

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav aplikované a krajinné ekologie



**Stanovení ztráty půdy erozí
a návrh protierozních opatření**
Diplomová práce

Vedoucí práce:
Ing. Jana Kozlovsky Dufková, Ph.D.

Vypracovala:
Bc. Veronika Dřimalová

Brno 2015

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Stanovení ztráty půdy erozí a návrh protierozních opatření** vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury.

Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

dne.....

podpis studentky.....

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucí práce Ing. Janě Kozlovsky Dufkové, Ph.D. za odborné vedení této diplomové práce, vstřícnost a za možnost konzultací.

Dále bych ráda poděkovala panu Ing. Daliboru Hanzalovi vedoucímu skupiny pozemkových úprav a Mgr. Vítězslavu Pešlovi pracovníkovi na Pozemkovém úřadě v Přerově za odbornou pomoc a ochotu při poskytování cenných materiálů. A také pracovníkům Katastrálního úřadu v Přerově, Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy v Brně, Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního v Praze a v neposlední řadě i jednotlivým zemědělským subjektům.

ABSTRAKT

Úkolem diplomové práce je stanovení ztráty půdy vodní erozí v řešené lokalitě povodí toku Maleník a návrh vhodných protierozních opatření ke snížení zjištěné eroze. Stanovení průměrné dlouhodobé ztráty půdy vodní erozí spočívalo ve vyjádření všech faktorů Univerzální rovnice ztráty půdy a vynásobení jejich hodnot. Podle výsledků zjištěné eroze byla následně navržena soustava protierozních opatření, která dokonale snížila erozi pod hodnotu přípustné ztráty půdy. Kromě toho byla vypočítána i Modifikovaná univerzální rovnice ztráty půdy, díky které bylo objasněno množství transportovaných sedimentů z území. Na závěr byly zhotoveny mapy v programu ArcGIS, které znázorňují samotné řešené území, erozi v celém povodí a navržená protierozní opatření na jednotlivých erozně uzavřených celcích.

Klíčová slova: eroze, protierozní opatření, USLE, MUSLE, přípustná ztráta půdy.

ABSTRACT

The thesis deals with determination of soil loss by water erosion in the catchment area of Maleník stream and with project of erosion control measures to decrease in erosion. Determination of average long-term loss of soil by water erosion consists in expression of all factors of Universal Soil Loss Equation and multiplying their values. According to the determined results of soil loss, a system of erosion control measures was designed subsequently that reduced erosion below the permissible soil loss. In addition, Modified Universal Soil Loss Equation was calculated and the amount of sediment transported from the catchment area was determined. Finally, maps were made in the ArcGIS program that show study area, erosion in the catchment area and proposed erosion control measures.

Keywords: erosion, erosion control measures, USLE, MUSLE, permissible soil loss.

OBSAH

PROHLÁŠENÍ.....	3
PODĚKOVÁNÍ.....	4
ABSTRAKT	5
ABSTRACT.....	5
1 ÚVOD.....	8
2 LITERÁRNÍ REŠERŠE	9
2.1 Charakteristika eroze	9
2.1.1 Definice.....	9
2.1.2 Druhy eroze.....	9
2.1.3 Formy eroze	11
2.1.4 Příčiny eroze	11
2.1.5 Následky eroze.....	13
2.1.6 Legislativa, závazky a normy	14
2.2 Protierozní opatření.....	15
2.2.1 Organizační opatření.....	15
2.2.2 Agrotechnická opatření.....	18
2.2.3 Biotechnická opatření	21
3 CÍL PRÁCE	25
4 MATERIÁL A METODY	26
4.1 Obecná charakteristika povodí toku Maleník	26
4.1.1 Popis zájmového území	26
4.1.2 Klimatické a geomorfologické poměry	27
4.1.3 Hydrologické poměry	30
4.1.4 Obhospodařování území	30

4.2 Stanovení eroze.....	31
4.2.1 USLE – Univerzální rovnice ztráty půdy.....	31
4.2.2 MUSLE – Modifikovaná univerzální rovnice ztráty půdy	36
5 VÝSLEDKY A DISKUSE	42
5.1 Výpočty eroze	42
5.1.1 Univerzální rovnice ztráty půdy.....	43
5.1.2 Modifikovaná univerzální rovnice ztráty půdy.....	50
5.2 Návrh protierozních opatření	54
5.2.1 Organizační opatření - Protierozní osevňovací postup a ochranné zatravnění.....	54
5.2.2 Agrotechnická opatření – Vrstevnicové obdělávání půdy	56
5.2.3 Biotechnická opatření – Protierozní průlehy	56
5.2.4 MUSLE – Snížení eroze díky změně plochy u různých využití půdy	57
5.3 Výsledný smyv půdy po návrhu PEO	60
5.3.1 Stanovení průměrné dlouhodobé ztráty půdy vodní erozí po návrhu PEO ..	60
5.3.2 Transport splavenin po návrhu PEO	61
6 ZÁVĚR	62
7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	63
7.1 Použitá literatura	63
7.2 Internetové zdroje	64
8 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A ZKRATEK.....	65
8.1 OBRÁZKY	65
8.2 TABULKY	65
8.3 ZKRATKY	66
PŘÍLOHY	67
SEZNAM PŘÍLOH.....	67

1 ÚVOD

Eroze půdy je přírodní proces, který utváří krajinu. Tento proces je přirozený, ale působením lidské činnosti je značně urychlen. Mezi nejzásadnější rušivé antropogenní aktivity patří odlesňování, nadměrné spásání dobyt看em či špatné zemědělské postupy. Tyto činnosti mohou zapříčinit degradaci místa, narušení přírodních zdrojů, zanášení údolních niv a vodních útvarů, eutrofizaci ve vodním systému, zhoršení kvality půdy, vody a životního prostředí.

Eroze se ve světě vyskytuje již od samotného počátku zemědělství. Od prvního velice primitivního obhospodařování půdy až do dnešní podoby modernizovaného zemědělství se eroze postupně zvětšovala, až dosáhla kritických hodnot. A právě z tohoto důvodu se v Evropě v 70. letech 20. století začala řešit problematika eroze jako závažný environmentální problém. Toto téma vstoupilo do evropské politiky a dalo za vznik strategii na ochranu půdy. Hlavním cílem strategie bylo obnovit a přeměnit stav půdy, znovu zprovoznit elementární a klíčové funkce půdy, zvýšit produktivitu a úrodnost půdy dodáním dostatečného množství organických látek a živin, a v neposlední řadě snížit působení a dopady lidské činnosti na půdu.

Bohužel, v České republice jsou kladné podmínky pro rozšiřování eroze. Ať už se jedná o členité území, srážkové či větrné poměry a využívání půdy. Největším spouštěčem eroze na našem území je bezpochyby již zmíněné zemědělství. V současnosti dochází k narušování půdních vlastností erozními účinky na více jak polovině výměry orné půdy v ČR. Měl by být kladen daleko větší důraz na speciální a šetrné způsoby hospodaření na poškozených půdách a také na prevenci.

2 LITERÁRNÍ REŠERŠE

2.1 Charakteristika eroze

2.1.1 Definice

Slovo eroze je latinského původu a znamená rozrušování litosféry resp. pedosféry. Eroze je tedy komplexní proces, kdy dochází k rozrušování půdního povrchu, transportu a sedimentaci uvolněných půdních částic, a to díky působení erozních činitelů, jako jsou voda, vítr, sníh, led atd. (Janeček a kol., 2008).

