

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Katedra: Katedra krajinného managementu

Vedoucí katedry: Doc. Ing. Pavel Ondr, CSc

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Meziplodiny a jejich uplatnění v protierozní ochraně

Vedoucí bakalářské práce:

Doc. Ing. Pavel Ondr, CSc

Autor bakalářské práce:

Josef Klír

České Budějovice, duben 2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Josef KLÍR**
Osobní číslo: **Z13026**
Studijní program: **B4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**
Název tématu: **Meziplodiny a jejich uplatnění v protierozní ochraně**
Zadávací katedra: **Katedra krajinného managementu**

Zásady pro vypracování:

Cílem bakalářské práce je zpracování podrobné literární rešerše týkající se využití meziplodin v osevních postupech v zemědělské praxi. Bude vyhodnocen jejich vliv na zvýšení retence vody v krajině a protierozní účinnost vegetačního krytu. Součástí práce bude stručný popis řešeného katastrálního území v součinnosti s vybranou projekční organizací.

1. Literární rešerše na daná témata:

- a/ meziplodiny a osevní postupy
- b/ vodní eroze
- c/ agrotechnická půdoochranná opatření
- d/ komplexní pozemkové úpravy a výpočty eroze

2. Popis a zpracování konkrétní lokality.

3. Porovnání teoretických poznatků s údaji zjištěnými na řešené lokalitě.

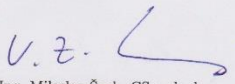
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **45 stran textu**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

DUMBROVSKÝ, M., MEZERA, J., STRÍTECKÝ, L.: Metodický návod pro vypracování návrhů pozemkových úprav, Česká komora pro pozemkové úpravy, Praha 2004, 190 stran
SKLENIČKA, P. Základy krajinného plánování, Naděžda Skleničková, Praha 2003, ISBN 80-903206-1-9
TOMAN, F. Pozemkové úpravy, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně 1995, ISBN 80-7157-148-8
Časopisy: Pozemkové úpravy, Urbanismus a územní rozvoj, Landscape and urban planning, Land use policy
Holý, M.: Protierozní ochrana. SNTL, Praha, 1978
Janeček, M.: Základy erodologie. ČZU Praha, Praha, 2008
Stach, J.: Základní agrotechnika - osevní postupy. JU ZF České Budějovice, České Budějovice, 1995
Kokolia, V., Kos, M.: Protierozní osevní postupy. UVTIZ Praha, Praha 1989

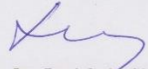
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.**
Katedra krajinného managementu

Datum zadání bakalářské práce: **16. března 2015**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2016**


prof. Ing. Miloš Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentův 15
370 02 České Budějovice
L.S.


doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 23. března 2015

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum: 19.4. 2016

Podpis studenta

.....

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat panu doc. Ing. Pavlu Ondrovi, CSc za cenné rady a odborné vedení při zpracování této bakalářské práce. Dále chci poděkovat své rodině za podporu během studia. Rovněž děkuji zemědělskému podniku LUKRENA a.s. za ochotu a poskytnuté informace, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout.

Abstrakt

Tato práce si klade za cíl posouzení protierozních účinků meziplodin zařazených do osevních postupů. Bude vyhodnocen erozní smyv v katastrálním území Předenice, které se nachází v plzeňské kraji, pro stávající osevní postup společnosti LUKRENA a.s. a porovnána s výsledky osevního postupu se zařazením meziplodin.

Klíčová slova: meziplodiny, osevní postupy, vodní eroze

Abstrakt

This Bachelor's thesis is aimed to assess the effects of erosion intercrop included in crop rotations. Erosion losses will be evaluated in the cadastral area Předenice, located in the pilsen region. Erosion losses will be evaluated for current crop rotation LUKRENA a.s. and compared the results with the inclusion of intercrops in crop rotation.

Key words: intercrops, crop rotation, water erosion

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Literární přehled.....	9
2.1. Pozemkové úpravy	9
2.1.1. Formy pozemkových úprav a náležitosti	9
2.1.2. Ochrana proti vodní erozi	11
2.1.3. Územní systém ekologické stability.....	14
2.2. Eroze	16
2.2.1. Vodní eroze	17
2.2.2. Faktory ovlivňující vodní erozi.....	18
2.2.3. Výpočet ztráty půdy vodní erozí	22
2.3. Osevní postupy.....	23
2.3.1. Vývoj osevních postupů.....	23
2.3.2. Střídání plodin.....	24
2.4. Meziplodiny	26
2.5. Agrotechnická protierozní opatření	28
3. Cíl práce a metodika	32
3.1. Cíl práce	32
3.2. Metodika	32
3.3. Charakteristika zájmové oblasti.....	38
4. Výsledky a diskuze	41
5. Závěr	51
6. Literární zdroje.....	52
7. Seznam tabulek, obrázků a příloh.....	55
8. Přílohy.....	57

1. Úvod

Již od začátku neolitu je zemědělství nedílnou součástí lidské civilizace, je jejím motorem ale také její brzdou. Se zvyšujícími se znalostmi o problematice obdělávání půdy se dociluje efektivnějšího hospodaření, vyšší produkce a výnosů. Spolu s tím se rovněž zvyšuje lidská populace. Až zemědělská produkce dosáhne svého maxima, pak dosáhne i lidská populace svého maxima. Z tohoto hlediska je tedy důležité se, nejen, o zemědělsky využívanou půdu starat, racionálně ji obhospodařovat a zušlechťovat za pomoci moderních technologií a znalostí.

Jedním ze současných nástrojů ochrany zemědělské půdy jsou pozemkové úpravy, které v rámci své kompetentnosti vytvářejí opatření pro ochranu před erozními jevy. Dobře provedená pozemková úprava kombinuje protierozní opatření s přirozenou krajinnou složkou, začleňuje je do krajinného rázu a efektivně chrání půdu před následky eroze.

Eroze je celosvětový fenomén České republiky se nevyhýbaje, který degraduje půdu. V dnešní době je zintenzivněna antropogenní činností, kdy se v některých případech hospodařící subjekty snaží dosáhnout co nejvyššího zisku na úrok kvality půdy. Ponechávání obhospodařované půdy bez vegetačního krytu, hospodaření na sklonitých pozemcích, přílišné používání chemických hnojiv a nevhodně sestavené osevní postupy, to vše vede ke zhoršení struktury a kvality půdy a dochází k vytváření ideálních podmínek pro erozní jevy. S dnešním technologickým zázemím hospodařících subjektů a znalostmi by se měl tento trend špatného užívání půdy snižovat.

Jedním z ochranných opatření jsou optimálně sestavené osevní postupy, které zohledňují důležitost co nejdelšího vegetačního krytu půdy a vhodnost plodin pěstovaných na pozemcích. Z hlediska ochrany půdy vegetačním krytem současné trendy zaznamenávají uplatňování meziplodin, které svými vlastnostmi chrání zemědělskou půdu v době po sklizni hlavní plodiny, dodávají do půdy biomasu, ovlivňují vlhkostní poměry v půdě a celkově zlepšují půdní strukturu.

Právě vliv meziplodin na snížení erozního smyvu na zemědělské půdě řeší tato práce. Porovnává výsledky využití osevního postupu se zařazením meziplodin se stávajícím osevním postupem hospodařícího podniku, který meziplodiny nevyužívá.

2. Literární přehled

2.1. Pozemkové úpravy

Pozemkové úpravy jsou procesem vyrovnávání hranic pozemků tak, aby se vytvořily vhodné podmínky pro hospodaření vlastníků půdy. Spolu s nimi se upravují vlastnická práva a s nimi související věcná břemena. Dále se vytváří tzv. plán společných zařízení, který řeší přístupnost jednotlivých pozemků, zajišťuje podmínky pro zlepšení životního prostředí a ochranu půdního fondu, zlepšuje vodní režim krajiny a ekologickou stabilitu krajiny (Skřivanová a Drahoňovská, 2011).

Z legislativního hlediska upravuje pozemkové úpravy zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úradech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů a vyhláška č. 13/2014 Sb., o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav.

2.1.1. Formy pozemkových úprav a náležitosti

Zákon dělí pozemkové úpravy na komplexní pozemkové úpravy a jednoduché pozemkové úpravy.

Z hlediska pozemkových úprav je komplexní pozemková úprava nejefektivnější podobou. K této formě se přistupuje tehdy, jestliže je potřeba vyřešit právní vztahy s užíváním a vlastnictvím půdy, v řešeném území je nutné upravit zpřístupnění jednotlivých pozemků a částí území, nebo je zde potřeba reorganizace obhospodařování zemědělských pozemků z důvodu degradace půdy (Němec et al, 2011).

Jestliže je potřeba vyřešit pouze některý z hospodářských potřeb např. scelení, zpřístupnění pozemků nebo je potřeba vyřešit ekologické potřeby krajiny např. lokální protierozní nebo protipovodňové opatření anebo se neřeší pozemková úprava na celém katastrálním území, tak se jedná o jednoduchou pozemkovou úpravu (Burian et al, 2011).

Komplexní pozemková úprava je dlouholetý a náročný proces skládající se z jednotlivých dílčích aspektů, avšak tato práce se zabývá vlivem pozemkové úpravy na snížení erozní ohroženosti pozemků.

Při posuzování erozního ohrožení pozemků vodní erozí se vychází nejen ze stavu obhospodařované půdy na jednotlivých pozemcích, ale i z posouzení většího

územního celku, kam řešené pozemky patří, tzn. celého povodí, příp. dílčího povodí. Výpočet se provádí pomocí univerzální rovnice Wischmeier-Smith, jejíž jednotlivé faktory se stanovují pomocí dílčích podkladů. Faktor R podle map s vyznačením erozní účinnosti deště, faktor C se určuje ze zjištěného stavu střídání plodin na jednotlivých pozemcích. Pro zjištění faktoru S a L se používají státní mapy v měřítku 1:5 000, faktor K z údajů map KPP 1:10 000 a map BPEJ 1:5 000. Rovněž se uplatňují i terénní pochůzky (Němec et al, 2011).

Návrh protierozní ochrany tedy vychází z průzkumu hydrologických poměrů řešeného území a stanovení jeho erozní ohroženosti tak, aby byl vhodně zvolen systém protierozní ochrany a návrh jeho prvků. Průzkumem se zároveň zajišťují předpoklady součinnosti protierozních opatření s pozemkovými úpravami a ostatními vodohospodářskými a ekologickými zájmy nejen řešeného území (Burian et al, 2011).

Samotný návrh protierozních opatření musí být kompatibilní s dalšími systémy – cestní síť; ÚSES; hydrografická síť - a musí jednoznačně vymezovat svým charakterem počínání jakýchkoliv nových subjektů tak, aby se uchovávaly vodohospodářsky vhodné podmínky z hlediska kvantity i kvality vodních zdrojů a zlepšovaly se vodohospodářské poměry (Němec et al, 2011).

Němec et al (2011) dále uvádí, že při zpracování návrhu musí být dána přednost protierozní ochraně půdy před potřebou nejvhodnějšího tvaru a velikosti pozemku z hlediska mechanizace.

Podle *technického standardu dokumentace plánu společných zařízení v pozemkových úpravách* se v podkapitole *zásady návrhu protierozních opatření k ochraně ZPF* uvede popis výchozích poznatků z podrobného průzkumu a analýzy současného stavu území, metody použité k posuzování vodní a větrné eroze, souhrnné výsledky vyhodnocení erozního ohrožení půd v posuzovaném území. Rovněž se u vodní eroze uvede rozdělení území na erozně uzavřené celky, posuzovaný osevní postup a výsledky stanovení faktoru C. Dále se uvedou závěry a doporučení pro přijetí protierozních opatření. Výsledky se následně projednají s obcí, sborem zástupců, s vlastníky a s dotčenými orgány státní správy.

Podle předpisu č. 13/2014 Sb. *Vyhlášky o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav* podle §16 se v plánu společných zařízení v části zaměřené na protierozní a protipovodňová opatření uvede návrh

agrotechnických a organizačních opatření, se kterým budou vlastníci pozemků prokazatelně seznámeni. V poznámce v soupisu nových pozemků se uvede, že na dotčené pozemky se vztahují agrotechnická nebo organizační opatření podle plánu společných zařízení.

Erozní ohroženost území je zachycena v samostatném mapovém výstupu v měřítku 1: 5 000 – 1:10 000, který je označen jako mapa erozního ohrožení. Následně jsou podle vyhodnocení výsledků navrhována protierozní opatření (Skřivanová a Drahoňovská, 2011).

2.1.2. Ochrana proti vodní erozi

Protierozní opatření se zpravidla dělí na organizační, agrotechnická a biotechnická, přičemž první dvě skupiny jsou relativně levnější, a proto jsou z finančních důvodů někdy preferovány (Vlasák a Bartošková, 2007).

Základem organizačních protierozních opatření je situování pozemků delší stranou ve směru vrstevnic, jejich vhodná velikost a tvar. Je žádoucí, aby rozměr pozemku orné půdy ve směru sklonu nepřevyšoval přípustnou délku svahu stanovenou výpočtem přípustné ztráty půdy erozí. V tomto případě se střetávají dva protichůdné faktory. Faktor přírodní, který působí k vytváření menších půdních celků a faktor ekonomický, který naopak preferuje tvorbu dostatečně velkých pozemků. Z toho plyne, že dodržení vhodné velikosti a tvaru pozemku je poměrně obtížné a závisí na místních geografických poměrech, požadavcích na přístupnost pozemků a hospodaření na půdě (Burian et al, 2011).

Rovněž se přistupuje k tzv. delimitaci druhu pozemků. To představuje členění v rámci organizace zemědělského půdního fondu na ornou půdu, zahrady, louky, pastviny, vinice, sady a chmelnice. S tím přímo souvisí ochranné zatravnění, ke kterému se přistupuje na pozemcích, jež nelze využívat jako ornou půdu. Trvalé travní porosty by rovněž měly chránit plochy podél břehů vodních toků, měly by být zakládány v drahách soustředěného odtoku a v profilech průlehů (Janeček et al 2007).

Spolu se zatravněním se rovněž používá i ochranné zalesnění buďto ve formě plošné anebo liniové (Burian et al, 2011).

Janeček et al (2007) upozorňuje, že v případě převodu luk a pastvin do lesního fondu je nutné provést vyhodnocení botanického složení porostu odborným pracovištěm. To pak rozhodne, zdali je převod z hlediska ochrany přírody možný.

Dalším způsobem ochrany půdy jsou tzv. protierozní osevní postupy. Z těchto jsou vyřazeny plodiny s nízkým protierozním účinkem (širokořádkové plodiny), které by neměly být pěstovány na pozemcích se sklonem větším než 3°. Na pozemcích se sklonem větším než 3° je doporučeno pěstovat úzkořádkové plodiny (obilniny, řepka, len) a pozemky se sklonem větší než 12° je potřeba další agrotechnické opatření (Vlasák a Bartošková, 2007).

Omezení ztráty půdy erozí je možné podpořit pásovým střídáním plodin. Jedná se o pásy plodin chránících půdu tj. travní porost, jetel, vojtěška, ozimí obilnina s pásy plodin s nízkým protierozním účinkem. Šířka pásů je závislá na délce svahu, její náchylnosti k erozi a na šířce záběru mechanizace. Obvykle se používá šířka pásů 20–40 m. Počet pásů je rovněž závislý na délce svahu (Janeček et al, 2007).

Vlasák a Bartošková (2007) popisují, že ačkoliv jsou organizační a agrotechnická protierozní opatření účinná, tak může nastat problém při jejich důsledném provádění a dodržování. Je velice obtížné kontrolovat hospodáře, zda pěstují jen doporučené plodiny a dodržují šetrný způsob obdělávání půdy. Je to dáno ekonomickými důvody. Proto jako nejvhodnější uvádějí biotechnická opatření, která chrání pozemky nezávisle na hospodářích.

Němec et al (2011) popisuje biotechnická opatření jako trvalou překážku, která napomáhá rozptýlení povrchového odtoku a která je navrhována tak, aby předurčovala způsob hospodaření hospodářského subjektu.

Zároveň je tato opatření vhodné navrhovat tak, aby měla polyfunkční charakter. Jedná se například o příkopy, které jsou pravidelným doprovodem lesních cest, nebo liniová zeleň v protierozních prvcích, která zároveň slouží jako interakční prvek ÚSES (Vlasák a Bartošková, 2007).

K optimální funkčnosti je nezbytně nutné provést důkladné výpočty návrhových kapacit jednotlivých prvků na základě zaměření území a srážkoměrných údajů (Skřivanová a Drahoňovská, 2011).

Prvním technickým opatřením jsou protierozní meze. Ty jsou vždy zatravněné a doplněné vysazenými křovinami a dřevinami. Nad mezí se vždy vytváří zatravněný zasakovací pás, který může být doplněn průlehem nebo příkopem. Jelikož jsou meze většinou neobdělávatelné a nepřejezdné, tak se musí v určitých místech realizovat přejezdy (Vlasák a Bartošková, 2007).

Rovněž velmi používané jsou, tzv. protierozní příkopy, které se budují pro doplnění hydrografické sítě a slouží k zachycování a odvodu povrchové vody a splavenin. Navrhují se jako záchytné – ochrana pozemků před přítokem vnějších vod, sběrné - omezení a zachycení příliš velké délky povrchového odtoku a svodné - k zachycení a odtoku vody do recipientu (Burian et al, 2011).

Janeček et al (2007) doplňuje, že sběrné a svodné příkopy se realizují v návaznosti na přirozenou a umělou hydrografickou síť. Sběrné příkopy se budují k přerušení příliš velké délky povrchového odtoku a v údolních polohách jsou v součinnosti se svodnými příkopy.

Je také důležité chránit místa soustředěného odtoku z přívalových dešťů nebo z jarního tání sněhu. Tzv. zatravněné údolnice do značné míry tomuto zabraňují. Můžou být rovněž doplněny drenáží, nebo mohou mít zpevněné dno. V případě, že je údolnice křížována polní cestou, je nutné zbudovat přejezd např. formou propustku (Vlasák a Bartošková, 2007).

