

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. Veronika Černohorská

České Budějovice, 2017

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Veronika ČERNOHORSKÁ**
Osobní číslo: **Z15316**
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: dle potřeby
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 oseední 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

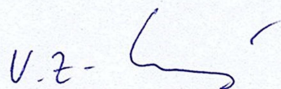
Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

Katedra krajinného managementu

Datum zadání diplomové práce: 15. dubna 2016

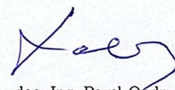
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2017

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 1688, 370 08 České Budějovice



prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., Dr.
děkan

L.S.



doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 29. března 2016

Prohlášení

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

Datum:

.....

Veronika Černohorská

Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Pavlu Ondrovi, CSc. za cenné rady, vstřícnost při konzultacích a odborné vedení při psaní diplomové práce.

Abstrakt

Touto diplomovou prací budeme zjišťovat, jaký vliv mají meziplodiny zařazené v osevním postupu na smyv půdy. V první části diplomové práce je popsána eroze, protierozní opatření a meziplodiny. Druhá část se zabývá výpočtem erozního smyvu. Erozní smyv půdy je vypočítán dle Wischmeier – Smithovi rovnice a výsledky osevních postupů jsou mezi sebou porovnány a vyhodnoceny. Erozní smyv je vypočítán na vybrané lokalitě v povodí Zdíkovského potoka v podhůří Šumavy.

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

Abstract

By this diploma paper we are going to find out what influence intercrop included in sowing process has on soil wash off. In the first part of the diploma paper describes erosion, erosion control measures and intercrops. The other part deals with the calculation of erosive wash off. Erosive soil wash off is calculated according to Wischmeier - Smith equation and results of sowing processes are compared and evaluated. Erosive wash off is calculated on the selected location in the basin of Zdíkov brook in the foothills of the Šumava.

Key words: intercrop, erosion, anti-erosive measure, Wischmeier – Smith equation, sowing process

Obsah

1.	Úvod.....	8
2.	Literární přehled	10
2.1	Eroze	10
2.2	Odtok vody.....	13
2.3	Protierozní opatření.....	14
2.3.1	Organizační protierozní opatření.....	14
2.3.2	Agrotechnická protierozní opatření.....	17
2.3.3	Technická protierozní opatření.....	19
2.4	Osevní postupy	22
2.5	Meziplodiny.....	24
2.5.1	Rozdělení meziplodin.....	25
2.5.2	Zástupci meziplodin	26
2.6	Pozemkové úpravy.....	28
2.7	Metoda čísel odtokových křivek (CN)	31
3.	Cíl a metodika práce	34
4.	Charakteristika lokality	41
5.	Výsledky a diskuze	45
6.	Závěr	54
7.	Seznam literatury.....	55
8.	Přílohy	63

1. Úvod

Půda je základní výrobní prostředek v zemědělství a důsledkem erozních procesů je vystavena jejímu poškozování. Zemědělská půda je z větší části ve vlastnictví fyzických a právnických osob. V České republice je rostlinná výroba zaměřena na produkci potravin, krmiv i farmaceutický průmysl. Nejvýznamnější kategorie plodin jsou obiloviny, které u nás pokrývají více než polovinu osevních ploch. Erozní procesy se mnohonásobně zrychlují v zemědělsky intenzivně využívané krajině oproti procesům, které probíhají v nenarušených přírodních podmínkách, kde jsou velmi pozvolné a bez škodlivých následků. Jednotlivé složky přírodního prostředí jsou ohroženy poškozením až degradací se zvýšením ekonomické aktivity člověka v krajině. V zemědělsky využívané krajině bychom se měli snažit udržet erozi v akceptovatelných mezích tak, abychom nepřipustili větší odnos půdy, než kolik na dané lokalitě vznikne.

Voda, stejně jako půda je nenahraditelná a nezbytná složka pro život, tvoří součást všech organismů, slouží k osobní i veřejné hygieně a je potřeba k přípravě a výrobě všech druhů potravin. Člověk ji využívá v průmyslu, zemědělství i v dalších sférách hospodářského života. Z toho důvodu je nutné její racionální využívání a chránění.

V České republice je ohroženo erozí až 50% orné půdy a přesto na většině ploch, které jsou ohrožené erozí, není zavedena žádná ochrana zabraňující dalším ztrátám. Máme několik typů eroze, avšak největším problémem je eroze vodní. Proces eroze je přírodní a není možné ho zcela zastavit. Ochranu proti vodní erozi je možné zajistit použitím protierozních opatření. Jejich funkce spočívá v ochraně půdy před účinky dopadajících kapek erozně účinného deště či zachycení povrchového odtoku. Průměrnou roční ztrátu půdy nejlépe vyjádřili Wischmeier – Smith v roce 1978 za pomoci univerzální rovnice (USLE). Na malých povodích můžeme k výpočtu odtoku využít metodu CN křivek, kterou vyvinula americká Služba na ochranu půd.

Na půdu působí mnoho faktorů, které negativně ovlivňují její vlastnosti. Jedině pokud je půda v dobrém stavu, může zemědělci poskytovat stabilní a vysoké výnosy. Významným protierozním opatřením je pěstování meziplodin. Pěstitel nemá

velký finanční efekt, avšak meziplodiny zlepšují půdní vlastnosti, pokrývají půdu svým porostem a tím snižují ohroženost půdy erozí a zvyšují úrodnost.

V této diplomové práci se budeme zabývat výpočtem eroze v dané lokalitě. Bude vypočítán osevní postup bez meziplodiny a osevní postup s meziplodinou.

2. Literární přehled

2.1 Eroze

Ornou půdu nelze rozšiřovat, jedná se o základní výrobní prostředek zemědělství, a proto je nutné počítat s jejím neustálým úbytkem. Abychom uspokojili potřeby obyvatelstva na výživu, je třeba intenzifikace našeho zemědělství trvalým zvyšováním úrodnosti půdy a její ochrany (Pasák a kol., 1974). V České republice závisí růst plodin na výskytu a časovém rozložení přirozených srážek (Slavík a kol., 1993). Eroze půdy je vážnou ekologickou hrozbou pro udržitelnost a výrobní kapacitu zemědělství. Téměř jedna třetina světové orné půdy byla ztracena v důsledku eroze půdy s rychlostí více než 10 milionu hektarů za rok (Wang a kol., 2016). Očekává se, že eroze bude ovlivněna změnou klimatu. Klimatické změny teplot a srážek mají dopad na produkci rostlinné biomasy, rychlost infiltrace, vlhkost půdy, využívání půdy a produkci plodin a tím i vliv na odtok a erozi půdy (Li a Fang, 2016).

Slovo eroze pochází z latinského slova erodere, což znamená nahlodávat. Jedná se o činnost vody, větru nebo ledu, která rozruší a odnese půdní hmoty zemského povrchu a přemístí jí do jiných poloh, kde se tyto látky akumulují ve formě nánosu (Cablík a Jůva, 1963). Na erozní procesy působí mnoho faktorů. Těmito faktory jsou například odolnost půdy vůči vodě a větru, struktura půdy, vlhkost půdy, sklonitost, délka a tvar svahů a faktor vegetace. Pomocí protierozních opatření se snažíme v maximální míře zadržet povrchovou vodu v povodí zvýšením infiltrace vody do půdy, menšími sklony pozemků, zmenšením délky svahů apod. V první etapě projektů se řeší ohroženost půdy erozí. Vodní eroze se vypočítává pomocí univerzální Wischmeier Smithovi rovnice (Janeček a kol., 1999).

Protierozní ochrana je nejběžnější součástí plánu společných zařízení, jelikož je eroze velmi rozšířená a její následky jsou výrazné (Uhlířová a kol., 2005).

Vodní eroze

Díky smyvu se snižuje orniční vrstva, zhoršují se fyzikální a chemické vlastnosti a tím se zhoršuje vodní režim. Zhoršením sorpčních schopností erodované půdy dochází k menšímu využití živin v půdě, i živin dodaných formou hnojiv. Tímto smyvem dochází ke znečištění vodních toků, do kterých se dostávají pevné

zemité částice společně s chemickými látkami používané na hnojení a na ochranu rostlin (Pasák a kol., 1984).

V krajině přírodní a kulturně nevyužívané se eroze projevuje méně škodlivě, jako eroze normální. Avšak pokud je vegetační kryt odstraněn špatně provozovanou výrobou či odlesněním, vzniká eroze zrychlená. Při tomto jevu je půda ohrožována vodou, v některých případech až na skalní podklad (Jůva a kol., 1977).

Dle Cablíka a Jůvy (1963) se vodní eroze podle účinků na půdu rozděluje na erozi plošnou, erozi rýhovou, erozi výmolovou a erozi bystřinnou a říční. Tyto formy na sebe navzájem navazují bez zjevného přechodu.

Vodní eroze plošná

Eroze plošná, také nazývaná vrstevná eroze, spočívá v plošném mělnění půdních drobtů na jednotlivé půdní částice a ve splachování jemnozeme do nižších poloh reliéfu. Na erozní splach jsou náchylnější jemnozrné částice, erodované půdy se stávají hrubozrnějšími a naopak půdy obohacené nánosem se stávají jemnozrnějšími. V pravé formě nastává pouze při dopadu velké dešťové kapky, která naruší půdní drobtů a hrudky. Při mírných deštích je doprovodným jevem plošný splach.

Při deštích s větší vydatností a intenzitou se odtok koncentruje do stružek a rýh. Pokud je půda velice vyschlá, plošná eroze působí nejintenzivněji, jelikož prudký déšť dopadá na půdu a tříští její nechráněný povrch. Tato eroze pokračuje zvolna a nezanechává viditelné stopy, protože ty se zahlazují orbou a jinými obdělávacími pracemi. Zemědělci si jí proto většinou ani nevšimnou a tím se stává tento druh eroze škodlivý, jelikož ochuzuje půdu o jemnozeme.

Vodní eroze rýhová

Eroze rýhová neboli brázdová eroze se projevuje tím, že voda stékající po svahu vytváří v půdním povrchu malé, ale patrné rýžky a brázdíčky, které se časem spojují a prohlubují ve větší zářezy o hloubce 5 – 20 cm, ve výjimečných případech i více. Příčinou zvýšeného odnosu půdy je vymílání vodou, která postupně rozrušuje povrch půdy rýhami a brázdami.

Voda splachuje zemité částice plošně a v určité vzdálenosti od rozvodí zvětší svůj objem, soustředí se do stružek a zvětší odtokovou rychlost i unášecí sílu. Voda začne v půdě prohlubovat rýžky, brázdičky a stružky, kterými poté odnáší splavené částice. Čím vzdálenější je erodovaná plocha od rozvodí, tím je větší odnos, jelikož s touto vzdáleností se zvětšuje množství a rychlost odtoku a zvyšuje se jeho erozní působnost.

Vodní eroze výmolová

Eroze výmolová, též stržová, začíná, pokud srážkový odtok, který je soustředěný ve větší a rychle tekoucí proudy, vymílá na svahových polohách hluboké brázdy, výmoly a strže. Většinou nastává jako další vývojový stupeň po erozi rýhové, pokud zemědělec neodstraní za v času vznikající rýhy. Příčinou této eroze mohou být přirozené územní průlehy v polích, do kterých se soustřeďují sněhové a dešťové vody. Také nevhodně založené příkopy a svahové cesty, pozemkové hranice vedené po spádu, špatně umístěné ochranné lesní pásy, dokonce i brázdy vytvořené orbou po svahu a meze nevhodného směru způsobují výmolovou erozi.

Impulsem ke vzniku výmolové eroze je soustředění dešťového odtoku, hlavně v záhlaví vznikajícího výmolového zářezu, ve kterém se sbíhají a spojují erozní brázdičky. Poté vodní proud vymílá a prohlubuje dno výmolového zářezu ve směru územního sklonu.

Podle charakteru erodované půdy a horninového podkladu a také vývojového stupně eroze vznikají různé tvary výmolových zářezů.

Pokud nejdou výmolové zářezy urovnat obvyklým způsobem zpracování půdy, poškozují kulturně používané půdy a také znemožňují řádné obhospodařování okolních pozemků, jelikož často ničí rozsáhlé plochy pastvin, lesů a polí. Další důvod škodlivosti je, že dešťová voda rychle stéká do jejich prostorů, aniž by navlázila půdu.

Vodní eroze bystrinná a říční

Nejznatelnějším stupněm erozního vymílání zemského povrchu je bystrinná eroze. Vzniká v horských polohách s příkrými svahy, které jsou jen nedostatečně chráněny vegetačním krytem nebo jsou úplně holé. Díky tomu dochází k rychlému

soustředování a prudkému odtoku sněhových a dešťových vod, které poté silně erodují půdu a tvoří velké erozní brázdy, výmoly a strže.

Z horských poloh do nížin pomocí odtoku velkých vod, jsou přemísťovány horninové zvětraliny a s tím spojený odnos zemin. V nížinách se ukládají jako nánosy v bystrinných neboli nánosových kuželech, nebo jsou odnášeny do toku vyššího řádu.

Stupeň nasycení a způsob odtékající vody erozními hmotami je různý, máme tři druhy. Prvním je, když odtékající voda je téměř čistá a obsahuje malý podíl splavenin. Druhý, když odtékající voda je zakalena menším obsahem jemnozemě, promísena štěrkem a kamením. A jako třetí máme, pokud je nepatrné množství odtékající vody, takže rozředuje jen směs jemnozemě, kamenité drti a balvanů.

2.2 Odtok vody

Zemědělská činnost využívá cca 55% celkové plochy území. Na této ploše zemědělci za pomoci agrotechnických a melioračních opatření a zásahů do jisté míry hospodaří s půdní vláhou (Soukup a kol., 2001).

Vegetační pokryv a způsob využívání pozemků má přímý vliv na proces povrchového odtoku a na hydrologickou bilanci povodí z hlediska celkového objemu přímého odtoku a akumulaci vody v půdním profilu (Dumbrovský, 2005).