Eroze je přírodní geologický jev, který spočívá v rozrušování půdy, odnosu částic zeminy na jiné místo a sedimentaci, převážně vlivem větru či vody. Nicméně některé lidské aktivity mohou zvyšovat erozi, která by mohla dojít až k nevratnému zhoršenému stavu půdy (Komise evropských společenství, 2002).

Eroze je přirozený proces, vyskytující se v určitém geologickém čase, který je nezbytný pro utváření krajiny a půdy (Grimm a kol., 2002). Toto tvrzení se však netýká zrychlené eroze, kterou mají na svědomí lidé.

Eroze půdy je do značné míry přirozený proces, který v přírodních podmínkách postupuje většinou pozvolna bez jakýchkoli patrných škodlivých důsledků. Zatímco se jeden centimetr půdy může tvořit desítky až stovky let, k odnosu stejného či většího množství může dojít během jedné průtrže mračen. Zrychlená eroze zemědělských půd vážně ohrožuje produkční a mimoprodukční funkce půd, vyvolává velké finanční škody, znečišťuje vodní toky a zanáší vodní útvary (ISSaR, 2014).

2.1.2 Druhy eroze

Samotný proces eroze půdy je přirozený a nelze jej zcela ovlivnit. Taková eroze se nazývá normální (přirozená). Avšak vyskytuje se ještě eroze zrychlená (antropogenní), která je způsobena lidskou činností a je tedy za určitých okolností možné ji eliminovat.

Podle erozních činitelů členíme erozi na vodní (akvatickou), větrnou (eolitickou), ledovcovou (glaciální), sněhovou (nivální) atd. Tyto druhy eroze vznikají převážně na svazích, s výjimkou větrné eroze. Je možné je dále třídit dle jejich intenzity, původu, vývoje a možnosti ochrany a prevence (Janeček a kol., 2002).

Z hlediska zaměření této práce je nejdůležitější charakteristika vodní eroze. Vodní neboli akvatická eroze způsobuje rozrušování zemského povrchu dešťovými kapkami a povrchovým odtokem. Tento druh eroze se dále dělí na erozi plošnou, rýhovou, výmolovou a proudovou. Při plošné erozi dochází k rovnoměrné ztrátě půdy na celém pozemku. Důležitou roli zde hraje i rovnost povrchu svahu, čím je rovnější, tím se voda soustřeďuje méně. Bohužel i na urovnaných svazích se může voda akumulovat do rýžek, a poté se těžko rozhoduje, zda jde o erozi plošnou či rýžkovou. Při plošné erozi dochází k postupnému snižování mocnosti půdního profilu a v ojedinělých případech až na skalní podloží. První fází plošné eroze je kapková eroze, při které vznikají drobné jamky, další je eroze probíhající při pohybu vody po nakloněné ploše. Soustředěním plošného odtoku vzniká rýžková eroze, která se poté prohlubuje a přetváří se na erozi rýhovou. Podle tvaru příčného profilu lze rýhy členit na ploché, úzké, široké a oblé (Janeček a kol., 2002).

Vodní eroze se netýká pouze povrchového odtoku, ale také podpovrchového odtoku a vzniká tak vnitropůdní eroze. Podpovrchovým erozním odtokem se rozumí mechanické vyplavování jemných frakcí půdy gravitační vodou mezi agregáty a skelet. Podzemní erozi dělíme na tunelovou erozi, při které dochází k vymílání podzemních chodeb a na erozní rýhy, které vznikají propadem stropů (Zachar, 1970).

Další dělení eroze zahrnuje všechny možné způsoby ztráty půdy. Jedná se o ztrátu půdy větrnou erozí, erozí z tání sněhu, pobřežní erozí, sesuvy půdy, erozí díky podzemním tokům, erozí díky řekám a jezerům, rýhovou a potůčkovou erozí, erozí v roklích, erozí v důsledku zpracování půdy a sklizně okopanin (Jones a kol., 2003).

2.1.3 Formy eroze

Existují dvě formy eroze, a to plošná a výmolná eroze. Plošná eroze se projevuje rozrušováním povrchové vrstvy půdy a následným rovnoměrným smyvem půdních částic z celého pozemku. To vyvolává plošný odnos ornice a snižuje tak její mocnost. Dochází k vyplavování těch nejjemnějších frakcí půdy a tím ke změně textury půdy, obsahu živin v půdě a zhoršení chemických a fyzikálních vlastností půdy. Tím se samozřejmě naruší retenční schopnost a pufrční kapacita půdy.

Zato výmolná eroze vzniká postupným soustředěním plošného odtoku a následným vytvářením mělkých až hlubokých rýh. Podle intenzity se dále dělí na erozi rýžkovou, brázdovou, rýhovou, výmolnou a stržovou (VÚMOP, 2011).

2.1.4 Příčiny eroze

Eroze se spouští kombinací určitých faktorů, jako jsou strmé svahy, klima (dlouhé období sucha střídá období silných dešťů), nevhodné využívání půdy, půdní pokryv (řídka vegetace) a ekologické katastrofy (lesní požáry a jiné). Také některé vnitřní vlastnosti půdy mohou zapříčinit náchylnost půdy k erozi, jako tenká vrstva ornice, prachovitá textura a úbytek organické hmoty (Komise evropských společenství, 2002).

Vznik, průběh a intenzita erozního procesu závisí na kombinovaném působení řady přírodních a antropogenních faktorů. Tyto faktory lze dělit na:

klimatické a hydrologické:

- zeměpisná poloha,
- nadmořská výška,
- množství, rozdělení a intenzita srážek,
- teplota, oslunění, výpar a odtok,

morfologické:

- sklon území,
- délka a tvar svahu,
- expozice,

geologické a půdní:

- povaha horninového substrátu,
- půdní druh a typ,
- textura a struktura půdy, její vlhkost a zvrstvení, obsah humusu,

vegetační:

- hustota a délka trvání pokryvu,

způsob využívání a obhospodařování půdy:

- poloha a tvar pozemku,
- směr obdělávání,
- střídání plodin.

Intenzitu eroze je možné vyjádřit za pomoci vztahu (2.1):

$$\mathbf{G = f (Ed, Eo, Ep)} \quad (2.1)$$

kde G - intenzita erozního procesu,

Ed - erozní účinnost deště,

Eo - erozní účinnost povrchového odtoku,

Ep - erodovatelnost půdy,

f - funkce intenzity erozního procesu.

Erozní síly mají dvojí účinek, a to destrukční (půdní částice jsou vytrhávány z půdního povrchu za působení dešťových kapek a vystřelovány nebo transportovány do stran) a zhutňující (při procesu vysychání půdy a ucpávání pórů jílovými částicemi dochází na půdním povrchu k tvorbě škraloupu). Výzkum škraloupu prokázal, že je tvořen tenkou 0,1 mm širokou vrstvou z jílových částic a pod ní je druhá vrstva 1 – 3 mm široká, tvořená z uvolněného jemného materiálu. Vznik škraloupu má za následek snížení infiltrační kapacity půdy a vznik povrchového odtoku. Povrchový odtok vzniká v momentu, kdy intenzita deště překročí vsakovací schopnost půdy. Předpokládá se, že povrchový odtok na svahu začíná jako plošný odtok v tenké vrstvě, který se dále začne soustřeďovat do nepravidelně vytvářející se sítě rýžek a větších odtokových drah. Dle charakteristiky deště a fyzicko-geografických parametrů odtokové plochy se formuje jejich hustota a geometrický tvar. Eroze také závisí na charakteru proudění. Plošný odtok má při proudění v tenké vrstvě transportní účinek (Janeček a kol., 2008).

