (například kukuřice s podplodinou ozimého žita),
- setí nebo sázení do mulče meziplodiny či předplodiny,
- bezorebné setí (hlavní plodinu sejeme bezorebným secím strojem přímo do nezpracované půdy – strniště),
- setí do mělké podmítky (pole se zpodmítá a následná plodina se seje secím strojem do podmítky) (Kadlec, 2014).



Obrázek 3 – Setí do posklizňových zbytků kukuřice (Kadlec, 2014)

3.7.3 Hrázkování, důlkování

Hrázkování

Provádí se využitím zemědělské techniky – hrázkovače. Dochází k zakládání ochranné hrázky v meziřadí plodiny a to ve stejné vzdálenosti, dochází tak ke vzniku drobných akumulčních objektů. Vzniklé akumulční příkopy zabrání soustředěnému povrchovému odtoku a napomáhají zadržet vodu na daném pozemku (Kobzová a Kristenová, 2012).

Důlkování

Jedná se o podobnou technologii jako je hrázkování, ovšem místo vytváření hrázek se vytváří důlky. Jedná se o technologii, kdy dojde v meziřadí plodiny k vytvoření důlků ve stejné vzdálenosti, cca 30–40 cm. Důlky omezí nebo zastaví povrchový odtok a tím napomohou zvýšit možnost infiltrace vody na pozemku, podobně jako hráčky. Při využití standardní zemědělské techniky dochází k vytvoření zhruba 28 000 důlků. Při odhadovaném objemu na jeden důlek cca 2 l díky tomuto způsobu dochází k možnému zadržení cca 56 m³ vody na jednom hektaru. K metodě důlkování většinou dochází po výsadbě brambor či cukrové řepy. Důlky jsou vytvářeny ve směru po vrstevnici, vhodné využít maximální nepřerušenu délku pozemku 300 m (nad tuto délku se doporučuje vytvoření například pásu jiné plodiny). Důlkovač je vidět na obrázku 4 (Kobzová a Kristenová, 2012).



Obrázek 4 – Zařízení na důlkování brambor s detailem důlku v meziřadí brambor (VÚMOP, 2022)

3.7.4 Plečkování

Plečkování, jinak řečeno meziřádková kultivace viditelná na obrázku 5, je zemědělská činnost, která se provádí u širokořádkových plodin. Hojně rozšířená v režimu bio hospodaření. Za pomoci zemědělské techniky dochází k prokypření půdy v meziřadí plodin. Tímto dochází k provzdušnění půdy, odplevelení, zvýšení infiltrace vody a ke zpomalení povrchového odtoku vody z pozemku (Kadlec, 2014).



Obrázek 5 – Plečkování v dvouřádku kukuřice (Fuka Vladislav)

3.7.5 Setí do úzkého řádku

Jedná se poměrně o novou techniku výsevu, zejména plodiny kukuřice. Kukuřice je setá do mulče, kukuřičná zrna jsou seta do trojúhelníkového sponu. Při pohledu z dálky připomíná výsev dva řádky těsně vedle sebe s větší mezerou a dalšími dvěma řádky těsně vedle sebe. Myšlenkou tohoto setí je rovnoměrnější zapojení porostu, čímž dojde k menšímu soustředěnému povrchovému odtoku (Novotný, 2014).

3.7.6 Podrývání a dlátování

Jedná se o hluboké kypření půdy. Za pomoci této techniky dochází ke snížení množství zhutnění půdy. Hluboké kypření napomáhá ke zlepšení infiltrace vody do půdy (Kadlec, 2014).

Podrývání

Jedná se o technologii, která snižuje zhutnění, a tím snižuje působení vodní eroze. K podrývání lze využít například dlátové kypřiče, kombinované kypřiče, podrýváky, hluboké diskové stroje a jinou zemědělskou techniku. Podmínkou je dodržení minimální hloubky kypření, která by neměla být méně než 35 cm. Pokud budeme provádět hluboké podrývání, je potřeba stanovit hloubku podle konkrétních vlastností půd, například vlhkosti půdy na daném pozemku (MZe, 2014).

Dlátování

Jedná se o hloubkové kypření využívané hlavně u cukrové řepy. Dochází ke kultivaci plochy mezi jednotlivými řadami plodiny. Díky tomu se zlepší infiltraci a zpomalení odtoku vody (Novotný a kol., 2017).

3.8 Organizační opatření

Mezi další rozhodující vlivy působící při vzniku eroze je sklon a délka svahu pozemku (celkové jeho uspořádání). Účinek výše zmíněných faktorů na průběh a vznik eroze lze omezit tak, aby se tyto dvě hodnoty snížily na maximální povolenou hodnotu, která nedovolí odnosu částic půdy. Mezi základní opatření patří snížení sklonu svahu za pomoci terasování. Jedná se o jedno z nejnákladnějších opatření. Druhá a daleko příznivější je metoda snížení délky svahu. Přípustná délka svahu se dá stanovit na základě výpočtů přípustné ztráty půdy vodní erozí a v praxi se provádí za pomoci vytváření protierozních mezí, protierozních cest atd. (Holý, 1994).

Při návrhu těchto typů protierozních opatření je nutné zvolit vhodný tvar a velikost pozemku, určit a vytipovat vhodné pozemky pro ochranné zalesnění či zatravnění podél vodotečí (Janeček, 2012).

3.8.1 Tvar a velikost zemědělských pozemků

Délka pozemku je upravována tak aby ve směru odtokových linií nepřekračovala maximální přípustnou délku. Tuto maximální délku můžeme zjistit za pomoci Univerzální rovnice ztráty půdy USLE, ve které lze vyjádřit samostatné činitele jednoduchou úpravou rovnice.

V reálném životě se tato metoda opatření využívá zejména při implementování komplexních pozemkových úprav a následného terénního průzkumu. Délku a tvar pozemku je potřeba řešit za pomoci dalších protierozních opatření (Novotný, 2014).

Erozně ohrožené pozemky, u kterých se vyskytuje sklon převyšující 5 %, se mají dle doporučení vhodně umístit delší stranou po směru vrstevnic a tyto pozemky i ve stejném směru obdělávat. Tento druh obdělávání přispívá k lepší propustnosti a následné infiltraci dešťových srážek do půdy. Opatření napomáhá snížit možnost vzniku erozně účinného povrchového odtoku (Holý, 1994).

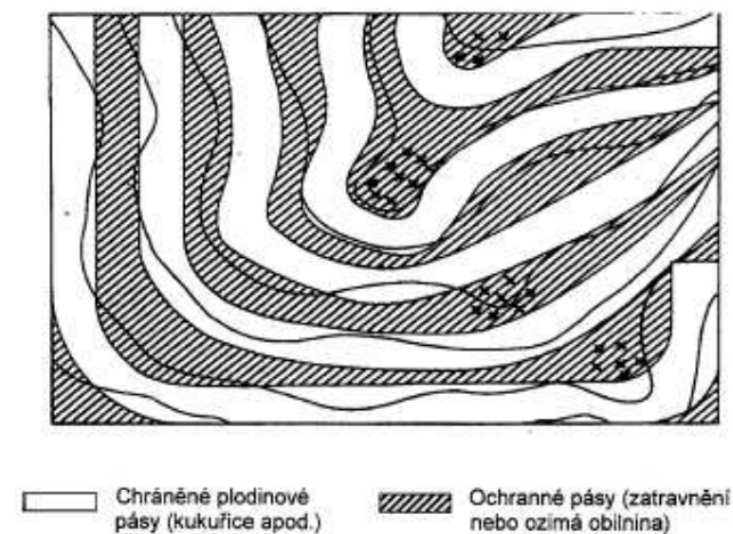
3.8.2 Protierozní rozmístění plodin

Jedná se o princip správného pěstování plodin způsobem, aby širokořádkové plodiny (plodiny s nízkým vegetačním krytem) byly pěstované na spíše rovinatých pozemcích, maximálně však na pozemcích s velmi nízkým sklonem. A proto plodiny, které nejsou tak náchylné k erozi na zbylých pozemcích, mohou růst na svahu s vyšším procentem sklonitosti (Holý, 1994).

Silně ohrožené pozemky, ale i pozemky v přímém sousedství s břehy vodních toků, nádrží a podobně, by měly být zatravněny a pravidelně udržovány. Tento travní pás by měl být navrhován tak, aby na něm neměla zemědělská technika problém s otáčením (nedocházelo k prudkému otáčení a tím vymačkávání kolejí). Takovéto pásy zvyšují drsnost povrchu, přispívají k zpomalení odtoku vody a zastavení smytých částic půdy (VÚMOP, 2022).

3.8.3 Pásové střídání plodin

Během pásového střídání plodin dochází k pěstování různě širokých pásů plodin s vyšším protierozním účinkem, jako je například travní porost, pícniny, obilniny, a plodin, které představují vysoké erozní nebezpečí, jako je kukuřice, brambory či slunečnice, nebo plodiny které nemají v období očekávaných dešťů dostatečný vegetační kryt. Tyto pásy plodin by měly být vedeny ve směru vrstevnic s maximálním odklonem 30°, jak je vidět na obrázku 6 (Novotný, 2014).



Obrázek 6 – Ukázka správného střídání plodin (Janeček, 2012)

Pásky vrstevnic je vhodné uspořádat tak, aby mezi stejné pásky většinou erozně nebezpečných plodin umísťovaly různě velké pásky travních porostů, jako jsou travní porosty, jetele a vojtěška. S ohledem na různorodé sklonu terénu pozemků v oblasti. Tím dochází k úpravě, která umožní zachování pásů stejné velikosti u pěstovaných plodin, viz. tabulka 1 s doporučenou délkou pásů v závislosti na jeho svažitosti (Janeček, 2002).

Svažitost (%)	Šířka pásů (m)
1-2	40
3-8	30
9-16	25
17-20	20
21-25	15

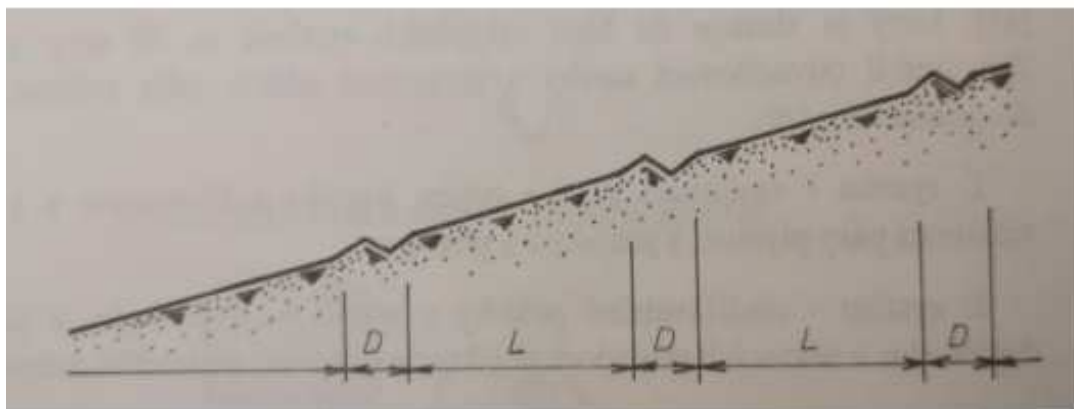
Tabulka 1 – Určení šířky pásů v metrech dle svažitosti ve stupních (Janeček, 2002)

3.8.4 Zasadovací pás

Zasadovací pás (obrázek 7) je společně se zatravněnými údolnicemi silný a vhodný způsob boje proti erozi. Nejvýznamnější plus zasadovacích pásů je jejich velmi nízká finanční náročnost při vytváření a udržování. Jejich funkce spočívá v transformaci povrchového odtoku dešťových srážek. Zasadovací pásy jsou tvořeny trvalými travními porosty, keři, stromy, lesy a různou jejich kombinací. Jsou navrhovány na svažitých pozemcích, na kterých se předpokládá výskyt plodin, u nichž bude nedostatečný vegetační kryt, dále jsou navrhovány jako ochrana kolem vodních děl intravilánů obcí a měst atd. Účinnost zasadovacího pásu závisí na typu půdy, vlhkosti půdy, sklonu svahu, vegetačnímu krytu, šířce daného pásu, velikosti dešťových srážek v dané oblasti. Účinnost zasadovacích pásů lze navýšit dalšími technickými opatřeními, například záchytnými průlehy a příkopy (Podhrázská a Dufková, 2005).

Šířka zasadovacího pásu by neměla být menší než 20 m, záleží ovšem na dané situaci, sklonitosti svahu a využití doprovodné zeleně (stromy, keře) (Vlasák, Bartošková, 2007).

Pokud bude zasadovací pás tvořen jako trvalý travní pás s průlehem nebo příkopem, udává se minimální šířka tohoto travnatého pásu 6m (VUV TGM, 2021).



Obrázek 7 – Travní zasadovací pás doplněný o průlehy (Holý, 1994)

3.8.5 Osetí souvratí

Souvratě musí být osety jinou než širokořádkovou plodinou a to o minimální šířce 12 metrů. Konkrétní podmínky dle svažitosti a druhu plodin jsou upravovány konkrétně na podmínkách daného území a jsou dostupné v LPISu. Tento osetý pás musí protínat všechny odtokové linie vody, které jsou vyznačené v LPISu (Kadlec, 2014).

3.8.6 Přerušovací pásy

Přerušovací pás je pás jiné než širokořádkové plodiny o minimální šířce 12 metrů, aby rozdělily monokulturu na půdním bloku. Doporučovanou plodinou do přerušovacích pásů jsou travní porosty, jeteloviny ale i obilniny. (Kadlec, 2014).

3.8.7 Delimitace druhů pozemků a ochranné zatravnění, zalesnění

Jedná se o prostorovou a funkční optimalizaci pozemků, na kterých jsou pěstovány jednotlivé kulturní plodiny. Během organizace půdního fondu se využití půdy člení na základní typy a to na ornou půdu, trvalé travní porosty, zahrady, pastviny, sady, vinice a chmelnice. Cílem optimalizace pozemků je vymezení konkrétního zaměření daných pozemků, které je pro dané erozně ohrožené pozemky nejvhodnější. Tím je eliminován erozní vliv (Podhrázká, 2005).

Mezi nejlepší vhodnou ochranu před působením eroze je trvalé zatravnění, či zalesnění pozemků ve velmi ohrožených lokalitách. Pro pozemky s půdou do třiceti centimetrů, tedy mělké půdy, se doporučuje trvalé zatravnění. Trvalé travní plochy by měly zejména chránit následující plochy:

- plochy podél břehů vodních děl a intravilánů měst a obcí,
- dráhy soustředěného povrchového odtoku,
- profil průlehů a tělesa ochranných hrázek (Janeček 2008).

Půda má hrozně velkou schopnost infiltrovat a zadržet vodu. Její retenční schopnost závisí na konkrétním složení půdy, hloubce, degradaci a dalších vlastnostech. Zejména degradace má za důsledek snižování retenční schopnosti dané půdy (částice půdy jsou stlačeny, nemají možnost pojmout mezi sebe vodu). Nejúrodnější půdy na našem území mohou pojmout do jednoho metru krychlového až 0,4 kubíků vody. Pokud tedy nemůže voda vstoupit do půdy, tak následně dochází ke stékání po povrchu zemského povrchu a to přispívá k urychlenému odtoku dešťových srážek, vytváření erozních rýh, odnosu splavenin, atd. (Vopravila kol., 2010).

Ochranné zalesnění se většinou provádí pouze jako ochranné lesní pásy, v krajním případě jako celkové ochranné zalesnění. Nejlepší možností je les smíšený s hojným bylinným patrem a s hrabankou na půdním pokrytu. Jedná se o poslední možnou ochranu půdy (Vlček, 2015).

3.9 Technická a biotechnická opatření proti vodní erozi

Technická protierozní opatření neboli TPEO se navrhují až tehdy, když byly vyčerpány možnosti řešení ochrany proti účinkům vodní eroze, organizačními a agrotechnickými

opatřeními, a to většinou jako jejich doplnění. Pokud se TPEO týká většího množství zemědělských pozemků v jednom katastrálním území, je vhodné ochranu proti erozi řešit v rámci komplexních pozemkových úprav. Nejvyšší vymahatelnou možností v rámci zemědělských podnikatelů je trvalé zatravnění, či zalesnění nejohroženějších půdních bloků. Technická protierozní opatření jsou většinou navrhována tak, aby chránily intravilán měst a obcí nebo pozemků, které s nimi přímo sousedí tak, aby nebyly ohroženy povrchovým odtokem vody, či zeminy (SPÚ,2023).

Zásadním rozdílem proti ostatním opatřením proti vodní erozi je technický charakter, který se promítá do způsobu navrhování a realizace daných opatření. TPEO jsou investičního charakteru a podléhají stavebnímu zákonu č. 183/2006 Sb. Jde především o navrhování a realizování přesných TPEO k ochraně a zabezpečení přesně vyjádřených míst a věcí, které je potřeba ochraňovat a definovat přesný typ ochrany (VÚMOP, 2022).

Pro některé návrhy opatření v boji proti vodní erozi se musejí stanovit konkrétní ukazatele návrhu s přihlédnutím na současné hydrologické podmínky v daném území. Nyní mluvíme spíše o hydrologických modelech. Nejvíce používaný a doporučovaný model současnosti je v současné době model čísel odtokových křivek CN (Sklenička, 2003).

Základem technických protierozních opatření je:

- přerušení délky pozemku a bezpečné odvedení povrchového odtoku vody (příkopy, průlehy, atd.),
- zachycení smyté zeminy a povrchového odtoku (hrázky, sedimentační, retenční a suché nádrže),
- změna sklonu pozemku (historické meze, terénní urovnávky) (Eagri, 2022).

Mezi nejzákladnější protierozní ochranu technického typu řadíme například:

- příkopy,
- průlehy,
- zatravněné údolnice,
- terasy,
- protierozní meze,
- protierozní nádrže a jiné (Hůla a kol., 2003).

3.9.1 Protierozní příkopy

Protierozní příkop je liniový prvek, který je umístěn na pozemku v místě, kde je nutné přerušit svah kvůli jeho délce, a tak zpomalit povrchový odtok. Toto protierozní opatření může být kombinováno s dalšími liniovými ochrannými prvky v krajině, jako například s mezemi, cestami, biokoridory. Příkopy jsou vrstevnicově orientovány s mírným podélným sklonem, většinou mají lichoběžníkové profily o šířce 0,3 až 0,6 m ve dně a hloubku 0,6 až 1,2 m se sklonem svahů 1 : 1,5 až 1 : 2. Podélný sklon a říční profil je potřeba dimenzovat některou

z běžných inženýrských metod. Příkopy jsou vytvářeny na dobu opakování srážek nejméně 5 let, a to nejméně, pokud chrání vlastní zemědělský pozemek (Dzuráková a kol., 2017).

Pokud má příkop za úkol chránit intravilán nebo jiné infrastruktury či vodní zdroje, je míra ochrany vyšší, a to na základě konkrétních podmínek. Svůj úkol většinou plní s opakováním srážek na 10 až 50 let, ve zvláštních případech i 100 let. Příkopy je potřeba posuzovat i z hlediska stability dna a přilehlého svahu, u některých případů je nutné tyto části opevnit. Z důvodu údržby těchto děl je potřeba s tímto problémem počítat již ve výstavbě a zajistit přístup a takové provedení objektu, aby zajistil bezproblémovou údržbu (např. betonové prvky) (Janeček, 2012).

V praxi se využívá několik typů příkopů, příkop záchytný, který je budován nad zájmovým územím a brání přítoku na daný pozemek, příkop svodový (obrázek 8), který svádí vodu mimo daný pozemek do záchytných příkopů, kde dochází k postupnému zasakování srážek. Tento záchytný příkop je tvořen přímo na daném pozemku a má za úkol zkrátit volnou délku povrchového odtoku tak, aby nedocházelo k překročení přípustné ztráty půdy (Novotný a kol., 2017).