Na povrchu vegetace a půdy jsou zadržovány dopadající dešťové kapky, vsakují se do půdy a vypařují se zpět do ovzduší. Pokud je intenzita deště větší, než intenzita vsaku vody do půdy, srážková voda stéká nejdříve v souvislé vrstvě jako nesoustředěný povrchový odtok, ale po čase se rozčleňuje erozivními rýhami do stružek a jimi odtéká do potoků, řek, které vytváří říční hydrografickou síť. Této fázi odtoku vodní sítě se říká soustředěný povrchový odtok (Krešl, 2001).

Korytem toků proudí značné množství rozpuštěných i nerozpuštěných látek. Nerozpuštěné látky neboli splaveniny se do vody dostávají díky eroznímu splachu z povodí, erozi v korytě a také uvolněním sedimentů z vlastního koryta. Transport těchto splavenin probíhá v korytě toku nerovnoměrně. Záleží na velikosti kinetické energie, kdy dochází nejdříve k pohybu jednotlivých zrn, ale při větší erozivní síle a tím i větší unášecí schopnosti vodního toku, nastává pohyb zrn zeminy ve větší míře. Když rychlost proudu poklesne, materiál se usadí (Blažek a kol., 2006). Produkty

eroze představují vážné nebezpečí pro životní prostředí člověka, jelikož se projevují dvojnásob škodlivě, za prvé ochuzují zemědělské půdy a za druhé zhoršují jakost povrchových vod (Janeček, 1978).

Pronikání vody do půd a hornin nazýváme infiltrace či vsak. Infiltrace závisí na mnoha faktorech, na intenzitě srážek a půdních poměrech. Infiltrace není rovnoměrná. Intenzita infiltrace se s časem snižuje. Pro příklad můžeme uvést vrstvu štěrkopísku, který po určitou dobu pohlcuje veškeré dopadající srážky, avšak po úplném nasycení všech pórů propustné vrstvy nastane při trvajícím dešti povrchový odtok a vsak už je malý (Matoušek, 2010).

2.3 Protierozní opatření

Protierozní opatření slouží k zabránění škodlivému působení eroze, zabraňuje znečištění povrchových vod splachy z povrchu půdy a chrání půdu (Tlapák a kol., 1992). Množství plavenin ve vodních tocích vzrůstá se zvyšující se intenzitou eroze po nevhodných zásazích člověka (Šarapatka a kol., 2002). Správně vyřešena protierozní ochrana přispěje nejvyšší mírou k obnově krajiny a ochraně životního prostředí (Toman, 1995).

Opatření, které snižují vodní erozi, můžeme rozdělit do tří skupin – organizační, agrotechnická a technická opatření. Je velmi důležité optimální plánování zemědělství v krajinném prostoru s ochranným zatravněním a zalesněním, delimitací kultur, pásovým pěstováním plodin, protierozními osevními postupy a realizací pozemkových úprav (Šarapatka a kol., 2008).

Při plánování protierozní ochrany postupujeme od jednodušších, a tedy i levnějších opatření organizačních a agrotechnických, směrem k náročnějším technickým opatřením. Ty mohou spočívat například v terénních úpravách, v budování záchytných, sběrných a svodných příkopů a průlehů, nádrží či teras (Šarapatka, 2014).

2.3.1 Organizační protierozní opatření

Střídáním plodin na menších plochách, než tomu bylo dříve při převážně velkovýrobním využívání pozemku, lze očekávat snížení erozní ohroženosti pozemku. Základem je situování pozemků delší stranou ve směru vrstevnic.

Základním principem zajišťujícím ochranu půdy před vodní erozí je pěstování plodin, které nedostatečně chrání půdu před erozí (okopaniny, kukuřice a ostatní širokořádkové plodiny) na pozemcích rovinných nebo mírně sklonitých – do 8 %. Na orné půdě, která je středně ohrožená erozí, se sklonem do 15 % je nutno nedostatečný protierozní ochranný účinek širokořádkových plodin zvýšit buď střídáním vrstevnicových pásů okopanin a víceletých píceň (okopaniny, kukuřice a víceleté pícniny ve smíšených honech), zatímco obilninami je možné osévat celé pozemky (Janeček a kol., 1992).

Protierozní použití vegetace

Proti erozním účinkům vody i větru na půdu, chrání vegetace. Jako velmi účinný se projevil lesní porost. Aby se nezhoršoval příznivý stav půdy, měli bychom využít vlastnosti plodin a tím uchovat a napomoci v protierozní ochraně. Vegetaci v protierozní ochraně můžeme využít jako protierozní oseední postupy, pásové pěstování plodin, ochranné zatravnění, ochranné lesní pásy nebo plošné zalesňování (Holý, 1978).

Protierozní oseední postupy

Oseední postup je rozmístění zemědělských plodin do honů tak, aby se za určitý počet let pravidelně vystřídaly. Všechny plodiny jako obiloviny, okopaniny, pícniny a technické plodiny by se měly střídát tak, aby se zachovala úrodnost půdy a zajistily se tím výnosy s ohledem na předplodinu.

Pokud oseední postup správně použijeme, stane se z něj významný prostředek k ochraně půdy před erozí, avšak jeho skladba by se měla volit tak, aby se v něm vyskytovalo co nejvíce plodin, které mají ochranný účinek. Tímto účinkem se vyznačují zejména pícniny a trávy. Orná půda je ohrožena erozí především plodinami okopaninového typu, které nemají dostatečný ochranný účinek (Holý, 1978).

Zařazením ochranné plodiny do oseedního postupu docílíme snížení hodnoty faktoru vegetačního krytu a tím i erozního smyvu. Ochranné plodiny jsou vhodným opatřením na pozemcích, které jsou mírně ohroženy erozí (Kokolia a Kos, 1989).

Tvar a velikost pozemku

Dodržet nejvhodnější velikost pozemku je poměrně obtížné, jelikož v každém konkrétním případě bude výsledkem různé zohlednění možných vlivů místních podmínek.

Z pohledu protierozní ochrany je žádoucí, aby rozměry pozemku orné půdy ve směru sklonu nepřevyšovaly přípustnou délku stanovenou na základě vypočtené přípustné ztráty půdy erozí. Velikost a tvar pozemku určují do značné míry místní a geografické poměry spolu s požadavky na přístupnost pozemků a způsob hospodaření na půdě. Obecně lze doporučit vytváření půdních bloků o velikosti do 50 ha v rovinných územích a 20 ha ve členitějších územích s převažujícími délkami ve směru vrstevnic (Janeček, 2008).

Pásové pěstování plodin

Vegetace má ochranný účinek před erozí a příznivý vliv na vsak vody do půdy. Pásy střídáme tak, že umístíme pás s plodinami, které dostatečně nechrání půdu proti erozi, jako jsou okopaniny a obiloviny a pás s travními porosty, který chrání plodinový pás ležící níže.

Pásy, které mají zabránit vodní erozi, střídáme tak, aby stékající srážková voda z pásu s plodinami, které nemají dostatečnou protierozní odolnost, byla zachycena na ochranném pásu a vsákla se do půdy. Musíme dodržet, aby spolu nesousedily dva pásy okopanin nebo jiných plodin, které mají malou protierozní odolnost či stejnou dobu sklizně. Tyto pásy jsou součástí protierozních osevních postupů. Pásy zakládáme po vrstevnicích (Holý, 1978).

Ochranné zatravňování

Pokud není účelné půdu zalesňovat a je výrazně ohrožena erozí, ale nelze jí velkovýrobně obhospodařovat, měla by být trvale zatravněna. Trvale zatravňujeme i půdy, které mají nepravidelný tvar a jsou ohroženy erozí, neplodné půdy či písčité půdy.

Jen hodnotný travní porost může poskytnout protierozní ochranu. Pokud se zatravňují plošně horské polohy většinou s lehkými skeletovými půdami a s větší

hladinou podzemní vody, vytváří se pouze chudý travní porost, který není schopný dostatečně chránit půdu proti erozi. Tudíž je nutné uplatňovat vhodné způsoby kultivace porostu, které spočívají v zachycení zimní vláhy a hnojení.

Na pastvinách při spásání se nesmí narušit souvislost drnu. Dobře zakořeněný a ucelený porost poskytuje účinnou ochranu. Na pastviny bychom měli umístit kultury, dobře snášející okus a sešlapání. Intenzivní spásání a vznik stezek mohou být počátkem výmolové eroze a proto tomu zabráníme rozdělením pastvin na menší celky oplocením (Holý, 1978).

Ochranné lesní pásy

V případě, že území je vhodné pro polní plodiny, ale je ohroženo erozí, navrhujeme ochranné lesní pásy. Pruhy lesní výsadby jsou v takové šířce a vzdálenosti, která omezí erozní jevy na celém zájmovém území.

Lesní pásy jsou významnou složkou v protierozní ochraně, opatřením k zlepšení a zachování úrodnosti půdy. Pro země, které nemají dostatečnou rozlohu, je toto řešení nevýhodné, jelikož pásy vyčleňují část produktivní zemědělské půdy a ovlivňují uspořádání půdního fondu. To je důvod, proč se musí prokázat účelnost tohoto opatření v protierozní ochraně.

Díky vsakovacím lesním pásům je půda chráněná lesním porostem a nezamrzá tak silně jako půda, která není chráněná. Vysazují se napříč svahu, díky čemuž zachytí jarní sněhovou vodu a převedou jí vsakem do půdy. Pokud lesní pásy spojíme se záchytnými hrázkami, příkopy a průlehy, zvýšíme jejich účinnost.

Pásy by měli být složeny z vysokého porostu, který bude alespoň třípatrový s hustým keřovým podrostem (Holý, 1978).

2.3.2 Agrotechnická protierozní opatření

Půda je nejvíce náchylná na erozi v době, kdy je bez vegetačního pokryvu. Agrotechnická opatření slouží k minimalizaci časového úseku, kdy je půda bez vegetačního pokryvu. Můžeme využívat posklizňové zbytky plodin a biomasu meziplodin k ochraně proti erozi. Nejvíce rizikovým obdobím, co se týče vodní eroze, je doba, kdy taje sníh a období nejčastějších přívalových dešťů, tedy červen až srpen (Janeček a kol., 2007).

Do agrotechnických opatření patří ochranné obdělávání půdy, protierozní osevní postupy či situování pozemků delší stranou ve směru vrstevnic (Brtnický a kol., 2012).

Vrstevnicové obdělávání

Toto opatření se doporučuje použít při sklonu terénu do 7° (12%). Podle šířky pozemku ve směru spádu a sklonu pozemku je možno počítat se snížením faktoru P. Například u pozemku se sklonem do 4° (7%) a jeho maximální šířka nebude přesahovat 120 m, faktor P se nám sníží na 0,6. U pozemku se sklonem 4 až 7° (7 – 12%) a jeho maximální šířka bude 60 m, faktor P se sníží na 0,7. Pokud bude pozemek se sklonem 7 až 10° (12 až 18%) s maximální šířkou 40 m, faktor P se sníží na hodnotu 0,9 (Rybársky a kol., 1991).

Ochranné obdělávání

Opatření spočívá v uchování největšího množství posklizňových zbytků po předplodinách na povrchu půdy vytvářením nastýlky – mulče a v nenarušování půdního profilu, aby se mohl vyvíjet přirozeným způsobem a nadměrným provzdušňováním nedocházelo k ochuzování o humus, což má ve svém důsledku dopad na zhoršování fyzikálních vlastností půd (Brtnický a kol., 2012).

Mulčování

Půdo-ochranný postup, mulčování, se využívá pro úspěšné zmírnění eroze. Vegetace, která je poházená na orné půdě vytváří souvislou vrstvu, nazývanou mulč. Díky drsnosti povrchu snižuje rychlost proudění a umožňuje zlepšení schopnosti infiltrace (Prosdocimi a kol., 2016). Organický půdní kryt, který zůstane bez pohybu na pozemcích, stabilizuje půdní agregáty a brání půdní částice před kinetickou energií dešťových kapek (Mhazo a kol., 2016). U plodin, které jsou vysévány do širokých řádků, znamená výsev do mulče menší nebezpečí tvorby půdního škraloupu po vydatnějších srážkách na začátku vegetace (Hůla a kol., 1997).

V počátečních fenologických fázích je pokrytí vegetace na nízké úrovni, ale zvyšuje se, dokud není dosaženo maximální vitality rostliny. Krátce po sklizni, je pokryv zbytku rostliny vysoký, ale klesá v důsledku rozpadu zestárlých rostlinných

složek. V závislosti na typu zpracování půdy může být půda zcela či částečně zakryta mulčovacími kryty (Möller a kol., 2017).

Hrázkování

Technologie spočívá v založení ochranných hrázek v mezi - řadí hrůbků při pěstování brambor. Hrázkovačem se ve stejné vzdálenosti vytvoří hrázky, díky kterým vznikne řada malých akumulčních příkopů, které zabraňují vzniku soustředěného odtoku a napomáhají k zadržení vody na pozemku (VUMOP, 2011).

Důlkování

Postup je obdobný jako u hrázkování u brambor, ale místo hrázek se vytváří důlky v rozmezí 30 – 40 cm. Díky důlkům se omezí povrchový odtok a zvýší se infiltrace vody do půdy (VUMOP, 2011).

2.3.3 Technická protierozní opatření

Pokud organizační a agrotechnická opatření dostatečně nesplňují protierozní ochranu, musíme přistoupit k technickým opatřením. Těmito opatřeními mohou být vrstevnicové meze, terasy, příkopy, průlehy, terénní urovnávky, ochranné hrázky, zatravněné údolnice či protierozní nádrže. Tyto opatření navrhujeme v rámci pozemkových úprav a s dalšími opatřeními tvoří plán společných zařízení a kostru protierozní ochrany.

Liniové technické prvky protierozní ochrany tvoří trvalou překážku, která přerušuje příliš velké délky svahů a omezuje škodlivé působení povrchového odtoku (Janeček, 2007).

Terasy

Extrémně svažité pozemky, které mají sklon více než 20% na hlubokých až velmi hlubokých půdách můžeme vyřešit terasováním. Pozemky, které jsou takto svažité, využijeme především pro pěstování speciálních trvalých kultur, jako jsou sady či vinice. Terasy musí splňovat několik kritérií. Musí být navrhnuty tak, aby tvary, které vytvoří, optimálně vyhovovaly využití pozemku, musí zajistit komunikační přístupnost a musí umožňovat optimální regulaci vodohospodářských

poměrů. Máme dva typy teras, jedním z nich je terasa úzká, která by měla být o šířce terasové plošiny, která umožní výsadbu jedné nebo dvou řad ovocných stromů či vinné révy. Druhým typem teras je terasa široká, která má šířku terasové plošiny umožňující výsadbu 3 a více řad, popřípadě může umožnit pěstování běžných zemědělských plodin.

