

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Katedra: Katedra krajinného managementu

Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

Diplomová práce

Uplatnění meziplodin jako stabilizujícího prvku v protierozní ochraně

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

Autor diplomové práce: Bc. Kristýna Šimová

České Budějovice, 2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Kristýna ŠÍMOVÁ**
Osobní číslo: **Z17073**
Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**
Název tématu: **Uplatnění meziplodin jako stabilizujícího prvku v protierozní ochraně**
Zadávací katedra: **Katedra krajinného managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je zpracování podrobné literární rešerše týkající se využití meziplodin v osevních postupech v zemědělské praxi. Bude vyhodnocen jejich vliv na zvýšení protierozní účinnosti vegetačního krytu. Na základě provedených výpočtů bude zdokumentováno pozitivní působení prodloužení vegetačního krytu na výsledné hodnoty erozního transportu. Součástí práce bude stručný popis řešené lokality ve svažitých podmínkách v podhůří Šumavy - ve vybraném katastrálním území.

1. Literární rešerše na daná témata:
 - a/ meziplodiny a osevní postupy
 - b/ vodní eroze
 - c/ agrotechnická půdoochranná opatření
2. Popis a zpracování konkrétní lokality.
3. Vyhodnocení a doporučení pro praxi.

Rozsah grafických prací: grafy, tabulky, mikrofotografie: 5 - 10 str.

Rozsah pracovní zprávy: 60 stran textu

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Holý, M.: Protierozní ochrana. SNTL, Praha, 1978

Janeček, M.: Základy erodologie. ČZU Praha, Praha, 2008

Kokolia, V., Kos, M.: Protierozní osevní postupy. UVTIZ Praha, Praha 1989

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

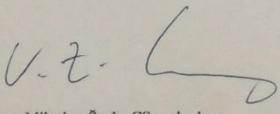
Časopisy: Pozemkové úpravy, Urbanismus a územní rozvoj, Landscape and urban planning, Land use policy

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

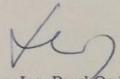
Katedra krajinného managementu

Datum zadání diplomové práce: 19. března 2018

Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2019


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 1868, 370 05 České Budějovice


doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 19. března 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedené v seznamu citované literatury. 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 (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) 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 klasifikační 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.

V Českých Budějovicích dne:

Šímová Kristýna

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala panu doc. Ing. Pavlu Ondrovi, Csc. za odborné vedení, vstřícnost při konzultacích a cenné rady při psaní této práce. Děkuji všem, kdo mi vyšli vstříc a umožnili mi přístup k potřebným informacím.

Abstrakt

Cílem práce je zjištění uplatnění meziplodin a jejich vliv v osevním postupu v katastrálním území Krašovice u Čížové. První část diplomové práce se zabývá erozí, protierozními opatřeními a meziplodinami. Ve druhé části je výpočet erozního smyvu na dané katastrální území. Erozní smyv půdy na půdních blocích je vypočítán za pomoci Wischmeier – Smithovi rovnice (USLE). Smyv je pak dále porovnán, za použití osevních postupů a osevních postupů s uplatněním meziplodin.

Klíčová slova: meziplodiny, eroze, protierozní opatření, Wischmeier – Smithova rovnice (USLE), osevní postup

Abstract

The aim of the work is to find out the application of intercrops and their influence in crop rotation in the cadastral area of Krašovice u Čížové. The first part of the thesis deals with erosion, anti-erosion measures and intercrops. In the second part there is a calculation of erosion shear on given cadastral area. The erosion of soil on the soil blocks is calculated using the Wischmeier-Smith equation (USLE). The wash is then further compared, using crop rotation and crop rotation with the application of intercrops.

Key words: intercrops, erosion, erosion control, Wischmeier - Smith equation (USLE), crop rotation

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Literární rešerše	10
2.1 Pozemkové úpravy	10
2.2 Eroze.....	12
2.3 Protierozní opatření - Opatření proti vodní erozi.....	15
2.3.1 Organizační opatření.....	15
2.3.2 Agrotechnická opatření.....	17
2.3.3 Technická protierozní opatření	18
2.4 Osevní postupy.....	24
2.5 Meziplodiny	26
2.5.1 Členění meziplodin.....	27
2.5.2 Vybraní zástupci meziplodin	30
2.6 Metoda čísel odtokových křivek (CN křivky)	33
3. Cíl a metodika práce	35
3.1 Cíl práce.....	35
3.2 Metodika práce.....	36
4. Charakteristika lokality	41
5. Výsledky a diskuze	46
5.1 Výpočet Wischmeier – Smithovi rovnice.....	47
5.2 Výpočet kritických bodů	55
6. Závěr	59
7. Seznam literatury	60
7.1 Literární zdroje.....	60
7.2 Ostatní zdroje	62
8. Seznam obrázků a fotografií.....	63
9. Přílohy	64

Seznam zkratk a pojmů

ArcGIS	Geografický informační systém
BPEJ	Bonitovaná půdně ekologická jednotka
LPIS	System evidence užívání půdy pro zemědělské dotace
JPÚ	Jednoduché pozemkové úpravy
KPÚ	Komplexní pozemková úprava
MZe	Ministerstvo zemědělství ČR
MŽP	Ministerstvo životního prostředí ČR
PÚ	Pozemkové úpravy
TPEO	Technické protierozní opatření
USLE	Univerzální rovnice ztráty půdy

1. Úvod

Půda je jedním z našich nejcennějších přírodních zdrojů. Umožňuje rostlinám růst, mnoho živočichů ji využívá pro svůj úkryt, zdroj obživy či obojí. Pro člověka je důležitá díky své vlastnosti, kdy při správném obhospodařování má vlastnosti trvale udržitelného rozvoje a to jak z hlediska zemědělského, tak z hlediska lesnického. Pokud je ovšem půda špatně obhospodařována často se stává, že se znehodnotí, to může způsobit několik věcí, ať už nevhodnou agrotechnikou, velkým odlesňováním, nadměrnou pastvou či nadměrným používáním pesticidů. To může mít za následek degradaci půdy a erozi. Erozi bychom se měli snažit držet, v co nejpříjemnějších mezích, aby nebyl odnos půdy v zemědělsky využívaných oblastech, tak velký.

Eroze je sama o sobě celosvětový problém, avšak v minulosti došlo ke zvyšování kvality zemědělské výroby v České republice a to ji zařadilo v Evropě na první místo ve velikosti půdních bloků, navíc se při scelování rušily polní cesty, zatravňovali se údolnice, rozorávaly se meze, tím se eroze zvýšila. Nejvíce je půda ohrožena vodní erozí (v ČR je ohroženo okolo 50% všech půd), kdy dešťové kapky rozrušují půdu a voda je pak odnáší na jiné místo, to má za následek zanášení koryt, snižování výnosnosti půdy, zhoršování půdy a dalších. Eroze může být snížena protierozními opatřeními, jako je správný osevní postup, orba po vrstevnici, meze, ale také zařazení meziplodin. Průměrná roční ztráta půdy může být vyjádřena pomocí Wischmeier - Smithovi univerzální rovnice (USLE), která byla publikována roku 1978. Tato rovnice vyjadřuje vyčíslitelný účinek hlavních faktorů, který ovlivňuje vodní erozi způsobenou přívalovým deštěm. Výsledkem rovnice je průměrná dlouhodobá roční ztráta půdy v $t \cdot h^{-1} / rok$. Pokud máme menší povodí, můžeme také využít metodu CN křivek, kdy je srážka rozdělena na ztráty a efektivní dešť.

Meziplodiny se vysévají mezi dvě hlavní plodiny, tak aby zlepšily a udržely podmínky v půdě. Měli by být vybírány tak, aby vrstva, kterou vytvoří v porostu, byla co nejrychleji utvořena a tím se zabezpečila ochrana půdy, v co nejkratším čase. Meziplodina má vícero využití, nejenže vytvoří souvislou vrstvu a tím sníží rozrušování půdy během srážek a přívalových dešťů, ale sníží výpar vody z půdy a navrátí dusík, který si během růstu vzala, zpátky do půdy ve chvíli rozkladu, také je velmi dobrá proti růstu plevelu, či jsou schopné omezit škůdce, či choroby (např. ředkev olejná).

2. Literární řešerše

2.1 Pozemkové úpravy

Pozemkové úpravy, přesněji řečeno jejich projektování, můžeme označit za vědní disciplíny, které sjednocují klíčové poznatky z příbuzných, či přípravných oborů, tím se problémy, které se týkají převážně půdního fondu, řeší souhrnně (Rybářsky a kol., 1991). Pozemkové úpravy (dále jen PÚ) jsou sepsány v zákoně č. 139/2002 Sb. *Zákon o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů* a také ve vyhlášce č. 13/2014 Sb., *o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav*.

V zákoně 139/2002 Sb, je psáno, že: „ *se pozemkové úpravy řeší ve veřejném zájmu prostorově a funkčně uspořádávají pozemky, scelují se nebo dělí a zabezpečuje se jimi přístupnost a využití pozemků a vyrovnání jejich hranic tak, aby se vytvořily podmínky pro racionální hospodaření vlastníků půdy. V těchto souvislostech původní pozemky zanikají a zároveň se vytvářejí pozemky nové, k nimž se uspořádávají vlastnická práva a s nimi související věcná břemena v rozsahu rozhodnutí podle § 11 odst. 8. Současně se jimi zajišťují podmínky pro zlepšení kvality života ve venkovských oblastech včetně napomáhání diverzifikace hospodářské činnosti a zlepšování konkurenceschopnosti zemědělství, zlepšení životního prostředí, ochranu a zúrodnění půdního fondu, lesní hospodářství a vodní hospodářství zejména v oblasti snižování nepříznivých účinků povodní a sucha, řešení odtokových poměrů v krajině a zvýšení ekologické stability krajiny. Výsledky pozemkových úprav slouží pro obnovu katastrálního operátu a jako neopomenutelný podklad pro územní plánování.*“

Pozemkový úřad (dále jen PÚř) zpravidla s ročním předstihem oznámí předpokládaný termín zahájení PÚ příslušnému katastrálnímu úřadu a dotčené obci. Dále podle vyhlášky č. 13/2014 Sb., PÚř postupuje při určení obvodu pozemkových úprav tak, že do obvodu zahrne pozemky, které posoudil jako nezbytné pro dosažení cílů PÚ a obnovy katastrálního operátu, s přihlédnutím k požadavkům vlastníků pozemků, příslušné obce a katastrálního úřadu. Dále zákon č 139/2002 Sb. uvádí, že náklady, které jsou spojené s PÚ, hradí stát, ale na jejich úhradě nákladů se mohou podílet i účastníci pozemkových úprav, popřípadě i jiné fyzické a právnické osoby, mají-li zájem na provedení pozemkových úprav. Pokud jsou PÚ vyvolány stavební

činností, hradí tyto náklady stavebník a to v závislosti na rozsahu území dotčeného stavbou.

Pozemkové úpravy můžeme rozdělit do dvou skupin a to na jednoduché pozemkové úpravy a komplexní pozemkové úpravy.

Jednoduché pozemkové úpravy (dále jen JPÚ) se dělají za účelem vyčlenit půdu jednotlivým hospodářským subjektům s cílem vytvořit vhodné podmínky pro hospodaření, z toho vyplývá, že JPÚ se řeší na malém území a to za účelem vyřešení pouze některých hospodářských potřeb, jako je například urychlené scelení pozemků, lokální protierozní ochrana nebo protipovodňové opatření (zákon 139/2002 Sb.).

Komplexní pozemkové úpravy (dále jen KPÚ) se řeší na celé katastrální území pozemkové úpravy, kromě zastavěného území (Ministerstvo zemědělství, 2011). KPÚ tedy komplexně řeší nové uspořádání pozemků, zajištění jejich zpřístupnění, protierozní ochranu, vodohospodářské poměry a další. To vše se dělá v souladu s požadavky a záměry územního plánování (Jonáš a kol., 1990).

Plán společných zařízení

Návrh plánu společného zařízení, je soubor opatření, které mají za úkol zabezpečit naplnění jednoho z hlavních cílů KPÚ a to je vytvoření podmínek k racionálnímu hospodaření a k zabezpečení ochrany přírodních zdrojů. V souboru těchto opatření je hlavně zpřístupnění pozemků pomocí polních nebo lesních cest, mostky, propustky, železniční přejezdy a další. Další je protierozní opatření, které má chránit půdní fond a to zejména větrolamy, zasakovacími pásy, průlehy a dalšími. K neškodnému odvedení povrchových vod a ochraně území před povodněmi, slouží vodohospodářské opatření. A v neposlední řadě opatření ke tvorbě a ochraně životního prostředí (Dumbrovský, 2005). Dále se ve vyhlášce č. 13/2014 Sb. v § 16 píše, že v plánu společných zařízení se celý obvod pozemkových úprav posoudí též z hlediska erozního ohrožení a povodňových rizik a posoudí se možnost retence území ve vztahu ke zpomalení povrchového odtoku. O použití jednotlivých způsobů ochrany rozhoduje zejména jejich účinnost, požadované snížení smyvu půdy, snížení maximálních průtoků a nezbytná ochrana vodních zdrojů, koryt vodních toků, vodních nádrží a zastavěných částí obce. Plán společných zařízení v části zaměřené na protierozní a protipovodňová opatření musí být doplněn návrhem agrotechnických a organizačních opatření, se kterým budou vlastníci pozemků prokazatelně seznámeni.

Konečným výsledkem pozemkových úprav je nové uspořádání pozemků, nová práva k pozemkům, obnovený z digitalizovaný katastr nemovitostí, plán společných zařízení a podklady pro územní plánování.

2.2 Eroze

Eroze pochází z latinského slova erodere, což znamená rozhlašovat nebo narušovat. Eroze je přírodní jev, který působí pomocí abiotických činitelů na povrch naší planety. Eroze jako taková a jako přírodní jev, je jev stálý, který můžeme omezit nebo minimalizovat, ale nelze jej zastavit. Erozi většinou rozdělujeme podle abiotických činitelů, kteří ji vyvolávají (viz níže – dělení eroze). Eroze se týká hlavně zemědělské půdy, kde působí převážně eroze vodní a větrná. Každý erozní proces se skládá ze tří fází a to z vlastního erodování - uvolní se zemina nebo hornina, pak následuje transport – uvolněná zemina je přenášena vodou nebo větrem a následuje sedimentace – ukládání naerodovaných materiálů (Holý, 1994).

Eroze půdy je odnášení a odstraňování půdních vrstev především díky působením větru, deště a tekoucí vody. Tento proces může odstranit celý vrchní plášť půdy, čímž se půda stává bezcennou pro kultivaci. Eroze půdy často vytváří další problémy, a to především kvůli častějším povodním, splavováním půdy do nádrží, řek a kanálů. Nápravná opatření zahrnují kontrolní vyvýšení, výstavbu překážek a přehrad nebo zadržovacích přehrad (Nelson, 1973).

Dělení eroze

Podle činitele, který je příčinou vzniku eroze, rozlišujeme eroze – Vodní, větrná, sněhová, ledovcová, antropogenní. Tyto durhy eroze se mohou vyskytovat samostatně nebo v kombinaci, to pak způsobuje jinou intenzitu procesů. Největší škody, v celosvětovém měřítku, způsobuje eroze vodní a větrná, ale také se v posledních letech zvýšily důsledky eroze antropogenní (Holý, 1994).

Eroze vodní

Vodní eroze je způsobena kinetickou energií dešťové kapky, která dopadá na půdní povrch a mechanickou silou povrchově stékající vody. Tento povrchový odtok vzniká za přívalových, či dlouhotrvajících srážkách a od tání sněhu na jaře (Šarapatka, 2014). Dráha kapky se rozděluje do dvou variant a to podle její konstrukce. První

varianta je prostá kapka, ta vychází ze zadaného bodu a pokračuje dál po spádnicí směrem po svahu. Druhá varianta je tzv. obrácená kapka, která se svou spádovou křivkou končí v daném bodě, to znamená, že se utváří z bodu směrem proti svahu (Dumbrovský, 2005).

Vodní eroze způsobuje snižování orné půdy smyvem, ale také zhoršuje fyzikální a chemické vlastnosti půdy a tím zhoršuje i vodní režim. Zhoršením sorpční schopnosti nedokáže půda využívat živin v půdě a to ani těch, které jsou do ní přidávány průmyslovými hnojivy. To má za následek, že povrchová voda smývá hnojiva do vodních toků a tím je znečišťuje, toto znečištění je na celé ploše erozně ohrožených zemědělských pozemků (Pasák a kol., 1984).