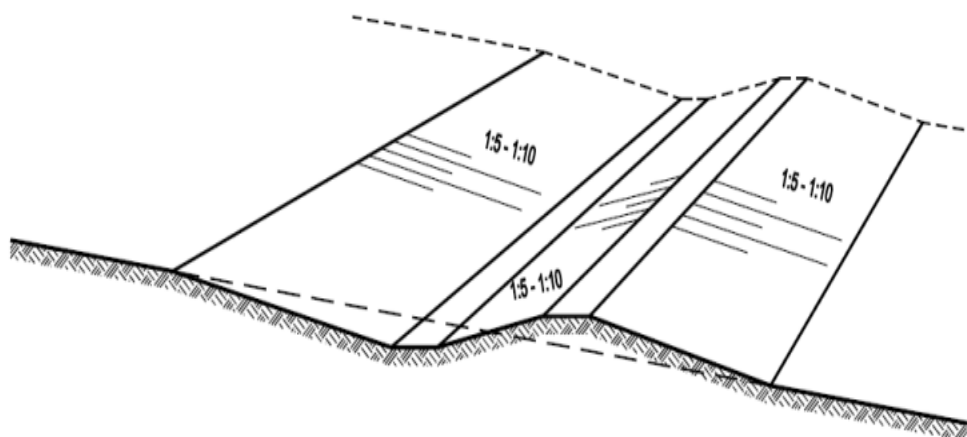


Obrázek 8 – Příkop svodný – příklad (VÚMOP, 2022)

3.9.2 Protierozní průleh

Protierozní průleh se velmi podobá výše zmiňovanému protieroznímu příkopu. Rozdíl spočívá v hloubce daného průlehu, který bývá mělkší a sklon svahu by neměl překročit 1 : 5. Ve většině případů se navrhuje mírnější a to 1 : 10 tak, aby se dalo přes průlehy přejíždět zemědělskou technikou a byl obdělávatelný. Tyto průlehy bývají aplikované na svazích do sklonu 10 %. Příčný profil je nejčastěji zatravněný a je posouzen na kapacitu a na stabilitu, tzv. nevymílající rychlosti (Janeček, 2012).

Průlehy zabírají více místa na pozemku, ale na rozdíl od příkopu na nich lze hospodařit (například obrázek 9), jedná se tedy o více žádanou metodu. Doporučením je nad každý průleh umístit pás trvalého travního porostu v šířce minimálně 6 m tak, aby došlo k zachycení uvolněné zeminy. Dále se doporučuje i výsadba vegetace podél průlehu (pokud budou vysazovány stromy, je vhodné vysazovat stromy s vyšším vzrůstem a užší korunou). Lze ho doplnit i zemní hrázkou s funkcí zvýšení kapacity průlehu. Průlehy lze rozdělit na příkopy na záchytné, sběrné nebo svodné. V případě že průlehy budou mít mírné sklony svahů a mírné podélné sklony, budou se těžko obdělávat. V takovém případě je lze na chráněném pozemku seskupit i do soustav ve vzdálenosti mezi 20 až 50 metry (Novotný a kol., 2017).



Obrázek 9 – Vzorový příčný řez záchytným průlehem (Janeček, 2012)

3.9.3 Zatravnění údolnic

Zatravněné údolnice určují dráhy povrchového odtoku, kde dochází k soustředění odtékající vody. Zatravněné údolnice odvádějí plošný povrchový odtok z přilehlých půdních bloků, nebo se chovají jako recipient protierozních průlehu a příkopů. Stabilitu těchto drah je nutné posoudit hydrologickými metodami (mluvíme o rychlosti a tečném napětí), proto nám nebude postačovat rovnice USLE. K určení dráhy soustředěného odtoku lze využít ověřenou metodu za pomoci morfologie terénu, nebo za pomoci dílčích výpočetních metod a modelů. Soustředěný odtok se dimenzuje na základě přesné znalosti příčného profilu údolnic. Šířka trvalého travního porostu musí být dostatečně velká a mít dostatečnou kapacitu v miskovitém příčném profilu. Pro navrhnutí zatravnění údolnice je potřeba pracovat s konkrétní návrhovou dešťovou srážkou a se zabezpečením návrhu pro dimenzování na návrhový průtok, pro stabilitu profilu při návrhovém průtoku (Janeček, 2012).

Rizikem pro tento typ ochrany před erozí je přístup k obdělávané orné půdě a zatravněné údolnici. V tomto místě může během obdělávání docházet k vytváření kolejí, odvoru, návoru, drážek a jiných překážek, které budou bránit soustředěnému odtoku do bezpečné zatravněné údolnice. Proto je nutná spolupráce obdělávajících rolníků tak, aby toto místo bylo správně obdělávané. Celková údolnice by měla být pravidelně udržována – sečena. Jedná se o jednu z nejrozšířenějších variant ochrany. Jde skutečně o velmi účinné opatření, pokud nedochází k poničení daného travního porostu a tím změně směru povrchového odtoku (Kadlec, 2014).

3.9.4 Polní cesty s protierozními funkcemi

Jedná se o kombinovaný typ protierozního opatření. Týká se komunikace, která má za cíl zpřístupnit půdní bloky, ale je vedena tak, aby v konkrétním místě přerušila příliš dlouhý a erozně ohrožený svah (obrázek 10). Cesta je z pravidla na straně proti danému svahu opatřena tzv. cestním příkopem, který jednak odvodňuje danou komunikaci, ale zachycuje i povrchový odtok z daného svahu a v danou chvíli se může chovat i jako příkop (Janeček, 2012).

Rizikové místo u tohoto typu opatření se nachází v místě křížení cest s lokálními údolnicemi. V tomto místě se mohou vyskytnout bezodtoká místa, a proto je vhodné zde vybudovat propustek v nejnižším místě, který odvede vodu dolů údolnicí po svodném průlehu až do svodného příkopu (Kadlec, 2014).

Tento typ opatření se většinou realizuje v případě zpracování komplexních pozemkových úprav (SPÚ, 2022).



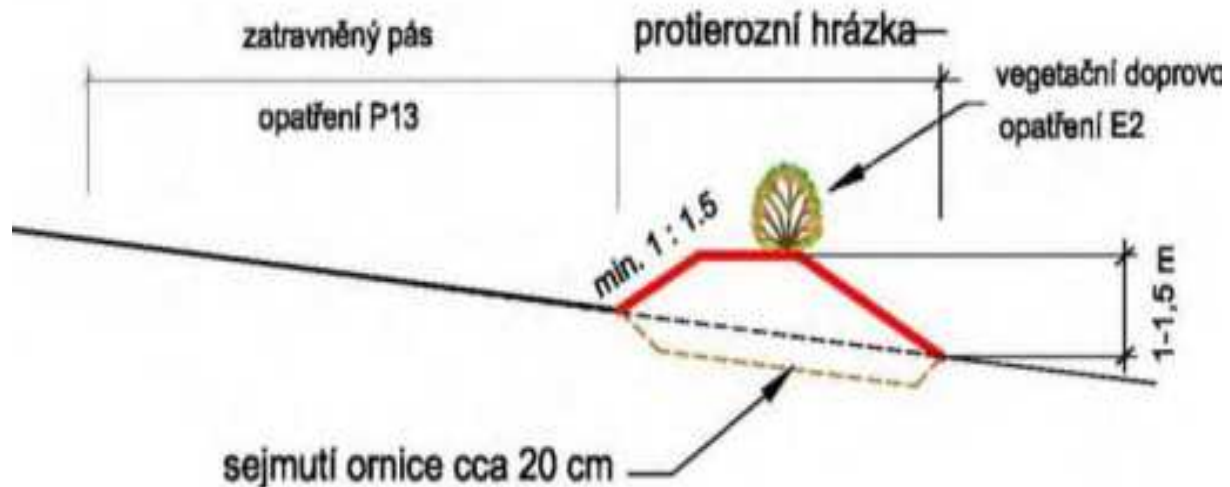
Obrázek 10 – Nová polní cesta vytvořená Státním pozemkovým úřadem – Štěpánov u Leštiny (autor)

3.9.5 Ochranné hrázky

Budují se ve směru vrstevnice na úpatích svahů v běžně suchých místech a zachycují povrchový odtok vod. Jsou navrhovány na místech, kde by vzhledem k zanášení docházelo k nezhodnocení jiných ochranných opatření, jako například průlehu (Janeček, 2012).

Většinou se budují na dolním okraji pozemku tak, aby chránily určité místo před povrchovým odtokem z výše ležících pozemků. V zahraniční literatuře jsou často hrázky doplněny vzdouvacím zařízením, či výpustí. V našich podmínkách se takové řešení většinou nevyskytuje toho z důvodu, že vyžaduje pravidelné čištění a údržbu. Přitom prostá zemní

hrázka zachytí povrchový odtok a zajistí jeho případné odvedení mimo chráněnou lokalitu, například hrázka z obrázku 11 (ČMKPU, 2023).



Obrázek 11 – Ochranná hrázka – příčný průřez (VÚMOP, 2022)

3.10 Ochranné nádrže (protierozní nádrž)

Protierozní nádrž je tou nejvyšší formou ochrany před uvolněnými sedimenty z pozemků nad ní. Nádrže jsou navrženy dle požadavků pro malé vodní nádrže. Jsou konstrukčně navrženy jako suché nádrže s pevnými sjezdy do míst, kde dochází k usazování sedimentů a ty je potřeba čistit. Při jejich výstavbě je potřeba počítat s opakováním odtoku dešťových srážek s 20 až 50 let, zcela ojediněle i se 100 letým cyklem (Novotný a kol., 2017).

Podle účelu lze ochranné nádrže dělit na protierozní a suché nádrže či poldry a sedimentační jámky.

Protierozní nádrž může plnit mnoho protierozních funkcí. Například snižuje podélný sklon údolí, zachycuje splaveniny a odtok vody, který převede vsakováním do podzemní vody. K sedimentaci částí půdy dochází vlivem snížení rychlosti průtoku. Buď je průtok omezen, nebo úplně zastaven. Po ustálení sedimentu dochází k výpusti za pomoci výpustného zařízení. U těchto typů je nutné pravidelně odstraňovat sedimenty, aby byla obnovena retenční schopnost nádrže (Eagri, 2022).

Suché nádrže, obrázek 12, vymezují ochranný prostor, který je naplněn při průchodu povodňové vlny se stálým odtokem. Jsou to průtokové nádrže na vodním toku. Plocha nádrže je za standardního průtoku vody využívána k zemědělským účelům. Cílem je, aby tato nádrž zachytila povodňovou vlnu a vypustila jen takový odtok, který neohrozí chráněné území (Kadlec, 2014).

Poldry, neboli boční nádrže, slouží k rozdělení povodňového průtoku na vodním toku na standardní průtok a průtok je navíc odváděn do bezodtokého poldru, z kterého je poté postupně vracen do standardního průtoku. Poldr buď zachytí celou povodňovou vlnu, nebo alespoň oddálí kulminaci (Morgan, 2011).

Sedimentační jímky neboli malé nádrže, které jsou vybudovány na svodných příkopech, nebo na průlezech, či na okraji erozně ohrožených pozemků. Zachycují sedimenty před vstupem do vodních děl, nejedná se tedy o vodní dílo (eAgri.cz, 2022).

Vodní nádrže suché i protierozní včetně poldrů jsou vodní díla. Podléhají příslušné legislativě a musí mít příslušné náležitosti návrhu. Jedná se například o TNV 752415 Suché nádrže, ČSN 752410 Malé vodní nádrže či Vodní zákon č. 254/201 Sb. (vodní zákon č. 254/201 Sb.).



Obrázek 12 – Suchá nádrž v k. ú. Orlice (CMKPU, 2014)

3.10.1 Terénní urovnávky

Terénní urovnávky zahrnují odstranění, či upravení míst s nerovností a s různými útvary v půdě, které ovlivňují soustředování a směr povrchového odtoku. V praxi většinou dochází k transportu půdy pouze v rámci půdního bloku, což ovšem není podmínkou, lze řešit i návozem zeminy z jiné lokality (Kadlec, 2014).

3.10.2 Terasy jako protierozní opatření

Jedná se o nejvyšší formu ochrany půdy před vznikem eroze. Terasy se aplikují na velmi svažité a ohrožené pozemky, mluvíme o sklonu 20 % a více, jedná se o hraniční sklon pro zemědělskou techniku. Terasy rozdělí svah na úseky tak, aby povrchový odtok nedosáhl nebezpečného erozního účinku a vedou ke zlepšení využití zemědělské techniky na místech, kde by tomu nebylo možno. Vybudováním teras dochází k ohromnému zásahu do ekosystému a k narušení geologických, geomorfologických, pedologických a biologických poměrů v daném území (Kadlec, 2014).

V České Republice existuje převážně na Moravě a na Mělnicku mnoho tisíc hektarů zemních teras. Tyto terasy pochází ze 70. a 80. let minulého století. Byly budovány s cílem pěstovat speciálních kultury (vinná réva, ovocné sady, ...).

Dle Novotné, 2014 lze terasy dělit z konstrukčního hlediska a stabilizačního hlediska.

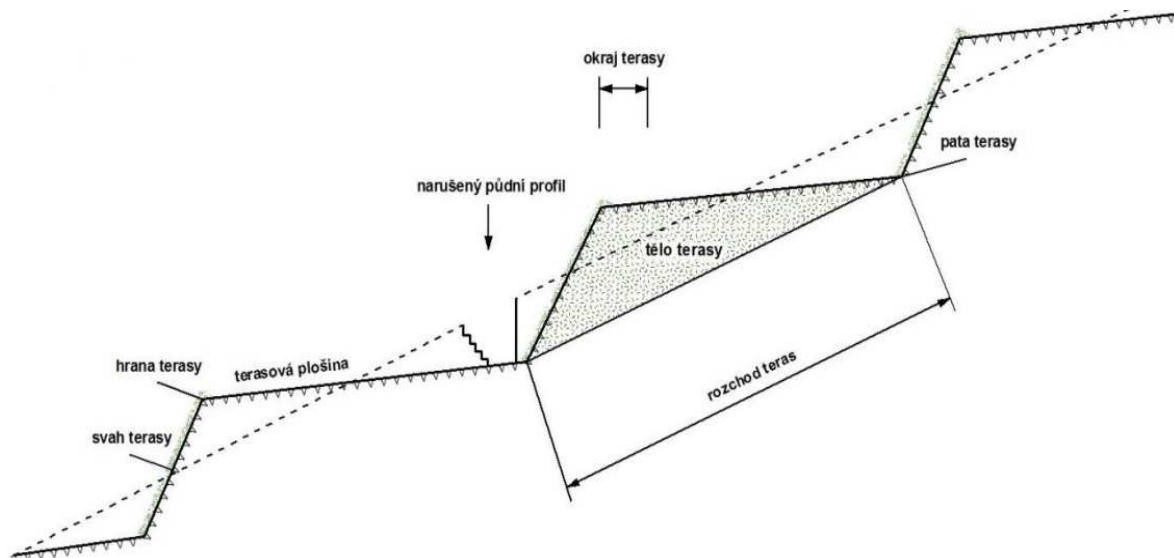
Konstrukční dělení:

- terasy úzké – 1 až 2 řady ovocných stromů, vinné révy,
- terasy široké – 3 a více řad ovocných stromů, vinné révy,
- terasové dílce – nepravidelné útvary kde délka není převažujícím rozměrem.

Stabilizační dělení:

- svah stabilizovaný technicky – opěrná zeď (kámen, beton),
- zemní terasa – žádné technické stabilizace svahu, obrázek 13 (vegetační stabilizace) (Novotný a kol., 2017).

V praxi se terasování vzhledem k finanční náročnosti používá zcela ojediněle. Zvláštnímu pozornosti je potřeba věnovat stabilitě svahu mezi jednotlivými úrovněmi teras a odvodnění (Janeček, 2012).



Obrázek 13 – Schéma uspořádání zemních teras (suchovkrajine.cz, 2022)

3.10.3 Protierozní meze

Protierozní meze jsou většinou vedeny ve směru vrstevnic a jsou navrhovány s dalšími liniovými opatřeními (průlehy, zasakovací pásy). Mohou plnit funkci záchytnou i odváděcí (VÚMOP, 2022).

Doporučeným způsobem je rozdělit protierozní meze na historické a současné.

Historické meze se v krajině utvářely pozvolně při umísťování nasbíraného kamene na spodní okraje polí, kde se skládaly do opěrných zdí z důvodu úspory místa. Vznikaly tak objekty o výšce cca 1,5 až 2 metry (Novotný a kol., 2017).

Tyto původní „protierozní meze“ vznikaly nahodile a neměly za úkol ochranu proti erozi, tu plnily zcela náhodou (Novotný a kol., 2017).

Současné meze jsou většinou navrhovány jako bezodtokové s průlehy ve spodní či horní části díla. V základu jsou meze tvořeny ze tří částí, a to zasakovacím pásem nad mezí, tělesem meze a odváděcím prvkem, který odvádí vodu do nejbližšího recipientu (Dumbrovský, a kol., 1995).

Při návrhu protierozní meze se doporučuje, aby v základu svahu měla výšku mezi jedním až jedním a půl metrem a to v maximálním sklonu 1 : 1,5. Mez by měla být doplněna doprovodnou zelení. Druhy těchto mezí, mají podélný sklon kolem 2 až 5 % s napojením ke svodnému prvku (průleh, příkop, atd.). Doprovodný průleh nad mezí nebo pod ní je dimenzován na N-letý návrhový průtok. Tzv. sedimentační pásy se nechávají nad mezí zatravnit v šířce šesti metrů, s dobrým přístupem pro údržbu. Příklad protierozní meze je na obrázku 14 (Janeček, 2012).



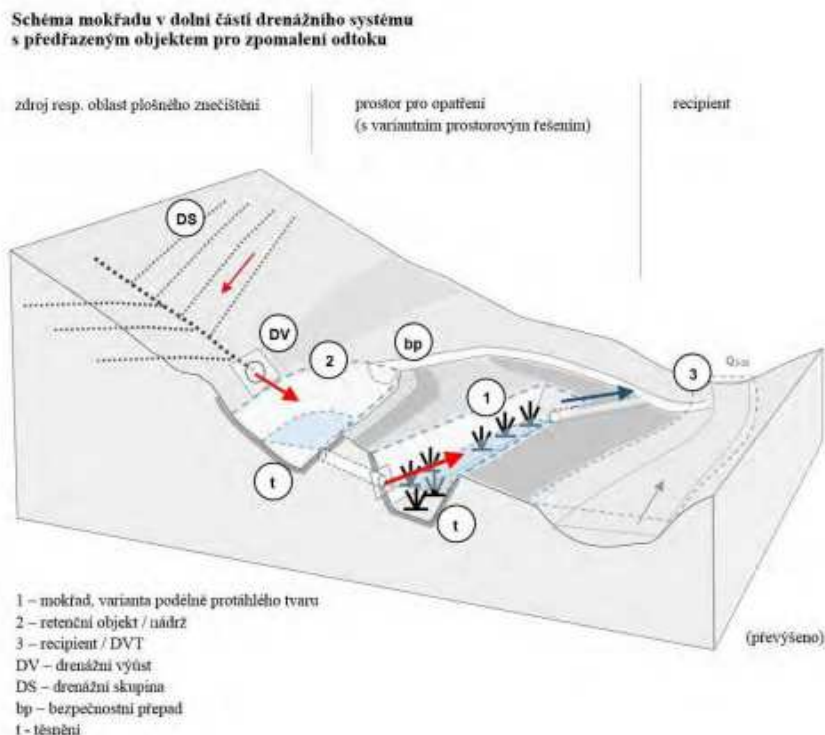
Obrázek 14 – Protierozní mez (VÚMOP)

3.10.4 Rozptýlená zeleň

Rozptýlená zeleň má v krajině celou řadu důležitých funkcí nejenom půdoochrannou, ale i jako biokoridory, či krajinné prvky. Prvek rozptýlená zeleň se podílí buď samostatně, nebo za spolupráce doplňujících prvků jiného protierozního opatření. Převážně se vyskytují kvůli přerušení spádnice např. jako meze, při zpevnění břehů vodních děl a u větrné eroze jako větrolamy. Jedná se o silnou a přitom finančně nenáročnou ochranu proti erozi (Sklenička, 2003).