Jelikož jsou terasy velmi finančně náročné, tento způsob se u nás prakticky nenavrhuje a neprovádí (Janeček, 2007).

Příkopy

Příkopy se staví s příčným lichoběžníkovým profilem jako otevřené, nezpevněné či zpevněné.

Sběrné a svodné příkopy budujeme tak, aby navazovali na přirozenou hydrografickou síť. K přerušení příliš velké délky povrchového odtoku po spádnicí navrhujeme sběrné příkopy. Svodné příkopy navrhujeme v údolních polohách k odvádění vody ze sběrných příkopů.

V místech, kde je nebezpečí přítoku cizích vod z výše ležících ploch, především lesních, budujeme záchytné příkopy (Janeček, 2007).

Průlehy

Jedno z nejdůležitějších podpurných ochranných opatření na orné půdě je příčné průlehování pozemků. Rozdělí dlouhé svahy průlehy na svahy kratší. Podle sklonu pozemku, propustnosti půd, úhrnu a intenzitě navrhovaných přívalových srážek určujeme vzdálenost mezi průlehy. Doporučená vzdálenost mezi průlehy podle sklonu pozemku je mezi 20 až 35 metrů (Janeček, 2007).

Protierozní hrázky

K ochraně důležitých objektů před zatopením povrchovou vodou z přívalových srážek a zanesením erozními smyvy se budují na úpatí svahů zemědělských pozemků protierozní hrázky. Prostor, který se nachází před hrázkou a výška hrázky musí být vhodný pro potřebu retence vody včetně usazených erozních smyvů. Hrázky se budují nejvýše 1 až 1,5 metrů vysoké, zemní a jsou opevněné zatravněním. Hrázky musí obsahovat vypouštěcí zařízení, které zajistí odtok

poměrně čisté vody. Hrázky mají ochrannou mříž, která je osazena před vypouštěcím zařízením a zachycuje plovoucí předměty. Před hrázkou se nachází prostor, kde se usazují půdní částice (Janeček, 2007).

Protierozní nádrže

Snížení kulminačního průtoku při povodních a rozložení objemu povodňové vlny do delšího časového intervalu dočasnou akumulací vody dosáhneme vybudováním suché nebo polosuché nádrže (Soukup a kol., 2008). V území, kde i přes provedená opatření ohrožuje intravilány obcí, stavby a kde je zvýšený transport látek, který ohrožuje povrchové zdroje pitné vody, by měly být tyto nádrže navrženy.

Aby byla nabita jejich maximální účinnost, je nutné, aby jejich záchytný prostor byl dostatečně velký a zachytil objem vody, která odtéká z přívalových dešťů nebo z jarního tání s průměrnou dobou opakování alespoň 50 let. Z nádrže vytéká poměrně čistá voda, která je zbavená nerozpuštěných látek, které se usadily. S ohledem na kvalitu vody jsou vhodnější suché nádrže, jejichž dno je možné obhospodařovat jako louku (Janeček, 2007).

Protierozní cesta

V místě, kde je potřeba přerušit délku svahu, jelikož je ohrožen erozí je možné vést polní cestu, která bude plnit funkci protierozní ochrany. Tyto cesty se budují v přibližně vrstevnicovém směru, a aby se povrchový odtok, který odtéká z výše položeného pozemku, zachytil, je cesta doplněna o cestní příkop. Příkop zachytí nejen povrchový odtok, ale také odvodní komunikaci (Kadlec a kol., 2014).

Návrh podélného odvodnění těchto cest se musí přizpůsobit hydrologickým a hydrotechnickým požadavkům pro doprovodný svodný či záchytný příkop (Podhrázská a kol., 2006).

2.4 Osevní postupy

Systémy zpracování půdy se v dnešní době všeobecně přehodnocují, mimo zlepšování péče o půdu je jedním z hlavních cílů také snížit náklady (Hůla a kol., 2002). Na zvyšování výnosů zemědělských plodin mají vysoký význam osevní postupy. Jedná se o systém střídání a řazení skupin a jednotlivých plodin za sebou. Některé plodiny jsou dobré nebo naopak špatné jako předplodina a proto je důležité respektovat jejich vlastnosti. Proto když se sestavuje osevní postup, je třeba dbát na proporce, správné zastoupení a racionální střídání jednotlivých skupin plodin (Čača a kol., 1984). Při sestavování osevního postupu dále bereme ohled zejména na hloubku, šířku a způsobu zakořeňování, vliv na půdní strukturu, využití hnoje a nároků na vláhu (Horynová a kol., 1965).

Rostliny jsou v přírodních i pěstitelských podmínkách hlavním zdrojem organické hmoty v půdě. Člověk s různým zaměřením a intenzitou se v rostlinné výrobě podílí na její produkci. Různou agrotechnikou může dosahovat výrazně odlišné úrody rostlinné hmoty (Pospíšil a kol., 2014). Pokud zemědělec nerespektuje základní biologické zásady střídání plodin a přešel na vyšší koncentraci například obilnin, ozimých řepok či kukuřice, může po několik let dosahovat příznivých výsledků, avšak víceleté pěstování na stejné lokalitě vede k různým změnám půdy, zejména ve fyzikálních, chemických a hlavně biologických vlastnostech. To vše se projeví na rostlinách zhoršeným růstem a jejich zvýšeným napadením škodlivými činiteli jako jsou škůdci obilnin, řepky a výskyt plevelů (Čača a kol., 1984). I přes dodání intenzifikačních faktorů jako je například hnojení či přípravky na ochranu rostlin se při extrémně vysokém zastoupení obilnin v osevním postupu může snižovat výrobnost osevního postupu (Zimová, 1989).

Vývoj osevních postupů

Už první zemědělci zjistili, že pokud budou pěstovat jednu a tu samou plodinu po sobě, tak se půda na daném území vyčerpává a klesá její úrodnost a tím se i snižují výnosy z dané plodiny. Avšak zjistili, že některé plodiny jako je například bob, působí příznivě na úrodnost půdy. To samé odhalili u pole, které ponechají ladem, tedy porostlé jen travinami. Z tohoto důvodu se úhor stal základem prvního systému střídání plodin: úhor – ozim – jař. Tento systém se nazýval trojhonným osevním postupem:

1. rok: úhor – ladem ležící půda
2. rok: ozimá plodina – většinou obilnina
3. rok: jarní plodina – většinou obilnina či luskovina

Jelikož spotřeba potravin stále rostla, bylo zapotřebí úhor, který nebyl ihned jednoletý, ale víceletý, postupně zkracovat.

Díky tomuto systému byly zajištěny určité výnosy obilnin, jeteloviny ani okopaniny se nepěstovaly, jelikož nebyly zkulturněny pro potřeby zemědělců. V 18. století se začalo rozšiřovat pěstování jetele lučního a brambor. Cukrovka se rozšířila od poloviny 19. století.

Jelikož v 18. až 19. století se stále zvyšovaly nároky na potraviny, vyžádalo si to postupné zrušení úhoru. S tím přišly nové plodiny jako například brambory. Z Anglie se do Evropy dostal norfolkský osevňovací postup, jehož systém zněl:

1. rok: jetel
2. rok: ozim – obilnina
3. rok: okopanina – brambory, řepa
4. rok: jař – obilnina, luskovina (s podsevem jetele)

Díky zavedení tohoto systému se tehdy zvýšily průměrné výnosy. Příznivý vliv zařazení jetele do systému střídání plodin je dodnes nenahraditelný (Stach, 1995).

Mezplodiny jako součást osevňovacích postupů

Pro nejvyšší využití výnosového potenciálu plodin je třeba správné řazení vhodných plodin a využít vegetační dobu stanoviště z hlediska času.

Při návrhu osevňovacích postupů se musíme zaměřit na mezporostní období, kdy na poli není hlavní plodina. Z tohoto důvodu, pokud jsou dostatečně vysoké teploty, které umožňují půdu využít pro pěstování dalšího porostu, zařadíme do osevňovacího postupu plodiny s krátkou vegetační dobou a jsou schopné v tomto období vytvořit dostatečné množství biomasy.

Druh plodiny vybíráme na základě podmínek stanoviště a délky mezporostního období (Kvěch a kol., 1985). Z ekonomického hlediska hledíme na

dostupnost a cenu osiv a technické vybavení podmínek setí meziplodin (Konvalina a kol., 2007).

Funkce meziplodin v osevním postupu

Aby meziplodiny splnily svou funkci a jejich efekt nebyl pouze zdánlivý, ba naopak pozitivní, musí se s nimi počítat už při sestavování osevního postupu. Meziplodiny se podílí vlastní sklizní na zvyšování produkce sušiny biomasy, působí na půdní úrodnost a tím zlepšuje situaci v osevním postupu. Nesmí mít negativní vliv na biologickou vyváženost osevních postupů, ani zhoršovat zajištění následné plodiny vláhou či živinami.

Meziplodiny se musí vybírat tak, aby zlepšovaly osevní postup a zpestřovaly strukturu plodin. Pěstování meziplodin a tím ozelenění orné půdy můžeme považovat za významný faktor ochrany a tvorby životního prostředí (Kvěch a kol., 1985).

2.5 Meziplodiny

Meziplodiny mají dva zásadní úkoly, jedná se o jejich využití v krmivové základně pro skot, využití organické hmoty pro větší úrodnost půdy a její následné protierozní opatření (Benda, 1984). Na základě biologických vlastností meziplodin je možné využít jejich vlastnosti pro vznik vegetačního pokryvu půdy v meziporostním období.

Často se využívají na zelené hnojení, díky němuž se půda obohatí o organickou hmotu alepší své půdní vlastnosti. V závislosti na druhu meziplodiny, povětrnostních podmínkách a termínu výsevu kolísá produkce biomasy pro zelené hnojení (Brant a kol., 2008). Význam zeleného hnojení nespočívá pouze ve zvýšení obsahu humusu v půdě a tím zlepšení úrodnosti půdy, ale zřetelně snižuje obsah choroboplodných zárodků v půdě i výskyt škůdců. Zaslouhou zeleného hnojení zesiluje účinek herbicidů a nedává možnost růstu plevelům (Vašák a Honz, 1993).

Pro každý druh meziplodin je vybraná vhodná oblast pro jejich pěstování. V kukuřičné oblasti je vhodné pěstovat ředkev olejnou, svazenku vratičolistou či hořčici bílou. Naopak nevhodnými meziplodinami pro kukuřičnou oblast jsou jílky, srha či kostřava. V řepařské oblasti je vhodné využít pohanku, hořčici bílou a ředkev olejnou. Nevhodné pro tuto oblast jsou jílek vytrvalý a kostřava. V nižší

bramborářské výrobní oblasti jsou vhodnými meziplodinami hořčice bílá, svazenka vrtičolistá a sléz krmný. Nevhodnými jsou slunečnice a světlíce barvířská. Ve vyšší bramborářské výrobní oblasti je také vhodná hořčice bílá, svatojánské žito či jílky, naopak nevhodnými jsou světlíce barvířská či pohanka (Vach a kol., 2005).

2.5.1 Rozdělení meziplodin

Stach (1995) rozděluje meziplodiny takto:

1. podle užitku:
 - a. krmné – kukuřice, slunečnice, luskoviny
 - b. tržní – ředkvička, špenát, vodnice
 - c. na zelené hnojení – hořčice, svazenka, řepka, luskoviny
2. podle délky vegetační doby
 - a. ozimé
 - b. jarní, letní
 - c. strniskové

Ozimé meziplodiny

Doporučený podíl ozimých meziplodin je udáván jako 25 – 30% z celkového rozsahu. Jejich hlavním účelem je zajistit nejranější zelené krmení a mohou plnit funkci předplodiny pro brambory, kukuřici na siláž a nazeleno a další pícniny (Benda, 1984).

Letní meziplodiny

Svou vegetaci ukončují v roce výsevu. Výjimkou jsou meziplodiny zmrzající, které se uplatňují na pozemcích ohrožovaných vodní i větrnou erozí. Vysévají se po sklizni hlavní plodiny v létě a sklizeny nebo zaorány jsou na zelené hnojení na podzim toho samého roku. Začleňují se po ozimých meziplodinách, raných bramborách, ozimé řepce a včas sklizených obilninách (Stach, 1995).

Strniskové meziplodiny

V pomezí pěstování mezipločin patří strniskové k nejméně zastoupeným. Využívají se především na zelené hnojení. K nejméně pěstovaným patří hořčice bílá, řepice jarní, řepka ozimá i jarní a svazenka vratičolistá.

Správné založení porostu a dobrý výnos nadzemní a podzemní biomasy strniskových mezipločin a jejich pozitivní působení na půdu, závisí na včasném úklidu slámy nebo kvalitním rozdrčení a rozprostření slámy po pozemku po předchozí obilnině a následná podmínka (Vach a kol., 2005).

Podseвовé meziplodiny

Na jaře se podsévají do krycích plochin, zpravidla do obilnin. Do plného růstu se dostávají po sklizni. Na podzim stejného roku jsou sklizeny, spásány nebo zaorávány na zelené hnojení. Jako podseвовé meziploidy je vhodné použít jetel plazivý, jetel švédský, jílek mnohokvětý.

Podseвовé meziploidy se zakládají zjara a nepotřebují zvláštní nachystání půdy. Přispívají k úrodnosti půdy díky velkým posklizňovým zbytkům, které zanechávají v půdě (Stach, 1999).

2.5.2 Zástupci mezipločin

Svazenka vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)

Rostlina se uplatňuje především v letních výsevech mezipločin na zelené hnojení. Její vzrůst u odrůdy Větrovské v době květu dosahuje 70 cm. Svazenka není náročná na půdní ani klimatické podmínky.

Peluška – Hrách rolní (*Pisum sativum* L. var. *Arvense*)

Peluška je jednoletá rostlina, která se vysévá na jaře, ale máme i ozimé varianty. Pokud je vysetá na podzim, vytváří rozvětvenou přízemní růžici z 3 – 5 větví. Nejvíce jí škodí jarní mrazíky, při kterých dochází k přetrhávání kořenového systému (Lahola a kol., 1990).

