

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA PLÁNOVÁNÍ KRAJINY A SÍDEL



Posouzení míry erozního ohrožení zemědělských ploch v k. ú.
Kochánky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Jan Petřů

Diplomant: Bc. Sára Eichelmannová

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Sára Eichelmannová

Voda v krajině

Název práce

Posouzení míry erozního ohrožení zemědělských ploch v k. ú. Kochánky

Název anglicky

Erosion exposure assessment of agriculture areas in cadastral area Kochánky

Cíle práce

Cílem této diplomové práce je posoudit míru erozního ohrožení v zájmovém území Kochánky. Charakterizovat řešené území a jednotlivé erozní faktory.

Metodika

Na základě studia odborné literatury bude zpracována rešerše zaměřená především na problematiku eroze půdy. Praktická část práce bude zaměřena na charakteristiku zájmového území a popis současné ohroženosti erozí. Součástí vypracování této části bude terénní průzkum území včetně jeho fotodokumentace. Dále budou popsány a vyhodnoceny jednotlivé erozní faktory. Využitím univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy bude vyhodnoceno ohrožení vybraných zemědělských pozemků vodní erozí. Podle výsledků z osobního šetření a získaných dat budou provedeny návrhy protierozních opatření. Technická opatření budou dimenzována pomocí srážko-odtokového modelu. Součástí práce budou mapové výstupy vytvořené pomocí GIS.

Doporučený rozsah práce

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

Klíčová slova

eroze, půda, dlouhodobá průměrná ztráta půdy, GIS, USLE

Doporučené zdroje informací

JANEČEK, M. *Ochrana zemědělské půdy před erozí : metodika*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2007. ISBN 978-80-254-0973-2.

KVÍTEK, T. *Retence a jakost vody v povodí vodárenské nádrže Švihov na Želivce : význam retence vody na zemědělském půdním fondu pro jakost vody a současně i průvodce vodním režimem krystalinika*. Praha: Povodí Vltavy, státní podnik, 2018. ISBN 978-80-270-5244-8.

MORGAN, R P C. *Soil erosion and conservation*. Malden: Blackwell, 2005. ISBN 1-4051-1781-8.

VOPRAVIL, J. *Půda a její hodnocení v ČR. Díl II./Jan Vopravil a kol*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2011. ISBN 978-80-87361-08-5.

VOPRAVIL, J. *Půda a její hodnocení v ČR. Díl. I*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2010. ISBN 978-80-87361-05-4.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jan Petřů

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 07. 03. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Posouzení míry erozního ohrožení zemědělských ploch v k.ú. Kochánky vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Jsem si vědoma, 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 vědoma, 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 Praze dne 29. 3. 2023

Bc. Sára Eichelmannová

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu své diplomové práce Ing. Janu Petřů za vedení práce, ochotu, trpělivost, cenné rady a lidský přístup. Dále bych chtěla poděkovat Českému zeměměřickému a katastrálnímu úřadu za poskytnutá data k diplomové práci. V neposlední řadě děkuji své rodině, přátelům a blízkým za podporu a trpělivost během celého studia.

Abstrakt

Diplomová práce řeší posouzení míry erozního ohrožení zemědělských ploch v katastrálním území Kochánky, v okrese Mladá Boleslav, kde erozní jevy způsobují degradační vlivy na strukturu a vlastnosti zemědělské půdy. V první části bylo třeba vysvětlit problematiku eroze a protierozních opatření z teoretického hlediska. Dále byly popsány charakteristiky zájmového území z hlediska hydrologického, pedologického, či geologického.

Praktická část práce popisuje jednotlivé analýzy erozního ohrožení půdy za využití rovnice USLE, zpracované v prostředí nástroje ArcGIS Pro. Na základě hodnot dlouhodobých průměrných ztrát půdy a hodnot faktoru Cp bylo vyhodnoceno 26 půdních bloků jako nevyhovujících. Pro půdní bloky ohrožené vodní erozí byla navržena organizační a agrotechnická opatření, jejímž vlivem bylo dosaženo poklesu průměrných ztrát půdy pod maximální přípustnou mez.

Klíčová slova: eroze, půda, dlouhodobá průměrná ztráta půdy, GIS, USLE

Abstract

The thesis deals with the assessment of the level of erosion threat to agricultural areas in the cadastral area of Kochánky, in the Mladá Boleslav district, where erosion phenomena cause degradation effects on the structure and properties of agricultural land. In the first part, it was necessary to explain the issue of erosion and anti-erosion measures from a theoretical point of view. Further, the characteristics of the area of interest were described from a hydrological, pedological or geological point of view.

The practical part of the thesis describes individual analyses of erosion threat to soil using the USLE equation, processed in the environment of the ArcGIS Pro tool. Based on the values of long-term average soil losses and the values of the Cp factor, 26 soil blocks were evaluated as non-compliant. Organisational and agrotechnical measures were proposed for soil blocks threatened by water erosion, the effect of which was to achieve a decrease in average soil losses below the maximum permissible limit.

Keywords: erosion, soil, long-term average soil loss, GIS, USLE

Obsah

1. Úvod	10
2. Cíle práce	11
3. Literární rešerše.....	12
3.1 Půda.....	12
3.1.1 BPEJ.....	13
3.1.2 Zemědělský půdní fond	13
3.1.3 LPIS.....	13
3.2 Degradace půdy	14
3.3 Eroze půdy.....	15
3.3.1 Vodní eroze	16
3.3.2 Větrná eroze.....	17
3.3.3 Sněhová a ledovcová eroze	17
3.4 Rovnice USLE	18
3.4.1 R faktor	19
3.4.2 K faktor	20
3.4.3 L faktor	22
3.4.4 S faktor	22
3.4.5 C faktor	23
3.4.6 P faktor	25
3.5 Protierozní opatření.....	25
3.5.1 Organizační opatření	26
3.5.2 Agrotechnické opatření	27
3.5.3 Technické opatření.....	27
4. Charakteristika zájmového území	29
4.1 Základní informace.....	29
4.2 Historie obce	30
4.3 Klimatické poměry.....	32
4.4 Hydrologické poměry	33
4.5 Přírodní poměry	34
4.6 Krajinný ráz	34
4.7 Geomorfologické poměry	35
4.8 Pedologické poměry	35
5. Metodika práce	38
5.1 Vstupní data	38
5.2 Zájmové území	38

5.3	Půdní bloky.....	39
5.4	Digitální model terénu	40
5.5	LS faktor	40
5.6	K faktor.....	43
5.7	C faktor	44
5.8	R Faktor	45
5.9	P faktor	45
5.10	Gp maximálně přípustná ztráta půdy.....	45
5.11	Průměrná ztráta půdy	47
5.12	Stanovení ohrožených lokalit	48
5.13	Návrhy protierozních opatření	50
6.	Výsledky.....	52
6.1	Vyhodnocení výsledků po aplikaci protierozních opatření.....	52
7.	Diskuse	58
8.	Závěr	59
9.	Seznam literatury a použitých zdrojů	60
9.1	Literární zdroje.....	60
9.2	Internetové zdroje.....	61
10.	Seznam obrázků.....	65
11.	Seznam rovnic	67
12.	Seznam tabulek	68
13.	Příloha 1 – fotodokumentace.....	69

1. Úvod

Půda je neodmyslitelnou součástí života na Zemi. Jedná se o prostředí, díky kterému je spousta organismů schopna žít, včetně člověka. Je to prostředí plné živin se schopností udržet vodu v krajině, či nasýtit miliardy. Půda je nedocenitelné bohatství každého státu, o které se v různých mírách opírá jejich ekonomika.

Naneštěstí se půda čím dál tím víc potýká s řadou degradačních až destruktivních jevů. Některé tyto jevy mohou být přírodního charakteru, ale drtivá část je způsobena antropogenními vlivy. Nejčastějším jevem degradace půdy je eroze, které je množství typů. Lidský faktor erozi značně urychluje, ať už nesprávným hospodařením na pozemcích, scelováním půdních bloků, nadměrným hnojením, nebo vlivem na stále se zhoršující klimatickou situaci.

V posledních několika letech se téma eroze stalo čím dál tím více diskutované a začal se brát vyšší zřetel na ochranu půdy. Zkoumání příčiny erozních jevů, potažmo jejich dlouhodobá predikce může pomoci zemědělcům při zvýšení výnosnosti polí, zvýšit kvalitu ornice či zlepšit infiltraci vody v krajině.

V České republice se potýkáme s erozí hlavně díky masivním půdním blokům, které byly sloučeny za minulého režimu a už tak zůstaly. Díky velikosti polí se používají jedny z největších strojů na obhospodařování ve střední Evropě.

Lidstvo má vůči půdě a krajině svou zodpovědnost. Musí se naučit i dávat, a ne jenom brát. Příroda se sice dovede vypořádat s množstvím katastrof, ale kontinuální zrychlená degradace půdy se může ukázat být až příliš velkým soustem. Povinností každého z nás je půdu (a přírodu) chránit a pokusit se aplikovat řešení, která by pomohla současnou situaci zlepšit.

2. Cíle práce

Cílem této diplomové práce je zjistit míru erozního ohrožení zemědělských ploch v katastrálním území Kochánky, ve Středočeském kraji. K vyhodnocení bude použita univerzální rovnice USLE podle Wischmeiera a Smithe (1978). Veškeré analýzy, výpočty a mapové výstupy budou zpracovány v prostředí programu ArcGIS Pro ve verzi 3.1.0.

První část práce se věnuje literární rešerši zabývající se problematikou degradace a následně eroze půdy. Dále budou vysvětleny termíny jako BPEJ, LPIS či jednotlivé faktory USLE a jejich výpočet. V rámci rešerše bude vysvětlena protierozní ochrana, co obnáší, jak se dělí a za jakých podmínek se aplikuje.

Následně bude nutné charakterizovat zájmové území k. ú. Kochánek, včetně hydrologických, pedologických a dalších poměrů. Ve třetí části bude popsána metodika USLE a vyhodnocení celkové ohroženosti zemědělských půdních bloků vodní erozí. Na základě výsledků USLE bude navržena adekvátní protierozní ochrana ohrožených pozemků a vyhodnocení její účinnosti.

3. Literární rešerše

3.1 Půda

Půda je dynamickým, stále se vyvíjejícím živým systémem, který patří mezi jedny z nejcennějších přírodních bohatství každé země. Půda vyprodukuje až 96% sklizně pro lidskou potřebu (Pimentel a Hall, 1989). Jedná se o nedocenitelnou složku, na kterou je vázáno nespočet procesů. Slouží jako přirozená zásobárna vody pro rostliny, živočichy a celou okolní krajinu.

Látky, jejichž cyklus je závislý na půdě jsou uhlík (C), dusík (N), fosfor (P), síra (S). V čistě přirozeném prostředí by došlo k určité rovnováze jednotlivých látek. Ovšem, vzhledem k antropogennímu vlivu se často setkáváme s případy přesycení půdy těmito látkami, např. fosfor, nebo až kontaminaci podzemních vod přes půdní profil. Přesycená půda není schopná fungovat, tak jako za optimálního stavu. Z tohoto důvodu se v posledních letech značně vzrostly snahy o snížení nežádoucích koncentrací.

Podle Ruha a kol. (1996) se dělí z hlediska ekonomického a z hlediska ekologického. Ekonomická stránka se skládá ze dvou aspektů. V rámci prvního se půda pokládá za statek, který musí splnit nároky a požadavky všech organismů na Zemi. Druhý aspekt se zakládá na snaze, aby každý ekonomický proces zabezpečil jednotlivce i celé skupiny. Ekologická stránka usiluje o začlenění půdy mezi „živou“ přírodu.

V legislativě je půda definována jako samostatný přírodní útvar, který vznikl z povrchových zvětralin zemské kůry a organických zbytků za působení půdotvorných faktorů. Půda je také prostředím půdních organismů, stanovištěm vegetace a slouží k pěstování kulturních rostlin. Slouží jako regulátor i uložitel koloběhu látek, který může potencionálně obsahovat rizikové látky (MŽP©2015).

Z geologické definice je půda naakumulovaný sypký materiál, který vzniká na zemském povrchu mechanickým a chemickým zvětráváním hornin s obsahem příměsí organických látek. Pokud by docházelo pouze k mechanickému zvětrávání s minimálním ovlivněním chemického zvětrávání, jednalo by se o regolit. Regolit je možno najít v aridních až semiaridních oblastech, nebo na Měsíci. (Petránek a kol., 2016).

V České republice je zemědělsky využíváno 4 249 tisíc ha (53,8% z celkové rozlohy ČR), lesní půda zabírá 2 653 tisíc ha (33,6%), vodní plochy, zastavěné území a jiné půdní využití čítají 985 tisíc ha (12,6%). Česká republika disponuje velkou rozmanitostí půdního pokryvu, které vyplývá z regionálních podmínek a faktorů půdotvorných procesů: klimatické poměry jsou dány dle nadmořské výšky, rozmanitosti původní vegetace (lesostepi až jehličnaté lesy), hydrologické vlivy. Mírnější reliéf napomáhá přirozenému vývoji půd, které byly člověkem dlouhodobě využívány a zkulturněny. Výsledkem jsou klasifikačně velmi rozmanité půdy napříč republikou (Vopravil a kol., 2009).

3.1.1 BPEJ

Bonitovaná půdně ekologická jednotka (BPEJ) je kód, který slouží k hodnocení produkčních schopností zemědělských půd a podmínek jejich využití. BPEJ je pětičíselný kód, kde každé číslo označuje vlastnosti, či poměry dané zemědělské půdy. První číslice udává klimatický region, ve kterém se půda vyskytuje. Druhá a třetí číslice určují zařazení do hlavní půdní jednotky (HPJ). Čtvrtá číslice sdruženě určuje sklonitost a expozici vůči světovým stranám. Pátá číslice udává sdružený kód skeletovitosti půdního profilu a hloubky půdy (VÚMOP©2022).

K roku 2015 je v databázi BPEJ, dohromady, 2278 různých kódů BPEJ (Anonym, 2015).

Z kódu BPEJ je, vyhláškou Ministerstva financí, stanovena cena zemědělské půdy v Kč/m². Cena půdy bývá pravidelně aktualizována a následně zveřejňována. Degradací jevy, jako například eroze, mohou způsobit zhoršení bonity půdy a tím i snížení její hodnoty (SPÚ©2023).

3.1.2 Zemědělský půdní fond

Dle zákona č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu (ZPF) je ZPF definován jako základní přírodní bohatství naší země, výrobní prostředek umožňující zemědělskou výrobu. Zároveň se jedná o jednu z hlavních složek životního prostředí. Do zemědělského půdního fondu patří zemědělsky obhospodařované pozemky, ale i rybníky s chovem ryb nebo vodní drůbeže a pozemky které zajišťují plnohodnotné fungování obhospodařované půdy, jako např: polní cesty, technická protierozní opatření, závlahové vodní nádrže a další (MZe©2009).

Ústředním orgánem státní správy v ochraně zemědělského půdního fondu je Ministerstvo životního prostředí. V rámci ochrany půdy jsou stanoveny nástroje jeho ochrany, způsob odnímání zemědělské půdy ze ZPF, či stanovení sankcí za správní delikty (MŽP©2008).

3.1.3 LPIS

Land Parcel Identification System neboli LPIS je veřejný registr půdy. V LPIS jsou přístupné informace o veškeré zemědělské půdě, o hospodářských subjektech. Dále se v LPIS nachází řada údajů o jednotlivých loukách, polích, sadech, vinicích a nově i o druhu plodin pěstovaných v konkrétním období. Základní jednotkou v registru je půdní blok (PB), který je dělen na díl půdního bloku (DPB). Samotný půdní blok je zemědělsky využívaná plocha o min. výměře 0,1 ha, s očividně odděleným terénem, jako např: kraj lesa, vodní plocha, dopravní komunikace a jiné. V rámci PB jsou v registru informace o tom, kdo hospodaří na jednotlivých DPB a jaké je jeho zemědělské využití (Anonym, 2017).

Správu LPIS zajišťuje Ministerstvo zemědělství, konkrétně Státní zemědělský intervenční fond (SZIF). Registr je realizován prostřednictvím geografického informačního systému (GIS) a dán k dispozici jako webová aplikace. V aplikaci si lze

zobrazit mimo jiné i hydrologické poměry, stav eroze, chráněná území a další. Stejně jako BPEJ je LPIS pravidelně aktualizován.

3.2 Degradace půdy

Základní principem degradace je nesprávný land-use (odlesňování, urbanizace, výstavba pozemních komunikací atd.), který vzniká z ekonomických a sociálních příčin (Osman, 2014). Degradace půdy se projevuje úplnými nebo částečnými ztrátami úrodnosti půdy z hlediska její kvality, či úbytkem množství v důsledku eroze, zamokření, salinizace, desertifikace, znečištění, nebo odčerpání živin (MŽP©2015). Podle Oldemana a kol. (1991) k degradaci půdy dochází za předpokladu, že půda není schopná plnit své environmentální regulační funkce, jako je přijímání, ukládání a recyklace vody, energie a živin. Potenciální produktivita spojená s land-use se stane neudržitelnou.

Mezi hlavní degradační faktory půdy patří (Vopravil a kol., 2012):

- změna klimatu;
- ztráta půdní biodiverzity;
- ztráta půdní organické hmoty;
- eroze půdy;
- zhutňování;
- acidifikace;
- kontaminace půd.

Spojením těchto faktorů, které jsou vzájemně závislé a podporují se, vzniká degradace půdy. Do jisté míry se dá říct, že za většinu faktorů je zodpovědný člověk. Ovšem degradaci ovlivňují i vlastnosti samotné půdy, jako například: odolnost, stabilita, ohroženost, náchyllost atd.

Ve střední Evropě lze rozdělit degradaci do následujících typů (Vopravil a kol., 2009):

- větrná a vodní eroze;
- kontaminace;
- fyzikální degradace (hutnění);
- debazifikace a acidifikace;
- dehumifikace.

Acidifikace je přírodní proces, který zpravidla navazuje na debazifikaci, což je slabší projev tohoto procesu. V půdě dochází ke snížení obsahu uhličitánů, vytěsnění bazických kationtů a jejich nahrazení vodíkovými ionty. Acidifikace je přirozený proces, avšak s antropogenním vlivem se může zrychlit. Lidský faktor je reprezentován třeba průmyslovými hnojivy, monokulturou, kyselými dešti, intenzivní závlahou a dalšími. Důsledkem acidifikace může být: zhoršení kvality humusu, vázání P do sloučenin (odkud ho rostliny nemohou přijmout), snížení odolnosti půdy, zvýšení rizika vzniku nemocí rostlin a patogenních organismů.

Dehumifikace neboli ztráta organické hmoty je proces, při které neuskutečňuje hromadění organických látek v půdě a její následná přeměna na humus. K tomuto procesu dochází, pokud ztráty organické hmoty v půdě přesahují její vnosy. Důsledkem může být ztráta stability půdy, snížení retenční kapacity půdy, větší zranitelnost vůči erozi, snížení produkčních schopností půdy a další.

Zhutnění, nebo také utužení půdy je proces, při němž se mohou rozpadnout půdní struktury. Utužení se rozděluje na technické a genetické. Technické utužení spodiny a podorničí bývá antropogenního původu, zato genetické utužení je typické například pro jílovité půdy.

Kontaminace půdy je způsobena především antropogenní činností. Půda jako taková slouží jako úložiště škodlivých látek. VÚMOP (2023) rozděluje kontaminační látky na potenciálně rizikové a perzistentní polutanty. Potencionálně rizikové prvky jsou ty, které se v nižších koncentracích vyskytují v půdě, ovšem při jejich překročení může dojít ke kontaminaci půdního prostředí. Perzistentní organické polutanty jsou toxické, ať už bývají antropogenního, nebo přírodního původu.

3.3 Eroze půdy

Eroze (lat. *erodere* neboli nahlodávat) je jedním z hlavních procesů, které ohrožují půdu. Pod pojmem „eroze půdy“ se rozumí půda odnesená pryč. Obecně bývá vůči erozi náchylnější půda bez vegetačního krytu, nebo s nesprávně zvoleným krytem (VÚMOP, 1995). Z geologického hlediska je eroze popsána jako soubor procesů způsobujících uvolňování, rozpouštění, obrušování a přemísťování materiálu zemského povrchu (Petránek a kol., 2016).

V České republice je nejvíce ohrožující eroze vodní, větrná a vnitro-půdní. Vnitro-půdní eroze je způsobena drastickými změnami ve struktuře půdní bioty (Záhora a kol., 2015). Zerodovaná půda dále působí další škody, kupříkladu na majetku, zanášení a kontaminaci vodních toků a vodních ploch, znečištění ovzduší a jiné. Obecně erozi mohou zhoršit antropogenní vlivy (odlesnění, urbanismus a další), které přispívají k znehodnocení půdy. Na zemědělské půdě eroze způsobuje ztrátu nejurodnější části půdy, ornice. Předpokládá se, že 2–3 cm půdní vrstvy mohou vznikat, při ideálních podmínkách, 200 až 1 000 let (Vopravil a kol., 2009).

Hlavními faktory ovlivňující průběh eroze bývají hydrologické poměry, klimatické zařazení, morfologie území, geologické a pedologické poměry, vegetační pokryv, management využívání půdy, sociálně-ekologické a politické poměry.