- **Vodní eroze plošná** - Charakteristickým rysem plošné eroze je, že rozrušuje a smývá půdu na celé ploše pozemku. Prvním stupněm je eroze selektivní, to znamená, že povrchový odtok odnáší jemné částičky, to má za následek změnu půdní textury a dojde ke snížení živin v půdě. Půdy, které této erozi podlehnu, se stanou hrubozrnné. Tato eroze probíhá velmi pomalu a nezanechává za sebou prakticky žádné stopy. Zjistit se dá z velmi jemného materiálu, který se hromadí v příkopech, či na komunikaci. Druhý stupeň se nazývá eroze vrstevná, ta vzniká při větší kinetické energii povrchově stékající vody a nepříznivě utváří půdní profil a tím dochází ke smyvu půdy ve vrstvách. U této eroze velmi často dochází ke ztrátě celé orniční vrstvy (Holý, 1994).
- **Vodní eroze rýhová** - Tato eroze vzniká při soustředěném povrchovém odtoku vody, ta v půdě vyrývá mělké zářezy, které se postupně prohlubují, mohou být až 20 cm hluboké. Tyto zářezy se mohou na poli spojovat a tím se i prohlubovat, pokud na poli nejsou zajištěna ochranná opatření, přechází eroze rýhová v erozi výmolovou (Němeček, 1975).
- **Vodní eroze výmolová** - Eroze stržová nebo také výmolová, vzniká, když se srážkový odtok soustředí do většího a rychle tekoucího proudu vody, ten pak vymílá na svazích velmi hluboké rýhy a brázdy. Eroze výmolová je dalším stupněm eroze rýhové.

Eroze větrná

Větrná eroze je zapříčiněna v rozrušování půdní hmoty kinetickou energií větru. Větrná eroze se nachází v aridních či semiaridních zemích, můžeme se s ní, ale také setkat v humidních zemích, hlavně v jejich sušších oblastech na půdě nekrytou vegetací (Holý, 1994). Vítr tedy odnáší lehčí půdní částičky, jako jsou hnojiva, semena nebo částičky písku, a zároveň těmito částičkami ničí mladé rostlinky, které se na půdě pěstují a v místech, kde se tvoří sedimentace, je zanáší zeminou (Pasák a kol., 1984).

Eroze sněhová

Sněhová eroze, také nazývána nivální, vzniká pohybem sněhu při lavinách, tato erozní činnost vzniká při velkých tlacích a rychlosti sněhu. Zasažený pás lavinou je velmi často zdevastován. Sněhová eroze může být také způsobena při jarním tání pomalým pohybem. Tato eroze se nachází převážně v podhorských oblastech (Holý, 1994).

Eroze ledovcová

Ledovcová eroze je zapříčiněna pohybem ledovců, kteří se pohybují s působící tíhou do údolí. Ten při pohybu dává převážnou část své energie na erodování skalního podloží, které obrušuje, ale také vyhlazuje a rýhuje valouny zamrzými v ledu. (Holý, 1994). Ledovcová údolí jsou často posetá, na dně a na stěnách, kameny a balvany. Při pohybu ledovce se odlamují různě velké kusy, které pak zamrzají do ledu. Ledovce také erodují podloží pod sebou, tento proces se nazývá abraze (Gilpin, 2010).

Eroze antropogenní

Sám člověk má velmi velký vliv na vznik a samotný průběh eroze, a to svými zásahy do přírody, je výrazným činitelem na vznik zrychlené eroze, působí jak přímo, tak nepřímo na erozní procesy. Přímý způsob je zapříčiněn stavbou technických staveb a urbanizací, nepřímým vlivem se má na mysli ničení přirozených vegetačních krytů půdy, jejím nahrazením za rostliny s nízkým ochranným účinkem, soustředění povrchového odtoku úpravou území, znečištění půdy odpady apod. (Holý, 1994).

2.3 Protierozní opatření - Opatření proti vodní erozi

Eroze půdy velmi negativně ovlivňuje produkční potenciál půdy a ekologické funkce půdy, to má za následek snížení kvality půd. Zvýšená eroze pak také zvyšuje povrchový odtok, který může ohrožovat obce, které jsou blízko zemědělských půd, také je zvýšený odnos půdy, kdy může být odneseno i několik centimetrů půdy a tím dochází k její nenávratné ztrátě. Podle Podhrázské a Dufkové (2005) je třeba zemědělskou půdu chránit před vodní erozí hlavně na svazích a to vhodnými protierozními opatřeními. Většinou se jedná o komplex organizačních, technických a agrotechnických opatření, které se vzájemně doplňují a zároveň respektují styl zemědělské výroby. O využití individuálních možnostech ochrany, by měla rozhodovat jejich účinnost na snížení smyvu půdy a zároveň je nutné chránit stavby (intravilánu měst a obcí, vodní zdroje, atd.), vše by to mělo být v souladu se zájmy vlastníky, ochrany krajiny, životního prostředí a tvorby krajiny.

Hlavním účelem protierozních opatření na zemědělských půdách před vodní erozí je chránění před rozrušováním a odnosu půdy při dešti, podporovat vsak vody do půdy, podporovat celistvost půdy, omezit unášecí sílu vody a co nejvíce zamezit soustředěnému povrchovému odtoku, také by se měla neškodně odvádět odtékající voda a smytá zemina by se měla zachycovat (Janeček a kol., 2008).

2.3.1 Organizační opatření

Hlavním prvkem u organizačních protierozních opatření by měl být velikost a tvar pozemků, jejichž delší strana by měla být umístěna ve směru vrstevnic (Janeček a kol., 2008). Dále zde hraje roli rozmístování plodin a delimitace kultur. Organizační opatření ovlivňují návrhy v agrotechnických i stavebně technických protierozních opatření. Zařadit mezi ně můžeme delimitaci druhu pozemků, velikost a tvar pozemku, pásové střídání plodin a protierozní osevnické postupy (Agroprojekt, 1987).

Delimitace druhu pozemků

Podle Janečka a kol, (2008) lze chápat delimitaci kultur jako prostorová a funkční optimalizace pozemku sloužící k pěstování jednotlivých kultur. Člení se na ornou půdu, zahrady, louky, pastviny, vinice, sady a chmelnice, v rámci organizace zemědělského půdního fondu. Znamená to tedy, že se kultury umísťují v rámci

půdního fondu z hledisek terénních, půdních a klimatických podmínek, tak aby se bylo využítí účelné pro zemědělskou půdu (Holý, 1994).

Na pozemcích, které nelze využívat jako ornou půdu, z důvodu velké ztráty půdy způsobené vodní erozí, se používá ochranné zatravnění. Trvalý travní porost, který je správně zapojený do krajiny, je nejlepší protierozní ochranou. U protierozních opatření liniového charakteru jsou preferovány trávy, které tvoří pevný výběžkatý drn (Podhrázská, Dufková, 2005).

Velikost a tvar pozemku

Aby byla velikost pozemku vhodná, je v konkrétních případech závislá na kompromisu dvou protichůdných působících faktorů, a to faktorů přírodních a ekonomických. V prvním případě jde o tvoření malých pozemků, v případě druhém se volí spíše pozemky velké. Velikost pozemku by měla také zajistit nezbytnou míru ekologické stability, zároveň se musí řešit umístění zeleně v terénu a umístění protierozních opatření v rámci plánu společného zařízení, již v rámci vytváření individuálních zemědělských bloků. Je tedy velice obtížné dodržet přijatelnou velikost pozemku, protože se musí zohlednit všechny možné vlivy v místních podmínkách (Podhrázská, Dufková, 2005).

Je důležité, aby se při návrhu nového uspořádání pozemků respektovali i jiné faktory (homogenost půdy, přístupnost, a jiné). Měla by se propojit, při projektu pozemkové úpravy, protierozní, vodohospodářská, dopravní a vegetační linie, které vytvářejí kostru systému v krajině. Když se tato kostra dodrží, kde je prvořadě dodržet délku svahu, je možné vytvořit pozemky, které budou vyhovovat všem, jak vlastníkům (uživatelům), tak se i zaručí efektivní využívání zemědělských strojů. Obecně se může doporučit velikost půdních bloků na 20 ha v členitém území a do 50 ha v územích rovinatých (Janeček a kol, 2008). Nejvhodnějším tvarem je tedy pozemek, který má tvar obdélníku, či je rovnoběžný. Jeho vnitřní úhly by měly být 50 až 60 stupňů, se vhodným poměrem délek stran – 1:3, 1:2, ve výjimečných případech i 1:6 (Holý, 1994).

Pásové střídání plodin

Tím, že se pásy plodin chránící půdu (jetel, vojtěška, hrách, a jiné.) na pozemku střídají s plodinami, které mají malý účinek v ochraně půdy (kukuřice, okopaniny), je

možné omezit ztráty půdy vodní erozí. Šířka těchto pásů závisí na délce a sklonu svahu, její náchylnosti k erozi, propustnosti půdy a také na tom, jakou šířku záběru mají stroje. Můžeme, ale říct, že se doporučuje šířka těchto pásů od 20 do 40 metrů, podle sklonu pozemku. Tedy pokud máme pozemek na svahu 2 – 3% měla by být minimální šíře tohoto pásu 30 metrů, při svahu 6 – 9 % by měl být pás široký 25 metrů a při svahu 10 – 12% se doporučuje 20 metrů (Podhrázská, Dufková, 2005). Jejich četnost naopak závisí na délce svahu, kterou můžeme přerušit průlehy, či příkopy. Při vrstevnicových pásích bychom měli postupovat tak, aby byly mezi stejně široké pásy plodin umístěny nestejně široké pásy jetelovin (popřípadně travních porostů), které zajišťují vzhledem na jiný sklon terénu „opravu“, tak aby se zachovali stejné šířky plodinových pásů (Janeček a kol, 2008).

Protierozní osevní postupy

Pokud na některých pozemcích nejde uplatnit z organizačních a technických důvodů jiný způsob v rozmístění protierozních plodin, mělo by se aplikovat na pozemky protierozní osevní postupy, které jsou nezbytným řešením. Toto opatření je nenákladné, organizační a mění jen strukturu plodin. Tyto postupy se navrhují ve velkých svazích, ve více členitém území a tam, kde není možné provést operace napříč svahem (Podhrázská, Dufková, 2005).

2.3.2 Agrotechnická opatření

Agrotechnická opatření mají za cíl minimalizovat časový úsek, kdy je půda bez vegetačního krytu, čím déle je bez něj, tím je větší riziko vodní eroze (Janeček a kol, 2007). Nejvíce ohroženy vodní erozí jsou půdy v době tání sněhu a v době přívalových dešťů, u nás je toto období v rozmezí od května do září. V první třetině období je nedostatečná pokrývnost půdy u okopanin a kukuřice, ta se dá vyřešit bezorebným výsevem do strniště nebo přímým výsevem do hrubé brázdy (Podhrázská, Dufková, 2005). V poslední třetině jsou nejvíce náchylné pozemky, na kterých je zaseta řepka ozimá. Přínosem by mohlo být využití některých z minimalizačních technologií pro zpracování půdy (Janeček a kol, 2008).

Výsev do ochranné plodiny nebo strniště

Tato metoda je vhodná do oblastí hygienické ochrany, kde je potřeba mít minimální erozní smyv. Výsevem do ochranné plodiny, či strniště můžeme významně zvýšit ochranný účinek plodin, které se sejí v době přivalových dešťů (Agroprojekt, 1987).

Protierozní orba

Pokud nejsou svahy tak svažité může být vrstevnicové obdělávání levnou záležitostí, ačkoliv je možné, že v určitých oblastech bude potřeba zvláštní techniky. U extrémních svažitosti je lepší nechat svah zatravnit. Další problém může nastat, pokud tvar pozemku vylučuje protierozní orbu a to nastává v případě, že je pozemek obdélníkového tvaru a jeho delší strana je nasměrovaná dolů ze svahu (Konečná, Pratan, 2014).

Hrázkování a důlkování povrchu půdy

Tento postup se dá použít jen u brambor a kukuřice. U kukuřice se toto opatření používá jako doplňkové k jiným protierozním opatřením. Důlkování u brambor je podmínkou pro jejich vysazení napříč svahem. Důlkováním se sníží povrchový odtok, zadrží se srážková voda a tím se zvýší doba její infiltrace do půdy. Hrázkování je vytvářeno hrázky, které se připevní na radlice sazeče (Agroprojekt, 1987).

2.3.3 Technická protierozní opatření

Pokud jsou vyčerpány všechny možnosti v oblasti protierozní ochrany organizační nebo agrotechnické, přiklání se poté k protierozním opatřením technickým, ty se navrhují většinou jako jejich doplnění. Tato jednotlivá opatření se doporučují řešit, pokud se potřeba týká většího území, v rámci KPÚ a jejich realizaci dělat v rámci podpůrných a dotačních programů na protierozní ochranu (Ministerstvo životního prostředí ČR, MŽP), protipovodňovou ochranu (MZe – Ministerstvo zemědělství ČR). Základní zásadou TPEO je změna sklonu pozemku a to hlavně terénním urovnáním, terasováním či historickými mezemi. Zachycení povrchového odtoku a splavenin, zadržení odtoku a jeho neškodné odvedení z pozemku se dělá převážně sedimentační, retenční či suchou nádrží, vsakovacími prvky (průlehy) nebo hrázky. Posledním základním principem je přerušování volné délky pozemku, pozemek

se dá přerušit několika způsoby například příkopy, průlehy, údolnicí nebo protierozní mezí (Kadlec a kol, 2014).

Princip TPEO se moc neliší od prvních dvou protierozních opatření. Hlavní rozdíl se skrývá v jejich technických charakterech, ten se promítá do jeho způsobu navrhování, jelikož jsou TPEO charakteru investičního, je nutno je nechat vždy posoudit, zda vyhovují Stavebnímu zákonu 183/2006 Sb., a podle toho pak řešit zda je na realizaci potřeba stavební povolení nebo vyžaduje-li ohlášení, či je možno je realizovat bez nich.

Podle toho lze soudit, že TPEO se navrhuje zejména tak, aby byla zajištěna protierozní ochrana a také, aby byl pozemek schopen plnit svou funkci v předem stanovených podmínkách. Technická opatření je nutno navrhovat a dimenzovat na určitou dobu opakování a to na zcela jasnou míru bezpečnosti, to znamená, že by se podle typu měla pohybovat, podle typu a významnosti lokality, od pěti let v běžných podmínkách do deseti až padesáti let při ochraně intravilánu, či jiné významné infrastruktury, můžeme ale navrhovat, na dobu opakování, až sto let a to ve výjimečných případech (Kadlec a kol, 2014).

Tab. 1: Doporučené zabezpečení pro dimenzování základních typů TPEO (Kadlec a kol, 2014)

Druh opatření	Důvod opatření	Návrhové hodnoty	Poznámka
Opatření odváděcí (Příkop, průleh,...)	Ochrana pozemků	$Q_5 - Q_{10}$	Dle kvality půdy
Opatření odváděcí (Příkop, průleh,...)	Ochrana intravilánu	$Q_{10} - Q_{50}$	Dle významu obce
Opatření odváděcí (Příkop, průleh...)	Ochrana vodního útvaru	$Q_{10} - Q_{20}$	Dle charakteru a významu vodního díla
Objekty	Propustky, mostky	$Q_{20} - Q_{50}$	Dle místa výskytu
Opatření retenční (suchá/mokrý nádrž, poldr...)	Ochrana intravilánu nebo jiné významné lokality	$Q_{20} - Q_{100}$, k tomu odpovídající objem	Dle významu chráněné lokality

Terénní urovnávky

Toto opatření je aplikováno velmi málo. Není to nijak komplikovaná činnost, z hlediska inženýrského. Tato úprava spočívá především v odstranění místní nerovnosti a terénních útvarů, které svým způsobem ovlivňují soustředování odtoku povrchové vody. Jedná se především o odstranění mělkých údolnic na pozemcích (Kadlec a kol, 2014).

Terasy

Pokud nelze pozemek využívat formami zemědělské výroby efektivně, z důvodu velkého sklonu a členitosti, je dobré na pozemek umístit terasy. Ty pozemek zmenší, rozdělí svah na úseky, tak aby povrchový odtok neměl nebezpečné erozní účinky, a zároveň dojde k zlepšení mechanizace na pozemku. Avšak vybudováním teras dochází k velkému zásahu do ekosystému zemědělsky nevyužívaných lokalit, také dochází k narušení geomorfologických, pedologických, geologických, ale i biologických poměrů na území, kde se terasy budují. Terasy dělíme podle způsobu opevnění (stupňové zemní, stupňové zemní s opěrnými zdmi), a tvaru a velikosti plošiny (úzké a široké), (Agroprojekt, 1987).