Janeček et al (2007) uvádí, že je naopak nezbytně nutné odvodnění pomocí drenáže proto, aby nebyly poškozovány přejíždějící mechanizací. Rovněž doporučuje orbu okolních pozemků kolmo na osu údolnice, aby se podél nevytvářely rýhy.

Němec et al (2011) uvádí, že zatravnění údolnic by mělo být základním prvkem každého systému protierozní ochrany i z toho důvodu, že je velice ekonomické.

Dalším opatřením jsou zasakovací pásy. Jsou to zatravněné, minimálně 20 m široké pásy, které se obvykle doplňují křovinami anebo jinou zelení. Je možná kombinace s dalšími opatřeními (Vlasák a Bartošková, 2007).

Nejnákladnějším technickým opatřením je terasování. To se využívá na extrémně svažitéch pozemcích s hlubokou půdou a sklonem vyšším než 20% (Burian et al, 2011). Budují se rovněž tam, kde je vysoce produktivní půda a velký zájem o její využití. Jelikož je budování teras velice nákladné, tak se vyplatí jen tehdy, jestliže je rychlá návratnost vložených investic (Vlasák a Bartošková, 2007).

Budují se jako úzké terasy, které umožňují výsadbu 1 nebo 2 řad ovocných stromů nebo vinné révy, nebo široké, které umožňují výsadbu 3 a více řad anebo pěstování běžných zemědělských kultur (Janeček et al, 2007).

Pasák et al (1984) upozorňuje, že realizace teras je vhodná pouze na únosném podloží, čímž jsou spraše, sprašové hlíny, jíly a slíny. Naopak nevhodné je kamenité nebo skalnaté podloží.

Protierozní hrázky se budují buď na pozemku anebo na úpatí svahů zemědělských pozemků k ochraně důležitých objektů před povrchovou vodou z přívalových srážek a zanesením erozních smyvů (Burian et al, 2011).

Samotný prostor před hrázkou a výška hrázky musí být navržena tak, aby vyhovovala potřebě retence vody a usazených erozních smyvů. Převážně se budují jako zemní či nejvýše 1 m až 1,5 m vysoké, které jsou opevněné zatravněním. Musí být vybaveny vypouštěcím zařízením zajišťující odtok relativně čisté vody a ochrannou mříží, která je osazena před vypouštěcím zařízením a zachytává plovoucí předměty (Janeček et al, 2007).

Koncovým protierozním a vodohospodářským zařízením v území jsou protierozní nádrže. Ty snižují povrchový odtok, chrání níže položené území před povodněmi a zachycují splaveniny. Dělí se na suché poldry a nádrže se stálou hladinou vody (Vlasák a Bartošková, 2007).

Janeček et al (2007) shledává jako vhodnější, z hlediska na kvalitu vody, suché poldry. Jejich dno totiž může být obhospodařováno jako louka, v době zvýšených odtoků se naplní a pozvolným odtokem dochází k vysoušení nánosů a jejich prorůstání trvalými travními porosty. Proto ani není nutné sediment tak často odstraňovat. Naopak u zatopených nádrží je již při návrhu nutné zabezpečit, jakým způsobem budou nánosy odstraňovány a kde budou využívány.

Proto, aby byly účinné, je nutné jejich záchytný prostor dimenzovat na objem vody z přívalového deště anebo tajícího jarního sněhu s průměrnou dobou opakování alespoň 50 let (Janeček et al, 2007).

Podle *technického standardu dokumentace plánu společných zařízení v pozemkových úpravách* se pro každé technické protierozní opatření uvede přehledný popis řešení a návrhové parametry. Dále se uvede, jestliže opatření plní i doplňkovou funkci např. porost protierozního příkopu, který je součástí ÚSES.

2.1.3. Územní systém ekologické stability

Jak již bylo zmiňováno výše, tak jednotlivé prvky ÚSES v ideálních případech rovněž slouží jako protierozní ochrana. Jednotlivými prvky ÚSES jsou biocentra, biokoridory

a interakční prvky. Zároveň se dělí podle rozsahu a významu na lokální, regionální a nadregionální.

Jako celek tvoří soubor přirozených a člověkem přeměněných ekosystémů udržující přírodní rovnováhu. Je tvořen společenstvy, která rozdělují méně stabilní větší plochy na menší celky např. zemědělskou půdu a jejich důležitou vlastností je, že jednotlivé prvky jsou navzájem propojené (Vlasák a Bartošková, 2007).

Biocentra jsou ekologicky významné úseky krajiny, které svoji velikostí a ekologickými podmínkami umožňují trvalou existenci jednotlivých druhů a společenstev, které jsou přirozeným genofondem krajiny (Skřivanová a Drahoňovská, 2011).

Důležitým faktorem biocenter je jejich velikost resp. minimální velikost. Ta umožňuje vznik tzv. vnitřního prostředí. To je specifické tím, že do něj nepronikají, nebo omezeně pronikají rušivé vlivy z okolních méně stabilních ploch (Vlasák a Bartošková, 2007).

Spolu s velikostí je také důležitý tvar biocentra. Nejideálnější je kruhovitý tvar, který vytváří maximální poměr plochy biocentra k jeho obvodu. Avšak kvůli lepšímu obhospodařování pozemků se dnes preferuje spíše pravoúhlé uspořádání. V takovém případě je nutné se snažit zachovat poměr plochy biocentra k jeho obvodu co nejvíce. Snižování toho poměru je pak nutné zhodnotit přiměřené zvětšení velikosti biocentra (Němec et al, 2011).

Jednotlivá biocentra jsou propojena biokoridory a umožňují migraci organismů žijících v biocentrech. Jedná se především o liniová společenstva, která lemují bloky zemědělské půdy a vodní toky (Vlasák a Bartošková, 2007).

Je třeba dbát na to, aby funkční prostorové parametry odpovídaly metodickým předpisům. Podle věstníku ministerstva životního prostředí je minimální velikost lokálního biocentra pro lesní a luční ekosystémy 3 ha, pro mokřady a stepní lady 1 ha a pro skalní ekosystémy 0,5 ha. Pro biokoridory je limitující minimální šířka, ta je pro lesní ekosystém 15 m, pro ekosystémy mokřadů 20 m a pro stepní lady 10 m.

Poslední součástí ÚSES jsou interakční prvky. Ty nemají stanovené žádné limitující parametry. Proto mají velice rozmanitý charakter. V územním systému by měly interakční liniové prvky navazovat na biocentra nebo biokoridory. Jestliže nebudou

navazovat, pak nemohou plnit svoji funkci zprostředkování příznivého vlivu významnějších částí ÚSES na okolní krajinu (Němec et al, 2011).

Mezi interakční prvky se řadí např. remízky, skupiny stromů, pastviny, sady, dále jako krajinné liniové prvky např. aleje, doprovodná zeleň cest a vodních toků. Zároveň tuto funkci plní i solitérní strom. Platí zde přímá úměrnost, že čím je tato síť hustší, tím je její vliv na krajinu větší (Vlasák a Bartošková, 2007).

V případě důmyslně zpracované pozemkové úpravy plní protierozní ochranu i cestní síť. Jedná se o polyfunkční objekty, které zajišťují jednak přístup k jednotlivým pozemkům a zároveň fungují jako přerušovače příliš dlouhých svahů. Cesta by měla být vedena přibližně ve směru vrstevnic a měla by být doplněna cestním příkopem, který je umístěn na straně proti svahu. Návrh příkopu se dimenzuje jako protierozní příkop, ale rovněž musí splňovat požadavky na cestní příkop (Novotný et al, 2014).

2.2. Eroze

Brtnický et al (2012) definuje erozi jako komplexní proces, který zahrnuje rozrušování půdního povrchu, transport a sedimentaci uvolněných půdních částic působením vody, větru, ledu a dalších erozních činitelů.

Holý (1994) dále uvádí, že eroze způsobená činností větru, vody a ledovců se skládá z tří fází. První fází je uvolňování částic z půdní hmoty, druhou fází je jejich transport a třetí fází je ukládání erodovaného materiálu, k čemuž dochází tehdy, jestliže transportní energie je menší, než je potřebná k pohybu erodované částice.

Jestliže se odstraní 5-15 cm ornice, tak se sníží výnosy na daném pozemku o 15-30%. Úplné odstranění humusového horizontu může snížit výnosy až od tří čtvrtiny (Šarapatka, 2014).

Vodní erozí je ohroženo 12% celkové rozlohy Evropy a 4% erozí větrnou z toho 90% větrné eroze je zaznamenáno v oblastech kolem Středozemního moře (Hindmarch a Pienkowski, 1997).

Proto je eroze půdy považována za jednu z hlavních a nejrozšířenějších forem znehodnocování půdy. Snižuje půdní produktivitu a přispívá ke zhoršování kvality vody hromaděním sedimentů a agrochemikálií ve vodních tocích. Je tedy nutné vyhodnocovat a hodnotit vztah mezi erozními procesy způsobenými obděláváním půdy a životním prostředím (Gobin et al, 2003).

2.2.1. Vodní eroze

Pasák et al (1984) popisuje vodní erozi jako fyzikální a biologickou degradaci půdy, při které dochází k nenávratné ztrátě zeminy, humusu i rostlinných živin. Rovněž při ní dochází k vysušování půdy, potlačení mikrobiálních procesů, porušení, popřípadě zničení kultur a celkově degraduje produktivní půdu.

Buzek (1983) píše, že se vodní eroze projevuje ve všech klimatomorfogenetických pásmech, tedy ne jen v humidních. Podle něj je však rozhodující především v humidních oblastech a to především díky tomu, že humidní oblasti jsou často intenzivně využívány člověkem, takže lidská hospodářská činnost do značné míry ovlivňuje charakter a intenzitu vodní eroze.

Holý (1994) publikuje, že je vodní eroze vyvolána kinetickou energií dešťových kapek, které dopadají na povrch půdy a jejich mechanickou silou povrchově stékající vody. Rovněž uvádí, že povrchový odtok se vytváří z přívalových dešťů nebo dlouhotrvajících srážek, případně z tajícího sněhu při jarním tání a také koncentrací vody v přirozené i umělé hydrografické síti.

Pasák et al (1984) uvádí, že základní podmínkou pro vznik erozního procesu je existence povrchového odtoku, který vznikne, je-li úhrn deště větší, než je schopen povrch půdy včetně vrstvy vegetace zadržet, a je-li vyšší intenzita deště, než je současná intenzita vsaku.

Holý (1994) rozděluje povrchovou vodní erozi dle účinku vody na povrch půdy do třech kategorií:

- Plošná
- Výmolová
- Proudová

Buzek (1983) publikuje, že plošná eroze je druhem pozvolné eroze. Jejím výsledkem je rozrušování a smyv půdních částic na svahu. Dále poukazuje na to, že se zpravidla přímo nevytvářejí nápadné erozní tvary.

Tato forma eroze se vyznačuje především tím, že jsou při ní vyplavovány jemnozrnné frakce. To vede ke změně zrnitosti půdy, chemických a fyzikálních vlastností půdy. Snižuje se její retenční schopnost a pufrční kapacita. Také dochází k akumulaci naerodovaného materiálu, který se ukládá v dolní části svahu. V praxi se tato eroze

projevuje nestejným vývojem vegetace v těch částech svahu, ve kterých došlo k odstranění jemných půdních částic a živin (Brtnický et al, 2012).

Výmolová vodní eroze vzniká postupným soustředováním povrchově stékající vody, která vyrývá v půdním povrchu mělké zářezy, postupně se prohlubující. První stadium výmolné vodní eroze je eroze rýžková a brázdová. Rýžková eroze vytváří na půdním povrchu malé úzké zářezy, které vytvářejí na svahu velkou síť. Při brázdové erozi se vytvářejí mělké širší zářezy a jejich hustota je menší než u eroze rýžkové. Jelikož rýžková a brázdová eroze zasahují převážně velkou část svahu, rozrušují ho na celé ploše, je tento druh eroze nejvyšším stupněm plošné eroze (Holý, 1994).

Podle Holého (1984) probíhá proudová vodní eroze ve vodních tocích vlivem vodního proudu. Jestliže se rozrušuje pouze dno, tak se jedná o erozi dnovou. Jestliže se rozrušují břehy, tak se tato eroze nazývá břehová. Dnová eroze je forma podélné eroze, která probíhá podél osy toku. Břehová eroze je forma příčné eroze probíhající na osu toku.

Brtnický et al (2012) řadí mezi základní příčiny eroze výskyt vydatných a intenzivních přívalových dešťů, pěstování širokořádkových plodin (okopaniny, kukuřice...) a kultur pěstovaných na svazích bez protierozních opatření. Dále uvádí za příčinu vytváření příliš velkých oraných půdních celků a nevhodnou orbu, používání běžných pěstebních technologií a stojů na ohrožených pozemcích, zrušení bývalých hydrografických prvků v krajině (remízky, cestní příkopy...) utužování půd a následnou neschopnost půdy vsakovat vodu a nezpevněná koryta toků.

2.2.2. Faktory ovlivňující vodní erozi

Faktory klimato-hydrologické

Z hlediska erozních účinků je nutno dělit odvodněné srážky podle jejich přímého účinku na půdní povrch a na odtok z nich vznikající, protože mají rozdílný účinek kapalně srážky a srážky pevné (Holý, 1994).

- *Kapalné srážky*

Srážky a jejich časové rozložení přímo ovlivňují erozi půdy. Určujícím vlivem procesu a intenzity eroze mají přívalové srážky, při kterých hraje důležitou roli nejen vznikající povrchový odtok, ale také kinetická energie dešťových kapek (Buzek, 1983).

Přívalové deště jsou charakterizovány vysokou intenzitou a krátkou dobou trvání a vyvolávají maximální odtok na malých a velmi malých povodích. Doba trvání přívalových dešťů je zřídka kdy delší než 3 hodiny, střední doba trvání největších přívalových dešťů je 15 – 20 minut, jen výjimečně přesáhne 30 minut (Holý, 1994).

Buzek (1983) zmiňuje, že při silném dešti může na 1 m² spadnout až 1 300 kapek o průměru 1 mm a při rychlosti dopadu 4,4 – 5,8 m.s⁻¹.

Brtnický et al (2012) rozděluje vodní erozi do jednotlivých fází. První fází je rozrušování povrchu půdy působením dopadající vodní kapky a rozplavování půdních agregátů. Vznikne tak povrchová vrstva půdy, která snižuje vsakování vody, a proto voda začne brzy stékat po povrchu. Následuje odnos materiálu spojený s dalším rozrušováním proudící vodou.

- *Pevné srážky*

Pro erozní procesy mají význam především sněhové srážky, protože při jarním tání sněhová pokrývka poskytuje vodu a v některých případech vzniká značný povrchový odtok (Holý, 1994).

Buzek (1983) doplňuje, že účinky vody z tajícího sněhu mohou být znásobeny dešťovými srážkami v období tání. Toto může mít katastrofální následky, neboť podpovrchové vrstvy půdy zabraňují vsaku vody.

Půdní povrch není obvykle rozmrzlý v povrchové vrstvě, sněhová voda tedy nemá možnost se vsáknout do půdy a při odtoku po svahu smývá rozbředlou půdní vrstvu, což se po předchozím nočním umrznutí povrchu následující den opakuje. Dochází tak ke značné ztrátě půdy zejména na osluněných svazích (Holý, 1994).

Morfologický faktor

Konfigurace terénu, parametry sklonu a stupeň rozčlenění, expozice, délka a tvar svahu ovlivňuje intenzitu a charakter erozních procesů. Tyto vlivy působí přímo (např. sklon svahu, který ovlivňuje rychlost stékající vody) nebo nepřímo (např. sklon svahu ovlivňující vlhkostní poměry v půdě a soudržnost půdních částic (Buzek, 1983).

Holý (1994) uvádí, že intenzita erozních procesů se zpravidla snižuje s ubývající sklonem, až dojde k poklesu rychlosti a tangenciálního napětí do takové míry, že nastane sedimentace půdních částic, které byly transportovány po povrchu území. Z toho tedy vyplývá, že nejvíce jsou vodní erozí zasaženy oblasti s členitým reliéfem, který napomáhá soustředování povrchově stékající vody a rychlejšímu odtoku. Dále uvádí, že sklon svahu je jedním z prvořadých erozních činitelů. Jeho vliv na erozní procesy se dá omezit např. vegetačním krytem nebo půdními vlastnostmi. Tato opatření však nikdy úplně nepotlačí jeho vliv.

Tvar svahu je dalším morfologickým faktorem, který významně ovlivňuje erozní procesy a také protierozní opatření. Buzek (1983) uvádí, že u konvexních svahů se ztráta živin a půdních částic v horní části svahu projevuje pozvolna. Ve střední části svahu se postupně zvyšuje a nejvyšší odnos nastává v dolní části svahu. U přímých svahů odnos půdy po spádnicí stoupá a nejvyšší je v dolní části svahu. Odlišný je svah konkávního typu, u kterého maximální odnos nastává v horní části, směrem dolů velikost odnosu klesá a v dolní části svahu nastává sedimentace, K největšímu odnosu může u konkávního typu svahu nastat i ze střední části svahu, protože roli zde hraje nejen jeho sklon, ale i délka.

Umístění svahu vzhledem k světovým stranám udává jeho expozici. Svahy se západní a jižní expozicí jsou osluněny a v důsledku toho nastává rychlé tání sněhu při změnách denních a nočních teplot. Nastává zde tedy větší povrchový odtok ze sněhových vod, vymrzání vegetace a rozrušování půdního substrátu a nastává intenzivnější eroze než ve srovnání se svahy zastíněnými. Expozice však nemá takový vliv na vodní erozi v podmínkách bývalé ČSFR jako přivalové srážky, které považujeme za rozhodující (Holý, 1994).