2.1.5 Následky eroze

Důsledkem zrychlené vodní eroze je úbytek nejúrodnější části půdy (ornice), zhoršování fyzikálně-chemických vlastností půdy, zmenšení mocnosti půdního profilu, zvýšení šterkovitosti, snížení obsahu organických látek, živin a humusu, snížení propustnosti půdy, poškození plodin, omezený pohyb strojů po pozemku, ztráta osiv, sadby, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin a snížení výnosů. Navíc transportované půdní částice a látky znečišťují vodní zdroje, zanáší nádrže, snižují průtočnost toků, způsobují zakalení povrchových vod, zhoršují prostředí pro vodní organismy, zvyšují náklady na úpravu vody a těžbu sedimentů. Hlavní důsledky vodní eroze dělíme do následujících skupin (Novotný a kol., 2014):

2.1.5.1 Hrozba pro trvalou udržitelnost úrodnosti půdy

Při dlouhotrvajícím erozním procesu dochází ke změně kvantitativních a kvalitativních vlastností půdy. Mezi kvantitativní změny patří zmenšení hloubky půdního profilu a plochy půdy. A mezi kvalitativní změny se řadí změna jejich vlastností a snížení úrodnosti půdy.

2.1.5.2 Ovlivnění kvantitativních parametrů vodních zdrojů

Do této skupiny náleží zanášení koryt vodních toků a zanášení vodních nádrží. Při zanášení koryt vodních toků jsou transportované částice a látky ukládány v závislosti na povaze proudění a snižují tak jeho kapacitu. Výsledkem je vzestup nivelety dna, zvýšení hladiny podzemní vody v okolí a častější vybřežování. Následně tedy musí dojít k údržbě a čištění koryta, což je velmi finančně náročné.

Zanášení vodních nádrží je závislé na rychlosti unášecí síly vodního toku na vstupu do vodní nádrže. Čím je tato rychlost a síla menší, tím dochází k častějšímu vypadávání částic, které jsou tříděny dle frakce. Jako první jsou vytříděny hrubozrnné částičky a jako poslední ty nejjemnější. Zrnitostní separace je vázána na velikost erozní epizody a průtok. A tak může občas docházet k opačnému ukládání sedimentů v nádrži. Toto pravidlo má za následek prostorovou zrnitostní nehomogenitu sedimentu a výrazné zvrstvení.

2.1.5.3 Ovlivnění kvalitativních charakteristik vodních zdrojů

Existuje vztah mezi erozními a transportními procesy a znečištěním povrchových vod. Znečištění se odehrává ve dvou úrovních. První z nich je fyzikální (mechanické) znečištění, kdy se jedná o zákal vody. Zákal má velice negativní účinky na vodní faunu a flóru. Převážně se jedná o jev krátkodobý a eliminovatelný dostatečně kapacitním usazovacím prostorem. Druhým je chemické (biochemické) znečištění, zahrnující přemístění chemických látek z povodí do hydrografické sítě. Jedná se o velké množství chemických látek různých druhů a rozdílného stupně toxicity, jako jsou průmyslová hnojiva, pesticidy, zemědělské a průmyslové odpady ukládané na půdu nebo do půdy.

2.1.5.4 Ohrožení intravilánu měst a obcí, komunikací a další infrastruktury v krajinně procesy povrchového odtoku a vodní eroze

Je důležité do této kapitoly začlenit škody způsobené povrchovým odtokem vody a transportem splavenin ze zemědělských pozemků. Transport splavenin může být zcela eliminován opatřeními na pozemku, avšak proces povrchového odtoku je závislý na charakteru srážky. V případě extrémní srážky dojde k odtoku bez ohledu na stav či využití pozemku. Situaci lze řešit aplikací biotechnických protierozních opatření.

2.1.6 Legislativa, závazky a normy

Pro navrhování protierozní ochrany v území je zapotřebí znát dotčenou legislativu:

- Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu,
- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a změně některých zákonů,
- Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny,
- Nařízení vlády č. 479/2009 Sb. – standardy GAEC,
- Nařízení Rady (ES) č. 73/2009 – pravidla pro režimy přímých podpor v rámci SZP, a kterým se zavádějí některé režimy podpor pro zemědělce,
- Rámcová směrnice o ochraně půdy (návrh) – cílem je vytvořit celounijní rámec ochrany půdy a zachování jejích funkcí,
- ČSN 75 0142 Názvosloví protierozní ochrany (1991),
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy (1996),
- ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod (1997),
- ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže (1997).

2.2 Protierozní opatření

Protierozní opatření (PEO) se navrhují z důvodu ochrany půdy před vodní erozí. Hlavním účelem protierozních opatření je ochrana půdy před působením dopadajících kapek deště, podpora vsaku vody do půdy, zlepšení soudržnosti půdy, omezení unášecí síly vody a soustředěného povrchového odtoku, benigní odvod povrchově odtékající vody a zachycení smyté zeminy (Janeček a kol., 2008). Pro správné zvolení způsobu ochrany je nutné rozhodovat dle jejich účinnosti, požadavků na snížení smyvu půdy a nutné ochrany objektů, a to při respektování zájmů vlastníka a uživatelů půdy, ochrany přírody, životního prostředí a tvorby krajiny. Zpravidla se volí komplex organizačních, agrotechnických a biotechnických opatření, která se navzájem doplňují. Realizace protierozních opatření by se měla vždy řešit v rámci hydrologických celků (povodí) a měla by vycházet z odborně zpracovaného projektu pozemkových úprav a speciálního projektu protierozních opatření. Projekt protierozních opatření by měl zahrnovat hydrologický posudek povodí, posudek současného uspořádání a využití pozemku, variantní řešení protierozní ochrany povodí s doporučením optimální varianty (Podhrázká a kol., 2005). Při návrhu ochrany půdy před vodní erozí by měla být jako první zhodnocena ohroženost řešeného území, dále zhotovení samotného návrhu a jeho posouzení z hlediska účinnosti. Návrhy a realizace protierozních opatření vychází z projektu pozemkových úprav, který také zahrnuje plán společných zařízení, kde jsou vytvořeny podmínky pro umístění opatření na pozemcích v řešeném území (Janeček a kol., 2008).

2.2.1 Organizační opatření

Základem organizačních opatření je situování pozemků delší stranou ve směru vrstevnic, zvolení vhodné velikosti a tvaru pozemku, vhodná změna druhu pozemku a změna rozmístování plodin vzhledem ke sklonitosti terénu. Do protierozních zásad patří včasný termín výsevu plodin, výsev víceletých pícnin do krycí plodiny, podmínka prováděna v období s nízkým výskytem přívalových dešťů, bezorebné setí meziplodin a rozmístování plodin dle svažitosti pozemku (Podhrázká a kol., 2005).

2.2.1.1 Tvar a velikost pozemku

Vhodná velikost pozemku je dána zpravidla dvěma skupinami faktorů, a to faktorů přírodních (upřednostňují vytváření menších půdních celků) a ekonomických (naopak upřednostňují vytváření větších půdních celků). Proto je dodržení nejvhodnější velikosti pozemku velice obtížné a v konkrétních případech budou mít rozhodující vliv místní podmínky. Je také žádoucí, aby rozměry pozemku orné půdy ve směru sklonu nepřevyšovaly přípustnou délku stanovenou výpočtem přípustné ztráty půdy erozí. Při novém návrhu uspořádání pozemků je nutné respektovat i další faktory, jako je homogenost půdních vlastností a mechanizační přístupnost. Velikost a tvar pozemku v praxi často určují místní geografické poměry, požadavky na přístupnost pozemků a způsob hospodaření na půdě. Doporučují se půdní bloky o velikosti do 50 ha v rovinných územích a do 20 ha ve členitých územích (Janeček a kol., 2008).