Erozi lze dělit podle následujících kritérií:

- intenzita (zrychlená, normální);
- časové hledisko (historická, současná);
- forma (plošná, výmolová, proudová);
- mechanismus (rýžková, mezirýžková);
- příčina (vodní, větrná, sněhová, antropogenní aj.).

Zrychlená intenzita eroze nastává, když je smyv půdních částic tak rychlý a v takovém rozsahu, že není možné nahradit smytý povrch přírodními půdotvornými procesy.

Plošná eroze zapříčiňuje rozrušení a smyv půdy v plošném, rovnoměrném rozsahu. Výmolová eroze se projevuje v soustředěném povrchovém odtoku, kde dochází k tvorbě mělkým zářezů do půdního povrchu, které se postupně prohlubují.

Rýžková eroze je erozí linií v místě soustředěného odtoku, kde vzniká laminární proudění. Mezirýžková eroze bývá způsobena dopadajícími dešťovými kapkami, které při dopadu uvolňují půdní částice. Uvolněné půdní částice vystříknou do vzduchu a následně dopadnou zpět na zem, čímž vzniká turbulentní proudění. Ideální ochranou před mezirýžkovou erozí bývá vegetační povrch mezi rýžkami.

3.3.1 Vodní eroze

Vodní, či fluvialní eroze je přírodní proces, který způsobuje rozrušení půdních agregátů a následný povrchový odtok s transportem půdních částic pryč. Tento proces způsobují dešťové srážky buďto v podobě přívalových dešťů (velká intenzita, kratší trvání), nebo dlouhodobé deště (malá intenzita, dlouhé trvání). Transportované částice se následně usazují v úpatí svahů, nebo mohou stéct až do vodních recipientů, kde se z nich stávají sedimenty (Záhora a kol., 2015). V extrémních případech může vodní eroze odhalit skalní podloží.

Obecně se vodní eroze dá rozdělit na normální a zrychlenou. Normální vodní eroze je přirozený proces, který přetváří reliéf území v souladu s půdotvornými procesy a probíhá pomalu, převážně nepozorovaně. Naopak zrychlená eroze smývá půdní částice tak rychle a v takovém rozsahu, že půdotvorné procesy nejsou schopny reagovat. Zrychlenou erozi lze připsat antropogenním vlivům (způsob hospodaření na zemědělské půdě, odlesňování atd.). Další rozdělení vodní eroze je na plošnou (např. vybělování svahů), výmolovou (stržová, rýžková, brázdová a další), proudovou a břehovou (výskyt v samotném vodním toku, nádrži).

Příčin vodní eroze je mnoho, mezi nejzásadnější patří: pěstování erozně nebezpečných rostlin (kukuřice, slunečnice, okopaniny) na nevhodném místě, velké nedělené půdní celky a s nimi spojená absence hydrografických krajinných prvků (meze, remízky atd.), špatné infiltrační schopnost půdy (utuzení půdního povrchu). Vodní eroze značně ohrožuje strmé svahy, hlavně se svažností svahů větší než 20°. Tyto svahy by bylo nejlepší neobhospodařovat (Osman, 2014).

Vodní eroze způsobuje řadu negativních efektů, které se projevují mimo místo vzniku eroze (*ex-situ*). Jedná se především o erodovaný smyv ze zemědělské půdy, který následně končí ve vodním recipientu, kde může napáchat následující škody: zanesení koryta toku, nebo akumulací prostoru nádrží, zakalení vody, poškození prostředí vodních organismů, eutrofizace vody, kontaminace vody ze smyté zeminy. Následky jsou ale i ekonomické, kupříkladu náklady za odtěžení nánosů v tocích a nádržích, nebo za úpravu vody. Eroze může přímo ohrozit také veřejnou infrastrukturu či intravilán obcí.

V rámci České republiky je vodní erozí ohroženo přibližně 50% zemědělské půdy. Nejohroženější lokalitou je jižní Morava. Vodní eroze je celosvětově nejvýznamnějším degradačním činitelem, a to hlavně díky tomu, že její následky se v hojné míře projevují v ex-situ.

3.3.2 Větrná eroze

Větrná, nebo také eolická eroze je proces, při kterém mechanická síla větru rozruší půdní agregáty a jejich částičky následně odnáší vítr pryč. Tento typ eroze nastává za předpokladu splnění tří podmínek: dostatečné síly větru u půdního povrchu, absence ochranné vegetace, dostatečně vysušená půda s náchylností k erozi (VÚMOP©2023).

Samotnou erozi ovlivňuje několik faktorů, jsou jimi: klimatické podmínky (síla, směr, vlhkost větru aj.) a půdní vlastnosti (drsnot povrchu, struktura či vlhkost půdy). Eroze větrem nastává v okamžiku, kdy síla větru překročí prahovou úroveň odolnosti půdy (Vopravil a kol., 2009). Dalšími činiteli, které mají vliv na větrnou erozi jsou geologické procesy, antropogenní vlivy, nebo vlastnosti samotného území (sklon a expozice svahu, topografie terénu, šířka a délka obhospodařovaného půdního bloku).

Pohyb půdních částic při účincích větru se dají rozdělit do tří kategorií: suspenze (nejjemnější částičky, které tvoří tzv. prašné bouře), saltace (půdní částice, které se přemisťují skákavým pohybem), sunutí po povrchu (velikost částic se pohybuje v rozmezí 0,5–1,2 mm). Přibližně 50% prašných bouří bývá způsobeno odlesněním a zemědělskými aktivitami (MZe©2023). Samotný proces větrné eroze se dělí na tři fáze: abrazi (rozrušování), deflaci (transport) a akumulaci (usazování). Půdní částice a částičky po svém odnesení mohou tvořit různé útvary, jako například: duny, barchany (srpcové duny), nebo čeřiny (mírné zvlnění terénu).

V České republice je ohroženo větrnou erozí přibližně 25,7% zemědělské půdy (LPIS, 2012). Mezi nejohroženější oblasti patří jižní Morava (Znojensko, Břeclavsko, Hodonínsko), či Polabí. Jednou z nejlepších ochran proti větrné erozi bývá vegetační pokryv půdy, nebo správně zvolené větrolamy (viz kapitola 3.5 Protierozní opatření).

3.3.3 Sněhová a ledovcová eroze

Sněhová eroze, nebo také nivální, která se na území České republiky vyskytuje výjimečně, a to pouze v horských a podhorských oblastech se strmými svahy. Většinou vzniká nivální eroze pohybem sněhu ve formě laviny s velkým tlakem a rychlostí sněhu. Dalším způsobem může být pohyb sněhu při jarním tání. Sněhová eroze má specifické podmínky pro vznik, tedy zmrzlou, nakypřenou půdu bez vegetace (VÚMOP©2023).

Ledovcová neboli glaciální eroze bývá způsobena pohybem ledovců do údolí. Ledovec svou vahou eroduje samotné skalní podloží, které obrušuje a vyhlazuje. Jev ledovcové eroze se v České republice vyskytl pouze historicky.

3.4 Rovnice USLE

Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí podle Wischmeiera a Smithe (1978) je v České republice nejvíce používaným black-box modelem pro dlouhodobé (min. roční) určení ohroženosti zemědělské půdy vodní erozí. Jedná se o velmi jednoduchý empirický model, který slouží jako základ pro různé variace dalších modelů, např. RUSLE (revidovaná USLE), nebo MUSLE (modifikovaná USLE). USLE má výhodu ve své jednoduchosti a dobré dostupnosti vstupních dat. Rovnice obsahuje šest proměnných (R, K, L, S, C, P), které budou blíže popsány v následujících kapitolách. Tvar rovnice USLE v základní podobě vypadá následovně:

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

Rovnice 3.4: Rovnice USLE podle Wischmeiera a Smithe (1978)

kde: G = průměrná dlouhodobá ztráta půdy [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]

R = faktor erozní účinnosti deště

K = faktor erodovatelnosti půdy

L = faktor délky svahu

S = faktor sklonu svahu

C = faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu

P = faktor účinnosti protierozních opatření

Rovnice vychází z principu přípustné ztráty půdy na jednotkovém pozemku, jehož parametry jsou stanoveny ze standardní elementární odtokové plochy s délkou 22,13 m a sklonem 9%. Počítá se s mechanickým kypřením, za přívalových srážek, ve směru sklonu svahu a s pozemkem bez vegetace (Janeček a kol., 2012b).

K posouzení míry ohroženosti slouží princip přípustné ztráty půdy, což je maximální hodnota ztráty půdy, při které ještě lze udržet úrodnost půdy. Podle hloubky půdního profilu jsou stanoveny hodnoty přípustné ztráty půdy:

- mělké (do 30 cm, se ztrátou do $1 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$);
- středně hluboké (30–60 cm, se ztrátou do $4 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$);
- hluboké (nad 60 cm, se ztrátou do $4 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$).

V případě překročení těchto stanovených mezních hodnot se jedná o pozemek, na kterém je třeba provést protierozní opatření. Konkrétně u mělkých půd se převážně doporučuje zatravnění. Následně se aplikovaná protierozní opatření promítnou do rovnice USLE, ve formě změněných konkrétních faktorů v rovnici (Vopravil a kol., 2009).

3.4.1 R faktor

Faktor erozní účinnosti deště zahrnuje intenzitu a úhrn srážek, dále četnost jejich výskytu a kinetickou energii kapek.

Výpočet R faktoru se provádí následovně:

$$R = E \cdot i_{30}/100$$

Rovnice 3.4.1a: Výpočet R faktoru podle Wischmeiera a Smithe (1978)

kde: R = faktor erozní účinnosti deště [$\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$]

E = kinetická energie deště [$\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$]

i_{30} = maximální 30minutová intenzita deště [$\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$]

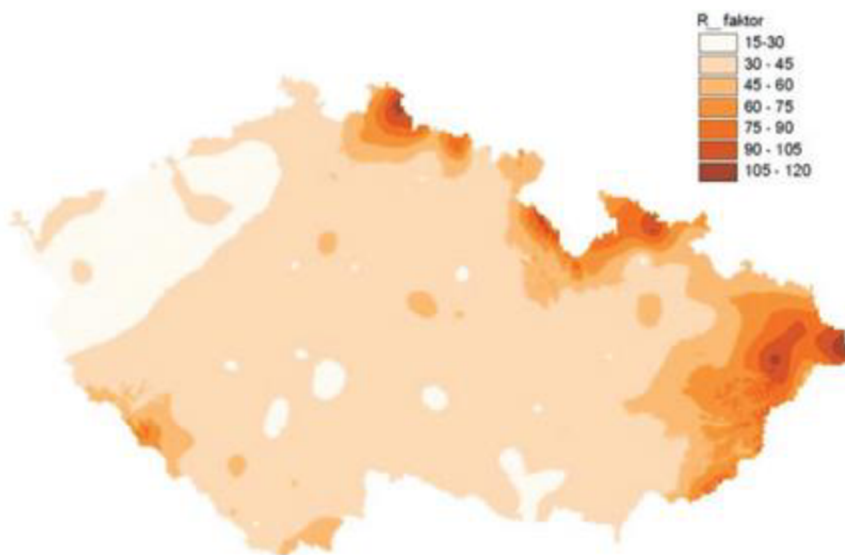
Celková kinetická energie deště se vypočte:

$$E = \sum_{i=1}^n E_i$$

Rovnice 3.4.1b: Výpočet celkové kinetické energie deště podle Wischmeiera a Smithe (1978)

kde: E_i = kinetická energie i -tého úseku deště

Řada odborných publikací poukazuje na značný vliv úhrnu a intenzity deště na ztrátu půdy vodní erozí, jako například Janeček a kol. (2012a), kteří došli k závěru, že k největším ztrátám půdy erozí došlo při srážkovém úhrnu nad 10 mm a 15-ti minutové intenzitě s úhrnem nad 6 mm. Dalším poznatkem bylo, že na nasycených půdách z dřívějších srážek dochází k vyšším ztrátám půdy erozí a hodnota R faktoru neodpovídá.



Obr. 3.4.1: Upravené průměrné hodnoty R faktoru na území ČR z let 1971-2000 (Janeček a kol., 2012a)

Pro zemědělské plochy na území České republiky byla stanovena průměrná hodnota R faktoru na $R = 40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ (Janeček a kol., 2012a). Zdrojem dat pro

určení R faktoru na území České republiky byla využita síť meteorologických stanic ČHMÚ, které ovšem nejsou rozmístěny rovnoměrně po celém území. Následkem toho došlo ke zkreslení dat převážně v extrémních oblastech jako jsou hory a podhoří.

3.4.2 K faktor

Faktor erodovatelnosti půdy určuje ztrátu půdy [t.ha⁻¹], ze standardního pozemku, na jednotku faktoru R. K faktor v sobě zastupuje vlastnosti půdy včetně jejích infiltračních schopností, či odolnost půdních částic vůči dešťovým kapkám a povrchovému odtoku.

Faktor erodovatelnosti, či náchylnosti, půdy lze stanovit vícero způsoby, buď pomocí odvozené rovnice pro K faktor, podle nomogramu, anebo podle hodnot HPJ (2. a 3. číslice BPEJ) nebo půdních typů, subtypů a variant podle klasifikačního systému České republiky.

Pro první dvě metody je potřeba mít výsledky půdních rozborů z terénu. Pokud obsah prachu a práškového písku nepřekročí 70% může se faktor K stanovit pomocí následující rovnice:

$$100 K = 2,1M^{1,14} \cdot 10^{-4} \cdot (12-a) + 3,25(b-2) + 2,5(c-3)$$

Rovnice 3.4.2: Výpočet K faktoru (Janeček a kol., 2012b)

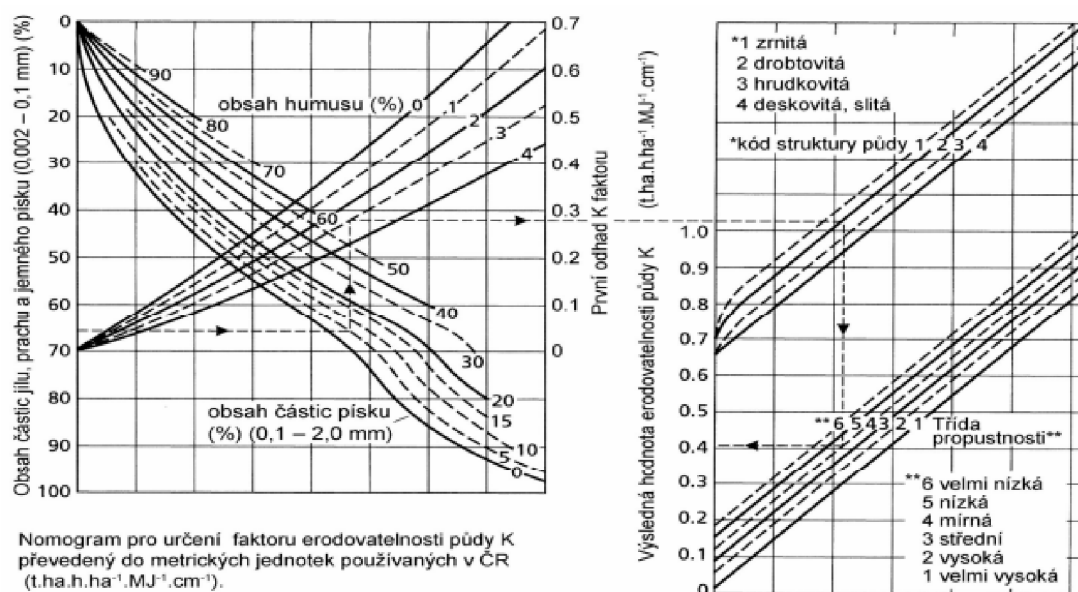
kde: K = faktor náchylnosti půdy na erozi

M = (% prachu + % práškového písku) · (100 - % jílu)

a = % obsah humusu v ornici

b = třída struktury ornice

c = třída propustnosti půdního profilu



Obr. 3.4.2: Nomogram pro určení hodnot K faktoru (Janeček a kol., 2012b)

HPJ	K - faktor	HPJ	K – faktor
01	0,41	40	0,24
02	0,46	41	0,33
03	0,35	42	0,56
04	0,16	43	0,58
05	0,28	44	0,56
06	0,32	45	0,54
07	0,26	46	0,47
08	0,49	47	0,43
09	0,60	48	0,41
10	0,53	49	0,35
11	0,52	50	0,33
12	0,50	51	0,26
13	0,54	52	0,37
14	0,59	53	0,38
15	0,51	54	0,40
16	0,51	55	0,25
17	0,40	56	0,40
18	0,24	57	0,45
19	0,33	58	0,42
20	0,28	59	0,35
21	0,15	60	0,31
22	0,24	61	0,32
23	0,25	62	0,35
24	0,38	63	0,31
25	0,45	64	0,40
26	0,41	65	nedostatek dat
27	0,34	66	nedostatek dat
28	0,29	67	0,44
29	0,32	68	0,49
30	0,23	69	nedostatek dat
31	0,16	70	0,41
32	0,19	71	0,47
33	0,31	72	0,48
34	0,26	73	0,48
35	0,36	74	nedostatek dat
36	0,26	75	nedostatek dat
37	0,16	76	nedostatek dat
38	0,31	77	nedostatek dat
39	nedostatek dat	78	nedostatek dat

Tab. 3.4.2: Hodnoty K faktoru pro HPJ (Janeček a kol., 2012b)

3.4.3 L faktor

Faktor délky svahu indikuje poměr ztráty půdy v závislosti na délce svahu. Délka svahu je definována horizontální vzdáleností od místa vzniku povrchového odtoku až k místu, kde se erodovaný materiál zastaví a následně ukládá. Čím delší je délka svahu, tím intenzivnější je eroze. Výstupem L faktoru je zobrazení drah plošného povrchového odtoku na zkoumaném území (Janeček a kol., 2012b).

L faktor se může vypočítat podle vzorečku:

$$L = (l / 22,13)^m$$

Rovnice 3.4.3: Výpočet L faktoru podle Renard a kol. (1997)

kde: L = délka svahu

l = horizontální projekce délky svahu [m]

22,13 = délka standardního pozemku [m]

m = exponent sklonu svahu (náchylnost svahu k rýžkové erozi)

Sklon svahu (%)	Poměr mezi rýžkovou a plošnou erozí			Sklon svahu (%)	Poměr mezi rýžkovou a plošnou erozí		
	Nízký	Střední	Vysoký		Nízký	Střední	Vysoký
0,2	0,02	0,04	0,07	12,0	0,37	0,55	0,71
0,5	0,04	0,08	0,16	14,0	0,40	0,57	0,72
1,0	0,08	0,15	0,26	16,0	0,41	0,59	0,74
2,0	0,14	0,24	0,39	20,0	0,44	0,61	0,76
3,0	0,18	0,31	0,47	25,0	0,47	0,64	0,78
4,0	0,22	0,36	0,53	30,0	0,49	0,66	0,79
5,0	0,25	0,40	0,57	40,0	0,52	0,68	0,81
6,0	0,28	0,43	0,60	50,0	0,54	0,70	0,82
8,0	0,32	0,48	0,65	60,0	0,55	0,71	0,83
10,0	0,35	0,52	0,68				

Tab. 3.4.3: Exponent sklonu svahu v závislosti na sklonu svahu a poměru eroze (Renard a kol., 1997)

Nízký poměr rýžkové eroze k erozi plošné se objevuje na pastvinách, nebo ulehých půdách s vegetačním pokryvem. Střední poměr eroze se objevuje u půd s řádkovými plodinami a středně ulehkými půdami s řídkým až středním vegetačním pokryvem. Vysoký poměr eroze se dá najít na půdách antropogenně vytvořených, nebo velice zkpřehných. Při sklonu svahu nad 15% se automaticky uvažuje vysoký poměr eroze (Janeček a kol., 2012b).

3.4.4 S faktor

Faktor sklonu svahu určuje ztrátu půdy v závislosti na sklonu půdního bloku, čím svažtější svah tím vzrůstající ztráta půdy (Wischmeier a Smith, 1978). Faktor L a S spolu tvoří tzv. topografický faktor LS, který spojuje jednotlivé faktory v celistvou reprezentaci faktoru USLE.

Hodnota sklonu svahu se dá vypočítat podle vztahu:

$$S = 10,8 \cdot \sin \theta + 0,03 \quad \text{pro sklon} < 9\%$$

$$S = 16,8 \cdot \sin \theta - 0,50 \quad \text{pro sklon} \geq 9\%$$

Rovnice 3.4.4a, b: Výpočet S faktoru podle Renard a kol. (1997)

kde: S = sklon svahu

θ = úhel sklonu svahu [rad nebo m/m]

3.4.5 C faktor

Faktor ochranného vlivu vegetace určuje, jaký vliv má vegetační pokryv na smyv půdy. Vegetační pokryv je přímou ochrannou půdy, před rozrušujícími vlivy srážek, zrychleným povrchovým odtokem a nepřímo působí na půdní vlastnosti (pórovitost, zpevnění, propustnost a další). Pokryvnost a hustota vegetačního pokryvu v době přívalových srážek (duben až říjen) má přímo úměrný vliv na hodnotu faktoru C (Janeček a kol., 2012b).