- **Terasy stupňové zemní** – jsou takové terasy, které mají svah zpevněný vegetací
- **Terasy stupňové s opěrnými zdmi** – svah je zpevněn opěrnou nebo zárubní zdí z různých materiálů (především kámen, beton, či železobeton)
- **Terasy úzké** - umožňují výsadbu 1 – 2 řad vinné révy, či ovocných stromů a keřů
- **Terasy široké** – umožní naopak výsadbu nejméně 3 řad vinné révy, či stromů a keřů. Nejmenší šířka je pro vinice 8 m (vzdálenost řad 2m) a 12 m (vzdálenost řad 3 m). Pro sady (podle ovocného druhu a způsobu výsadby) 10 – 20 m. Pro ornou půdu je to pak 20 m.

Nevhodně navržené terasy a nepřítomnost doprovodných objektů často způsobují, že v období přivalových dešťů nebo jarnímu tání sněhu, nebezpečí destrukci svahů a tím je ohrožena zastavěná území obce. V takovýchto případech je nutné provést rekonstrukce poškozených, či dokonce nefunkčních teras, vybudování doprovodných objektů a rekultivace území (Kadlec a kol, 2014).

Příkopy

Příkopy jsou liniovými prvky, které mohou být kombinovány s jinými liniovými prvky, jako například mezí, cestou, biokoridorem a dalšími. Umisťují se na pozemek v místě, kde je potřeba přerušit svah. Příkop musí být orientován vrstevnicově s mírným podélným sklonem. Příkopy mívají lichoběžníkový profil se šířkou na dně 0,3 – 0,6 m a hloubkou mezi 0,6 – 1,2 m, se sklonem svahů od 1:1,5 – 1:2. Příkopy se dimenzují na dobu opakování pěti let a to pouze tehdy, je-li cílem ochránit zemědělskou půdu, pokud příkopem chceme ochránit intravilánu nebo jiné infrastruktury dělají se příkopy na dobu opakování od 10 do 50 let, pouze výjimečně na 100 let (Kadlec a kol, 2014).

Příkopy rozlišujeme podle prostorového uspořádání a funkce příkopů na příkopy odváděcí (záchytné, sběrné a svodné) a na příkopy vsakovací.

- **Příkop svodný** - Do toho příkopu může být zapuštěno několik příkopů záchytných nebo sběrných, proto se dimenzuje zpravidla větší. Příkop slouží hlavně k odvádění erodované půdy a přebytku vody. Tyto příkopy mají zpravidla větší podélný sklon, a proto by měli být dobře opevněny (Agroprojekt, 1987).



Obrázek č 1: Svodný příkop v k. ú. Lysice

- **Příkop sběrný** - Příkop je budován tak, aby zkrátil volnou délku povrchového odtoku v zájmovém území zemědělského pozemku. Aby nedocházelo k většímu odnosu půdy. Pokud je možné, doporučuje se, aby sběrné příkopy neměli zpevněné svahy, snadněji se pak udržují a je nižší pořizovací cena (Kadlec a kol, 2014).



Obrázek č. 2: Sběrný příkop, k. ú. Hořany

- **Příkop záchytný** - Příkop záchytný se buduje nad pozemkem nebo lokalitou, kterou chceme ochránit před přítokem vod. Úkolem tohoto příkopu je tedy zachytit povrchový odtok vody a bezpečně ho odvést z chráněné plochy (Kadlec a kol, 2014).



Obrázek č. 3 : Záchytný příkop na Holém kopci v Kobylí

- **Příkop vsakovací** - Úkolem vsakovacího příkopu je zachytit povrchový odtok a ten následně infiltrovat, popřípadně jí nechat vypařit, z výše ležícího pozemku. Tento typ příkopu musí být realizován jen vrstevnicově. I když má tento příkop velké opodstatnění jako prvek, který podporuje uzavřenou hydrologickou bilanci a spolehlivě snižuje celkový odtok povodí, je velmi těžké ho na dimenzovat, protože y nemělo dojít k jeho přelití. Proto se tento typ příkopu doporučuje jen ve výjimečných případech (Kadlec a kol, 2014).

Průlehy

Hlavní funkce průlehu je přerušení délky svahu, zachycení vody a její neškodné odvedení nebo zasáknutím do půdy. Průlehy se velmi podobají příkopům, ale hlavní rozdíl je, že průleh bývá mělký a sklon svahů by neměl překročit 1:5 (navrhuje se mírnější, zpravidla 1:10) a to proto, aby se přes něj mohlo jezdit, či ho obdělávat. Průleh je díky svému sklonu svahu doporučován na pozemcích o sklonu do 10%. Průlehy můžeme rozdělit na dva typy – příkopy odváděcí a na retenční. Průlehy odváděcí by měli být řešeny vrstevnicově s minimálním podélným sklonem, naopak průlehy vsakovací by se neměli být orientovány jinak než vrstevnicově. Avšak průlehy vsakovací se moc nedoporučují z důvodu nejistoty bezpečnosti, protože infiltrace vody do půdy se mění, jak s vývojem vegetace, tak se změnou sezon (Kadlec a kol, 2014).

Ochranné nádrže

Podle účelu dělíme nádrže na protierozní nádrže, suché nádrže, poldry a sedimentační jímky. Zpravidla jsou to průtočné nádrže, které slouží především k zachytávání vody a její akumulaci, retenci nebo retardaci odtoku (Agroprojekt, 1987).

- **Protierozní nádrže** snižují podélný sklon údolí, zachycují splaveniny a část odtoku převádějí vsakováním do podzemních vod. Pokud dojde k sedimentaci transportovaných částí způsobí to snížení průtočnosti, tomu lze předejít pravidelnou údržbou.
- **Suché nádrže** se zaplňují vodou při povodňové vlně za současného odtoku odpadním potrubím, který se po odeznění povodně vyprázdí. Tyto nádrže

jsou průtočné a jsou situované na vodním toku. Suché nádrže by měli mít za cíl, aby z nich odtékalo pouze tzv. neškodný průtok, který se stanoví na základě kritických míst v intravilánu, který má být suchou nádrží chráněn.

- **Poldry** nebo také boční nádrže, jsou v suchém období prázdné, ale v období povodní se voda v tocích dělí na neškodný průtok a průtok, který se vlévá do poldru, ten je během povodně uzavřen, tím se v něm voda akumuluje, po skončení povodní se otevře výpustné potrubí a voda tak odtéká zpět do toku. Cílem poldru je tedy cílené, či necílené řízení průtoku způsobené povodně.
- **Sedimentační jímky** jsou malé nádrže, které zachytávají sediment ještě před tím, než vstoupí do hydrografické sítě. Budují se převážně na svodných příkopech, či průlezech. Jímky nejsou podle svých malých rozměrů brány jako vodní díla.

2.4 Osevní postupy

Brant (2008) uvádí, že rostlinná produkce představuje složitý systém, jehož dokonalé poznání je základem pro specifikaci a následné zajištění nejen produkčních, ale i mimoprodukčních funkcí v zemědělství. Efektivní zajištění obou těchto funkcí v rámci zemědělské výroby je podmíněno vznikem nových agrotechnických postupů, které umožní jak dosažení požadovaných výnosů a kvality rostlinných produktů, tak i zachování a ochranu přírodních zdrojů.

Osevní postupy jsou nejstarší činnosti, které spojuje lidstvo s využíváním zemědělských půd a k zajištění obyvatelstva potravou. V systému hospodaření na půdním fondu je neoddělitelnou součástí a spolu s dalšími agrotechnickými opatřeními, jako je například hnojení nebo zpracování půdy, ovlivňují životní prostředí a zabezpečují stabilitu i kvalitu rostlinné produkce. Proto by se střídání plodin mělo přizpůsobovat hlavně specifickým zvláště dané lokality (Stach, 1995).

Pozornost je stále věnována problematice osevních postupů, pokud je správně sestavíme a zároveň doplníme správním hnojením a obděláním půdy, můžeme dosáhnout vysokých výnosů (Zimová, 1989). Erozní škody na půdě jsou častým tématem, a proto je nutné půdu před ní komplexněji chránit. Využití můžeme osevních postupů, které mají mnohostranné využití, a to nejen pro větší úrodnost půdy, organizaci a ekonomiku zemědělských podniků, ale také napomáhají chránit půdu, vodní zdroje a krajinu (Kokolia, 1989). V ochranných pásmech pitných vod, je velmi

důležité správně volit a sestavovat osevní postupy, tak aby splnili základní požadavky pro rostlinnou výrobu. Aby byl splněn celoroční pokryv půdy a snížilo se vyplavování živin a hlavně dusíku, do pitných vod, doporučuje se zařazovat do osevních postupů meziplodiny (Zimová, 1989). Abychom snížili vyplavování nitrátu z orné půdy, měli bychom minimalizovat plochy osetými jarními plodinami, snížit období, kdy je půda bez pokryvu (například meziplodinami) a dále bychom se měli vyhnout aplikaci dusíkatých hnojiv na podzim (Jenkinson, 1986).

Na silně ohrožených půdách, kde nemůžeme uplatnit organizační nebo technické protierozní opatření, se doporučuje tzv. speciální osevní postup. Tento postup se používá zejména na silně svažitéch pozemcích s malou výměrou, ve složité konfiguraci a více směrné svahovitosti pozemku nebo na pozemcích, kde nelze provést orbu po vrstevnicích, popřípadně je pozemek nepříznivého tvaru, apod. Tyto pozemky je nutné zařadit do samostatného osevního postupu, na těchto pozemcích by měl být rostlinný kryt po většinu roku. Hlavním negativem speciálních osevních postupů je nižší výnos výroby a to z důvodu pěstování zejména pícnin (Kokolia, 1989).

Vývoj osevních postupů

Již první zemědělci přišli na to, že pokud pěstují jednu a tu samou plodinu stále dokola, její výnosnost a kvalita se snižuje, a půda na pozemku se vyčerpává. Ve starověku přišli na to, že některé plodiny, jako je lupina nebo bob, působí na půdu příznivě, také zjistili, že pokud nechají pole ladem, nechají ho zarůst bylinami a travou, jeho úrodnost se zregeneruje. Z prvního systému střídání plodin vznikl tzv. trojhonný osevní postup, kde se střídalo po roce: úhor – ozimá plodina – jarní plodina (Stach, 1995).

V 18 – 19. století se začali zvyšovat nároky na společnosti na potraviny, které si vynutilo zrušení úhoru. Začali se zavádět nové druhy na pěstování, jako byla cukrovka, brambory nebo jetel luční. Tzv. norfolkský osevní postup, se k nám dostal z Anglie, kde se střídali plodiny po roce a to: jetel – ozimá plodina – okopanina – jař (Kvěch, 1985).

Po II. světové válce se šlechtili stále výkonnější odrůdy plodin a spolu s rozvojem průmyslových hnojiv, herbicidů, fungicidů a insekticidů, by se dalo říci, že se v té době osevní postupy odsunuli do pozadí, protože mohli být nahrazeny

hnojivý. Došli však k závěru, že to tam může být jen do určité výše výnosů (Stach, 1995).

Meziplodiny v osevních postupech

Zařazení meziplodin do osevního postupu je dáno složením plodin hlavních, jejich odrůd a také aby byl zajištěn dostatečný prostor pro jejich pěstování. Hlavním parametrem je délka meziorostního období, kdy meziplodiny mohou být vysévány, to je především u meziplodin letních a strniskových.

Meziplodiny se doporučuje vysévat v oblastech s dominantním zastoupením obilnin, zde mají meziplodiny funkci přerušovače, snižují výskyt plevelů a pozitivně působí na vlastnosti půdy. Velkým pozitivním přínosem pěstování meziplodin lze uplatnit i v bramborářských oblastech, kde jako zelené hnojení mají dobrý vliv na kvalitu a produkci hlíz, také snižují choroby a škůdce. Za významné využití lze považovat i podsevové meziplodiny, které se vysévají do porostu kukuřice, tím je zajištěné snížení erozního ohrožení půd, snížení výskytu plevelů a při vhodné volbě podsevu i zvýšení výnosu. Můžeme využít i podsevy jílku ve výsevu lnu setého. Pokud po jařinách následuje luskovina, je dobré zařadit mezi ně meziplodinu, tím zabráníme vyplavování dusíku z půdy (Brant, 2008).

2.5 Meziplodiny

Meziplodiny, jak jsem již zmiňovala výše, se využívají v osevním postupu tak, aby byla zemědělská půda zakrytá mezi dvěma hlavními plodinami. Hlavním cílem pěstování meziplodin je podpora mimoprodukčních a produkčních funkcí zemědělství (Brant, 2008). Meziplodiny jsou tak důležitou součástí v ochraně půdy před vodní a větrnou erozí, stabilizují energetické bilance, podporují produktivní výpar a tím ochlazují krajinu, slouží také jako rezervní zdroj pro krmení. Pokud meziplodiny nevyužíváme na sklizeň, ale zaoráváme je, obohacujeme tak půdy o organickou hmotu a tím se zlepšují půdní vlastnosti (Künkel, 1988). Dalším pozitivem meziplodin je, že snižují riziko výskytu a šíření škůdců a chorob rostlin, podporují druhovou pestrost a mají také funkci krajinytvornou (Brant, 2008). Meziplodiny mají význam především v tom, že se do půdy dostává organická hmota, která je lehce rozložitelná, díky ní se stimulují biologické pochody v půdě. Organická hmota zanechaná na pozemku spolu s kořenovým systémem meziplodin zlepšují fyzikální stav půdy, což je v dnešní době,

kdy je zhutňování půd závažným problémem, velké pozitivum Na druhou stranu malý význam mají meziplodiny na tvorbě trvalého humusu (Slavík, 1984).

Meziplodiny, ale mohou mít i negativní účinky a to hlavně na plodiny, které po nich následují. Pokud se zvolí špatná odrůda meziplodiny, může to mít za následek zvýšení chorob a škůdců, může také dojít ke zvýšení zaplevelení vytrvalými plevelely nebo dokonce zaplevelení způsobené meziplodinami, to může být způsobeno, například pokud meziplodiny neměli dostatek vláhy, mohou vyklíčit při hlavní plodině (Freyer, 2003). Meziplodiny s vysokou produkcí biomasy a jsou již ve stádiu senescence (proces stárnutí) nebo pokud jsou meziplodiny špatně zaorány do půdy, může mít za následek negativní reakce u předset'ové přípravy půdy a setí (Kahnt, 1981).

Významným pomocníkem jsou meziplodiny v osevních postupech s vyšším zastoupením obilovin, kde mají funkci jako přerušovače. Toto přerušování napomáhá zlepšení půdních vlastností a tím tedy zvýšení výnosů z obilovin. Oprávněný význam má i pěstování ozimých mezipločin pro krmné účely, jelikož mají stabilní výnosnost. Naopak letní meziplodiny, které mají menší výnosnost, jsou spíše pro krmení zdrojem zásobním. V kukuřičné oblasti jsme limitováni vodním režimem, proto není vhodné zařazovat meziplodiny před plodiny, které jsou náročné na vodu, především ne před cukrovkou. Využití mezipločin se snižuje se stoupající nadmořskou výškou, tam se totiž snižuje délka meziporostního období. Proto by se plochy v bramborářských oblastech měli vybírat pečlivěji, zde se musí přihlížet hlavně k půdním podmínkám, či expozici. V těchto oblastech dominují letní meziplodiny, jelikož ozimé meziplodiny získávají ve vyšších polohách charakter plodiny hlavní (Slavík, 1984).

2.5.1 Členění mezipločin

Využitím mezipločin můžeme vyřešit například lepší využití živin dodaných rostlinami, výskyt chorob a škůdců se sníží. Mezipločinami zvyšujeme úrodnost půdy a také rostlinné produkce v osevních postupech (Stach, 1995). Meziplodiny můžeme pěstovat za různými účely pěstování, určující je zejména, kdy mezipločinu vyséváme a jak dlouho je na pozemku necháme. Jelikož možností, jak mezipločinu využít je široká, můžeme je členit do vícero skupin (viz níže – Stachovo členění). Ovšem nejjednodušší dělení je podle termínu založení porostů (Brant, 2008).