2.2.1.2 Delimitace druhů pozemků – ochranné zatravnění a zalesnění

Tímto organizačním opatřením lze vyřešit erozi na mělkých a svažitých půdách, zamokřených půdách a ve vodohospodářsky významných oblastech (Podhrázská a kol., 2009).

Půdy určené k zatravnění jsou:

- půdy na svazích nad 12° , mělké 30 – 10 cm,
- středně skeletovité půdy na pevných substrátech a svazích $7 - 12^\circ$,
- zamokřené glejové, rašelinové a zasolené půdy a jíly,
- nemeliorované oglejené půdy v klimatických regionech mírně chladných a chladných,
- severní expozice svahů $7 - 12^\circ$ v chladném klimatickém regionu,
- katény půd s nepříhodnými vlastnostmi, půdy ve výšce nad 800 – 850 m n. m.

Půdy určené k zalesnění jsou:

- půdy na svazích nad 17° ,
- glejové zrašeliněné půdy, různé hydromorfní a semihydromorfní půdy,
- mělké strže, půdy znehodnocené dřevinným náletem, pozemky nepřipojitelné k okolním, půdy s nevyvinutým půdním profilem,
- půdy z jakéhokoli důvodu nevhodné pro zemědělské využití.

2.2.1.3 Protierozní rozmístování plodin

Protierozní rozmístování plodin na svazích je obecnou zásadou protierozní ochrany půdy. Vychází z protierozního účinku plodin, který je dán charakteristikou růstu, olistěním, rychlostí vývinu a typem pěstování (Podhrázská a kol., 2005). Plodiny dělíme do skupin podle protierozního účinku (dále jen PEÚ), a to na plodiny s vysokým PEÚ (travní porosty, jetelotrávy, jeteloviny), plodiny s dobrým PEÚ (obilniny, meziplodiny, luskoviny) a plodiny s nedostatečným PEÚ (kukuřice, slunečnice, brambory, cukrovka). Plodiny se následně protierozně rozmísťují na pozemky: mírně ohrožené erozí (do 3 °), středně ohrožené erozí (do 7 °) a výrazně ohrožené erozí (do 12 °) (Podhrázská a kol., 2009).

Do této kategorie spadají dvě protierozní opatření:

- Protierozní osevní postupy

Jedná se o protierozní uspořádání pozemků a plodin, zejména organizaci a strukturu plodin. Protierozní osevní postupy se navrhují převážně na silně svažitéch pozemcích, ve velmi sklonitém a členitém terénu. Pozemky silně ohrožené je třeba zařadit do samostatného osevního postupu a zajistit rostlinný kryt pozemku po celý rok (Podhrázská a kol., 2005).

- Pásové střídání plodin

Jde zejména o pásové střídání plodin s vysokým PEÚ a plodin s nedostatečným PEÚ. Šířka pásů se odvíjí od sklonu a délky svahu, propustnosti půdy, její náchylnosti k erozi a na šířce záběru strojů. V praxi se zpravidla používá šířka pásů od 20 do 40 m. Měly by se střídát stejně široké pásy plodin a nestejně široké pásy travních porostů a jetelovin, zajišťující zachování stejné šířky plodinových pásů (Janeček a kol., 2012).

2.2.1.4 Protierozní směr výsadby ve speciálních kulturách

Sady a vinice se budují v rovných řadách výsadby a směr těchto řad ovlivní agrotechnické zásahy v meziřadí a erozní ohroženost. V mírně členitém terénu je vhodné překonat podélným sklonem údolnici a zamezit soustředování odtoku na pozemku volbou směru výsadby v podélném sklonu šikmo k vrstevnici (max. 30 %). Voda odtéká meziřadím na okraj pozemku do biotechnického opatření. Docílí se tak zvýšení vsaku, snížení povrchového odtoku a eroze (Podhrázská a kol., 2005).

2.2.2 Agrotechnická opatření

Eroze se nejčastěji vyskytuje na půdách bez vegetačního pokryvu. Agrotechnická protierozní opatření se tedy snaží snížit dobu, kdy je půda bez vegetačního pokryvu, a to hlavně v období výskytu přívalových dešťů. Tohoto cíle je možno dosáhnout při použití posklizňových zbytků plodin a biomasy meziplodin (Janeček a kol., 2012). Ponecháním posklizňových zbytků na povrchu půdy se docílí snížení povrchového odtoku, zachycení kinetické energie dopadajících kapek deště a omezení porušení půdních agregátů. Základem této ochrany před erozí je pěstování plodin s vysokým protierozním účinkem na pozemcích, které jsou významně erozně ohrožené (Janeček a kol., 2008).

Také je podstatné zabývat se směrem orby, setím a ostatními kultivačními a sklizňovými operacemi. V protierozní ochraně se uplatňují i podsevy nebo meziplodiny, jako jsou například hořčice, svazenka, ječmen, žito, jílek mnohokvětý (Podhrázská a kol., 2009). Dále řešená agrotechnická opatření se budou týkat pouze opatření vztahených na ornou půdu.

2.2.2.1 Konturové (vrstevnicové) obdělávání půdy

Orbou otočnými pluhý po vrstevnicích je možno snížit intenzitu eroze. Tyto otočné pluhý překlápí půdu proti svahu a zároveň chrání půdu před podceňovanou erozí orbou. Pokud se provádí další agrotechnické operace stejným způsobem (konturově), dochází tak k dalšímu poklesu erozních účinků. Vrstevnicové obdělávání je podmíněno možnostmi použití mechanizačních prostředků pro práci na svahu (Novotný a kol., 2014).

2.2.2.2 Ochranné obdělávání půdy

Do této skupiny protierozních opatření řadíme obdělávání a pěstování plodin, při kterém na půdním povrchu zůstává minimálně 30 % rostlinných zbytků. Jedná se tedy o redukované obdělávání, slučování a snižování počtu operací a ochranný pokryv rostlinnými zbytky. Místo tradiční orby se půda pouze kypří kypřiči. Při bezorebném zpracování strništních ploch se posklizňové zbytky zapravují do půdy jen částečně a vytváří se nastýlka (mulč). Podstatou tohoto způsobu obhospodařování je, že se půda nepřeklápí, ale drobí. Výhodou opatření je zvýšení vlhkosti, lepší infiltrace, snížení výparu, minimalizace vzniku půdního škraloupu, snížení počtu pojezdů

a energie. Nevýhodou je zvýšení zaplevelení, nutnost používání herbicidů, nárůst škůdců a chorob, potřeba výkonnější mechanizace, odčerpání živin a vláhy meziplodinami a podplodinami. Z mechanizačních strojů se v protierozní ochraně používají kypřiče. Existují dva typy kypřičů, a to kypřiče s pasivními pracovními orgány tzv. radličkové kypřiče a kypřiče s aktivními pracovními orgány tzv. rotační kypřiče (Janeček a kol., 2008).

Příklady možné aplikace ochranného obdělávání půdy jsou (Novotný a kol., 2014):

- přímé setí do mulče z rostlinných zbytků předplodin,
- přímé setí do přezimující a vymrzající meziplodiny,
- setí do mulče meziplodin,
- výsev ochranné podplodiny v pásech a meziřadích (setí s podplodinou).