Vikev huňatá (*Vicia villosa*)

Vikev huňatá patří k ozimým vikvím. Pěstuje se převážně pro využití zelené hmoty. Délka její lodyhy je až 2 m. V menší míře jí pěstujeme na semeno avšak hlavní význam je v pozitivním vlivu na půdu a úrodnosti pozemků. Vikev nevyžaduje žádné mimořádné ošetřování během vegetace (Houba a kol., 2009).

Slunečnice roční (*Helianthus annuus*)

Slunečnice je olejnina teplejších oblastí. Jako teplomilná plodina se seje později na jaře. Má poměrně dlouhou vegetační dobu. Dobré předplodiny pro slunečnici jsou okopaniny, luskoviny a jeteloviny (Chloupek a kol., 2005).

Slunečnice se řadí mezi pět nejvýznamnějších olejnin na světě. V České republice její kultura dosahuje nejsevernějšího okraje, ale i přesto má v osevních postupech své historické místo. Slunečnice přerušuje obilné sledy a má velké posklizňové zbytky, díky kterému se podílí na tvorbě trvalého humusu.

Jedná se o jednoletou rostlinu. Lodyha u olejnatých odrůd je 40 – 200 cm dlouhá, u silážních a okrasných odrůd i přes 5 m dlouhá. Lodyha je v období růstu vzpřímená, ale před začátkem kvetení se v horní části ohýbá. Květy dosahují průměru 5 – 75 cm (Baranyk a kol., 2010). Kořeny jsou kuželovitého tvaru, dobře vyvinuté, po celé délce rozvětvené, s hustou sítí vedlejších kořenů a kořínků. V období dozrávání dosahuje hloubky až 1,45 metrů a je rozšířený do 1,25 metrů. Nej hustší kořenová síť se nachází v ornici do hloubky 40 centimetrů (Novotný a kol., 1990).

Hořčice bílá (*Sinapis alba* L.)

Přibližně jedna polovina produkce je určena jako osivo na zelené hnojení. Zařazení do osevního postupu je velmi jednoduché, neboť hořčici nejčastěji řadíme po ozimé pšenici a následnou plodinou je opět ozimá (Mikšík a kol., 2007).

Hořčice bílá je vhodná do všech výrobních oblastí, kde dosahuje vysokých výnosů zelené hmoty (Humpálová – Blechtová, 1998).

2.6 Pozemkové úpravy

Pozemkové úpravy jsou nástrojem praktického uskutečňování zemědělské politiky vládnoucích vrstev. Pro úpravu pozemkové držby jsou vždy jiné důvody a s tím souvisejí i jiné důsledky a způsoby provádění pozemkových úprav (Dumbrovský, 2004). Jedná se o víceoborovou disciplínu, vyžadující znalosti z protierozní ochrany, vodního hospodářství, dopravních staveb, územního plánování a znalosti souvisejících zákonů, vyhlášek a nařízení (Podhrázká a kol., 2008).

Pozemkovými úpravami se 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. 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, vodní hospodářství zejména v oblasti snižování nepříznivých účinků povodní a 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 (Zákon 139/2002 Sb.).

Pozemkové úpravy, respektive projektování, realizaci pozemkových úprav je možné charakterizovat jako syntetizující a integrující vědní disciplíny, které dávají dohromady důležité poznatky z příbuzných a přípravných disciplín tak, aby se problémy organizace půdního fondu řešili souhrnně a na vysoké odborné úrovni (Rybářsky a kol., 1991).

Dle zákona č. 139/2002 Sb. náklady na pozemkové úpravy hradí stát. Na úhradě nákladů se mohou podílet i účastníci pozemkových úprav, popřípadě i jiné fyzické a právnické osoby, mají-li zájem na provedení pozemkových úprav. V případě, že provedení pozemkových úprav je vyvoláno v důsledku stavební činnosti, náklady hradí stavebník v závislosti na rozsahu území dotčeného stavbou.

Do nákladů se zahrnují náklady na přípravu zahájení pozemkových úprav včetně potřebných vodohospodářských studií, identifikaci parcel, místní šetření, zaměření skutečného stavu, vypracování návrhu, vytyčení pozemků, vyhotovení geometrických plánů, záznamů podrobného měření změn, popřípadě nového souboru geodetických informací, peněžité náhrady poskytované pozemkovým úřadem, zřízení

věcných břemen, realizaci společných zařízení a technickou pomoc při vytváření ucelených hospodářských jednotek (Zákon č. 139/2002 Sb.).

Výsledkem pozemkových úprav získáme obnovený digitalizovaný katastr nemovitostí, s novým uspořádáním pozemků a jasně definovaná práva k jednotlivým pozemkům, schválený plán společných zařízení a podklad pro územní plánování (Ministerstvo zemědělství, 2011).

Plán společných zařízení

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 (Vyhláška č. 13/2014 Sb.).

Na tvorbě plánu společných zařízení se podílí odborníci z celé řady oblastí. Ve všech případech se návrh plánu společných zařízení řídí platnými normami a předpisy. K návrhu se využívá moderních programových prostředků, jak pro výpočet, tak pro jejich umístění do terénu. Výsledný návrh je projednáván a schvalován jednak se sborem zástupců, dále pak na veřejném zastupitelstvu obce. K tomuto návrhu pak uplatňují své připomínky i zástupci státní správy a vlastníci či správci dotčených zařízení. Schválený návrh společných zařízení dopracovaný do jednotlivých parcel vytvoří soustavu parcel, jejichž vlastníkem se ve většině případů stává obec nebo stát. Tento krok je nutný pro následnou realizaci těchto zařízení (Pozemkové úpravy „krok za krokem“, 2015).

Dle Dumbrovského (2004) soubor opatření zahrnuje zejména:

- a) opatření sloužící ke zpřístupnění pozemků jako polní nebo lesní cesty, mostky, propustky, brody, železniční přejezdy apod.,

- b) protierozní opatření na ochranu půdního fondu jako protierozní meze, průlehy, zasakovací pásy, záchytné příkopy, terasy, větrolamy, zatravnění, zalesnění apod.,
- c) vodohospodářská opatření sloužící k neškodnému odvedení povrchových vod a ochraně území před záplavami jako nádrže, rybníky, úpravy toků, odvodnění, ochranné hráze, suché poldry apod.,
- d) opatření k ochraně a tvorbě životního prostředí, zvýšení ekologické stability krajiny jako místní ÚSES, doplnění, popřípadě odstranění zeleně a terénní úpravy apod.

Jednoduché pozemkové úpravy

Pokud je nutné vyřešit pouze některé hospodářské potřeby (například urychlené scelení pozemků, zpřístupnění pozemků) nebo ekologické potřeby v krajině (například lokální protierozní nebo protipovodňové opatření) nebo když se pozemkové úpravy mají týkat jen části katastrálního území, provádějí se formou jednoduchých pozemkových úprav. V případě jednoduchých pozemkových úprav lze upustit od zpracování plánu společných zařízení (Zákon č. 139/2002 Sb.).

Cílem jednoduchých pozemkových úprav je scelení rozdrobených a rozptýlených pozemků do velkých půdních celků. Celky jsou v rámci existující cestní sítě a vodohospodářských zařízení tak, aby se půda mohla společně obdělávat s použitím mechanizace a možností osevu (Jonáš a kol., 1990).

Komplexní pozemkové úpravy

Jedná se o komplexní řešení zpravidla celého katastrálního území vyjma zastavěného území (Ministerstvo zemědělství, 2011).

Tento typ pozemkových úprav řeší nové uspořádání pozemků, cestní síť, technické zásahy, ochranu půdy, ochranu a tvorbu životního prostředí a to vše v souladu s požadavky a záměry územního plánování (Jonáš a kol., 1990).

Výsledkem komplexních pozemkových úprav je obnovený katastrální operát, vyřešené vlastnické vztahy a nové uspořádání pozemků, které mají vhodné tvary a jsou přístupné. Je zpracován plán společných zařízení, který obsahuje návrh systému

protierozních opatření, návrh cestní sítě, vodohospodářských opatření i prvků ke zvýšení ekologické stability krajiny (Vlasák, Bartošková, 2007).

2.7 Metoda čísel odtokových křivek (CN)

Problematiku přímého odtoku z významných dešťů na povodí řeší metoda čísla odtokových křivek. Označení CN pochází z anglických slov Curve Number Method. Tuto metodu vyvinula americká Služba ochrany půdy, avšak v této době je už rozšířená po celém světě. Použití této metody je vhodné zejména na malých povodích, které mají plochy cca do 10 km² (Kulhavý a Kovář, 2000).

Povrchový a hypodermický odtok tvoří přímý odtok. Pomocí čísel odtokových křivek – CN se stanoví podíly tohoto typu odtoku na celkovém odtoku. Platí, že čím je hodnota CN vyšší, tím je pravděpodobnější, že se jedná o povrchový odtok. Na odtok vody má vliv mnoho faktorů, jako je infiltrace vody do půdy, množství srážek, druh vegetačního pokryvu, vlhkost půdy, nepropustné plochy a retence povrchu (Janeček a kol., 2007). K hypodermickému odtoku podílejícímu se na přímém odtoku dochází tehdy, když do půdy infiltrovaná voda stéká po mělce uložené, málo propustné vrstvě a vyvěrá opět na povrch, na rozdíl od základního odtoku, na jehož tvorbě se podílí voda, která se vsakuje až k hladině podzemní vody a vtéká do koryt toků (Pasák a kol., 1984).

Metoda čísel odtokových křivek CN umožňuje výpočet objemu přímého odtoku pro zadanou výšku deště, doby dobíhání, doby koncentrace a dále nám umožňuje výpočet kulminačního průtoku pro zadanou výšku deště. Kromě toho nám také dovoluje zohlednit vliv změny charakteristik povodí na hodnoty výše uvedených charakteristik hydrogramu maximálního odtoku (Soukup, Hrádek, 1999).

Metoda je založena na předpokladu, že podíl odtoku k přebytku srážek se rovná podílu vody zadržené při přívalovém dešti k potenciálnímu objemu, který může být zadržen během extrémně dlouhého přívalového deště. Metoda předpokládá úměrnost mezi retencí a odtokem:

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

kde platí: $F = P - Q =$ 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).

Podhrázská a Dufková (2005) popisují, že odtok začíná po určité akumulaci srážek a počáteční ztrátě, do níž se zahrnuje intercepce, infiltrace a povrchové akumulace, která byla odhadnuta experimentálními měřeními na 20% potenciální retence ($I_a = 0,2A$). Od těchto souvislostí je odvozen vztah:

$$H_o = \frac{(H_s - 0,2A)^2}{(H_s + 0,8A)} \quad \text{pro } H_s \geq 0,2A$$

kde platí: H_o = přímý odtok (mm)

H_s = úhrn přívalové (návrhové) srážky (mm)

A = potenciální retence (mm), vyjádřená pomocí čísel křivek
v následujícím vzorci:

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

Pro výpočet objemu přímého odtoku (m^3) platí rovnice:

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

kde platí: P_p = plocha povodí (km^2)

Čísla odtokových křivek – CN se určují podle hydrologických vlastností půdy, které jsou rozdělené do 4 skupin (A, B, C, D) podle minimálních rychlostní infiltrace vody do půdy bez pokryvu po dlouhodobém sycení. Dále jsou určována podle využití půdy, vegetačního pokryvu, způsobu obdělávání a uplatnění protierozních opatření. Jsou určována i podle vlhkosti půdy určené na základě 5 - ti denního úhrnu předcházejících srážek neboli předchozích vláhových podmínkách. Předchozí vláhové podmínky jsou rozděleny do třech stupňů, kde I. stupeň odpovídá

minimálnímu obsahu vody v půdě a při třetím stupni je voda přesycena vodou z předcházejících dešťů (VUMOP).

Tab. č. 1: Rozdělení srážek do skupin podle vláhových podmínek

Rozdělení srážek do skupin podle předchozích vláhových podmínek		
skupina PVP	výška deště za 5 dnů Hs (mm)	výška deště za 5 dnů Hs (mm)
Kategorie	nevegetační sezóna	vegetační sezóna
I.	< 12	< 35
II.	12 - 28	35 - 53
III.	> 28	> 53

(VUMOP)

3. Cíl a metodika práce

Cíl práce

Cílem této diplomové práce je vyhodnocení využití meziplodin v osevním postupu a zhodnocení jejich vlivu na protierozní účinnost vegetačního krytu.

První část diplomové práce je zasvěcena literární rešerši na zvolené téma. Hlavními body této rešerše jsou eroze a opatření proti vodní erozi. Dále jsou zmíněny osevní postupy a meziplodiny včetně jejich dělení.

Druhá část je věnována vybranému území, kterým je Zdíkovský potok. Byl proveden průzkum lokality a je popsána jeho charakteristika. Ve vybrané lokalitě byl navrhnout osevní postup a osevní postup s meziplodinami. Jelikož v povodí Zdíkovského potoka se nachází pouze 6 půdních bloků s ornou půdou, pro účely diplomové práce byly využity i vybrané půdní bloky s trvalým travním porostem.

Výpočet byl realizován pomocí Wischmeier – Smithovi rovnice a výsledky mezi sebou porovnány a vyhodnoceny. Podklady pro určení erozního smyvu byly získány z veřejného registru půdy – LPIS a za pomoci geografického informačního systému ArcGIS.

Metodika práce

Výpočet eroze

Nejdokonaleji vyjádřili kvantitativní účinek hlavních faktorů, ovlivňujících vodní erozi způsobovanou přívalovými dešti Wischmeier a Smith (1978). Jedná se o univerzální rovnici pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy erozí z pozemku:

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

kde:

G = ztráta půdy v t.ha⁻¹

R = faktor erozní účinnosti deště

K = faktor náchylnosti půdy k erozi

L = faktor délky svahu

S = faktor sklonu svahu

C = faktor vegetačního krytu a použité agrotechniky

P = faktor účinnosti technických protierozních opatření

Vypočtená hodnota udává množství půdy, které může být v dlouhodobém měřítku za daných podmínek z pozemku uvolněno plošnou vodní erozí. Nezahrnuje její ukládání na pozemku či pod ním. Rovnice nejde použít pro kratší než roční období a pro zjišťování ztráty půdy erozí z jednotlivé srážky nebo tání sněhu.