Členění meziplodin podle Stacha (1995):

1. Dle užitku:

- **Krmné** – kukuřice, slunečnice, luskoviny
- **Tržní** – ředkvička, špenát, vodnice
- **Na zelené hnojení** – hořčice, svazenka, řepka, luskoviny

2. Dle délky vegetační doby

- **Ozimé**
- **Jarní, letní**
- **Strniskové**

Členění podle termínu založení porostů

Ozimé meziplodiny

Ozimé meziplodiny jsou významné převážně tím, že jsou zaručeným zdrojem píce na jaře a v časném létě. Časově omezena je doba využívání a je také určena růstovou fází rostlin, proto musíme druhovou skladbu přizpůsobit (Benda, 1984). Uplatnění ozimých meziplodin je v rámci ekologického systému hospodaření, kdy se tyto rostliny podílejí na produkci krmiv, fungují jako přerušovače osevních sledů a mají odplevelující a fyto-sanitární účinek (Brant, 2008). Ozimé meziplodiny jsou dobře zásobeny vláhou, jelikož jsou sety na konci jednoho vegetačního období a na začátku vegetačního období druhého (Slavík, 1984).

Zařazení ozimých meziplodin do osevního postupu by mělo být s ohledem na následující plodiny, které snášejí pozdější výsev, například kukuřice na siláž a na zeleno. Tyto meziplodiny mohou odčerpat vláhu a opozdit výsev následné plodiny, to má negativní vliv na výnos a kvalitu následné plodiny (Slavík, 1984). Musíme brát v úvahu to, že ozimé meziplodiny by neměli být vyživovány na úkor plodiny hlavní, to znamená, že je potřeba dostatečně je hnojit (Benda, 1984). Dá se říci, že tyto meziplodiny jsou nenáročné na předplodiny, mohou následovat po většině plodiny, které v letních měsících uvolnili pozemek. Většinou se vysévají po obilninách (Kvěch, 1985).

Letní meziplodiny

Zpravidla letní meziplodiny ukončují vegetaci v roce výsevu, výjimkou jsou zmrzající meziplodiny, které se začali uplatňovat na pozemcích, které jsou ohroženy vodní a větrnou erozí. Tyto meziplodiny jsou zasety v létě po hlavní plodině a ještě téhož roku na podzim jsou sklizeny nebo zaorány na zelené hnojení (Stach, 1995). Brant (2008) píše, že se letní meziplodiny u nás pěstují spíše ojediněle a to z důvodu nejistého výnosu z nich pro krmné využití. Pro krmné účely se u nás pěstuje kukuřice na siláž, které letní meziplodiny nemohou konkurovat. Dříve se tedy využívali zcela běžně jako součást plánu zeleného krmení, v současné době je jejich využití spíše v ekologickém zemědělství, kde jsou nápomocné se svými odplevelujícími účinky.

Letní meziplodiny se využívají po hlavní plodině, na jinak dlouhé vegetační období, podle doby setí pak poskytují vyšší nebo nižší výnos zelené hmoty (Benda, 1984). Jejich setí můžeme také naplánovat po raných bramborách nebo rané zelenině (Brant, 2008). Aby byl výnos zelené hmoty vysoký, potřebují letní meziplodiny dostatek vláhy (srážky minimálně 150 – 170 mm). V teplejších lokalitách s lehkými půdami je pěstování především brukvovitých meziplochin velkým rizikem, protože tyto půdy mají nižší schopnost vázat vodu a tím snadněji vysychají. Považovat za dobré nemůžeme ani těžké půdy v teplých lokalitách, tyto půdy jsou během léta těžko zpracovatelné, jejich struktura je hrubá a tím je velmi těžké, aby drobná semena meziplochin dostali potřebnou vláhu (Slavík, 1984).

Strniskové meziplodiny

V dnešní době jsou strniskové meziplodiny v České republice využívány nejčastěji. Jejich oblíbenost je dána především v tradici v jejich pěstování, nejsou náročné na pěstební technologie, protože nevyžadují speciální technické vybavení, jejich osivo je levné a snadno dostupné a nakonec mají dotační podporu v rámci agroenvironmentálních opatření (Brant, 2008). Hlavním důvodem pro pěstování těchto meziplochin byla pravděpodobně změna celkového pohledu na zemědělství, to vyústilo i v globální podporu ekologického zemědělství, cílem je tedy jejich využití převážně na zelené hnojení (Freyer, 2003).

Abychom mohli strniskové meziplodiny úspěšně pěstovat, je důležité, aby byl počet vegetačních dní do příchodu podzimních mrazíků nad 65 dní. Také je důležité, aby byly půdy zásobeny vláhou, na zvýšení můžeme půdu k předplodině podrývat, výběr kvalitních druhů, také bychom měli mít možnost hnojit NPK hnojivou a další (Novotný, 1990).

Podsevové meziplodiny

Podsevové meziplodiny se vysévají do plodin, které jsou širokořádkové nebo mají naopak řádky úzké. Jejich využití je zejména ke snížení plevelů po dobu růstu a po sklizni plodiny (Brant, 2008). Podsévají se na jaře do hlavní plodiny, a na podzim se buď se sklízí, nebo zaorávají. Předností těchto mezipločin, a to především jetelovin a trav, je velmi příznivý vliv na vlastnosti půdy, to vyplývá z velkého množství posklizňových zbytků a kořenů, které po sobě zanechávají. Jsou to méně náročné meziplodiny a jejich nevýhodou může být, že nepostihují vytrvalé plevele (Kvěch, 1985).

Podsevové meziplodiny jsou uplatňovány převážně v porostech kukuřice, u ní je hlavní protierozní ochrana a omezení růstu plevelu. Abychom vybrali hořčici se podsevové mezipločinou je nutné vycházet z agrotechnických požadavků (Brant, 2008), například hlavní podmínkou je množství srážek a jak se rozdělí v průběhu růstu vegetace, mezipločina bychom měli vybírat tak, aby se hodily do půdně klimatických podmínek dané oblasti (Freyer, 2003).

2.5.2 Vybraní zástupci mezipločin

Rostliny, které můžeme využít jako mezipločiny, představují rozsáhlou skupinu druhů ze všech známých čeledí. Za nejčastěji používané čeledi můžeme považovat brukvovité, lipnicovité (trávy) a bobovité (jeteloviny). Brukvovité mezipločiny jsou velmi levné s rychlým vývinem a podílejí se na biologické sorpci dusíku, naopak jeteloviny jsou dražší s pomalejším vývinem, ale jsou schopné poutat vzdušný dusík (Brant, 2008).

Hořčice bílá

Hořčice bílá je naším hlavním druhem pěstované hořčice, uplatňuje se hlavně jako strnisková mezipločina. Je nenáročná na půdní a klimatické podmínky. Její nižší

výnosnost a horší kvalitu píce, v porovnání s krmnými řepkami, jí využíváme na zelené hnojení. Výhodou hořčice je, že jí můžeme vysévat spolu s pohankou, svazenkou či luskovinami (Brant, 2008).

Hrách setý

Hrách je nejrozšířenější luskovina, která se pěstuje v celém mírném pásmu. Semena hrachu jsou bohatým zdrojem bílkovin, jak pro výživu lidí, tak i zvířat. V potravinářském průmyslu se tak hrách využívá na preparovanou mouku, či předvařený hrách. Na druhou stranu v krmivářském průmyslu je hrách využíván jako donátor bílkovin do krmných směsí. Hrách má geneticky danou velkou výnosnost, ale nejvhodnější oblasti pro pěstování jsou mírné polohy se středními srážkami. Hrách má v určitém stupni vývoje vysoké požadavky na vláhu, například ve fázi nabobtnání a klíčení potřebuje vodu, která je až 100 – 105% ke hmotnosti semene (Lahola, 1990). Hrách je vynikající luskovina na zelené krmení a hnojení a to převážně v řepářských oblastech. Rašelinité a jílovité půdy jsou pro hrách setý nejhorší, nejlépe se mu daří na půdách humózních a prahorních s dostatkem vápna (Mareš, 1961).

Hrách rolní – Peluška

Hrách rolní se využívá spíše v pícninářském hospodaření. Ve většině oblastí se využívá jako doplňková pícnina, protože základním zdrojem objemné píce jsou vytrvalé pícniny (např. vojtěška, jetel luční). V bramborářských a horských oblastech má velký význam jako plodina pro krmné účely (Lahola, 1990). Hrách rolní má velmi podobné nároky na zařazení do osevního postupu, jako hrách setý, ale tato rostlina nemá tak vysoké nároky na půdu a teplotu (Stach, 1995).

Jetel luční

Nejvýznamnější jetelovina v mírném pásmu je jednoznačně jetel luční. Je to víceletá jetelovina, která se od ostatních jetelovin liší svým mohutným vegetativním rozmnožováním (Mareš, 1961). Hlavním významem pro tento jetel je, že se dá použít jak do směsky trvale travních porostů, tak se může stejně použít se směsí travin na orné půdě. Dále ho můžeme použít jako podsev pod kukuřici nebo ho můžeme zaorat a tím ho využít jako zelené hnojení. Není nijak náročný na teplotu, ale trpí na holomrazy (Brant, 2008).

Jetel plazivý

Jetel plazivý se přidává do směsí na dočasné nebo trvalé pastevní porosty. Na orné půdě se využívá jako podsev pro kukuřici a obilniny. Jetel plazivý vyžaduje půdy, které jsou hlubší s obsahem organických a minerálních živin. Listy jetele jsou trojčlenné a dlouze řapíkaté s blanitými, srostlými palisty (Randuška, Šomšák, Háberová, 1986).

Pohanka obecná

Pohanku lze využít nejen jako obilninu, ale také jako zeleninu, krmivo pro zvířata a můžeme ji využít i na zelené hnojení. Pohanka je také medonosná rostlina, takže zajišťuje pastvu pro včely po celou dobu kvetení. Její hlavní využití je na svazích, kde je možnost vyplavování dusíku, přes zimu pohanka zmrzne a tím se zamezí vodní erozi. Pohanková sláma zvyšuje produkci následné plodiny až o 20%, pokud ji zaoráváme (Janovská, Kalinová, Michalová, 2008). Pohanka je oblíbená hlavně pro svou krátkou vegetační dobu, díky které se hodí do strniskových směsek, ale také na zelené hnojení. Na zelené hnojení se využívá zejména na málo úrodných nebo neúrodných půdách, kde je schopna produkovat velké množství zelené píče (Mareš, 1961).

Vlčí bob – Lupina

Vlčí bob napomáhá v oblastech s lehkými, vápnem chudými písčitymi půdami, svými kořeny je totiž prohlubuje, obohacuje je humusem a živinami, ale hlavně dusíkem, čímž tyto půdy zúrodnuje. Ovšem velmi se podceňuje na zelené hnojení, kde by našel uplatnění. Vlčí bob má pomalý počáteční růst, jako většina jarních drobných luskovin, a proto trpí zaplevelením, abychom tomuto zaplevelení proti dvouděložným plevelům zabránili, ošetřuje se herbicidem Topogard 50 WP nebo Afalon 50 WP (Lahola, 1990).

Druhy vlčího bobu je mnoho, ale jen tři mají hospodářský význam a to, vlčí bob bílý, vlčí bob žlutý a vlčí bob úzkolistý – modrý. V ČR bylo zařazení lupiny na malé plochy, protože se využívala spíše jako meliorační plodina na zelené hnojení, na to se využíval převážně vlčí bob žlutý a modrý. Lupině se daří, pokud je vysévána do půdy, která je po hnojené okopanině, ale v praxi se spíše vysévá po obilnině (Stach, 1995).

2.6 Metoda čísel odtokových křivek (CN křivky)

Metoda čísel odtokových křivek (dále jen CN křivky), je jednou z metod, jak řešit problematiku přímého odtoku z významných dešťů na povodí. Označení CN je z překladu anglického Curve Number Method. Metodu vyvinula americká Služba ochrany půdy a v dnešní době je rozšířená po celém světě. Tato metoda je oblíbená zejména díky své jednoduchosti a dostupnosti vstupních údajů. Využívá se zejména na malých povodí do velikosti plochy cca 10 km² (Kovář a Kulhavý, 2000).

Hypodermický odtok, který se podílí na přímém odtoku, dochází, kdy je do půdy infiltrována voda, která stéká po málo propustné, mělce uložené vrstvě, naopak základní odtok, na kterém se podílí voda, která vtéká do koryt toků (Pasák a kol, 1984). Povrchový a hypodermický odtok je zahrnut v přímém odtoku, za pomoci CN křivek se stanoví podíly na tento typ odtoku na celkovém odtoku. Čím je hodnota CN křivek větší, tím je pravděpodobnější, že se jedná o povrchový odtok. Odtok vody je způsobován mnoha faktory, jako srážkami, infiltrací vody do půdy, vlhkostí půdy, druhem vegetačního pokryvu, nepropustnými plochami a také retencí povrchu (Janeček a kol, 2007).

Odtokový vztah metody CN křivek je založen na předpokladu, že podíl odtoku k přebytku srážek se rovná podílu vody zadržené při přívalovém dešti k potenciálnímu objemu, který může být maximálně zadržen při přívalovém dešti. Metoda předpokládá úměrnost mezi retencí a odtokem:

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{P} [\text{mm}]$$

kde $F = P * Q =$ Aktuální retence

$S =$ Potenciální maximální retence

$Q =$ Celková výška přímého odtoku z přívalového deště P

$P =$ Potenciální maximální odtok (celková výška přívalového deště)

(Janeček a Kovář, 2010).

Metoda vychází z předpokladu, že poměr objemu odtoku k objemu přívalového deště se rovná poměru potenciální retenci povodí k retenci aktuální (Starý, 2005). Tato metoda tedy počítá s výškou srážek, která tvoří přímý odtok, jako funkci

kumulativního srážkového úhrnu, půdního pokryvu a další, podle vzorce (Beitlerová a kol, 2015):

$$H_o = \frac{(H_s - I_a)^2}{H_s - I_a + A}$$

kde H_o = Přímý odtok [mm]

H_s = Úhrn srážek [mm]

A = Potenciální retence [mm]

I_a = Počáteční ztráta [mm], ($I_a = 0,2A$).

Po rovnici je důležitá potenciální retence půdy, která je funkcí CN křivky, její vyjádření je podle vzorce:

$$A = 25,4 * \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Objem přímého odtoku O_{pH} [m³] je vyjádřen jako:

$$O_{pH} = 1000 * P_p * H_o$$

kde P_p = Plocha povodí [km²]

Abychom mohli CN křivky určit, musíme znát hydrologické vlastnosti půdy, ty jsou rozděleny do 4 skupin – A, B, C a D. Ty jsou rozděleny na základě minimální infiltrace vody do půdy bez vegetačního pokryvu. Dále musíme znát vlhkost půdy, kterou určíme za pomoci pěti-denního úhrnu předcházejících srážek neboli na předchozích vláhových podmínkách. Tyto vláhové podmínky jsou určeny ve třech stupních, kde první stupeň odpovídá minimálnímu obsahu vody v půdě a třetí stupeň značí přesycení půdy vodou z předcházejících dešťů. A v neposlední řadě jsou určeny podle využití půdy, vegetačního pokryvu a způsobu obdělávání a uplatnění protierozních opatření (Janeček a kol, 2007).

3. Cíl a metodika práce

3.1 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je posoudit uplatnění meziplodin v osevních postupech a zhodnotit jejich vliv v protierozní ochraně v katastrálním území Krašovice u Čížové.

V první části této práce se zabývám literární rešerší na téma Uplatnění meziplodin jako stabilizujícího prvku v protierozní ochraně. V této části rozebírám problematiku eroze a protierozní opatření proti vodní erozi, dále zde popisují osevní postupy, meziplodiny - jejich rozdělení a uplatnění v zemědělství.

Druhou část diplomové práce věnuji vybranému území – Krašovice u Čížové, kde jsem provedla průzkum lokality a popsala jsem charakteristiku území. Pro tuto oblast jsem navrhla osevní postup a poté jsem do osevního postupu zařadila meziplodiny.

Výpočet erozního ohrožení jsem dělala pomocí Wischmeier – Smithovi rovnice, následně jsem porovnála výsledky mezi sebou. Všechny podklady, které mi pomohli k určení erozního smyvu, jsem získala z LPISu – veřejného registru půdy a tyto data jsem dále zpracovala v ArcGisu (geografický informační systém).