2.2.2.3 Protierozní technologie pěstování širokořádkových plodin

Při pěstování širokořádkových plodin na pozemcích ohrožených erozí by nemělo být použito konvenčních (tradičních) způsobů přípravy půdy a jejich výsevu. Měly by se uplatnit technologie ochranného obdělávání s využitím meziplodin a posklizňových zbytků (Janeček a kol., 2012).

- Protierozní pěstování kukuřice a slunečnice

Princip půdoochranné technologie je založen na setí kukuřice a slunečnice do mulče, které spočívá ve využití co největšího množství posklizňových zbytků na půdním povrchu. Ochranný vliv závisí na stupni pokrytí mulčem, výšce a rovnoměrnosti pokrytí. Existuje několik způsobů setí do mulče, a to přímé setí do meziplodiny, přímé setí do celoplošně zkeypřeného strniště po meziplodině, přímé setí do mulče z posklizňových zbytků předplodiny, setí s ochrannou podplodinou.

Další půdoochrannou technologií je pěstování kukuřice a slunečnice s obilnými pásy. Toto opatření je pouze nouzové řešení proti erozi. Jedná se o setí obilných pásů po vrstevnicích, s vzdáleností od sebe cca 20 až 40 m podle stupně erozního ohrožení (Janeček a kol., 2012).

- Protierozní pěstování brambor

Jde o pěstitelský postup, kdy se brambory sázejí do zkeypřeného mulče. Tento způsob je vhodné použít do sklonu svahu 5 %. Zpracování půdy se provádí zkeypřením, avšak jedenkrát za 5 let by se měla provést orba. Nejčastějšími způsoby pěstování brambor jsou sázení brambor do slámy předplodiny, sázení brambor do zaoraného jetele, hrázkování meziřadí brambor a důlkování meziřadí brambor (Janeček a kol., 2008).

- Protierozní pěstování cukrovky

Z důvodů eroze dochází na rostlinkách cukrové řepy k velkým poškozením, zvláště v raném stádiu. K zamezení této újmy se používá výsev cukrové řepy do mulče z vymrzajících meziplodin pneumatickým secím strojem s kotoučovými secími botkami. Před započítím výsevu je důležité provést mělké prokypření a urovnání povrchu půdy (Janeček a kol., 2008).

- Protierozní pěstování řepky ozimé a obilnin

Setí ozimé řepky se provádí do mulče secím strojem s kotoučovými secími botkami. Jako mulč se používá chemicky umrtvený porost jílku jednoletého, v podobě strniště. V praxi se ke snížení eroze využívá setí ozimé obilniny po řepce s mělkou podmítkou, setí jarních obilnin a luskovin po řepce či obilnině bez orby s využitím strniskové meziplodiny a specializace pracovních postupů (Janeček a kol., 2012).

2.2.2.4 Hrázkování a důlkování povrchu půdy

Technologie hrázkování se používá při pěstování širokořádkových plodin, které se pěstují v hrůbcích, jako například brambory. Celý proces spočívá v založení ochranných hrázek v meziřadí hrůbků. Hrázkovačem se založí hrázky mezi hrůbky, čímž vzniknou akumulární příkopy bránící vzniku soustředěného povrchového odtoku. Hrázkování se provádí hned po výsadbě brambor hrázkovacím strojem, řádky musí být v konturovém směru a nepřerušovaná délka pozemku po svahu by měla být max. 300 m. Technologie důlkování vytváří důlky v meziřadí ve vzdálenosti 30 – 40 cm. Důlky zamezují povrchový odtok v meziřadí a zvyšují infiltraci vody. Důlkování se provádí hned po výsadbě brambor důlkovacím strojem, řádky musí být vedeny po vrstevnici a nepřerušovaná délka pozemku po spádnici by měla být max. 300 m (Novotný a kol., 2014).

2.2.3 Biotechnická opatření

Biotechnickými protierozními opatřeními lze docílit vyrovnání terénních nerovností, snížení podélného sklonu svahu, ochrany pozemků před cizími vodami, šetrného odvedení povrchových vod z povodí, ochrany intravilánu obcí a komunikací před škodami a zmírnění povrchového odtoku a smyvu zemin. Biotechnická opatření se mohou dělit na dvě skupiny, a to zemní úpravy a hydrotechnické prvky (Janeček a kol., 2008). Biotechnická opatření tvoří tzv. kostru protierozních opatření v řešeném území. Avšak používají se i jako doplňková opatření k organizačním a agrotechnickým protierozním opatřením. Biotechnické prvky však nelze navrhovat jen podle výpočtů, ale i podle situace v terénu. Při plánování těchto opatření musí být brána na vědomí skutečnost, že se jedná o technické liniové prvky, které budou vytvářet trvalou překážku v krajině. Mezi hlavní funkce biotechnických opatření patří protierozní, krajinná, estetická a ekologická funkce. Dále také v kombinaci se zelení utváří lokální biokoridory a jsou tak podstatou územního systému ekologické stability krajiny (Podhrázká a kol., 2009).

2.2.3.1 Terénní urovnávky

Terénní urovnávky jsou zemní práce, při kterých dochází k odstranění lokálních nerovností a terénních útvarů, které významně ovlivňují směr a soustředění povrchového odtoku. V praxi se jedná o odstranění mělkých údolnic na pozemcích. Tyto urovnávky se však mohou provádět pouze na půdách dostatečně hlubokých (Novotný a kol., 2014).

2.2.3.2 Protierozní meze

Vytváří trvalou překážku v krajině a současně přerušuje soustředěný povrchový odtok, který je sveden mezi až do svodného prvku. Svodnými prvky mohou být příkopy, průlehy, stabilizovaná dráha soustředěného odtoku nebo stabilizovaná strž. Navržená mez by měla splňovat parametry, jako maximální převýšení 1 – 1,5 m, ve sklonu 1 : 1,5, zatravněna a eventuálně osázena doprovodnou zelení. A to v podélném sklonu 2 – 5 % (Janeček a kol., 2012). Protierozní meze jsou složeny ze tří částí: zasakovacího pásu nad zemí, vlastního tělesa meze a odváděcích prvků (Podhrázká a kol., 2005).

2.2.3.3 Terasy

Terasy se budují na extrémně svažitéch pozemcích o sklonu vyšším než 20 % na hlubokých až velmi hlubokých půdách. Při jejich zřízení dochází k výrazným zásahům do geologie, geomorfologie, pedologie i biologie krajiny a k narušení přirozených biologických mechanismů. Existuje hned několik typů teras, jako jsou stupňové zemní, stupňové s opěrnými zdmi, úzké, široké a terasové dílce (Janeček a kol., 2008). Tento způsob protierozní ochrany se využívá obzvláště na hlubokých a svažitéch půdách, v místech s osobitým krajinným rázem a pro pěstování speciálních kultur (sady a vinice). Při návrhu teras je důležité dbát na stabilitu svahu mezi jednotlivými úrovněmi teras a na odvodnění teras. V praxi se tohle opatření zpravidla neprovádí, z důvodů velké finanční náročnosti (Novotný a kol., 2014).

2.2.3.4 Asanace drah soustředěného povrchového odtoku

Během přívalových dešťů a jarního tání dochází na pozemcích k soustřeďování povrchového odtoku v úžlabinách a údolnicích. V těchto místech se poté vytváří hluboké erozní rýhy a tyto pomyslné dráhy soustředěného povrchového odtoku je nutno chránit vegetačním pokryvem, nejlépe zatravněním. Zatravněné vodní cesty mohou být přirozené nebo upravené dráhy soustředěného povrchového odtoku, které jsou zpevněny vegetačním krytem. Tyto dráhy odtoku se upravují tak, aby zajistily neškodné odvedení povrchového odtoku (Podhrázská a kol., 2009).