Faktor R – erozní účinnosti deště

Faktor R závisí na četnosti výskytu srážek, jejich kinetické energii, intenzitě a úhrnu. Z dlouhodobých záznamů o srážkách se určuje hodnota faktoru R, který představuje součet erozní účinnosti jednotlivých přívalových dešťů, které se v daném roce vyskytly. Deště s úhrnem menším než 12,5 mm a deště, u kterých během 15 - ti minut nespadlo alespoň 6,25 mm, se nezapočítávají. Tyto deště musí být odděleny od ostatních po dobu delší než 6 hodin.

Na základě pozorování srážek byla určena hodnota faktoru R pro Českou republiku $R = 40 \text{ MJ ha}^{-1}/\text{cm/h}^{-1}$. Pozorování bylo uskutečněno na třech stanicích Českého hydrometeorologického ústavu. Jedná se o stanice Praha – Klementinum,

Tábor a Bílá Třemešná. K určení faktoru R byly použity deště s úhrny sníženými o 12,5 mm.

tab. č. 2: Rozdělení faktoru R na jednotlivé měsíce

Měsíc	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
%	0,5	7,0	26,8	32,2	31,1	2,0	0,4

(Janeček, 2005)

Ztráta půdy z obdělávaného pozemku je přímo úměrná součinu celkové kinetické energie přívalového deště a jeho maximální 30 – ti minutové intenzity:

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

kde: R = faktor erozní účinnosti deště (MJ/ha⁻¹/cm.h⁻¹)

E = celková kinetická energie deště (J/m⁻²)

i₃₀ = max. 30 – ti minutová intenzita deště (cm/h⁻¹)

Celková kinetická energie deště:

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

kde: E_i = kinetická energie i – tého úseku deště (n – počet úseků deště):

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

kde: i_{si} = intenzita deště i – tého úseku (cm/h⁻¹)

H_{si} = úhrn deště v i – tém úseku (cm)

Faktor K – erodovatelnosti půdy

Vlastnostmi půdy je ovlivněna infiltrační schopnost a také odolnost půdních agregátů proti rozrušujícímu účinku dopadajících dešťových kapek a transportu povrchově odtékající vodou.

Faktor K představuje ztrátu půdy ze standardního pozemku vyjádřená v $t \cdot ha^{-1}$ na jednotku faktoru erozního účinku deště R ($MJ/ha^{-1}/cm/h^{-1}$).

tab. č. 3: Hodnoty faktoru K

Jednotky půdní mapy KPP		Jednotky ekologicko - půdní mapy (druhé a třetí místo pětimístného kódu)	Faktor K
HM (smyté)	57, 58	08	0,72
ČM, HM (smyté)	24, 25	08	0,67
IP, Hmi	57, 58	14	0,60
HMg	57, 58	(11), 42	0,59
Ipg	57, 58	43	0,58
OG	57, 58	44	0,58
HM	57, 58	11	0,52
HM, HMi, ČMi	24, 25	09, 10	0,51
IP	63	15	0,47
ČM, ČMd	24, 25	01, 02, (03, 05)	0,41
HM, HMg	63	12, (45)	0,41
HP, HPo, RA, RAh	1, 14, 43, 44, 45, 53, 54	18, 19, 24, 25, 26, 28, 33, 35, 38, 39, 41	0,39
OG, HPg	63	46, 47, 48, 50, 51	0,39
HPt	6, 7, 8, 9	28	0,31
OG	49	52	0,30
OG, HPg, RAhg	16, 17, 18, 21, 51, 52, 56	49, 54	0,30
OG, HPg	51	53	0,28
HP, HPa	47, 48	30, 31	0,21
HP, HPa	39, 40, 41, 42	29, 34, 37, 40	0,21
HP, HPa	34, 35, 37, 38	32	0,20
HP	16, 17, 18, 21, 51, 52, 56	20, 24, 27	0,17
ČM, ČM1	16, 17, 18, 21, 52, 56	06, 07, (08)	0,16
HPp	34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 55	36, 40	0,16
HP, HPa	15, 19, 22, 45, 49, 69, 71	31	0,13
ČM	26, 52	04	0,13
IP	15, 19, 26, 71	16, 17	0,13
DA	71, 72	21, 22	0,13
ČMsm	16, 17, 18, 21, 52, 56	07	0,09

(Janeček, 2005)

Faktory L, S – délky svahu, sklonu svahu

Faktor délky svahu L, popisuje vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty půdy erozí. Faktor sklonu svahu vyjadřuje vliv sklonu svahu na velikost ztráty

půdy erozí. Topografický faktor LS představuje poměr ztráty půdy na jednotku plochy svahu na standardním pozemku, který má délku 22,13 metrů a jeho sklon je 9%.

Délka svahu se započítává od rozvodnice nebo horní hrany pozemku a zároveň od prvku, který přerušuje povrchový odtok. Prvkem, který přerušuje povrchový odtok, může být příkop, průleh, cesta s příkopem, atd.

tab. č. 4: Faktor L

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		

(Janeček, 2005)

tab. č. 5: Faktor S

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

(Janeček, 2005)

Faktor C – ochranného vlivu vegetace

V období od dubna do září, kdy se vyskytují přívalové deště, je ochranný vliv vegetace přímo úměrný pokryvnosti a hustoty porostu. Vegetační pokryv chrání půdu před působením dopadajících dešťových kapek. Vynikající protierozní ochranu představují jeteloviny či trávy, avšak širokořádkové plodiny jako kukuřice, okopaniny, sady nebo vinice nevytváří dostatečnou ochranu proti erozi.

Faktor C se určuje na základě agrotechnických prací v 5 – ti obdobích:

1. období podmínky 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. č. 6: Faktor C

Plodina	Zařazení v osevním postupu	Použitá argotech- nika	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	
		St	O K 0,25 - 0,70	O K 0,25 - 0,70	O K 0,20 - 0,55	0,25	0,60	0,30	
	sláma předplodiny nesklizena	OP	0,60	0,75	0,55	0,25	0,60	0,30	
		St	O K 0,04 - 0,30	O K 0,04 - 0,25	O K 0,04 - 0,20	O K 0,05 - 0,20	O K 0,25 - 0,04	O K 0,15 - 0,30	
	bezorebný výsev do herbicidem umrtveného drnu	víceletých pícnin jílku jako ozimé meziplodiny	OP	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,03
			St	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,10
Brambory		v přímých řádcích libovolného směru	0,65	0,80	0,65	0,30	0,70		
Cukrovka									
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

(Janeček, 2005)

Faktor P – účinnosti protierozních opatření

Pokud nejsou na pozemku žádné protierozní opatření, předpokládá se, že hodnota faktoru P = 1.

tab. č. 7: Faktor P

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 píceňin	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

(Janeček, 2005)

4. Charakteristika lokality

Vybrané území se nachází v Jihočeském kraji, v okrese Prachatice, zhruba 6,5 km severozápadně od Vimperku. Mapu území nalezneme v příloze č. 1.

Obcí Zdíkov protéká Zdíkovský potok, který je pravostranným přítokem říčky Spůlky. Zdíkov se nachází na horním okraji Šumavského podhůří v 732 metrech nad mořem. Většinu území pokrývá les, TTP a orná půda.

Hydrologické poměry

Vodní tok: Zdíkovský potok

Číslo hydrologického pořadí: 1-08-02-0130-0-00

Plocha povodí: 17,59 km²

Klimatické poměry

Údaje jsou převzaty z hydrometeorologického ústavu z meteorologické stanice Vimperk.

tab. č. 8: Průměrná teplota vzduchu (°C)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	IV - IX
-3,0	-1,6	1,7	5,8	11,4	14,2	16,1	15,5	11,9	6,8	1,4	-1,8	6,5	12,5

(Tolasz a kol., 2007)

tab. č. 9: Průměrný úhrn srážek (mm)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	IV - IX	X - III
40	36	38	53	86	94	100	83	60	54	41	41	726	476	250

(Tolasz a kol., 2007)

tab. č. 10: Průměrný počet dnů se sněhovou pokrývkou

IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Rok
0,0	2	7,8	20,9	23,9	20,9	13,7	2,2	0,0	91,4

(Tolasz a kol., 2007)

Fenologické poměry

Údaje pro fenologické poměry byly převzaty ze stanice v Prachaticích.

Počátek jarních polních prací: 26. 3.

Počátek setí jarního ječmene: 5. 4.

Počátek setí ovsa: 31. 3.

Počátek sázení pozdních brambor: 22. 4.

Počátek květu trnky obecné: 3. 5.

Počátek květu jabloní: /

Rozkvět ozimého žita: 8. 6.

Počátek senoseče: 19. 6.

Počátek žní ozimého žita: 25. 7.

Počátek žní jarního ječmene: 6. 8.

Počátek žní ovsa: 12. 8.

Počátek setí ozimého žita: 27. 9.

(Tolasz a kol., 2007)

Hospodářské využití území

Dle veřejného registru půdy na většině půdních blocích, okolo Zdíkovského potoka, hospodaří Zemědělské družstvo „Šumava“ Zdíkov. Družstvo se zabývá rostlinnou výrobou kombinovanou se živočišnou výrobou.

Charakteristika jednotlivých BPEJ

Vyhláška č. 327/1998 Sb. definuje bonitovanou půdní ekologickou jednotku takto: 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 zúrodnovacím 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 šterku a kamene v ornici k obsahu šterku a kamene v spodině do 60 cm, a hloubka půdy, je vyjádřena pátou číslicí číselného kódu, která je výsledkem jejich kombinace.

Na vybraném území se nachází pouze devátý klimatický region. Region je chladný a vlhký, se sumou teplot nad 10°C 2000, průměrnou roční teplotou menší jak 5 °C, průměrných úhrnem srážek větší jak 800 mm a s 0% pravděpodobností suchých vegetačních období.

Dle vyhlášky č. 327/1998 Sb. jsou hlavní půdní jednotky, které se nachází v dané oblasti, charakterizovány takto:

36 Kryptopodzoly modální, podzoly modální, kambizemě dystrikové, případně i kambizem modální mezobazická, bez rozlišení matečných hornin, převážně středně těžké lehčí, s různou skeletovitostí, půdy až mírně převlhčované, vždy však v chladném klimatickém regionu

37 Kambizemě litické, kambizemě modální, kambizemě rankerové a rankery modální na pevných substrátech bez rozlišení, v podornici od 30 cm silně skeletovité nebo s pevnou horninou, slabě až středně skeletovité, v ornici středně těžké lehčí až lehké, převážně výsušné, závislé na srážkách

40 Půdy se sklonitostí vyšší než 12 stupňů, kambizemě, rendziny, pararendziny, rankery, regozemě, černozemě, hnědozemě a další, zrnitostně středně těžké lehčí až lehké, s různou skeletovitostí, vláhově závislé na klimatu a expozici

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

Nejvíce zastoupené z těchto hlavních půdních jednotek jsou kambizemě, tedy hlavní půdní jednotka 50.

Na většině půdních bloků je sklon charakterizován mírným sklonem, tedy 3 – 7°, dále se na pozemcích vyskytuje střední sklon 7 – 12° a jen u pár půdních bloků pozorujeme výrazný sklon 12 – 17°.

Většina pozemků je středně skeletovitá, s celkovým obsahem skeletu 25 – 50% a s hlubokou až středně hlubokou půdou.

5. Výsledky a diskuze

V povodí Zdíkovského potoka bylo vybráno 31 půdních bloků, které jsou vyobrazeny v příloze č. 1 na mapě č. 2. Na půdních blocích jsou zakresleny dráhy soustředěného odtoku a dále počítán smyv půdy pomocí Wischmeier – Smithovi rovnice. Dráhy soustředěného odtoku nalezneme v příloze č. 1 na mapě č. 3.

Dosazením odpovídajících hodnot faktorů vybraného pozemku do Wischmeier – Smithovi rovnice se určí dlouhodobá průměrná ztráta půdy vodní erozí v t/ha/rok z daného pozemku při uvažovaném způsobu jeho využívání. Pokud vypočtená ztráta půdy překročí danou mez, v současnosti stanovenou na 4 t/ha/rok, je zřejmé, že způsob současného využívání pozemku nesplňuje dostatečnou ochranu půdy, což se týče protierozních opatření. Na takový pozemek je proto nutné navrhnout další protierozní opatření, které by zabezpečilo uspokojivou ochranu půdy. Výsledky jsou porovnány s přípustnou ztrátou půdy a navržen další postup v protierozní ochraně.