Faktor podloží

Geologicko-půdní podmínky, které mají vliv na erozi půdy, jsou zrnitost, protierozní odolnost zvětralinového pláště a mocnost půdního pokryvu. Sedimenty podloží se na erozních procesech projevují buďto přímo anebo nepřímo. Přímý vliv se projevuje v místech, kde podloží snadno zvětrává a zvětralé částice jsou okamžitě transportovány erozními činiteli. Nepřímý vliv je ovlivněn charakterem půdy a zvětralých částic a zvětralin resp. půda je odolná vůči odnosu v závislosti na její struktuře a obsahu minerálních a organických částic. Z hlediska odolnosti půdy vůči

erozi se její odolnost posuzuje na základě jejího druhu, který je dán zrnitostí (texturou). Hrubé písčité půdy a hlinitopísčité půdy a zeminy jsou vůči erozi odolné, neboť zasakování vody je podpořeno jejich vysokou propustností, čímž se omezuje povrchový odtok vody. Odolné jsou také půdy jílovité, bohaté na koloidy. Naopak hlíny s vysokým obsahem prachu jsou snadno erodovatelné, jelikož postrádají součásti s tmelící funkcí (Buzek, 1983).

Vegetační faktor

Vegetace ovlivňuje průběh a intenzitu erozních procesů. Nadzemní orgány rostlin zachycují dopadající dešťové kapky a snižují jimi jejich dopadovou kinetickou energii. Dále podporují vsak vody do půdy, zpomalují povrchový odtok a také chrání půdu před větrnou erozí. Kořenový systém rostlin zpevňuje půdu a zlepšuje chemické, fyzikální a biologické vlastnosti půdy (Holý, 1994).

Buzek (1983) uvádí, že protierozní účinek kulturních plodin se hodnotí na základě velikosti plochy nadzemních orgánů rostlin, přičemž největší plochu na 1 m² má vojtěška s hodnotou 85,6 m², jetel luční 26,4 m², avšak kukuřice má 11,7 m² a řepa dokonce jen 1,6 m². Dále uvádí, že zdravý travní porost dokáže snížit ztrátu půdy oproti kulturním plodinám 30-60 krát.

Holý (1994) popisuje jako další vliv vegetace na snížení erozních procesů jejich zastíňovací účinek a snížení výparu vody z půdy, což má vliv na příznivou strukturu půdních agregátů, zvýšenou mikrobiální činnost v půdě a vliv na půdní strukturu, mechanické zpevnění půdy kořenovým systémem rostlin a také ochranou půdy před erozními účinky větru.

Hospodářsko-technický faktor

Hospodaření na půdě, způsob jejího využití, rozmístění jednotlivých kultur, jejich zařazení do adekvátního osevního postupu a provedení technických zásahů. To vše ovlivňuje v kladném ale i záporném smyslu erozi. Největší intenzitou eroze se vyznačují půdy, na kterých je porušen nebo úplně odstraněn původní porost. Intenzitu eroze na zemědělských půdách velmi ovlivňuje polohové a tvarové uspořádání pozemků (Holý, 1994).

Buzek (1983) uvádí, že je eroze urychlena na pozemcích, které jsou orientovány delší stranou po spádnicí, protože jsou podél vedeny brázdy a řády soustředující odtok. Naopak na pozemcích, které mají příčný směr, je eroze nižší.

2.2.3. Výpočet ztráty půdy vodní erozí

Janeček et al (2007) popisuje, že k určování ohroženosti zemědělských půd vodní erozí a k hodnocení účinnosti protierozních opatření se v České republice a i v jiných zemích používá tzv. „Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí - USLE“ dle WISCHMEIERA a SMITHE (1978). Hodnota přípustné ztráty půdy slouží k určení rozsahu erozního ohrožení pozemku a je vyjádřena jako maximální velikost eroze půdy, která umožňuje trvale a ekonomicky udržovat přijatelnou úrodnost půdy.

Ztráta půdy vodní erozí se stanoví na základě rovnice:

$$G=R*K*L*S*C*P \text{ kde:}$$

- G - průměrná dlouhodobá ztráta půdy ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
- R – faktor erozní účinnosti deště vyjádřený v závislosti na četnosti výskytu, úhrnu, intenzitě a kinetické energii deště
- K – faktor erodovatelnosti půdy vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty v ornici a propustnosti půdního profilu
- L – faktor délky svahu vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu
- S – faktor sklonu svahu vyjadřující vliv sklonu svahu
- C – faktor ochranného vlivu vegetace vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice
- P – faktor účinnosti protierozních opatření

Výsledná hodnota udává množství půdy, které může být z daného pozemku odneseno plošnou vodní erozí.

Posouzení erozní ohroženosti

Podle Holého (1994) by měla eroze probíhat pouze s takovou intenzitou, aby zapříčiněná ztráta půdy byla nahrazena přirozenou tvorbou půdy nové. Dále publikuje, že transport chemických látek probíhající vlivem erozních procesů nesmí způsobovat znečištění vodních zdrojů nad povolenou mez – ta je určena pro různé druhy použití vody příslušnými směrnici. Dále by nemělo docházet k nežádoucímu zanášení nádrží, vodních toků a kanálů.

Brtnický et al (2012) publikuje, že k posouzení míry erozního ohrožení pozemků slouží tzv. princip přípustné ztráty půdy, který je definován jako maximální možná

hodnota ztráty půdy. Hodnota přípustné ztráty půdy je závislá na hloubce půdního profilu a je stanovena pro půdy mělké (do 30 cm) – 1 t.ha⁻¹.rok⁻¹; pro půdy středně hluboké (30-60 cm) – 4 t.ha⁻¹.rok⁻¹ a pro půdy hluboké (nad 60 cm) – 10 t.ha⁻¹.rok⁻¹.

Janeček et al (2012) ve své knize naopak píše, že u půd středně hlubokých (30-60 cm), ale i u půd hlubokých (nad 60 cm) se doporučuje aplikovat jednotnou hodnotu přípustné ztráty půdy a to v hodnotě 4 t.ha⁻¹.rok⁻¹, namísto doporučovaných 10t.ha⁻¹.rok⁻¹ pro hluboké půdy. Snížení přípustné hodnoty pro hluboké půdy je doporučeno z důvodu nutné ochrany těchto půd před erozí, protože se jedná o zemědělsky nejhodnotnější a nejúrodnější půdy.

Toto tvrzení z části koresponduje s Holým (1994), který píše, že přípustná mez eroze musí brát v úvahu ekonomiku zemědělské výroby, požadavky na zachování kvality vodních zdrojů, ochranu nádrží a hydrografické sítě před zanášením a samozřejmě také zlepšení kvality životního prostředí. Dále upozorňuje na to, že půdy s hloubkou do 30 cm by neměly být využívány pro polní výrobu a k zachování jejich trvalé úrodnosti doporučuje převedení do kategorie trvalých travních porostů.

2.3. Osevní postupy

Osevní postupy jsou způsoby osevu orné půdy v čase a prostoru, čímž se rozumí, že se uplatňují v určitém časovém období na určitém prostoru - poli. Jedná se o pevně stanovený řád, při kterém se v jednotlivých letech střídají zemědělské plodiny při dodržení agrotechnických zásad (Kvěch et al. 1985).

2.3.1. Vývoj osevních postupů

Postupný rozvoj zemědělských systémů je neustálý proces a spočívá především ve vývoji lidské společnosti. Utváření zemědělských systémů se v historii podrobovalo potřebám daného společenského útvaru. Jednalo se hlavně o potřeby potravin v důsledku rostoucí hustoty a koncentrace obyvatel a také osídlení. Proto se nároky na výrobu potravin a zemědělských produktů neustále zvyšovaly. V počátcích zemědělské výroby se půda obhospodařovala bez využívání agrotechnický zásahů a opatření, což vedlo k rychlé ztrátě její úrodnosti (Kostelanský et al. 2004).

V neolitu se využívalo tzv. žárové zemědělství a kopaničářské zemědělství. Intenzita zemědělství byla ovlivněna demografickými podmínkami. Kopaničářské zemědělství bylo založeno na rozrývání půdy a setí semen. Zároveň se i využívalo žárové zemědělství, při kterém docházelo k vypalování lesních porostů. Po vyčerpání půdy se

lidé přesunuli dál, nechali pole zarůst a využili jinou plochu pro pěstování (Čulíková, 2013).

Avšak již ve starověku se přišlo na to, že některé plodiny (např. bob) působí příznivě na úrodnost půdy, a proto je začali do zemědělských systémů zařazovat. Dále se také zjistilo, že pole, které je ponechané ladem, obnovuje svoji úrodnost. Tehdy se stal úhor základem trojhonného osevního postupu: *úhor – ozim – jař*. U nás se tento systém začal zavádět v 8. – 9. století a dovolil tak trvalé obdělávání a využívání zemědělské půdy (Kvěch et al, 1985).

Postupné zvyšování nároků společnosti na obživu a zemědělské výrobky vyústilo v zavedení tzv. norfolkského osevního postupu; *jetel – ozim – okopanina - jař*, který zvýšil tehdejší průměrné výnosy obilnin z 0,7 t.ha⁻¹ na 1,4 t.ha⁻¹ (Stach, 1995).

2.3.2. Střídání plodin

Vliv plodin na půdní strukturu je ovlivněn jejich sledem a způsobem pěstování. Přímý vliv rostlin je dán působením kořenového systému na půdu a nepřímý vliv je ovlivněn množstvím nadzemních orgánů, které zachytávají padající srážky, a tím omezují destruktivní činnost dešťových kapek. Kryt rostlin chrání vrchní vrstvu před výparem, udržuje ji vlhčí, kypřejší, zvyšuje její schopnost přijímat srážkovou vodu a zároveň tlumí výkyvy teplot v půdě. Spolu se zbytky plodin po sklizni hmota kořenového systému zajišťuje přísun organické hmoty do půdy, čímž se zachovává úrodnost půd (Stach, 1995).

Zároveň je nutné přihlížet na nároky rostlin na vodu. V polosuchých a suchých oblastech je nezbytné střídat plodiny náročné s méně náročnými na vodu (Chloupek et al, 2005).

O využití vody z půdy rozhoduje mohutnost kořenového systému a větší význam pro plodiny má stav vody v půdě, než celková spotřeba vody rostlinami, zejména ve vegetačním období (Kvěch et al, 1985).

Vztah plodin k plevelům je dalším aspektem osevních postupů, protože kulturní rostliny mají různou schopnost konkurovat plevelům. Je to dáno jednak biologicky a jednak použitou agrotechnikou. Konkurenční vztahy se projevují v porostech kulturních rostlin bojem o prostor a světlo. Schopnost kulturní rostliny konkurovat plevelům je dána rychlostí růstu, velikostí nadzemních orgánů, zastíněním a hustotou

zápoje. Střídání plodin zajišťuje, že se nevytvářejí vhodné podmínky pro růst plevelů (Stach, 1995).

Zároveň některé plevele podporují bujení škůdců a chorob. Některé druhy popínavých plevelů mohou způsobovat poléhání porostů kulturních plodin, a tak ztěžovat sklizňové práce (Chloupek et al, 2005).

Nejdůležitějším úkolem osevních postupů je bezpochyby koloběh živin v půdě. Jak uvádí Kvěch et al (1985), tak záleží na využití produktů plodin. Při pěstování technických plodin (len, olejniny atd.) dochází k exportu živin z půdy, zatímco pěstováním pícnin a dalších plodin dochází k recirkulaci živin, neboť poskytují krmivo či podestýlku, a jsou následně využita jako statková hnojiva.

Zařazením vyššího množství víceletých pícnin v osevních postupech se stav organické hmoty zlepšuje, zatímco zařazením okopanin se snižuje (Stach, 1995).

Například lupina, pohanka, hořčice oves a další plodiny dokáží do půdy uvolňovat živiny, zejména fosfor, který je v půdě v méně dostupné formě. Následně část využívají a část zanechávají v půdě k dispozici dalším plodinám. Rovněž významné jsou rostliny z čeledi bobovitých a to z hlediska fixace dusíku. Vojtěška dokáže za 3 roky poutat 300 kg.ha⁻¹ a jetel luční za 2 roky 150 kg.ha⁻¹. Důležité je dbát také na to, že 40% fixovaného dusíku u vojtěšky a jetele obsahují kořeny, kdežto luskoviny fixují dusík v nadzemních orgánech, nejvíce v semenech. Je tedy vhodné je sklízet na zelenou hmotu než na zrno (Stach, 1995).

Nedodržování agrotechnických zásad, nedostatek některých živin v půdě, zhoršení fyzikálního a strukturního stavu půdy, nahromadění škodlivých činitelů, porušení biologické rovnováhy, vylučování toxických výměšků rostlin a fytotoxických látek ze zbytků rostlin vede k únavě půdy (Chloupek et al, 2005).

Kvěch et al (1985) uvádí, že nedostatek některých živin v rámci únavy půdy hraje významnou roli, ale není rozhodujícím faktorem a nepůsobí podstatné škody. Jen opakované pěstování určitých plodin vede k poklesu výnosů vyčerpáním mikro- a makro- elementů. Dále uvádí, že se toto objevuje zejména při pěstování brambor nebo žita po dvou až tříletém pěstování na lehkých půdách a zároveň publikuje, že dnes se tomuto dá předejít, neboť je možné stopové prvky do půdy aplikovat spolu s průmyslovými hnojivy.

Spolu s průmyslovými hnojivy se aplikují i hnojiva statková. Avšak ne všechny plodiny jsou schopné je využívat a snášet. Stach (1995) uvádí, že hnojení chlévským hnojem má největší efekt u okopanin, především brambor, cukrovky a krmné řepy. Tzv. plodina první trati (plodina hnojená přímo) využije z hnoje 20 – 60% živin v závislosti na druhu půdy a průběhu počasí a zbytek živin zůstává v půdě k dispozici následným plodinám.

2.4. Meziplodiny

Brant et al (2008) uvádí, že meziplodiny jsou takové plodiny, které se využívají na základě svých biologických vlastností k tvorbě vegetačního krytu půdy v meziporostním období. Dále uvádí, že pěstování meziplodin podporuje mimoprodukční a produkční funkci zemědělství. Jako mimoprodukční funkce zmiňuje zachování a tvorbu přírodních zdrojů a stabilizaci toků energie a hmoty v krajině.

Benda (1984) ve své knize rovněž zmiňuje, že hlavními úkoly meziplodin jsou tvorba a následné využití organické hmoty, která přispívá ke zvýšení úrodnosti půdy, protierozní a sanitární ochrana a produkce krmiv pro skot souborným využíváním vegetačního období pro tvorbu biomasy.

Dle Slavíka et al (1984) tkví význam meziplodin především v zapravování snadno rozložitelné organické hmoty do půdy a menší význam přikládá tvorbě trvalého humusu. Dále uvádí, že kořeny meziplodin a posléze zanechaná organická hmota zlepšují fyzikální stav půdy a ochraňují půdu před erozí. Rovněž poukazuje na to, že jsou důležitým prvkem v ochranných pásmech vodních zdrojů, neboť biomasa meziplodin poutá živiny z půd, nejen, v období nejvyšších erozních smyčů, a tím zlepšuje hospodaření s živinami v dané lokalitě a redukuje znečišťování vodních zdrojů.

V souvislosti s ochranou proti vodní erozi Brant et al (2008) píše, že se jedná především o odstranění eroze v širokořádkových porostech, případně dalších plodinách a také o odstranění eroze v meziporostním a zimním období.

Dále díky meziplodinám vzrůstá vlhkost vzduchu v přízemní vrstvě, vyrovnávají teplotu půdy při velkých vedrech, omezují vymývání dusičnanů do hlubších vrstev půdy, v půdě zanechávají 0,6 – 1,2 t kořenových zbytků v sušině na ha⁻¹, udržují vhodný poměr vzduchu a vody v půdě, fungují jako přerušovače v osevních postupech

a jejich tvorba biomasy umožňuje v hospodářském roce využití zeleného hnojení o 4- 5 týdnů navíc (Stach, 1995).

Pěstování meziplodin má rovněž i negativa. Podle Kvěcha et al (1985) se jedná především o vztah k následné plodině. Některé špatně zvolené meziplodiny podporují rozvoj chorob a škůdců, zvyšují zaplevelení následných plodin vytrvalými plevely, jejich negativní fyto toxický vliv odumřelých zbytků meziplodin, při nesprávném zapravení biomasy meziplodin do půdy ovlivnění kvality předseťové přípravy.

Podsevové meziplodiny

Brant et al (2008) uvádí, že tyto meziplodiny se vysévají na podzim nebo na jaře do kulturních porostů. Lze je využívat pro vysetí do plodin s úzkými nebo širokými řádky. Tyto meziplodiny se využívají především k omezení plevelných rostlin, snížení erozního smyvu a zapravení vzniklé biomasy do půdy.

Podsevy je nejlépe podsévat do obilnin (ječmen, žito, nepoléhavé odrůdy pšenice), olejnin a jarních nebo ozimých směsek. Oves pro pěstování podsevových meziplodin je spíše nevhodný. Podsevům se dává přednost v oblastech s nedostatkem srážek v letním období nebo v podhorských oblastech (Stach, 1995).

Jako podsevové meziplodiny se používají: jílek mnohokvětý, jetel plazivý, jetel zvrhlý, tollice dětelová, úročník bolhoj, štírovník, jílek mnohokvětý a úročník (Novotný, et al, 2014).

Ozimé meziplodiny

Tyto meziplodiny se vysévají na konci léta a sklízí se na jaře nadcházejícího roku. Pěstují se v podzimním a jarním meziorostním období, využívají zimní vláhu a dobře prosperují, proto mají velice dobrou výnosnost (Stach, 1999).

Dále se uplatňují jako přerušovače v osevních postupech a nelze opomenout ani jejich fyto sanitární účinky.

Nejčastěji se využívají jílek jednoletý, vikev ozimá, peluška, vikev huňatá, žito ozimé, řepka ozimá a žito (Novotný et al, 2014).

Letní meziplodiny

Stach (1999) píše, že se vysévají po plodinách, které včas opouštějí pozemky. Pro úspěšné pěstování těchto meziplodin je zapotřebí dostatečně dlouhá doba vegetace a

nezbytné množství rovnoměrně rozdělených srážek v červenci a srpnu v rozmezí 150 – 170 mm.

Tyto meziplodiny se v České republice pěstují zřídka. Je to ovlivněno především nejistotou ve výnosech při krmném využití a také nekonkurenceschopnost vůči silážní kukuřici. V osmdesátých letech minulého století byly však hojně zařazovány do osevních postupů po ozimých meziplodinách. V dnešní době se uplatňují v ekologickém zemědělství, kde zaujímají odplevelující roli (Brant et al, 2008).