2.2.3.5 Asanace strží a výmolů

Rozeznáváme dva typy asanace strží zachovaných a nezachovaných. U nezachovaných strží se asanace provádí v podobě úplné likvidace strže, úpravy prostoru a plochy do stavu, kdy je bývalá strž vhodná k zemědělskému využití. Zachované strže se využívají jako svodné hydrotechnické zařízení pro odvod soustředěných přívalových vod. Modifikace strží musí vycházet z hydrologického posouzení a musí dodržovat požadované funkce (protierozní a sedimentační). Stabilizace se realizuje pomocí stavebních, biotechnických a biologických prvků. Návodem pro asanaci strží je ON 482506 – Hrazení bystřin a strží (Podhrázská a kol., 2005).

2.2.3.6 Protierozní polní cesty

Protierozní cesty se budují z důvodu potřeby přerušení délky svahu a zachycení stékající povrchové vody cestním příkopem. Toto opatření musí splňovat dopravní požadavky, hydrologické požadavky a dopravní přístupnost k jednotlivým pozemkům. Metodikou je ČSN 736109 – Projektování polních cest (Podhrázská a kol., 2005).

2.2.3.7 Protierozní příkopy

Příkop je liniový prvek sloužící k nutnému přerušení svahu, který je vrstevnicově orientován. Nejčastěji se používá lichoběžníkový profil o parametrech: šířka ve dně 0,3 – 0,6 m, hloubka 0,6 – 1,2 m a sklon svahů 1 : 1,5 – 1 : 2. Příkopy jsou dimenzovány minimálně na 5 let používání k ochraně pozemku. Pro ochranu intravilánu obcí, infrastruktury a vodních útvarů se příkopy dimenzují minimálně na 10 – 50 let. Je také důležité zvážit stabilitu dna a svahů příkopu a dle potřeby opevnit. Z hlediska údržby a čištění se budují z hladkých betonových prvků. Stavba příkopu by měla být doplněna o propustek sloužící k přejezdu mechanizace a o travní pás nad příkopem. Dle funkce a prostorového uspořádání členíme příkopy na záchytné, sběrné a svodné (Novotný a kol., 2014).

2.2.3.8 Protierozní průlehy

Protierozní průlehy jsou funkčně velmi podobné protierozním příkopům. Průlehy však bývají mělké a mírnějšího sklonu svahu. Objekt je tedy přejezdný a případně i obdělávatelný (Novotný a kol., 2014). Tyto prvky se navrhuje k zachycení, infiltraci a odvádění krátkodobého povrchového odtoku. A považují se za jedno z nejúčinnějších protierozních opatření. Dle funkcí dělíme průlehy na záchytné, sběrné (vsakovací nebo odváděcí) a svodné. Navrhují se paralelně, na svazích s hlubšími půdami do sklonu 15 %. Průlehy na orné půdě mohou být nezpevněné obdělávané nebo vegetačně stabilizované trvalým travním porostem (Janeček a kol., 2008).

2.2.3.9 Manipulační pásy

Slouží k otáčení mechanizace ve svahu se sklonem nad 15 %. Pásy bývají zpevněny vegetačním krytem a jejich vzdálenost se rovná přípustné délce svahu. Rozměry pásu jsou šířka 12 m, příčný sklon pásu 7 % a podélný sklon pásu je vrstevnicový (Novotný a kol., 2014).

2.2.3.10 Zasadovací pásy

Zasadovací pásy se navrhují na svažitéch pozemcích podél vrstevnic a střídají se s plodinami, které mají nedostatečný protierozní účinek, anebo se budují podél nádrží a vodotečí k zabránění erozních smyvů. Dle typu vegetace dělíme pásy na travní, křovinné a lesní. Účinnost pásů je závislá na vegetačním krytu, půdě, vlhkosti půdy, sklonu svahu, šířce pásu a intenzitě přívalového deště. Účinnost také spočívá v přeměně povrchového odtoku, v tok podpovrchový. Z hlediska komplexních pozemkových úprav se jedná o opatření investičně nenáročné a obohacující krajinu (Podhrázská a kol., 2005).

2.2.3.11 Protierozní hrázky

Protierozní hrázky se používají samostatně, anebo společně se záchytným příkopem či průlehem. Nejčastěji se budují pro ochranu lokality před povrchovým odtokem z výše položených pozemků. Hrázka se umísťuje při dolním okraji pozemku a ve směru vrstevnic. V zahraničí se uvádí, že hrázky by měly být vybaveny vzdouvacím nebo výpustným zařízením. Nicméně v České republice je od těchto zařízení upouštěno, z důvodů potřeby pravidelného čištění a údržby k dosažení cíleného efektu a operativní manipulace (Novotný a kol., 2014).

2.2.3.12 Protierozní nádrže

Jedná se o velmi efektivní opatření regulující odtok vody z území a zachycující unášené půdní částice. Využívají se hlavně k ochraně intravilánu obcí a v povodích, kde i přes používání jiných protierozních opatření dochází ke zvýšenému transportu látek. Nádrže jsou většinou průtočné a dělí se na vodní a suché. Při projektování je důležité správné nadimenzování nádrže na dobu opakování 100 let. Co se týče účinnosti protierozních nádrží, jsou vhodné pouze pro malá povodí a největší efekt má kaskádovité uspořádání malých nádrží na vodoteči. Při budování nádrží s celkovým objemem větším jak 5 000 m³ je závazná ČSN 75 2410 – Malé vodní nádrže (Podhrázská a kol., 2009).

Výhody suché nádrže:

- dno suché nádrže může být obhospodařováno jako louka,
- plní se pouze při zvýšených průtocích,
- není zapotřebí časté odstraňování nánosů.

3 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je stanovení ztráty půdy vodní erozí v řešené lokalitě povodí toku Maleník a návrh vhodných protierozních opatření ke snížení zjištěné eroze.

Cíle diplomové práce jsou:

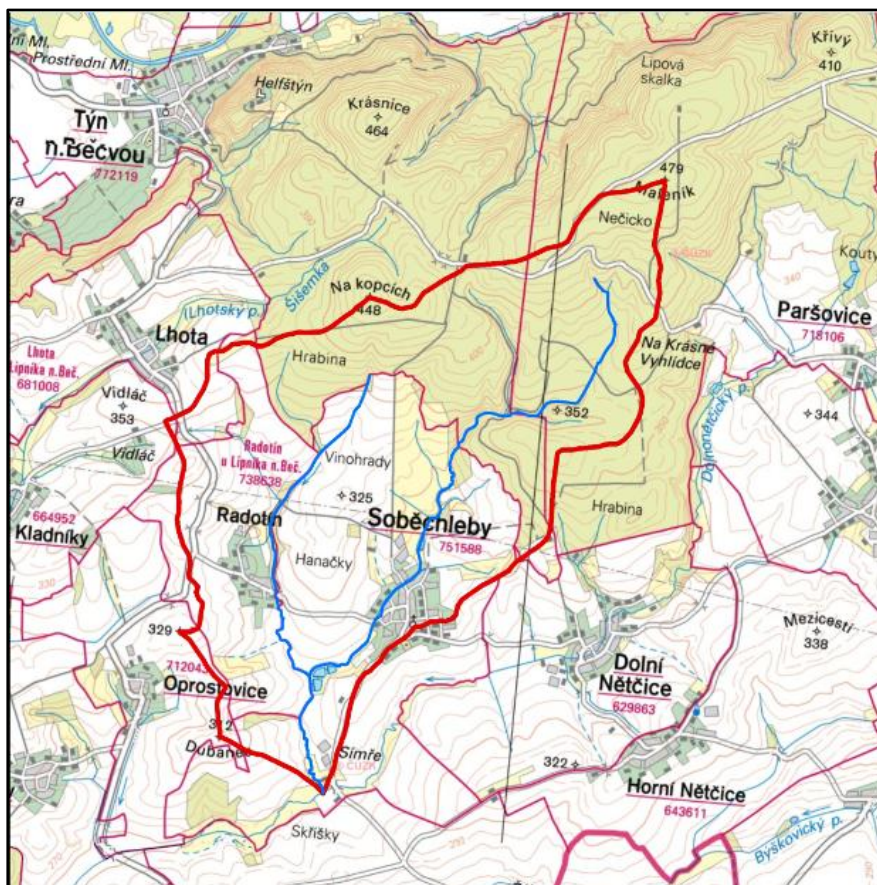
- získání materiálů a osvojení poznatků o problematice,
- terénní průzkum území,
- stanovení Univerzální rovnice ztráty půdy:
 - stanovení faktoru erozní účinnosti deště R ,
 - stanovení faktoru erodovatelnosti půdy K ,
 - stanovení faktoru délky svahu L ,
 - stanovení faktoru sklonu svahu S ,
 - stanovení faktoru ochranného vlivu vegetačního pokryvu C ,
 - stanovení faktoru účinnosti protierozních opatření P ,
- stanovení Modifikované univerzální rovnice ztráty půdy:
 - stanovení objemu přímého odtoku O_{PH} ,
 - stanovení kulminačního průtoku Q_{PH} ,
 - stanovení váženého průměru faktorů K, L, S, C, P ,
- návrh protierozních opatření,
- zjištění eroze po návrhu protierozních opatření,
- zhotovení doprovodné mapové dokumentace v programu ArcGIS.

4 MATERIÁL A METODY

4.1 Obecná charakteristika povodí toku Maleník

4.1.1 Popis zájmového území

Řešené území leží v Olomouckém kraji v okrese Přerov, cca 10 km jihovýchodním směrem od Lipníka nad Bečvou a cca 20 km východním směrem od Přerova. Území je situováno v kopcovitém terénu Vnějších Západních Karpat v průměrné nadmořské výšce 340 m. Přesná lokace řešeného území je znázorněna na obrázku 4.1. Severní část povodí je lemována lesními komplexy, které pokrývají terénní zlom, a současně se zde zařezává zalesněná údolnice potoka Maleník. Jižní část území zahrnuje 3 rybníky a vyústění toku Maleník do Dolnonětčického potoka. Středem zájmové lokality jsou obce Soběchleby a Radotín. Převážná část území je vyjma údolnic vodních toků hospodářsky využívána – především jako orná půda.



Obr. 4.1 – Základní mapa povodí toku Maleník

4.1.2 Klimatické a geomorfologické poměry

4.1.2.1 Klimatické poměry

Povodí spadá do klimatického regionu 3 – T3: Teplý, mírně vlhký. Zaujímá severní a východní část České křídové tabule, celý Hornomoravský úval, severní část Dolnomoravského úvalu a nejnižší polohy Boskovické brázdy (Novotný a kol., 2013).

Níže uvedené hodnoty byly zjištěny dle Novotný a kol., (2013):

Suma teplot nad 10 °C: 2500-2800

Průměrná roční teplota: (7) 8-9 °C

Průměrný úhrn srážek: 550-650 (700) mm

Pravděpodobnost suchých vegetačních období v %: 10-20

Vláhová jistota ve vegetačním období: 4-7

4.1.2.2 Geomorfologické poměry

Geomorfologické členění zájmového území vychází z následujícího kódu, který je znázorněn v příloze 1 a objasněn níže (Demek a kol., 2006):

Kód: IXD – 1B, IXD – 1A – 2, IXD – 1A – 7,

Provincie: Západní Karpaty,

Soustava: Vnější Západní Karpaty,

Podsoustava: Západobeskydské podhůří,

Celek: Podbeskydská pahorkatina,

Podcelek: Maleník (IXD – 1B),

Podcelek: Kelčská pahorkatina,

Okrsek: Vítonická pahorkatina (IXD – 1A – 2),

Okrsek: Pacetlucká pahorkatina (IXD – 1A – 7),

Regiony: Plošiny v pásmu pahorkatin (LL), Ploché pahorkatiny (LF),

Členité pahorkatiny (LD).

Podcelek: Maleník (IXD – 1B)

Nejvyšším bodem tohoto podcelku je Maleník (479,0 m), vzdálen od nejbližší obce Paršovice 2,5 km severozápadně. Jedná se o nevýrazný vrchol plošiny zarovnaného terénu na vyzdvižené tektonické kře. Je vytvořen převážně drobami kulmského flyšovitého souvrství hradeckých vrstev a je zalesněný smrkovými porosty s bukem (Demek a kol., 2006).

Podcelek: Kelčská pahorkatina (IXD – 1A)

Jedná se o členitou pahorkatinu úpatního typu, která se vyskytuje v jihozápadní části Podbeskydské pahorkatiny. Tato pahorkatina se vyvíjela z flyšových hornin podslezské a slezské jednotky, neogenních sedimentů a kvartérních pokryvů. Obklopuje jí Moravská brána, Hornomoravský úval a Hostýnské vrchy. Pahorkatina je typická širokými plochými hřbety s neckovitými podélnými údolími a rozlehlými údolními nivami (Demek a kol., 2006).

4.1.2.3 Geologické poměry

Geologie Radotína

V minulosti se v údolí Radotínského potoka (na okraji Radotína) vyskytovala drobová břidlice. Dále v dolní části návsi byly kdysi objeveny uložiště kamenného uhlí. V okolí Radotínského katastru se také nalézaly opály, které měly hnědavé zbarvení a vypadaly jako zkamenělé dřevo. V současnosti zde najdeme zvrásněné vrstvy pískovců, vápenců a jílovců. A v poslední řadě i svahové sedimenty, droba a zvětralin (Bokr, 2014).

Geologie Soběchleb

Na území Soběchleb se vyskytují jílovcy, silicity, vápence, pískovce, slepence, vápenitý jíl, droba, svahové a naváté sedimenty, zvětralin (Bokr, 2014). V příloze 2 je vyobrazena geologická mapa území.

4.1.2.4 Pedologické poměry

Hlavní půdní typy vyskytující se nejpočetněji v řešené lokalitě jsou luvizem, fluvizem, kambizem a pseudoglej. Tyto typy půd jsou uvedeny v tabulce 4.1 s doplňujícími informacemi a v příloze 3 znázorněny (Kozák a kol., 2009).

Tab. 4.1 – Hlavní půdní typy v povodí (Kozák a kol., 2009).

Kód	Typ půdy	Subtyp půdy	Půdotvorný substrát
LUm06	Luvizem	modální	prachovice
Lum07	Luvizem	modální	polygenetické hlíny a glaciální uloženiny
FLqp14	Fluvizem	glejová/pelická	nivní sedimenty bezkarbonátové
Kam30	Kambizem	modální	svahoviny pevných-zpevněných sedimentů
PGI06	Pseudoglej	luvická	prachovice

Fluvizem

Tyto půdy jsou charakteristické svými znaky, jako jsou vrstevnatost, nepravidelné rozložení organických látek a obsahem až $i > 0,3$ % do hloubky 0,60 m. V profilu lze nalézt i novotvary podobné argilanům, které vznikají vsakováním vody při záplavě. Půdy se nachází v nivách řek a potoků, a vyvíjejí se z povodňových sedimentů (Kozák a kol., 2009).