Výpočet Wischmeier – Smithovi rovnice

tab. č. 11: Faktor L, S, K

Číslo dráhy soustředěného odtoku	Délka svahu (m)	Faktor L	Sklon (%)	Faktor S	BPEJ	Faktor K
1	107	2,20	18	2,99	93746	0,21
2	146	2,57	14	1,97	93746	0,21
3	166	2,74	15	2,21	93746	0,21
4a	132	2,44	8	0,84	93624	0,16
4b	313	3,77	10	1,17	93746	0,21
5	384	4,18	10	1,17	93624	0,16
6	98	2,11	5	0,45	93624	0,16
7	200	3,02	8	0,84	93624	0,16
8	223	3,18	11	1,35	93746	0,21
9	153	2,63	7	0,70	93746	0,21
10	59	1,65	17	2,72	95011	0,39
11	217	3,14	14	1,97	93644	0,16
12a	235	3,26	13	1,75	93716	0,21
12b	199	3,01	10	1,17	93716	0,21
13	106	2,19	14	1,97	95014	0,39
14a	70	1,79	14	1,97	95014	0,39
14b	87	1,99	6	0,57	95014	0,39
15	31	1,19	16	2,46	93624	0,16
16	85	1,97	12	1,55	93624	0,16

17	148	2,59	7	0,70	95014	0,39
18	179	2,85	8	0,84	93624	0,16
19a	225	3,19	9	1,0	95014	0,39
19b	126	2,38	12	1,55	95014	0,39
20	156	2,66	16	2,46	95044	0,39
21	104	2,17	10	1,17	95014	0,39
22	244	3,32	4	0,35	95014	0,39
23	122	2,34	8	0,84	95014	0,39
24	175	2,82	9	1,0	95014	0,39
25	213	3,11	7	0,70	95014	0,39
26	275	3,53	7	0,70	93746	0,21
27	306	3,73	13	1,75	94068	0,21
28a	233	3,24	15	2,21	93756	0,21
28b	195	2,98	13	1,75	93756	0,21
29	126	2,38	12	1,55	95044	0,39
30	59	1,65	17	2,72	95044	0,39
31	196	2,99	15	2,21	95014	0,39

(Zdroj: autorka)

Faktor C

Osevní postup bez meziplodin

- 1) Jetel
- 2) Jetel
- 3) Pšenice ozimá
- 4) Pšenice ozimá
- 5) Kukuřice na siláž
- 6) Ječmen jarní s podsevem

C1 – jetel

Datum	R (%)	C	R (%) * C
11. 8. – 15. 9.	1,211	0,015	0,018

C1 = 0,018

C2 – jetel

Datum	R (%)	C	R (%) * C
16. 9. – 15. 9.	1,000	0,015	0,015

C2 = 0,015

C3 – pšenice ozimá

Období	Datum	R (%)	C	R (%) * C
I.	16. 9. – 30. 9.	0,010	0,50	0,005
II.	1. 10. – 11. 11.	0,004	0,55	0,002
III.	12. 11. – 30. 4.	0,005	0,30	0,002
IV.	1. 5. – 10. 8.	0,760	0,05	0,038
V.	11. 8. – 15. 9.	0,211	0,20	0,042

C3 = 0,089

C4 – pšenice ozimá

Období	Datum	R (%)	C	R (%) * C
I.	16. 9. – 30. 9.	0,010	0,65	0,007
II.	1. 10. – 11. 11.	0,004	0,70	0,003
III.	12. 11. – 30. 4.	0,005	0,45	0,002
IV.	1. 5. – 10. 8.	0,760	0,08	0,061
V.	11. 8. – 15. 9.	0,211	0,25	0,053

C4 = 0,126

C5 – kukuřice na siláž

Období	Datum	R (%)	C	R (%) * C
I.	16. 9. – 20. 4.	0,013	0,70	0,009
II.	21. 4. – 31. 5.	0,072	0,90	0,065
III.	1. 6. - 30. 6.	0,268	0,70	0,188
IV.	1. 7. – 30. 9.	0,653	0,35	0,229
V.	1. 10. – 5. 10.	0,001	0,70	0,001

C5 = 0,492

C6 – ječmen jarní s podsevem

Období	Datum	R (%)	C	R (%) * C
I.	6. 10. – 31. 3.	0,003	0,70	0,002
II.	1. 4. – 20. 4.	0,003	0,75	0,002
III.	21. 4. – 20. 5.	0,047	0,50	0,024
IV.	21. 5. - 10. 8.	0,713	0,08	0,057

C6 = 0,085

$$C = \frac{C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6}{6}$$

$$C = \frac{0,018 + 0,015 + 0,089 + 0,126 + 0,492 + 0,085}{6}$$

C bez meziplovin = **0,138**

Osevní postup s meziplodinami

- 1) Jetel
- 2) Jetel
- 3) Pšenice ozimá
 - 3a) Hořčice bílá
- 4) Pšenice ozimá
 - 4a) Svazenka vratičolistá
- 5) Kukuřice na siláž
- 6) Ječmen jarní s podsevem

C1 – jetel

Datum	R (%)	C	R (%) * C
11. 8. – 15. 9.	1,211	0,015	0,018

$$C1 = 0,018$$

C2 – jetel

Datum	R (%)	C	R (%) * C
16. 9. – 15. 9.	1	0,015	0,015

$$C2 = 0,015$$

C3 – pšenice ozimá

Období	Datum	R (%)	C	R (%) * C
I.	16. 9. – 30. 9.	0,010	0,50	0,005
II.	1. 10. – 11. 11.	0,004	0,55	0,002
III.	12. 11. – 30. 4.	0,005	0,30	0,002
IV.	1. 5. – 10. 8.	0,760	0,05	0,038

$$C3 = 0,047$$

C3a – Hořčice bílá

Datum	R (%)	C	R (%) * C
11. 8. – 20. 10.	0,223	0,08	0,018

$$C3a = 0,018$$

C4 – pšenice ozimá

Období	Datum	R (%)	C	R (%) * C
I.	21. 10. – 25. 10.	0,001	0,65	0,001
II.	26. 10. – 11. 11.	0,001	0,70	0,001
III.	12. 11. – 30. 4.	0,005	0,45	0,002
IV.	1. 5. – 10. 8.	0,760	0,08	0,061

C4 = 0,065

C4a – Svazenka vratičolistá

Datum	R (%)	C	R (%) * C
11. 8. – 20. 10.	0,223	0,08	0,018

C4a = 0,018

C5 – kukuřice na siláž

Období	Datum	R (%)	C	R (%) * C
I.	21. 10. – 20. 4.	0,005	0,70	0,004
II.	21. 4. – 31. 5.	0,072	0,90	0,065
III.	1. 6. – 30. 6.	0,268	0,70	0,188
IV.	1. 7. – 30. 9.	0,653	0,35	0,229
V.	1. 10. – 5. 10.	0,001	0,70	0,001

C5 = 0,487

C6 – Ječmen jarní s podsevem

Období	Datum	R (%)	C	R (%) * C
I.	6. 10. – 31. 3.	0,003	0,70	0,002
II.	1. 4. – 20. 4.	0,003	0,75	0,002
III.	21. 4. – 20. 5.	0,047	0,50	0,024
IV.	21. 5. - 10. 8.	0,713	0,08	0,057

C6 = 0,085

$$C = \frac{C1 + C2 + C3 + C3a + C4 + C4a + C5 + C6}{8}$$

$$C = \frac{0,018 + 0,015 + 0,047 + 0,018 + 0,065 + 0,018 + 0,487 + 0,085}{8}$$

C s meziplodinami = 0,094

Faktor vegetačního krytu a agrotechniky s osevním postupem bez meziplo-
din činí 0,138 a při zařazení meziplo-
din do téhož osevního postupu 0,094. Už z tohoto
výpočtu je zřejmé, že meziplo-
diny výrazně snížily hodnotu tohoto faktoru a tím i
výsledný smyv půdy.

Faktor P

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

Výpočet erozních smyvů na půdních blocích

Červeně zvýrazněné půdní bloky překročili přípustnou ztrátu půdy, žlutě
zvýrazněné půdní bloky se po použití osevního postupu s meziplo-
dinou snížili pod
přípustnou ztrátu půdy a zeleně označené půdní bloky nepřekročili přípustnou ztrátu
půdy vůbec, ani s osevním postupem bez meziplo-
din.

tab. č. 12

Číslo dráhy soustře- děného odtoku	Faktor R	Faktor K	Faktor L	Faktor S	Faktor C – bez meziplo- din	Faktor C s mezi- plo- dinami	Faktor P	G – bez meziplo- din	G s mezi- plo- dinami
1	40	0,21	2,20	2,99	0,138	0,094	1	7,6	5,2
2	40	0,21	2,57	1,97	0,138	0,094	1	5,9	3,9
3	40	0,21	2,74	2,21	0,138	0,094	1	7,0	4,8
4a	40	0,16	2,44	0,84	0,138	0,094	1	1,8	1,2
4b	40	0,21	3,77	1,17	0,138	0,094	1	5,1	3,5
5	40	0,16	4,18	1,17	0,138	0,094	1	4,3	2,9
6	40	0,16	2,11	0,45	0,138	0,094	1	0,8	0,6
7	40	0,16	3,02	0,84	0,138	0,094	1	2,2	1,5
8	40	0,21	3,18	1,35	0,138	0,094	1	5	3,4
9	40	0,21	2,63	0,70	0,138	0,094	1	2,1	1,5
10	40	0,39	1,65	2,72	0,138	0,094	1	9,7	6,6
11	40	0,16	3,14	1,97	0,138	0,094	1	5,5	3,7
12a	40	0,21	3,26	1,75	0,138	0,094	1	6,6	4,5
12b	40	0,21	3,01	1,17	0,138	0,094	1	4,1	2,8
13	40	0,39	2,19	1,97	0,138	0,094	1	9,3	6,3
14a	40	0,39	1,79	1,97	0,138	0,094	1	7,6	5,2
14b	40	0,39	1,99	0,57	0,138	0,094	1	2,4	1,7
15	40	0,16	1,19	2,46	0,138	0,094	1	2,6	1,8
16	40	0,16	1,97	1,55	0,138	0,094	1	2,7	1,8
17	40	0,39	2,59	0,70	0,138	0,094	1	3,9	2,7

18	40	0,16	2,85	0,84	0,138	0,094	1	2,1	1,4
19a	40	0,39	3,19	1,0	0,138	0,094	1	6,9	4,7
19b	40	0,39	2,38	1,55	0,138	0,094	1	7,9	5,4
20	40	0,39	2,66	2,46	0,138	0,094	1	14,1	9,6
21	40	0,39	2,17	1,17	0,138	0,094	1	5,5	3,7
22	40	0,39	3,32	0,35	0,138	0,094	1	2,5	1,7
23	40	0,39	2,34	0,84	0,138	0,094	1	4,2	2,9
24	40	0,39	2,82	1,0	0,138	0,094	1	6,1	4,1
25	40	0,39	3,11	0,70	0,138	0,094	1	4,7	3,2
26	40	0,21	3,53	0,70	0,138	0,094	1	2,9	2,0
27	40	0,21	3,73	1,75	0,138	0,094	1	7,6	5,2
28a	40	0,21	3,24	2,21	0,138	0,094	1	8,3	5,7
28b	40	0,21	2,98	1,75	0,138	0,094	1	6,0	4,1
29	40	0,39	2,38	1,55	0,138	0,094	1	7,9	5,4
30	40	0,39	1,65	2,72	0,138	0,094	1	9,7	6,6
31	40	0,39	2,99	2,21	0,138	0,094	1	14,2	9,7

(Zdroj: autorka)

Wischmeier – Smíthova rovnice nám ukázala, že přípustná ztráta půdy s osevním postupem bez zařazení meziplodiny byla překročena na 25 půdních blocích z celkových 31. Avšak při použití meziplodin v osevním postupu se celkový počet půdních bloků, který překročil danou mez, snížil na 16.

Přepočet erozního smyvu

Půdní bloky, které překročili přípustnou ztrátu půdy i přes to, že byl použit osevní postup s meziplodinami, je potřeba zatravnit, což nám dokazuje přepočet erozního smyvu v následující tabulce:

Tab. č. 13: Přepočet erozního smyvu

Číslo dráhy soustředěného odtoku	Faktor R	Faktor K	Faktor L	Faktor S	Faktor C	Faktor P	G při zatravnění
1	40	0,21	2,2	2,99	0,005	1	0,3
3	40	0,21	2,74	2,21	0,005	1	0,3
10	40	0,39	1,65	2,72	0,005	1	0,4
12a	40	0,21	3,26	1,75	0,005	1	0,2
13	40	0,39	2,19	1,97	0,005	1	0,3
14a	40	0,39	1,79	1,97	0,005	1	0,3
19a	40	0,39	3,19	1	0,005	1	0,2

19b	40	0,39	2,38	1,55	0,005	1	0,3
20	40	0,39	2,66	2,46	0,005	1	0,5
24	40	0,39	2,82	1	0,005	1	0,2
27	40	0,21	3,73	1,75	0,005	1	0,3
28a	40	0,21	3,24	2,21	0,005	1	0,3
28b	40	0,21	2,98	1,75	0,005	1	0,2
29	40	0,39	2,38	1,55	0,005	1	0,3
30	40	0,39	1,65	2,72	0,005	1	0,4
31	40	0,39	2,99	2,21	0,005	1	0,5

(Zdroj: autorka)

Půdní bloky číslo 14, 15, 16, 19, 25 a 27 jsou obhospodařovány jako orná půda. Pro účely této diplomové práce a výpočet erozního smyvu byly použity i vybrané půdní bloky, které jsou v současnosti obhospodařovány jako trvalý travní porost. Výsledky nám ukázaly, že při zařazení meziplodin do osevního postupu, se mohou i některé nynější půdní bloky s trvalým travním porostem zornit. Jedná se o půdní bloky s dráhou soustředěného odtoku číslo 2, 4b, 5, 8, 11, 12b, 21, 23 a 25. Na ostatních půdních blocích, které jsou nad přípustnou ztrátou půdy, je vhodné jejich zatravnění. Ani jeden pozemek, který bychom uvažovali jako zatravněný, nepřekročil přípustnou ztrátu půdy, což nám dokázal přepočítání erozního smyvu výše. Dle Janečka (2012) je třeba zatravnit pozemky, které z hlediska ztrát půdy erozí nelze využívat jako ornou půdu. Optimálně zapojený travní porost je nejlepší protierozní ochranou. Pro kvalitní vegetační kryt jsou preferovány trávy výběžkaté tvořící pevný drn. Salaš a kol. (2012) uvádí, že vhodná struktura krajiny, tedy poměr produkčních a neprodukčních ploch podporuje nejen rozvoj biodiverzity, ale snižuje také půdní erozi. Dle Šarapatky a kol. (2002) vyžaduje pěstování rostlin dodatkovou energii, kterou zemědělec vkládá do obdělávání a zúrodnění půdy, do ochrany rostlin, sklizně a jiných agrotechnických opatření.

Janeček (2012) uvádí, že zařazení meziplodin do osevních postupů podstatně zvyšuje ochranu půdy proti erozi, což jsme potvrdili výpočtem Wischmeier – Smithovi rovnice. Podle Vacha a kol. (1996) se zúrodnující efekt meziplodin zvyšuje při zaorávce na zelené hnojení zejména u osevních postupů s vyšší koncentrací obilnin.

Vhodným střídáním plodin se současně významně reguluje zanechanými zbytky plodin přísun organické hmoty do půdy. Správný osevní postup je zárukou dalšího zvyšování efektivní úrodnosti půd, a tím i celé zemědělské výroby (Kvěch a kol., 1985). S ohledem na zvýšení biodiverzity a ochranu půdy a životního prostředí je cílem zajistit pestrou skladbu plodin s dostatečným zastoupením plodin zúrodnujících (Procházková a kol., 2011). Plodiny, které neporušují vlastnosti půdy, ale naopak zlepšují její úrodnost, je vhodné používat jako ochranný prostředek proti erozi (Cablík a Jůva, 1963).