Plodina	Zařazení v osevním postupu	Použitá agrotechnika	Hodnoty faktoru vegetačního krytu a agrotechniky podle pěstebních období					
			1	2	3	4	5a	5b
Obilniny	po 1. roce po jetelovinách	OP St	0,50 0,02	0,55 0,02	0,30 0,02	0,05 0,02	0,20 0,02	0,04 0,02
	po obilninách	OP St	0,65 0,25	0,70 0,25	0,45 0,20	0,08 0,08	0,25 0,25	0,04 0,04
	po okopaninách a kukuřici	OP St	0,70 0,70	0,75 0,70	0,50 0,45	0,08 0,08	0,25 0,25	0,04 0,04
Kukuřice	Sláma předplodiny sklizena	OP St	0,70 O K 0,25 0,70	0,90 O K 0,25 0,70	0,70 O K 0,25 0,55	0,35 0,25	0,70 0,60	0,40 0,30
	sláma předplodiny nesklizena	OP St	0,60 O K 0,04 0,30	0,75 O K 0,04 0,25	0,55 O K 0,04 0,20	0,25 O K 0,05 0,20	0,60 O K 0,25 0,40	0,30 O K 0,15 0,30
	do herbicidem umrtveného drnu	víceletých píenin jílku jako ozimé meziplodiny	0,02 0,05	0,02 0,05	0,03 0,05	0,03 0,05	0,05 0,15	0,03 0,10
Brambory, Cukrovka	v přímých řádcích libovolného směru		0,65	0,80	0,65	0,30	0,70	
Vojtěška			0,02					
Jetel červený dvousetčný			0,015					
Víceletá tráva, louky			0,005					

Pozn: 5a - sláma sklizena, 5b - sláma ponechána, O - po obilovině, K - po kukuřici, OP - setí do zorané půdy, St - setí do strniště.

Tab. 3.4.5a: Hodnoty faktoru C se způsobem obdělávání (Janeček a kol., 2012b)

V rámci protierozní ochrany se faktor C stanovuje podle pěstovaných plodin, jejich střídání na pozemcích, což zahrnuje konkrétní období mezi jednotlivými plodinami a způsoby obdělávání. Hodnota C faktoru se v jednotlivých obdobích musí zatížit hodnotou R faktoru v průběhu časového období.

Období vývoje ochranného účinku vegetace jsou:

1. podmínky a hrubé brázdy;
2. od přípravy pozemku k setí do 1. měsíce po zasetí;
3. po dobu 2. měsíce od jarního nebo letního setí (u ozimu do 30.4.);
4. od konce 3. období do sklizně;
5. strniště (posklizňové zbytky nechané na povrchu).

Pokud nejsou přístupny osevnické postupy pro řešené území, tak se faktor C stanovuje na základě průměrného zastoupení plodin v dané oblasti.

Plodina	C faktor	Plodina	C faktor
pšenice ozimá	0,12	chmelnice	0,8
žito ozimé	0,17	řepka ozimá	0,22
ječmen jarní	0,15	slunečnice	0,6
ječmen ozimý	0,17	mák	0,5
oves	0,1	ostatní olejniny	0,22
kukuřice na zrno	0,61	kukuřice na siláž	0,72
luštěniny	0,05	ostatní píceiny jednoleté	0,02
brambory rané	0,6	ostatní píceiny víceleté	0,01
brambory pozdní	0,44	zelenina	0,45
louky	0,005	sady	0,45

Tab. 3.4.5b: Průměrné hodnoty faktoru C pro konkrétní plodiny (Janeček a kol., 2012b)

Pokud nejsou k dispozici ani data o průměrném zastoupení rostlin, tak se C faktor stanoví na základě klimatického regionu (Kadlec a Toman, 2002).

klimatický region	orná půda	ostatní plochy ZPF
0	0,291	0,307
1	0,278	0,286
2	0,266	0,264
3	0,254	0,243
4	0,241	0,221
5	0,229	0,199
6	0,216	0,178
7	0,204	0,156
8	0,192	0,135
9	0,179	0,113

Tab. 3.4.5c: Hodnoty C faktoru podle klimatických regionů (Kadlec a Toman, 2002)

3.4.6 P faktor

Faktor účinnosti protierozních opatření určuje vliv jednotlivých opatření na půdní bloky v závislosti na sklonu. Pokud na půdním bloku nejsou žádná protierozní opatření, je automaticky hodnota faktoru $P = 1$. V případě výskytu protierozních opatření se faktor P určuje podle následující tabulky:

Protierozní opatření	Sklon svahu (%)			
	2-7	7-12	12-18	18-24
Maximální délka pozemku po spádnicí při konturovém obdělávání	120 m	60 m	40 m	-
	0,6	0,7	0,9	1,0
Maximální šířka a počet pásů při pásovém střídání	40 m	30 m	20 m	20 m
	6 pásů	4 pásy	4 pásy	2 pásy
- okopanin s víceletými pícninami	0,30	0,35	0,40	0,45
-okopanin s ozimými obilovinami	0,50	0,60	0,75	0,90
Hrázkování, resp. přerušované brázdování podél vrstevnic	0,25	0,30	0,40	0,45

Tab. 3.4.6: Hodnoty faktoru P podle Wischmeiera a Smithe (1978)

3.5 Protierozní opatření

Na základě cílů práce této diplomové práce byla protierozní opatření (PEO) soustředěna na vodní erozi. Účelem protierozního opatření proti vodní erozi je:

- chránit půdu před destruktivními účinky dešťových kapek;
- stabilizovat půdní agregáty;
- zvýšit infiltraci vody;
- snížit povrchový odtok a tím i zpomalit unášecí rychlost vody;
- zachycovat smyté zeminy;
- ochrana majetku apod.

Protierozní opatření se obecně dělí na organizační, agrotechnické a technické (viz následující podkapitoly). Problematika a metodika protierozních opatření je zahrnuta v legislativě, konkrétně se jedná o vyhlášku č. 240/2021 Sb. o ochraně zemědělské půdy před erozí (MŽP©2021). Důležitou skutečností, zakotvenou v zákoně, je nutnost zpřístupnění pozemku minimálně z jedné strany.

Dále jsou metodiky částečně zahrnuty ve standardech Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy (DZES), které zajišťují správné hospodaření v souladu s podmínkami DZES, což hospodařícím subjektům zajišťuje finanční podporu od státu. V rámci protierozní ochrany se nejvyšší důraz přikládá standardům DZES 4 (minimální pokryv půdy), DZES 5 (minimální úroveň obhospodařované půdy k omezení eroze) a DZES 6 (zachování úrovně organických složek půdy) (eAGRI©2023).

3.5.1 Organizační opatření

Základním organizačním opatřením bývá situování půdních bloků delší stranou po vrstevnicích, vhodný tvar a výměra obhospodařované půdy a v neposlední řadě správný osevní postup. Organizační opatření bývají použita v převážné většině s dalšími protierozními opatřeními a používají se většinou v souvislosti s pozemkovými úpravami, nebo výstavbou cestní sítě (Janeček a kol., 2012b).

Pro fungování protierozní ochrany je třeba dodržovat následující obecné zásady:

- setí správných plodin podle ohroženosti PB;
- výsev víceletých plodin;
- provádět včasný výsev plodin apod.

Výše zmíněný tvar a velikost erozního pozemku je jedním z nejméně invazivních opatření. Účelem je rozdělit a uspořádat pozemek tak, aby jeho delší strana byla situována po vrstevnici, což nutí zemědělce orat po vrstevnici, a ne po spádnicí, jak lze často vidět. Přeorientování pozemku též pomáhá zmírnit dráhy povrchového odtoku. V ideálním případě by měl být pozemek obdélníkového tvaru (v praxi spíše nereálné) s rozpětím výměry od 50 ha v rovinatých oblastech, do 20 ha v topograficky členitějších oblastech (Janeček a kol., 2012b).

Dalším důležitým nástrojem organizačních protierozních opatření je výsadba ochranného zalesnění a zatravnění na erozně ohrožených pozemcích. Ochranné zalesnění se používá na půdách, které jsou nevhodné k zemědělským účelům, nebo jejich sklon přesahuje hodnotu 30%. Může se též jednat o půdy s nevyvinutým půdním profilem, což se stanovuje na základě HPJ (viz Tab. 3.4.2). Ochranné zatravnění je použito v případě mělkých půd se sklonem svahů nad 20%, pro potřeby zatravnění údolnic, nebo pro nejohroženější půdy vodní erozí. V neposlední řadě se zatravnění volí v případě ochrany břehů vodních toků a nádrží, na prameništích a zamokřených půdách či v místech povrchového odtoku vody (Janeček a kol., 2012b).

Velký impakt ze strany organizačních opatření může udělat rozmístění plodin za účelem eliminace vodní eroze. Ostatně plodiny a způsob jejich pěstování jsou to, co nejvíce ovlivňuje erozní procesy na zemědělských půdních blocích. Každý typ plodiny má svá úskalí, a ne každý typ lze pěstovat na každém svahu (Janeček a kol., 2012b).

K nejrizikovějším plodinám patří širokořádkové plodiny (kukuřice, slunečnice, okopaniny) bez dostatečné protierozní ochrany, kterou může být pásové střídání plodin. V rámci pásového střídání plodin se můžou střídát různé druhy plodin, např. širokořádkové s úzkořádkovými, nebo širokořádkové plodiny a zatravněné pásy. Tyto pásy by měly vést po vrstevnici s velikostí a šířkou pásu závislou na sklonu a délce svahu a dalších vlastnostech pozemku. Doporučená šířka pásů bývá od 20 do 40 m, ovšem mohou být i přerušeny příkopy či průlehy (Janeček a kol., 2012b).

3.5.2 Agrotechnické opatření

V rámci agrotechnických protierozních opatření se neprovádí žádné proporcionální změny zemědělského pozemku a nedělají se žádné technické zásahy do terénu. Agrotechnická opatření obecně zkracují dobu, kdy zůstává půda bez vegetačního pokryvu, na povrchu půdy se udržuje více než 30% rostlinných zbytků (mulč, sláma), místo orby se půda kypří (Janeček a kol., 2012b).

Mezi agrotechnická opatření vůči zvýšené vodní erozi patří vrstevnicové obdělávání půdy, které může zadržet až 10 tun ornice na hektar, jednou orbou. Tento způsob se ovšem netěší oblibě u hospodařících subjektů (Janeček a kol., 2012b).

Rizikové širokořádkové plodiny se dají pěstovat různými způsoby bez zvýšeného rizika erozních jevů. Jedná se o setí do mulče, kde se využívá strniště z předchozí sklizně (kupříkladu z obilí). Mulč dobře udržuje teplo a chrání semínka před vyplavením z půdy. Ovšem některé plodiny, jako třeba brambory, trpí v mulči na plísň. Proto se při setí brambor využívá hrázkování, kde se v meziřadí udělají malé důlky pro zadržení vody (Janeček a kol., 2012b).

Dalším způsobem může být pěstování širokořádkových plodin ve vymrznuté meziplodině, což se ukazuje jako nejúčinnější agrotechnické opatření PEO. Přemrzlé meziplodiny (např. hořčice) na sebe poutají živiny a po zimě fungují jako mulč. Ovšem tento způsob je vhodný do nez hutněných půd s dobrou strukturou, s aplikací herbicidu na jaře před setím. Za určitých podmínek je u setí do mulče možnost pozdějšího vyhnání, nebo nerovnoměrného vzejití plodin (Janeček a kol., 2012b).

Velmi účinnou a v České republice relativně novou metodou se ukazuje být technologie pásového zpracování půdy neboli *Strip Till*. V rámci této metody se nechává 50 cm nezpracovaný pás půdy, na kterém jsou ponechány posklizňové zbytky, a 25 cm zpracovaný pás půdy, který je prokypřen a zároveň se na něj aplikují minerální hnojiva. Při srážkovém úhrnu voda steče do zpracovaných pásů půdy, které jsou dostatečně prokypřené, tudíž půda vodu zachytí a následně dobře infiltuje. Nejvíce pěstovanou plodinou v rámci této metody bývá kukuřice, cukrová řepa, ale i pšenice (Anonym, 2023).

3.5.3 Technické opatření

Technická protierozní opatření se nejčastěji používají v případě, že dosažení dostatečné protierozní ochrany za pomoci organizačních a agrotechnických opatření nestačí. Účelem technických opatření je hlavně ochrana intravilánu či pozemních komunikací, zpomalení povrchového odtoku a zachycení splavované zeminy, vyrovnání terénních nerovností, nebo snížení podélného sklonu svahu (Janeček a kol., 2012b).

Technická opatření, ve spolupráci s organizačními a agrotechnickými opatřeními, se převážně navrhuje jako součást komplexního systému ochranných opatření v rámci pozemkových úprav (Janeček a kol., 2012b).

Mezi technická protierozní opatření se řadí:

- protierozní terasy;
- meze;
- příkopy a průlehy;
- hrázky;
- protierozní nádrže (trvalé zatopené či suchý);
- ochrana strmých svahů (zatravnění, sítě, výsadba skalniček) atd.

Protierozní terasy se řadí mezi nejstarší ochranné prvky, ovšem v současné době se příliš často nenavrhují. Terasy mohou být široké, se třemi až více řadami u rovinatějšího terénu, nebo úzké, o 1 až 2 řadách pro vinice či sady ve sklonitějším terénu. Terasy obecně slouží k zatravnění a stabilizaci stupně (Janeček a kol., 2012b).

Jedním z nejpoužívanějších ochranných prvků jsou protierozní meze. Mez musí být situována ve směru po vrstevnici, jinak není schopná plnit svůj účel. Výhodné je navrhnout u paty meze průleh pro přerušení dráhy povrchového odtoku. Nad tělesem meze je možno navrhnout sedimentační anebo zasakovací pás (Janeček a kol., 2012b).

Příkopy a průlehy jsou rozsáhlá opatření, která nejsou vhodná do oblasti intravilánu a na malé půdní bloky. Opatření mají množství variací provedení a jejich funkce mohou být též různé i kombinované. Tyto objekty se obecně dělí podle funkce na (Janeček a kol., 2012b):

- záchytné (chrání níže položené pozemky, převážně zachytávají cizí vodu např. z lesa);
- sběrné (dále rozdělené na vsakovací, které se mohou použít na dostatečně propustných půdách, a odváděcí, které slouží k omezení příliš dlouhé dráhy povrchového odtoku);
- svodné (zatravněné dráhy povrchového odtoku);
- cestní.

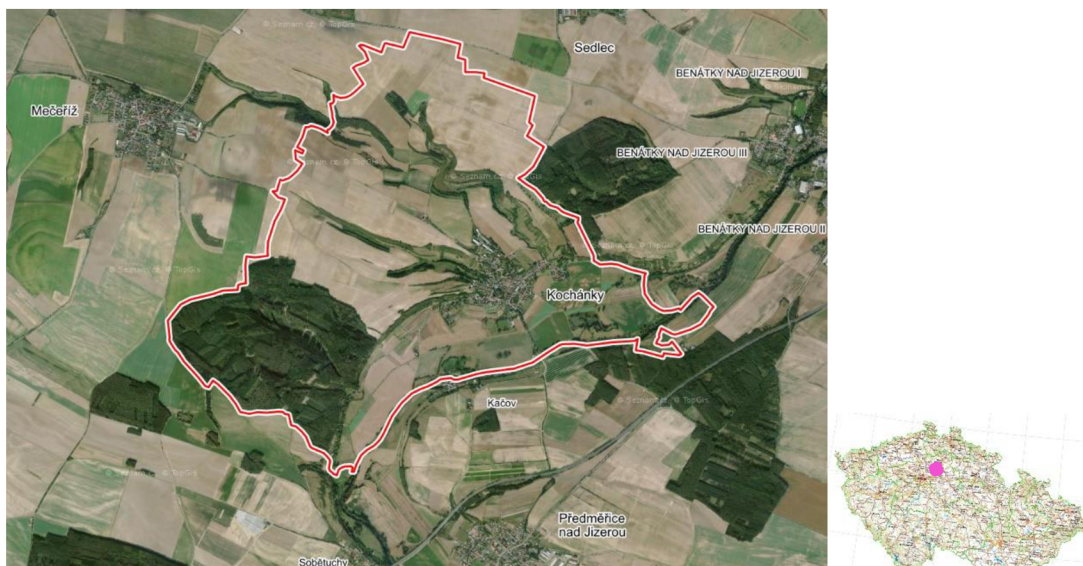
Hrázky se používají na místech, kde nelze navrhnout příkop, ať už kvůli nedostatku místa, nebo zahloubení. Účelem je zadržet velký povrchový odtok a erozní smyvy půdy spojené s přívalovými srážkami. Menší výměrová náročnost je jeden z důvodů, proč se hrázky navrhují v okolí intravilánu a pozemních komunikací. Nezbytnou součástí hrázky musí být výpustné zařízení, před které jsou usazeny česle pro zachycení hrubých nečistot (Janeček a kol., 2012b).

4. Charakteristika zájmového území

4.1 Základní informace

Obec Kochánky se nachází v okrese Mladá Boleslav ve Středočeském kraji. Jedná se o menší ves ležící v nadmořské výšce mezi 261 m. n. m. a 194 m. n. m. Katastrální území Kochánky se rozkládá na 877 ha a žije zde, k 1. 1. 2022, 466 obyvatel. V katastrální území Kochánky ještě neproběhla pozemková úprava, stejně jako v sousedních k.ú. Zároveň nemá obec vydaný územní plán.

Obec je od Prahy vzdálena přibližně 30 km na severovýchod, po dálnici D10 na exitu 21 (Praha – Mladá Boleslav). V obci se nenachází železniční trať, ani silnice I. a II. třídy. Nejbližším velkým městem jsou Benátky nad Jizerou, vzdálené 6 km na severovýchod, druhým větším městem je Brandýs nad Labem-Stará Boleslav, necelých 14 km na jihozápad. Z Kochánek je možné se dostat silnicemi III. třídy do okolních vesnic, např. do Předměřic nad Jizerou (4 km na jih), Sedlce (4 km na sever) a Mečeříže (7 km na západ).



Obr. 4.1a: Zájmové území k.ú. Kochánky s celostátní orientací (Mapy.cz, ČÚZK©2023)

Kochánky se rozkládají v údolí řeky Jizery, která prochází jižní částí katastrálního území, což přispělo k převážně zemědělskému charakteru celého území. V jihozápadní části k.ú. se nachází smíšený les s místním názvem *Tichý důl*. Dále v severní části je, od roku 2020, vyhlášena přírodní památka Stráně u Kochánek, s rozlohou 3,9 ha (AOPK©2020). Oblast je chráněná pro výskyt, u nás vzácného, jalovce obecného (*Juniperus communis*). Na řece Jizeře, přesněji na 14,9 km, se nachází 3 m vysoký, kolmý jez Kačovský mlýn (Anonym©2023). Samotný Kačovský mlýn s malou vodní elektrárnou je situován na levém břehu řeky Jizery v k.ú. Předměřice nad Jizerou.

Pozemky KN/ZE			
Druh pozemku	Způsob využití	Počet parcel	Výměra [m ²]
orná půda		1145	5274004
zahrada		218	148580
ovoc. sad		20	66749
travní p.		211	457746
lesní poz.		51	1964655
vodní pl.	rybník	20	41644
vodní pl.	tok přirozený	12	105770
vodní pl.	tok umělý	7	3754
vodní pl.	zamokřená pl.	10	3060
zast. pl.	zbořiště	20	1969
zast. pl.		337	117788
ostat. pl.	Jiná plocha	82	45170
ostat. pl.	manipulační pl.	49	32909
ostat. pl.	neplodná půda	341	300622
ostat. pl.	ostat. komunikace	188	141363
ostat. pl.	silnice	20	31896
ostat. pl.	sport. a rekr. pl.	20	18969
ostat. pl.	zeleň	14	7929
Celkem KN		2765	8764577
Par. DKM		23	127469
Par. KMD		2742	8637108

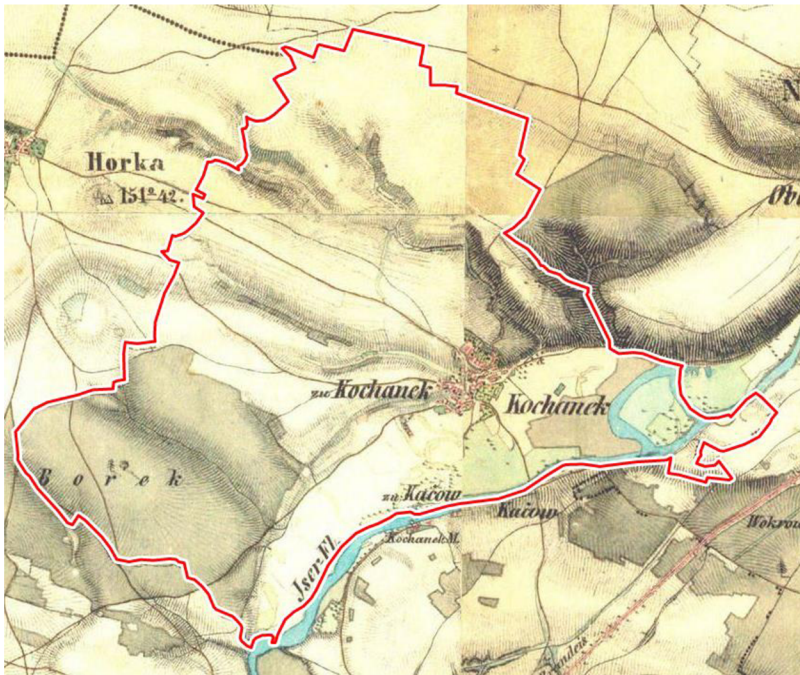
Obr. 4.1b: Počet parcel a jejich výměra v k.ú. Kochánky (ČUZK©2023)

4.2 Historie obce

První zmínky o obci Kochánek (po jazykové reformě v r. 1924 Kochánky) pocházejí již z let 1002, kdy se o nich zmiňují kronikáři Kosmas a Dalimil. Záznamy tvrdí, že v této době se v oblasti dnešní obce usadil kníže Kochan. Během nelehkého politického období, které vyvolalo vyvraždění Slavníkovců, byl kníže Kochan zabit a jeho hrádek i okolní domy zničeny. Lidé, kteří zbyli se stali rolníky.