3.2 Metodika práce

Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE) umožňuje předpovědět průměrnou míru eroze půdy pro každou proveditelnou alternativní kombinaci systému plodin a postupů řízení ve spojení se specifickým typem půdy, srážkovým vzorem a topografie. Když jsou tyto předpokládané ztráty porovnány s vzhledem k tolerancím úbytku půdy, poskytují specifické pokyny pro ovlivnění regulace eroze ve stanovených mezích. Rovnice seskupuje četné vzájemně provázané fyzikální a řídicí parametry, které ovlivňují rychlost eroze v šesti hlavních faktorech, jejichž místně specifické hodnoty mohou být vyjádřeny numericky (Wischmeier a Smith 1978).

Univerzální rovnice pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy erozí z pozemku:

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

G = ztráta půdy v t.ha⁻¹. rok

R = faktor erozní účinnosti deště

P = faktor účinnosti technických protierozních opatření

K = faktor náchylnosti půdy k erozi

L = faktor délky svahu

S = faktor sklonu svahu

C = faktor vegetačního krytu a použité agrotechniky

Výsledek rovnice nám udává množství půdy, která může být v dlouhodobém důsledku vodní eroze odnesena z pozemku, avšak neukládá se na něm nebo pod ním. Tuto rovnici nelze použít pro kratší než roční období a také pro zjišťování ztráty půdy erozí z jednotlivé srážky nebo tání sněhu.

Pozemky s mělkými půdami by se měli ponechat zatravněné nebo je zalesnit. Povolená ztráta půdy na pozemku s půdami středně hlubokými a hlubokými nad 30 cm je ve výši 4 t.h⁻¹.rok⁻¹. Dříve pro hluboké půdy doporučovalo 10 t.h⁻¹.rok⁻¹, to se ale snížilo z důvodu ochrany, tyto půdy jsou považovány ze zemědělského hlediska jako nejhodnotnější hluboké úrodné půdy (Janeček a kol, 2012).

R faktor – erozní účinnost deště

Také jako srážkový a odtokový faktor, je počet jednotek srážkových erozních indexů plus faktor pro odtok z tání sněhu nebo aplikované vody, kde je takový odtok významný (Wischmeier a Smith, 1978).

R faktor závisí na množství výskytu srážek, intenzitě, jejich úhrnu a také na kinetické energii. Hodnota faktoru se určuje z dlouhodobých záznamů o srážkách a představuje součet erozní účinnosti jednotlivých přívalových dešťů, které se v daném roce vyskytly. Nezapočítávají se deště s menším úhrnem než 12,5 mm, u kterých nespadlo alespoň 6,25 mm během patnácti minut. Deště by mezi sebou měli být oddělené alespoň šesti hodinami. Hodnota faktoru R byla, na základě dlouhodobého pozorování srážek v České republice, určena na $R = 40 \text{ MJ ha}^{-1}/\text{cm/h}^{-1}$. Uskutečněné pozorování bylo provedeno na třech stanicích Českého hydrometeorologického ústavu, na stanici Praha – Klementinum, Tábor a Bílá Třemešná (Janeček a kol, 2008).

Tab. 2: Průměrné rozdělení faktoru R do měsíců vegetačního období (Janeček, 2008)

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

P faktor - účinnost technických protierozních opatření

Faktor P nám určuje hodnotu protierozních opatření na pozemku. Obecně platí, že pokud na pozemku není žádné opatření, počítá se s $P = 1$.

Tab. 3: Hodnoty faktoru protierozních opatření P (Janeček a kol, 2008)

Druh opatření	Sklon svahu v %			
	2 - 7	7 - 12	12 - 18	18 - 24
Přímé řádky v libovolném směru	1,0	1,0	1,0	1,0
Vrstevnicové obdělávání	0,6	0,7	0,9	1,0
Pásové střídání plodin	6 pásů	4 pásy	4 pásy	2 pásy
Při maximální šířce a počtu pásů	po 40 m	po 30 m	po 20 m	po 20 m
- střídání okopanin a víceletých pícein	0,30	0,35	0,40	0,45
- střídání okopanin a ozimých obilovin	0,50	0,60	0,75	0,90
Hrázkování (přerušované brázdování podél vrstevnic)	0,25	0,30	0,40	0,45
Terasování (podle typu)			0,05 - 0,15	0,05 - 0,20

K faktor – faktor náchylnosti k erozi

Také jako faktor erodovatelnosti půdy, je míra ztráty půdy na jednotku indexu eroze pro specifickou půdu, na jednotku plochy s délkou 22,13 m na svahu se sklonem 9 % (Wischmeier a Smith, 1978). Faktor K se určuje buď z nomogramu nebo kódů bonitovaná půdně ekologická jednotka (dále jen BPEJ). Abychom mohli určit hodnotu faktoru z BPEJ je třeba znát HPJ. Pokud není stanoveno HPJ pro některou hodnotu faktoru K, musíme použít ke stanovení již zmíněný nomogram.

Tab. 4: Hodnoty faktoru náchylnosti k erozi K podle BPEJ (Janeček a kol, 2008)

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

L a S faktor – délka svahu a sklon svahu

Wischmeier a Smith (1978) popisují faktor L jako ztrátu půdy na jednotku plochy, která vzrůstá s rostoucí délkou svahu. Odtok z orné půdy obecně vzrůstá se zvýšeným gradientem sklonu, ale vztah je ovlivněn faktory, jako je typ plodiny, drsnost povrchu a nasycení profilu.

Topografický faktor LS (kombinace faktoru L a S) představuje poměr ztráty půdy na pozemku o délce 22,13 m se sklonem 9% (Janeček a kol, 2008).

Tab. 5: L faktor (Janeček a kol, 2008)

d (m)	5	10	15	20	30	40	50	60	80	100
L	0,48	0,68	0,82	0,95	1,17	1,35	1,52	1,66	1,91	2,13
d (m)	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
L	2,61	3,02	3,36	3,69	3,99	4,27	4,52	4,77	5,22	5,64
d (m)	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500		
L	6,04	6,39	6,75	7,07	7,39	7,69	7,98	8,26		

Tab. 6: S faktor (Janeček a kol, 2008)

s (%)		2	3	4	5	6	7	8	9	10
S		0,18	0,26	0,35	0,45	0,57	0,70	0,84	1,0	1,17
s (%)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S	1,35	1,55	1,75	1,97	2,21	2,46	2,72	2,99	3,27	3,57
s (%)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
S	3,89	4,21	4,55	4,90	5,26	5,64	6,03	6,43	6,85	7,28

C faktor - vegetační kryt a použitá agrotechnika

V období výskytu přívalových srážek, v měsících od dubna do září, je ochranný vliv vegetace přímo úměrný pokryvnosti a hustotě porostu. Nejlepší protierozní ochranou jsou porosty trav a jetelovin, na druhou stranu kukuřice, okopaniny, sady a vinice jsou nedostačující, co se ochrany půdy týče (Janeček a kol, 2008). Odpovídající období očekávaných vysoce erozivních srážek s obdobími špatného nebo dobrého krytí rostlin se v jednotlivých regionech nebo lokalitách liší. Proto hodnota C pro určitý systém oříznutí nebude stejná ve všech částech země (Wischmeier a Smith, 1978). Z celkového hlediska objemu přímého odtoku, akumulaci vody a v povrchových mikrodepresích má přímý vliv na celý proces povrchového odtoku vegetační kryt a způsob využívání pozemku. Spolu se způsobem

hospodaření a provozem zemědělské sféry má tento faktor velký vliv na intenzitu erozních, transportních a akumulačních procesů (Dumbrovský, 2005).

Dle Wischmeier a Smith (1978) C faktor se stanoví pro jednotlivé plodiny, které jdou po sobě a také se určí nástup a způsob agrotechnických prací v 5 – ti základních obdobích:

1. období podmítky a hrubé brázdy,
2. období od přípravy pozemku k setí do jednoho měsíce po zasetí nebo sázení,
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.

Tab. 7: Faktor C - Ochrana vlivu vegetace a způsobu obdělávání (Janeček a kol, 2008)

Plodina	Zařazení v osevním postupu	Použitá argotechnika	Hodnoty faktoru vegetačního krytu a agrotechniky podle pěstebních období					
			1	2	3	4	5s	5p
Obiloviny	v 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	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
		O K	0,25 - 0,70	0,25 - 0,70	0,20 - 0,55	0,25	0,60	0,30
		St						
	sláma předplodiny nesklizena	OP	0,60	0,75	0,55	0,25	0,60	0,30
		O K	0,04 - 0,30	0,04 - 0,25	0,04 - 0,20	0,05 - 0,20	0,25 - 0,04	0,15 - 0,30
		St						
	bezorebný výsev do herbicidem umrtveného dnu	víceletých pícnin	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		v přímých řádcích	0,65	0,80	0,65	0,30	0,70	
Cukrovka		libovolného směru						
Vojtěška							0,02	
Jetel červený dvousečný							0,015	
Víceletá tráva, louky							0,005	

Vysvětlivky:

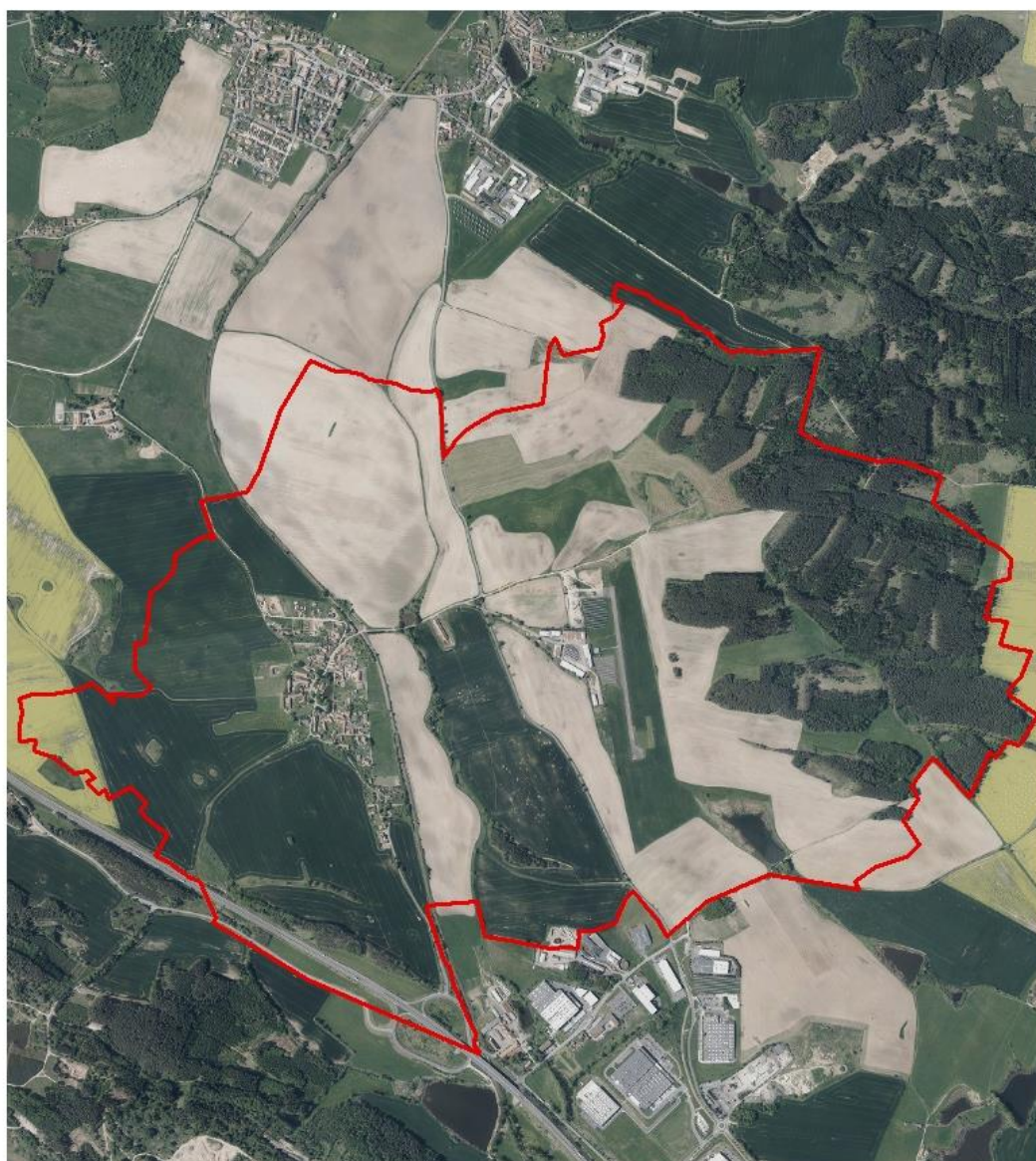
5s - sláma sklizena, 5p - sláma ponechána, O - po obilovině, K - po kukuřici, OP - setí do zorané půdy, St - setí do strniště

4. Charakteristika lokality


Katastrální území Krašovice u Čížové se nachází v Jihočeském kraji na Písecku, asi 5 kilometrů od města Písek. Rozloha území je 4,88 km². Obcí toho území jsou Krašovice, které se nacházejí v jihozápadní části.

Mapa č. 1: Mapa katastrálního území Krašovice u Čížové (autorka)

Katastrální území



Legenda

 Katastrální území

0 0,2 0,4 0,8 1,2 1,6
kilometry



Geologické poměry

Zasahuje sem Březnická pahorkatina, která je částí Benešovské pahorkatiny, do které zasahuje okrsek Mirotické vrchoviny s nejvyšším vrchem – Hrad. Tato pahorkatina je velmi členitá a nachází se v povodí Vltavy a Otavy. Reliéf je tektonicky porušený se strukturními hřbety a suky. Nejvyšší vrch je zde Stráž s výškou 638 m. n. m. Na tomto katastrálním území je jako nejvíce zastoupený geologický podklad rula. V severo-východní oblasti pak rula granulit a zbytek je smíšený sediment.

Klimatická oblast

Ve stanici v Písku byl naměřen průměrný roční úhrn srážek 539 mm, průměrný počet dnů, kdy sněžilo, bylo 47,8. Průměrná roční teplota je 7,2 °C. Nejvyšší teplota byla 32,4 °C a nejnižší teplota byla – 23 °C. Průměrný sluneční svit je 67,12 hodin. Meteorologická stanice Písek nemá potřební vybavení pro měření proudění a jeho vyhodnocení.

Hydrologické poměry

Vodní tok: Jiher

Číslo hydrologického pořadí: 1-08-03-1040-0-00

Plocha dílčího povodí: 12,11 km²

Vodní tok: Krašovický potok

Číslo hydrologického pořadí: 1-08-03-1030-0-00

Plocha dílčího povodí: 7,67 km²

Pedologické poměry

Půda je hluboká až velmi hluboká, mocnost ornice je středně hluboká. Struktura půdy je drobtovitá, u hlubších horizontů je polyedrická nebo bez struktury. Oglejení je souvislé a výrazné v celém půdním profilu a to díky přechodnému i trvalému zamokření. Ve spodině je zrnitost půdy těžší, jinak je středně těžká. Pórovitost je mírná až středně pórovitá a pH je silně kyselé až slabě kyselé.

Druh pozemku	Výměra [ha]
orná půda	243,554
travní pozemek	75,432
lesní pozemek	100,847
vodní plocha	4,595
zastavěná plocha	4,843
ostatní plocha	57,435
Celkem KN	487,727

Hospodářské využití území

Dle veřejného registru půdy na většině půdních blocích v katastrálním území Krašovice u Čížové hospodaří Zemědělské družstvo Čížová, které se zabývá především výrobou rostlinou.

Charakteristika jednotlivých BPEJ

Ve vyhlášce č. 327/1998 Sb. se píše, že bonitovaná půdně ekologická jednotka je charakterizována klimatickým regionem, hlavní půdní jednotkou, sklonitostí a expozicí, skeletovitostí a hloubkou půdy, jež specifikují hlavní půdní a klimatické podmínky hodnoceného pozemku, přičemž:

- a)** klimatický region zahrnuje území s přibližně shodnými klimatickými podmínkami pro růst a vývoj zemědělských plodin, je vyjádřen první číslicí pětimístného číselného kódu
- b)** hlavní půdní jednotka je účelovým seskupením půdních forem příbuzných vlastností, jež jsou určovány genetickým půdním typem, subtypem, půdotvorným substrátem, zrnitostí, hloubkou půdy, stupněm hydromorfismu, popřípadě výraznou sklonitostí nebo morfologií terénu a zúrodňovacím opatřením, je vyjádřena druhou a třetí číslicí číselného kódu

c) sklonitost a expozice ke světovým stranám vystihuje utváření povrchu zemědělského pozemku, je vyjádřena čtvrtou číslicí číselného kódu, která je výsledkem jejich kombinace

d) skeletovitost, jíž se rozumí podíl obsahu štěrku a kamene v ornici k obsahu štěrku a kamene v spodině do 60 cm, a hloubka půdy, je vyjádřena pátou číslicí číselného kódu, která je výsledkem jejich kombinace

V katastrálním území se nachází jediný klimatický region číslo 5. Toto území je mírně teplé a vlhké, se sumou teplot nad 10 °C 2200 – 2500. Průměrná roční teplota je zde 7 – 8 °C a průměrný roční úhrn srážek je 700 mm. Pravděpodobnost, že zde bude suché vegetační období, je mezi 15 – 30 %.