Pěstování letních meziplodin je závislé především na délce vegetační doby předplodiny, dostatku vody, rychlého připravení půdy k setí a doby růstu meziplodiny. Kukuřici a slunečnici, které mají délku vegetační doby 10 až 13 týdnů a bob, který má 12 týdnů je možno pěstovat po raných bramborách, luskovinoobilných směskách a raných zeleninách. Zpravidla se při výsevu používají směsi dvou až tří druhů plodin různých výšek, tím se využije vegetační prostor a stoupnou výnosy (Kostelanský et al, 2004).

Strniskové meziplodiny

V České republice jsou tyto meziplodiny na svém vzestupu. Jejich popularita je dána především jednoduchými technologickými postupy při jejich pěstování, dlouholetou tradicí, nízkými náklady z hlediska cen osiva a pěstebních technologií. Uplatňují se jako vhodné přerušovače v osevních postupech, ve kterých je velké zastoupení obilnin (Brant et al, 2008).

Sejí se v období od poloviny července do začátku srpna. Vegetační klid (pokles teploty pod 5°C) nastává po relativně krátkém vegetačním období, které trvá 70-90 dní. Proto je důležité vybírat takové plodiny, které rychle rostou a odolávají podzimním mrazům (Veni, 1978).

Uplatňují se hlavně zástupci čeledi brukvovitých jako je ozimá a jarní řepka, ředkev olejná a vodnice. Jejich výhodou je, že vydrží pozdní setbu, jsou velmi odolné vůči nízkým teplotám, mají nižší náklady a menší množství potřebného osiva (Stach, 1999).

2.5. Agrotechnická protierozní opatření

Nedílnou součástí protierozní ochrany zemědělské půdy jsou agrotechnická opatření, která se spolu s vhodně navrženým organizačním opatřením doplňují a podílejí na ochraně zemědělského pozemku. Zlepšují odolnost půdy vůči působení větru a vody,

umožňují vsak vody do půdy, zabezpečují zásobování vláhou a zajišťují neškodný odtok vody po povrchu. Z ekonomického hlediska jsou při správném provádění jejich náklady nízké (Holý, 1994).

Je tedy důležité přesně charakterizovat půdu, aby na ní bylo zajištěno správné hospodaření. Fyzikální vlastnosti půdy jsou soustava dynamicky se vyvíjejících prvků, ve které změna jednoho činitele vede ke změně ostatních. Zachování optimálních poměrů jednotlivých vlastností půdy je považováno za jeden z nejdůležitějších faktorů pro zabezpečení dobrého hospodaření půdy s vodou, úrodných podmínek a protierozní ochrany (Hůla et al, 2002).

Do této skupiny protierozních opatření patří půdoochranné technologie pěstování plodin (vrstevnicové obdělávání či konturové obdělávání, výsev do ochranné plodiny nebo strniště, hrázkování a mulčování). Tyto ochranné postupy obdělávání umožňují výsev do ochranné plodiny, strniště nebo hrubé brázdy. Pokryv půdy vegetací nebo posklizňovými zbytky tak zeslabuje povrchový odtok a kinetickou energii dopadajících dešťových kapek (Burian et al, 2011).

To koresponduje s tvrzení Janečka et al (2007), který publikuje, že nejnáchylnější z hlediska erozních jevů je půda, která nemá žádný vegetační kryt. Agrotechnická protierozní opatření jsou tedy především založena na minimalizaci časového úseku, kdy je půda ponechána bez vegetace.

Ochranné obdělávání

Dochází zde k využití co největšího množství posklizňových zbytků předplodin a omezení narušování orniční vrstvy agrotechnickými zásahy. Je zde snaha o vytvoření tzv. nastýlky neboli mulče a o uchování humusu v půdě (nejméně 30% rostlinných zbytků na povrchu půdy), což vede k zlepšení fyzikálních a protierozních vlastností půd (Brtnický et al, 2012).

Jelikož některé plodiny mají agrotechnickou lhůtu setí v době přívalových dešťů, nebo se jedná o širokořádkové plodiny, tak je na místě setí do tzv. ochranné plodiny nebo do strniště plodiny předchozí (Stach, 1995).

Ve snaze o ponechání strniště na povrchu půdy a setí do nezpracované půdy se používají speciální bezorebné secí stroje, které se skládají z radličkového nebo rotačního kypřiče, secího zařízení a přítlačných válců (Burian et al, 2011).

Vrstevnicové obdělávání

Nejjednodušší ale méně účinné je obdělávání půdy po vrstevnicích či s mírným odklonem. Za pomoci otočných pluhů, které překlápějí půdu proti svahu, a tak vytvářejí fyzické zábrany soustředěnému odtoku vody. Předpokládá se, že se tímto zadrží až 10 t.ha⁻¹. Samozřejmě, že se takto dají provádět i další agrotechnické operace (setí, sázení, kultivace, sklizeň), ale jsou omezeny technologickými možnostmi zemědělce (Brtnický et al, 2012).

Toto je doporučeno na pozemcích se sprašovými půdami a svazích delších 500 metrů již při sklonu 3% a u soudržných půd při sklonu 4% (Jůva et al, 1977).

Nezávisle na tom, jestli se provádí kypření nebo hluboká orba, tak je nezbytné, aby nebyla prováděna po svahu, neboť se každá rýha změní na svodnici a způsobí větší smyv půdy. Toto platí i o směru setí (Kvěch a Kudrna, 1968).

Obilné pásy

Opět se jedná o méně funkční opatření, které se využívá při pěstování širokořádkových plodin. Nejběžněji se toto opatření aplikuje při pěstování kukuřice a slunečnice. Jako přerušovací plodina se používá ozimý ječmen především z toho důvodu, že nekonkuruje kukuřici (Janeček et al, 2007).

Obilné pásy by měly být orientovány ve směru vrstevnic a jejich šířka by měla být 1-2 metry. Vzdálenost jednotlivých pásů je ovlivněna sklonem pozemku (Hůla a Procházková, 2008).

Setí do strniště

Účinné protierozní opatření, při kterém se využívá strniště meziplodiny. V tomto případě se plodiny sejí přímo do strniště přesným secím strojem s rotačním zpracováním pouze výsevného řádku. Nedochozí k zpracování meziřadí, čímž se zvyšuje protierozní účinnost. Zároveň je vhodná aplikace herbicidu na odstranění plevelů, které nebudou konkurovat hlavní plodině (Janeček et al, 2007).

Obdělávání půdy

Jedná se o běžné agrotechnické činnosti, které jsou provedeny racionálně s ohledem na agrotechnické lhůty a zohledňují výskyt přívalových dešťů. Po podmítnutí je nejvhodnější podzimní orba, která se běžně provádí do hloubky 22 cm. U plodin setých na jaře je podzimní orba velmi výhodná. Pole je přes zimu ponechané v hrubé brázdě,

což vede k vydatnému využití zimních srážek. Dochází tak k jejímu zavlažování a zároveň se na jaře snižuje odtok z tajícího sněhu (Holý, 1994).

Následuje předseťová příprava, která se provádí u ozimů ihned po orbě a u ostatních plodin na jaře. Cílem je vytvořit vhodné podmínky pro uložení osiva a rychlý růst porostů. K rozdrobení hrud a urovnání ornice se používá smykování, případně se ještě může uplatnit vláčení, které rozdrolí hroudy na velikost středních drobtů. Po vzejití porostů se povrch půdy kypří okopávkou, vláčením, plečkováním apod. Narušuje se tak půdní škraloup, což vede k omezení výparu vody z půdy a podporuje se zasakování srážek z dešťů (Jůva et al, 1977).

Z hlediska použití meziplodin v agrotechnické protierozní ochraně se uplatňuje přímé setí do přezimující a vymrzající meziplodiny. Půda se na podzim zpracovává kypřením nebo orbou, bezprostředně poté následuje výsev meziplodiny. Na jaře se pak provede výsev hlavní plodiny bezorebnou technologií tedy secím strojem pro přímé setí (Novotný et al, 2014).

3. Cíl práce a metodika

3.1. Cíl práce

Tato práce si klade za cíl posoudit meziplodiny v osevních postupech a jejich použití v protierozní ochraně pomocí WISCHMEIER-SMITHOVI rovnice v katastrálním území Předenice. Bude vyhodnocena erozní ohroženost jednotlivých zemědělských půdních bloků pro osevní postup společnosti LURKENA a.s. a porovnána s výsledky pro osevní postupy se zastoupením mezipločin.

3.2. Metodika

Metodický výpočet erozního smyvu na zemědělské půdě dle Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí – USLE“ dle WISCHMEIERA a SMITHE (1978).

$$G=R*K*L*S*C*P$$

Jednotlivé faktory této rovnice podrobně popsane podle Janečka et al (2007):

Faktor R je faktor erozní účinnosti deště, který byl odvozen z velkého množství dat o dešťových srážkách. Podle dat je zřejmé, že jsou-li další faktory USLE konstantní, tak je ztráta půdy z obdělávaného pozemku úměrná součinu celkové kinetické energie přívalového deště (E) a jeho maximální 30 minutové intenzity (i_{30}):

$$R= E*i_{30}/100$$

Kde: R je faktor erozní účinnosti deště ($MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}$)

E je celková kinetická energie deště ($J \cdot m^{-2}$)

i_{30} je maximální 30 minutová intenzita deště ($cm \cdot h^{-1}$)

Celková kinetická energie deště (E) se vypočítá dle:

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

Kde: E_i je kinetická energie i -tého úseku deště (n - počet úseků deště):

$$E_i = (206 + 87 \log i_{si}) \cdot H_{si}$$

Kde: i_{si} je intenzita deště i -tého úseku ($cm \cdot h^{-1}$)

H_{si} je úhrn deště v i -tém úseku (cm)

Faktor R tedy závisí na četnosti výskytu srážek, jejich kinetické energii, intenzitě a úhrnu.

Roční hodnota faktoru R se určuje z dlouhodobých záznamů o srážkách a je součtem erozní účinnosti jednotlivých přívalových dešťů, které se v daném roce vyskytovaly.

Při tom se neuvažují deště s úhrnem menším než 12,5 mm a pokud v průběhu 15 minut nespadlo alespoň 6,25 mm a musí být oddělené od ostatních dešťů delší dobou než 6 hodin.

Průměrná hodnota faktoru R pro Českou republiku je $R=20 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$, která byla určena na základě dlouhodobého pozorování srážek ve stanicích Českého hydrometeorologického ústavu. V současné době se tato hodnota zvedla a používá se $R=40 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$.

Následující tabulka zaznamenává procentuální úhrn přívalových dešťů do jednotlivých měsíců vegetačního období v ČR.

Tabulka 1: Hodnoty faktoru R

Měsíc	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
% faktoru R	0,5	10	23	32	27	7	0,5

Zdroj: Vlastní zpracování dle Janečka et al (2007)

Z tabulky je patrné, že v období od června do srpna se vyskytuje přes 80% erozně nebezpečných dešťů. Proto je v tomto období důležitý vegetační kryt, který chrání půdu.

Faktor K zohledňuje vliv infiltrační schopnosti půdy a odolnosti půdních agregátů proti dopadajícím kapkám deště a jejich transportu povrchově odtékající vodou. Je definován jako ztráta půdy ze standartního pozemku, která je vyjádřena v $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ na jednotku faktoru erozní účinnosti deště R ($\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$).

Následující tabulka popisuje jednotlivé hodnoty faktoru K. K určení je nutné znát hlavní půdní jednotku dále HPJ, která je 2 a 3 hodnota kódu BPEJ.

Tabulka 2: Hodnoty faktoru K pro jednotlivé HPJ

HPJ	K faktor	HPJ	K faktor
1	0,41	40	0,24
2	0,46	41	0,33
3	0,35	42	0,56
4	0,16	43	0,58
5	0,28	44	0,56
6	0,32	45	0,54
7	0,26	46	0,47
8	0,49	47	0,43
9	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

Zdroj: Vlastní zpracování dle Janečka et al (2007)

Pro některé HPJ není v tabulce uvedena hodnota faktoru K a je nutno k jeho stanovení použít normogram anebo rovnici. HPJ.

Faktor L a S vyjadřují sklon a délku svahu. Někdy také nazýván topografický faktor LS. Tento faktor reprezentuje poměr ztráty půdy na řešeném pozemku ke ztrátě půdy na standardním pozemku o délce 22 m a sklonu 9%. Faktor L a S se stanovuje pro reprezentativní dráhy plošného povrchového odtoku charakterizující odtokové poměry na řešeném pozemku či jeho jednotlivých částech.

Faktor L zohledňuje délku svahu. S rostoucí délkou svahu se zvyšuje intenzita eroze. Ta je definována jako horizontální vzdálenost od místa vzniku povrchového odtoku k bodu, kde se sklon svahu snižuje natolik, že dochází k ukládání erodovaného materiálu, nebo se plošný odtok soustředí do odtokové dráhy.

Hodnota faktoru L se stanoví ze vztahu WISCHMEIERA a SMITHE (1978) se zařazením přístupu použitého v tzv. Revidované universální rovnici ztráty půdy (RUSLE):

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

Kde: 22,13 je délka standardního pozemku (m)

l je horizontální projekce délky svahu; nejedná se o vzdálenost rovnoběžnou s povrchem půdy

m je exponent délky svahu vyjadřující náchylnost svahu k tvorbě rýžkové eroze viz tabulka 3

Tabulka 3: Hodnoty exponentu délky svahu m

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	0,4	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	0,4	0,57	40,0	0,52	0,68	0,81
6,0	0,28	0,43	0,6	50,0	0,54	0,7	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				

Zdroj: Vlastní zpracování dle Janečka et al (2007)

Hodnoty faktoru L jsou zobrazeny v následující tabulce:

Tabulka 4: Hodnoty faktoru L

d (m)	5	10	15	20	30	40	50	60	80	100	150
L	0,48	0,68	0,72	0,95	1,17	1,35	1,52	1,66	1,91	2,13	2,61
d (m)	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900
L	3,02	3,38	3,69	3,99	4,27	4,52	4,77	5,22	5,62	6,04	6,39
d (m)	1000	1100	1200	1300	1400	1500					
L	6,75	7,07	7,39	7,69	7,98	8,26					

Zdroj: Vlastní zpracování dle Janečka et al (2007)

Jak je z tabulky patrné, tak hodnota faktoru L roste se zvyšující se délkou soustředěného povrchového odtoku na pozemku.

Faktor S charakterizuje sklon svahu. S rostoucím sklonem svahu se zvyšuje ztráta půdy vodní erozí.

Tabulka 5: Hodnoty faktoru S pro přímý svah

sklon (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S	0,138	0,246	0,354	0,462	0,569	0,677	0,784	0,891	1,006	1,172
sklon (%)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S	1,337	1,502	1,666	1,829	1,992	2,154	2,316	2,476	2,636	2,795
sklon (%)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
S	2,953	3,11	3,266	3,421	3,575	3,727	3,879	4,03	4,179	4,327

Zdroj: Vlastní zpracování dle Janečka et al (2007)

Faktor C zastupuje vliv vegetačního krytu na smyv půdy. Vegetace chrání půdu před destruktivním působením dopadajících dešťových kapek a zpomaluje rychlost povrchového odtoku. Dále působí na půdní vlastnosti, omezuje zanášení porů jemnými půdními částicemi a zpevňuje svým kořenovým systémem půdu.

Ochranný vliv vegetace je přímo úměrný pokryvnosti a hustotě porostu v době výskytu přívalových dešťů. Tyto hodnoty jsou v následující tabulce:

Tabulka 6: Hodnoty faktoru C a způsobu obdělávání

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	0,50	0,55	0,30	0,05	0,20	0,04
		St	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	po obilninách	OP	0,65	0,70	0,45	0,08	0,25	0,04
		St	0,25	0,25	0,20	0,08	0,25	0,04
	po okopaninách a kukuřici	OP	0,70	0,75	0,50	0,08	0,25	0,04
		St	0,70	0,70	0,45	0,08	0,25	0,04
Kukuřice	sláma předplodiny sklizena	OP	0,70	0,90	0,70	0,35	0,70	0,40
		St	0,25 - 0,70	0,25 - 0,70	0,25 - 0,55	0,25	0,60	0,30
	sláma předplodiny nesklizena	OP	0,60	0,75	0,55	0,25	0,60	0,30
		St	0,04 - 0,30	0,04 - 0,25	0,04 - 0,20	0,05 - 0,20	0,25 - 0,40	0,15 - 0,30
	do herbicidem umrtveného drnu	víceletých pícevin	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,03
		jílku jako ozimé meziplodiny	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,10
	Brambory, cukrovka	v přímých řádcích libovolného směru	0,65	0,80	0,65	0,30	0,70	
	Vojtěška		0,02					

Jetel červený dvousečný	0,015
Víceletá tráva, louky	0,005

Zdroj: Vlastní zpracování dle Janečka et al (2007)

Vysvětlivky: O – po obilovině; K – po kukuřici; OP – setí do zorané půdy; St – setí do strniště; 5a – sláma sklizena; 5b – sláma ponechána.

Z tabulky je patrné, že největší ochranu poskytují porosty trav. Naopak nejvíce erozně náchylné jsou brambory, kukuřice a obilniny spolu s nevhodně zvolenou agrotechnikou.

Následně je nutné faktor C stanovit pro konkrétní plodinu podle určení nástupu a způsobu agrotechnických prací v 5-ti pěstebních obdobích:

1. Období podmínky a hrubé brázdy
2. Období od přípravy pozemku k setí do jednoho měsíce po zasetí
3. Období po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí či sázení, u ozimů do 30,4.
4. Období od konce 3. období do sklizně
5. Období strniště

V každém období se hodnota C faktoru vynásobí procentuálním rozdělením R faktoru v řádech dní. Výsledná hodnota faktoru $C=(C_1+C_2+\dots C_n)/n$

Faktor P zohledňuje protierozní účinnost opatření na řešeném pozemku

Tabulka 7: Hodnoty faktoru P

Protierozní opatření	Sklon svahu (%)			
	2-7	7-12	12-18	18-24
Maximální délka svahu pozemku po spádnici 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, přerušované brázdování podél vrstevnic				
	0,25	0,30	0,40	0,45
Terasování			0,05 - 0,20	

Zdroj: Vlastní zpracování dle Janečka et al (2007)

Z tabulky lze vyčíst, že nejúčinnější opatření je terasování a konturové obdělávání pozemku.