V roce 1330 byl na místě bývalého hrádku vybudován, rodem Michalovců, panský poplužní dvůr. Dvůr měl pod patronátem celou vesnici, místní vinice, které údajně založil sám král Karel IV., velká stáda ovcí a mlýn, který dnes spadá do k.ú. Předměřice nad Jizerou. Na dvoře pracovali nejen rolníci z místních Kochánek, ale i z blízké Mečeřiže a Předměřic. Od 14. století spadal Kochánek a jeho okolí do Brandýského panství, kde se pyšnil titulem nejdůležitější a největší osadou (J. V. Prášek, 2010).

V 19. a 20. století začaly v obci vznikat občanské spolky, jako například SOKOL Kochánky, Myslivecká jednota, Sbor dobrovolných hasičů a další.



Obr. 4.2a: II. vojenské mapování (1836-1852) v k.ú. Kochánky (Mapy.cz©2023)

Po únoru 1948 byly všechny soukromé hospodářské subjekty sloučeny do jednoho zemědělského družstva. V roce 1974 došlo ke sloučení kochánského JZD s benátským a předměřickým, vzniklo tak zemědělské družstvo JIZERA se sídlem v Předměřicích nad Jizerou. Během následujících let došlo v obci k elektrifikaci, zpevnění místních komunikací, zavedení telefonu, vybudování veřejného vodovodu a kanalizace včetně čistírny odpadních vod (ČOV).



Obr. 4.2b: Letecký snímek obce Kochánky (Anonym, 2021)

V roce 2002 byl, na žádost obce, udělen, Poslaneckou sněmovnou, obci vlastní znak a prapor. Kochánky střídavě spadaly pod správu okresu Brandýs nad Labem-

Stará Boleslav a Mladá Boleslav. Po reformě veřejné správy v roce 2020 se při občanském referendu rozhodlo o zůstání v mladoboleslavském okrese.

4.3 Klimatické poměry

Katastrální území Kochánky je z velké části situováno v klimatickém regionu T2, jehož charakteristikou je teplé a mírně suché podnebí s průměrnými ročními teplotami v rozmezí 8–9 °C a průměrným ročním úhrnem srážek v rozmezí 500–600 mm. Zaručenost srážek by měla být od února do dubna s pravděpodobnostním suchým vegetačním obdobím na 20 až 30%.

V severní části k.ú. jsou umístěny tři půdní bloky, které už spadají do klimatického regionu T3. Region T3 se vyznačuje teplým a mírně vlhkým podnebím s průměrnými ročními teplotami od (7) 8 °C do 9 °C a průměrnými ročními srážkami mezi 550 až 650 (700) mm. Dostatek srážek připadá na období od dubna do července s pravděpodobnostním suchým vegetačním obdobím na 10 až 20%.

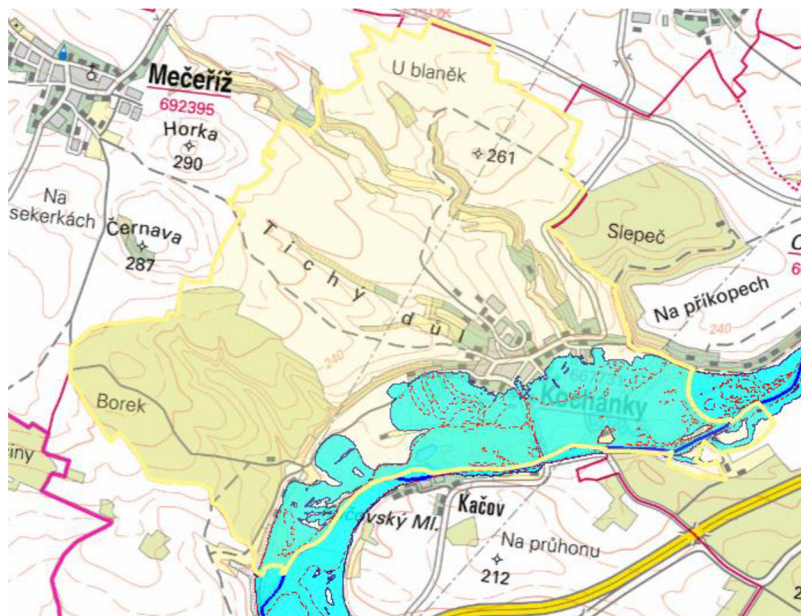
S klimatickým regionem je spojena také zemědělská výrobní oblast. Zájmové území se nachází v řepařské oblasti, kde se pěstuje převážně cukrovka, pšenice, sladovníkový ječmen, kořenová zelenina či rané brambory. Řepařská oblast se dále vyznačuje rovinným až mírně zvlněným terénem a nízkou lesnatostí.

Číselný kód regionů	Symbol regionů	Charakteristika regionů	Suma teplot nad 10 °C	Průměrná roční teplota v °C	Průměrný roční úhrn srážek v mm	Pravděpodobnost suchých vegetačních období v %	Vláhová jistota ve vegetačním období
0	VT	velmi teplý, suchý	2800 - 3100	9 - 10	500 - 600	30 - 50	0 - 3
1	T1	teplý, suchý	2600 - 2800	8 - 9	< 500	40 - 60	0 - 2
2	T2	teplý, mírně suchý	2600 - 2800	8 - 9	500 - 600	20 - 30	2 - 4
3	T3	teplý, mírně vlhký	2500 - 2800	(7) 8 - 9	550 - 650 (700)	10 - 20	4 - 7
4	MT1	mírně teplý, suchý	2400 - 2600	7 - 8,5	450 - 550	30 - 40	0 - 4
5	MT2	mírně teplý, mírně vlhký	2200 - 2500	7 - 8	550 - 650 (700)	15 - 30	4 - 10
6	MT3	mírně teplý (až teplý), značně vlhký	2500 - 2700	7,5 - 8,5	700 - 900	0 - 10	> 10
7	MT4	mírně teplý, vlhký	2200 - 2400	6 - 7	650 - 750	5 - 15	> 10
8	MCH	mírně chladný, vlhký	2000 - 2200	5 - 6	700 - 800	0 - 15	> 10
9	CH	chladný, vlhký	pod 2000	< 5	> 800	0	> 10

Obr. 4.3: Klimatické regiony (MZe, 2018)

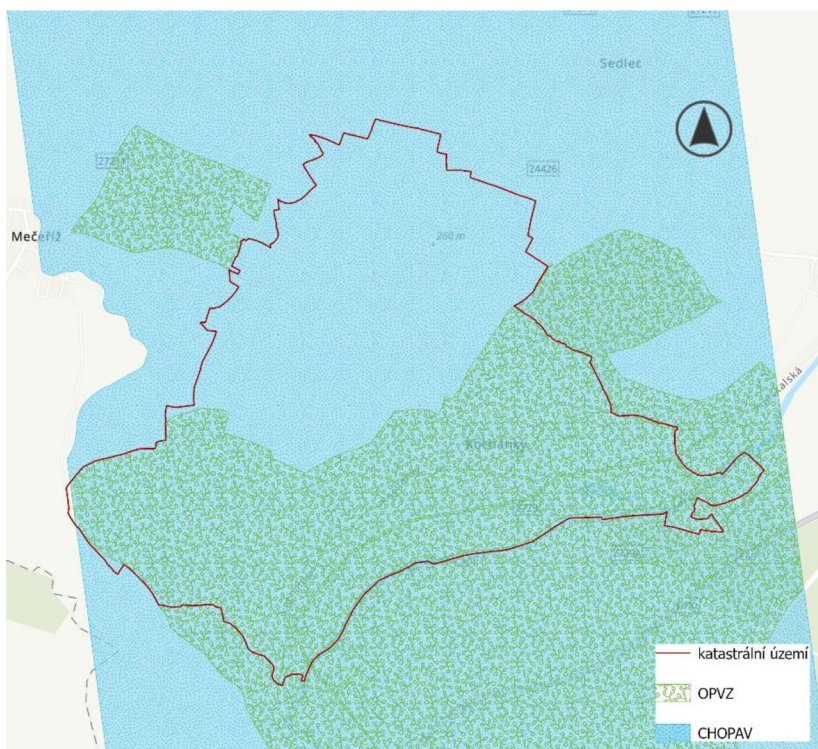
4.4 Hydrologické poměry

Celá oblast k.ú. Kochánky se nachází v povodí řeky Labe, konkrétně v útvaru HSL_2050 Jizera od toku Strenický potok po ústí do Labe, hydrologické pořadí dílčího povodí 4. řádu 1-05-03-0150-0-00. Samotnou obcí neprotéká žádný vodní tok, ovšem od čistírny odpadních vod je vyveden zatrubněný tok Buková, o celkové délce 0,495 km, s ústím v řece Jizeře. Díky přítomnosti Jizery v celé jižní části k.ú., se značná část oblasti nachází v záplavovém území a aktivní zóně záplavového území významného vodního toku Jizera, které bylo stanoveno krajským úřadem Libereckého kraje dne 27. 2. 2004, pod č. j. KULK/1912/2004/OLH (KÚ Libereckého kraje, 2004).



Obr. 4.4a: Záplavové území (modře) a aktivní zóna záplavového území (červeně) (ČUZK©2023)

Značná část zájmového území spadá do ochranného pásma vodního zdroje, konkrétně se jedná o podzemní zdroj Káraný, které bylo stanoveno dne 18. 3. 1986 pod č. j. VLHZ 4090/85-233. Ochranné pásmo vodního zdroje (OPVZ) Káraný patří mezi jedno z nejrozsáhlejších ve Středočeském kraji. Dále celá oblast spadá do chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV) Severočeská křída, která vznikla z nařízení vlády č. 85/1981 Sb.



Obr. 4.4b: Ochranné pásmo vodního zdroje a chráněná oblast přirozené akumulace vody v k.ú. Kochánky

4.5 Přírodní poměry

Jak již bylo výše zmíněno v severní části se nachází přírodní památka Stráně u Kochánek. Celá tato oblast je navíc chráněná Naturou 2000, jakožto evropsky významná lokalita.

Velká část smíšeného lesa patří do zóny zvýšené péče o krajinu v rámci EECONETu, evropskou ekologickou sítí se snahou o obnovu a vývoj ekosystémů a krajiny (Anonym, 2023). Kromě malého cípu v severní části k.ú. je celá oblast součástí nadregionálního biokoridoru.

4.6 Krajinný ráz

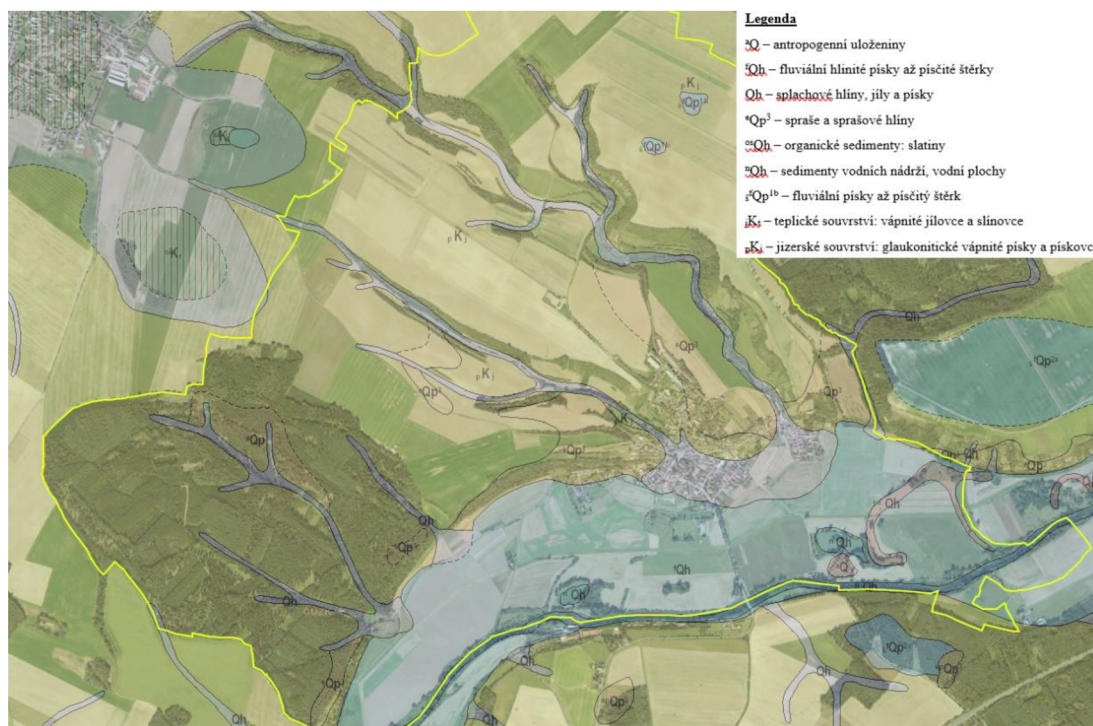
Krajinný ráz Kochánek se měnil již od raného středověku. Nepochybně k tomu přispěla jeho poloha v údolí řeky Jizery, kde se, stejně jako u většiny řek, od nepaměti hospodařilo. Prvním velkým milníkem pro zdejší krajinu bylo 14. století a vybudování panského poplužního dvora se kterým vzrostla jak zemědělská činnost, tak chovatelská. Dalším milníkem, který změnil krajinu k nepoznání, bylo sjednocování všech hospodářských subjektů v k.ú. a později i jejich sjednocení se sousedními obcemi.

Oblast Mladoboleslava a Brandýska je přeměněna velkoplošnou kolektivizací a masivním sjednocování půdních bloků. Z dochovaných mapových zdrojů je možné se přesvědčit kolik remízků, strání a starých polních cest zaniklo za účelem vyššího zisku a zjednodušení obdělávání polí.

4.7 Geomorfologické poměry

V rámci geomorfologie spadá katastrální území Kochánky do:

- soustavy: Česká tabule;
- podsoustavy: Středočeská tabule;
- celku: Jizerská tabule;
- podcelku: Dolnojizerská tabule;
- okrsku: Košátecká tabule.



Obr. 4.7: Geologická mapa zájmového území (Česká geologická služba©2023)

Území Kochánek se nachází v podsoustavě Středočeská tabule s celkovou rozlohou 4301 km². V rámci podsoustavy spadá do celku Jizerská tabule, o rozloze 949 km², která se rozkládá ve střední a severozápadní části Středočeské tabule. Jizerská tabule se vyznačuje převážně svrchnokřídovými a písčitými slínovci a ojediněle neovulkanickými sukly.

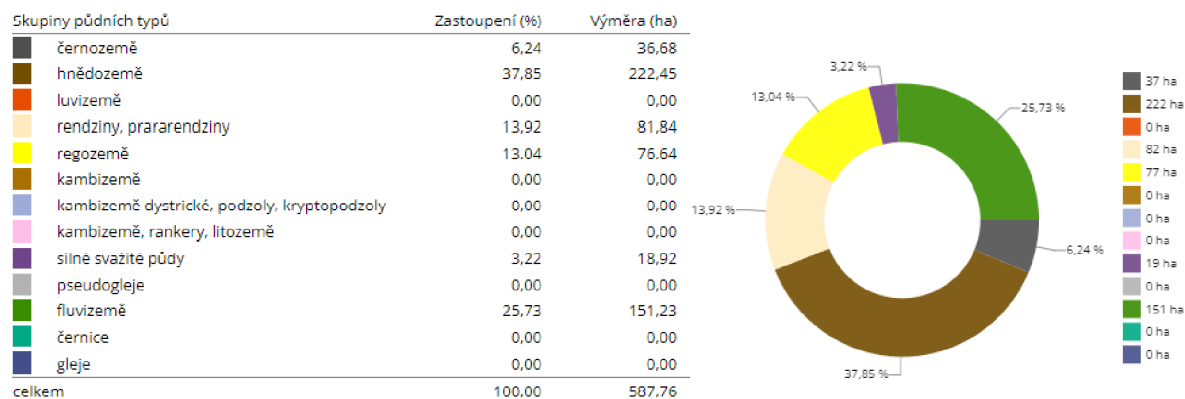
Dolnojizerská tabule je podcelkem Jizerské tabule, jenž se rozléhá v povodí řeky Jizery, horní Vltavy, Košáteckého potoka a dolní Pšovky. V západní části, kde se vyskytují výrazné údolní zářezy, leží okrsek Košátecká tabule skládající se ze sedimentárních strukturních stupňových pločenních a staropleistocenných plošin (UPOL©2023).

4.8 Pedologické poměry

Pedologicky je oblast dosti různorodá, převažuje zde hnědozem, ovšem pouze o několik hektarů. Druhým nejvíce zastoupeným půdním typem je fluvizem. Dále, již v menší výměře jsou zastoupeny regozem, rendziny a pararendziny, černozem a silně svažitě půdy.

Hnědozem se vyznačuje jako velmi hluboká, bez skeletu, středně těžká až těžká. Fluvizem je půda v rovinatém terénu v okolí vodních toků, které jsou závislé na stavu vodního režimu a klimatickém regionu. Regozem je skupina ve velké míře závislá na srážkách během vegetačního období. Rendziny a pararendziny mají středně hluboký až hluboký půdní profil s relativně dobrými vláhovými poměry. Černozem je nejvíce úrodným půdním typem, který se vyskytuje ve velmi teplých a teplých klimatických regionech. Silně svažitě půdy jsou půdy se sklonitostí větší než 12°.

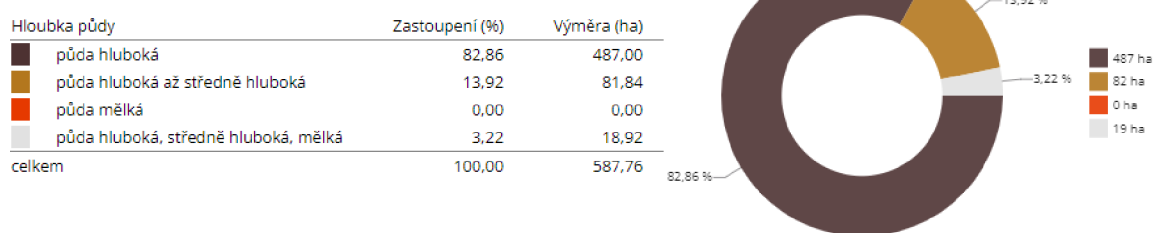
Skupiny půdních typů



Obr. 4.8a: Zastoupení půdních typů v zájmovém území (VÚMOP©2023)

V k.ú. Kochánky většinou převládá půda hluboká, tedy s hloubkou více než 60 cm. Menší část půdy má hloubku hlubokou až středně hlubokou, mezi 30 až 60 cm. Nepatrný výměr mají půdy hluboké, středně hluboké a mělké, které jsou vázány na sklonitost vyšší než 12°, tedy silně svažitě půdy (MŽP, 2002).

Hloubka půdy

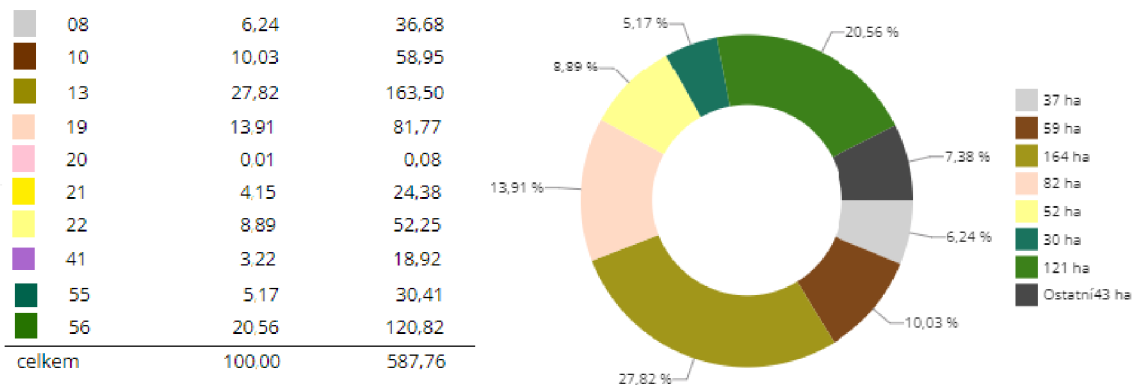


Obr. 4.8b: Hloubka půdního profilu v k.ú. Kochánky (VÚMOP©2023)

Rozdělení půdy podle hlavní půdní jednotky (HPJ) je středně rozmanité. Největší výměru má HPJ 13 a HPJ 56, dále následuje HPJ 19 a HPJ 10, menší zastoupení pak mají HPJ 55, 41, 22, 21, 20 a 08. Nepatrné zastoupení v rámci menších až drobných půdních bloků mají HPJ 16, 23 a 40.