3.10.5 Mokřady

Mokřad, obrázek 15, je místo s vysokým výskytem hladiny vody, a to hlavně ve vrchní vrstvě půdy, ovšem může se vyskytovat i podzemní voda s vývraňštěm. Mokřady můžeme rozdělit na původní, neboli přirozené, a mokřady umělé, vytvořené člověkem. Oba druhy mokřadů se dají vhodně využít i k dočišťování či čištění odpadních vod a dále jako ochrana vodních děl před znečištěním eutrofizací. K účelu čištění odpadních vod jsou vhodnější umělé mokřady. Jsou totiž přímo navrženy k tomuto účelu, ovšem nejsou vhodné k extrémně znečištěným odpadním vodám. V současné době je tento typ opatření velmi podporován z důvodu návratu vody do krajiny. Mokřady tvoří nejen zásobárnu vody, ale i bohatý ekosystém (Sklenička, 2003).



Obrázek 15 – Ukázka mokřadu, řez (VÚMOP)

3.11 Protierozní opatření při větrné erozi

Hlavní ochrana půdy před větrnou erozí se provádí pomocí překážek, které sníží rychlost větru pod hranici, jež je kritická. Tím pomohou ochránit danou oblast a snížit množství odnesených půdních částic a ochránit nejen dané půdní bloky ale i okolí (Dvorak, 1994).

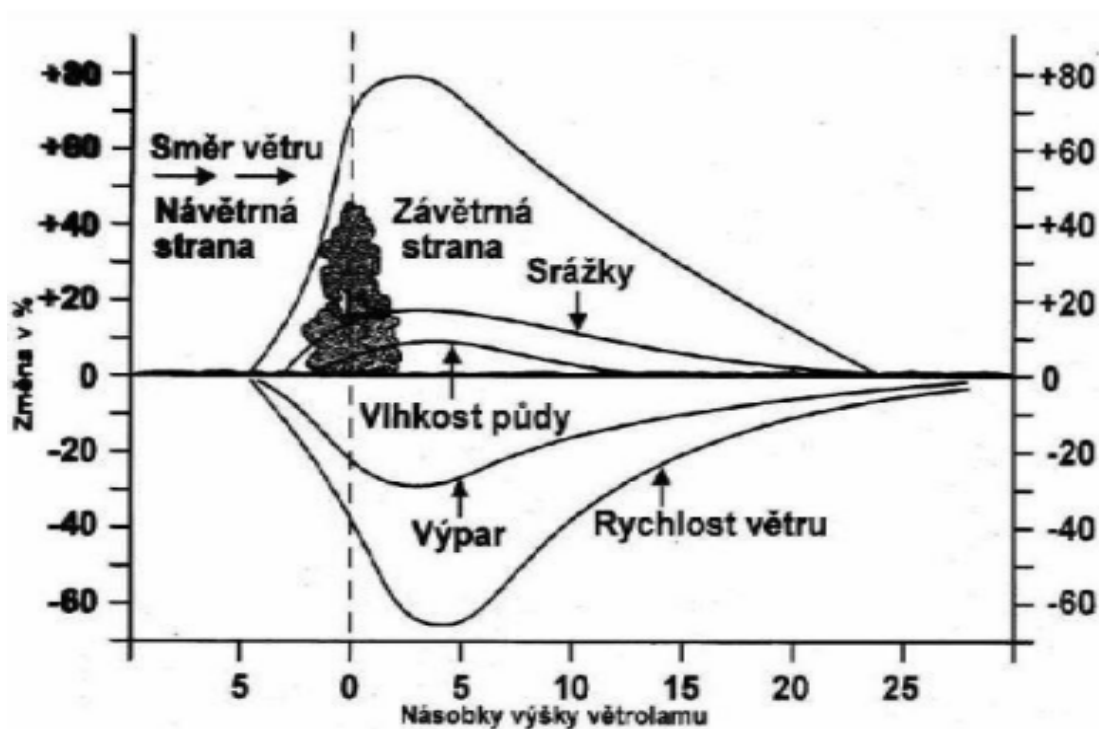
Lze rozeznávat dle účinnosti tři základní opatření proti větrné erozi, a to:

- organizační – vhodné umístění plodin, pásové střídání plodin,
- agrotechnické a vegetační – správné půdoochranné obdělávání pozemků,
- technické – příkopy, průlehy, terasy, aj. (Vlček, 2015).

3.11.1 Větrolamy

Větrolamy se řadí mezi nejvíce skloňovaná opatření v boji proti větrné erozi. Zpomalují proudění větru, a lze je podle toho rozdělit na tři typy:

- Prodouvavé – jedná se o skladbu jedné či dvou řad stromů, bez keřového patra. Jde o řešení se slabým účinkem. Dalším nedostatkem je možnost tvorby tryskového efektu v prostoru, který je mezi kmeny stromů (většinou aleje kolem cest).
- Poloprodouvavé – jedná se o jednu či dvě řady stromů s keřovým patrem. U tohoto typu dochází k obtékání vzdušných mas přes větrolam a k prostupu porostem. U závětrné strany se splývají proudnice, které obtékají vrchol s proudnicí, obcházejí větrolamem. Jedná se o účinnější ochranu z důvodu, že se dostává výslednice obou proudů k povrchu půdy v daleko větší vzdálenosti, než tomu bylo u proudovavé ochrany, viz obrázek 16.
- Neprodouvavé – skládají se z několika řad porostů společně s keřovým patrem, na větrné a závětrné straně je vytvořena uzavřená stěna. Výhodou tohoto typu je velmi účinné snížení rychlosti větru, ale na kratší vzdálenost, než tomu bylo u poloprodouvavé ochrany (Janeček, 2012).



Obrázek 16 – Schéma účinku poloprodouvavého větrolamu (Janeček, 2012)

4. Metoda vyhodnocení – rovnice USLE

Celkové výpočty erozního ohrožení ve vybraném katastrálním území Radostín u Havlíčkova Brodu byly realizovány za pomoci Geoinformačních systémů ArcGIS a programu Microsoft Excel. V těchto systémech byla využita Univerzální rovnice pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy dle Wischmeiera a Smithe z roku 1978 neboli rovnice USLE (rovnice 1) a další její obměny pro vyjádření potřebných neznámých a další rovnice uvedené v následné části práce.

Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy dokáže stanovit průměrnou roční ztrátu půdy z pozemků při zjišťování působení vodní eroze (Janeček, 2008).

Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy zní

$$G = R \times K \times L \times S \times C \times P.$$

Rovnice 1 – Univerzální rovnice dle Wischmeiera a Smithe (Janeček, 2002)

kde:

G – průměrná dlouhodobá ztráta půdy [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$],

R – faktor erozní účinnosti dešťových srážek [$MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}$],

K – faktor erodovatelnosti půdy, který vyjadřuje náchylnost půdy k erozi,

L – faktor délky svahu (vliv délky svahu na velikost ztráty půdy),

S – faktor sklonu svahu (vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy),

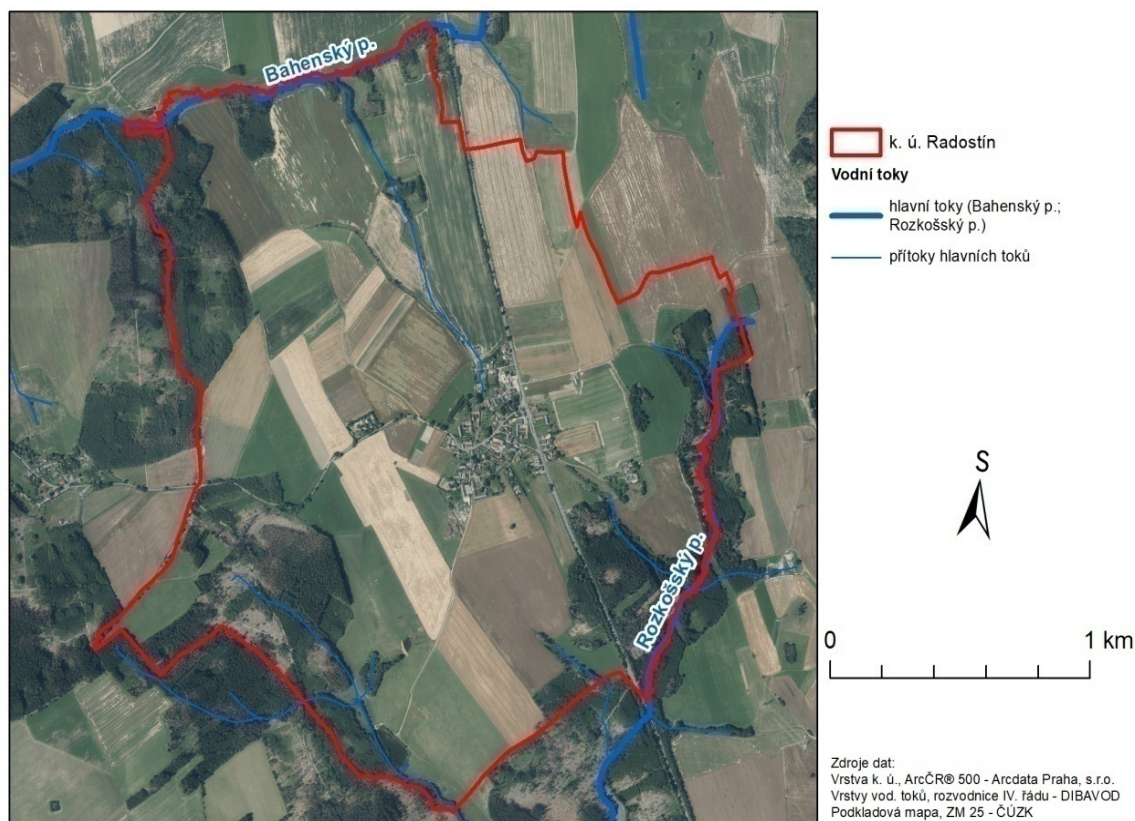
C – faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu (vliv vegetačního krytu a agrotechnických postupů),

P – faktor účinnosti protierozních opatření (Janeček, 2002).

V následujících kapitolách byly využívány faktory zjištěné v bakalářské práci diplomanta. Jednalo se o faktory G, R, K, LS, C. V práci byly postupně dopočítávány další potřebné faktory potřebné pro modifikované úpravy rovnice USLE, a to například faktor S, faktor L, nový faktor C, nové maximální délky pozemku.

5. Zájmové území

Mluvíme-li o zájmovém území, mluvíme o katastrálním území Radostín u Havlíčkova Brodu, v jehož katastrálním území se nachází hodnocené půdní bloky. Tyto půdní bloky byly i předmětem bakalářské práce diplomanta. Na obrázku 17, je vidět letecký snímek zájmového území. Z něho jsou patrné velikostní rozdíly půdních bloků v oblasti včetně hydrologické situace.

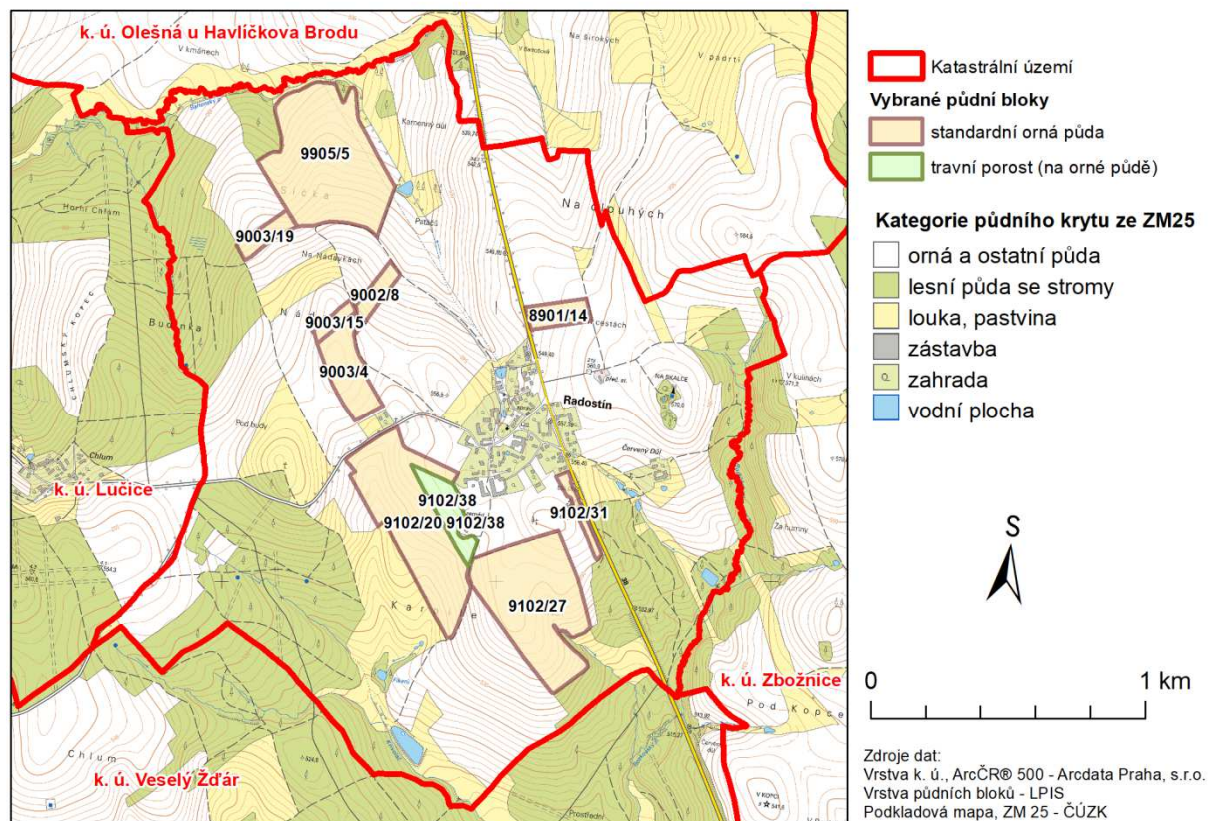


Obrázek 17 – Pohled na k.ú. Radostín u Havlíčkova Brodu – letecký pohled s vyznačenou hydrologickou situací

Celý region se nachází v klimatickém regionu MT4 při průměrné teplotě 6° až 7° a při průměrných ročních srážkách 650 až 750 mililitru, vláhová jistota na úrovni 10 (Vyhláška MZe, 327/1998 Sb.).

Klima, a s tím spojené počasí, patří mezi faktory, které velmi ovlivňují dané území. Na základě klimatických regionů. Proto se lze lépe připravit na s tím spojené možné problémy z pohledu erozního působení a i jiných problémů, které se mohou v dané lokalitě v závislosti na dešťových srážkách projevit (Schneider, 2011).

Na žádném z hodnocených půdních bloků, které jsou patrné na obrázku 13, se nevyskytují mělké půdy. V zájmovém území se dle BPEJ vyskytují kombizemě. Tyto půdy jsou charakteristické právě pro nadmořskou výšku, která převažuje v zájmovém území, a to cca 600 metrů nad mořem. Tyto údaje byly získané z BPEJ (Šarapatka, 2002).



Obrázek 18 – Přehledná mapa hodnocených půdních bloků

V bakalářské práci byly k vyhodnocování zvolené tyto půdní bloky:

- půdní blok č. 8901/14 – orná půda,
- půdní blok č. 9002/8 – orná půda,
- půdní blok č. 9003/4 – orná půda,
- půdní blok č. 9003/15 – orná půda,
- půdní blok č. 9003/19 – orná půda,
- půdní blok č. 9102/20 – orná půda,
- půdní blok č. 9102/27 – orná půda,
- půdní blok č. 9102/31 – orná půda,
- půdní blok č. 9102/38 – trvalý travní porost,
- půdní blok č. 9905/5 – orná půda.

Výše uvedené pozemky jsou zobrazené na obrázku 18, kde jsou zakreslené jednotlivé půdní bloky a jejich rozložení v daném katastrálním území včetně jejich označení. Tyto konkrétní pozemky byly zvoleny z důvodu získání osevních postupů od obhospodařujících subjektů v minulých letech. Tyto půdní bloky byly také zvoleny i z důvodu, že na nich hospodaří

členové rodiny diplomanta a nachází se v zájmovém území, ve kterém autor žije a zná místní obyvatele, od nichž byly získány potřebné informace.

5.1 Faktor vegetačního krytí

Pro konkrétní půdní bloky byl faktor ochranného vlivu vegetace vypočítán jako průměrná hodnota C faktoru plodin pěstovaných v jednotlivých letech, viz tabulka 2. V ní jsou vidět jednotlivé plodiny pěstované na konkrétních půdních blocích během sledovaných let.

Výměra v ha	Půdní bloky X	Osevní plodiny pro jednotlivé roky						
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
14,63	9102/20	mák	ječmen ozimý	řepka	pšenice ozimá	mák	ječmen ozimý	řepka
15,24	9102/27	řepka	pšenice ozimá	mák	ozimní ječmen	řepka	pšenice ozimá	mák
0,83	9003/15	mák	ječmen ozimý	kmín	mák	ječmen ozimý	řepka	pšenice ozimá
0,99	9102/31	mák	Pšenice	řepka	pšenice	mák	ječmen jarní	oves
1,41	9002/8	pšenice ozimá	Mák	ječmen ozimý	kmín	mák	ozimý ječmen	řepka
17,77	9905/5	řepka	Pšenice	tritikále	řepka	pšenice	kmín	jetel
1,86	8901/14	řepka	pšenice jarní	pšenice ozimá	mák	oves	mák	ozimý ječmen
2,78	9102/38	tráva s leguimi nozáma	tráva s leguimi nozáma	tráva s leguimi nozáma	tráva s leguimi nozáma	tráva s leguimi nozáma	přechod na ttp	ttp
1,39	9003/19	mák	ozimý ječmen	řepka	pšenice ozimá	mák	ozimý ječmen	řepka
4,31	9003/4	řepka	ječmen jarní	pšenice ozimá	jarní ječmen	řepka	mák	jetel

Tabulka 2 – Vyšetřené plodiny do roku 2015 do roku 2021 (zdroj místní zemědělci)

Hodnoty základních plodiny byly převzaty z metodiky Janeček 2012. Nejvyšší hodnotu má plodina mák. Tato plodina má nejnižší ochranný vliv vegetace. U pšenice ozimé byla za faktor C pro výpočty zvolena hodnota 0,12. Jetel i tráva s leguminozámami (bobovitými) je považována za pícniny víceleté, a tudíž dostaly přiřazenou hodnotu 0,01. Kmín vzhledem ke svým vlastnostem a růstovým chlum dostal přiřazenou hodnotu 0,22. Tritikále je plodina původem křížencem žita a pšenice, proto pro výpočty byla zvolena hodnota z prostředku intervalu těchto dvou plodin, tedy hodnota faktor C pro tritikále je 0,15. Pro jednoletý jetel byla zvolena hodnota faktor C rovna 0,02.

5.2 Ztráta půdy

V tabulce 3 jsou uvedeny konkrétní hodnoty průměrné roční ztráty půdy jednotlivých půdních bloků, které byly zjištěny z původně poskytnutých informací od obhospodařujících subjektů za sledované období.