Vliv porostů na průběh erozních procesů se projevuje jednak přímo, kdy se vegetační kryt staví jako překážka do cesty padajícím dešťovým kapkám a po půdním povrchu stékající vodě, a také nepřímo, působením vegetace na vlastnosti půdy (Pasák a kol., 1984).

V osevním postupu se strniskovou meziplodinou byly agrotechnické lhůty dodrženy, přesně tak, jako uvádí Šimon a kol., (1999) a to tak, že zakládání strniskových meziplodin musí okamžitě následovat po sklizni obilní předplodiny a to nejen z důvodu využití vegetační doby, ale i případné zásoby půdní vláhy. Podle Bandy (1984) je třeba vytvořit v osevním postupu dostatečný prostor, umožňující pěstování meziplodin v požadovaném rozsahu a bez narušení agrotechnického termínu výsevu následných plodin.

Domnívám se, že využití osevního postupu s meziplodinami je velmi vhodné, pokud eroze není natolik vysoká a není třeba dalších zásahů a opatření.

6. Závěr

Eroze zapříčiňuje, že nejúrodnější vrstva půdy, ornice, je odnášena a usazována na jiných místech. V našich klimatických podmínkách je nejvýraznější vodní a větrná eroze, která nevratně poškozuje kvalitu půdy. Eroze na zemědělských půdách vážně ohrožuje produkční a mimoprodukční funkci půd a způsobuje vysoké škody.

Diplomová práce měla za cíl zjistit, zda při zařazení meziplodin do osevního postupu je možné snížit erozní smyv půdy. Díky Wischmeier – Smithovi rovnici bylo prokázáno, že prodloužením vegetačního krytu, je možné snížit odnos půdy, avšak na velmi svažitéch pozemcích to nestačí a je vhodné aplikovat i jiné protierozní opatření.

Výpočtem bylo zjištěno, že nejvíce problematické v osevním postupu jsou plodiny okopaninového typu. V daném případě se jedná o kukuřici na siláž. Je vhodné se vyvarovat širokořádkovým plodinám, ale je možné poupravit i jiné faktory dané rovnice. Jedná se o faktory L, S a P. Faktor délky svahu je možné snížit rozdělením pozemku. Za pomoci technických opatření, například terasami lze zmenšit faktor sklonu svahu. Mezi poslední možnosti upravení koeficientů patří faktor protierozních opatření, avšak úprava tohoto koeficientu je nejnáročnější a proto je vhodné se k tomuto bodu uchýlovat jako k poslednímu.

Svažitéjší pozemky, na kterých i přes osevní postup s použitím meziplodin, byla překročena přípustná míra ztráty půdy, je vhodné využívat jako trvalý travní porost.

Aby meziplodiny splnily svou funkci a jejich efekt nebyl pouze zdánlivý, ba naopak pozitivní, musí se s nimi počítat už při sestavování osevního postupu. Meziplodiny se musí vybírat tak, aby zlepšovaly osevní postup a zpestřovaly strukturu plodin.

7. Seznam literatury

1. BARANYK, P., *Olejniny*. Praha: Profi Press, 2010. ISBN 978-80-86726-38-0.
2. BENDA, J., *Meziplodiny v soustavě rostlinné výroby*. Státní zemědělské nakladatelství v Praze, 1984.
3. BLAŽEK, V., NĚMEC, J. a HLADNÝ, J., ed. *Voda v České republice*. Praha: Pro Ministerstvo zemědělství vydal Consult, 2006. ISBN 80-903482-1-1.
4. BRANT, V., *Meziplodiny*. V Českých Budějovicích: Kurent, 2008. ISBN 978-80-87111-10-9.
5. BRTNICKÝ, M., *Degradace půdy v České republice*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2012. ISBN 978-80-87361-20-7.
6. CABLÍK, J., JŮVA, K., *Protierozní ochrana půdy*. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 1963.
7. ČAČA, Z., *Ochrana polních a zahradních plodin*. Praha: SZN, 1984. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).
8. DUMBROVSKÝ, M.: *Pozemkové úpravy*. Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., Brno, 2004. ISBN 80-214-2668-3.
9. 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.
10. HOLÝ, M., *Protierozní ochrana*. SNTL – nakladatelství technické literatury Praha, 1978.

11. HORYNOVÁ, A., *Obecná rostlinná výroba: pro posluchače studia základů zemědělské výroby na pedagogických fakultách*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1965. Učebnice pro vysoké školy.
12. HOUBA, M., HOCHMAN, M., HOSNEDL, V., *Luskoviny: pěstování a užití*. České Budějovice: Kurent, 2009. ISBN 978-80-87111-19-2.
13. HUMPÁLOVÁ-BLECHTOVÁ, Alice. *Význam a možnosti využití zeleného hnojení v zemědělské praxi: (studijní zpráva)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1998. ISBN 80-86153-97-5.
14. HŮLA, J., ABRHAM, Z., BAUER, F. *Zpracování půdy*. Praha: Brázda, 1997. ISBN 80-209-0265-1.
15. HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ, B., *Vliv minimalizačních a půdoochranných technologií na plodiny, půdní prostředí a ekonomiku*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2002. Zemědělské informace. ISBN 80-7271-106-7.
16. CHLOUPEK, O., PROCHÁZKOVÁ B., HRUDOVÁ, E., *Pěstování a kvalita rostlin*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2005. ISBN 80-7157-897-5.
17. JANEČEK, M., *Vliv eroze půdy na znečištění povrchových vod: studijní zpráva*. Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1978.
18. JANEČEK, M., PASÁK, V., BOHUSLÁVEK, J., SOKOLOVÁ, I., TOMAN, F., FUXA, Z., ŠVEHLA, F., *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1992. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe.
19. JANEČEK, M., KOVÁŘ, P., *Aktuálnost „Metody čísel odtokových křivek – CN“ k určování průměrného odtoku z malého povodí*. Vodní hospodářství, 2010, č. 7, 187 – 189 s.

20. JANEČEK, M., a kol., *Nové směry v protierozní ochraně půdy*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 1999, 55 s.
21. JANEČEK, M., BOHUSLÁVEK, J., DUMBROVSKÝ, M., GERGEL, J., HRÁDEK, F., KOVÁŘ, P., KUBÁTOVÁ, E., PASÁK, V., PIVCOVÁ J., TIPPL, M., TOMAN, F., TOMANOVÁ, O., VÁŠKA, J., *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Praha: ISV nakladatelství, 2005, ISBN 80-86642-38-0.
22. JANEČEK, M., *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2007. ISBN 978-80-254-0973-2.
23. JANEČEK, M., *Základy erodologie*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2008. ISBN 978-80-213-1842-7.
24. JANEČEK, M., *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.
25. JONÁŠ, F., *Pozemkové úpravy*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1990. Mechanizace, výstavba a meliorace. ISBN 80-209-0106-X.
26. JŮVA, K., HRABAL, A., TLAPÁK, V., *Ochrana půdy, vegetace, vod a ovzduší*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1977.
27. KADLEC, V., *Navrhování technických protierozních opatření: metodika*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2014. ISBN 978-80-87361-29-0.
28. KOKOLIA, V., KOS, M., *Protierozní osevní postupy*. Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1989. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe.
29. KONVALINA, P., *Pěstování rostlin v ekologickém zemědělství*. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2007. ISBN 978-80-7394-031-7.

30. KREŠL, J., *Hydrologie*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 125 s. ISBN 80-7157-513-5.
31. KULHAVÝ, Z., KOVÁŘ, P., *Využití modelů hydrologické bilance pro malá povodí*, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, 2000.
32. KVĚCH, O., *Osevní postupy*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1985. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).
33. LAHOLA, J., *Luskoviny: pěstování a využití*. Praha: SZN, 1990. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství). ISBN 80-209-0127-2.
34. LI, Z., FANG, H., *Impacts of climate change on water erosion: A review*. Earth-Science Reviews, vol. 163, p. 94-117, 2016.
35. MATOUŠEK, V., *Poznávání odtokových vlastností malých povodí za regionálních dešťů*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2010. ISBN 978-80-87402-08-5.
36. MHAZO, N., CHIVENGE, P., CHAPLOT, V., *Tillage impact on soil erosion by water: Discrepancies due to climate and soil characteristics*. Agriculture, Ecosystems & Environment, vol. 230, p. 231-241, 2016.
37. MIKŠÍK, V., *Hořčice: pěstitelský rádce*. Praha: Pro katedru rostlinné výroby, FAPPZ, ČZU v Praze vydalo vydavatelství Kurent, 2007. ISBN 978-80-87111-01-7.
38. MÖLLER, M., GERSTMANN, H., GAO, F., DAHMS., T. CH., FÖSTER, M., *Coupling of phenological information and simulated vegetation index time series: Limitations and potentials for the assessment and monitoring of soil erosion risk*. Catena, vol. 150, p. 192-205, 2017.
39. NOVOTNÝ, M., KERVALIŠVILI, D. M., ŠANTA, M., *Závlaha polních a speciálních plodín*. Bratislava: Příroda, 1990. Vodné hospodárstvo. ISBN 80-07-00267-7.

40. PASÁK, V., a kol., *Ochrana zemědělské půdy proti erozi*. Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1974. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe.
41. PASÁK, V., a kol., *Ochrana půdy před erozí*. 1. vyd. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 1984.
42. PODHRÁZSKÁ, J., DUFKOVÁ, J.: *Protierozní ochrana půdy*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2005. ISBN 80-7157-856-8.
43. PODHRÁZSKÁ, J., TOMAN, F., VITÁSKOVÁ, J. KOUKALOVÁ, M., PIVCOVÁ, J., *Projektování pozemkových úprav*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2006. ISBN 80-7357-011-2.
44. PODHRÁZSKÁ, J., UHLÍŘOVÁ, J., NOVOTNÝ, I., STEJSKALOVÁ, D., KRÍŽKOVÁ, S., KORSUŇ, S., SPITZ, P., *Návrh a hodnocení účinnosti systému komplexních opatření v pozemkových úpravách pro snížení škodlivých účinků povrchového odtoku: metodický návod*. Praha: VÚMOP, 2009. ISBN 978-80-904027-7-5.
45. POSPÍŠIL, R., a kol., *Energetické hodnotenie systémov pestovania poľných plodín*. 1. vyd. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2014.
46. PROCHÁZKOVÁ, B., DOVRTĚL, J., DRYŠLOVÁ, T., KŘEN, J., LUKAS, V., NEUDERT, L., SMUTNÝ, V., WINKLER, J., *Význam možnosti optimalizace struktury a střídání plodin v systémech hospodaření na půdě: uplatněná certifikovaná metodika*. V Brně: Mendelova univerzita, 2011. ISBN 978-80-7375-525-6.
47. PROSDOCIMI, M., TAROLLI, P., CERDA, A., *Mulching practices for reducing soil water erosion: A review*. *Earth-Science Reviews*, vol. 161, p. 191-203, 2016.
48. SALAŠ, P., *Opatření vedoucí k zamezení biologické degradace půd a zvýšení biodiverzity v suchých oblastech ČR: certifikovaná metodika*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2012. ISBN 978-80-7375-585-0.

49. SLAVÍK, L., ZAVADIL, J., BERAN, J., *Závlahy pro pěstitele speciálních plodin a zahrádkáře*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1993. Rostlinná výroba (Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR). ISBN 80-7105-057-1.
50. SOUKUP, M., *Biotechnická opatření v krajině pro zvýšení retence vody na odvodněných pozemcích v pramenných oblastech: metodika a katalog navrhovaných opatření*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2008. ISBN 978-80-904027-2-0.
51. SOUKUP, M., HRÁDEK, F., *Optimální regulace povrchového odtoku z povodí*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 1999, 98 s. ISSN 1211-3972.
52. SOUKUP, M., KULHAVÝ, Z., PILNÁ, E., MIMROVÁ, K., EICHLER, J., *Opatření pro regulaci odtoku v zemědělsky využívaném povodí*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 26/2001, 51 s. ISSN 1211-3972.
53. STACH, J., *Základní agrotechnika: (osevní postupy)*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1995. ISBN 80-7040-117-6.
54. STACH, J., *Základní agrotechnika (Cvičení)*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1999. ISBN 80-7040-328-4.
55. ŠARAPATKA, B., DLAPA, P., BEDRNA, Z., *Kvalita a degradace půdy*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2002. ISBN 80-244-0584-9.
56. ŠARAPATKA, B., NIGGLI, U., *Zemědělství a krajina: cesty k vzájemnému souladu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2008. ISBN 978-80-244-1885-8.
57. ŠARAPATKA, B., *Pedologie a ochrana půdy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN 978-80-244-3736-1.
58. ŠIMON, J., ŠKODA, V., HŮLA, J., *Zakládání porostů hlavních polních plodin novými technologiemi*. Praha: Agrospoj, 1999. ISBN 80-239-4240-9.

59. TLAPÁK, V., ŠÁLEK, J., LEGÁT, V., *Voda v zemědělské krajině*. Praha: Zemědělské nakladatelství Brázda, 1992. ISBN 80-209-0232-5.
60. TOLASZ, R. a kol. *Atlas podnebí Česka*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2007. ISBN 80-209-0232-5.
61. TOMAN, F., *Pozemkové úpravy*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1995. ISBN 80-7157-148-8.
62. UHLÍŘOVÁ, J., MAZÍN, V., *Metodika studie širších územních vazeb ochrany půdy a vody v komplexních pozemkových úpravách*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2005. ISBN 80-239-4845-8.
63. VACH, M., HABERLE, J., JAVŮREK, M., PROCHÁZKA, J., PROCHÁZKOVÁ, B., SUŠKEVIČ, M., NEUDERT, L., *Pěstování meziplodin v různých půdně – klimatických podmínkách České republiky*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2005. ISBN 80-7271-157-1.
64. VACH, M., VRKOČ, F., ŠIMON, J., PRUGAR, J., *Ekologická optimalizace rostlinné výroby*, Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1996. Metodiky pro zemědělskou praxi.
65. VAŠÁK, J., HONZ, J., *Výběr plodin a osevní postupy pro rodinný zemědělský podnik*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky, 1993. ISBN 80-7105-052-0.
66. VLASÁK, J., BARTOŠKOVÁ, K., *Pozemkové úpravy*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03609-9.
67. WANG, Y., ZHANG, J. H., ZHANG, Z. H., JIA, L. Z., *Impact of tillage erosion on water erosion in a hilly landscape*. Science of The Total Environment, vol. 551-552, p. 522-532, 2016.
68. 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, 1989. Vědeckotechnický rozvoj v zemědělství.