HPJ 08 jsou černozemě, hnědozemě, případně i kambizemě s vyšší sklonitostí. HPJ 10 jsou hnědozemě modální s příznivými vláhovými poměry až sušší. HPJ 13 jsou hnědozemě, fluvizemě, které jsou během vegetačního období závislé na srážkách. HPJ 16 jsou luvizemě a hnědozemě arenické s hlubokým až středně hlubokým profilem. HPJ 19 jsou středně těžké až těžké pararendziny s dobrým vláhovým režimem. HPJ 20 jsou pelozemě, regozemě a pararendziny na těžkých substrátech,

jako jíla, nebo flyš, s nízkou propustností. HPJ 21 jsou půdy arenického subtypu na silně vysušujících se substrátech. HPJ 22 jsou půdy podobné HPJ 21, ovšem s příznivějším vodním režimem. HPJ 23 jsou regozemě a kambizemě s nestabilním vodním režimem. HPJ 40 jsou půdy se sklonitostí nad 12°. HPJ 41 jsou půdy podobné HPJ 40, avšak jsou zrnitostně těžší s lepšími vláhovými poměry. HPJ 55 jsou fluvizemě, černice arenické, nebo pararendziny arenické na nivních uloženinách. HPJ 56 jsou fluvizemě, nebo koluvizemě s vláhově příznivými podmínkami.



Obr. 4.8c: Hlavní půdní jednotky v k.ú. Kochánky (VÚMOP©2023)

5. Metodika práce

Následující kapitoly popisují jednotlivé úkony, praktické části práce, které pomohou stanovit dlouhodobou ztrátu půdy na půdních blocích v k.ú. Kochánky. Na základě výsledků této analýzy budou navržena protierozní opatření na ohrožených pozemcích.

K vyhodnocení ztrát půdy erozí byla použita, již zmíněná, rovnice USLE v prostředí programu ArcGIS Pro (verze 3.1.0). Při výpočtu jednotlivých faktorů byla použita metodika „*Ochrana zemědělské půdy před erozí*“ od Janečka a kol. (2012b). V rámci praktické části byl proveden terénní průzkum (březen 2023) s pořízením fotodokumentace, která je obsažena v příloze 1.

5.1 Vstupní data

Pro praktickou část diplomové práce bylo třeba získání následujících dat:

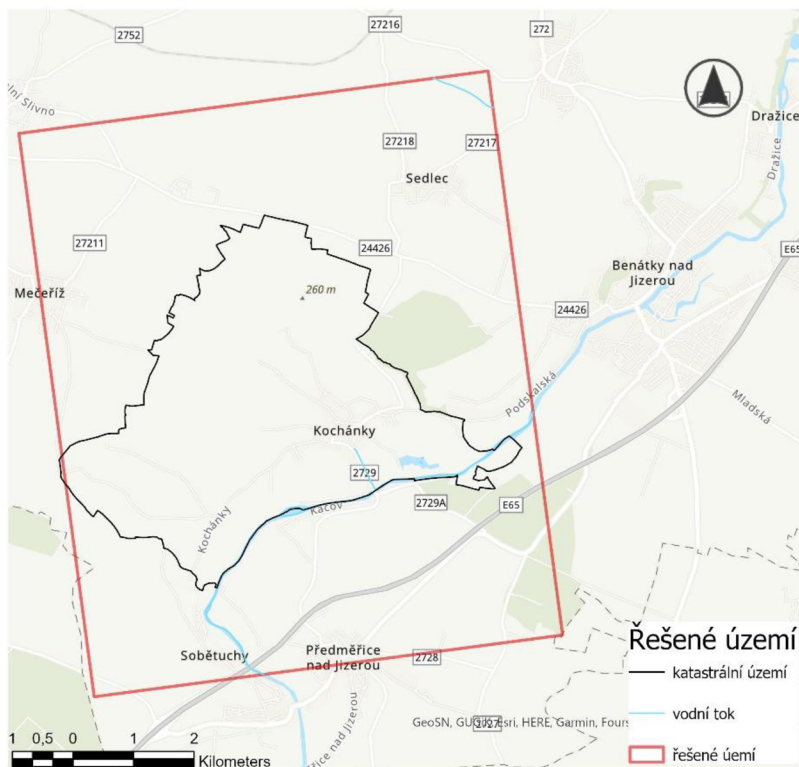
- DATA KATASTRÁLNÍ MAPY: volně dostupné na stránkách ČÚZK (©2023);
- DATA VODNÍCH TOKŮ (vrstva A02 – vodní tok (jemné úseky)): volně dostupná z databáze DIBAVOD od Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka (©2020);
- DATA BPEJ: volně dostupné pro celou Českou republiku na stránkách Státního pozemkového úřadu (©2023);
- LPIS: detailní data o jednotlivých půdních blocích, volně dostupná na stránkách eAgri (©2009–2023);
- VÝŠKOPIS ZABAGED VRSTEVNICE: DMR 5G vrstevnice poskytnuty od Český úřad zeměměřičský a katastrální.

Před nahráním do prostředí ArcGIS Pro se u všech dat musel nastavit souřadnicový systém S-JTSK Křovákovo zobrazení (zkratka 5514).

5.2 Zájmové území

Pro celkovou analýzu ohroženosti půdy erozí na půdních blocích v k.ú. Kochánky byla stanovena hranice korespondující s poskytnutými daty od ČÚZK (2,5x2 km). Celkové zájmové území svou rozlohou přibližně odpovídá povodí na daném území. Vymezením takto rozsáhlého území se částečně povede vyvarovat datovému zkreslení v blízkosti řešených půdních bloků. Dále byly nahrány vrstvy *katastrálního území* a *vodních toků* pro lepší přehled celého území. Pro podklad byla využita topografická mapa ČR, volně dostupná v ArcGIS Pro.

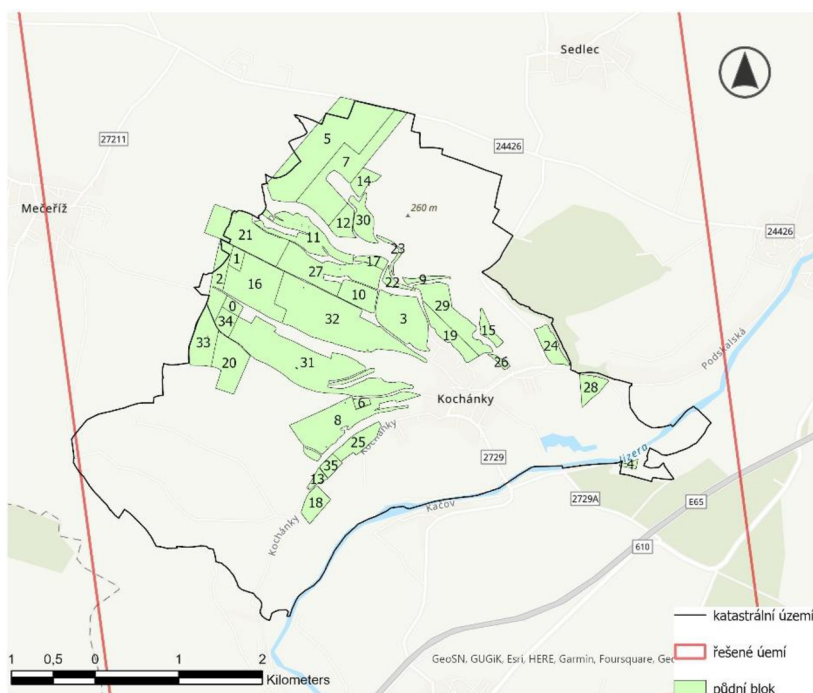
Zbylá data, která byla nahrána, se oříznou pomocí nástroje *Clip*, aby korespondovala se zájmovým územím.



Obr. 5.2: Mapa řešeného území

5.3 Půdní bloky

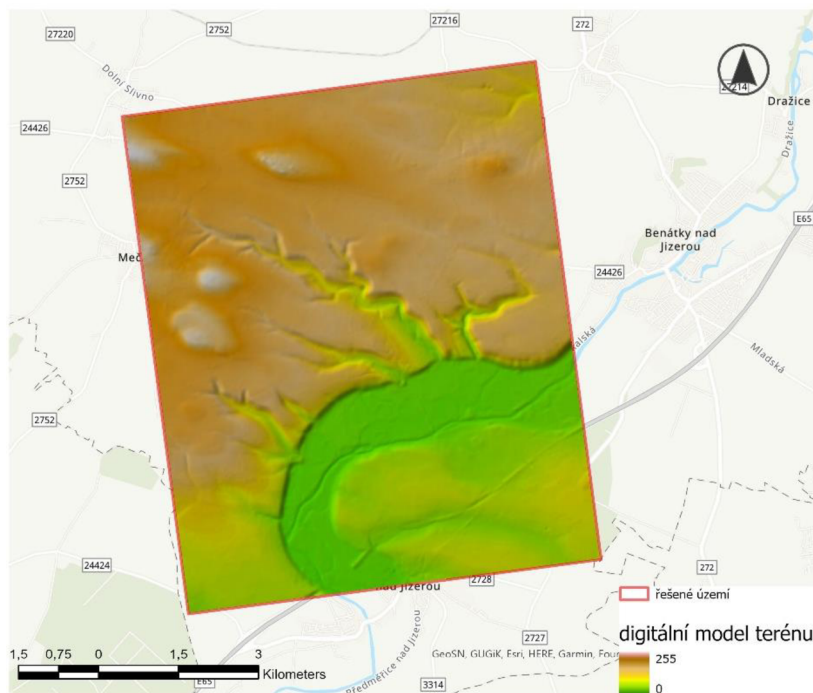
Kvůli orientaci byl vytvořen mapový výstup, který zobrazuje půdní bloky zemědělské půdy, kterých se bude týkat celá analýza. V rámci katastrálního území Kochánky bylo řešeno celkem 36 zemědělských pozemků.



Obr. 5.3: Znáznornění půdních bloků

5.4 Digitální model terénu

Digitální model terénu neboli DMT, byl vytvořen pomocí nástroje *Topo to Raster*, do kterého byla vložena vrstva vrstevnic (od ČUZK), vodních toků A02 a řešeného území. U každé vrstvy musel být, pro správné zpracování, zvolen odpovídající typ: pro vrstvu vrstevnice *Contour* (a pole *VYSKA*), vodní toky *Stream* a řešené území *Boundary*. Velikost pixelu byla zvolena hodnota 10. Výsledný rastr DMT byl uložen do nové geodatabáze a využit jako podklad pro následující úkony.



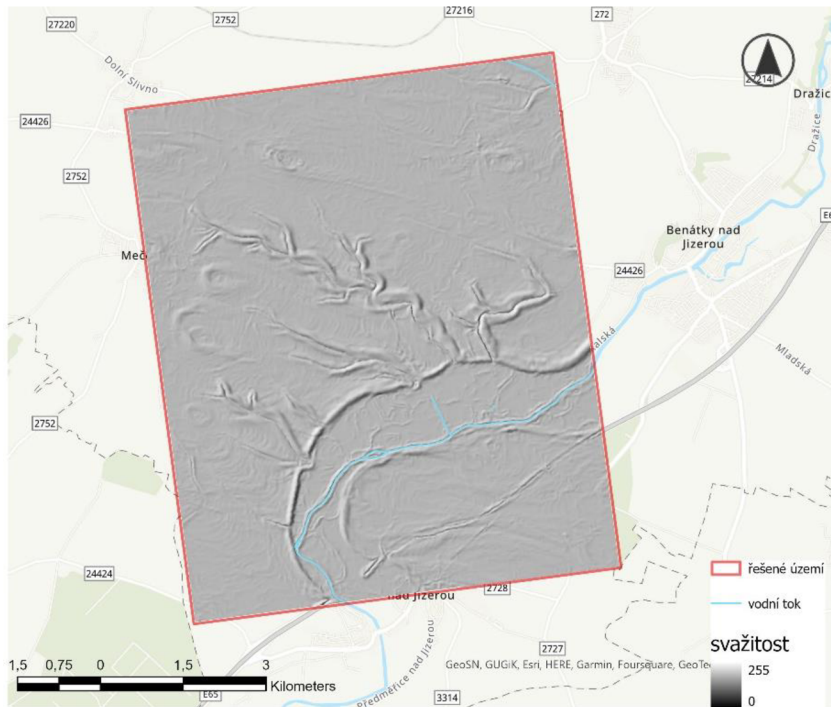
Obr. 5.4: Digitální model terénu

Nejvyšším bod území se nachází v 255 m n. m. v severozápadní části území. V oblasti kolem řeky Jizery se rozprostírá značná nížina (možná až bývalá niva).

5.5 LS faktor

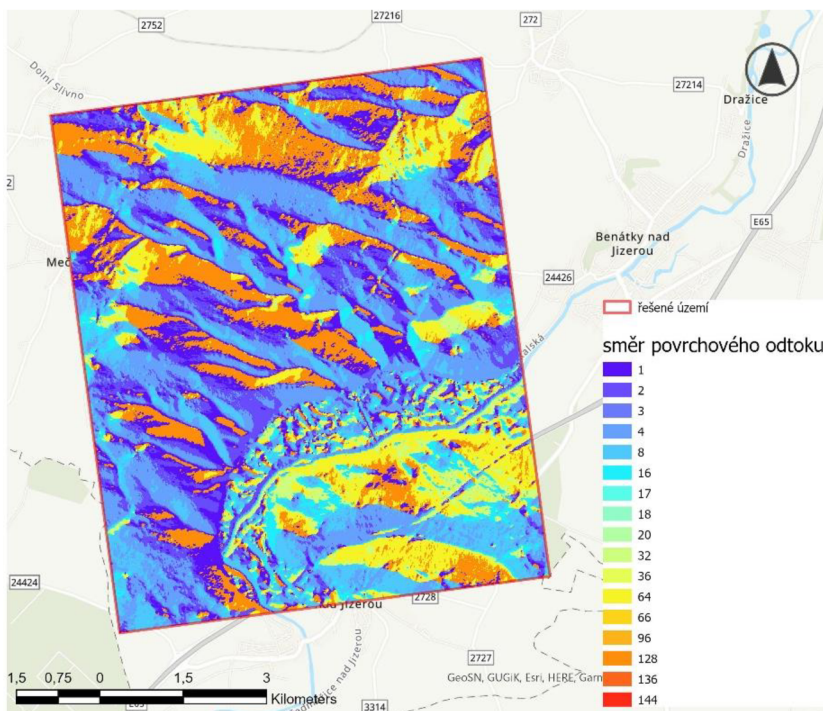
Pro stanovení LS faktoru bylo nejprve nutné provést několik analýz: analýza svažitosti území, stanovení směru povrchového odtoku z území a akumulace povrchového odtoku.

Pro analýzu svažitosti byl vytvořen rastr pomocí nástroje *Slope*, kde vstupní vrstvou byl rastr DMT a výsledná sklonitost byla nastavena na zobrazení ve stupních.



Obr. 5.5a: Svažitost terénu v zájmovém území

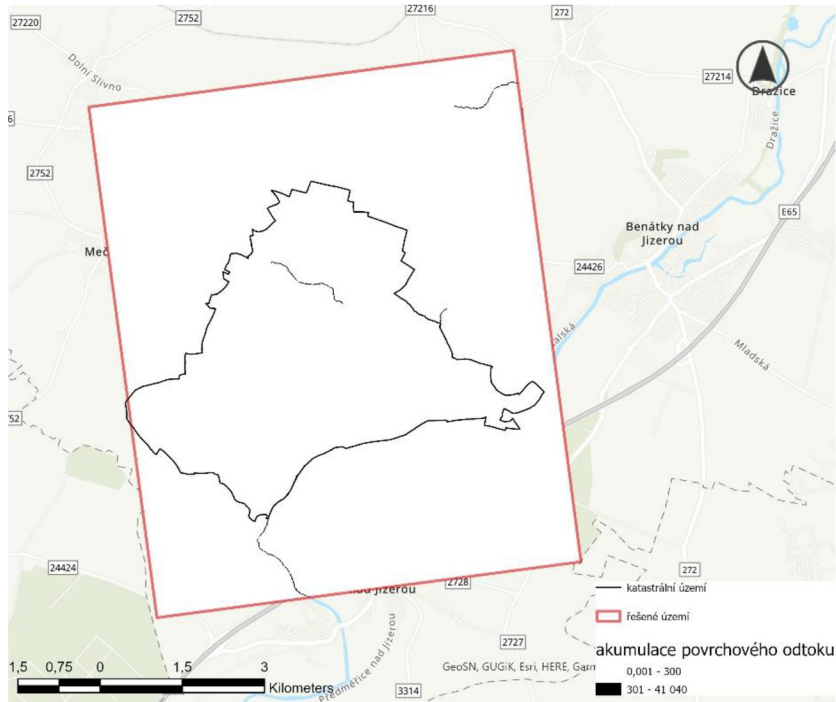
Rastr pro zobrazení směru povrchového odtoku v zájmovém území byl vytvořen pomocí nástroje *Flow Direction*, kde byl vstupní vrstvou opět rastr DMT. Zbylá nastavení v nástroji zůstala defaultní (v tomto případě číselný kód D8).



Obr. 5.5b: Směr povrchového odtoku z řešeného území

Poslední analýzou je vytvoření rastru akumulace povrchového odtoku za pomoci nástroje *Flow Accumulation*, kde je vstupní vrstvou rastr směru povrchového odtoku

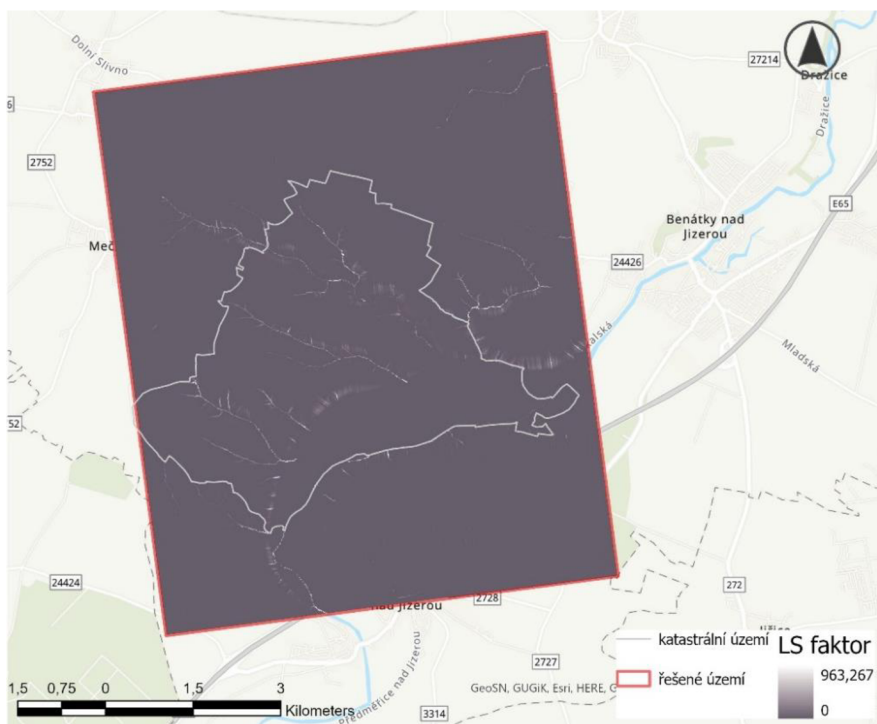
a nastavený typ výstupních dat *INTEGER*. Hodnoty tohoto rastru znamenají počet buněk, kterými protekl povrchový odtok, čímž se vykreslí údolnice.