KOD DPB	Kultura	Rozloha (ha)	G (t.ha ⁻¹ rok ⁻¹)
8901/14	standardní orná půda	1,86	3,19
9002/8	standardní orná půda	1,41	10,09
9003/15	standardní orná půda	0,83	3,02
9003/19	standardní orná půda	1,39	12,46
9003/4	standardní orná půda	4,31	1,82
9102/20	standardní orná půda	14,63	10,98
9102/27	standardní orná půda	15,24	4,41
9102/31	standardní orná půda	0,99	2,74
9102/38	travní porost (na orné půdě)	2,78	0,32
9905/5	standardní orná půda	17,75	3,82

Tabulka 3– Průměrná roční ztráta půdy v jednotlivých půdních blocích bez protierozního opatření

Dle nové vyhlášky z roku 2021, konkrétně Vyhláška o ochraně zemědělské půdy před erozí č. 240/2021, příloha č. 2, udává, že přípustná ztráta půdy pro zájmové území je devět tun na hektar za rok. Pokud bychom se řídili touto vyhláškou, zjistili bychom, že v zájmovém území máme ohrožené 3 pozemky vodní erozí. Jedná se o půdní blok č. 9002/8 u kterého vychází roční ztráta půdy na 10,9 tuny z hektaru na rok, tudíž má nejmenší ztrátu půdy z ohrožených půdních bloků. Druhý půdní blok je půdní blok s číslem 9003/19, u kterého je hodnota ztráty půdy 12,46 tuny z hektaru během jednoho roku, čímž se jedná o nejohroženější pozemek ve sledovaném území. Zároveň však má nejmenší rozlohu ze sledovaných ohrožených pozemků. Na třetím půdním bloku č. 9102/20 vychází ztráta půdy na 10,98 tun z hektaru za rok. Toto by byla situace v zájmovém území, pokud bychom brali v potaz vyhlášku platnou od 23. června roku 2021, která vyšla v účinnost od 1. července roku 2021.

V pokračování této práce však budeme brát v potaz hodnocení půdy z bakalářské práce, kdy nebyla tato vyhláška v platnosti a stanovená hodnota ohroženosti půdy byla stanovena na maximální hodnotu ztráty půdy během jednoho roku na jeden hektar 4 tuny za rok dle Janečka.

Proto mezi hodnocené půdní bloky musíme zařadit i čtvrtý půdní blok s číslem 9102/27. Jedná se o půdní blok, který má průměrnou ztrátu půdy 4,41 tuny půdy na hektar na jeden rok.

Výše zmíněné informace jsou k vidění v tabulce 3, kde lze vyhledat jednotlivá čísla půdních bloků, typ kultury, rozlohu v hektarech a průměrnou roční ztrátu půdy na jeden hektar za rok při současném typu hospodaření.

6. Návrh protierozního opatření proti vodní erozi

Do návrhu protierozního opatření byly vzaty čtyři ohrožené půdní bloky vodní erozí, a to půdní blok č. 9002/8, č. 9003/19, č. 9102/20 a č. 9102/27 a to na základu výsledků rovnice USLE a terénního zkoumání. Dále byl přibrán i půdní blok č. 9003/4, i když na základě rovnice USLE se nejedná o ohrožený půdní blok, ale dle výpovědi majitele usedlosti pod tímto půdním blokem, viz níže, bylo vytvořeno TPEO i na tento půdní blok.

6.1 Změna organizačního protierozního opatření

Jako první volba byla změna organizačního a agrotechnického charakteru. A to z důvodu nejjednoduššího a nejčastěji podporovaného způsobu boje proti vodní erozi.

Toto opatření zahrnuje změnu osevních postupů, včetně doporučení pěstování konkrétních plodin na daných půdních blocích. Pro doporučení správného osevního postupu se vychází z úprav faktoru vegetačního krytí, kdy se hodnota pro maximální faktor C_p (rovnice 2) získá z upravení univerzální rovnice ztráty půdy.

Upravená rovnice pro výpočet maximální přípustné ztráty C_p zní:

$$C_p \times P_p = G_p / (R \times K \times LS).$$

Rovnice 2 – Vzorce pro výpočet faktoru C_p (VÚMOP, 2017)

Pro jednotlivé ohrožené půdní bloky byl za pomoci rovnice 2 zjištěn nový maximální faktor C , který nesmí být překročen, aby dané půdní bloky nebyly ohroženy vodní erozí.

Při výpočtu byly dosazovány následující faktory takto:

- G_p – průměrná dlouhodobá ztráta půdy byla stanovena na 4 [t.ha⁻¹.rok⁻¹],
- P_p – faktor protierozních opatření byl stanoven na hodnotu 1 (na daných půdních blocích nejsou žádná protierozní opatření),
- R – faktor erozní účinnosti dešťových srážek byl rovno 40 [MJ.ha⁻¹.cm.h⁻¹] (Janeček, 2002),
- K – faktor erodovatelnosti půdy, který vyjadřuje náchylnost půdy k erozi (čerpán z bakalářské práce),
- LS – faktor délky a sklonu svahu (čerpán z bakalářské práce).

Jednotlivé faktory jsou viditelné v tabulce 4, kde jsou v posledním sloupci dány nové maximální faktory C_p pro jednotlivé půdní bloky. Tyto faktory je nutné dodržet, aby přípustná ztráta půdy byla v toleranci 4 [t.ha⁻¹.rok⁻¹].

Tato hodnota slouží k orientačnímu určení nového vhodného osevního postupu. Výpočty pro tuto hodnotu proběhly za pomoci programu MS Excel. Čím nižší bude v novém osevním postupu hodnota faktoru C , tím lepší bude zajištěna protierozní ochrana.

Půdní blok	R	K	LS	P	G_p	C_p
9102/20	40	0,338	2,886	1	4	0,103
9102/27	40	0,32	1,299	1	4	0,241
9003/19	40	0,32	3,597	1	4	0,087
9002/8	40	0,32	2,905	1	4	0,108

Tabulka 4– Tabulka pro faktor C_p

V bakalářské práci (Fikar, 2021) byly hodnoty ochranného krytu vegetace zjištěny na základě dodaných pěstovaných plodin za dané období.

Na vybraných půdních blocích, které jsou součástí výpočtů, hospodaří menší zemědělci, kteří nemají úplně pravidelný osevní postup (tabulka 2), avšak na základě těchto údajů byl odvozen současný čtyřletý osevní postup na zájmových blocích, který je k vidění v tabulce 6. Tento osevní postup byl konzultován se zemědělci, kteří hospodaří na daných půdních blocích.

Další postup byl opět konzultován se zemědělci. Došlo k probrání současné situace a navázání na spolupráci, která byla zahájena během psaní bakalářské práce Fikar, 2021.

Během této spolupráce bylo zjištěno několik zásadních věcí. Daní zemědělci z důvodu složité situace kolem plodiny kmín, ukončili jeho pěstování na všech svých půdních blocích. Jedná se o situaci, která se týká nezájmu o tuto plodinu odběratelů, složité ošetřování této plodiny a zvýšené finanční náklady, které tuto plodinu provází během i po sklizni.

Dále bylo zjištěno, že došlo k rozšíření živočišné výroby u těchto subjektů a bohužel i ke ztrátě pachtů velké části trvalých travních porostů. Z tohoto důvodu mi bylo sděleno, že musí přistoupit k většímu osévání orné půdy travinami, aby zajistili dostatek krmné píče pro živočišnou výrobu, která se z velké části skládá z chovu ovcí a chovných masných stád skotu. Dále bylo uvedeno, že z tohoto důvodu došlo k lehkému omezení pěstování plodiny máku a zcela omezení pěstování pšenice z důvodu její velké náročnosti na dusíkatá hnojiva, která jsou v tuto chvíli cenově velmi nákladná, a jako krmivo pro hospodářská zvířata je vhodnější ječmen a oves.

Během získávání informací bylo zjištěno, že nemají striktně dáno, jak jsou prováděny agrotechnické postupy. Jak pro staré, tak pro nové osevní postupy, nelze stanovit přesná pěstební období, protože jsou aplikovány různé odrůdy plodin (rané odrůdy, pozdní odrůdy) a v zájmovém území jsou pěstební období závislá na aktuálních povětrnostních podmínkách a nelze proto určit přesné datum začátků jednotlivých období. Vzhledem k situaci v zájmovém území dochází k různému zpracování půdy (orba, podmítka). Z toho důvodu se C faktory pro půdní bloky počítají z průměrných hodnot, z Janečka 2012 jako v bakalářské práci diplomanta.

Pro jednotlivé plodiny zvoleny tyto faktory C, které jsou k vidění v tabulce 5.

Plodina	C faktor	Plodina	C faktor
Ječmen jarní	0,15	Oves	0,1
Ječmen ozimí	0,17	Pšenice	0,12
Jetel jednoletý	0,02	Řepka	0,22
Jetel víceletý	0,01	Tráva s leguminozáma	0,02
Kmín	0,22	Trikitále	0,15
TTP	0,005		
Mák	0,5		

Tabulka 5 – C faktor jednotlivých plodin pěstovaných na půdních blocích

Při stanovení nového osevního postupu se vycházelo z rovnice 2 v této práci, podle které platí, že přípustná ztráta půdy na hektar nepřekročí čtyři tuny za rok. Celý nový osevní postup byl koncipován tak, aby byly zapracovány získané informace od hospodařících subjektů a aby nové osevní postupy pro jednotlivé bloky splnily podmínku $C < C_p$.

Nový osevní postup byl koncipován jako čtyřletý, stejně tak jako byl plán původní. Nový osevní plán je vidět v tabulce 6, kde je porovnán starý a nový osevní plán včetně starého faktoru C a nového faktoru C po změně osevních postupů.

V novém osevním plánu byl zohledněn zájem o krmivo pro živočišnou výrobu, byl tedy zahrnut dvouletý jetel, který zároveň má skvělé schopnosti v boji proti vodní erozi. Dále byla po jetelovině zvolena vždy ozimá plodina. Následně bylo dodržováno střídání různých druhů plodin, aby se na daných půdních blocích nevyskytovaly stejné druhy plodin za sebou při dodržování osevního postupu.

Pokud budou tyto osevní postupy pro dané půdní bloky dodržovány, zabrání to dle matematických výpočtů vzniku vodní eroze, která bude v maximálním množství do čtyř tun na hektar za rok. A pokud budou aplikována s jednoletým posunem, dojde i k optimalizaci pěstovaných plodiny, budeme-li pohlížet pouze na tyto půdní bloky.

Půdní blok	Osevní postup	Rok				C
		I.	II.	III.	IV.	
9102/20 $C_p = 0,103$	původní	pšenice ozimá	mák	ječmen ozimý	řepka	0,253
	nový	jetel		řepka	ječmen ozimý	0,098
9102/27 $C_p = 0,241$	původní	pšenice ozimá	mák	ječmen ozimý	řepka	0,253
	nový	pšenice ozimá	mák	řepka	oves	0,235
9003/19 $C_p = 0,087$	původní	pšenice ozimá	mák	ječmen ozimý	řepka	0,253
	nový	jetel		řepka	oves	0,085
9002/8 $C_p = 0,108$	původní	Kmín	mák	ječmen ozimý	řepka	0,278
	nový	jetel		ječmen ozimý	řepka	0,103

Tabulka 6 – C faktor jednotlivých plodin pěstovaných na půdních blocích

6.2 Technická protierozní opatření

Pokud bychom chtěli na zkoumaných půdních blocích pokračovat ve stávajícím osevním postupu, je nutné na tyto půdní bloky aplikovat technická protierozní opatření tak, aby odpovídala současné situaci a pomohla k boji proti vodní erozi. Při vytváření vhodných technických protierozních opatření je potřeba přihlížet k dané situaci v místě vytváření TPEO, v našem případě to lze částečně vidět na fotografiích v přílohách této práce.

Při navrhování technických protierozních opatření se vycházelo z maximální délky svahů, která zajistí, že délka svahu nepřekročí maximální hodnotu, ve které dostane voda takovou rychlost a sílu, aby ohrožovala daný pozemek, kapitola 3.3.1, z možnosti infiltrace dešťových srážek do půdy dle hydrologických skupin, kapitola 6.3.2. Dále byly zkoumány meliorace v daném území, což je vidět v kapitole 6.3.3.

Během hodnocení vhodných technických opatření, byly provedeny i terénní průzkumy. Byly uskutečněny na všech půdních blocích v zájmovém území, i na těch, které dle rovnice USLE nebyly erozně ohroženy, a to z důvodu potvrzení daných výsledků, které se mohly během uplynulé doby lišit (mluvíme o době mezi psaním bakalářské a diplomové práce). Dále byl proveden i terénní průzkum v okolí daných půdních bloků z důvodu správného zhodnocení celkové situace v území, možnosti odvodu srážkových vod a možnosti škod, které může vodní eroze napáchat. Tyto informace budou vhodně uvedeny v následující části práce.

Dále byly zpracovány i informace od místních obyvatel, zejména od starousedlíků z obce Radostín, kteří pamatují i hospodaření za státních statků a znají místní vývoj krajiny.

Během získávání informací od obyvatel obce bylo zjištěno a téměř potvrzeno, že výsledky rovnice USLE jsou správné. Dle rozhovoru s panem starostou (ve funkci 20 let) byly potvrzeny výsledky o ohroženosti půdních bloků. Dle jeho slov ale dochází ke škodám většinou jen na daných pozemcích, nikoli na škodu na majetku jiných osob. Krom jednoho

případu, který on si pamatuje. A to, že na půdním bloku č. 9002/8 došlo k uvolnění sedimentu v takové míře, že došlo přenosu sedimentu na obecní cestu, která se nachází pod daným pozemkem. Tento problém byl vyřešen bezprostředně po incidentu zemědělským subjektem, který cestu uvedl do původního stavu. Další získané informace budou uvedeny postupně v následujících kapitolách.

6.3 Přípustná délka svahu na ohrožených pozemcích

Další řešenou proměnnou, kterou lze upravovat v univerzální rovnici ztráty půdy je faktor délky svahu. V následující části bude vypočtena maximální délka svahu na ohrožených půdních blocích tak, aby maximální přípustná ztráta půdy nepřekročila čtyři tuny na hektar během jednoho roku. Pokud by délka svahu překročila vypočítanou délku, pak se bude pozemek považovat za erozně ohrožený.

Pro výpočet maximální přípustné délky svahu je nutné nejprve vypočítat L_p , dle rovnice 3:

$$L_p = G_p / (S * K * C * P * R).$$

Rovnice 3 – Vzorec pro L_p (Wischmeier et al., 1978)

V bakalářské práci Fikar, 2021 nebyl počítán S faktor samostatně ale jako součást LS a proto musel být nyní vypočítán zvlášť, aby bylo možné tuto hodnotu dosadit do vzorce, dle Janečka viz níže:

Vzorce pro výpočet faktoru S:

a) $S = 10,8 \sin \theta + 0,03$ pro sklon < 9 %

b) $S = 16,8 \sin \theta - 0,05$ pro sklon ≥ 9 %.

Rovnice 4 – Vzorec pro výpočet S (Janeček, 2012)

Z rovnice 4 vyšly hodnoty viditelné v tabulce 7, včetně všech použitých faktorů.

Půdní blok	R	K	C	s (%)	s (rad)	S	G
9002/8	40	0,32	0,271	8,874	0,089	0,985	10,09
9003/19	40	0,32	0,253	9,111	0,091	1,024	12,46
9102/20	40	0,338	0,253	8,058	0,080	0,897	10,98
9102/27	40	0,32	0,253	6,210	0,062	0,699	4,41

Tabulka 7– Hodnoty pro výpočet L a S

Ze vzorce a) níže pro L faktor se dá odvodit vzorec b) pro výpočet hodnoty L_p .

a) $L = \left(\frac{ld}{22,13}\right)^{0,56}$

b) $L_p = 22,13^Q$

Rovnice 5 – Vzorec pro výpočet L a L_p (Wischmeier et al., 1978)

Přičemž platí, dle literatury, že $P = 0,5$ pro sklony přes 5 %, $P = 0,4$ pro sklony od 3 do 5%, $P = 0,3$ pro sklony od 1 do 3% a $P = 0,2$ pro sklony do 1%. Protože všechny řešené bloky mají sklon nad 5 %, tak za hodnotu P bude dosazeno 0,5. Proměnná Q představuje převrácenou hodnotu P , v případě této práce se tedy jedná o hodnotu 2.

V tabulce 8 jsou vypočítané hodnoty maximálního přípustného L faktoru. Zároveň jsou uvedeny maximální přípustné délky svahů s aktuální délkou svahu. Podíl těchto délek zaokrouhlený na celé číslo by měl představovat orientační počet technických opatření, které zajistí bloku maximální přípustnou ztrátu půdy při současném hospodaření, současnými osevními postupy.

Půdní blok	L	Lp	l (m)	lp (m)	Počet navržených opatření
9002/8	2,954	1,171	130,749	51,833	2
9003/19	3,756	1,206	166,246	53,370	3
9102/20	3,577	1,303	158,302	57,669	2
9102/27	1,947	1,766	86,179	78,167	1

Tabulka 8 – Porovnání nových a starých délek svahů, možné množství TPO

Nelze však tvrdit, že výsledky z tabulky 8, konkrétně počet navrhovaných technických protierozních opatření, je výsledný počet TPEO na daných půdních blocích. Je potřeba brát na vědomí současný stav na daném území tak, aby byl zvolen správný typ a počet TPEO.

6.3.1 Možnost zasakování

Před vytvářením technických protierozních opatření je vhodné zjistit, jaké hydrologické skupiny půd se nacházejí na daných půdních blocích.

Jako vhodné půdy se k zasakování srážek a tím zmenšení povrchového odtoku, jeví půdy s vhodnými hydrologickými vlastnostmi.

Poměr v odtoku a v infiltraci dešťových srážek na půdní povrch je jedním z hlavních parametrů. Tento parametr ovlivňuje vodní režim půd a jejich stabilitu na svazích (Rejšek a Vácha, 2018).

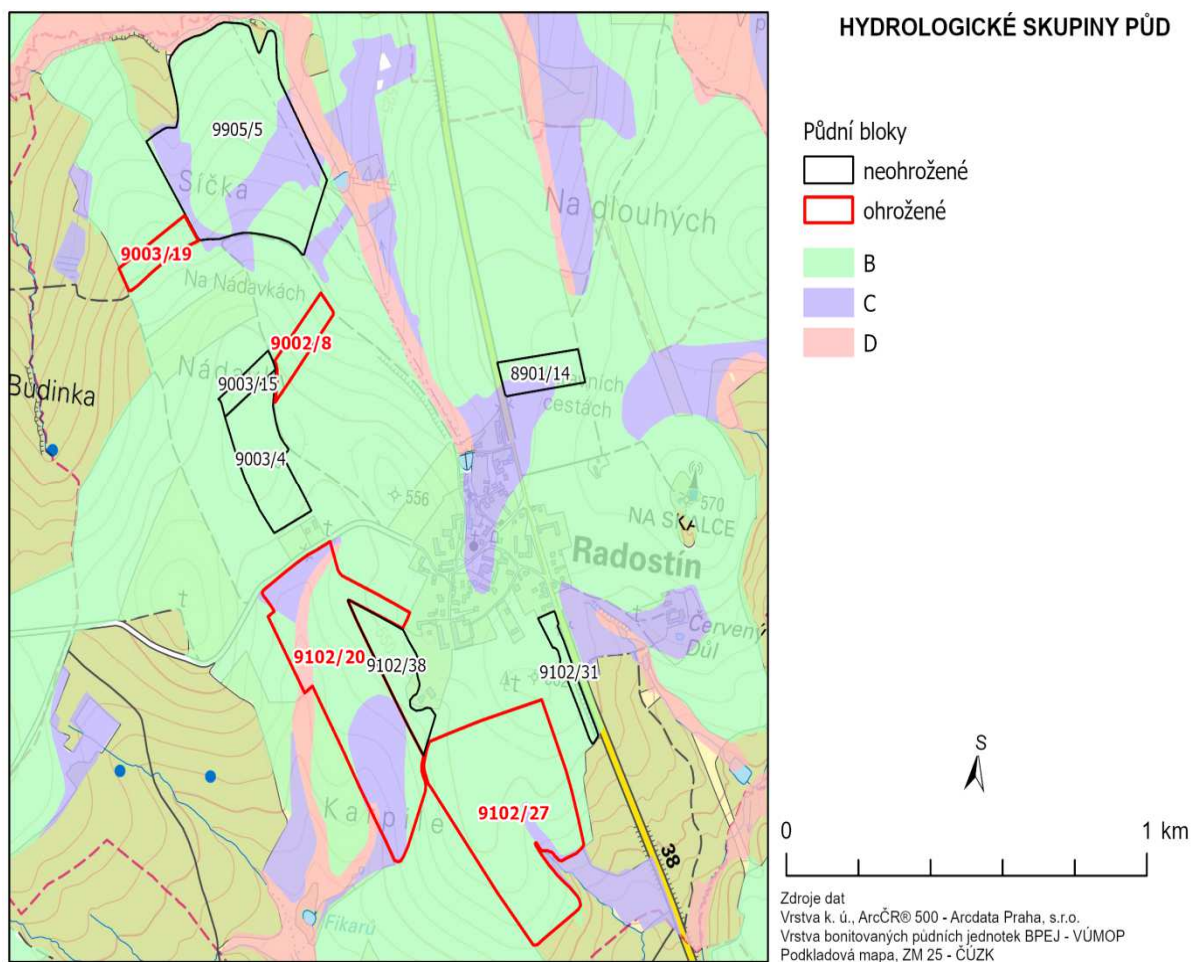
Hydrologické vlastnosti půd jsou rozděleny do skupiny A, B, C a D. Jako vhodné skupiny pro vsakování se jeví skupina A a B. Charakteristiku těchto skupin lze vidět v tabulce 9 (Janeček, 2012).