Výsledná hodnota WISCHMEIER-SMITHOVI rovnice se porovnává s hodnotou přípustné ztráty půdy erozí. Ta je stanovena na základě hloubky půdy. Ta se stanovuje terénním průzkumem v místě největší svažitosti pozemku. Přibližně lze hloubku půdy zjistit dle bonitované půdně ekologické jednotky. Ta je vyjádřena 5. číslicí kódu BPEJ.

Po dosazení jednotlivých hodnot do WISCHMEIER-SMITHOVI rovnice se vypočte dlouhodobá průměrná ztráta půdy v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$.

3.3. Charakteristika zájmové oblasti

Řešenou oblastí je katastrální území Předenice, které se nachází v Plzeňském kraji v okrese Plzeň-jih přibližně 17 km od města Plzeň. Celková výměra katastrálního území je 4,38 km² a nachází se v nadmořské výšce 340 m n. m. Ke dni 1. 1. 2014 žije v obci Předenice 214 obyvatel. Katastrálním územím protéká řeka Úhlava.

Obec Předenice se poprvé objevila na listině Kladrubského kláštera z roku 1239.

Území se nachází v Hercynském systému, provincie České vysočiny, subprovincie Poberounské soustavy, v oblasti plzeňské pahorkatiny, na celku švihovské vrchoviny, podcelku radyňské pahorkatiny. Území se dále rozkládá na dvou okrscích. Ze 2/3 v severní části na štěnovické vrchovině a na jihu 1/3 na kamýcké vrchovině.

Reliéf má na většině území mírný sklon, v oblasti vodního toku Úhlava je rovina. Střední sklon se zde nachází severo-východně a jiho-východně od obce Předenice.

Tato oblast je velice bohatá na půdní typy. Jižně od obce Předenice se nachází hnědozem luvická oglejená, kambizem mezobazická, dále se zde mírně vyskytuje kambizem eutrofní, luvizem modální a luvizem oglejená. V oblasti řeky Úhlava se nachází fluvizem modální. Západně od řeky Úhlava se vyskytují hnědozem luvická, kambizem luvická, kambizem eutrofní a kambizem rankerová. Nad obcí Předenice se nachází v oblasti u řeky Úhlavy hnědozem luvická slabě oglejená. Severo-východně od obce se nalézá luvizem modální, kambizem mesobazická, luvizem modální a kambizem dystrická. V severní části území se vyskytuje kambizem dystrická a kambizem modální. Nejzastoupenějšími půdními typy jsou: hnědozem luvická oglejená, luvizem modální, kambizem dystrická a fluvizem modální.

Katastrální území Předenice spadá do mírně teplé klimatické oblasti MT11 podle Quitta. Pro tuto oblast je typické teplé, suché a dlouhé léto. Zima je mírně teplá, suchá spolu s krátkou sněhovou pokrývkou. Průměrný úhrn srážek za rok činí 500 – 550 mm a průměrná roční teplota vzduchu se pohybuje mezi 8 – 9 °C. Vítr zde vane převážně jiho-západní s průměrnou roční rychlostí 3,0 – 4,0 m.s⁻¹.

Další klimatické parametry pro danou oblast jsou:

Počet letních dní: 40 – 50

Průměrná teplota vzduchu na jaře: 7 – 8 °C

Průměrná teplota vzduchu v létě: 13 – 14 °C

Průměrná teplota vzduchu na podzim: 6 – 7 °C

Průměrná teplota vzduchu v zimě: -2 – -1 °C

Průměrná teplota vzduchu ve vegetačním období: 14 – 15 °C

Průměrný počet mrazových dnů: 80 – 100

Průměrný roční úhrn doby trvání slunečního svitu: 1500 – 1600 hodin

Průměrný úhrn srážek ve vegetačním období: 325 – 350 mm

Průměrný počet srážkových dní s úhrnem $\geq 1,0$ mm 100 - 110

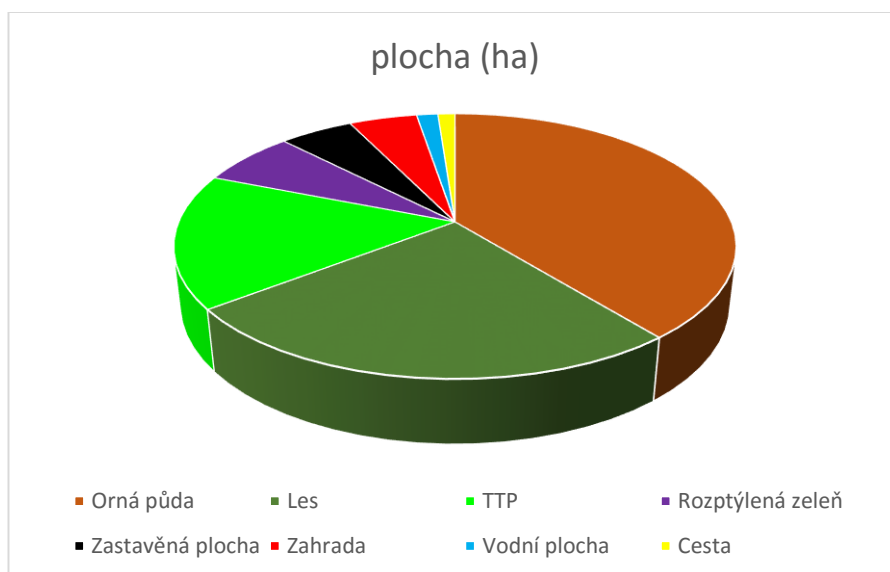
Průměrný počet dní se sněžením: 50 – 60

Průměrný počet dní se sněhovou pokrývkou: 40 – 50

Průměrný počet dní s bouřkou: 21 – 24

Území se nachází v povodí IV. řádu: ČHP 1-10-03-0800-0-00. Nachází se zde 3 bezejmenné vodní nádrže a Předenický potok. Územím rovněž protéká významná řeka plzeňského kraje, řeka Úhlava.

Obrázek 1: Graf zastoupení jednotlivých kultur v katastrálním území Předenice



Zdroj: Vlastní zpracování

Hodnoty grafu pro jednotlivé kultury jsou zobrazeny:

Tabulka 8: Plocha v ha kultur land use území Předenice

Kultura	plocha (ha)
Orná půda	171,52
Les	111,74
TTP	71,9
Rozptýlená zeleň	29,17
Zastavěná plocha	22,22
Zahrada	20,47
Vodní plocha	6,41
Cesta	5,14

Zdroj: Vlastní zpracování

Podle tabulky na řešeném území převládá orná půda. Lesy jsou zde druhou nejrozšířenější krajinou složkou následovány trvalým travním porostem (TTP).

Na tomto území hospodaří společnost LUKRENA a.s. se sídlem v Dolní Lukavici. Jedná se o standardní zemědělskou společnost, která hospodaří na celkové výměře 3 500 ha z toho na 470 ha trvalého travního porostu. Společnost je zaměřena na živočišnou výrobu s produkcí mléka a chovu býků do tržní váhy, dále se zaměřují na rostlinnou výrobu na orné půdě s produkcí obilovin (65%), řepky (25%) a dalších plodin včetně krmných. Dále se zabývají produkcí jablek, švestek, třešní a nepatrného množství hrušek ze sadů v Nebílovech.

Území se nachází v bramborářské výrobní oblasti.

4. Výsledky a diskuze

V katastrálním území Předenice se nachází 26 půdních bloků, pro každý blok byly určeny jednotlivé faktory WISCHMEIER-SMITHOVI rovnice a vypočteny průměrné ztráty půdy vodní erozí v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$

Hodnoty faktoru K podle HPJ pro jednotlivé půdní bloky:

Tabulka 9: Hodnota faktoru K pro jednotlivé půdní bloky

Půdní blok	HPJ	K
1	32	0,19
2	32	0,19
3	37	0,16
4	15	0,51
5	15	0,51
6	15	0,51
7	26	0,41
8	15	0,51
9	22	0,24
10	48	0,41
11	48	0,41
12	26	0,41
13	48	0,41
14	48	0,41
15	48	0,41
16	48	0,41
17	38	0,31
18	26	0,41
19	15	0,51
20	47	0,43
21	32	0,19
22	32	0,19
23	50	0,33
24	68,32	0,34
25	46	0,47
26	26	0,41

Zdroj: Vlastní zpracování

Hodnoty faktoru K jsou určeny podle HPJ, která se vyskytuje na daném půdním bloku. Na serveru ČÚZK z katastrálních map byly zjištěny hodnoty BPEJ pro jednotlivé pozemky a z nich byly zjištěny HPJ. Po půdní blok č. 23 je použit průměr dvou hodnot HPJ.

Následující tabulka zobrazuje faktor L a S:

Tabulka 10: Tabulka odvození hodnot faktoru L a S

Půdní blok	délka (m)	L	převýšení (m)	sklon %	S
1	272,2	3,38	12	4,4	0,462
2	489,1	4,77	30	6,1	0,677
3	139,6	2,61	18	12,9	1,666
4	231,5	3,38	10	4,3	0,462
5	150,5	2,61	8	5,3	0,569
6	177,1	3,02	12	6,8	0,784
7	114,3	2,13	14	12,2	1,502
8	284,4	3,69	26	9,1	1,006
9	182,5	3,02	19	10,4	1,172
10	187,5	3,02	17	9,1	1,006
11	154,6	2,61	18	11,6	1,502
12	219,8	3,02	24	10,9	1,337
13	437,6	4,52	35	8,0	0,891
14	301,6	3,69	29	9,6	1,172
15	315,0	3,69	34	10,8	1,337
16	313,9	3,69	28	8,9	1,006
17	417,0	4,27	26	6,2	0,677
18	518,4	4,77	56	10,8	1,337
19	386,7	3,69	36	9,3	1,006
20	336,2	3,99	32	9,5	1,172
21	97,2	2,13	7	7,2	0,784
22	70,4	1,91	6	8,5	1,006
23	238,8	3,38	28	11,7	1,502
24	249,7	3,38	20	8,0	0,891
25	320,1	3,69	20	6,2	0,677
26	284,6	3,69	24	8,4	0,891

Zdroj: Vlastní zpracování

Hodnota faktoru L je zjištěna z délky soustředěného odtoku na daném půdním bloku podle tabulky 4: Hodnoty faktoru L a hodnoty faktoru S jsou zjištěny podle tabulky 5: Hodnoty faktoru S pro přímý svah.

Faktor C je určen podle osevního postupu společnosti LUKRENA a.s., který je následující: řepka ozimá, pšenice ozimá, mák, pšenice ozimá, kukuřice, ječmen jarní.

Pro jednotlivé plodiny byly určeny lhůty podle pěstebních období, které jsou vyjádřeny:

Tabulka 11: Osevní postup společnosti LUKRENA a.s. podle jednotlivých pěstebních období

Řepka ozimá				
období	datum	R(%)	C	RxC
I.	11.8. - 13.8.	0,026	0,65	0,01690
II.	14.8. - 15.9.	0,192	0,70	0,13440
III.	16.9. - 30.4.	0,045	0,45	0,02025
IV.	1.5. - 31.7.	0,650	0,08	0,05200
V.	1.8. - 31.8	0,270	0,04	0,01080
			C1	0,23435
Pšenice ozimá				
období	datum	R(%)	C	RxC
I.	1.9. - 30.9.	0,070	0,65	0,04550
II.	1.10. - 10.11	0,005	0,70	0,00350
III.	11.11 - 30.4.	0,005	0,45	0,00225
IV.	1.5. - 31.7.	0,650	0,08	0,05200
V.	1.8. - 30.9.	0,340	0,25	0,08500
			C2	0,18825
Mák				
období	datum	R(%)	C	RxC
I.	1.10. - 31.2.	0,005	0,65	0,00325
II.	1.3. - 15.4.	0,003	0,70	0,00175
III.	16.4. - 15.5.	0,055	0,45	0,02453
IV.	17.5. - 1.8.	0,598	0,08	0,04787
V.	2.8. - 31.8.	0,260	0,04	0,01040
			C3	0,08780
Pšenice ozimá				
období	datum	R(%)	C	RxC
I.	1.9. - 30.9.	0,070	0,65	0,04550
II.	1.10. - 10.11.	0,005	0,70	0,00350
III.	11.11- 30.4.	0,005	0,45	0,00225
IV.	1.5. - 31.7.	0,650	0,08	0,05200
V.	1.8. - 30.9.	0,340	0,25	0,08500
			C4	0,18825
Kukuřice				
období	datum	R(%)	C	RxC
I.	1.10. - 30.3.	0,005	0,70	0,00350

II.	1.4. - 31.5.	0,105	0,90	0,09450
III.	1.6. - 30.6.	0,230	0,70	0,16100
IV.	1.7. - 30.9.	0,660	0,35	0,23100
V.	1.10. - 3.10.	0,00048	0,40	0,00019
			C5	0,49019
Ječmen jarní				
období	datum	R(%)	C	RxC
I.	4.10. - 10.3.	0,005	0,70	0,00315
II.	11.3. - 19.4.	0,003	0,75	0,00238
III.	20.4. - 19.5.	0,063	0,50	0,03155
IV.	20.5. - 5.8.	0,632	0,08	0,05056
V.	6.8. - 10.8.	0,044	0,25	0,01088
			C6	0,09851

Zdroj: Vlastní zpracování

Hodnota faktoru $C_{lukrena} = 0,215$.

Pro faktor R je použita hodnota $R=40$ a pro faktor P je použita hodnota $P=1$.

Přípustná ztráta půdy vodní erozí je stanovena na $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Výsledná hodnota ztráty půdy vodní erozí je vypočtena:

Tabulka 12: Výpočet ztráty půdy dle WISCHMEIER-SMITHOVI rovnice pro osevni postup společnosti LUKRENA a.s.

Půdní blok	R	K	L	S	$C_{lukrena}$	P	G_1
1	40	0,19	3,38	0,462	0,215	1	2,55
2	40	0,19	4,77	0,677	0,215	1	5,28
3	40	0,16	2,61	1,666	0,215	1	5,98
4	40	0,51	3,38	0,462	0,215	1	6,85
5	40	0,51	2,61	0,569	0,215	1	6,51
6	40	0,51	3,02	0,784	0,215	1	10,38
7	40	0,41	2,13	1,502	0,215	1	11,28
8	40	0,51	3,69	1,006	0,215	1	16,28
9	40	0,24	3,02	1,172	0,215	1	7,31
10	40	0,41	3,02	1,006	0,215	1	10,71
11	40	0,41	2,61	1,502	0,215	1	13,82
12	40	0,41	3,02	1,337	0,215	1	14,24
13	40	0,41	4,52	0,891	0,215	1	14,20
14	40	0,41	3,69	1,172	0,215	1	15,25
15	40	0,41	3,69	1,337	0,215	1	17,40
16	40	0,41	3,69	1,006	0,215	1	13,09
17	40	0,31	4,27	0,677	0,215	1	7,71
18	40	0,41	4,77	1,337	0,215	1	22,49

19	40	0,51	3,69	1,006	0,215	1	16,28
20	40	0,43	3,99	1,172	0,215	1	17,29
21	40	0,19	2,13	0,784	0,215	1	2,73
22	40	0,19	1,91	1,006	0,215	1	3,14
23	40	0,33	3,38	1,502	0,215	1	14,41
24	40	0,34	3,38	0,891	0,215	1	8,81
25	40	0,47	3,69	0,677	0,215	1	10,10
26	40	0,41	3,69	0,891	0,215	1	11,59

Zdroj: Vlastní zpracování

Pro osevní postup společnosti LUKRENA a.s. byla překročena přípustná ztráta půdy u půdních bloků: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25 a 26. U půdních bloků 2, 3, 4, 5, 9 a 17 byla přípustná mez překročena méně než 1x. Půdní bloky 6, 7, 10, 25 a 26 překročily přípustnou mez méně než 2x. Půdní bloky 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20 a 23 jsou velice silně ohroženy vodní erozí a přípustná mez ztráty půdy zde byla překročena více než 2x. Půdní blok 18 je nejvíce ohroženým z celého řešeného území, přičemž zde byla překročena přípustná mez ztráty půdy o 18,49 t.ha⁻¹.rok⁻¹, což je překročení o 462,25%. Takto vysoké hodnoty erozních smyvů jsou zapříčiněny velkým sklonem území a délkou půdních bloků, podle Holého (1994) je sklon jedním z rozhodujících činitelů průběhu eroze. Dalším faktorem, který velice ovlivňuje erozní smyvy v této lokalitě, jsou hlavní půdní jednotky s vysokým faktorem K. Dále erozní smyv podporuje pěstování širokořádkové plodiny, v tomto případě kukuřice, která neposkytuje optimální vegetační kryt a ochranu proti vodní erozi v období výskytu přívalových dešťů.

Proto se do osevního postupu zařadí svazanka vratičolistá. Vrzalová (2012) píše, že setí kukuřice do přemrzlé meziplodiny svazenky, která zpevňuje půdu svým kořenovým systémem, se výrazně omezuje erozní smyvy, a to i na velmi prudkých svazích.