Obr. 5.5c: Akumulace povrchového odtoku

Pro stanovení LS faktoru za pomoci výše uvedených rastrů (konkrétně rastr svazitosti a akumulace povrchového odtoku) bylo použito nástroje *Raster Calculator*, který slouží k matematickým operacím mezi rastry. Výpočet LS faktoru lze pomocí rovnice:

$$\text{Power}(\text{„Flow accumulation“} * 10 / 22.13, 0.6) * \text{Power}(\sin(\text{„Slope“} * 0.01745) / 0.09, 1.3) * 1.6$$

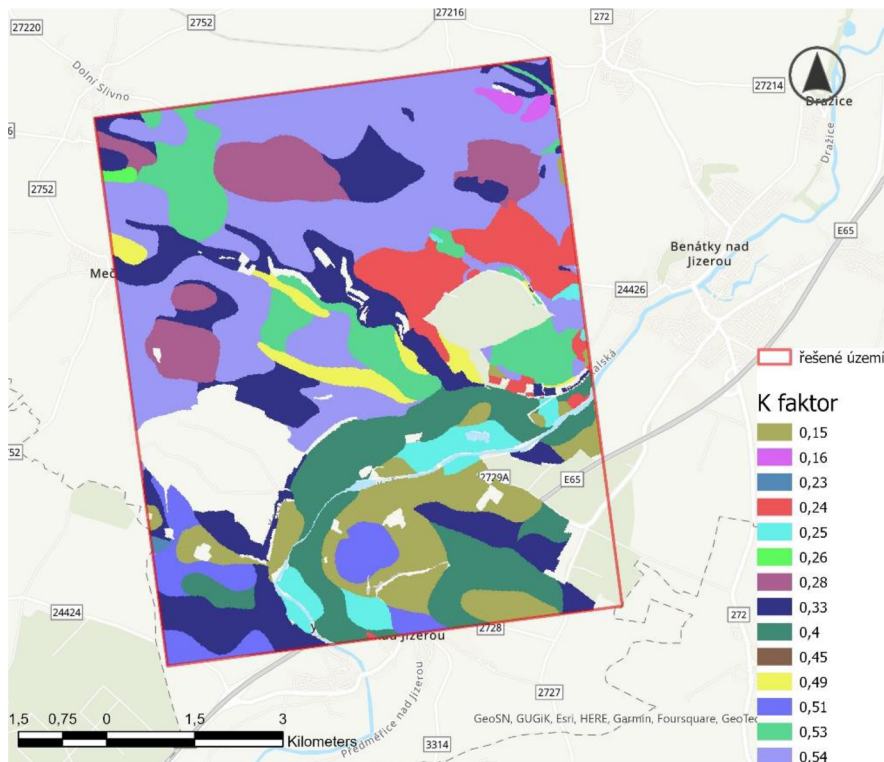


Obr. 5.5d: LS faktor

5.6 K faktor

Pro výpočet K faktoru bylo nutné pracovat s vrstvou BPEJ, v jejíž atributové tabulce byly smazány položky s hodnotou BPEJ 99, která označuje lesní pozemky, vodní toky a zastavěné území. Dále byl v atributové tabulce vytvořen sloupec HPJ, ve kterém byla spojena 2. a 3. číslice z kódu BPEJ. Spojení těchto číslic bylo provedeno přes nástroj *Field Calculator* s příkazem: `int(!BPEJ! [2:4])`. Poté byl vytvořen, v atributové tabulce, další sloupec K_faktor do kterého byly vyplněny hodnoty K faktoru na základě hodnot HPJ (viz Tab. 3.4.2).

K vytvoření rastru K faktoru byl použit nástroj *Feature to Raster*, se vstupní vrstvou BPEJ, vybraná data ze sloupce K_faktor, v atributové tabulce, a s velikostí buněk 10. Výsledné hodnoty byly rozděleny podle *Unique Values*.



Obr. 5.6: K faktor

5.7 C faktor

V ideálním případě by se C faktor nejlépe stanovoval na základě osevních postupů, ty ovšem nebyly k dispozici, a proto se faktor stanovoval na základě klimatických regionů.

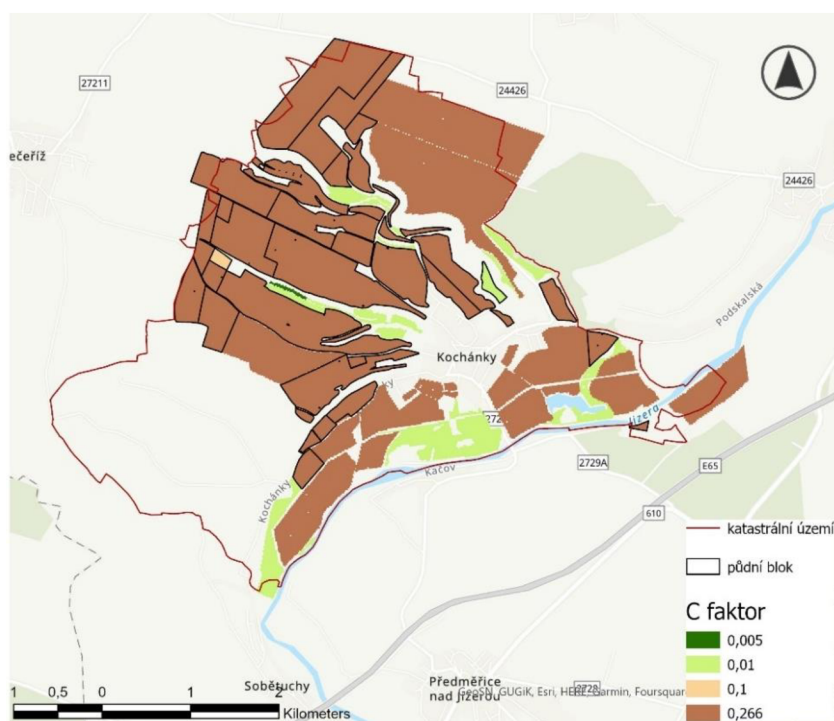
Do atributové tabulky, ve vrstvě BPEJ, byl přidán další sloupec klima, do kterého bylo třeba vložit 1. číslici kódu BPEJ. Vyplnění sloupce bylo provedeno nástrojem *Field Calculator*, příkazem: `int(!BPEJ! [0:1])`. Dále by třeba vytvořit rastr Klíma, a to pomocí nástroje *Feature to Raster*, se vstupní vrstvou BPEJ, vybraná data ze sloupce klima, v atributové tabulce, a s velikostí buněk 10.

Pro určení hodnot C faktoru pro jednotlivé půdní bloky, bylo třeba do atributové tabulky, ve vrstvě LPIS, vložit nový sloupec C_faktor. Na základě informací ze sloupce KULTURANAZ (typ kultury na pozemku), byly přiřazeny hodnoty do sloupce C_faktor na základě klimatického regionu (viz Tab. 3.4.5c). Hodnoty na základě klimatického regionu se stanovují pro ornou půdu, v případě, že se v lokalitě vyskytuje jiná kultura využívá se jiné ohodnocení (viz níže).

Třída CLC	C
Urbanizované území	0
Lesy	0,005
Louky a pastviny	0,01
Zemědělské oblasti s přirozenou vegetací	0,1
Haldy a skládky	0,2
Směsice polí, luk a trvalých plodin	0,25
Sady, chmelnice a zahradní plantáže	0,3
Nezavlažovaná orná půda	0,35
Oblasti současné těžby surovin	0,5

Tab. 5.7: Hodnoty C faktoru podle pokryvu (Brychta, 2016)

Výsledný rastr C faktoru se vytvořil pomocí nástroje *Feature to Raster* se vstupní vrstvou LPIS, vybraná data ze sloupce C_faktor, v atributové tabulce, s velikostí buněk 10. Výsledné hodnoty byly rozděleny podle *Unique Values*.



Obr. 5.7: C faktor

5.8 R Faktor

R faktor byl stanoven pomocí metodiky na $R = 40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$, což odpovídá průměrné hodnotě pro zemědělské půdy na území České republiky. Stejná hodnota byla použita v dalších výpočtech dlouhodobé ztráty půdy vodní erozí.

5.9 P faktor

V rámci zájmového území nejsou nikde použita protierozní opatření, z toho důvodu byla hodnota P faktoru 1.

5.10 Gp maximálně přípustná ztráta půdy

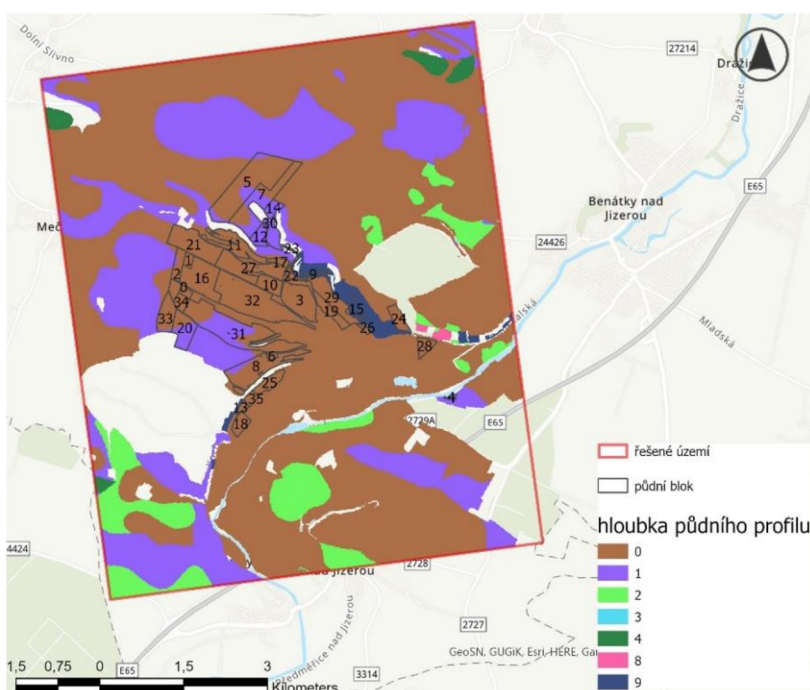
Rastr Gp stanovuje, jaké území je erozně v pořádku, na základě hloubky půdního profilu. Do atributové tabulky, ve vrstvě BPEJ, se přidal další sloupec hloubka, jehož

hodnoty stanovuje 5. číslice BPEJ kódu, příkazem: `int(!BPEJ! [6:7])`. Do atributové tabulky vrstvy BPEJ přidáme sloupec Gp a vyplníme jej na základě přípustných ztrát půdy dle hloubky půdního profilu.

Hloubka půdního profilu	Kód BPEJ (5. číslice)	Max. přípustná ztráta půdy [t/ha/rok]
Hluboká (>60 cm)	0, 2, 3	4
Středně hluboká (30-60 cm)	1, 4, 7	4
Mělká (<30 cm)	5, 6, 8, 9	1

Tab. 5.10: Maximální přípustná ztráta půdy podle hloubky půdního profilu (Janáček a kol, 2012b)

V převážné části území se vyskytují půdy hluboké až středně hluboké. V nepatrné části území se nachází mělké půdy. Tudiž většina půdních bloků má maximální přípustnou ztrátu půdy $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.



Obr. 5.10a: Hloubka půdního profilu v řešeném území

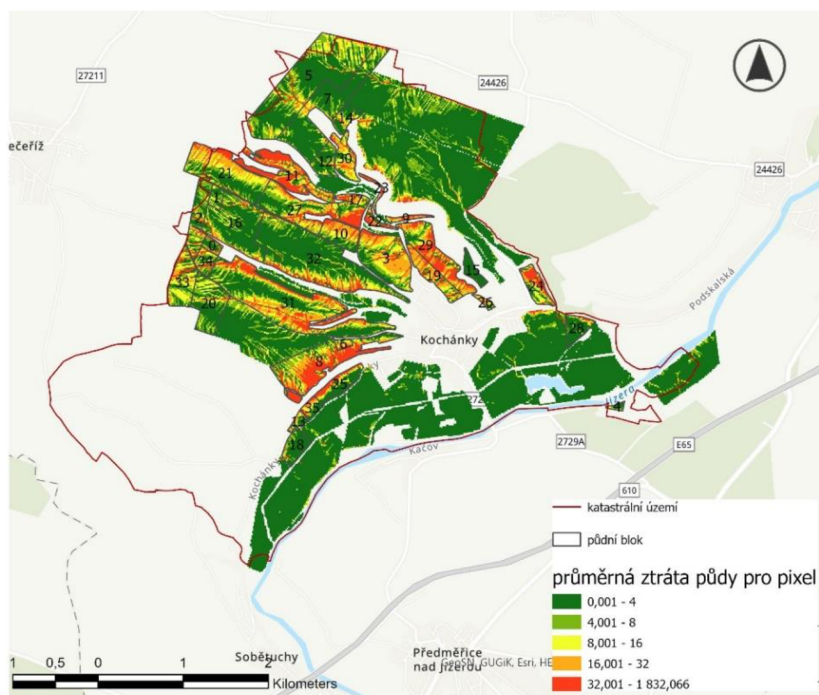
Výsledný rastr Gp maximální přípustné ztráty půdy byl vytvořen za pomoci nástroje *Feature to Raster* se vstupní vrstvou BPEJ, vybraná data ze sloupce Gp, v atributové tabulce, s velikostí buněk 10.



Obr. 5.10b: Maximální přípustná ztráta půdy

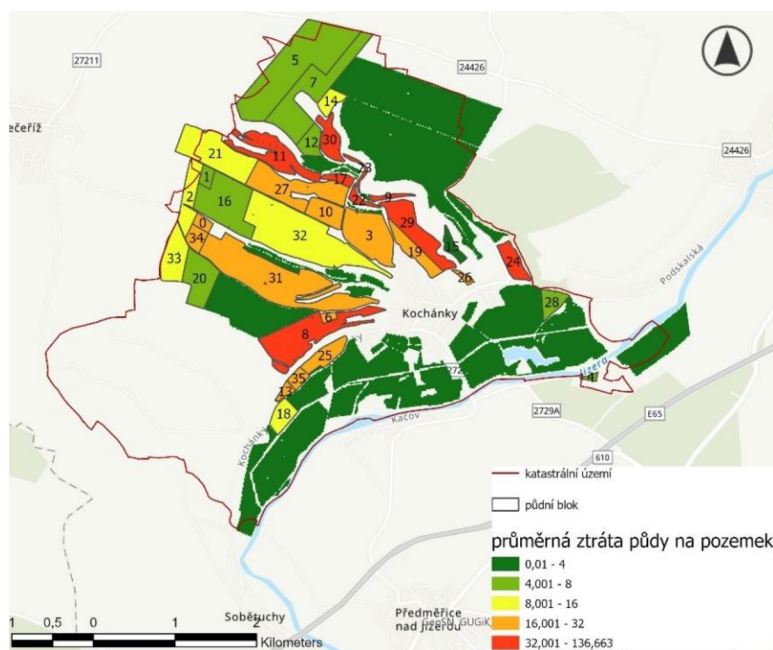
5.11 Průměrná ztráta půdy

Průměrná ztráta půdy byla nejprve stanovena pro každý pixel a následně pro každý pozemek. Rastr průměrné ztráty na pixel byl vytvořen pomocí nástroje *Raster Calculator* do kterého se zadala rovnice USLE ve tvaru: $40 * K * LS * C * 1$. Hodnota 40 reprezentuje faktor R a hodnota 1 zase faktor P. Výsledný rastr byl klasifikován do 5 daných tříd.



Obr. 5.11a: Průměrná ztráta půdy pro pixel

Rastr průměrné ztráty na pozemek byl vytvořen pomocí nástroje *Zonal Statistics* se vstupní vrstvou LPIS, s rozdělením hodnot podle rastru průměrné ztráty pro pixel a statistickým typem *MEAN* (průměrná hodnota pro pozemek). Výsledný rastr byl klasifikován do 5 daných tříd.

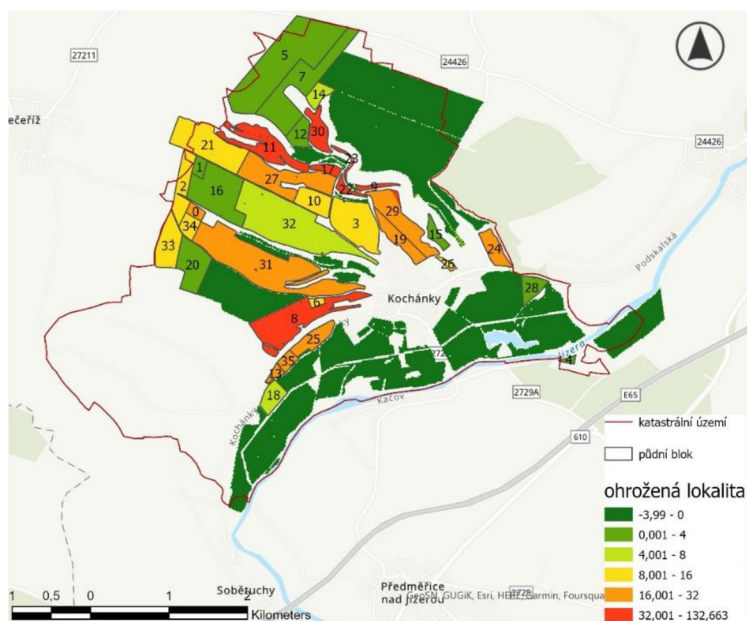


Obr. 5.11b: Průměrná ztráta půdy na pozemek

5.12 Stanovení ohrožených lokalit

Rastr stanovení ohrožených lokalit neboli lokality, kde ztráta půdy překračuje přípustnou hodnotu, byl vytvořen za pomoci nástroje *Minus*, který od sebe odečítá dvě vrstvy nebo rastry. Odečteny od sebe byly rastry: průměrná ztráta půdy pro pozemek – maximální přípustná ztráta půdy.

Výsledné hodnoty byly klasifikovány do 6 tříd. U pozemků jejichž výsledné hodnoty byly v rozmezí -4–0 (záporná hodnota ztrát půdy), se není třeba ničím zabírat.



Obr. 5.12: Ohroženost pozemků

PB	typ	průměrná ztráta půdy (t/ha/rok)	přípustná ztráta půdy (t/ha/rok)	ohroženost (ano/ne)
0	úhor	X	X	X
1	orná půda	1,5	4	ne
2	orná půda	11,5	4	ano
3	orná půda	13,2	4	ano
4	orná půda	2,2	4	ne
5	orná půda	3,3	4	ne
6	orná půda	12,9	4	ano
7	orná půda	0,5	4	ne
8	orná půda	37,8	4	ano
9	orná půda	35,5	1	ano
10	orná půda	14,7	4	ano
11	orná půda	56,7	4	ano
12	orná půda	1,8	4	ne
13	orná půda	27,8	4	ano
14	orná půda	4,2	4	ano
15	TTP	X	X	X
16	orná půda	2,8	4	ne
17	orná půda	132,6	4	ano
18	orná půda	5,7	4	ano
19	orná půda	19,03	4	ano
20	orná půda	1,8	4	ne
21	orná půda	9,1	4	ano
22	orná půda	93,3	4	ano
23	orná půda	53,7	1	ano
24	orná půda	28,4	4	ano
25	orná půda	16,5	4	ano
26	orná půda	15,8	4	ano
27	orná půda	24,5	4	ano
28	orná půda	2,1	4	ne
29	orná půda	31,5	4	ano
30	orná půda	42,7	4	ano
31	orná půda	21,3	4	ano
32	orná půda	5,3	4	ano
33	orná půda	8,3	4	ano
34	orná půda	14,8	4	ano
35	orná půda	17,7	4	ano

Tab. 5.12: Ztráty půdy pro jednotlivé PB

5.13 Návrhy protierozních opatření

Protierozní opatření bylo třeba aplikovat na celkem 26 půdních zemědělských blocích. Pro návrh protierozní ochrany byla použita organizační a agrotechnická opatření.

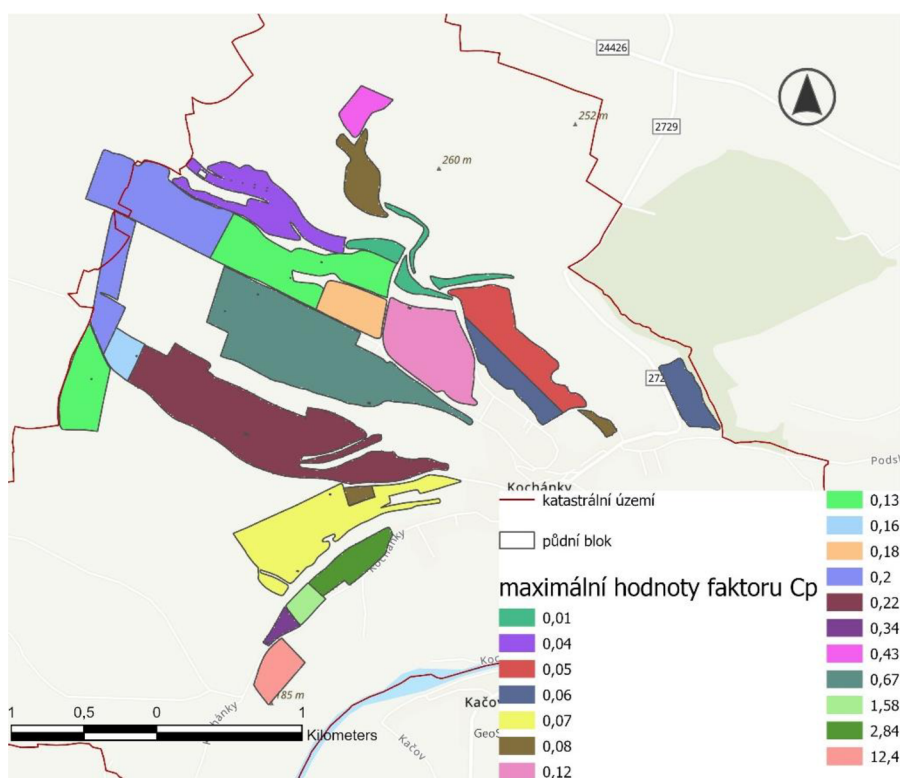
Kvůli nedostatečné hodnotě C faktoru (0,266) bylo třeba navýšit míru vegetačního pokryvu na jednotlivých půdních blocích. Na základě této skutečnosti byla provedena analýza půdních bloků vhodných pro zatravnění.

Dále byla provedena analýza maximální přípustné hodnoty C faktoru s označením C_p , který stanovuje vhodný způsob hospodaření na zemědělských plochách bez rizika překročení přípustných ztrát půdy. Operace byla provedena pomocí nástroje *Raster Calculator* do kterého byla vložena rovnice: $G_p / (R * K * LS)$.