Pro rozdělení do hydrologických skupin se vycházelo z kódu BPEJ, přesně z hlavní půdní jednotky. Tabulka pro určení hydrologických skupin v závislosti na BPEJ je k vidění v příloze.

Hydrologická skupina	Hydrologická charakteristika vlastností půd
A	Půdy s vysokou rychlostí infiltrace ($> 0,12 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně hluboké, dobře až nadměrně odvodněné písky nebo šterky
B	Půdy se střední rychlostí infiltrace ($0,06\text{--}0,12 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně pudy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité
C	Půdy s nízkou rychlostí infiltrace ($0,02\text{--}0,06 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně pudy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu a pudy jílovitohlinité až jílovité
D	Půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace ($< 0,02 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně jíly s vysokou bobtnavostí, pudy s trvale vysokou hladinou podzemní vody, pudy s vrstvou jílu na povrchu nebo těsně pod ním a mělké pudy nad téměř nepropustným podložím

Tabulka 9 – Hydrologické skupiny půd a jejich charakteristiky (Janeček, 2012)

Na obrázku 19 je viditelné, že v oblasti půdních bloků, které jsou ohrožené erozí, se v potřebných lokalitách vyskytují půdy typu C a D, které nejsou vhodné k vsakování vody. Objevují se i skupiny půd typu B, které bohužel nejsou v žádané lokalitě, což komplikuje aplikaci protierozních opatření, jako jsou mokřady. V zájmovém území se nevyskytují půdy typu A, které jsou nejvhodnější v zasakování.



Obrázek 19 – Mapa hydrologických skupin půd v zájmovém území

6.3.2 Meliorace – oblast odvodnění ID 125901/122829

Během terénního průzkumu bylo zjištěno, že na půdních blocích č. 9003/19 a 9002/8 nejsou viditelné žádné náznaky existence meliorací. Tato informace byla potvrzena starousedlíky a nebyla ani nalezena žádná informace z dostupných zdrojů.

Zcela jiný výsledek byl u půdních bloků č. 9102/20 a 9102/27. Během terénního průzkumu byly nalezeny pozůstatky meliorizačních staveb a tato informace byla potvrzena i starousedlíky.

Na půdním bloku 9010/20 byl během terénního průzkumu odhalen propustek pod silnicí, která jej dělí od sousedního bloku, jedná se o obrázek 20. Tento propustek je již v nevyhovujícím stavu, dle slov pana Fikara (77 let) na každé straně propustku byla asi 1m hluboká „díra“ do kterých ústily drenáže z výše položeného pozemku a převáděly vodu na zájmový půdní blok, kde byla opět za pomoci drenážního systému odváděna. V současné chvíli je viditelná betonová trubka pod silnicí (průměr cca 0,75 m) a zasypané „díry“ na obou stranách (cca 0,5×0,75×1 m (tato hloubka je odhadována)), dále pozůstatky betonového opevnění okrajů stavby (betonové dílce, překlady). Tato stavba je vyznačena bodem č. 5, na obrázku 24.



Obrázek 20 – Pozůstatek propustku/ meliorační stavby – půdní blok 9102/20

Dalším viditelným melioračním důkazem je bod 3 a 2, na obrázku 24. Jedná se o počáteční šachty drenážního systému (potvrzeno panem Fikarem, 77 let). Jak je vidět na obrázku 21 nelze přesně říci, co se nachází na dně daných objektů. Objekty jsou zcela zasypané, viditelné je pouze vnější opevnění z železobetonu. Dané objekty se již nenachází na zájmovém půdním bloku, ale v rámci širšího průzkumu byly nalezeny a následně bylo zjištěno, že jsou součástí drenáží, které vedou přes zájmový půdní blok.



Obrázek 21 – Pozůstatek počátku meliorační stavby – bod 5 na obrázku 19

Další vyznačený bod s číslem 1 na obrázku 24 byl vyznačen na základě informací od majitele daného pozemku. Majitel potvrdil, že dle jeho informací, se zde nacházel začátek drenáží, neboť v daném místě začínal mokřad. V tuto chvíli je zde viditelné značné podmáčení půdy, s výskytem rákosových rostlin, obrázek 22. Vlhká půda značí, že drenážní systém není již zcela funkční.



Obrázek 22 – Počátek drenážního systému, bod 1 na obrázku 24

Na obrázku 24 je dále vyznačen bod 4. Jedná se o objekt, kde se setkává drenážní systém a modrou barvou označená předpokládaná linie zatrubnění. Tyto linie a bod 4 byly vyznačeny tak, jak byly popsány starousedlíkem z obce. Dle jeho slov se na bodu 4 vyskytovala „studna se sedimentačním prostorem“, kde se sbíhaly drenáže a docházelo k usazování možného kalu. V současné době již tento objekt není funkční, v terénu ani není patrný.

Dále je na obrázku 24 vyznačen bod 6, který se nenachází na zájmovém půdním bloku, ale v těsné blízkosti na trvalém travním porostu pod tímto půdním blokem. V terénu je dobře viditelný a rozpoznatelný. Jedná se o „vyústění“ drenážního systému na povrch. Dle slov pana Bárty (91 let) došlo k nečekanému propadu půdy a vyústění drenážního systému, jehož plánované ukončení bylo na konci údolí, do bezejmenného potoka. Na tomto místě dochází k rozlivu vody (mokřad), vzniká vlhké prostředí s výskytem rákosnatého porostu a výskytem obojživelníků. Následně je odtok soustředěn do tůň (obrázek 23), které se nachází na trvalém travním porostu pod zájmovým půdním blokem.

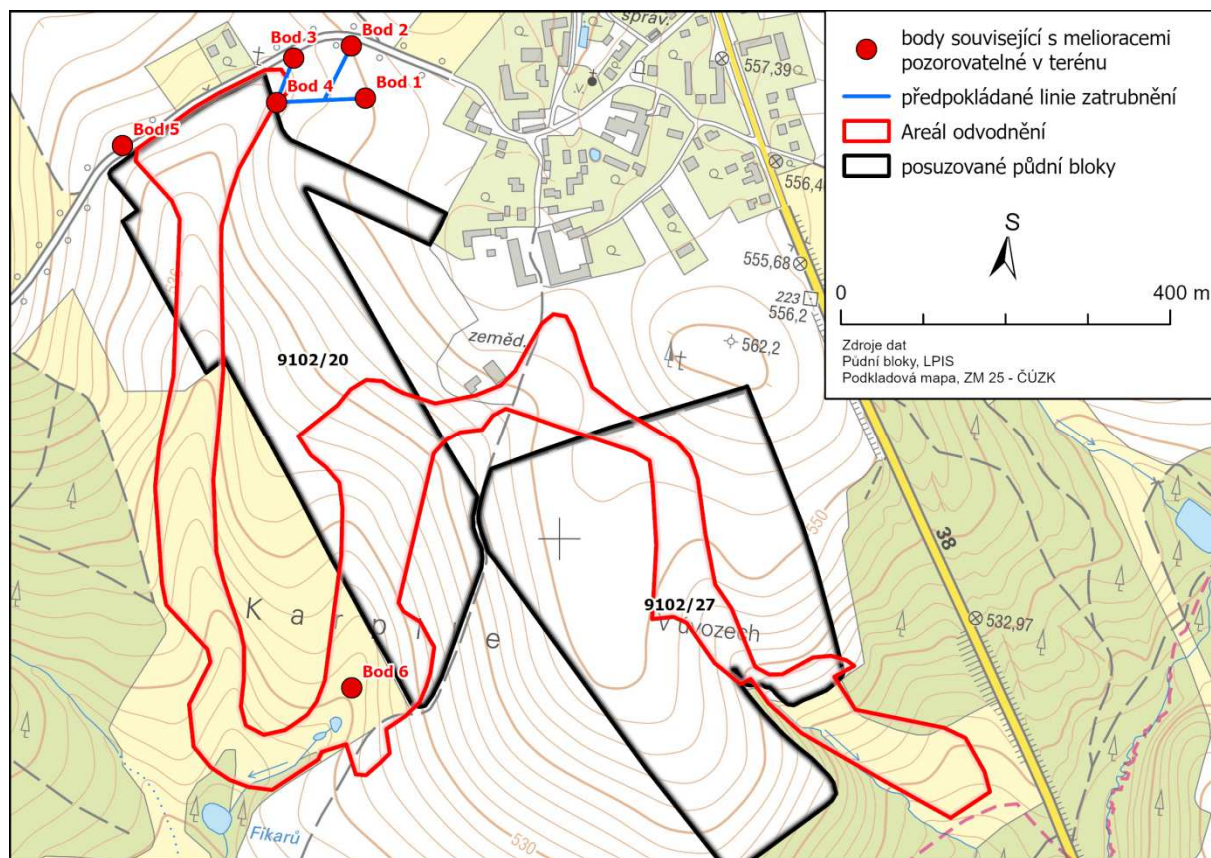


Obrázek 23 – Vyústění drenážního systému, mokřad, bod 6 na obrázku 24 (blízký pohled a pohled s existující tůň)

Při dalším zjišťování informací byly informace od starousedlíků doplněny údaji dostupnými v informačním systému melioračních staveb (VÚMOP). Jedná se o areál odvodnění, který je na obrázku 24 vyznačen červeně. Areál odvodnění je území, kde se vyskytují meliorační stavby bez přesného určení v mapě.

Dle informací dostupných z Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v. v. i přes oba zájmové půdní bloky prochází tato meliorační stavba:

- areál odvodnění
- ID 125901/122829
- kód ZV010
- celková kapacita 61,00
- rok výstavby 1979.



Obrázek 24 – Celkový pohled na meliorace – půdní blok č. 9102/20 a 9102/27

Jak již bylo výše zmíněno, zájmovým územím prochází areál odvodnění ID 125901/122829, který vede přes celou oblast, viditelné na obrázku 24. Ovšem dle informací od pana Fikara (77 let) a pana Bárty (staršího 91 let) se dříve na zájmových půdních blocích vykytovala soustava rybníků s názvy Rákosňák a Mácháč s otevřeným vodním korytem, které byly obklopeny trvalými travními porosty, jež bylo možné obdělávat jen v určitém období, jinak nebyly průjezdné z důvodu vysoké vlhkosti.

Na základě těchto informací, byly hledány starší mapy tohoto území. Pro ilustraci jsem zvolil mapu stabilního katastru z roku 1938, která je viditelná na obrázku 24 (stabilní katastr, SMO 5, státní mapa 1 : 10 000)

Šedá barva na této mapě vyznačuje lesní porosty, světle zelená barva trvalé travní porosty, tmavší zelená se šrafováním vlhké louky, na loukách jsou vyznačené i stromy, modrou barvou vodní plochy, tenkou čarou přes a kolem vlhkých luk jsou patrné vodní toky.

Dle této mapy, která byla zasazena na současný katastr tak, aby bylo možné vyznačit zájmové území, se oblast, kde se vyskytuje půdní blok č. 9102/20, nazývá Karpile. Tato oblast je velmi bohatá na výskyt luk a vodních ploch. Czerveny je název oblasti, kde se vyskytuje druhý půdní blok č. 9102/27.

Na obrázku 24 je viditelné že na severovýchodní straně půdního bloku 9102/20 se nacházely trvalé travní porosty a vlhké louky. Vlhké louky například na pozemku 126, 129 a 132, kde je viditelné, že přechází vlhká louka přes silnici, kde je podle obrázku 24, bodu 5 v současné

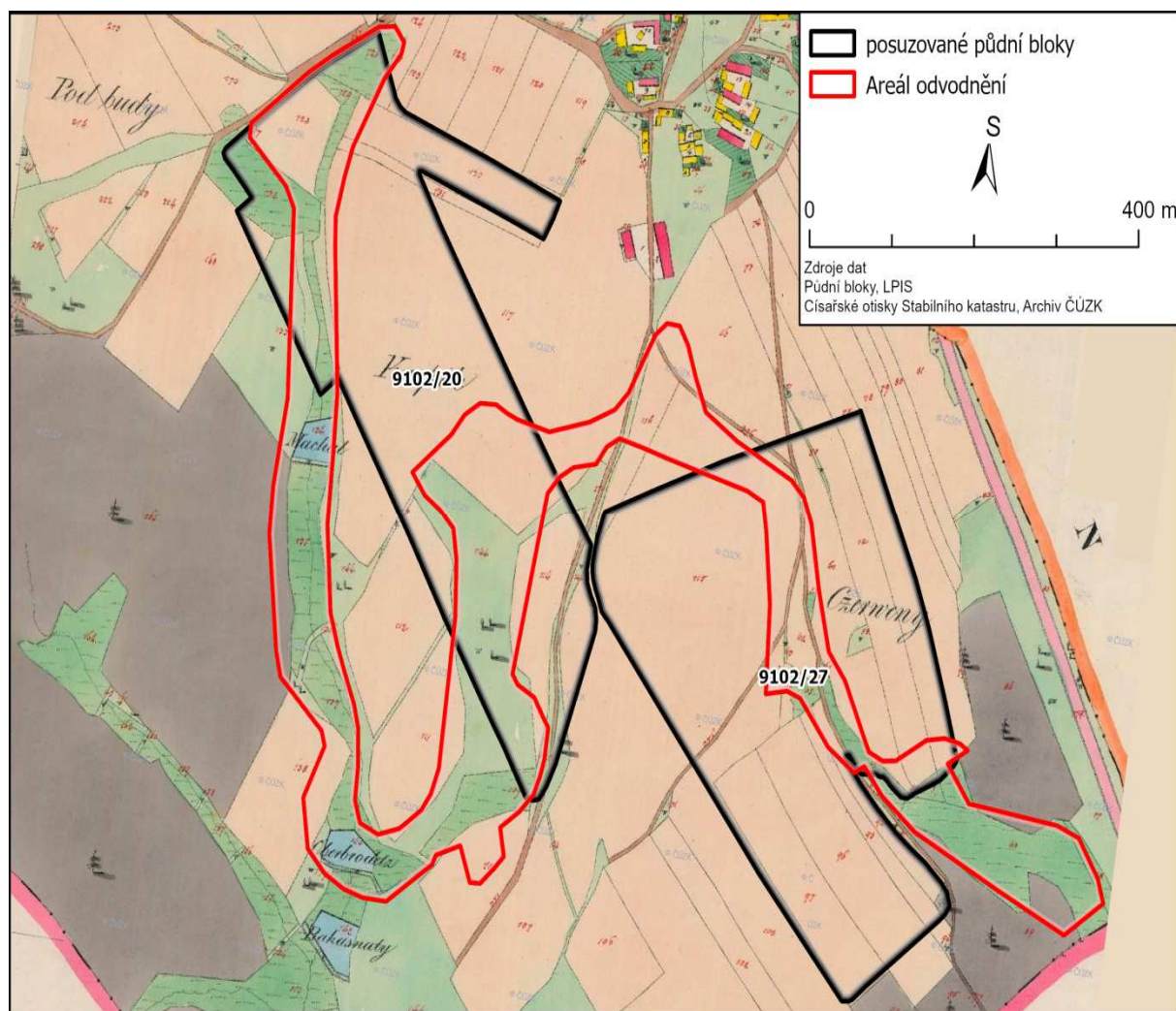
době propustek. Dále je zde viditelné, že na severní části pozemku 133 pramení potok, který je napájen z těchto vlhkých luk. Na vodním toku se nachází průtoční rybník Machal (pozemek 134). Z této vodní plochy pokračuje potok přes vlhké louky do druhého rybníku Oberbroddz (již se nachází mimo zájmový půdní blok), který je součástí kaskády dvou rybníků. Druhým, je rybník Rakosnaty (pozemek 142), odkud pokračuje otevřený potok přes vlhké louky dále do údolí.

Na mapě stabilního katastru jsou například i v jihozápadní části pozemku vyznačené travní porosty se zákresy stromů, následované vlhkými loukami.

Na půdním bloku 9102/27 se nachází, ve středové části vlhká louka, která pokračuje pod zájmový půdní blok. Dále je zde vidět několik původních polních cest, které rozdělovaly půdní blok na více částí.

Do mapy byl přidán areál odvodnění, který byl řešen výše. Na první pohled je z obrázku 25 patrné, že areál odvodnění se naprosto shoduje s historickými mokřými loukami, vodními plochami a trvalými travními porosty v oblasti.

Výše zmíněné informace budou použity při návrhu vhodných technických opatření v oblasti.



Obrázek 25 – Mapa stabilního katastru - půdní blok č. 9102/20 a 9102/27

6.3.3 Technická opatření pro půdní blok 9002/8

Navrženým protierozním opatřením pro tento půdní blok je zatravnění celé plochy. Protože půdní blok má nevhodný tvar, jiná technická opatření by se pro tento půdní blok vzhledem k velikosti a umístění nevyplatila (obrázek 26). Tento půdní blok se nachází poměrně daleko od všech recipientů. Alternativou, pro tento půdní blok je osevňovací postup navržený v kapitole 6.1.