Tabulka 13: Osevní postup s meziplodinou

Řepka ozimá				
období	datum	R(%)	C	RxC
I.	11.8. - 13.8.	0,026	0,65	0,01690
II.	14.8. - 15.9.	0,192	0,70	0,13440
III.	16.9. - 30.4.	0,045	0,45	0,02025
IV.	1.5. - 31.7.	0,650	0,08	0,05200
V.	1.8. - 31.8	0,270	0,04	0,01080
			C1	0,23435

Pšenice ozimá				
období	datum	R(%)	C	RxC
I.	1.9. - 30.9.	0,070	0,65	0,04550
II.	1.10. - 10.11	0,005	0,70	0,00350
III.	11.11 - 30.4.	0,005	0,45	0,00225
IV.	1.5. - 31.7.	0,650	0,08	0,05200
V.	1.8. - 30.9.	0,340	0,25	0,08500
			C2	0,18825
Mák				
období	datum	R(%)	C	RxC
I.	1.10. - 31.2.	0,005	0,65	0,00325
II.	1.3. - 15.4.	0,003	0,70	0,00175
III.	16.4. - 15.5.	0,055	0,45	0,02453
IV.	17.5. - 1.8.	0,598	0,08	0,04787
V.	2.8. - 31.8.	0,260	0,04	0,01040
			C3	0,08780
Pšenice ozimá				
období	datum	R(%)	C	RxC
I.	1.9. - 30.9.	0,070	0,65	0,04550
II.	1.10. - 10.11.	0,005	0,70	0,00350
III.	11.11- 30.4.	0,005	0,45	0,00225
IV.	1.5. - 31.7.	0,650	0,08	0,05200
V.	-	-	-	-
			C4	0,10325
Svazenka vratičolistá				
I.	1.8. - 30.9	0,34	0,08	0,02720
			C4a	0,02720
Kukuřice				
období	datum	R(%)	C	RxC
I.	1.10. - 30.3.	0,005	0,04	0,00020
II.	1.4. - 31.5.	0,105	0,04	0,00420
III.	1.6. - 30.6.	0,230	0,04	0,00920
IV.	1.7.-30.9.	0,660	0,05	0,03300
V.	1.10. -3.10.	0,00048	0,25	0,00012
			C5	0,04672
Ječmen jarní				
období	datum	R(%)	C	RxC
I.	4.10. - 10.3.	0,005	0,70	0,00315
II.	11.3. - 19.4.	0,003	0,75	0,00238

III.	20.4. - 19.5.	0,063	0,50	0,03155
IV.	20.5. - 5.8.	0,632	0,08	0,05056
V.	6.8. - 10.8.	0,044	0,25	0,01088
			C6	0,09851

Zdroj: Vlastní zpracování

Výsledný faktor $C_{\text{meziplodina}}$ je 0,131

Při zařazení svazanky vratičolisté do osevního postupu se faktor C snížil o 0,084.

Výpočet smyvu v následující tabulce:

Tabulka 14: Výpočet ztráty půdy dle WISCHMEIER-SMITHOVI rovnice pro osevní postup s meziplodinou

Půdní blok	R	K	L	S	$C_{\text{meziplodina}}$	P	G_2
1	40	0,19	3,38	0,462	0,131	1	1,55
2	40	0,19	4,77	0,677	0,131	1	3,22
3	40	0,16	2,61	1,666	0,131	1	3,65
4	40	0,51	3,38	0,462	0,131	1	4,17
5	40	0,51	2,61	0,569	0,131	1	3,97
6	40	0,51	3,02	0,784	0,131	1	6,33
7	40	0,41	2,13	1,502	0,131	1	6,87
8	40	0,51	3,69	1,006	0,131	1	9,92
9	40	0,24	3,02	1,172	0,131	1	4,45
10	40	0,41	3,02	1,006	0,131	1	6,53
11	40	0,41	2,61	1,502	0,131	1	8,42
12	40	0,41	3,02	1,337	0,131	1	8,67
13	40	0,41	4,52	0,891	0,131	1	8,65
14	40	0,41	3,69	1,172	0,131	1	9,29
15	40	0,41	3,69	1,337	0,131	1	10,60
16	40	0,41	3,69	1,006	0,131	1	7,98
17	40	0,31	4,27	0,677	0,131	1	4,70
18	40	0,41	4,77	1,337	0,131	1	13,70
19	40	0,51	3,69	1,006	0,131	1	9,92
20	40	0,43	3,99	1,172	0,131	1	10,54
21	40	0,19	2,13	0,784	0,131	1	1,66
22	40	0,19	1,91	1,006	0,131	1	1,91
23	40	0,33	3,38	1,502	0,131	1	8,78
24	40	0,34	3,38	0,891	0,131	1	5,37
25	40	0,47	3,69	0,677	0,131	1	6,15
26	40	0,41	3,69	0,891	0,131	1	7,06

Zdroj: Vlastní zpracování

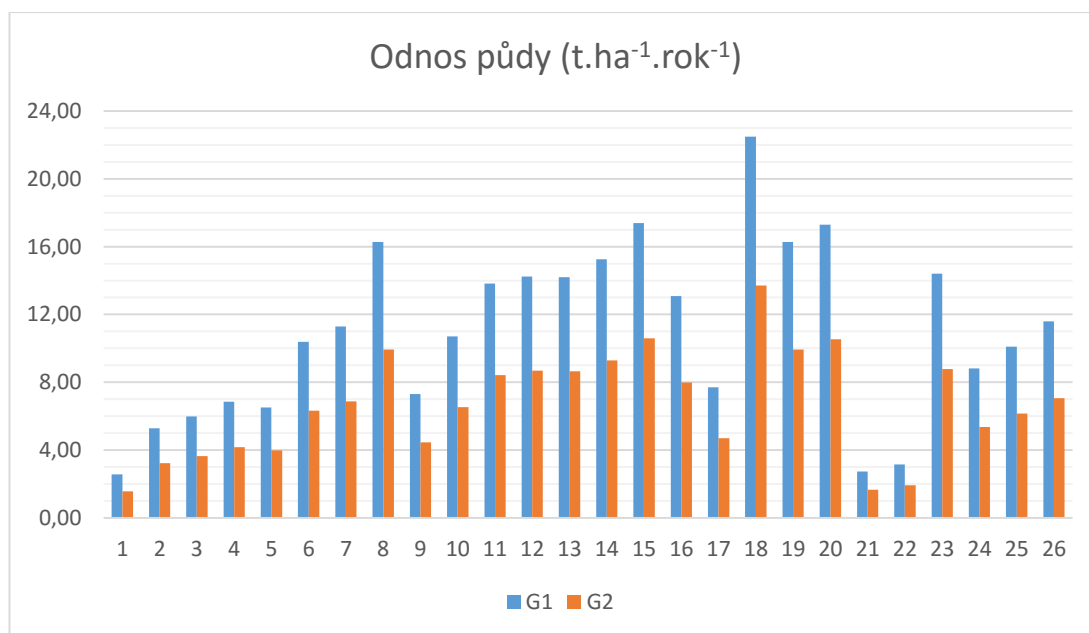
Při použití osevního postupu s meziplodinou se podařilo snížit erozní smyv pod přípustnou mez u půdních bloků: 2, 3 a 5. Půdní blok 4 překročil přípustnou ztrátu půdy pouze minimálně. Oproti stávajícímu osevnímu postupu se podařilo snížit erozní smyv u půdního bloku 18 o 8,79 t.ha⁻¹.rok⁻¹, což je snížení o 39%. Celkový rozdíl

odnosu půdy ze všech řešených pozemků oproti stávajícímu osevnímu postupu je 111,61 t.ha⁻¹. Pozitivní výsledky mezplodin v protierozní ochraně jsou dány tím, že ochranný vliv vegetace je přímo úměrný pokryvnosti a hustotě porostu v době přívalových dešťů, což je období od dubna do září. (Janeček, et al, 2007) Zařazení mezplodiny do osevního postupu má tedy významný vliv na snížení erozního ohrožení půdy.

Využití mulče mezplodiny doporučuje rovněž Brtnický et al (2012) a Hůla a Procházková (2008), kteří po zasetí kukuřice do mulče žita svatojánského snížily erozní smyv na sledovaném pozemku oproti běžnému zasetí kukuřice bez mezplodiny o 1,02 t.ha⁻¹.

Porovnání výsledných hodnot odnosu půdy v následujícím grafu:

Obrázek 2: Hodnoty odnosu půdy pro stávající osevní postup bez a se zařazením mezplodiny



Zdroj: Vlastní zpracování

Pro řešené území byl navržen protierozní osevní postup, který má pomoci k dalšímu snížení erozní ohroženosti pozemků:

Tabulka 15: Protierozní osevní postup

Vojtěška				
období	datum	R(%)	C	RxC
I.	1.8. - 31.7.	1	0,02	0,02000
			C1	0,02000

Vojtěška				
období	datum	R(%)	C	RxC
I.	1.8. - 1.9. (násl. Roku)	1,270	0,02	0,02540
			C2	0,02540
Pšenice ozimá				
období	datum	R(%)	C	RxC
I.	2.9. - 30.9.	0,068	0,50	0,03385
II.	1.10. - 10.11.	0,005	0,55	0,00275
III.	11.11. - 30.4.	0,005	0,30	0,00150
IV.	1.5. - 31.7.	0,650	0,05	0,03250
V.	1.8. - 31.8.	0,270	0,04	0,01080
			C3	0,08140
Ječmen jarní				
období	datum	R(%)	C	RxC
I.	1.9. - 15.3.	0,075	0,65	0,04875
II.	16.3. - 1.5.	0,008	0,70	0,00574
III.	2.5. - 2.6.	0,112	0,45	0,05040
IV.	3.6. - 31.7.	0,535	0,08	0,04278
V.	1.8. - 5.8.	0,044	0,04	0,00174
			C4	0,14941
Řepka ozimá				
období	datum	R(%)	C	RxC
I.	6.8. - 10.8.	0,044	0,65	0,02828
II.	11.8. - 15.9.	0,218	0,70	0,15253
III.	16.9. - 30.4.	0,045	0,45	0,02025
IV.	1.5. - 31.7.	0,650	0,08	0,05200
V.	1.8. - 31.8.	0,270	0,04	0,01080
			C5	0,26386
Pšenice ozimá				
období	datum	R(%)	C	RxC
I.	1.9. - 30.9.	0,070	0,65	0,04550
II.	1.10. - 10.11.	0,005	0,70	0,00350
III.	11.11. - 30.4.	0,005	0,45	0,00225
IV.	1.5. - 31.7.	0,650	0,08	0,05200
V.	1.8. - 30.9.	0,340	0,04	0,01360
			C6	0,11685
Ječmen jarní s podsevem				
období	datum	R(%)	C	RxC
I.	1.10. - 15.3.	0,005	0,65	0,00325
II.	16.3. - 1.5.	0,005	0,70	0,00350
III.	2.5. - 2.6.	0,112	0,45	0,05040
IV.	3.6. - 31.7.	0,535	0,08	0,04278
			C7	0,09993

Zdroj: Vlastní zpracování

Výsledná hodnota faktoru C_{pe} je 0,108.

Tabulka 16: Výpočet WISCHMEIER-SMITHOVI rovnice pro protierozní osevňovací postup

Půdní blok	R	K	L	S	C	P	G
1	40	0,19	3,38	0,462	0,108	1	1,28
2	40	0,19	4,77	0,677	0,108	1	2,65
3	40	0,16	2,61	1,666	0,108	1	3,01
4	40	0,51	3,38	0,462	0,108	1	3,44
5	40	0,51	2,61	0,569	0,108	1	3,27
6	40	0,51	3,02	0,784	0,108	1	5,22
7	40	0,41	2,13	1,502	0,108	1	5,67
8	40	0,51	3,69	1,006	0,108	1	8,18
9	40	0,24	3,02	1,172	0,108	1	3,67
10	40	0,41	3,02	1,006	0,108	1	5,38
11	40	0,41	2,61	1,502	0,108	1	6,94
12	40	0,41	3,02	1,337	0,108	1	7,15
13	40	0,41	4,52	0,891	0,108	1	7,13
14	40	0,41	3,69	1,172	0,108	1	7,66
15	40	0,41	3,69	1,337	0,108	1	8,74
16	40	0,41	3,69	1,006	0,108	1	6,57
17	40	0,31	4,27	0,677	0,108	1	3,87
18	40	0,41	4,77	1,337	0,108	1	11,30
19	40	0,51	3,69	1,006	0,108	1	8,18
20	40	0,43	3,99	1,172	0,108	1	8,69
21	40	0,19	2,13	0,784	0,108	1	1,37
22	40	0,19	1,91	1,006	0,108	1	1,58
23	40	0,33	3,38	1,502	0,108	1	7,24
24	40	0,34	3,38	0,891	0,108	1	4,42
25	40	0,47	3,69	0,677	0,108	1	5,07
26	40	0,41	3,69	0,891	0,108	1	5,82

Zdroj: Vlastní zpracování

Použitím protierozního osevňovacího postupu se podařilo snížit erozi pod přípustnou mez u půdních bloků 4, 9 a 17. Z tabulky je patrné, že i po použití protierozního osevňovacího postupu je řešené území stále silně ohrožené vodní erozí a je zapotřebí uplatnit další agrotechnická opatření, případně biotechnická nebo nejsilněji ohrožené pozemky převést na TTP, což je důležité pro udržení produkční schopnosti půd.

5. Závěr

V teoretické části této bakalářské práce jsou popsány pozemkové úpravy, blíže řešení protierozní ochrany jednotlivými opatřeními a jejich možný multifunkční charakter, který by, pokud je to možné, mělo mít každé opatření. Což je velice žádané hlavně z ekonomického hlediska. Dále byla popsána vodní eroze, jak vzniká, faktory, které ji ovlivňují a jak se jednotlivé druhy vodní eroze člení. V další části byla shrnuta historie osevních postupů a vliv střídání plodin na osevní postup. Následně byly popsány meziplodiny a do jakých kategorií se dělí. V poslední části literárního přehledu jsou vybrána agrotechnická protierozní opatření a popsána.

V praktické části této práce je popsáno řešené katastrální území Předenice a zemědělský podnik LUKRENA a.s., který v dané lokalitě hospodaří. Byly vyhodnoceny jednotlivé faktory, které vstupují do WISCHMEIER-SMITHOVI rovnice a pomocí ní byl vypočten erozní smyv na jednotlivých půdních blocích pro provozovaný osevní postup. Výsledky byly porovnány s výpočty WISCHMEIER-SMITHOVI rovnice pro stávající osevní postup se zařazením meziplodiny a zhodnocen vliv meziplodiny na erozi půdy.

Zařazením meziplodiny, v tomto případě svazanky vratičolisté, do osevního postupu se podařilo snížit erozní smyvy pod přípustnou mez $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ u 3 pozemků z 26 řešených, přičemž další tři pozemky nepřekračovaly přípustnou mez i pro provozovaný osevní postup. U jednoho pozemku byla překročena přípustná mez pouze nepatrně. U zbylých pozemků se nepodařilo snížit erozi pod přípustnou mez, ale výsledky z výpočtů WISCHMEIER-SMITHOVI dokazují, že zařazení meziplodiny má významný vliv na erozní procesy. Celkový smyv půdy z řešeného území byl snížen o $111,61 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Z těchto údajů je zřejmé, že jen zařazení meziplodin do osevního postupu nezaručuje, že řešené území bude ochráněno před vodní erozí, ale že je potřeba komplexnějšího protierozního opatření. I přesto zařazením jedné meziplodiny se podařilo velice výrazně snížit erozní ohroženost řešeného území a to je důkazem jedinečných vlastností meziplodin v uplatnění v boji s vodní erozí.

6. Literární zdroje

BENDA, Josef. *Meziplodiny v soustavě rostlinné výroby*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1984, 83 s.

BRANT, Václav. *Meziplodiny*. 1. vyd. V Českých Budějovicích: Kurent, 2008, 86 s. ISBN 978-80-87111-10-9.

BRTNICKÝ, Martin. *Degradace půdy v České republice*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2012, 91 s. ISBN 978-80-87361-20-7.

BURIAN, Zdeněk, Jan VÁCHAL, Jan NĚMEC a Jiří HLADÍK. *Pozemkové úpravy*. Praha: Consult, 2011, 207 s. ISBN 978-80-903482-8-8.

BUZEK, Ladislav. *Eroze půdy*. 1. vyd. Ostrava: Pedagogická fakulta, 1983, 257 s.

ČULÍKOVÁ, Lucie. *Nedestruktivní výzkum polních systémů: Non-destructive research of field systems*. 1. vyd. Plzeň: Katedra archeologie Fakulty filozofické Západočeské univerzity v Plzni, 2013, 100 s. ISBN 978-80-261-0329-5.

GOBIN Anne, Gerard GOVERS, Robert JONES, Mike KIRKBY a Costas KOSMAS, *Assessment and Reporting on Soil Erosion*, European Environment Agency, 2003, 103 s. ISBN: 92-9167-519-9. Dostupné z: http://www.environmental-expert.com/Files%5C8909%5Carticles%5C3028%5Ctech_94.pdf

HINDMARCH, Colin a Mike PIENKOWSKI. *Land management: the hidden costs*. London: British Ecological Society, 1997, 65 s. ISBN 0632056525.

HOLÝ, Miloš. *Eroze a životní prostředí*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 1994, 283 s. ISBN 80-01-01078-3.

HŮLA, Josef a Blanka PROCHÁZKOVÁ. *Minimalizace zpracování půdy*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2008, 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1.

HŮLA, Josef a Blanka PROCHÁZKOVÁ. *Vliv minimalizačních a půdoochranných technologií na plodiny, půdní prostředí a ekonomiku*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2002, 103 s. ISBN 80-7271-106-7.

CHLOUPEK, Oldřich, Blanka PROCHÁZKOVÁ a Eva HRUDOVÁ. *Pěstování a kvalita rostlin*. 1. vyd. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2005, 178 s. ISBN 80-7157-897-5.

JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2007, 76 s. ISBN 978-80-254-0973-2.

JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. 1. vyd. Praha: Powerprint, 2012, 113 s. ISBN 978-80-87415-42-9.

JANEČEK, Miloslav. *Základy erodologie*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2008, 165 s. ISBN 978-80-213-1842-7.

JŮVA, Karel, Antonín HRABAL a Václav TLAPÁK. *Ochrana půdy, vegetace, vod a ovzduší*. Vyd. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1977. 180 s.

KOLEKTIV AUTORŮ. *Technický standard plánu společných zařízení v pozemkových úpravách*, Ministerstvo zemědělství – Ústřední pozemkový úřad. Praha, 2010, 69 s. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/49501/TS_PSZ_032012_k_20_4_2012.pdf

KOSTELANSKÝ, František. *Obecná produkce rostlinná*. Vyd. 2. nezm. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004, 212 s. ISBN 80-7157-765-0.

KVĚCH, Otomar a Karel KUDRNA, *Základní agrotechnika*. 2. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1968, 420 s.

KVĚCH, Otomar. *Osevní postupy*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1985, 203 s.