Pro vzniklý rastr, maximální přípustné hodnoty faktoru C_p , byly vypočteny hodnoty faktoru C_p pro jednotlivé půdní bloky pomocí nástroje *Zonal Statistics*.

Kategorie C_p	Hodnoty C_p	Kategorie erozní ohroženosti	Doporučení
1	méně než 0,005	nejohroženější	převést příslušné půdní bloky nebo jejich části mezi trvalé travní porosty
2	0,005 - 0,02	silně ohrožené	pěstování víceletých pícnin např. jetele a vojtěšky
3	0,02 - 0,2	ohrožené	vyloučení pěstování širokořádkových plodin, úzkořádkové plodiny lze pěstovat pouze s využitím půdoochranných technologií
4	0,2 - 0,6	mírně ohrožené	pěstování úzkořádkových plodin bez omezení, širokořádkové plodiny však pouze s využitím půdoochranných technologií
5	více než 0,6	bez ohrožení	bez omezení

Tab. 5.13: Maximální přípustné hodnoty faktoru C_p (Brychta, 2016)



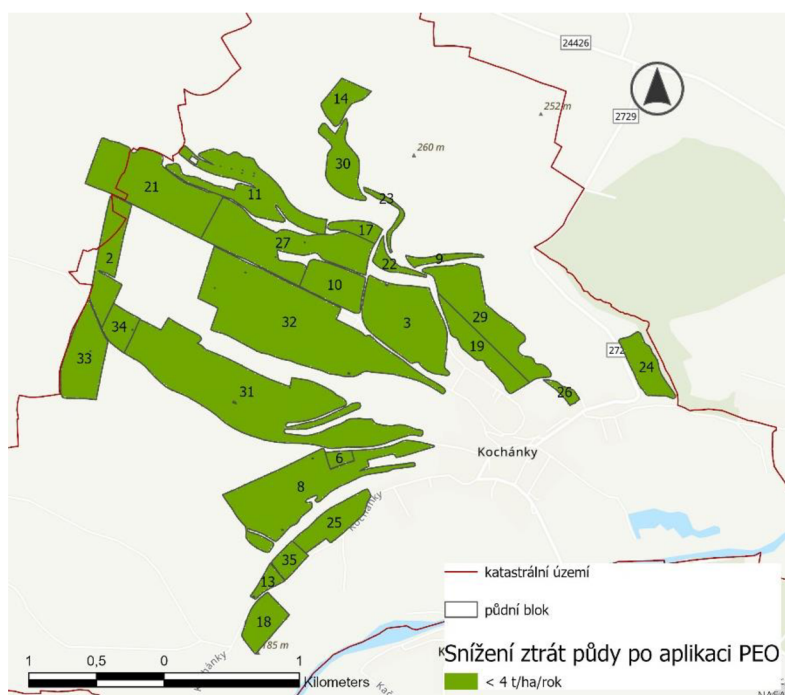
Obr. 5.13: Maximální hodnoty faktoru C_p pro jednotlivé PB

Podle hodnot na obrázku 5.13 byly zvoleny vhodná organizační a agrotechnická opatření za pomoci metodik bez přílišného omezování hospodářských subjektů.

6. Výsledky

Z výsledků analýzy rovnice USLE bylo vyhodnoceno 26 ohrožených zemědělských pozemků. Na základě následující analýzy maximální hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace pro jednotlivé půdní bloky, byla stanovena míra erozního ohrožení zemědělských ploch. Na ohrožených pozemcích bylo třeba navrhnout protierozní ochranu, která sníží celkové ztráty půdy pod maximální povolenou mez.

Míra ohroženosti některých půdních bloků byla natolik velká, že bylo nutné je zatravnit. U zbylých erozně ohrožených pozemků bylo využito organických a agrotechnických opatření. Díky aplikaci protierozních opatření na pozemcích bylo dosaženo ke snížení ztrát půdy pod hodnotu $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

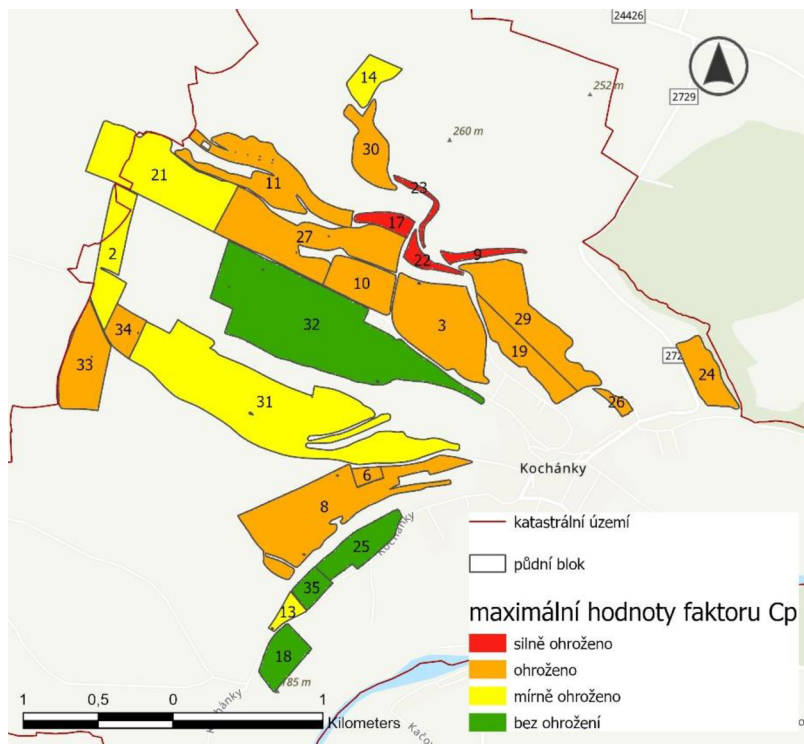


Obr. 6: Snížení ztrát půdy erozí po aplikaci PEO v k.ú. Kochánky

6.1 Vyhodnocení výsledků po aplikaci protierozních opatření

Z předchozí analýzy Cp faktoru byly zemědělské půdní bloky rozděleny do kategorií dle ohrožitelnosti podle tabulky 5.13. V katastrálním území Kochánky se nenachází žádné pozemky spadající do kategorie nejohroženějších pozemků. Nepatrná část půdních bloků je silně ohrožena erozí (hodnoty do 0,02), a tudíž pro většinu bylo navrženo řešení trvalého travního porostu (TTP). Větší část půdních bloků patří do kategorie ohrožených pozemků (0,02–0,2), na kterých bylo kompletně vyloučeno pěstování širokořádkových plodin a výsadba úzkořádkových plodin je možná pouze s návrhem PEO. Určité zastoupení bylo i v kategorii mírně ohrožených pozemků (0,2–0,6), kde lze pěstovat úzkořádkové plodiny bez omezení, ale širokořádkové plodiny s doprovodnou PEO. Zbylé pozemky byly označeny jako bez ohrožení (hodnoty nad 0,6) erozní činností, tudíž zde neplatí žádná omezení pěstovaných plodin. Půdními bloky bez omezení byly PB číslo 18, 25, 32 a 35.

V rámci agrotechnických protierozních opatření byly doporučeny ochranné osevní postupy pro zabránění zvýšeného rizika výskytu vodní eroze. Účelem bylo poskytnout půdě dostatečný půdní pokryv během roku a zabránit nevhodným způsobům obhospodařování ze strany zemědělských subjektů. Pro tyto účely bylo doporučeno setí do mulče, kde se zapracují posklizňové zbytky, nebo v některých případech přímé setí do přemrzlých meziplodin. Dále byla u některých půdních bloků doporučena orba a setí po vrstevnici.



Obr. 6.1: Kategorie ohroženosti pozemků podle faktoru C_p

Půdní bloky č. 9 + 23

Podle analýzy se jednalo o půdní bloky s mělkým půdním profilem a maximální přípustnou ztrátou půdy $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Dále spadaly PB do kategorie silně ohrožených pozemků dle hodnot C_p faktoru. Pozemky nemají dohromady ani 2 ha a jejich nepříznivý tvar by komplikoval jakýkoliv návrh PEO. Z tohoto důvodu bylo doporučeno zatravnění obou pozemků.

Půdní bloky č. 17 + 22

Podle analýzy USLE vyšly tyto půdní bloky s největšími dlouhodobými ztrátami půdy (viz Tab. 5.12) a dle analýzy C_p faktoru se zařadily do kategorie silně ohrožených pozemků. Výměra pozemků nepřekračuje 2 ha, a proto bylo navrženo zatravnění, stejně jako u PB 9 a 23.

Půdní blok č. 11 + 30

Dle analýzy dlouhodobá ztráta půdy přesahuje PB 30 přípustnou ztrátu půdy G_p o $38,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ s výměrou PB 4,28 ha a sklonem $7,46^\circ$. PB 11 přesahuje přípustnou ztrátu půdy o $52,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ s výměrou 9,92 ha a sklonem $6,04^\circ$. Na

základě analýzy Cp faktoru se pozemky řadí do kategorie ohrožených ploch. Vzhledem k velkým půdním ztrátám a lokalitě pozemků byla navržena výsadba luční vegetace a přeměna PB na louku.

Půdní blok č. 3

Dlouhodobá ztráta půdy přesahuje přípustnou ztrátu půdy Gp o $9,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ s výměrou PB 12,39 ha a sklonem $4,18^\circ$. Na základě analýzy Cp faktoru se pozemek řadí do kategorie ohrožených zemědělských ploch. Vzhledem k hodnotě Cp a situování pozemku byl doporučen navržený osevní postup v tabulce 6.1a, který odpovídá požadavkům půdy a klimatickým podmínkám v řepařské oblasti. Pro pozemek byla dále doporučena orba a sadba po vrstevnici.

Půdní blok č. 6 + 8

Dle analýzy dlouhodobá ztráta půdy přesahuje PB 6 přípustnou ztrátu půdy Gp o $8,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ s výměrou PB 0,79 ha a sklonem $4,52^\circ$. PB 8 přesahuje přípustnou ztrátu půdy o $33,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ s výměrou 16,27 ha a sklonem $6,27^\circ$. Na základě analýzy Cp faktoru se pozemky řadí do kategorie ohrožených ploch. Vzhledem k hodnotě Cp a situování pozemků byl doporučen navržený osevní postup v tabulce 6.1a, který odpovídá požadavkům půdy a klimatickým podmínkám v řepařské oblasti. Půdní blok 8 je podél celé jižní strany „ohraňčen“ prudkým srázem, a proto byla doporučena orba a sadba po vrstevnici.

Půdní blok č. 10

Dle analýzy dlouhodobá ztráta půdy přesahuje přípustnou ztrátu půdy Gp o $10,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ s výměrou PB 4,8 ha a sklonem $3,96^\circ$. Na základě analýzy Cp faktoru se pozemek řadí do kategorie ohrožených zemědělských ploch. Vzhledem k hodnotě Cp a situování pozemku byl doporučen navržený osevní postup v tabulce 6.1a, který odpovídá požadavkům půdy a klimatickým podmínkám v řepařské oblasti.

Půdní blok č. 19 + 29

Dle analýzy dlouhodobá ztráta půdy přesahuje PB 19 přípustnou ztrátu půdy Gp o $15,03 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ s výměrou PB 4,83 ha a sklonem $4,94^\circ$. PB 29 přesahuje přípustnou ztrátu půdy o $27,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ s výměrou 9,64 ha a sklonem $5,77^\circ$. Na základě analýzy Cp faktoru se pozemky řadí do kategorie ohrožených ploch. Vzhledem k hodnotě Cp a situování pozemků byl doporučen navržený osevní postup v tabulce 6.1a, který odpovídá požadavkům půdy a klimatickým podmínkám v řepařské oblasti. Půdní blok 29 se po severovýchodní straně svažuje směrem ke strži a proto byla, pro oba PB, doporučena orba a výsadba po vrstevnici.

Půdní blok č. 24

Dle analýzy dlouhodobá ztráta půdy přesahuje přípustnou ztrátu půdy Gp o $24,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ s výměrou PB 3,75 ha a sklonem $6,24^\circ$. Na základě analýzy Cp faktoru se pozemek řadí do kategorie ohrožených zemědělských ploch. Vzhledem k hodnotě Cp a situování pozemku byl doporučen navržený osevní postup v tabulce

6.1a, který odpovídá požadavkům půdy a klimatickým podmínkám v řepařské oblasti. Půdní blok je ze severní, východní a jižní strany ohraničen strmými stráněmi přes které se na PB dostávají smyvy z okolí.

Půdní blok č. 26

Podle analýzy dlouhodobá ztráta půdy přesahuje přípustnou ztrátu půdy Gp o 11,8 t.ha⁻¹.rok⁻¹ s výměrou PB 0,79 ha a sklonem 5,18°. Na základě analýzy Cp faktoru se pozemek řadí do kategorie ohrožených zemědělských ploch. Kvůli situování pozemku nad obcí bylo doporučeno zatravnění pozemku z důvodu ochrany intravilánu.

Půdní blok č. 27

Dle analýzy dlouhodobá ztráta půdy přesahuje přípustnou ztrátu půdy Gp o 20,5 t.ha⁻¹.rok⁻¹ s výměrou PB 13,66 ha a sklonem 4,76°. Na základě analýzy Cp faktoru se pozemek řadí do kategorie ohrožených zemědělských ploch. Vzhledem k hodnotě Cp a situování pozemku byl doporučen navržený osevni postup v tabulce 6.1a, který odpovídá požadavkům půdy a klimatickým podmínkám v řepařské oblasti. Pro pozemek byla dále doporučena orba a setí po vrstevnici pro eliminaci zrychlené vodní eroze.

Půdní blok č. 33

Dlouhodobá ztráta půdy přesahuje přípustnou ztrátu půdy Gp o 4,3 t.ha⁻¹.rok⁻¹ s výměrou PB 6,8 ha a sklonem 3,24°. Na základě analýzy Cp faktoru se pozemek řadí do kategorie ohrožených zemědělských ploch. Vzhledem k hodnotě Cp a situování pozemku byl doporučen navržený osevni postup v tabulce 6.1a, který odpovídá požadavkům půdy a klimatickým podmínkám v řepařské oblasti.

Půdní blok č. 34

Dle analýzy dlouhodobá ztráta půdy přesahuje přípustnou ztrátu půdy Gp o 10,8 t.ha⁻¹.rok⁻¹ s výměrou PB 2,38 ha a sklonem 2,86°. Na základě analýzy Cp faktoru se pozemek řadí do kategorie ohrožených zemědělských ploch. Vzhledem k hodnotě Cp a situování pozemku byl doporučen navržený osevni postup v tabulce 6.1a, který odpovídá požadavkům půdy a klimatickým podmínkám v řepařské oblasti.

Osevni postup	
1	vojtěška/jetel červený
2	vojtěška/pšenice ozim
3	pšenice
4	cukrová řepa s mákem
5	ječmen jarní/pšenice ozim
6	hrách (a jiné luštěniny)
7	pšenice ozim
8	oves s podsevem pohanky

Tab. 6.1a: Osevni postup pro ohrožené pozemky

Půdní blok č. 2

Dlouhodobá ztráta půdy přesahuje přípustnou ztrátu půdy Gp o $7,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ s výměrou PB 5,96 ha a sklonem $2,89^\circ$. Na základě analýzy Cp faktoru se pozemek řadí do kategorie mírně ohrožených zemědělských ploch. Vzhledem k hodnotě Cp a situování pozemku byl doporučen navržený osevní postup v tabulce 6.1b, který odpovídá požadavkům půdy a klimatickým podmínkám v řepařské oblasti.

Půdní blok č. 13

Dle analýzy dlouhodobá ztráta půdy přesahuje přípustnou ztrátu půdy Gp o $23,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ s výměrou PB 3,21 ha a sklonem $3,21^\circ$. Na základě analýzy Cp faktoru se pozemek řadí do kategorie mírně ohrožených zemědělských ploch. Vzhledem k hodnotě Cp a situování pozemku byl doporučen navržený osevní postup v tabulce 6.1b, který odpovídá požadavkům půdy a klimatickým podmínkám v řepařské oblasti. Pro půdní blok 13 bylo zvláště doporučeno zařadit do osevního postupu výsadbu kořenové zeleniny, kvůli chudší písčité půdě a smyvům z lesa a částečně PB 8.

Půdní blok č. 14

Dlouhodobá ztráta půdy přesahuje přípustnou ztrátu půdy Gp o $0,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ s výměrou PB 2,54 ha a sklonem $2,87^\circ$. Na základě analýzy Cp faktoru se pozemek řadí do kategorie mírně ohrožených zemědělských ploch. Vzhledem k hodnotě Cp a situování pozemku byl doporučen navržený osevní postup v tabulce 6.1b, který odpovídá požadavkům půdy a klimatickým podmínkám v řepařské oblasti. V případě PB 14 mohlo dojít ke zkreslení dat dlouhodobých ztrát půdy vlivem nepřesností ve výpočtu rovnice USLE.

Půdní blok č. 21

Dlouhodobá ztráta půdy přesahuje přípustnou ztrátu půdy Gp o $5,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ s výměrou PB 14,18 ha a sklonem $3,32^\circ$. Na základě analýzy Cp faktoru se pozemek řadí do kategorie mírně ohrožených zemědělských ploch. Vzhledem k hodnotě Cp a situování pozemku byl doporučen navržený osevní postup v tabulce 6.1b, který odpovídá požadavkům půdy a klimatickým podmínkám v řepařské oblasti. Pro pozemek byla aditivně doporučena orba a sadba po vrstevnici.

Půdní blok č. 31

Dle analýzy dlouhodobá ztráta půdy přesahuje přípustnou ztrátu půdy Gp o $17,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ s výměrou PB 31,04 ha a sklonem 5° . Na základě analýzy Cp faktoru se pozemek řadí do kategorie mírně ohrožených zemědělských ploch. Vzhledem k hodnotě Cp a situování pozemku byl doporučen navržený osevní postup v tabulce 6.1b, který odpovídá požadavkům půdy a klimatickým podmínkám v řepařské oblasti. Pro pozemek byla doporučena orba a sadba po vrstevnici, kvůli viditelným ztrátám půdy způsobených orbou po údolnici.

Osevní postup	
1	vojtěška/jetel červený
2	pšenice ozim
3	ječmen ozim
4	cukrová řepa
5	ječmen jarní/kořenová zelenina
6	kukuřice na siláž s podsevem jetele plazivého
7	pšenice ozim/rané brambory
8	oves s podsevem pohanky

Tab. 6.1b: Osevní postup pro mírně ohrožené pozemky

7. Diskuse

Pro posouzení míry erozního ohrožení zemědělských ploch v katastrálním území Kochánky byla použita univerzální rovnice dlouhodobé ztráty půdy (USLE) podle Wischmeiera a Smithe (1978). Jednotlivé analýzy byly provedeny v prostředí nástroje ArcGIS Pro čímž bylo dosaženo výsledků dlouhodobé průměrné ztráty půdy vodní erozí na zemědělských půdních blocích. Hodnoty průměrných ztrát půdy byly porovnány s maximálními přípustnými hodnotami ztrát půdy. Největší ztráty měly pozemky v okolí místní strže (severozápadně od obce) a údolnic vedoucích k obci (viz obr. 5.5a: svažítost terénu). Konečné mapové výstupy vizuálně souhlasí s údaji z veřejného webového portálu VÚMOP o ohrožených lokalitách vodní erozí.

Pro návrh protierozních opatření (PEO) se vycházelo ze stanovení hodnot maximálního ochranného vlivu vegetace C_p , které stanovily ohroženost jednotlivých pozemků a zadalo podmínky pro pěstované plodiny. Analýza faktoru C_p byla provedena z důvodu nedostupnosti osevních postupů pro zájmovou oblast. Zvýšením vegetačního pokryvu a zavedením dostatečných organizačních opatření se výrazně snížil smyv půdy. Ovšem u nejohroženějších pozemků, kde nebylo možné dostatečně snížit ztráty půdy, bylo navrženo jejich zatravnění. Konkrétně se jedná o půdní bloky číslo 9, 17, 22, 23 a 26.

Extrémně vysoké ztráty půdy u některých půdních bloků mohou být způsobeny nedostatečně přesným výstupem digitálního modelu terénu (DMT) a následně mapou sklonitosti terénu v řešeném území. Nepřesnosti by mohly být způsobeny použitím vrstevnic (po metru) a ne vrstvou DMR 4 nebo 5G, dalším negativním faktorem mohlo být nastavení velikosti pixelů na 10 (tudíž 10 x 10 m). Důsledkem těchto faktorů může být nedostatečně přesně stanovený model terénu (DMT), na kterém postupně stavěly další analýzy USLE. V neposlední řadě mohlo dojít k nepřesnostem v samotném prostředí ArcGISu Pro na základě postupného zaokrouhlování hodnot.

Obecně se analýza rovnicí USLE používá spíše pro větší území, jako například povodí větších řek (dos Santos Alves a kol., 2022) a s přesnějšími topografickými daty, než byla použita v této práci. Rovnice USLE se též může použít v kombinaci s jiným modelem, například Sediment Delivery Ratio (SDR), který pracuje s pohybem sedimentu z půdních bloků (Kaffas a kol., 2021).