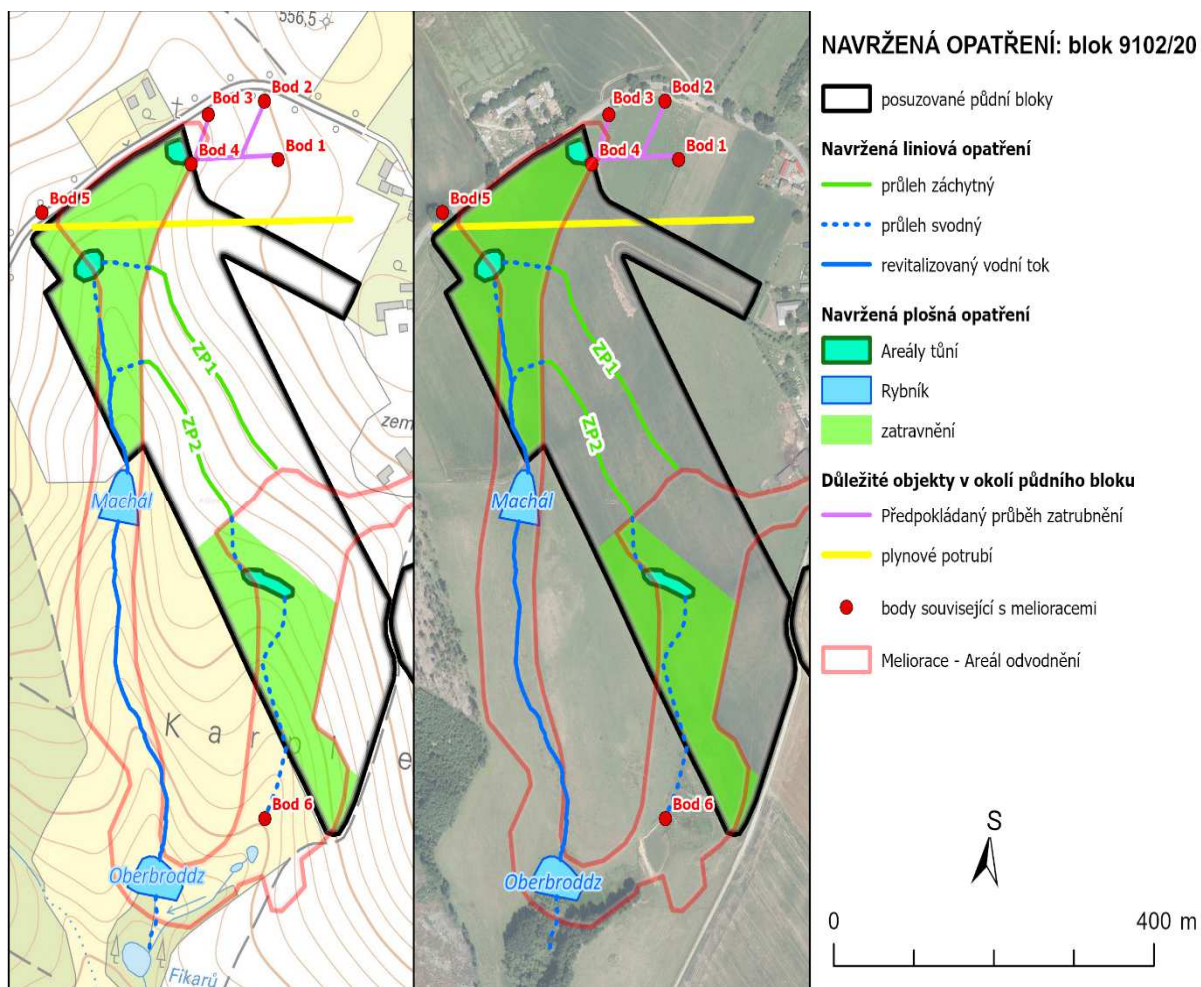
Obrázek 26 – Technická opatření pro půdní blok 9002/8

6.3.4 Technická opatření pro půdní blok 9102/20

V tomto půdním bloku se nachází dvě údolnice (jedna v severní části a druhá v jižní části), které odvádí povrchový odtok do údolí, kde se nachází tůň Fikarů. Tyto půdní bloky jsou tvořeny hydrologickými skupinami půd C a D, a proto by na nich neměly být vytvářeny zasakovací prvky. Obě údolnice jsou odvodňovány meliorizační stavbou ID 125901/122829. Navrženým opatřením je všechny meliorizace v severním údolí odkryt a zatravnit. Tím se stav vrátí do stavu podaného na mapách stabilního katastru, kde jsou v těchto místech zaznamenány vlhké louky. Severním údolím bohužel prochází plynovodní potrubí, které veškeré stavby komplikuje. Do této údolnice ústí i meliorizační stavby nezaznamenané v portálu VUMOP (viz kapitola Meliorace – oblast odvodnění ID 125901/122829). U míst, kde tyto meliorizace ústí na posuzovaný blok (viz body související s meliorizacemi v obrázku 24), je ve spádnicí naplánováno vybudování tůň. V dolní části údolnice byl dříve vodní tok. Tento vodní tok je dobře zaznamenaný například na mapách stabilního katastru a je rozeznatelný i na leteckých snímcích z roku 1975 před zahájením meliorizačních prací. Navržený průběh tohoto vodního toku byl obnovený podle dostupných podkladů (stabilní katastr, SMO 5, státní mapa 1 : 10 000). Podle stabilního katastru se na tomto vodním toku nacházely dvě vodní plochy. Těsně pod posuzovaným půdním blokem byla vodní plocha se jménem Máchal, která je vidět ještě na leteckém snímku z roku 1975. Hráz tohoto rybníku je ve výšce 530 m n. m. Druhá vodní plocha s názvem Oberbroddz je zaznamenaná pouze

v mapách stabilního katastru a nachází se poblíž dnešní vodní plochy Fikarů (dříve Rakosnaty). K této zatravněné ploše v severním údolí se připojují dva sběrné průlehy. Průleh ZP1 je vybudován přibližně ve výšce 342 m n. m., přibližně 58 m od hranice půdního bloku (navrženo podle minimální přípustné délky svahu). V místech, kde ústí do travní plochy je sveden do svodného průlehu, který případnou vodu přivádí do areálu tůní. Je recipientem meliorací ze sousedních půdních bloků. Z této tůně je vybudován jiný svodný průleh, který přebytečnou vodu odvede do prameniště revitalizovaného potoka. Ve výšce přibližně 338 m n. m. je navržen další sběrný průleh ZP2 ve vzdálenosti přibližně 58 metrů po spádnicí od ZP1. Tento sběrný průleh v jednom směru ústí do zatravněné plochy v severní části půdního bloku (kde pokračuje jako svodný průleh ústící do revitalizovaného vodního toku) a druhým koncem do zatravněné plochy v jižní části půdního bloku.

V místech jižní údolnice byly v mapách stabilního katastru (nevlhké) travní plochy bez vodního toku. Meliorizace byly odkryty pouze v místech, kde byly tyto travní plochy, takže meliorizace v horní části údolí zůstanou a nadále tam bude prováděna orba. Voda, která bude přitékat z horní části pole skrze meliorace a z průlehu ZP2, bude zachycena v areálu tůní ve výšce přibližně 333 m n. m. Přebytečná voda bude odvedena svodným průlehem do tůní, které jsou níže v údolí v místech, kde je zaznamenán bod související s meliorizacemi bod 6. Veškeré výše zmíněné protierozní opatření jsou zaznamenány na obrázku 27.



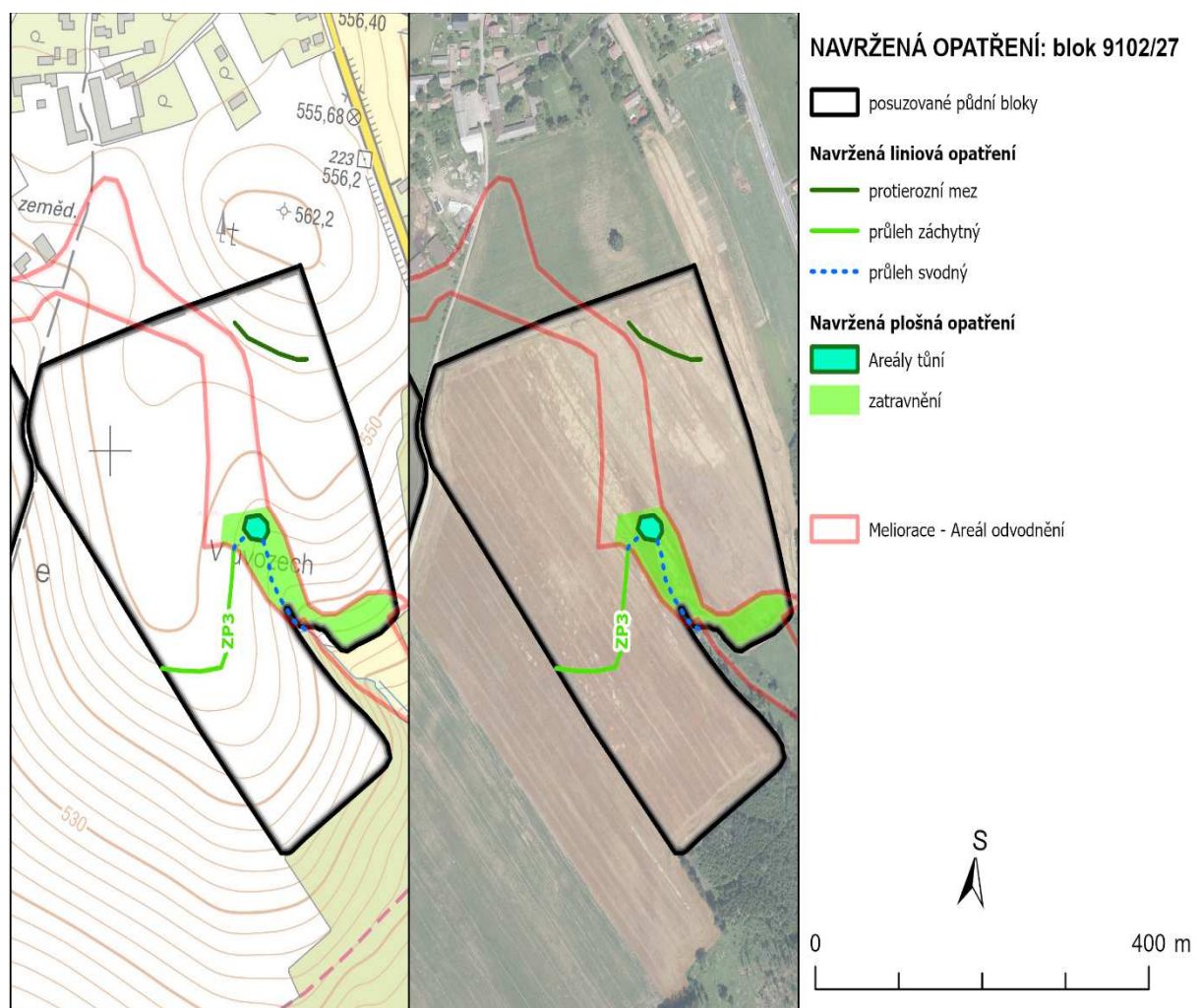
Obrázek 27 – Mapa se zákresy technických opatření – půdní blok č. 9102/20

6.3.5 Technická opatření pro půdní blok 9102/27

Většina povrchového odtoku v tomto půdním bloku je odváděna do údolnice, kde pramení Čubský potok. Také tato údolnice je tvořena půdami nevhodnými pro zasakovací prvky a je odvodňována meliorizační stavbou ID 125901/122829. Odkrytí meliorizací a zatravnění je navrženo opět pouze v dolní části tohoto údolí, neboť je více ohroženo vodní erozí. Odkrytá a zatravněná část meliorizací se opět shoduje s historickým zatravněním. Voda proudící skrze meliorizace z vrchní části údolí je zachycována do areálu tůní, kam je sveden i svodný průleh, který je recipientem sběrného průlehu ZP3, a je veden přibližně v 548 m n. m.

Roh půdního bloku, který je nejseverněji položeným bodem tohoto půdního bloku představuje zároveň nejvyšší bod tohoto půdního bloku. Přibližně 80 metrů (navrženo podle minimální přípustné délky svahu) od tohoto bodu je navržena protierozní mez přibližně ve výšce 555 m n. m. Tato mez je navržena v místech, kde hydrologická skupina půd typu B. Plochy pod ní mezí jsou poměrně rovinnaté (oproti jiným částem bloku) a méně erozně ohrožené, a proto na nich nebyla navržena žádná opatření.

Technická protierozní opatření na tomto půdním bloku jsou viditelná na obrázku 28.



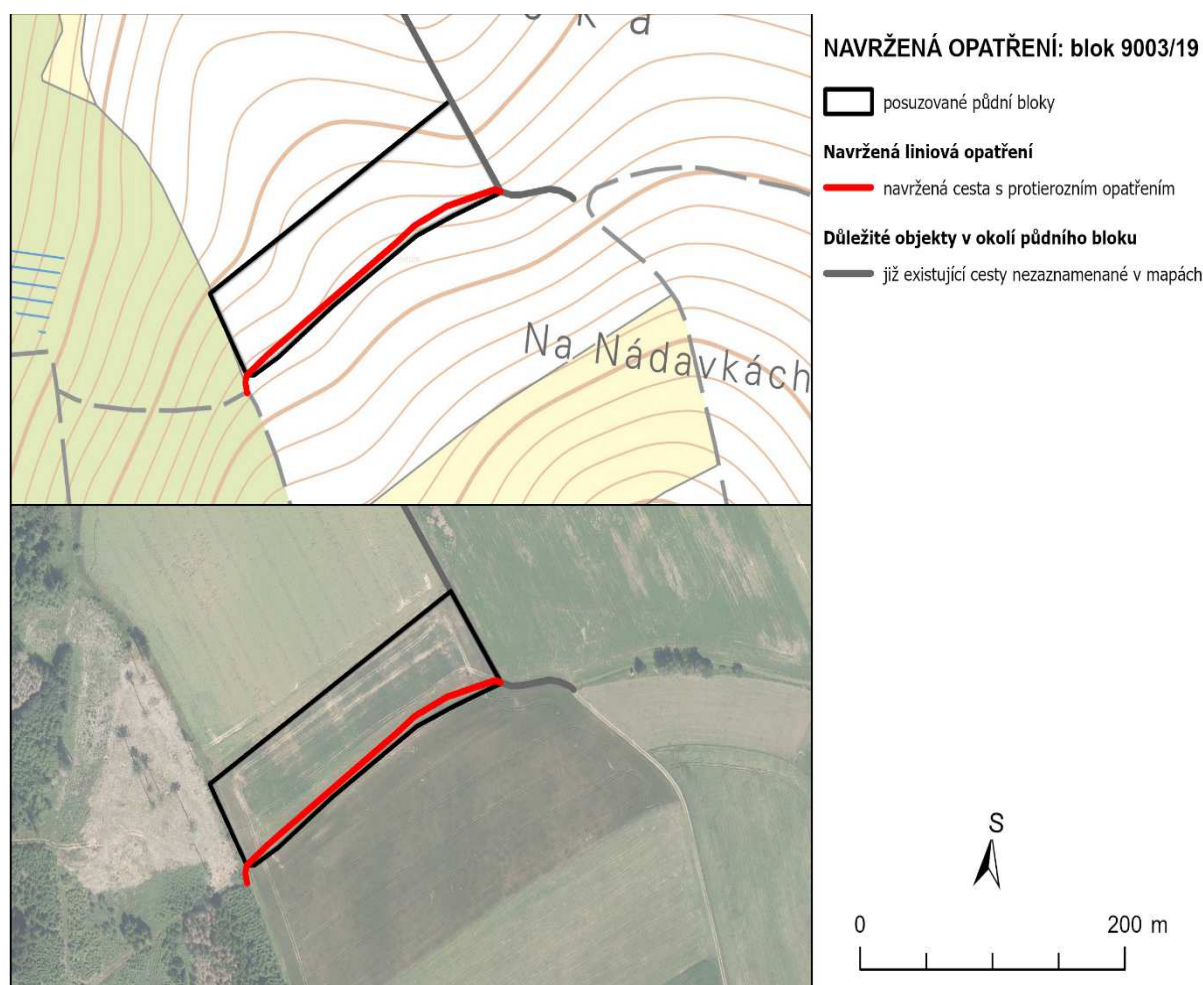
Obrázek 28 – Mapa se zákresy technických opatření – půdní blok č. 9102/27

6.3.6 Technická opatření pro půdní blok 9103/19

Na tomto půdním bloku byla navržena polní cesta s protierozní funkcí. Protierozní funkci může zastávat například remízek, nebo protierozní mez či průleh vsakovací, s doplňkovou stromovou výsadbou, neboť se zde nachází půdy typu B, tedy vhodné k infiltraci vody. Tato cesta zabraňuje povrchovému odtoku z pole nad touto cestou ztékát na blok 9003/19 a chránit půdní bloky pod ním, tím zastavit povrchový odtok z výše položených míst. Na tomto místě vznikly v posledních několika letech menší půdní bloky z ucelené plochy, nejsou zde viditelné ani vytvořené žádné viditelné odvory a překážky pro vodu.

Cesta bude plnit nejen protierozní ochranu, ale bude i spojit již dvě existující polní cesty, viditelné na obrázku 29, kde přerušovanou čarou jsou vyznačeny cesty existující, doplněno již existující cestou, která není v mapě zaznamenána (zvýrazněna šedou plnou čarou). Tato cesta propojí místní lesní oblast Budinka s intravilánem obce Radostín a zkrátí tak objízdnu trasu na jednu čtvrtinu.

Jedná se o malý půdní blok, lze jej též jako alternativu zatravnit jako půdní blok č. 9002/8, ovšem opatření zmíněné výše by přispělo k ochraně i dalších půdních bloků, zkrácení dojezdových vzdáleností a stal by se vhodným krajinným prvkem.



Obrázek 29 – Mapa se zákresy technických opatření – půdní blok č. 9003/19

6.3.1 Půdní blok č. 9003/4

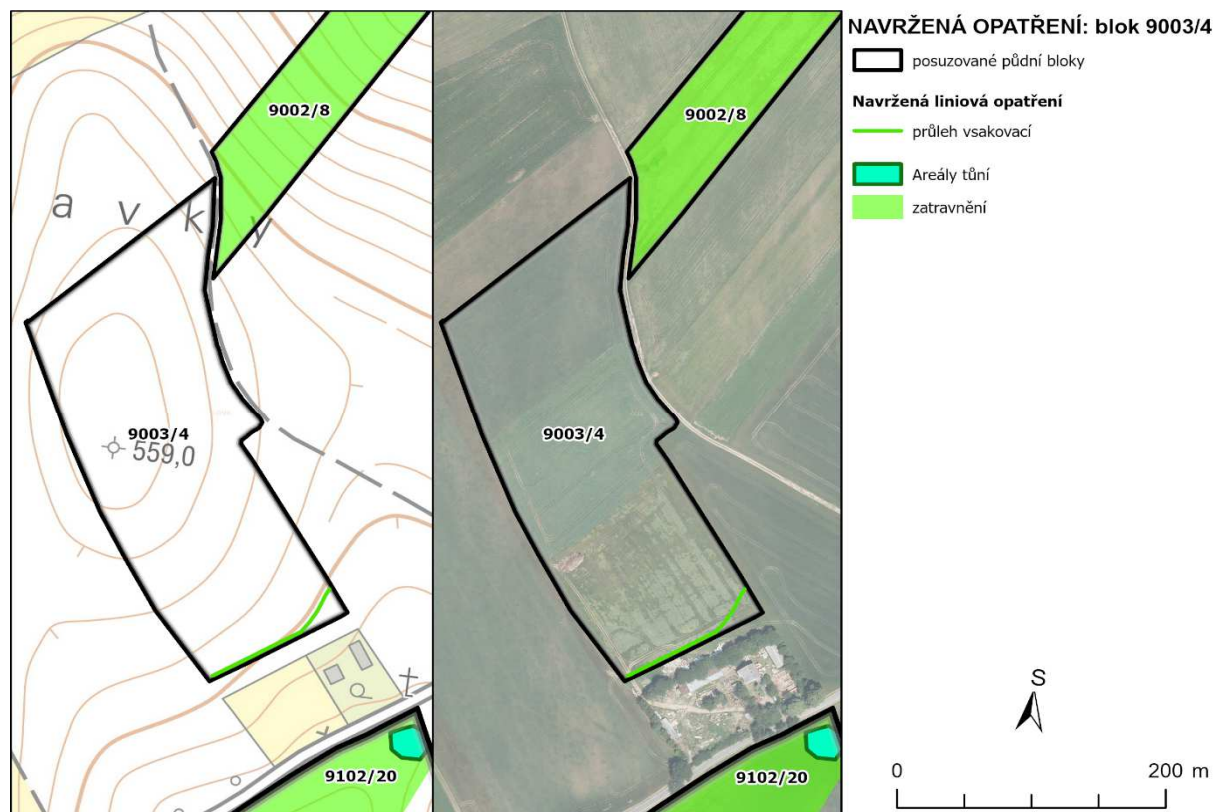
Dle výsledku práce nebyl tento blok vyhodnocen jako půdní blok, který je ohrožený vodní erozí. Během terénního průzkumu nebyly nalezeny žádné okolnosti, které by tento výsledek vyvracely.