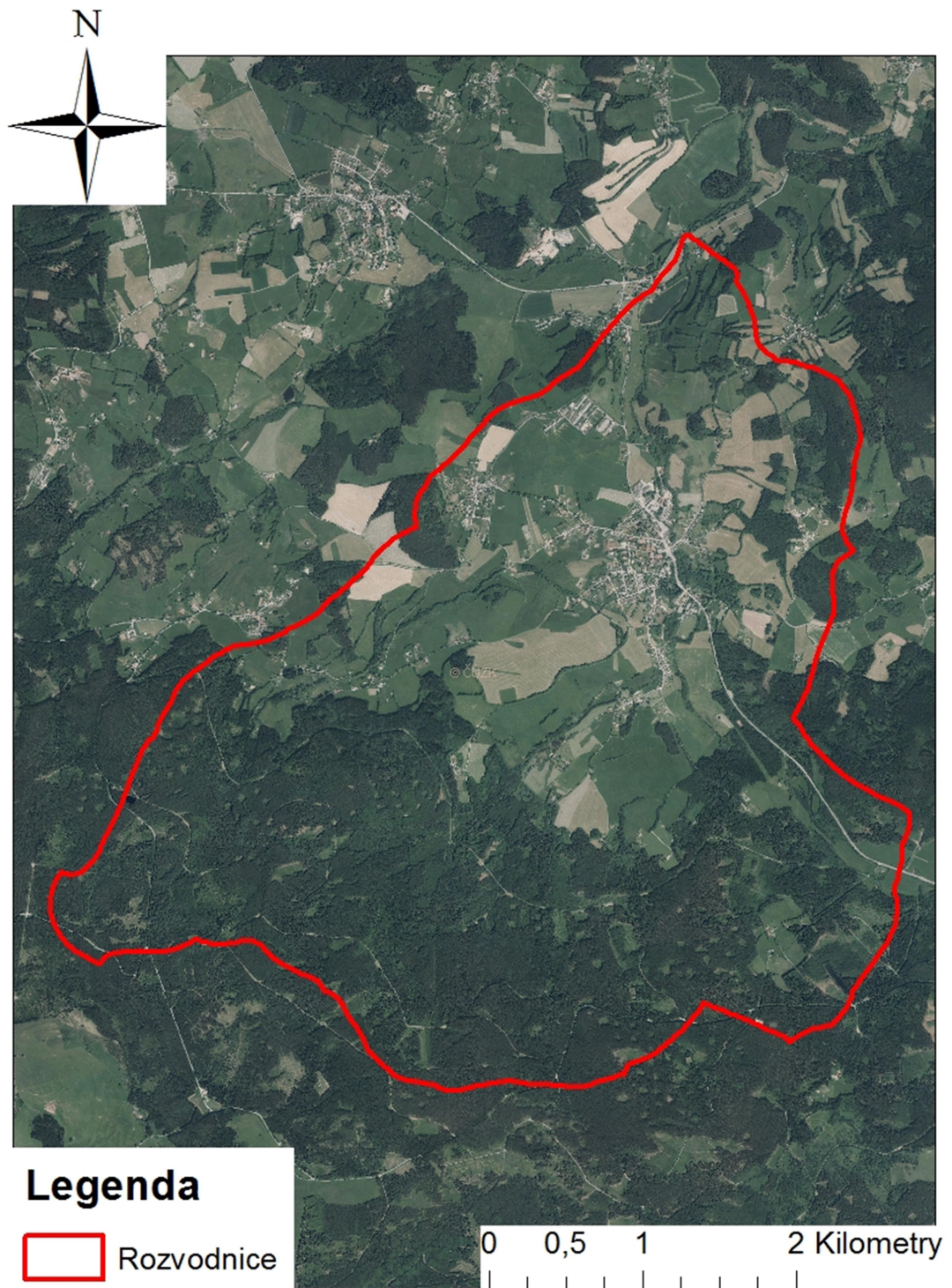
Ostatní zdroje

1. Pozemkové úpravy: Vysokošk. učeb. pre staveb. fak. vys. šk. Bratislava: Alfa, 1991. ISBN 80-05-00873-2.
2. Pozemkové úpravy: nástroj pro udržitelný rozvoj venkovského prostoru. 2., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2011. ISBN 978-80-7084-944-6.
3. Pozemkové úpravy „krok za krokem“. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2015, 20 s. ISBN 978-80-7434-228-8.
4. Příručka ochrany proti vodní erozi. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2011. ISBN 978-80-7084-996-5.
5. Vyhláška č. 13/2014 Sb., o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav § 16
6. Vyhláška č. 327/1998 Sb., vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se stanoví charakteristika bonitovaných půdně ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizace, příloha 2.
7. 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 předpisů

8. Přílohy

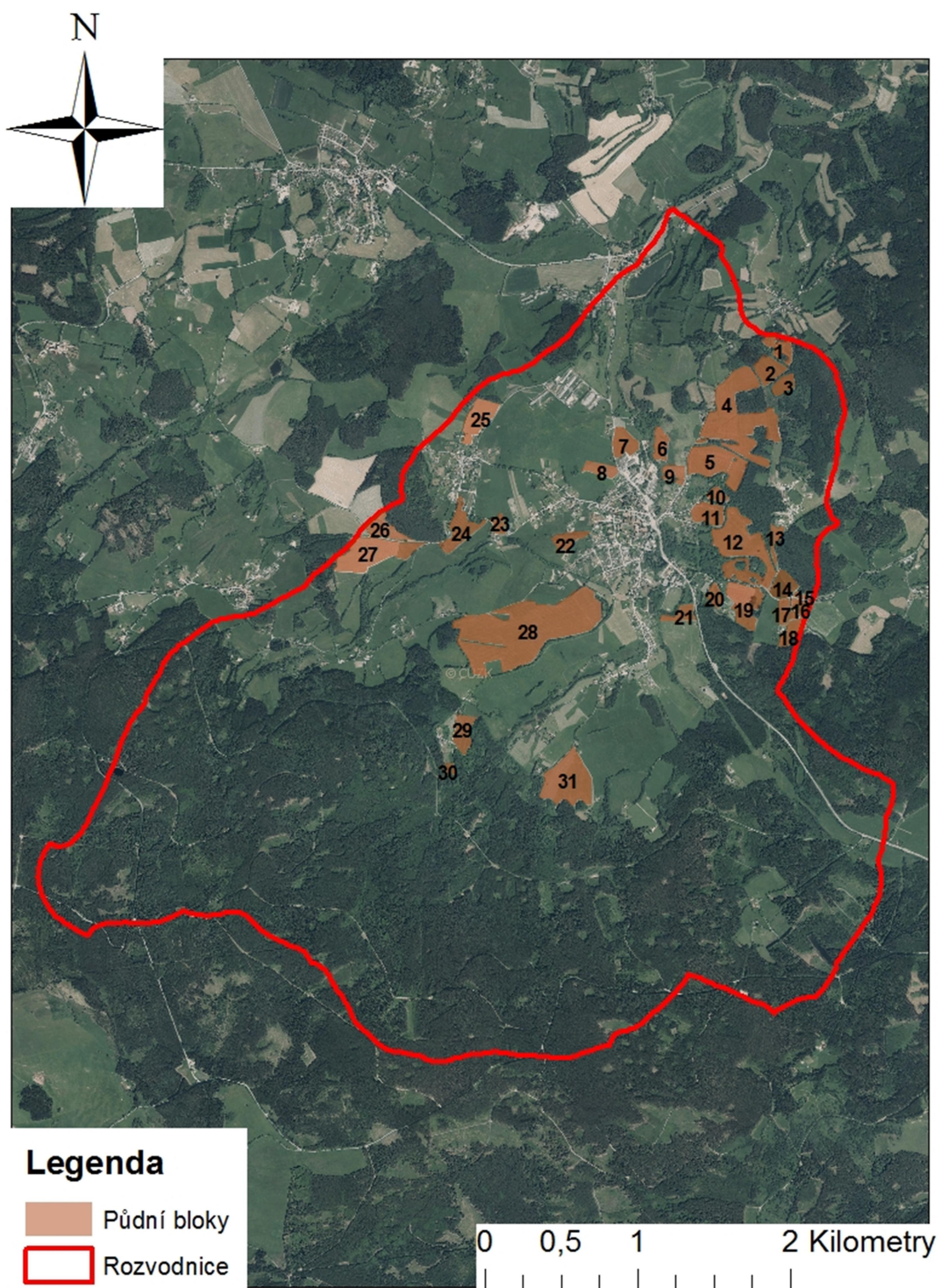
Příloha č. 1 – mapy

Mapa č. 1: Ortofotomapa s vyznačeným územím



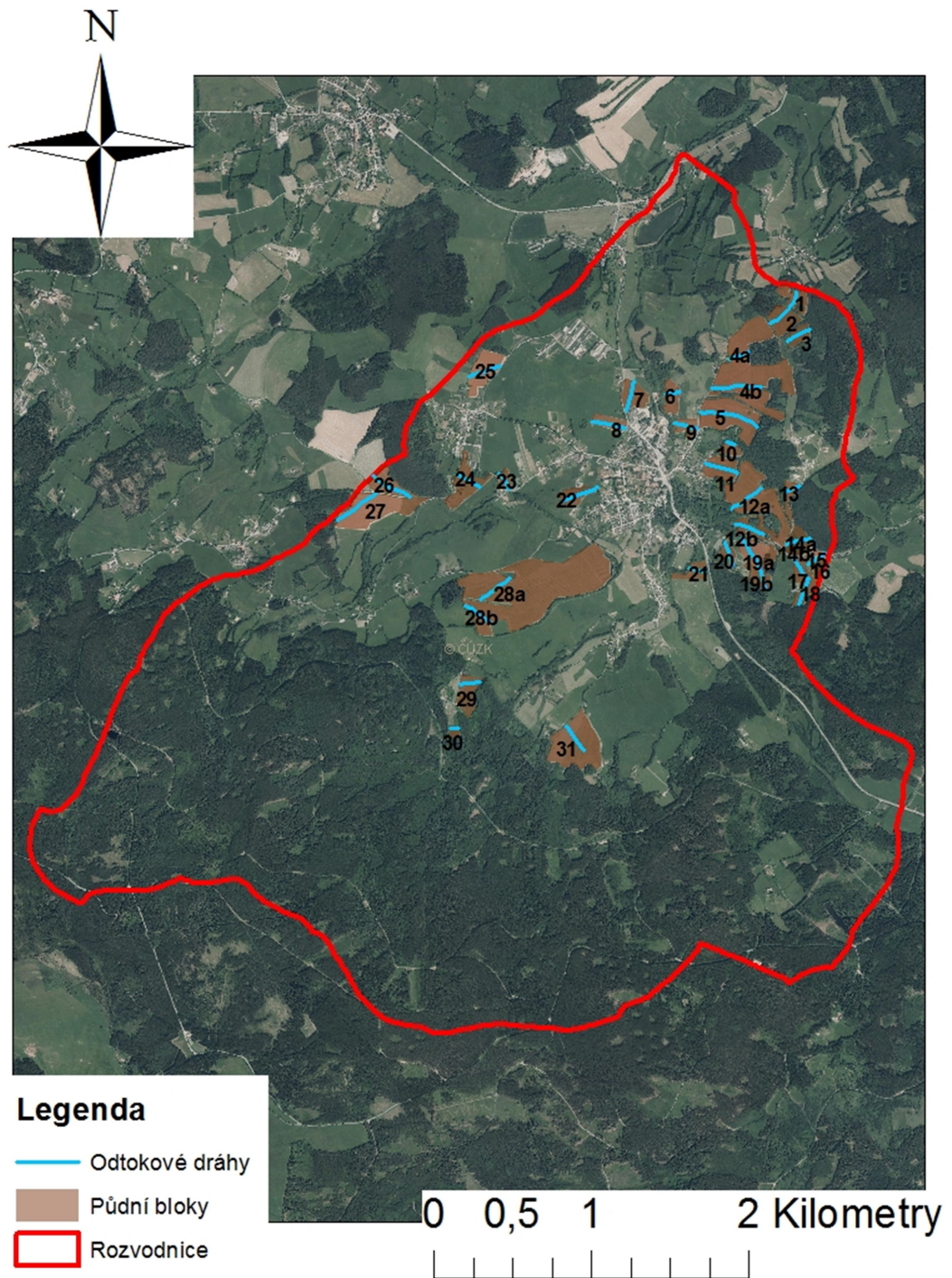
(Zdroj: autorka)

Mapa č. 2: Půdní bloky



(Zdroj: autorka)

Mapa č. 3: Dráhy soustředěného odtoku



(Zdroj: autorka)

Příloha č. 2: Fotodokumentace

Foto č. 1: Obec Zdíkov



Foto: Veronika Černoorská

Foto č. 2: Pohled na půdní blok č. 4



Foto: Veronika Černoorská

Foto č. 3: Pohled na půdní blok č. 5



Foto: Veronika Černoorská

Foto č. 4: Pohled na půdní blok č. 7



Foto: Veronika Černoorská

Foto č. 5: Pohled na půdní blok č. 8



Foto: Veronika Černoorská

Foto č. 6: Pohled na půdní blok č. 9



Foto: Veronika Černoorská

Foto č. 7: Pohled na půdní blok č. 11



Foto: Veronika Černoorská

Foto č. 8: Pohled na půdní blok č. 12



Foto: Veronika Černoorská

Foto č. 9: Pohled na půdní blok č. 24



Foto: Veronika Černoorská

Foto č. 10: Pohled na půdní blok č. 27



Foto: Veronika Černoorská