Podle vyhlášky č. 327/1998 Sb. jsou hlavní půdní jednotky, které se zde nachází, charakterizovány jako:

29 – Kambizemě modální eubazické až mezobazické včetně slabě oglejených variet, na rulách, svorech, fylitech, popřípadě žulách, středně těžké až středně těžké lehčí, bez skeletu až středně skeletovité, s převažujícími dobrými vláhovými poměry

32 – Kambizemě modální eubazické až mezobazické na hrubých zvětralinách, propustných, minerálně chudých substrátech, žulách, syenitech, granodioritech, méně ortorulách, středně těžké lehčí s vyšším obsahem grusu, vláhově příznivější ve vlhčím klimatu

47 – Pseudogleje modální, pseudogleje luvické, kambizemě oglejené na svahových (polygenetických) hlínách, středně těžké, ve spodině těžší až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému zamokření

50 – Kambizemě oglejené a pseudogleje modální na žulách, rulách a jiných pevných horninách (které nejsou v HPJ 48,49), středně těžké lehčí až středně těžké, slabě až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému zamokření

53 – Pseudogleje pelické planické, kambizemě oglejené na těžších sedimentech limnického terciéru (sladkovodní svrchnokřídové a tercierní uloženiny), středně těžké až těžké, pouze ojediněle středně skeletovité, málo vodopropustné, periodicky zamokřené

64 – Gleje modální, stagnogleje modální a gleje fluvické na svahových hlínách, nivních uloženinách, jílovitých a slinitých materiálech, zkulturněné, s upraveným vodním režimem, středně těžké až velmi těžké, bez skeletu nebo slabě skeletovité

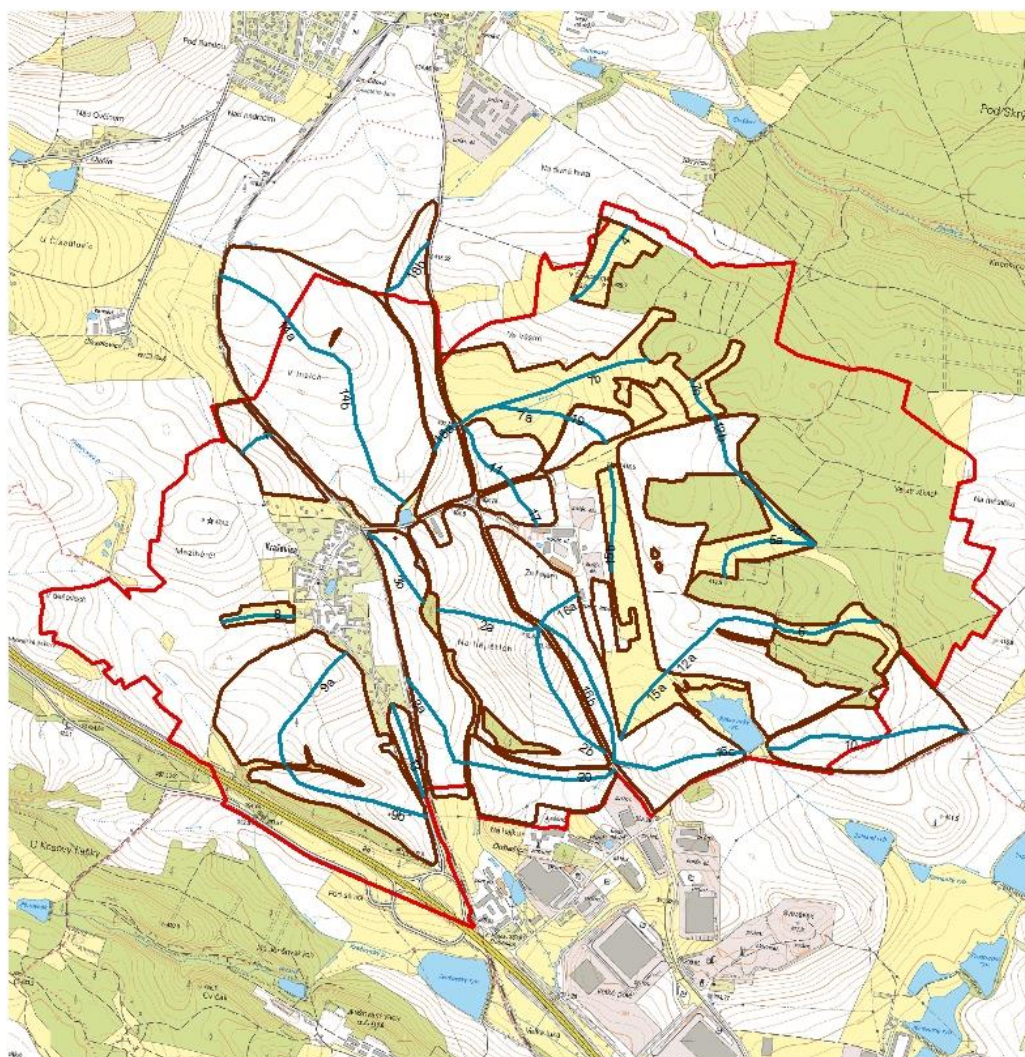
67 – Gleje modální na různých substrátech často vrstevnatě uložených, v polohách širokých depresí a rovinných celků, středně těžké až těžké, při vodních tocích závislé na výšce hladiny toku, zaplavované, těžko odvodnitelné

5. Výsledky a diskuze

V katastrálním území bylo vybráno 14 půdních bloků orné půdy a pro doplnění k nim bylo přidáno 6 půdních bloků trvale travních porostů, mapa s pozemky je v příloze na mapě č. 2. Dále byly na pozemcích vyznačeny dráhy soustředěného odtoku (viz. Mapa č. 3).

Mapa č. 3: Dráhy soustředěného odtoku (autorka)

Mapa s ornou půdou a odtokovými drahami



Legenda

— Odtok_draha

— orna_puda

— Katastrální území

0 0,2 0,4 0,8 1,2 1,6
kilometry



Po dosazení hodnot faktorů do Wischmeier – Smithovi rovnice se určí dlouhodobá průměrná ztráta půdy vodní erozí v $t \cdot h^{-1} \cdot rok^{-1}$ při navrhovaném způsobu využití pozemku. Jestli-že je vypočtená ztráta vyšší jak $4 t \cdot h^{-1} \cdot rok^{-1}$ je evidentní, že způsob využívání nesplňuje dostatečnou protierozní ochranu. Pokud se tak stane, je nutné navrhnout opatření, které změní některé hodnoty faktorů, opětovným výpočtem zjistíme, jestli jsou nově navržené opatření dostačující.

V této práci jsou uvedeny čtyři výsledky přípustné ztráty půdy, počítám zde se dvěma osevními postupy, vždy bez meziplodin a s meziplodinami. Osevní postup č. 2, bez meziplodin i s meziplodinami, je běžně využíván zemědělským družstvem Čížová. Všechny výsledky jsou porovnány s přípustnou ztrátou půdy, a pokud jejich hodnota překračuje minimální ztrátu, je navržen další postup na protierozní ochranu.

5.1 Výpočet Wischmeier – Smithovi rovnice

Určení faktorů L, S a K.

Tab. 8: Faktor L, S, K (autorka)

Číslo odtokové dráhy	Délka svahu [m]	Faktor L	Sklon svahu [%]	Faktor S	BPEJ	Faktor K
1	121	2,33	7	0,70	5.53.01	0,38
2a	369	4,08	5	0,45	5.29.11	0,32
2b	524	4,92	4	0,35	5.32.14	0,19
3a	377	4,12	10	1,17	5.29.11	0,32
3b	313	3,75	4	0,35	5.50.11	0,33
4	335	3,88	5	0,45	5.29.51	0,32
5a	402	4,29	3	0,26	5.50.11	0,33
5b	364	4,06	6	0,57	5.64.01	0,40
6	381	4,15	8	0,84	5.47.00	0,43
7a	397	4,25	3	0,26	5.67.01	0,44
7b	704	5,66	4	0,35	5.67.01	0,44
7c	148	2,59	6	0,57	5.50.11	0,33
8	257	3,39	2	0,18	5.50.11	0,33
9a	482	4,66	3	0,26	5.29.11	0,32
9b	534	4,98	4	0,35	5.32.14	0,19
10	718	5,77	4	0,35	5.29.11	0,32
11	525	3,38	5	0,45	5.29.11	0,32
12a	461	4,62	3	0,26	5.29.11	0,32

Číslo odtokové dráhy	Délka svahu [m]	Faktor L	Sklon svahu [%]	Faktor S	BPEJ	Faktor K
12b	220	3,22	3	0,26	5.64.01	0,40
13	345	3,90	6	0,57	5.29.11	0,32
14a	501	4,78	9	1,0	5.53.01	0,38
14b	611	5,32	3	0,26	5.50.11	0,33
15a	299	3,66	7	0,70	5.50.11	0,33
15b	367	4,08	7	0,70	5.50.11	0,33
16a	165	2,74	5	0,45	5.32.14	0,19
16b	578	4,99	3	0,26	5.50.11	0,33
16c	473	4,72	3	0,26	5.29.11	0,32
17	174	2,83	3	0,26	5.32.14	0,19
18a	120	2,33	5	0,45	5.64.01	0,40
18b	235	3,26	5	0,45	5.47.00	0,43
19	166	2,74	4	0,35	5.32.14	0,19
20	533	4,97	3	0,26	5.32.14	0,19

Z tabulky vyplývá, že půdní bloky v katastrálním území jsou převážně velké s mírným sklonem. Největšími půdními bloky jsou pozemky 2, 7, 9, 12 a 14. Půdní bloky s nejdelší odtokovou dráhou jsou pod číslem 7b, 10 a 14b, tyto bloky mají mírný sklon, ale očekávám u nich největší erozi. Naopak půdní bloky s číslem 1, 4, 8, 13 a 17 jsou poměrně malé půdní bloky s krátkou odtokovou dráhou a proto u nich nečekám erozní ohrožení.

Určení faktoru C.

Osevní postup č. 1 bez meziplodin

Tab. 9: Osevní postup C1

Plodina	Průměrný roční faktor
C ₁₋₂ - Jetel – na dva roky	0,0273
C ₃ - Pšenice ozimá	0,0945
C ₄ - Kukuřice na zrno	0,4499
C ₅ - Jarní ječmen s podsevem	0,1229
Celkem	0,6946

C1 bez meziplodin = 0,139

Osevní postup č. 1 s meziplojinami

Tab. 10: Osevní postup C1 s meziplojinami (autorka)

Plodina	Průměrný roční faktor
C ₁₋₂ - Jetel – na dva roky	0,0273
C ₃ - Pšenice ozimá	0,0945
Ca ₃ - Hořčice bílá	0,0164
C ₄ - Kukuřice na zrno	0,4499
C ₅ - Jarní ječmen s podsevem	0,1229
Celkem	0,7110

C1 s meziplojinami = 0,119

Meziplojinu, kterou jsem zařadila do prvního osevního postupu je hořčice bílá, která je u nás nejrozšířenější. Kvůli své nízké krmné hodnotě má menší pícninařský význam, a využívá se spíše na zelené hnojení, které zlepšuje půdní podmínky pro následující plodinu. Meziplojina prodloužila dobu, kdy je půda pokryta vegetací, o měsíc a půl. Toto snížení je i patrné, jelikož se faktor C1 snížil.

Osevní postup č. 2 bez meziplojin

Tab. 11: Osevní postup C2 (autorka)

Plodina	Průměrný roční faktor
C ₁₋₂ - Jetel – na dva roky	0,0273
C ₃ - Ječmen ozimý	0,0884
C ₄ - Řepka ozimá	0,2103
C ₅ - Pšenice ozimá	0,1053
C ₆ - Kukuřice na zrno	0,4499
Celkem	0,8812

C2 bez meziplojin = 0,147

Osevní postup č. 2 s meziplodinami

Tab. 12: Osevní postup C2 s meziplodinami (autorka)

Plodina	Průměrný roční faktor
C ₁₋₂ - Jetel – na dva roky	0,0273
C ₃ - Ječmen ozimý	0,0884
Ca ₃ – Hrách rolní - Peluška	0,0236
C ₄ - Řepka ozimá	0,2103
Cb ₄ – Hořčice bílá	0,0218
C ₅ - Pšenice ozimá	0,1053
C ₆ – Kukuřice na zrno	0,4499
Celkem	0,8812

C2 s meziplodinami = 0,101

V osevním postupu číslo dvě jsem zařadila dvě meziplodiny a to pelušku a hořčici bílou. Jak jsem zmiňovala u předchozího osevního postupu, hořčice lze využít na zelené hnojení a tím, dokáže zlepšit půdní podmínky pro následující plodinu. Hrách rolní je často zařazován po obilnině a je pro ně také dobrou předplodinou, a proto jsem ho zařadila za ječmen ozimý a před řepku ozimou. Pelušku lze, stejně jako hořčici využít na zelené hnojení. Hrách jsem zařadila na půlku července a srpna, aby byla půda krytá před dešti. Peluška s hořčicí nám prodloužila vegetační kryt na půdě o dva a půl měsíce.

Faktor vegetačního krytu v prvním osevním postupu bez meziplodin vyšel 0,139 a ve druhém osevním postupu 0,147, při zařazení meziplodin do osevních postupů vyšel v prvním případě 0,119 a ve druhém 0,101. Už z těchto výsledků je patrné, že meziplodiny snížily hodnotu faktoru C a lze předpokládat, že sníží i výsledný smyv půdy.

Určení faktor P

Jelikož na pozemcích není použité žádné funkční protierozní opatření, považuje se hodnota faktoru protierozních opatření jako: **P = 1**.

Výpočet rovnice USLE

Zelené označené řádky jsou půdy, které nepřekročily přípustnou ztrátu půd a to ani s meziplodinami v osevním postupu. Naopak žlutě označené půdní bloky tuto hranici překročily, avšak meziplodiny zařazené do osevního postupu snížili tuto ztrátu na přípustnou hodnotu. Červeně zvýrazněné půdní bloky jsou ty, které překročili hranici přípustné ztráty půdy.

Tab. 13: Výpočet USLE s osevním postupem č. 1 (autorka)

Číslo dráhy odtoku	Faktor R	Faktor K	Faktor L	Faktor S	C1 bez mezipl	C1 s mezipl	Faktor P	G bez mezipl	G s mezipl
1	40	0,38	2,33	0,70	0,139	0,119	1	4,5	3,0
2a	40	0,32	4,08	0,45	0,139	0,119	1	3,3	2,8
2b	40	0,19	4,92	0,35	0,139	0,119	1	1,8	1,6
3a	40	0,32	4,12	1,17	0,139	0,119	1	8,6	7,3
3b	40	0,33	3,75	0,35	0,139	0,119	1	2,4	2,1
4	40	0,32	3,88	0,45	0,139	0,119	1	3,1	2,7
5a	40	0,33	4,29	0,26	0,139	0,119	1	2,1	1,8
5b	40	0,40	4,06	0,57	0,139	0,119	1	5,2	4,4
6	40	0,43	4,15	0,84	0,139	0,119	1	8,3	7,1
7a	40	0,44	4,25	0,26	0,139	0,119	1	2,7	2,3
7b	40	0,44	5,66	0,35	0,139	0,119	1	4,8	3,9
7c	40	0,33	2,59	0,57	0,139	0,119	1	2,7	2,3
8	40	0,33	3,39	0,18	0,139	0,119	1	1,1	1,0
9a	40	0,32	4,66	0,26	0,139	0,119	1	2,2	1,8
9b	40	0,19	4,98	0,35	0,139	0,119	1	1,8	1,6
10	40	0,32	5,77	0,35	0,139	0,119	1	4,6	4,1
11	40	0,32	3,38	0,45	0,139	0,119	1	2,7	2,3
12a	40	0,32	4,62	0,26	0,139	0,119	1	2,1	1,8
12b	40	0,40	3,22	0,26	0,139	0,119	1	1,9	1,6
13	40	0,32	3,90	0,57	0,139	0,119	1	4,01	3,4
14a	40	0,38	4,78	1,0	0,139	0,119	1	10,1	8,6
14b	40	0,33	5,32	0,26	0,139	0,119	1	2,5	2,1
15a	40	0,33	3,66	0,57	0,139	0,119	1	4,7	3,9
15b	40	0,33	4,08	0,70	0,139	0,119	1	5,2	4,5
16a	40	0,19	2,74	0,45	0,139	0,119	1	1,3	1,1
16b	40	0,33	4,99	0,26	0,139	0,119	1	2,4	2,1
16c	40	0,32	4,72	0,26	0,139	0,119	1	2,2	1,9
17	40	0,19	2,83	0,26	0,139	0,119	1	0,8	0,7
18a	40	0,40	2,33	0,45	0,139	0,119	1	2,3	2,0
18b	40	0,43	3,26	0,45	0,139	0,119	1	3,5	3,0
19	40	0,19	2,74	0,35	0,139	0,119	1	1,0	0,9
20	40	0,19	4,97	0,26	0,139	0,119	1	1,4	1,2

Z výpočtu je patrné, že přípustná ztráta půdy s prvním osevním postupem bez mezíplodin, byla překročena na 10 půdních blocích z 20 celkových, po zařazení mezíplodin do osevního postupu se tento počet snížil na 5 půdních bloků.