Metodická pomůcka pro vyjasnění kompetencí v problematice územních systémů ekologické stability, In *Věstník ministerstva životního prostředí*, 2012, roč. 12, částka 8, s. 92. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/9DEA2DBBB64A22B3C1257A7900281D8D/\\$file/Vestnik_8_2012.pdf](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/9DEA2DBBB64A22B3C1257A7900281D8D/$file/Vestnik_8_2012.pdf)

NĚMEC, Jiří, Jaroslava VRÁBLÍKOVÁ a Libuše PRAŽÁKOVÁ. *Pozemkové úpravy*. Vyd. 2. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, 2011, 131 s. ISBN 978-80-7414-373-1.

NOVOTNÝ, Ivan. *Příručka ochrany proti vodní erozi: [aktualizované znění - leden 2014]*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014, 73 s. ISBN 978-80-87361-33-7.

PASÁK, Vlastimil. *Ochrana půdy před erozí*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1984, 160 s.

SKŘIVANOVÁ, Zuzana a Eva DRAHOŇOVSKÁ. *Stručný postup pro projektování pozemkových úprav*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2011, 29 s. ISBN 978-80-213-2192-2.

SLAVÍK, Jiří. *Poznátky o možnostech využití meziplodin*. Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. 1984, 23 s.

STACH, Jiří. *Základní agrotechnika: (cvičení)*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1999, 115 s. ISBN 80-7040-328-4.

STACH, Jiří. *Základní agrotechnika: (osevní postupy)*. Vyd. 1. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1995, 98 s. ISBN 80-7040-117-6.

ŠARAPATKA, Bořivoj. *Pedologie a ochrana půdy*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014, 232 s. ISBN 978-80-244-3736-1.

VENENI, Michal. *Pěstování meziplodin v závlahových podmínkách*. Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. 1978, 27 s.

VLASÁK, Josef a Kateřina BARTOŠKOVÁ. *Pozemkové úpravy*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007, 168 s. ISBN 978-80-01-03609-9.

VRZALOVÁ, Jana. *Svazenkou v kukuřici proti erozi půdy*. *Úroda* [online]. 2012. Dostupné z: <http://uroda.cz/svazenkou-v-kukurici-proti-erozi-pudy/>

Vyhláška č. 13/2014 Sb., *o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav*

7. Seznam tabulek, obrázků a příloh

Tabulka 1: Hodnoty faktoru R

Tabulka 2: Hodnoty faktoru K pro jednotlivé HPJ

Tabulka 3: Hodnoty exponentu délky svahu m

Tabulka 4: Hodnoty faktoru L

Tabulka 5: Hodnoty faktoru S pro přímý svah

Tabulka 6: Hodnoty faktoru C a způsobu obdělávání

Tabulka 7: Hodnoty faktoru P

Tabulka 8: Plocha v ha kultur land use území Předenice

Tabulka 9: Hodnota faktoru K pro jednotlivé půdní bloky

Tabulka 10: Tabulka odvození hodnot faktoru L a S

Tabulka 11: Osevní postup společnosti LUKRENA a.s. podle jednotlivých pěstebních období

Tabulka 12: Výpočet ztráty půdy dle WISCHMEIER-SMITHOVI rovnice pro osevní postup společnosti LUKRENA a.s.

Tabulka 13: Osevní postup s meziplodinou

Tabulka 14: Výpočet ztráty půdy dle WISCHMEIER-SMITHOVI rovnice pro osevní postup s meziplodinou

Tabulka 15: Protierozní osevní postup

Tabulka 16: Výpočet WISCHMEIER-SMITHOVI rovnice pro protierozní osevní postup

Obrázek 1: Graf zastoupení jednotlivých kultur v katastrálním území Předenice

Obrázek 2: Hodnoty odnosu půdy pro stávající osevní postup bez a se zařazením meziplodiny

Obrázek 3: Mapa land use katastrálního území Předenice

Obrázek 4: Mapa půdních bloků v katastrálním území Předenice

Obrázek 5: Půdní blok č.1

Obrázek 6: Půdní blok č.2

Obrázek 7: Půdní blok č.3

Obrázek 8: Půdní blok č.4

Obrázek 9: Půdní blok č.5

Obrázek 10: Půdní blok č.6

Obrázek 11: Půdní blok č.7

Obrázek 12: Půdní blok č.8

Obrázek 13: Půdní blok č.9

Obrázek 14: Půdní blok č.10

Obrázek 15: Půdní blok č.11

Obrázek 16: Půdní blok č.12

Obrázek 17: Půdní blok č.13

Obrázek 18: Půdní blok č.14

Obrázek 19: Půdní blok č.15

Obrázek 20: Půdní blok č.16

Obrázek 21: Půdní blok č.17

Obrázek 22: Půdní blok č.18

Obrázek 23: Půdní blok č.19

Obrázek 24: Půdní blok č.20

Obrázek 25: Půdní blok č.21

Obrázek 26: Půdní blok č.22

Obrázek 27: Půdní blok č.23

Obrázek 28. Půdní blok č.24

Obrázek 29: Půdní blok č.25

Obrázek 30: Půdní blok č.26

Obrázek 31: Fotografie z lokality

Obrázek 32: Fotografie z lokality

Obrázek 33: Fotografie z lokality

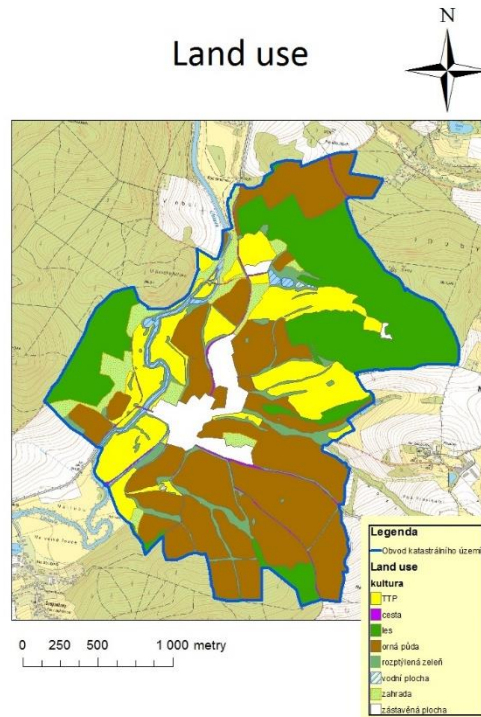
Obrázek 34: Fotografie z lokality

Obrázek 35: Fotografie z lokality

Obrázek 36: Fotografie z lokality

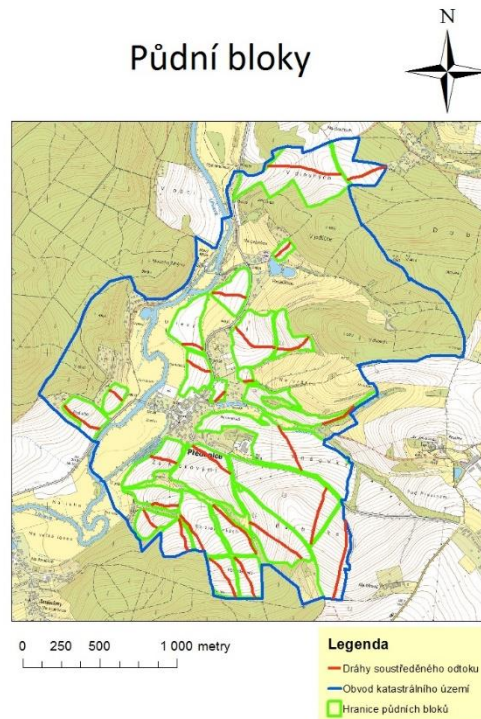
8. Přílohy

Obrázek 3: Mapa land use katastrálního území Předenice



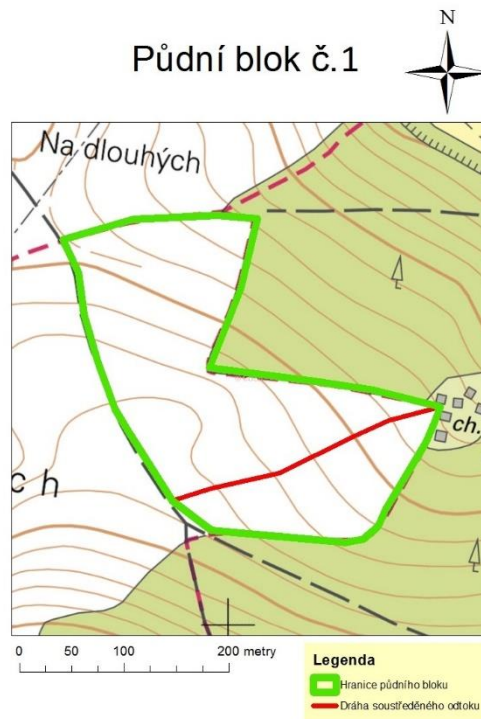
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 4: Mapa půdních bloků v katastrálním území Předenice



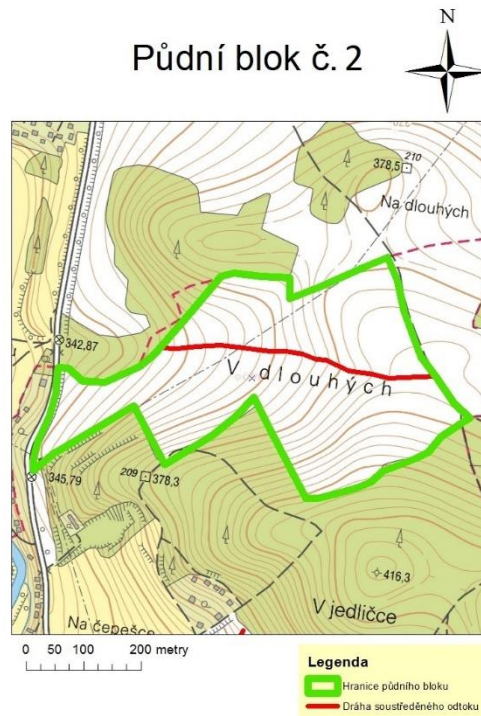
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 5: Půdní blok č.1



Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 6: Půdní blok č.2



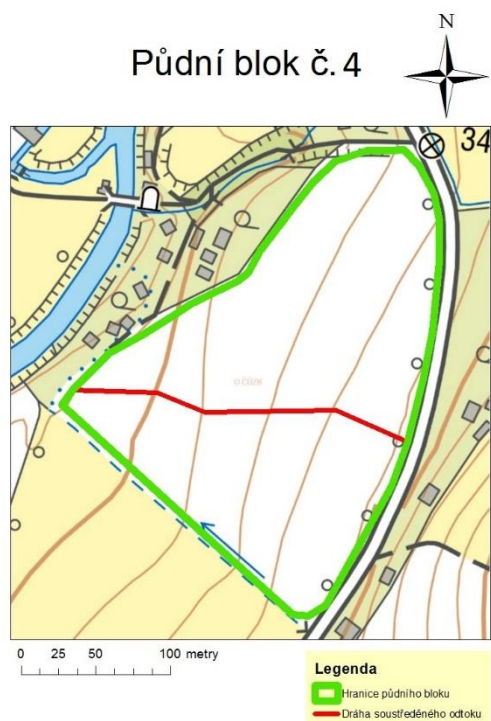
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 7: Půdní blok č.3



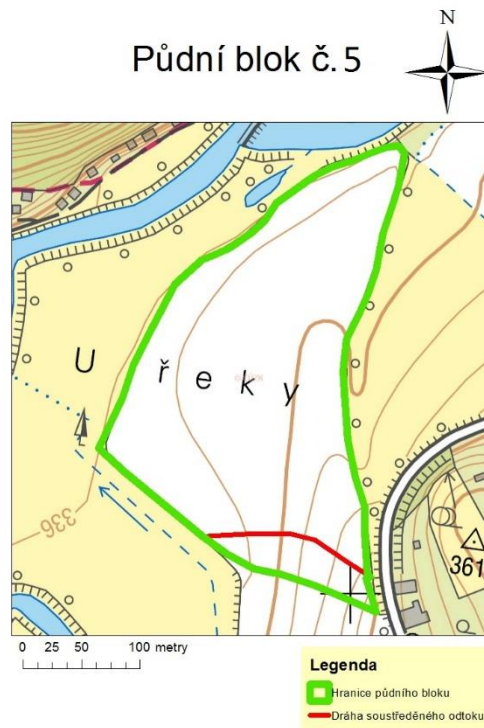
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 8: Půdní blok č.4



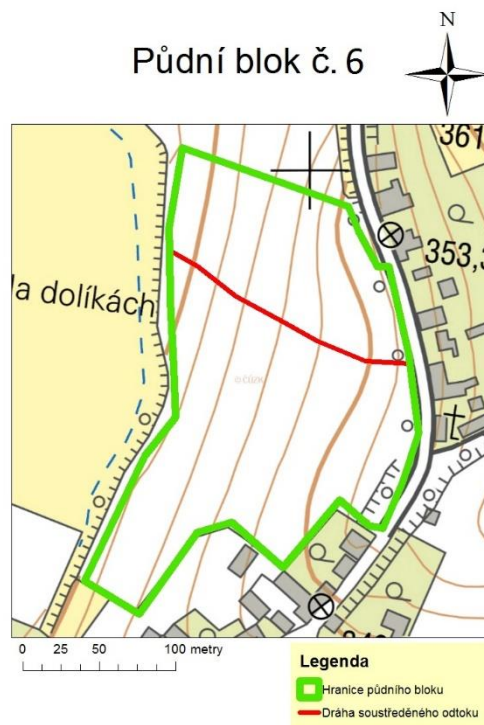
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 9: Půdní blok č.5



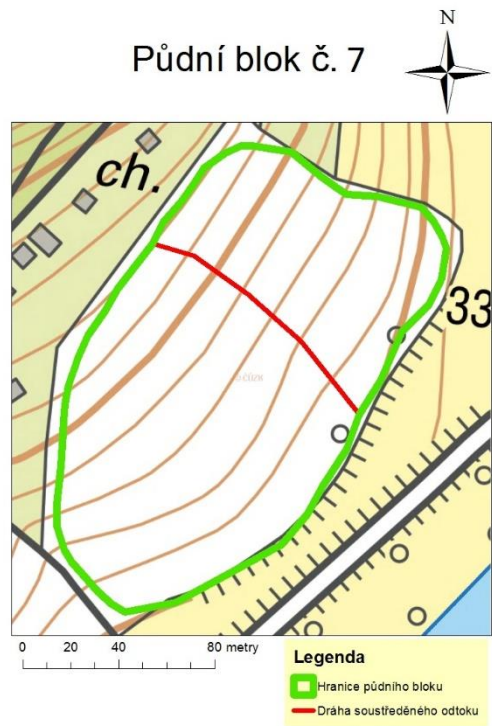
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 10: Půdní blok č.6



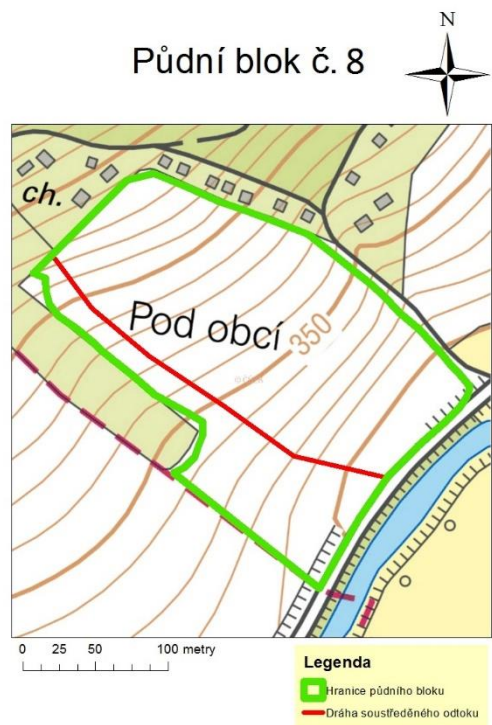
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 11: Půdní blok č.7



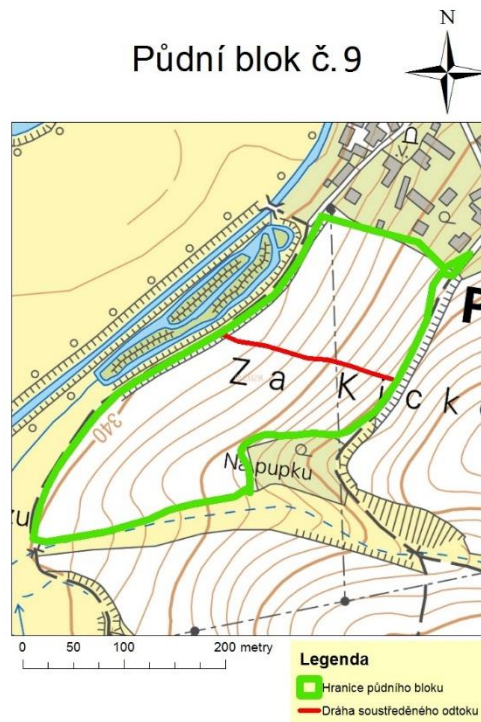
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 12: Půdní blok č.8



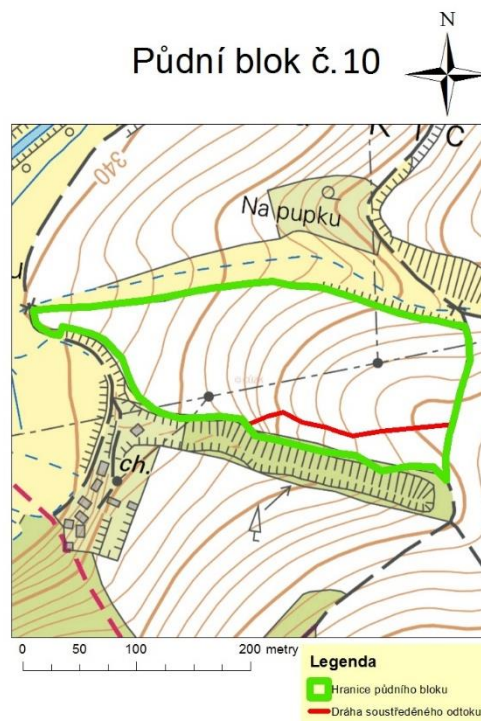
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 13: Půdní blok č.9