Důvodem, proč je zde o tomto půdním bloku zde zmíněno je, že na základě rozhovoru s majitelem usedlosti, která se nachází pod daným půdním blokem, bylo zjištěno, že několikrát došlo během přívalových dešťů k průtoku vody z tohoto pozemku na část jeho usedlosti, ale nezpůsobily žádnou škodu. Došlo k soustředění povrchového odtoku do kolejového řádku od zemědělské mechanizace, v tomto řádku nabrala voda rychlost a překonala i souvrať. Dle slov majitele usedlosti se za posledních pět let tento jev již nevyskytl.

Zemědělský subjekt potvrdil, že v současné chvíli disponuje modernější zemědělskou technikou, která má větší záběr a dochází tedy k ponechání větší souvratě.

Dle hydrologických skupin půd se zde nachází typ půdy B, jedná se tedy o vhodnou skupinu půdy k vsakování vod. Dle získaných informací tímto pozemkem neprochází žádné odvodňovací systémy.

Z důvodu občasného ohrožení usedlosti pod tímto půdním blokem byl na něm navržen jednoduchý vsakovací, obdělavatelny zatravněný průleh. Tento vsakovací průleh zabrání průtoku vodních srážek na usedlost pod tímto pozemkem a umožní infiltraci vody do půdy. Vyznačen na obrázku 30.



Obrázek 30 – Mapa se zákresy technických opatření – půdní blok č. 9003/4

7. Výsledky protierozních opatření

7.1 Míra průměrné vodní eroze na částech půdních bloků 9102/20 a 9102/27, které nebyly zatravněny

Zatravněním části půdního bloku dochází k rozdělení na dva nebo více půdních bloků (půdní blok je obvykle buď travní porost, nebo orná půda, ne obojí zároveň). Ty nejohroženější části půdních bloků byly zatravněny a je otázka, zda eroze na těch to částech půdních bloků, kde je navrženo pokračování orby, již tímto rozdělením, neklesla pod maximální přípustnou ztrátu půdy. V těchto plochách, kde se pokračuje s orbou, se proto zjistila průměrná hodnota G z rastru USLE, vygenerovaného v Fikar 2021 (nyní bez započítání vlivu liniiových opatření). Zjištěný stav těchto ploch je možné vyčíst v tabulce 10. Oba poměřované půdní bloky mají přibližně rozlohu 15 ha, ale na půdním bloku 9102/20 bylo zatravněno 6krát víc plochy, než v půdním bloku 9102/27 a přesto nedosáhla očekávaná vodní eroze orné půdy v tomto PB pod maximální přípustnou hodnotu ztráty půdy. U půdního bloku 9102/27, došlo ke snížení G pod hodnotu 4 t/ha/rok. Výsledky jsou viditelné v tabulce 10. Z toho plyne, že navržená liniiová opatření jsou možná nadbytečná a pro dostatečné snížení stačí zatravnit okolí pramenné oblasti Čubského potoka.

Půdní bloky	Původní stav		Navrhnutý stav		
	Rozloha (ha)	G (t/ha/rok)	Zatravnění + areály tůní (ha)	Orba (ha)	G v místech orby (t/ha/rok)
9102/27	15,24	4,41	1,00	14,24	3,71
9102/20	14,63	10,98	6,09	8,54	8,03

Tabulka 10 – Nová ztráta půdy na půdních blocích 9102/27 a 9102/20 na OP (bez liniiových opatření)

7.2 Celkový vliv navržených technických opatření na vodní erozi v zájmových PB

Pro zjištění efektivity agrotechnických opatření v zájmových půdních blocích bylo nutné přepočítat hodnotu LS faktoru v místech aplikování liniiových opatření a C faktoru v místech zatravnění. Za tímto účelem byl zvolen postup z DP Adamová 2022. V místech, kde se nacházela liniiová opatření (průlehy, meze, cesta s protierozním opatřením), byly do rastru DMR5G (stejný rastr jako v BP Fikar 2021) zapsány hodnoty NoData. Tím vznikly bezodtoké pixely. K tomu byla využita funkce Extract by Mask. Do inputu se vložil rastr DMR5G, do Feature Mask Daty byla vložena liniiová opatření (viz kapitoly výše). Potom se už nastavovala pouze možnost „Outside“ v Extraction Area. Díky tomu vznikl rastr s „dírami“, ve kterých byl při následujících analýzách zastaven povrchový odtok. Následující operace s cílem získat rastr Flow Accumulation proběhly analogicky z Fikar 2021.

V místech, kde je navrženo zatravnění, bylo nutné zadat hodnotu C faktor = 0,005. U ostatních míst byl předpoklad, že se nezmění osevnické postupy, a C faktor tam zůstal stejný jako v BP Fikar 2021. Zbytek postupu výpočtu USLE byl analogický s BP Fikar 2021. Průměrná hodnota USLE bude u těch půdních bloků, které jsou z části zatravněny (9102/20,

9102/27) počítána jak pro celý blok (průměrná hodnota), tak zvlášť pro ornou půdu a zvlášť pro TTP. Výsledky jsou v tabulce 11.

Pro půdní blok 9002/8 bylo navrženo zatravnění (hodnota C dle Janeček je 0,005), také je zde možné místo zatravnění aplikování pícninářského obhospodařování (hodnota C dle Janeček je 0,01). Oba tyto způsoby hospodaření sníží vodní erozi dostatečně na to, aby klesla pod maximální možnou úroveň, jak je vidět v tabulce 11.

U půdního bloku 9003/19 došlo vlivem cesty s protierozním opatřením ke snížení hodnoty G téměř o 8 tun za rok. Toto snížení přesto nestačilo na pokles hodnoty G pod maximální přípustnou ztrátu půdy. Na druhou stranu je možné zde jen nepatrně změnit hodnotu ochranného vlivu vegetace a může dojít k poklesu pod 4 t/ha/rok. Jiná TPEO na tomto půdním bloku nebyla navrhována vzhledem k jeho velikosti a vzdálenosti od vodních recipientů.

Průměrná hodnota G pro půdní blok 9102/20 z hlediska aktuální rozlohy po navržených opatřeních vypadá poměrně dobře, protože klesla pod maximální přípustnou ztrátu půdy. Na druhou stranu pokud se vyčlení zvlášť jen to, co má zůstat jako orná půda, tak hodnota ztráty půdy je nadále skoro o polovinu vyšší, než by měla být z hlediska maximální přípustné ztráty půdy.

Jak již bylo poznamenáno v minulé podkapitole, u bloku 9102/27 opravdu stačí jen zatravnit okolí údolnice, aby došlo k poklesu pod G_p . Na druhou stranu tato hodnota je stále poměrně blízko maximální přípustné ztrátě půdy (3,71 t/ha/rok) a vzhledem k tomu, že každý model má nějakou nedokonalost, tak je možné očekávat, že toto opatření není dostatečné. Pokud se stanoví hodnota G pro ornou půdu v 9102/27 i s navrženými liniovými protierozními opatřeními i (protierozní mez a průleh PZ03), hodnota G klesne výrazněji pod G_p , než by tomu bylo u pouhého zatravnění.

Veškeré průměrné a dílčí hodnoty původního a nového G, jsou zobrazeny přehledně v tabulce 11.

Půdní blok	G původní (t/ha/rok)	Opatření	G nové (t/ha/rok)
9002/8	10,09	pícninářství	0,37
		TTP	0,19
9003/19	12,46	protierozní cesta	4,56
9102/20	10,98	agrotechnická opatření	3,59
		pouze část s OP	6,01
		pouze část s TTP	0,24
9102/27	4,41	agrotechnická opatření	3,14
		pouze část s OP	3,34
		pouze část s TTP	0,26

Tabulka 11 – Porovnání původní hodnoty G a nové hodnoty G (pro všechny TPEO)

8. Diskuse

V úvodní části práce dostává čtenář základní seznámení s půdou a její degradací, následně je seznámen se základní problematikou eroze a jejího možného řešení. Následují základní informace o zájmovém území a hodnocených půdních blocích.

V praktické části dochází ke konkrétnímu návrhu protierozních opatření. Návrhy byly koncipovány dle Janečka (2012) a to na maximální ztrátu půdy 4t/ha za rok. I když současná vyhláška č. 240/2021 Sb. o ochraně zemědělské půdy před erozí praví, že na zájmové území platí maximální ztráta 9t/ha za rok. Avšak v současné době se opět vyzvedává otázka o ohroženosti půdy erozí a mluví se o opětovném snížení dané maximální míry ztráty půdy na hodnotu 4 t/ha/rok. Dle mého názoru je přípustná ztráta půdy kolem 4 t/ha dostatečná hodnota pro pozemky do sklonu svahu maximálně 9%, pro svahy s vyšším procentem sklonu bych tuto hodnotu lehce navýšil s určitými opatřeními a podmínkami pro pěstované plodiny.

V první části jsou navrženy nové osevnické postupy pro jednotlivé půdní bloky. Do těchto osevnických postupů jsou zakomponovány konkrétní požadavky hospodařících subjektů na daném území. Osevnické postupy byly plně konzultovány se zemědělci, což by mělo být prováděno při veškerém řešení problémů na jakémkoli území, ale nikdy se nesmí zapomínat na vlastníky půdy, kteří vždy musí souhlasit. Proto je vždy vhodné nejdříve řešit osevnické postupy, až následně přistupovat k TPEO.

Dle Thornese jde vegetace na pozemcích ruku v ruce s výskytem jak vodní, tak i větrné eroze. I v případě, že bude aplikováno sebelepší TPEO, tak při špatném využívání půdního bloku bude výskyt eroze neustále aktivní. Toto tvrzení je velmi skeptické k dobře provedeným TPEO, lze s ním s jistou mírou souhlasit, ale ne vždy to jde vyřešit bez TPEO (Thornes, 1990).

Následná část se zabývá technickým opatřením na ohrožené půdní bloky, z důvodu možného setrvání současných osevnických postupů, či změně hospodařících subjektů na půdních blocích.

Před vytvářením vhodných technických protierozních opatření došlo k důkladnému terénnímu průzkumu zájmového území, včetně získání informací od hospodářských subjektů a starousedlíků.

Během vytváření TPO byly využity informace o bývalém využití krajiny. Bylo zjištěno, jak od starousedlíků, tak ze starých map stabilního katastru, že na některých půdních blocích se vyskytovaly vodní toky a stále zde existují meliorace.

Meliorizace na pozemcích v zájmovém území proběhly podle údajů z VÚMOP v roce 1979. Dnešní podoba zájmových bloků (9102/20 a 9102/27) vznikla v 80. letech. Předtím byly údolnice z velké části zatravněné a orná půda byla spíše na méně svažitých částech těchto PB. Také na těchto PB nebyla obvykle v jeden čas pěstována pouze jedna plodina, protože na tomto území bylo mnohem větší množství půdních bloků, než došlo k jejich scelení. Současný způsob hospodaření na těchto PB trvá tedy přibližně 40 let a kvůli výše zmíněným důvodům se dá předpokládat, že tento způsob hospodaření akceleruje vodní erozi. Přestože dle USLE orná půda na těchto pozemcích neustále ubývá, stále ještě nedochází ke zcela viditelným příznakům, které by se s jistotou daly připsat vodní erozi. To neznamená, že se vodní eroze

(viditelně) nebude na pozemku projevovat v budoucnosti, pokud se nezmění způsob hospodaření. Zejména vzhledem k tomu, že poslední dobou dochází častěji k meteorologickým extrémům (např. k častějším a vydatnějším přívalovým srážkám nebo k suchu), se dá očekávat, že se vodní eroze začne projevovat i na těch půdních blocích, na kterých dosud nebyla viditelně patrná.

Konkrétně na jednom půdním bloku došlo na základě těchto získaných informací k revitalizaci zatravněného vodního toku. Následně byly vytvořeny dříve existující kaskády rybníků, se zatravněním okolí těchto vodních ploch. Jedná se sice o velké investiční náklady, které ovšem povedou k obnově krajiny a návratu do původního stavu. Tyto investiční náklady by bylo možno hradit například z dotačních titulů EU a jiných dotačních prostředků. Došlo dále i k odkrytí ostatních meliorací a k proměně na vlhké louky s oblastmi pro tůň, což podpoří ekosystém, zadržetí vody v krajině. Otázkou je, zda má větší hodnotu orná půda pro pěstování plodin, či vytvoření původního stavu krajiny s dalšími funkcemi. Tato otázka dělí, dělí a bude dělit společnost.

Ze získaných informací došlo dále ke zjištění, že dříve ucelené půdní bloky se v současné době opět dělí na menší bloky, které postrádají mezičky a jakékoli překážky v terénu pro vodu. U půdního bloku č. 9003/19, právě z tohoto důvodu byla navržena polní cesta s doprovodnou zelení, která dokázala skoro snížit erozi na přípustnou mez. Otázka, která se v tento okamžik nabízí je, zda je vhodné takto půdní bloky dělit. Mluvíme o chvíli, kdy se na rozděleném půdním bloku bez jakéhokoli opatření vysévají různé plodiny s různým vegetačním krytem.

Mezi řešené pozemky patřil i půdní blok č.9002/8, který je bohužel velikostně velmi malý a nelze na něm aplikovat žádná technická opatření z důvodu finančního ani z důvodu možnosti hospodaření zemědělskou technikou. Proto byl tento půdní blok trvale zatravněn. Jak uvádí Sklenička, 2003, rozptýlená zeleň je nízkonákladové opatření, které má i ohromnou protierozní ochranu.

Technické opatření bylo vytvořeno i na půdním bloku č. 9003/4, který ovšem dle rovnice USLE ohrožen nebyl. Ale během terénního průzkumu bylo zjištěno, že nedochází k ohrožení smyvu půdními částicemi, ale k ohrožení povrchovým odtokem. Týká se to usedlosti pod tímto půdním blokem. Dochází k povrchovému odtoku vody přes kolejové řádky od zemědělské techniky. Kolejové řádky na souvrati nelze eliminovat. S větším záběrem techniky ovšem lze snížit množství utužení půdy a celkové množství přejezdů zemědělské techniky. Zde je patrné, že je i během řešení např. pozemkových úprav je vždy potřeba komunikovat s lidmi a ne se poléhat na matematické modely, které nám pomáhají, ale je potřeba si výsledky ověřovat v reálných podmínkách.

Podle mapy VÚMOP, 2022 jsou všechny půdní bloky bez potencionálního ohrožení větrnou erozí (méně než 4 t/ha/rok). Přesto by bylo vhodné zjistit, s jakou konkrétní hodnotou ohroženosti větrnou erozí (OVE) se může na půdních blocích počítat. Hodnota maximální ztráty 4 t/ha/rok totiž představuje teoretickou schopnost obnovení nové půdy na zemědělsky obhospodařovaných půdách v Čechách. Pokud je tedy pozemek ohrožen kromě vodní

i větrnou erozí, tak dostatečné snížení vodní eroze (pod 4 t/ha/rok) nemusí představovat dostatečné snížení celkové eroze na to, aby na pozemku neubývala ornice. Ten, kdo chce snížit celkovou erozi pod maximální přípustnou hodnotu, by tudíž měl odečíst potencionální OVE od maximální přípustné ztráty půdy. Pokud je například $OVE = 1 \text{ t/ha/rok}$, tak by měl počítat s maximální přípustnou ztrátou půdy 3 t/ha/rok, protože 1 tunu za rok z pozemku odnese vítr. V případě, že je větrná eroze větší než 4 t/ha/rok, pouze snižováním vodní eroze se nedá dostat na hodnotu maximální přípustné ztráty půdy za rok.

Během psaní této práce bylo zjištěno, že je vhodné veškeré protierozní opatření řešit plošně, za pomoci komplexních pozemkových úprav, přesně tak jak udává Skřivanová, 2012. Kdy lze během pozemkových úprav vyřešit vhodným způsobem opatření ke zpřístupnění pozemků, protierozní a vodohospodářská opatření a opatření k ochraně a tvorbě životního prostředí, vhodně tak aby spolu byly v celkové harmonii. Nemusí docházet k tomu, že jedno opatření bude nepříznivě ovlivňovat opatření jiné povahy.

Lze ovšem jednoduchými úpravami řešit konkrétní půdní bloky, ale vzhledem k potřebám odvádět například vody do recipientu, vytváření plošných zásahu do celkových délek svahů a podobně. Dochází ke zjištění, že je vhodné a potřebné opatření řešit vždy plošně, tedy v rámci celého katastrálního území.

Tato práce vycházela i z návrhu takových protierozních opatření, které podporuje Pasák, 1984. A to respektovat a přihlížet, či nepodceňovat vzájemné vztahy přírody a poruchy krajiny vyznačovány vodní erozí, poruchami vodního systému a režimu v přírodě. Porušování těchto vztahů by mělo za následek velké negativní výsledky i v intenzivní zemědělské výrobě. Vytváření takových opatření, které jsou přírodě blízké a již v přírodě existovaly.

Na závěr lze říci, že při vhodně zvolených protierozních opatření a jejich kombinací lze docílit velice kvalitní ochranu nejen zemědělské půdy před erozním ohrožením, ale i ostatních pozemků, které nejsou využívány k intenzivní zemědělské činnosti.

9. Závěr

Cílem této práce bylo navržení vhodných protierozních opatření na vybraných půdních blocích, k eliminaci erozního ohrožení. Pozemky byly vybrány na základě výsledku rovnice USLE a terénního průzkumu, kde byl zjištěn skutečný stav.

V této práci se hodnotily jako erozně ohrožené pozemky ty, které přesáhly hodnotu ohrožení 4 t/ha za rok, dle metodiky Janeček 2012.

Na základě terénního průzkumu a informací, zjištěných od hospodařících subjektů, byly navrženy nové osevnické postupy pro půdní bloky, které zajistí dostatečnou ochranu daného území před ohrožením vodní erozí a jsou vhodné pro zemědělce, kteří tyto půdní bloky využívají.

Dále byla pro konkrétní půdní bloky navržena vhodná technická opatření z důvodu ponechání stávajícího osevnického postupu, či možné změny hospodařících subjektů na daných půdních blocích. Konkrétní technická opatření byla tvořena na základě terénních průzkumů a informací zjištěných od starousedlíků ze zájmového území.

Technická opatření, navržená v této práci snižují možnost ohroženosti půdních bloků vodní erozí. Průměrná hodnota navržených protierozních opatření snížila přípustnou ztrátu půdy na hektar za rok pod 4 tuny. Netýká se to půdního bloku č. 9003/19, kde byla přípustná ztráta snížena skoro o 8 tun/ha/rok. Vzhledem k velikosti nelze navrhnout jiná TPEO, avšak výsledná hodnota 4,56 t/ha/rok je skoro přijatelná hodnota, kterou lze snížit lehkou úpravou osevnických postupů. Bohužel nelze přidat jiná TPEO z důvodu velikosti půdního bloku, alternativou je tedy zatravnění.

Cíl této práce, navrhnout vhodná opatření proti snížení vlivu vodní eroze v zájmovém území, byl v této práci splněn včetně porovnání původních hodnot s nově spočítanými hodnotami po aplikaci opatření

V reálném životě je potřeba brát v potaz nejen výsledky rovnice USLE, ale i skutečný stav věci.