8. Závěr

Půda je neodmyslitelnou součástí života. Je to zdroj živin, je to prostředí pro život a existenci organismů. Degradaci půdy a její projevy je třeba brát vážně a maximálně se podílet na její minimalizaci.

Cílem práce bylo zhodnotit a posoudit erozní ohroženost zemědělských ploch v katastrálním území Kochánky, které se nachází ve Středočeském kraji na pravém břehu řeky Jizery. Na základě výsledků analýz bylo nutné navrhnout adekvátní protierozní opatření, která by minimalizovala erozní projevy na ohrožených pozemcích.

Veškeré analýzy a následné grafické výstupy byly provedeny v prostředí ArcGIS Pro za aplikace univerzální rovnice dlouhodobých ztrát půdy vodní erozí. Pro tyto úkony byla použita oficiální metodika *Ochrana zemědělských půd před erozí: metodika* (Janeček a kol., 2012b).

Po analýzách bylo vyhodnoceno 26 půdních bloků jako ohrožených vodními erozí s hodnotami ztrát půdy překračující $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ a ve dvou případech (PB č. 9 a 23) $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Ohrožené půdní bloky bylo třeba opatřit protierozní ochranou a snížit tak ztráty půd pod maximální přípustnou mez.

V rámci protierozních opatření došlo především k úpravám faktoru C a doporučením osevních postupů, které by reflektovaly klimatické a pěstitelské podmínky a maximální hodnoty vlivu ochranné vegetace pro jednotlivé půdní bloky. Dále byly doporučeny opatření agrotechnického typu, převážně orba a výsadba po ornici s ohledem na topografické podmínky jednotlivých pozemků.

Z hodnocení půdních bloků vyšlo 5 půdních bloků, které bylo třeba zatravnit kvůli velice vysokým průměrným ztrátám půdy. Jeden z těchto pozemků, PB č. 26, byl zatravněn z důvodu vysokých ztrát půdy, ale také kvůli své poloze ve svahu nad intravilánem. Metoda zatravnění se jevila jako nejvhodnější z hlediska bezpečnosti obyvatel a jejich majetku.

Protierozní opatření technického typu by bylo nejvhodnější zakomponovat jako součást komplexních pozemkových úprav pro integritu opatření a smysluplnost celkového návrhu řešení.

Podle analýz navržená protierozní opatření sníží dlouhodobé průměrné ztráty půd pod přípustnou mez, ovšem ne všichni s opatřeními mohou souhlasit. Agrotechnická opatření mohou limitovat zemědělský subjekt natolik, že se rozhodne tato opatření nedodržovat. Zatravnění, nebo drastičtější změna vegetačního pokryvu se nemusí ukázat jako výdělečná, tudíž opět zemědělec nemá potřebu opatření aplikovat. Návrhy protierozní ochrany stojí na spolupráci a kompromisu mezi ekonomickým a ekologickým faktorem.

9. Seznam literatury a použitých zdrojů

9.1 Literární zdroje

1. BRYCHTA, J., PETRŮ, J. *Základy hodnocení vodní eroze pomocí GIS*. Praha, Skriptum, ČZU, 2016.
2. DOS SANTOS ALVES, W. a kolektiv (2022): *USLE modelling of soil loss in a Brazilian cerrado catchment*. Remote Sensing Applications: Society and Environment 27, 2022, ISSN 2352-9385.
3. JANEČEK, M. a kolektiv. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012b. ISBN 9788087415429.
4. JANEČEK, M., KUBÁTOVÁ, E., PROCHÁZKOVÁ, E. (2012a): *Vliv úhrnů a intenzit dešťů na ztráty půdy vodní erozí*. Vodní hospodářství 4/2012, s. 134-137
5. JANEČEK, M., KUBÁTOVÁ, E., TIPPL, M. (2006): *New determinativ of the rainfall-runoff erosivity factor R for the territory of the Czech Republic*. Soil and Water Research 1, s.65-71
6. KADLEC, M., TOMAN, F. (2002): *Závislost faktoru protierozní účinnosti vegetačního pokryvu C na klimatickém regionu*. Bioklima-Prostředí-Hospodářství, s. 544-550. ISBN 80-85813-99-8
7. KAFFAS, K., PISINARAS, V., AL SAYAH, M. J., SANTOPIETRO, S., RIGHETTI, M. (2021): *A USLE-based model with modified LS-factor combined with sediment delivery module for Alpine basins*. CATENA 207, 2021, ISSN 0341-8162.
8. OLDEMAN, L. R., HAKKELING, R.T.A., SOMBROEK W.G. *World map of the status of human-induced soil degradation: an explanatory note*, 2nd. rev. Ed. Wageningen: ISRIC, 1991. ISBN: 9789066720466.
9. OSMAN, T. KHAN. *Soil Degradation, Conservation, and Remediation*. Springer Science & Business Media, 2014. ISBN 9789400775893.
10. PETRÁNEK, J., BŘEZINA, J., BŘÍZOVÁ, E., CHÁB, J., LOUN, J., ZELEŇKA, P. *Encyklopedie geologie*. Praha: Česká geologická služba, 2016. ISBN 9788070759011.
11. PIMENTEL D, HALL CW. *Food and natural resources*. San Diego: Academic, 1989. ISBN: 9780323146975
12. PRÁŠEK, J. V. *Brandýs nad Labem: město, panství i okres*. Vyd. 2. V Brandýse nad Labem-Staré Boleslavi: Oblastní muzeum Praha-východ, 2010. ISBN 9788025434758.
13. RENARD, K., FOSTER, G., WEESIES, G., MCCOOL, D., YODER, D. *Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. Agr. Handbook, 1997, no.703, US Department of Agriculture, Washington DC.
14. RUH, H. a kolektiv. *Etika a půda*. 2. vydání. Brno: ÚKZÚZ, 1996.
15. VOPRAVIL, J. a kolektiv. *Půda a její hodnocení v ČR*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2009. ISBN 9788087361023.

16. VÚMOP Praha. *Protierozní ochrana. Nové technologie v ochraně půdy před vodní erozí: Voda v krajině*. Praha: MZe ČR, 1995.
17. WISCHMEIER, W. H., SMITH, D. D. *Predicting Raignall Erosion Losses – A Guide to Conservation Planning*. Agr. Handbook, 1978, no.537, US Department of Agriculture, Washington DC.
18. ZÁHORA, J., URBÁNKOVÁ, O., ELBL, J., HYNŠT, J., STROBLOVÁ, M., TŮMA, I., KINTL, A., PLOŠEK, L., ZÁHORA, J. *Půda, místo pro život*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 9788075093677.

Legislativa

19. Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu
20. Vyhláška č. 227/2018 Sb., o charakteristice bonitovaných půdně ekologických jednotek a postupu pro jejich vedení a aktualizaci
21. Vyhláška č. 240/2021 Sb. o ochraně zemědělské půdy před erozí

9.2 Internetové zdroje

22. Geoprohlížeč. Document Moved [online]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/?k=5717>
23. Mapy.cz. Mapy.cz [online]. Dostupné z: <https://mapy.cz/letecka-2018?l=0&q=koch%C3%A1nky&source=muni&id=3963&ds=2&x=14.7801659&y=50.2774348&z=14>
24. Marushka - Mapový aplikační server.... [online]. Dostupné z: <https://vdp.cuzk.cz/marushka/?ThemeID=1&InfoURL=https%3A%2F%2Fvdp.cuzk.cz%2Fvdp%2Fruian&MarQueryID=KU&MarQParamCount=1&MarQParam0=667731&InfoTarget=ID-e9b3>
25. ČÚZK - Dokument. ČÚZK - Úvod [online]. Copyright © [cit. 02.03.2023]. Dostupné z: https://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?AKCE=META:SESTAVA:MDR002_XSLT:WEBCUZZK_ID:667731
26. Český statistický úřad: Počet obyvatel v obcích – k 1. 1. 2022. Praha. 29. dubna 2022. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/pocet-obyvatel-v-obcich-k-112022>
27. Maloplošná zvláště chráněná území. [online]. Dostupné z: https://drusop.nature.cz/ost/chrobjekty/zchru/index.php?SHOW_ONE=1&ID=14991
28. Jizera – Vodácká navigace. [online]. Dostupné z: https://www.vodackanavigace.cz/jizera-jez-kacovsky-mlyn?detailId=5878&utm_source=mapycz
29. Historie - Oficiální stránky obce Kochánky. Obec Kochánky - Oficiální stránky obce Kochánky [online]. Copyright © 2023 [cit. 02.03.2023]. Dostupné z: <https://www.kochanky.cz/obec/historie/>
30. Letecký pohled - Oficiální stránky obce Kochánky. Obec Kochánky - Oficiální stránky obce Kochánky [online]. Copyright © 2023 [cit. 02.03.2023]. Dostupné z: <https://www.kochanky.cz/zivot-v-obci/fotogalerie/letecky-pohled-44cs.html>

31. Vodní hospodářství a ochrana vod | HV Map for WebMap. [online]. Copyright © Copyright [cit. 02.03.2023]. Dostupné z: https://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?map=mp_heis_voda&TMPL=HV_MAP_MAIN&IFRAME=0&lon=14.7453213&lat=50.2332556&scale=241920
32. Záplavová území | HV Map for WebMap. [online]. Copyright © Copyright [cit. 02.03.2023]. Dostupné z: https://webmap.dppcr.cz/dpp_cr/dppcr.dll?IFRAME=1&TMPL=HVMAP_MAIN&LOGO=%24CZ0&MAP=zatopy&TM=%2Fcsu_obce_hr&lon=14.7727514&lat=50.2801509&scale=30240
33. EECONET | MeziStromy.cz. Lesnicko-dřevařský vzdělávací portál [online]. Copyright © 2023. [cit. 02.03.2023]. Dostupné z: <https://www.mezistromy.cz/slovník/eeconet>
34. ArcGIS Web Application. [online]. Dostupné z: <https://aopkcr.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=399328f6b35646c2910ddbc0995b2bf6>
35. ArcGIS Web Application. [online]. Dostupné z: <https://aopkcr.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=ee190990a1be4ac685d5f7c69c637ae4>
36. Katedra geografie Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci [online]. Copyright ©N [cit. 02.03.2023]. Dostupné z: https://geography.upol.cz/soubory/lide/smolova/GCR1/text_ceska%20tabule.pdf
37. Česká geologická služba – Mapové aplikace [online]. Copyright © [cit. 02.03.2023]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace#>
38. Mapy zemědělské půdy | Půda v číslech . [online]. Copyright © [cit. 02.03.2023]. Dostupné z: <https://statistiky.vumop.cz/?core=map>
39. Kategorizace zemědělského území České republiky Ing. Luděk Tyšer, PhD - PDF Free Download. Documents Professional Platform - PDF Download Free - ADOC.PUB [online]. Copyright © 2023 ADOC.PUB. All rights reserved. [cit. 06.03.2023]. Dostupné z: <https://adoc.pub/kategorizace-zemdlskeho-uzemi-eske-republiky-ing-ludk-tyer-p.html>
40. Úvodní stránka - Ministerstvo životního prostředí [online]. Copyright ©5 [cit. 07.03.2023]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/definice_pudy/\\$FILE/OOHPP-Definice_pudy-20080820.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/definice_pudy/$FILE/OOHPP-Definice_pudy-20080820.pdf)
41. eKatalog BPEJ. eKatalog BPEJ [online]. Copyright © VÚMOP, v.v.i., 2022, [cit. 08.03.2023]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/>
42. BPEJ | seznam bpej | ceny pozemků. Zemědělské pozemky a prodej zemědělské půdy | Pozemkyafarmy.cz [online]. Copyright © Všechna práva vyhrazena 2014. Pozemkyafarmy.cz [cit. 08.03.2023]. Dostupné z: <https://www.pozemkyafarmy.cz/bpej.html>

43. Bonitované půdně-ekologické jednotky | Státní pozemkový úřad. Státní pozemkový úřad [online]. Copyright © 2023 [cit. 08.03.2023]. Dostupné z: <https://www.spucr.cz/bpej>
44. (1) Zemědělský půdní fond je základním přírodním bohatstvím naší země, nenahraditelným výrobním prostředkem umožňujícím zemědělskou výrobu (eAGRI). [online]. Copyright © 2009 [cit. 08.03.2023]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100076298.html>
45. Ochrana půdy - Ministerstvo životního prostředí. Úvodní stránka - Ministerstvo životního prostředí [online]. Copyright © 2008 [cit. 08.03.2023]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/ochrana_pudy
46. Kdo hospodaří na mém pozemku | Česká půda. Prodej zemědělské půdy | Česká půda [online]. Copyright ©2017 Česká půda s.r.o., Vytvořil [cit. 08.03.2023]. Dostupné z: <https://www.ceska-puda.cz/blog/LPIS-kdo-hospodari-na-mem-pozemku.html>
47. LPIS - Státní zemědělský intervenční fond. [online]. Copyright © 2013 Státní zemědělský intervenční fond, všechna práva vyhrazena. [cit. 08.03.2023]. Dostupné z: <https://www.szif.cz/cs/lpis?setCookie=true>
48. Zákon rozšiřuje okruh údajů zveřejňovaných v registru využití půdy | Zemedelec.cz – zpravodajství ze všech oborů zemědělství. Zemedelec.cz – zpravodajství ze všech oborů zemědělství [online]. Copyright © [cit. 08.03.2023]. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/zakon-rozsiruje-okruh-udaju-zverejnovanych-v-registru-vyuziti-pudy/>
49. Print page. 301 Moved Permanently [online]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=3976&typ=html
50. Eroze půdy | VÚMOP, v.v.i.. VÚMOP, v.v.i. | Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, vvi [online]. Copyright © 2023, VÚMOP, v.v.i., Půdní služba [cit. 12.03.2023]. Dostupné z: <https://www.vumop.cz/eroze-pudy>
51. Větrná eroze půdy (Půda, eAGRI). [online]. Copyright © 2009 [cit. 14.03.2023]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/degradace-pud/vetrna-eroze-pudy/>
52. TEORETICKÉ MINIMUM K VODNÍ EROZI – Webová encyklopedie. [online]. Dostupné z: https://encyklopedie.vumop.cz/index.php/TEORETICK%C3%89_MINIMUM_K_VODN%C3%8D_EROZI
53. services.cuzk.cz. [online]. Dostupné z: <https://services.cuzk.cz/shp/ku/epsg-5514/>
54. VÚV T.G.Masaryka - Oddělení GIS - Struktura DIBAVOD . VÚV T.G.Masaryka - Oddělení GIS - O projektu DIBAVOD [online]. Copyright © 2020 Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, veřejná výzkumná instituce [cit. 19.03.2023]. Dostupné z: <https://www.dibavod.cz/27/struktura-dibavod.html>

55. Celostátní databáze BPEJ / Bonitované půdně-ekologické jednotky | Státní pozemkový úřad. Státní pozemkový úřad [online]. Copyright © 2023 [cit. 19.03.2023]. Dostupné z: <https://www.spucr.cz/bpej/celostatni-databaze-bpej>
56. Eagri. [online]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/app/eagriapp/lpisdata/>
57. Dobrý zemědělský a environmentální stav půdy (DZES) (Dotace, eAGRI). [online]. Copyright © 2009 [cit. 25.03.2023]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/dotace/kontroly-podminenosti-cross-compliance/dobry-zemedelsky-a-environmentalni-stav/?fullArticle=1>
58. Protierozní opatření (Životní prostředí, eAGRI). [online]. Copyright © 2009 [cit. 25.03.2023]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/ochrana-pudy/eroze-pudy/protierozni-opatreni/>
59. Strip-till – velký objev pro zemědělce | Agroportal24h.cz. Vše ze světa agro | Agroportal24h.cz [online]. Copyright © 2011 [cit. 26.03.2023]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/strip-till-velky-objev-pro-zemedelce>

10. Seznam obrázků

Obr. 3.4.1: Upravené průměrné hodnoty R faktoru na území ČR z let 1971-2000 (Janeček a kol., 2012a)

Obr. 3.4.2: Nomogram pro určení hodnot K faktoru (Janeček a kol., 2012b)

Obr. 4.1a: Zájmové území k.ú. Kochánky s celostátní orientací (Mapy.cz, ČÚZK©2023)

Obr. 4.1b: Počet parcel a jejich výměra v k.ú. Kochánky (ČÚZK©2023)

Obr. 4.2a: II. vojenské mapování (1836-1852) v k.ú. Kochánky (Mapy.cz©2023)

Obr. 4.2b: Letecký snímek obce Kochánky (Anonym, 2021)

Obr. 4.3: Klimatické regiony (MZe, 2018)

Obr. 4.4a: Záplavové území (modře) a aktivní zóna záplavového území (červeně) (ČÚZK©2023)

Obr. 4.4b: Ochranné pásmo vodního zdroje a chráněná oblast přirozené akumulace vody v k.ú. Kochánky

Obr. 4.7: Geologická mapa zájmového území (Česká geologická služba©2023)

Obr. 4.8a: Zastoupení půdních typů v zájmovém území (VÚMOP©2023)

Obr. 4.8b: Hloubka půdního profilu v k.ú. Kochánky (VÚMOP©2023)

Obr. 4.8c: Hlavní půdní jednotky v k.ú. Kochánky (VÚMOP©2023)

Obr. 5.2: Mapa řešeného území

Obr. 5.3: Znázornění půdních bloků

Obr. 5.4: Digitální model terénu

Obr. 5.5a: Svažítost terénu v zájmovém území

Obr. 5.5b: Směr povrchového odtoku z řešeného území

Obr. 5.5c: Akumulace povrchového odtoku

Obr. 5.5d: LS faktor

Obr. 5.6: K faktor

Obr. 5.7: C faktor

Obr. 5.10a: Hloubka půdního profilu v řešeném území

Obr. 5.10b: Maximální přípustná ztráta půdy

Obr. 5.11a: Průměrná ztráta půdy pro pixel

Obr. 5.11b: Průměrná ztráta půdy na pozemek

Obr. 5.12: Ohroženost pozemků

Obr. 5.13: Maximální hodnoty faktoru C_p pro jednotlivé PB

Obr. 6: Snížení ztrát půdy erozí po aplikaci PEO v k.ú. Kochánky

Obr. 6.1: Kategorie ohroženosti pozemků podle faktoru C_p

11. Seznam rovnic

Rovnice 3.4: Rovnice USLE podle Wischmeiera a Smithe (1978)

Rovnice 3.4.1a: Výpočet R faktoru podle Wischmeiera a Smithe (1978)

Rovnice 3.4.1b: Výpočet celkové kinetické energie deště podle Wischmeiera a Smithe (1978)

Rovnice 3.4.2: Výpočet K faktoru (Janeček a kol., 2012b)

Rovnice 3.4.3: Výpočet L faktoru podle Renard a kol. (1997)

Rovnice 3.4.4a, b: Výpočet S faktoru podle Renard a kol. (1997)

12. Seznam tabulek

Tab. 3.4.2: Hodnoty K faktoru pro HPJ (Janeček a kol., 2012b)

Tab. 3.4.3: Exponent sklonu svahu v závislosti na sklonu svahu a poměru eroze (Renard a kol., 1997)

Tab. 3.4.5a: Hodnoty faktoru C se způsobem obdělávání (Janeček a kol., 2012b)

Tab. 3.4.5b: Průměrné hodnoty faktoru C pro konkrétní plodiny (Janeček a kol., 2012b)

Tab. 3.4.5c: Hodnoty C faktoru podle klimatických regionů (Kadlec a Toman, 2002)

Tab. 3.4.6: Hodnoty faktoru P podle Wischmeiera a Smithe (1978)

Tab. 5.7: Hodnoty C faktoru podle pokryvu (Brychta, 2016)

Tab. 5.10: Maximální přípustná ztráta půdy podle hloubky půdního profilu (Janáček a kol., 2012b)

Tab. 5.12: Ztráty půdy pro jednotlivé PB

Tab. 5.13: Maximální přípustné hodnoty faktoru Cp (Brychta, 2016)

Tab. 6.1a: Osevní postup pro ohrožené pozemky

Tab. 6.1b: Osevní postup pro mírně ohrožené pozemky

13. Příloha 1 – fotodokumentace

Příloha 1a: PB č. 9 ve směru k obci

Příloha 1b: PB č. 17 od J na S

Příloha 1c: PB č. 23 od J na S

Příloha 1d: PB č. 22 směrem k obci

Příloha 1e: PB č. 19 + 29 ve směru ke strži na SV

Příloha 1f: PB č. 19 + 29 ve směru k intravilánu

Příloha 1g: PB č. 27 od S na J

Příloha 1h: PB č. 8 od JZ na Z

Příloha 1ch: PB č. 31 od J na SV

Příloha 1i: PB č. 31 od SZ na V



Příloha 1a: PB č. 9 ve směru k obci



Příloha 1b: PB č. 17 od J na S



Příloha 1c: PB č. 23 od J na S



Příloha 1d: PB č. 22 směrem k obci



Příloha 1e: PB č. 19 + 29 ve směru ke strži na SV



Příloha 1f: PB č. 19 + 29 ve směru k intravilánu



Příloha 1g: PB č. 27 od S na J



Příloha 1h: PB č. 8 od JZ na Z



Příloha 1ch: PB č. 31 od J na SV



Příloha 1i: PB č. 31 od SZ na V