Tab. 14: Výpočet USLE s osevním postupem č. 2 (autorka)

Číslo dráhy odtoku	Faktor R	Faktor K	Faktor L	Faktor S	C1 – bez mezípl.	C1 – s mezípl.	Faktor P	G – bez mezípl.	G – s mezípl.
1	40	0,38	2,33	0,7	0,147	0,101	1	4,6	3,5
2a	40	0,32	4,08	0,45	0,147	0,101	1	3,5	2,3
2b	40	0,19	4,92	0,35	0,147	0,101	1	1,9	1,3
3a	40	0,32	4,12	1,17	0,147	0,101	1	9,1	6,2
3b	40	0,33	3,75	0,35	0,147	0,101	1	2,5	1,8
4	40	0,32	3,88	0,45	0,147	0,101	1	3,3	2,3
5a	40	0,33	4,29	0,26	0,147	0,101	1	2,2	1,5
5b	40	0,4	4,06	0,57	0,147	0,101	1	5,4	3,8
6	40	0,43	4,15	0,84	0,147	0,101	1	8,8	6,1
7	40	0,44	4,25	0,26	0,147	0,101	1	2,9	2,0
7b	40	0,44	5,66	0,35	0,147	0,101	1	5,1	3,5
7c	40	0,33	2,59	0,57	0,147	0,101	1	2,9	2,0
8	40	0,33	3,39	0,18	0,147	0,101	1	1,2	0,8
9a	40	0,32	4,66	0,26	0,147	0,101	1	2,3	1,6
9b	40	0,19	4,98	0,35	0,147	0,101	1	2,0	1,4
10	40	0,32	5,77	0,35	0,147	0,101	1	4,8	3,6
11	40	0,32	3,38	0,45	0,147	0,101	1	2,9	2,0
12a	40	0,32	4,62	0,26	0,147	0,101	1	2,3	1,6
12b	40	0,4	3,22	0,26	0,147	0,101	1	2,0	1,4
13	40	0,32	3,9	0,57	0,147	0,101	1	4,2	2,9
14a	40	0,38	4,78	1	0,147	0,101	1	10,7	7,3
14b	40	0,33	5,32	0,26	0,147	0,101	1	2,7	1,8
15a	40	0,33	3,66	0,7	0,147	0,101	1	5,0	3,4
15b	40	0,33	4,08	0,7	0,147	0,101	1	5,5	3,8
16a	40	0,19	2,74	0,45	0,147	0,101	1	1,4	1,0
16b	40	0,33	4,99	0,26	0,147	0,101	1	2,5	1,7
16c	40	0,32	4,72	0,26	0,147	0,101	1	2,3	1,6
17	40	0,19	2,83	0,26	0,147	0,101	1	0,8	0,6
18a	40	0,4	2,33	0,45	0,147	0,101	1	2,5	1,7
18b	40	0,43	3,26	0,45	0,147	0,101	1	3,8	2,5
19	40	0,19	2,74	0,35	0,147	0,101	1	1,1	0,7
20	40	0,19	4,97	0,26	0,147	0,101	1	1,4	1,0

I v tomto případě nám výpočet ukázal, že povolená ztráta půdy byla překročena na 10 půdních blocích. Ale po zařazení meziplodin překročili přípustnou ztrátu jen 3 půdní bloky z 20 celkových.

U půdních bloků, které jsou označeny žlutě, jak v tab. 13, ale i v tab. 14 (tj. 1, 7b, 10, 13, 15a), bych doporučovala navrhnout protierozní opatření, jako například důlkování, či protierozní mez. U půdních bloků, které jsou označeny červeně v tab. 13 a tab. 14, tj. 3a, 6, 14a, k těmto půdním blokům jsem přidala půdní bloky 5b a 15b, protože v tab. 13 překračují povolenou ztrátu půd. Tyto pozemky bych doporučovala zatravnit, viz tabulka níže:

Tab. 15: Přepočítání erozního smyvu s TTP ($C = 0,005$), (autorka)

Číslo dráhy	Faktor R	Faktor K	Faktor L	Faktor S	Faktor C	Faktor P	G
3a	40	0,32	4,12	1,17	0,005	1	0,3
5b	40	0,4	4,06	0,57	0,005	1	0,2
6	40	0,43	4,15	0,84	0,005	1	0,3
14a	40	0,38	4,78	1	0,005	1	0,4
15b	40	0,33	4,08	0,7	0,005	1	0,2

Jak jsem již zmiňovala výše, pro tuto diplomovou práci bylo použito 14 půdních bloků s ornou půdou (1, 2,3, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19 a 20) a 6 půdních bloků, které jsou momentálně využívány jako trvale travní porosty (4, 5, 6, 7, 8 a 15). Z výsledků je patrné, že po zařazení meziplodin do osevního postupu je možné, některé zatravněné půdní bloky zornit, a naopak půdní bloky s ornou půdou, kde vyšel erozní smyv nad hodnotou, by bylo vhodné zatravnit. Půdní bloky, které bychom zatravnili, nepřekročili přípustnou ztrátu, jak je vidět v tab. 15 přepočítání erozního smyvu. Janeček a kol (2012) uvádí, že pozemky s mělkou půdou s hloubkou do 30 cm by neměli být využívány pro polní výrobu a z hlediska zachování jejich trvalé úrodnosti je doporučeno jejich zatravnění. Dle Salaše (2012), má pozitivní vliv na vodní režim krajiny vyšší druhová rozmanitost, ta snižuje nebezpečí jak větrné, tak vodní eroze a zároveň ovlivňuje mikroklima a mezoklima krajiny.

Rovnice USLE je navržena tak, aby předpovídala dlouhodobé průměrné ztráty půdy za specifických podmínek. To může být průměr pro rotaci nebo pro konkrétní rok sklizně nebo období stádia v rotaci. Termín "průměrná ztráta", označuje průměr za

dostatečný počet podobných událostí nebo podobných časových intervalů (Wischmeier – Smith, 1978).

Zařazením meziplodin do osevního postupu se zvyšuje protierozní ochrana půdy (Janeček a kol, 2012), to jsme dokázali za pomoci Wischmeier – Smithovi rovnice. Nejvíce erozní rostlina v mém osevním postupu je kukuřice na siláž. U výsevu kukuřice se považuje za dobrou protierozní ochranu její setí do ponechaného strniště po sklizni přezimující meziplodiny, ale s jedním negativem a to, že se zde vyžaduje použití herbicidů (Janeček a kol, 2012).

Meziplodiny, využíváme převážně díky jejich biologickým vlastnostem, kdy vytvoří vegetační kryt a chrání tím půdu před erozí. Jejich hlavním významem pěstování je podpora mimoprodukčních a produkčních funkcí v zemědělství. Tyto dvě funkce od sebe nelze oddělit, jelikož jsou v systémech hospodaření vzájemně propojené. Můžeme, ale říct, že mimoprodukční funkce meziplodin je zejména snaha o zachování a ochraně přírodních zdrojů a také je můžeme vnímat jako prostředek pro stabilizování toků energie a hmoty v krajinném prostoru (Brant, 2008). Meziplodiny můžeme využít i na zelené hnojení. Cílem je obohatit půdu o rostlinné živiny a organickou hmotu tak, že se rostliny zaorávají do půdy a tím zvyšují půdní úrodnost (Meelu et al., 1994). Vhodným postupem u střídání meziplodin se významně usměrňuje přísun organické hmoty ze zbytků rostlin v půdě. Zárukou zvýšení účinnosti úrodnosti půd a tím i zvýšení celkové zemědělské výroby, závisí na správném osevním postupu (Kvěch, 1985).

Meziplodiny musejí v podstatě splňovat několik věcí jako chránit půdu před vodní a větrnou erozí, potlačovat plevel, zabraňovat vyplavování živin a další (Janeček a kol, 2012). Vliv meziplodin se projevuje na průběh erozních procesů jak přímo, vegetační kryt slouží jako překážka pro dešťové kapky a pro stékající vodu po půdním povrchu, tak i nepřímo, kdy vegetace pozitivně působí na vlastnosti půdy (Pasák a kol., 1984). Vegetační kryt zamezuje vodní erozi přímou ochranou povrchu půdy před destruktivním působením dopadajících dešťových kapek a zpomalováním rychlosti odtoku a nepřímým působením vegetace na půdní vlastnosti, jako jsou pórovitost a propustnost pro vodu, včetně omezení možnosti zanášení pórů rozplavenými půdními částicemi a mechanickým zpevněním povrchu půdy kořenovým systémem omezujícím možnost odnosu vody Proto jsou meziplodiny

důležitou součástí, co se ochrany půdy před vodní erozí týče. Nejenže stabilizují energetické bilance, ale také ochlazují krajinu díky produktivním výparům. Snižují riziko výskytu škůdců a také potlačují plevele. Jejich krajínotvorná funkce spočívá především v tom, že podporují druhovou pestrost (Brant, 2008).

5.2 Výpočet kritických bodů

Propustek

Zvolený propustek se nachází u vesnice Krašovice, vedle rybníku Jiher. Délka propustku je 5,0 m s minimální světlostí 0,4 m. Potrubí je umístěno v betonu lože, ve kterém je umístěno, je 0,7 m široké a 0,29 m vysoké. Čelo je z lomového kamene.

Výpočty

Jedná se o model sloužící pro prognózování přímého odtoku způsobeného přívalovým deštěm z povodí o maximální ploše 10 km². Přímý odtok zahrnuje odtok povrchový a část odtoku hypodermického. Podíly těchto odtoků se stanovují pomocí čísel odtokových křivek - CN. CN je i ukazatelem pravděpodobnosti typu odtoku (čím větší CN, tím je pravděpodobnější, že se přímý odtok týká povrchového odtoku). Základním vstupem metody CN křivek je srážkový úhrn, za předpokladu jeho rovnoměrného rozdělení po ploše povodí. Objem srážek je transformován na objem odtoku pomocí čísel odtokových křivek CN. Hodnoty CN křivek jsou závislé na hydrologických vlastnostech půd (respektive infiltraci), obsahu vody v půdě, vegetačním pokryvu, retenci a povrchové akumulaci.

Hodnotu CN se určilo podle tabulek. K tomu je zapotřebí BPEJ a LANDUSE. Nejčastější BPEJ na povodí Krašovice u Čížové je 5.29.01, z toho tedy vyplývá kategorie B, převažuje orná půda, kde se pěstují hlavně obilniny.

Podle tabulek vyšlo **CN 76**.

CN se určuje z tabulek a může nabývat hodnot od 30, velké ztráty povodí, do 100, bez ztrát:

- **hydrologické skupiny půd** – infiltrace a retence půdy

B – půdy se střední rychlostí infiltrace (0,06-0,12 mm.min⁻¹)

- **landuse** – vegetační pokryv, způsob obdělávání pozemků; orná půda, kde se pěstují hlavně obilniny

• **předchozích vláhových podmínek** – dáno úhrnem srážek v předchozích dnech

Měsíční úhrn srážek - $H_S = 44,5$ mm $p = 0,1$ (1 x za 10 let)

$H_{S2} = 19,6$ mm $p = 0,5$ (1 x za 2 roky)

Plocha subpovodí - P 1,019 km²

Potencionální retence povodí se spočetla pomocí výpočtu – $A = 25 * \left(\frac{1000}{CN} - 10\right)$.

Potenciální retence povodí – $A = 80,2$ mm.

Výška přímého odtoku se vypočítala pomocí vzorce – $H_0 = \frac{H_S - 0,2 * A}{H_S + 0,8 * A}$

Výška přímého odtoku vyšla $H_0 = 7,45$ mm.

Doba koncentrace

Doba doběhu (koncentrace) $TC =$ plošný povrchový (T_{ta}) + soustředěný o malé hloubce (T_{tb}) + soustředěný v otevřeném korytě (T_{tc})

Plošný povrchový:

$$T_{ta} = \frac{0,007 \cdot \left(\frac{n \cdot l}{0,3048}\right)^{0,8}}{\left(\frac{H_{S2}}{25,4}\right)^{0,5} \cdot S^{0,4}}$$

n - Manningův součinitel drsnosti (0,05)

l - délka proudění [m] (cca 100 m)

H_{S2} - úhrn 24 - hodinové srážky s dobou opakování 2 roky

$T_{ta} = 0,30$ h

$H_{S2} = 19,6$ mm

Soustředěný odtok o malé hloubce:

$$T_{tb} = \frac{l}{3600 \cdot v}$$

l – délka proudění [m] $l = 988$ m

$T_{tb} = 0,06$ h

v – průměrná rychlost [m/s] $v = 4,918$

Doba doběhu soustředěného odtoku v korytě:

$$T_{tc} = \frac{l}{3600 \cdot v} \quad l - \text{délka koryta [m]} \quad l = 5$$

$$T_{tc} = 0,00 \text{ h}$$

Jednotkový kulminační průtok:

$$H_s = 44,5; \text{ CN} = 76 \rightarrow \frac{I\alpha}{H_s} = 0,3; T_c = 0,36 = 0,4$$

$$q_{pH} = 500$$

Kulminační průtok:

$$Q_{pH} = 0,00043 \cdot q_{pH} \cdot P \cdot H_0 \cdot f$$

Q_{pH} - kulminační průtok [m^3/s]

q_{pH} - jednotkový kulminační průtok

P - plocha povodí [km^2]