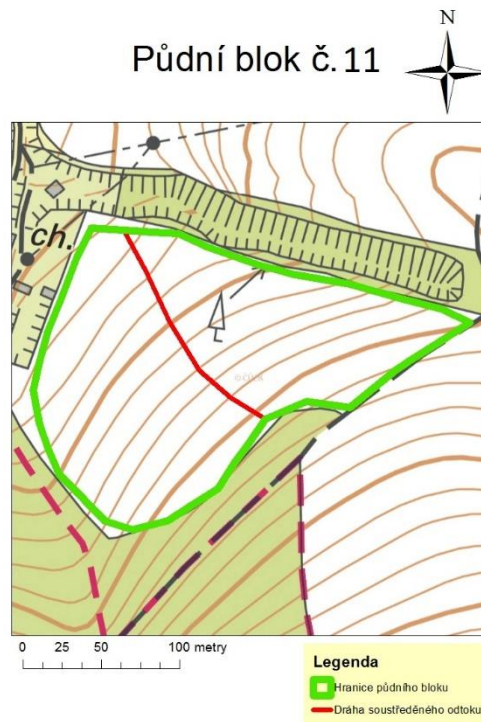
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 14: Půdní blok č.10



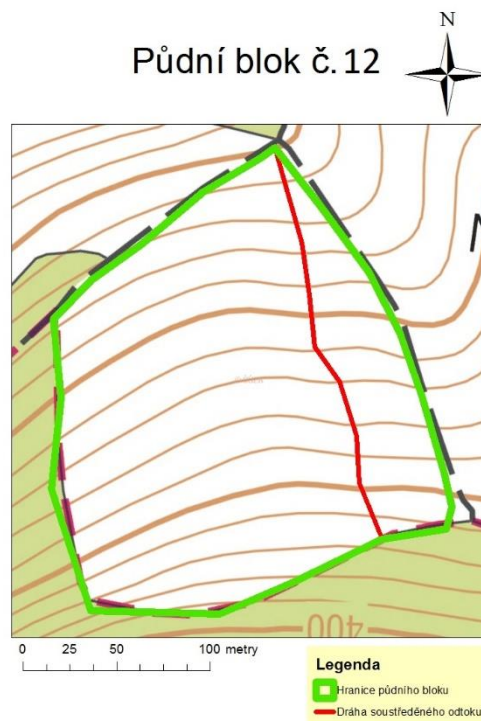
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 15: Půdní blok č.11



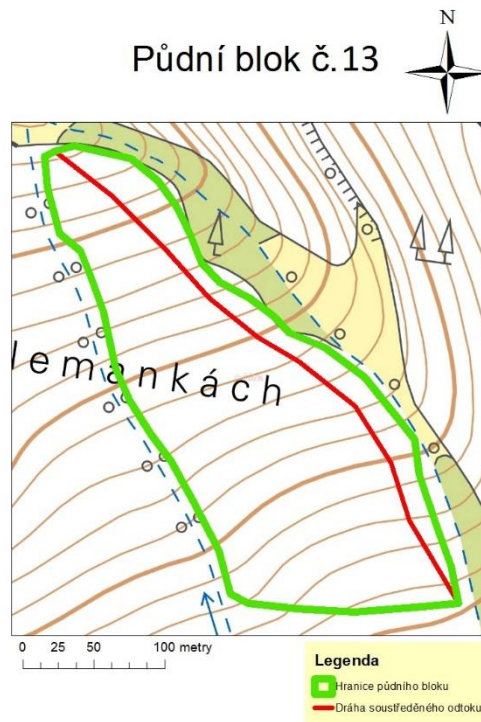
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 16: Půdní blok č.12



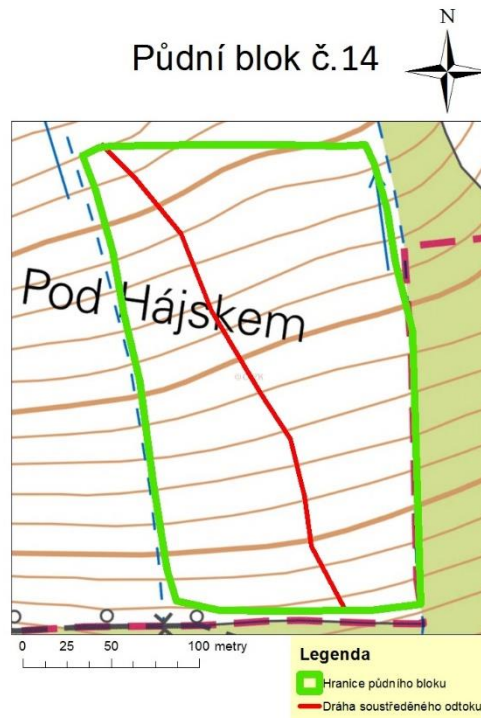
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 17: Půdní blok č.13



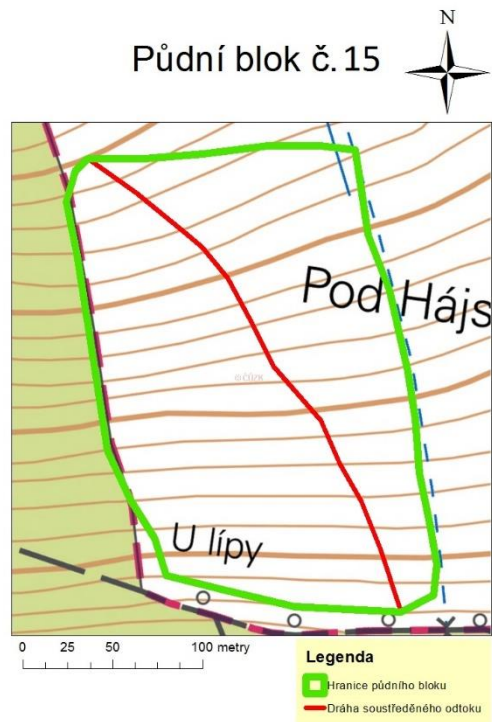
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 18: Půdní blok č.14



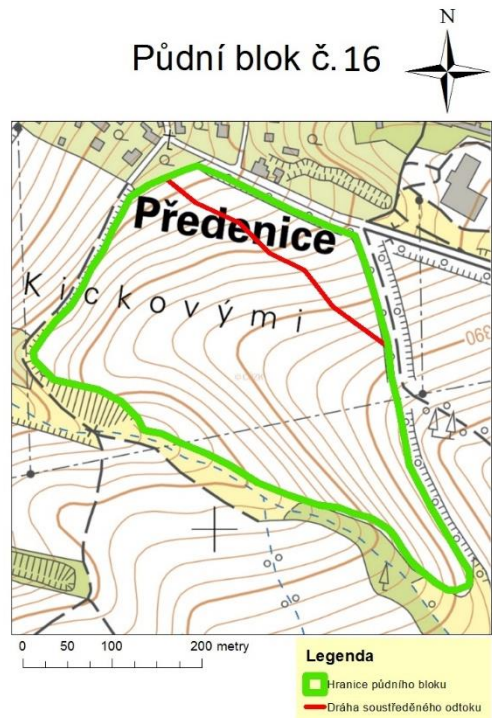
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 19: Půdní blok č.15



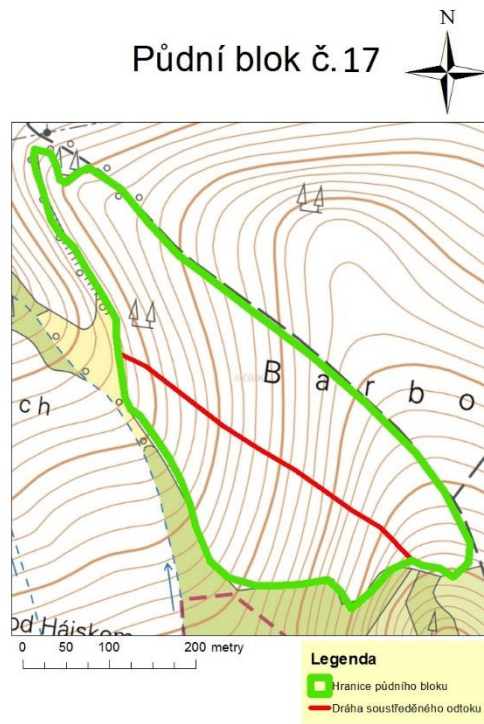
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 20: Půdní blok č.16



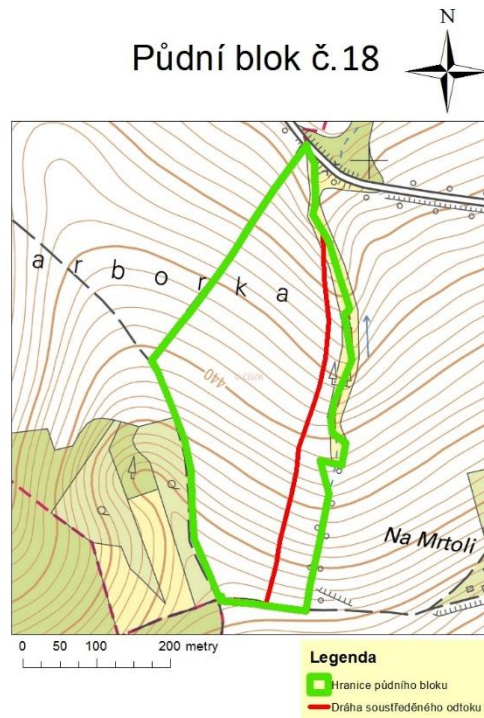
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 21: Půdní blok č.17



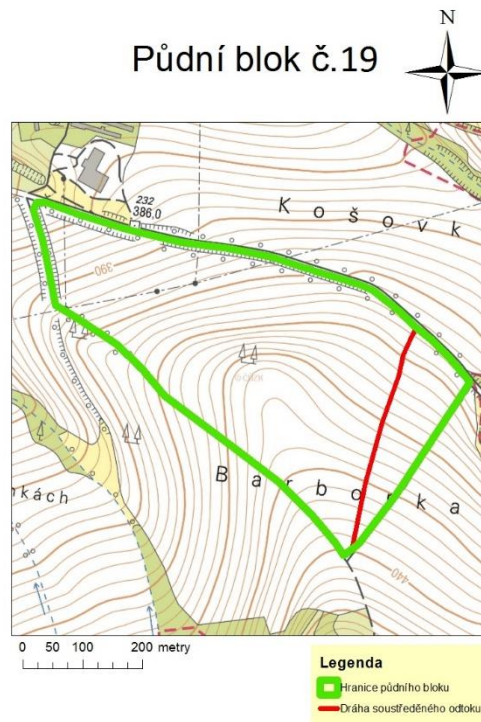
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 22: Půdní blok č.18



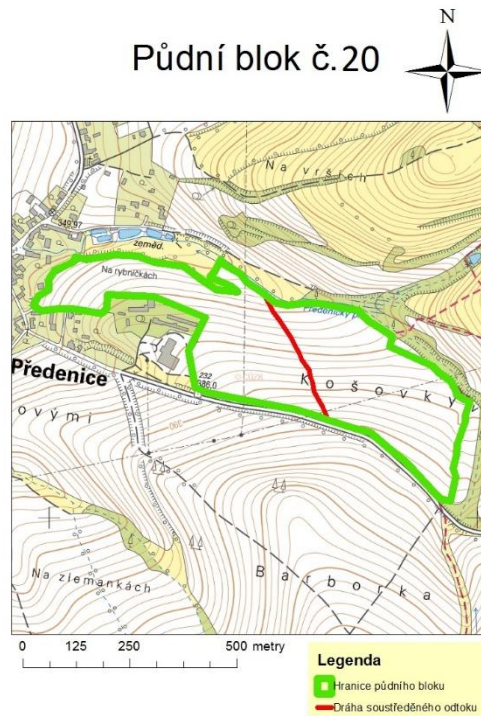
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 23: Půdní blok č.19



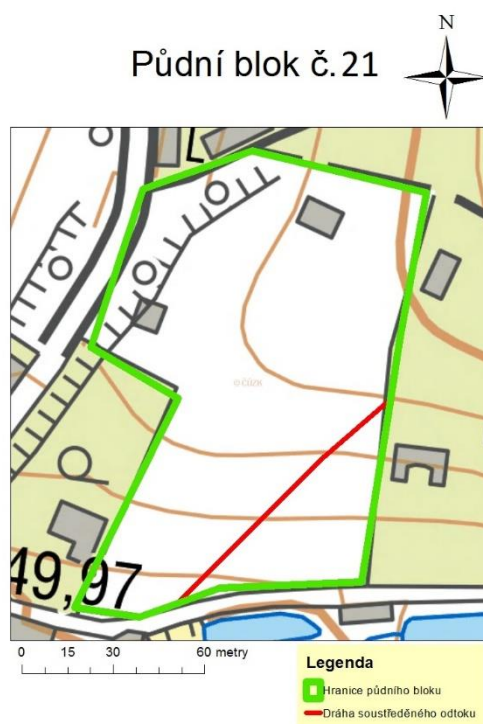
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 24: Půdní blok č.20



Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 25: Půdní blok č.21



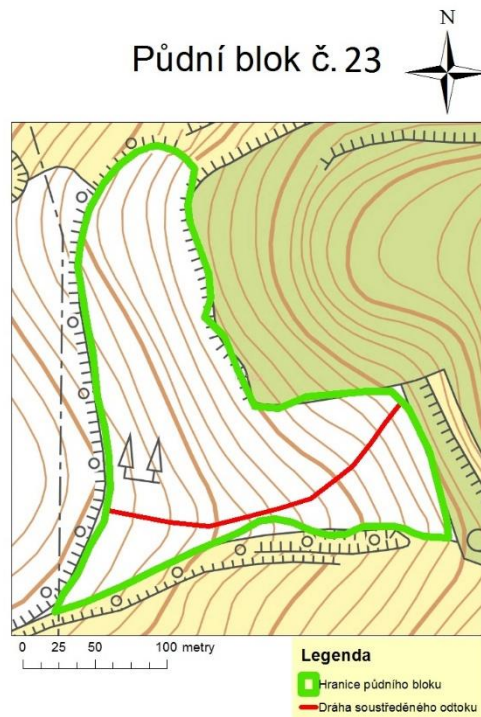
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 26: Půdní blok č.22



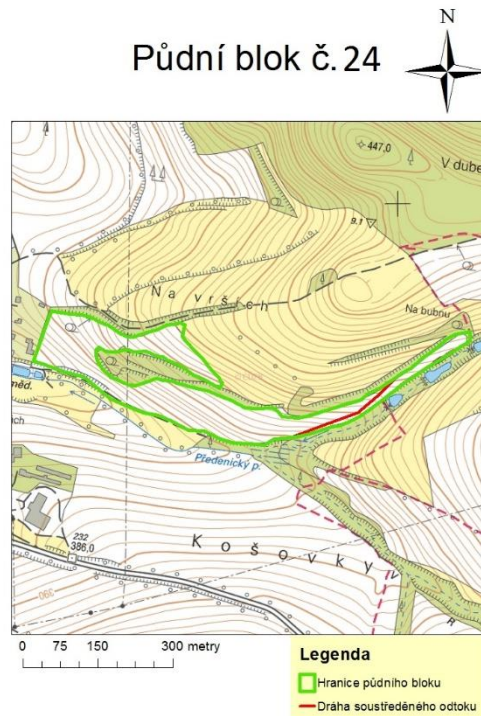
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 27: Půdní blok č.23



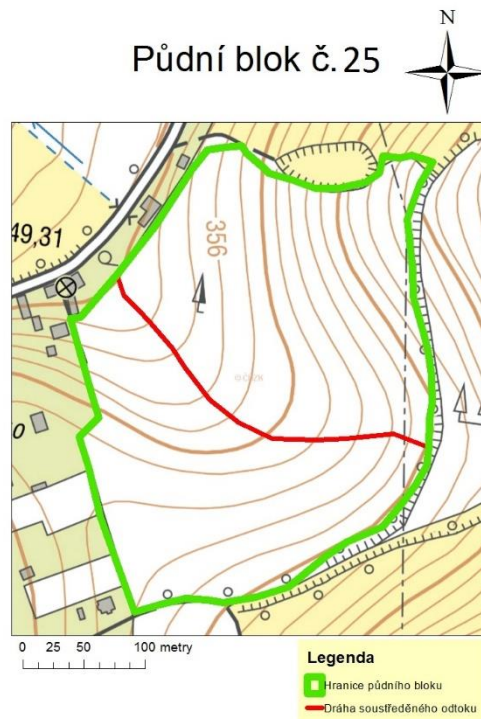
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 28. Půdní blok č.24



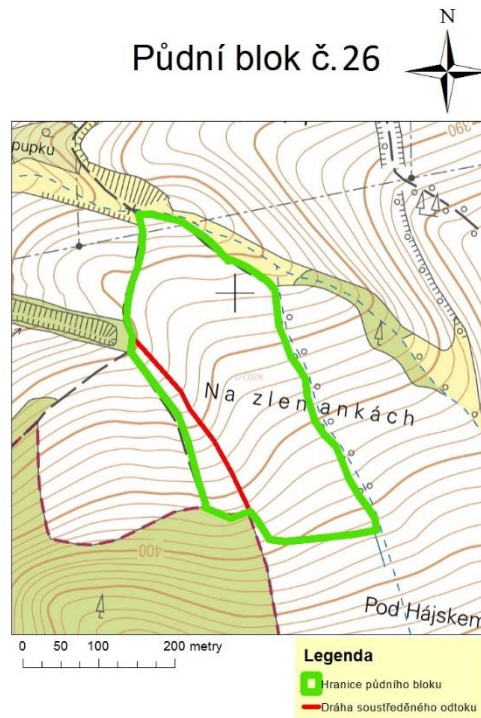
Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 29: Půdní blok č.25



Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 30: Půdní blok č.26



Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 31: Fotografie z lokality



Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 32: Fotografie z lokality



Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 33: Fotografie z lokality



Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 34: Fotografie z lokality



Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 35: Fotografie z lokality



Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 36: Fotografie z lokality



Zdroj: Vlastní zpracování