10. Seznam použitých zdrojů

Knižní zdroje

- ADAMO VÁ V., 2021: Posouzení návrh komplexního systému protierozních opatření v k. ú. Žichlínek, Česká zemědělská universita, fakulta životního prostředí, Praha. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.
- ALEWELL, M., MEUSBURGER, E. K., 2015: An attempt to estimate tolerable soil erosion rates by matching soil formation with denudation in Alpine grasslands. In *Journal of Soils and Sediments*. 2015, ročník 15, číslo 6. s. 1383–1399.
- BOARDMAN J., POESEN J., 2006: *Soil erosion in Europe*. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, 878 s.
- BRANIŠ M., 2004: *Základy ekologie a ochrany životního prostředí*. Informatorium, Praha 204 s.
- CÁBLÍK J., JŮVA K., 1963: *Protierozní ochrana půdy*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 324 s.
- DOLEŽAL P., a kol., 2010: *Metodický návod k provádění pozemkových úprav*. Praha: MZe – ÚPÚ.
- DOUGLAS L. KARLEN, DIANE E. STOTT, MAYSOON M. MIKHA, 2021: *Soil Health Series: Volume 1 Approaches to Soil Health Analysis*, Soil Science Society of America, Inc. 206s.
- DENGFENG, T., MINGXIANG, X., LIQIAN, G., SHUAI, Z., et al.: *Journal of soils and sediments: Changed surface roughness by wind erosion accelerates water erosion*. AGRIS [online]. 2016. ISSN 1439-0108. Dostupné z: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201600125557>
- DUMBROVSKÝ M., PIVCOVÁ J. a kol., 1995: *Doporučený systém protierozní ochrany v procesu komplexních pozemkových úprav: Metodika*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 55 s.
- DUŠKOVÁ I., 2021: *Návrhy opatření k eliminaci erozních jevů v k.ú. Vyskytn*, Česká zemědělská universita, fakulta životního prostředí, Praha. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.
- DVORAK J, NOVAK L., 1994: *Soil Conservation and Silviculture*. Nizozemsko: Elsevier Science. 396 s. ISBN 9780080869919
- DZURÁKOVÁ, M. a kol., 2017: *Potenciál aplikace přírodě blízkých opatření zadržování vody v krajině a zlepšení ekologického stavu vodních útvarů*. In *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2017, ročník 62, číslo 4. s. 25–30.

- FIKAR Z., 2021: Posouzení míry erozního ohrožení vybraných pozemků v K. Ú. Radostín u Havlíčkova Brodu, Česká zemědělská universita, fakulta životního prostředí, Praha. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.
- HOLÝ M., 1994: Eroze a životní prostředí. České vysoké učení technické v Praze, Praha.
- HORNÍK S., 1986, Fyzická geografie II., Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 319 s.
- HŮLA, J., JANEČEK, M., KOVAŘÍČEK, P., BOHUSLÁVEK, J.: Agrotechnická protierozní opatření. Metodika. VÚMOP. Praha, 2003. ISSN 1211- 3972.
- JANEČEK M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Certifikovaná metodika. ČZU – FŽP, Praha, 113 s.
- JANEČEK M. et al., 2002: Ochrana zemědělské půdy před erozí. ISV, Praha, 201 s.
- JANEČEK, M., --Česká zemědělská univerzita v Praze, fakulta životního prostředí, 2008: Základy erodologie. Praha, Česká zemědělská univerzita, ISBN 978-80-213-1842-7.
- JANEČEK, M., KOVÁŘ, P., 2010: Metody čísel odtokových křivek – CN k určování přímého odtoku z malého povodí. In Vodní hospodářství. 2010, ročník 60, číslo 7. s. 187–190.
- KADLEC V., Dostál T., Vrána K. et al., 2014: Navrhování technických protierozních opatření: metodika. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.
- KAULICH K., 2006: Foto sedimentační jímky v katalogu VÚMOP.
- KORENAGA, J., PLANAVSKY, N. J., EVANS A. D., 2017: Global water cycle and the coevolution of the Earth's interior and surface environment. In The Royal Society. 2017, ročník 37, číslo 5. ISSN 1471-2962.
- KULHAVÝ, Zbyněk; FUČÍK, Petr; TLAPÁKOVÁ, Lenka: Pracovní postupy eliminace negativních funkcí odvodňovacích zařízení v krajině. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd, 2011, 29 s.
- LÖW J., 2003: Krajinný ráz. Česká zemědělská univerzita v Praze. Lesnická fakulta. Ústav aplikované ekologie, Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 552 s.
- MITÁŠOVA H., a kol., 1996: Modelling topographic potential for erosion and deposition using GIS. Int. Journal of Geographic Information Systems, Vol. 10, No. 5, s. 629–641.
- MORGAN, R P C. -- NEARING, M A. Handbook of erosion modelling. Chichester, West Sussex, UK ; Hoboken, N.J.: Wiley, 2011. ISBN 9781405190107.
- MORGAN, R P C. Soil erosion and conservation. Malden: Blackwell, 2005. ISBN 1-4051-1781-8.
- MORGAN, R P C., 1988: Soil erosion and conservatio. Malden: Blackwell, 298 s.
- MZe ČR, 1995: Voda v krajině. Ministerstvo zemědělství, Praha, 52 s.
- MZe ČR, 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi. Ministerstvo zemědělství, Praha, 58 s.

- MZe, 2010: Pozemkové úpravy, nástroj pro udržitelný rozvoj venkovského prostoru. Praha: Ministerstvo zemědělství, s. 28. ISBN 978-80-7084-944-6.
- MZe, 2011: Příručka ochrany proti vodní erozi. Praha: Ministerstvo zemědělství. 65 s. ISBN 978-80-7084-996-5.
- NOVOTNÝ I. et al., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi. 2., aktualizované vydání. Ministerstvo zemědělství, Praha, 2014, 73 s.
- NOVOTNÝ I., a kol., 2017: Příručka ochrany proti vodní erozi. MZE, Praha, 85 s.
- PASÁK V., a kol., 1984: Ochrana půdy před erozí. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 160 s.
- PODHRÁZSKÁ J., et Dufková J., 2005: Protierozní ochrana půdy. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 95 s.
- QUITT E., 1971: Climatic regions of Czechoslovakia. Geografický ústav ČSAV, Brno.
- REJŠEK K., VÁCHA R., 2018: Nauka o půdě. Agriprint, s. r. o., Olomouc, 527 s
- ROEHL J. W., 1965: Proceedings: Erosion and its control on agricultural lands. U.S. Gov., Washington, 970 p.
- SCHNEIDER, S. H., ROOT L. T., MASTRANDREA M. D., 2011: Encyclopedia of Climate and Weather. Oxford: Oxford University Press, s. 1488. ISBN 978- 0199765-32-4.
- SKLENIČKA, P. Základy krajinného plánování. Praha: Naděžda Skleničková, 2003. ISBN 80-903206-1-9.
- SHIN G. J., 1999: "The Analysis of Soil Erosion Analysis in Watershed Using GIS," Ph.D. Dissertation, Department of Civil Engineering, Gang-Won National University, Chuncheon,.
- STŘEDOVÁ, H., TOMAN, F., 2012 : Erosion potential of snow cover in the Czech Republic. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., LX, No. 1, s. 117–124
- SKŘIVANOVÁ, Zuzana, ed. Společná zařízení v pozemkových úpravách. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2012. ISBN 978-80-7434-0789.
- ŠARAPATKA, B. -- DLAPA, P. -- BEDRNA, Z. Kvalita a degradace půdy. Olomouc: Ministerstvo životního prostředí ČR, 2002. ISBN 80-244-0584-9.
- ŠIMEK M., 2004: Základy nauky o půdě. 4, Degradace půdy. Jihočeská univerzita, České Budějovice, 225 s.
- ŠTÉR, Antonín; RÁČEK, Antonín: Meliorace. Praha : SZN, 1977, 316 s.
- THORNES, JOHN B., 1990: Vegetation and Erosion : Processes and Environments. Harvard: Chichester: Wiley, 518 s.
- TOMÁŠEK M., 2014: Půdy České republiky, Česká geologická služba, Praha, 112 s
- VLČEK V., 2015: Kvalita a zdraví půdy. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 136 s.

VOPRAVIL J. a kol., 2010: Vývoj a degradace půd v podmínkách očekávaných změn klimatu. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed): Voda v krajině. MZ ČR, Praha. S. 23–30. ISBN 978-80-86690-79-7.

WISCHMEIER W. H.; SMITH D. D., 1978: Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning [USA]. United States, Dept. of Agriculture., Agriculture handbook, USA, 58 s.

ZVELEBIL J., 2022: Posouzení návrh komplexního systému protierozních opatření zemědělských ploch společnosti Školní statek Středočeského kraje, středisko Lázně Toušeň, Česká zemědělská universita, fakulta životního prostředí, Praha. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

Legislativní zdroje

Vyhláška č. 17/2009 Sb., o zjišťování a nápravě ekologické újmy na půdě.

Vyhláška č. 240/ 2021 Sb., Vyhláška o ochraně zemědělské půdy před erozí

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 225/2002 Sb., o podrobném vymezení staveb k vodohospodářským melioracím pozemků a jejich částí a způsobu a rozsahu péče o ně.

Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 231/1999 Sb., (úplné znění zákona č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu ve znění pozdějších změn), ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, v platném znění.

Zákon č. 41/2015 Sb., kterým se mění zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 544/2020 Sb. o vodách.

Rámcová směrnice o vodách 2000/60/ES.

Internetové zdroje

CENIA, 2022: Geoportál ČR (online) [cit. 2022.10.10], dostupné z <www.geoportal.gov.cz>.

Českomoravská komora pro pozemkové úpravy, @2023: (online) [cit. 2023-25-01], dostupné z <<http://www.cmkpu.cz/upload/files/vystup.pdf>>.

DIBAVOD - Digitální báze vodohospodářských dat, ©2022: Online: dostupné z <<https://www.dibavod.cz/index.php?id=27>>.

- eAGRI -Resortní portál Ministerstva zemědělství, ©2022: Význam půdy (online) [cit. 2022-22-12], dostupné z <<https://eagri.cz/public/web/MZe/zivotniprostredi/ochrana-krajiny/krajinne-prvky/>>.
- Ekolist, Z. K. Jak napravit krajinu roztráštěnou vlastnickými vztahy? Rozhovor s projektantkou pozemkových úprav Zuzanou Skřivanovou (online). Ekolist.cz 3.36.2021 [cit.2022-12-23]. Dostupné z <<https://ekolist.cz/cz/publicistika/rozhovory/jak-napravit-krajinu-roztristenou-vlastnickymi-vztahy-rozhovor-s-projektantkou-pozemkovych-uprav-zuzanou-skrivanovou>>.
- EROZE, 2022: Vodní eroze (online) [cit. 2022.9.24], dostupné z <<http://eroze.sweb.cz>>.
- Greenpeace Česká republika, 2023: Vodní eroze (online) [cit. 2023.3.12], dostupné z <<https://www.greenpeace.org/czech/magazin/11188/meliorace>>.
- LPIS - Veřejný registr půdy, ©2022: Online: dostupné z . MŽP - Ministerstvo životního prostředí, ©2008-2022: Význam půdy (online) [cit. 2022-24-12], dostupné z <[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/definice_pudy/\\$FILE/OOHPPDefinice_pudy-20080820.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/definice_pudy/$FILE/OOHPPDefinice_pudy-20080820.pdf)>.
- MAPY VUMOP, 2022: Mapy vumop (online) [cit. 2022.12.10], dostupné z <www.vumop.cz>
- MŽP ČR, 2022: definice, význam a funkce půdy (online) [cit. 2022.12.24], dostupné z <<http://mzp.cz>>.
- Obec Radostín, 2022: Obec Radostín (online) [cit. 2022.12.10], dostupné z <www.obecradostin.cz>.
- SPÚ, 2022: Státní pozemkový úřad, Pozemkové úpravy (online) [cit. 2023-25-01], dostupné z <https://www.spucr.cz/pozemkove-upravy>
- STEJSKAL I., 2020: Polní cesty pomohou zadržet vodu v krajině. V Podyjí jich plánují desítky kilometrů. ČT24 (online) [cit. 2020.03.01], dostupné z <www.ct.cz/ct24/voda.karajina.cz>
- Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka: Základní informace. [online]. [cit. 2022.12.12.]. Dostupné na: <https://vuv.cz>.
- Výzkumní ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.: Ochrana proti vodní erozi. [online]. [cit. 2022.30.12]. Dostupné na: https://encyklopedie.vumop.cz/index.php/OCHRANA_PROTI_VODN%C3%8D_EROZI
- ZÚ, 2023: Zeměměřický úřad: Archiv [cit. 2023-02-02], dostupné z <https://ags.cuzk.cz/archiv/>

Jiné

Státní pozemkový úřad Havlíčkův Brod

Místní zemědělci a obyvatelé žijící v zájmovém katastru

11. Seznam obrázků

Obrázek 1– Fotografie povrchového odtoku (Bárta, starší).....	16
Obrázek 2 – Spojovací šachta drenážního systému (autor).....	21
Obrázek 3 – Setí do posklizňových zbytků kukuřice (Kadlec,2014).....	23
Obrázek 4 – Zařízení na důlkování brambor s detailem důlku v meziřadí brambor (VÚMOP, 2022).....	24
Obrázek 5 – Plečkování v dvouřádku kukuřice (Fuka Vladislav)	24
Obrázek 6 – Ukázka správného střídání plodin (Janeček, 2012)	26
Obrázek 7 – Travní zasakovací pás doplněný o průlehy (Holý, 1994)	27
Obrázek 8 – Příkop svodný – příklad (VÚMOP, 2022).....	30
Obrázek 9 – Vzorový příčný řez záchytným průlehem (Janeček, 2012)	31
Obrázek 10 – Nová polní cesta vytvořená Státním pozemkovým úřadem – Štěpánov u Leštiny (autor)	32
Obrázek 11 – Ochranná hrázka – příčný průřez (VÚMOP,2022).....	33
Obrázek 12 – Suchá nádrž v k. ú. Orlice (CMKPU.2014).....	34
Obrázek 13 – Schéma uspořádání zemních teras (suchovkrajine.cz, 2022)	35
Obrázek 14 – Protierozní mez (VÚMOP).....	36
Obrázek 15 – Ukázka mokřadu, řez (VÚMOP, v.v.i.).....	37
Obrázek 16 – Schéma účinku poloprodouvacího větrolamu (Janeček,2012)	38
Obrázek 17 – Pohled na k.ú. Radostín u Havlíčkova Brodu – letecký pohled s vyznačenou hydrologickou situací	40
Obrázek 18 – Přehledná mapa hodnocených půdních bloků	41
Obrázek 19 – Mapa hydrologických skupin půd v zájmovém území.....	50
Obrázek 20 – Pozůstatek propustku/ meliorační stavby – půdní blok 9102/20.....	51
Obrázek 21 – Pozůstatek počátku meliorační stavby – bod 5 na obrázku 19	52
Obrázek 22 – Počátek drenážního systému, bod 1 na obrázku 24	52
Obrázek 23 – Vyústění drenážního systému, mokřad, bod 6 na obrázku 24 (blízký pohled a pohled s existující tůň).....	53
Obrázek 24 – Celkový pohled na meliorace – půdní blok č. 9102/20 a 9102/27	54
Obrázek 25 – Mapa stabilního katastru - půdní blok č. 9102/20 a 9102/27.....	55
Obrázek 26 – Technická opatření pro půdní blok 9002/8.....	56

Obrázek 27 – Mapa se zákresy technických opatření – půdní blok č. 9102/20	57
Obrázek 28 – Mapa se zákresy technických opatření – půdní blok č. 9102/27	58
Obrázek 29 – Mapa se zákresy technických opatření – půdní blok č. 9003/19	59
Obrázek 30 – Mapa se zákresy technických opatření – půdní blok č. 9003/4	60

12. Seznam tabulek

Tabulka 1 – Určení šířky pásu v metrech dle svažitosti ve stupních (Janeček, 2002)	27
Tabulka 2 – Vyšetřené plodiny do roku 2015 do roku 2021(zdroj místní zemědělci).....	42
Tabulka 3– Průměrná roční ztráta půdy v jednotlivých půdních blocích bez protierozního opatření	43
Tabulka 4– Tabulka pro faktor C_p	45
Tabulka 5 – C faktor jednotlivých plodin pěstovaných na půdních blocích	46
Tabulka 6 – C faktor jednotlivých plodin pěstovaných na půdních blocích	47
Tabulka 7– Hodnoty pro výpočet L a S	48
Tabulka 8 – Porovnání nových a starých délek svahů, možné množství TPO	49
Tabulka 9 – Hydrologické skupiny půd a jejich charakteristiky (Janeček, 2012)	50
Tabulka 10 – Nová ztráta půdy na půdních blocích 9102/27 a 9102/20 na OP (bez liniových opatření).....	61
Tabulka 11 – Porovnání původní hodnoty G a nové hodnoty G (pro všechny TPEO).....	62

13. Seznam rovnic

Rovnice 1 – Universální rovnice dle Wilschmeiera a Smithe (Janeček, 2002)	39
Rovnice 2 – Vzorce pro výpočet faktoru C_p (VÚMOP, 2017).....	44
Rovnice 3 – Vzorec pro L_p	48
Rovnice 4 – Vzorec pro výpočet S (Janeček, 2012).....	48
Rovnice 5 – Vzorec pro výpočet L a L_p (Wischmeier et al., 1978).....	48

14. Přílohy

Fotodokumentace vybraných půdních bloků



Obrázek P 1 – Půdní blok č. 9102/20 – orná půda, pohled na severní část – celkově



Obrázek P 2 – Půdní blok č. 9102/20 – orná půda, pohled na severní část – blízký pohled



Obrázek P 3 – Půdní blok č. 9102/20 – orná půda, pohled jižní část – blízký pohled



Obrázek P 4 – Půdní blok č. 9102/20 – orná půda, pohled jižní část (z polní cesty, nad půdním blokem)



Obrázek P 5 – Půdní blok č. 9003/19 – orná půda, pohled na jihozápadní část



Obrázek P 6 – Půdní blok č. 9003/19 – orná půda, blízký pohled ze západní strany



Obrázek P 7 – Půdní blok č. 9003/19 – orná půda, blízký pohled z východní strany



Obrázek P 8 – Půdní blok č. 9003/19 – orná půda, celkový pohled z východní strany



Obrázek P 9 – Půdní blok č. 9002/8 – orná půda, pohled ze severozápadní strany



Obrázek P 10 – Půdní blok č. 9002/8 – orná půda, pohled ze západní strany na délku svahu (z polní cesty, která vede nad pozemkem)



Obrázek P 11 – Půdní blok č. 9002/8 – orná půda, pohled z východní strany (z polní cesty, která vede pod daným půdním blokem)



Obrázek P 12 – Půdní blok č. 9102/27 – orná půda, pohled ze severozápadní pohled (z cesty pod půdním blokem)



Obrázek P 13 – Půdní blok č. 9102/27 – orná půda, pohled z jihozápadu (z cesty pod půdním blokem)



Obrázek P 14 – Půdní blok č. 9102/27 – orná půda, pohled na východní část půdního bloku

Tabulky

HPJ	Hydrologická půdní skupina	HPJ	Hydrologická půdní skupina	HPJ	Hydrologická půdní skupina
1	B	27	B	53	D
2	B	28	B	54	D
3	C	29	B	55	A
4	A	30	B	56	B
5	A	31	A	57	C
6	C	32	A	58	C
7	D	33	B	59	D
8	B	34	B	60	B
9	B	35	B	61	D
10	B	36	B	62	C
11	B	37	B	63	D
12	B	38	C	64	C
13	B	39	B	65	C
14	B	40	B	66	D
15	B	41	B	67	D
16	B	42	B	68	D
17	A	43	C	69	D
18	B	44	C	70	D
19	B	45	C	71	D
20	D	46	C	72	D
21	A	47	C	73	D
22	B	48	C	74	D
23	C	49	D	75	C
24	B	50	C	76	D
25	B	51	C	77	C
26	B	52	C	78	C

Tabulka P 1– Rozdělení hydrologických skupin (Janeček, 2012)