H_0 - výška přímého odtoku [mm]

f - opravný součinitel pro rybníky a mokřady,

$$1,24\% \Rightarrow f = 0,87$$

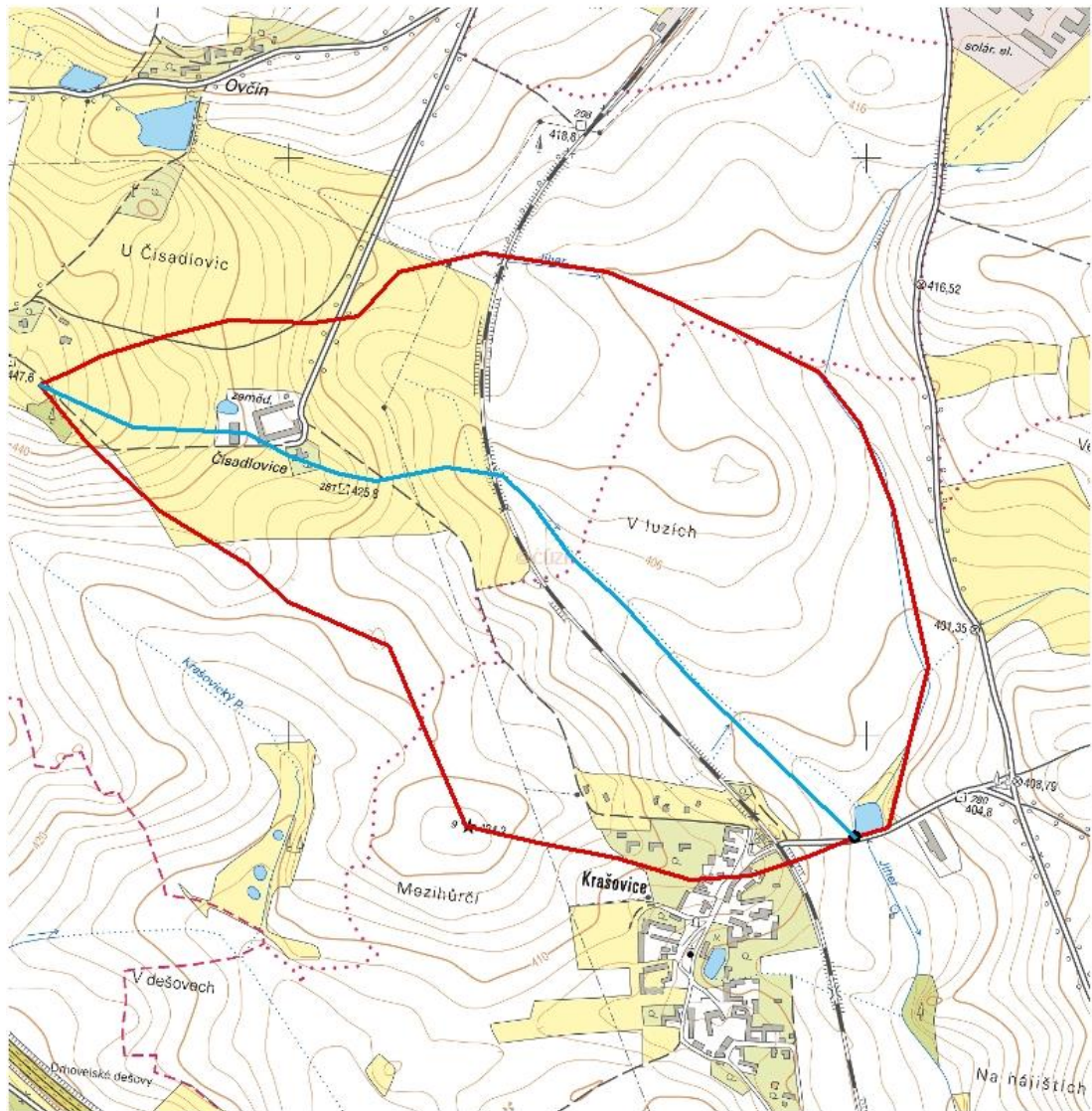
Procento zaujímané vodní plochou	f
0 %	1,00
0,2 %	0,97
1,0 %	0,87
3,0 %	0,75
5,0 %	0,72

$$Q_{pH} = 0,00043 \cdot 500 \cdot 1,019 \cdot 7,45 \cdot 0,87$$




$$Q_{pH} = 1,42 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Mapa č. 4: Subpovodí a propustek (autorka)

Subpovodí



Legenda

-  LU
-  Propustek
-  Subpovodí

0 0,1 0,2 0,4 0,6 0,8
kilometry



6. Závěr

Eroze je jev, který způsobí, že vrchní vrstva půdy je odnášená a sedimentovaná na jiném místě, nejčastěji pod půdním blokem. V České Republice je nejčastější eroze větrná a vodní, která nevratně poškozuje ornou půdu. Na zemědělských půdách eroze ohrožuje produkční, ale i mimoprodukční funkci a zároveň způsobuje vysoké škody.

V diplomové práci jsem měla zjistit, zda je možné, po zařazení meziplodin do osevního postupu, snížit erozní smyv půdy. Za pomoci Wischmeier – Smithovi rovnice jsem byla schopná dokázat, že se odnos půdy snížil a to díky prodloužením vegetačního krytu na půdních blocích, ale na svažitéjších pozemcích by to nestačilo, tam bych doporučila uplatnit jiné protierozní opatření, jako například terasami, či protierozními mezemi.

Z výpočtu je patrné, že faktor C nejvíce ovlivňuje rovnici, a také, že nám ho zvedají plodiny, které jsou širokořádké, v tomto případě se jedná hlavně o kukuřici na siláž. Abychom faktor C snížily, je dobré se okopaninám vyhnout, ale pokud toto není z nějakého důvodu možné, lze poupravit i faktory L, S a P. Faktor délky, lze upravit tak, že pozemek rozdělíme a tím snížíme i jeho sklon. Svažitost pozemku můžeme snížit i terasami, protierozními mezemi a dalším.

Z mého hlediska posouzení, je zařazení meziplodin do osevních postupů velmi vhodné, jak nám výpočty ukázali, meziplodiny dokáží snížit riziko erozního ohrožení. Ovšem u velmi vysokého erozního smyvu, kdy ohrožení vyšlo vysoké i se zařazenými meziplodinami bych doporučila přidat k meziplodinám i jiné protierozní opatření, jako je vrstevnicové obdělávání, hrázkování a další nebo bych volila pozemek dokonce i zatravnit.

Aby meziplodiny dokázali plnit své funkce a jejich účinek byl pozitivní a ne jen zdánlivý, musíme s nimi počítat již v sestavování osevního postupu a to tak, aby nám osevní postup zpestřovali a zlepšovali.

7. Seznam literatury

7.1 Literární zdroje

1. Agroprojekt, Protierozní ochrana zemědělských pozemků, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1987.
2. Brant, V. a kol., Meziplodiny, Kurent, České Budějovice, 2008, ISBN 978-80-87111-10-9.
3. Beitlerová Hana, Novotný Ivan, Lang Jan, Kapička Jiří, Žížala Daniel, Potenciální retence zemědělské půdy v ČR, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 2015.
4. Benda, J., Meziplodiny v soustavě rostlinné výroby, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1984
5. Dumbrovský, M., Příspěvek k řešení vodního hospodářství krajiny v pozemkových úpravách: The contribution for solving the landscape water management in the process of land consolidation : zkrácená verze habilitační práce. Brno: VUTIUM, 2005. ISBN 80-214-3082-6.
6. Freyer, B., Fruchtfolgen, Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart, 2003, 230 s. ISBN 978-38-00135-76-9.
7. Janeček, M., Kovář, P., Aktuálnost „Metody čísel odtokových křivek - CN“ k určování přímého odtoku z malého povodí. Vodní hospodářství - č. 7, 2010, 187 – 189 s.
8. Janeček a kol, M. a kol., Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 2007, ISBN 978-80-254-0973-2.
9. Janeček a kol, M., Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika, Powerprint, Praha, 2012, ISBN 978-80-87415-42-9.
10. Janeček a kol M., et al., Základy erodologie, Česká zemědělská univerzita, Praha, 2008, ISBN 978-80-213-1842-7.
11. Janovská, D., Kalinová J., Michalová, A., Metodika pěstování pohanky obecné v ekologickém a konvenčním zemědělství, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha 2008, ISBN 978-80-7427-000-0.
12. Jenkinson, D. S., Nitrogen in U. K. arable agriculture, Journal of the Royal Agricultural Society of England., England, 1986.

13. Jonáš, F., Pozemkové úpravy: celostátní vysokoškolská učebnice pro vysoké školy zemědělské. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1990, ISBN 80-209-0106-X.
14. Gilpin, D., Formování krajiny. Reader's Digest, Praha, 2010, ISBN 978-80-7406-135-6.
15. Holý, M. Eroze a životní prostředí. ČVUT, Praha, 1994, ISBN 80-01-01078-3.
16. Kadlec, V. a kol., Navrhování technických protierozních opatření, Praha, 2014, ISBN 978-80-87361-29-0.
17. Kahnt, G., Gründung, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 1981, ISBN 37-690-0327-6.
18. Kokolia, V. a Kos M., Protierozní oseední postupy., Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe, Praha, 1989.
19. Konečná, J., Pratan J., Hodnocení ekonomických aspektů protierozní ochrany zemědělské půdy. Certifikovaná metodika. VÚMOP, Brno, 2014, ISBN 978-80-87361-26-9.
20. Kovář, P., Kulhavý, Z., Využití modelů hydrologické bilance pro malá povodí, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 2000.
21. Künkel, K., Steinbrenner, K Anbauplanung und Fruchtfolgegestaltung in Trinkwasserschutzgebieten, Feldwirtschaft, 1988.
22. Kvěch, O., a kolektiv, Oseední postupy, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1985.
23. Lahola, J., a kolektiv, Luskoviny – pěstování a využití, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1990, ISBN 80-209-0127-2.
24. Mareš, L., a kolektiv, Zelené hnojení, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1961.
25. Meelu, O. P., Singh, Y., Singh, B. Green manuring for soil productivity improvement. World soil resources Reports, Rome, 1994.
26. Němeček, J. a kol: Pozemkové úpravy. ČVUT v Praze. 1975
27. Nelson, A., Nelson, K. D., Dictionary of water and water engineering, London, 1973, ISBN 04-08-0009-02.
28. Novotný, M., a kolektiv, Závlaha poľných a špeciálnych plodín, Príroda, Bratislava, 1990, 312 s. ISBN 80-07-00267-7.

29. Pasák, V., a kol., Ochrana půdy před erozí. 1. vyd. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 1984.
30. Podhrázská, J., Dufková, J. Protierozní ochrana půdy, Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 2005, ISBN 80-7157-856-8.
31. Randuška, D., Šomšák, L., Háberová, I., Barevný atlas rostlin, vydavatel'stvo Obzor, Bratislava, 1986.
32. Rybársky, I., Švehla, F., Geissé, E., Pozemkové úpravy, ALFA, Bratislava 1991.
33. Salaš, P., Opatření vedoucí k zamezení biologické degradace půd a zvýšení biodiverzity v suchých oblastech ČR: certifikovaná metodika., Mendelova univerzita v Brně, Brno, 2012, ISBN 978-80-7375-585-0.
34. Šarapatka, B., Pedologie a ochrana půdy, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 2014, ISBN 978-80-244-3736-1.
35. Slavík, J., Kos, M., Binderová, A., Poznatky o možnostech využití meziplodin, Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe, Praha, 1984.
36. Stach, J., Základní agrotechnika (osevní postupy), Jihočeská univerzita České Budějovice, Zemědělská fakulta, 1995, ISBN 80-7040-117-6.
37. Starý M., Hydrologie, Modul 02, Vysoké učení technické, Brno, 2005.
38. Wischmeier, W. H., and Smith, D. D., Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning, Department of Agriculture, U. S., 1987, Stock Number 001-000-03903-2
39. Zimová, D., Osevní postupy při intenzifikaci rostlinné výroby: Sevooboroty pri intenzifikacii rastenijevodstva = Crop Rotations at the Intensification of Plant Production : Studie VTR. Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Vědeckotechnický rozvoj v zemědělství, Praha, 1989.

7.2 Ostatní zdroje

1. Ministerstvo zemědělství, Pozemkové úpravy: nástroj pro udržitelný rozvoj venkovského prostoru. 2., aktualizované vydání, Praha, 2011
2. Vyhláška č. 13/2014 Sb., o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav

3. Vyhláška č. 327/1998 Sb. Vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se stanoví charakteristika bonitovaných půdně ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci
4. Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisu

8. Seznam obrázků a fotografií

Obrázek č. 1: Přehrážky se svodným příkopem v k. ú. Lysice, Přihlašovatel: SPÚ, KPÚ pro Jihomoravský kraj, Pobočka Blansko, <http://www.soutezzitkrajinou.cz/cz/prihlasene-projekty/2015/15/protierozni-a-vodohospodarska-opatreni>

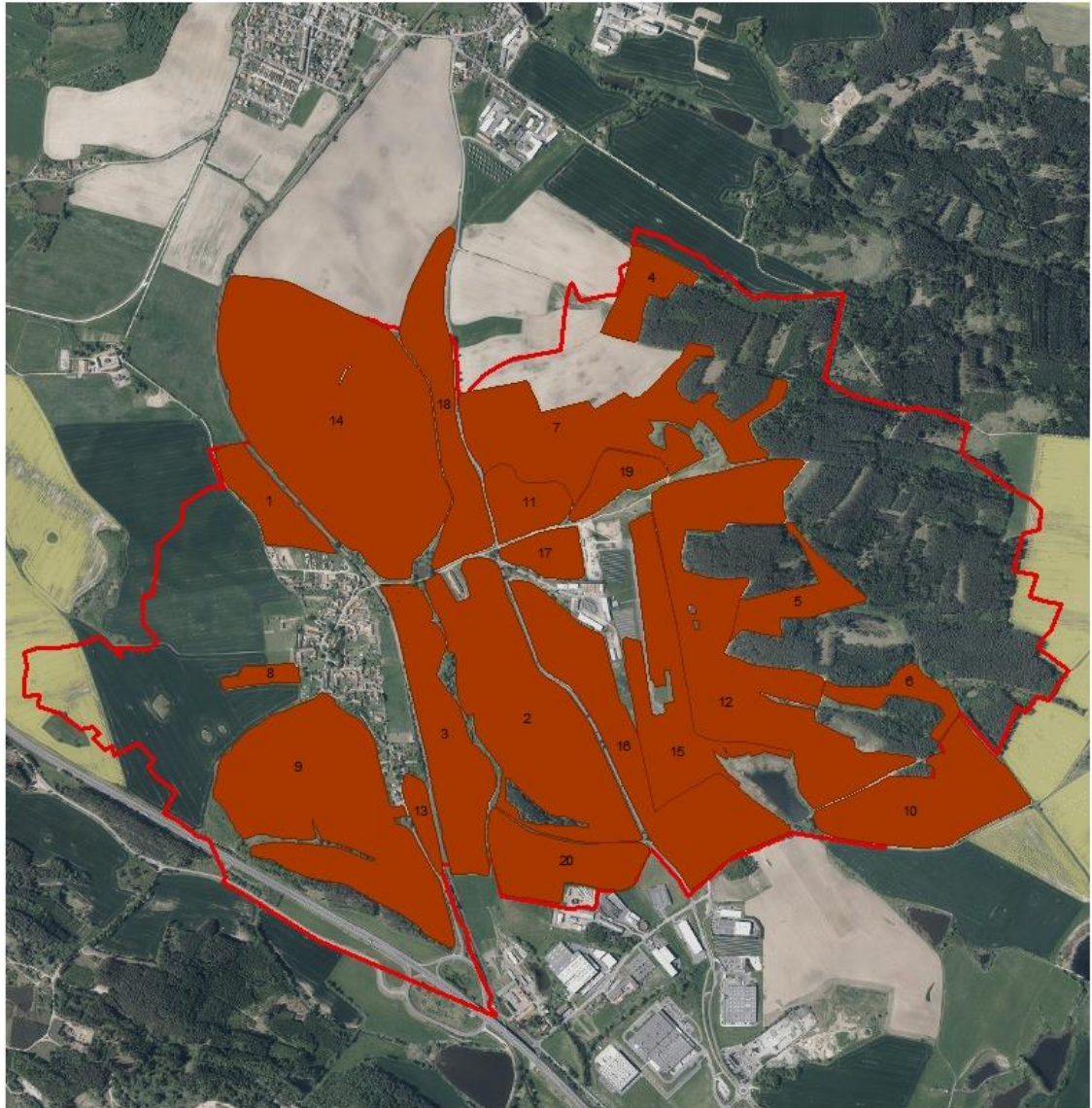
Obrázek č. 2: Sběrný příkop, k. ú. Hořany, Janeček a kol M. a kol, 2012

Obrázek č. 3: Záchytný příkop na Holém kopci v Kobylí - <https://www.geomat.cz/reference/protierozni-ochrana/zachytny-prikop-na-holem-kopci-v-kobyli/>


9. Přílohy

Mapa č. 2: Rozdělení půdních bloků (autorka)

Mapa s ornou půdou



Legenda

 orna_puda

 Katastrální území

0 0,2 0,4 0,8 1,2 1,6
kilometry



Foto č. 1: Půdní blok č. 1 (Šímová Kristýna)



Foto č. 2: Půdní blok č. 3 (Šímová Kristýna)



Foto č. 3: Půdní blok č. 14 (Šímová Kristýna)



Foto č. 4: Půdní blok č. 14 (Šímová Kristýna)



Foto č. 5: Půdní blok č. 3 (Šímová Kristýna)



Foto č. 3: Půdní blok č. 15 (Šímová Kristýna)



Foto č. 3: Půdní blok č. 19 a půdní blok č. 7 (Šímová Kristýna)



Foto č. 3: Půdní blok č. 9 (Šímová Kristýna)



Foto č. 3: Půdní blok č. 5 (Šímová Kristýna)



Foto č. 3: Půdní blok č. 13 (Šímová Kristýna)