Luvizem

Jsou to půdy s profilem výrazně vyběleným (albickým) eluviálním horizontem El s destičkovou a lístkovitou strukturou. Horizont je typický střídáním hnědých a vysvětlených pedů s výrazným dvojlomem. Půda je světlá a má vysokou náchylnost k erozi. Obsah humusu v ornících zemědělských půd dosahuje 1,7 až 2,2 % a zvyšuje se při nárůstu acidifikace a oglejení (Kozák a kol., 2009).

Kambizem

Jedná se o půdy s kambickým hnědým horizontem, které vznikaly v souvrství svahovin magmatických, metamorfických a zpevněných sedimentárních hornin. Vyskytují se převážně ve svažitéch podmínkách, ale i v rovinném reliéfu. Půdy se vyvíjejí z širokého spektra substrátů, což má za následek velkou rozmanitost z hlediska trofismu, zrnitosti

a skeletovitosti, chemických a fyzikálních vlastností. Kambizemě jsou také obohaceny prachem a vyskytují se v širokém rozmezí klimatických a vegetačních podmínek. Obsah humusu v ornících se pohybuje od 1 až do 6 % (Kozák a kol., 2009).

Pseudoglej

U pseudogleje se vyskytuje nápadný mramorovaný, redoximorfni diagnostický horizont. Nad ním se nachází vybělený horizont s nodulárními novotvary. Existují i pseudogleje z těžkých substrátů, které jsou typické ostrou hranicí mezi mramorovaným pelickým horizontem a vyběleným horizontem. V ornici se obsah humusu pohybuje v rozmezí 2,5 až 3,5 %. Pseudogleje jsou eubazické až mesobazické půdy, se zvýšeným zastoupením amorfního FeO (Kozák a kol., 2009).

4.1.3 Hydrologické poměry

Identifikátor vodního toku Maleník pro centrální evidenci vodních toků je IDVT 10206241 a ČHP je 4-12-02-0820. Délka toku se pohybuje kolem 6,472 km a plocha povodí s lesem je 1 194 ha (bez lesa 703 ha). Tok pramení ve výšce 392 m n. m. Koryto toku Maleník je v intravilánu obce Soběchleby upravené, nad obcí je nádrž, a v úsecích mimo obce se jedná o přirozené koryto vodního toku. Tyto informace byly získány konzultací se správcem toku panem inženýrem Máriem Vaniakem z Lesů České republiky, s. p. a jsou podloženy dokumentací v archívu.

4.1.4 Obhospodařování území

Největší zastoupení z pěstovaných plodin mají obilniny, které se rozprostírají na ploše 489,1254 ha. Druhou nejrozšířenější plodinou na orné půdě jsou okopaniny, které zaujímají 7,3257 ha. Z okopanin se zde nejvíce pěstuje kukuřice a řepa cukrová (cukrovka). Na třetím místě jsou pícniny s plochou 6,2489 ha.

V řešeném území hospodaří řada malých soukromých zemědělců, ale i velké zemědělské subjekty, jako například Bezuchovská a.s., Zemědělské družstvo Dřevohostice a Zemědělské družstvo Záhoří Soběchleby. Je důležité vyzvednout Zemědělské družstvo Záhoří Soběchleby, z důvodu hospodaření na více jak 70 % půdních bloků orné půdy v povodí toku Maleník.

4.2 Stanovení eroze

Před samotným výpočtem rovnic USLE a MUSLE je důležité nejprve v pracovní mapě vymezit území, a kvůli jeho rozsáhlosti rozčlenit na 12 erozně uzavřených celků. Erozně uzavřené celky (dále jen EUC) jsou komplexní území s uzavřeným erozním procesem. Hranice těchto EUC jsou vedeny po rozvodnici, hřbetnici a údolnici. Po vytvoření jednotlivých EUC se v každém vyznačí pět významných spádní. Nyní když je pracovní mapa připravena, může započít samotný výpočet ztráty půdy erozí. Pracovní (Základní) mapa autorky je k nahlédnutí jako Příloha 4.

4.2.1 USLE – Univerzální rovnice ztráty půdy

4.2.1.1 Průměrná dlouhodobá ztráta půdy vodní erozí

Výsledná hodnota znázorňuje dlouhodobou průměrnou roční ztrátu půdy a také množství půdy uvolněné vodní erozí. Vyjadřuje nejdokonaleji kvantitativní účinek hlavních faktorů ovlivňujících vodní erozi dle Wischmeiera a Smithe (1978) (4.1):

$$G = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad (4.1)$$

kde G - průměrná dlouhodobá ztráta půdy / t.ha⁻¹.rok⁻¹/,

R - faktor erozní účinnosti deště /MJ.ha⁻¹.cm.h⁻¹/,

K - faktor erodovatelnosti půdy / t.ha.h.ha⁻¹.MJ⁻¹.cm⁻¹/,

L - faktor délky svahu,

S - faktor sklonu svahu,

C - faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu,

P - faktor účinnosti protierozních opatření.

4.2.1.2 Faktor erozní účinnosti přívalového deště (R)

Erozní účinnost deště je deformace půdního povrchu deštěm. Erozní proces vzniká, když dešťové kapky dopadají na půdní povrch v době, kdy se ještě nevytvořila souvislá vrstva povrchově odtékající vody. Dochází následně k rozpadání půdních agregátů, uvolňování půdních částic a živin, a jejich transportu.

Faktor R může být stanoven těmito způsoby:

- výpočtem z kinetické energie přívalového deště,
- **průměrnou roční hodnotou faktoru pro ČR, kdy $R = 40 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$.**

Pro Českou republiku je průměrná roční hodnota faktoru $R = 40 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$. Tato hodnota byla stanovena využitím dlouhodobých řad ombrografických záznamů z cca 30 stanic Českého hydrometeorologického ústavu a provedením metodického rozboru erozní účinnosti srážek (Janeček a kol., 2012).

4.2.1.3 Faktor erodovatelnosti půdy (K)

Faktor erodovatelnosti půdy K neboli také faktor náchylnosti půdy k erozi je v Univerzální rovnici vymezen jako ztráta půdy ze standardního pozemku, vyjádřená v jednotkách $\text{t}\cdot\text{ha}\cdot\text{h}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{MJ}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$. Před započítáním stanovení faktoru K je vhodné zjistit potřebné základní údaje o půdě, výsledky rozborů půdních vzorků přímo z terénu a mapové podklady týkající se zvoleného způsobu stanovení (Janeček a kol., 2007).

Faktor K lze určit podle:

- vztahu odvozeného pro faktor K uvedeného v metodice (Janeček a kol., 2012),
- nomogramu,
- **hlavních půdních jednotek (HPJ) bonitační soustavy půd,**
- půdního druhu.

Pro stanovení hodnoty faktoru K metodou BPEJ je nezbytné znát HPJ, což je hodnota druhého a třetího místa kódu BPEJ (Příloha 5). U hlavních půdních jednotek, které nemají uvedený faktor K v tabulce, je zapotřebí využít jiné způsoby stanovení faktoru K (Janeček a kol., 2012).

4.2.1.4 Faktor délky svahu (L)

Délka svahu významně ovlivňuje intenzitu eroze. Čím je délka svahu větší, tím se vydatnost eroze zvyšuje. Délka svahu je definována jako horizontální vzdálenost od bodu vzniku povrchového odtoku k bodu ukládání erodovaného materiálu v patě svahu nebo k bodu, kde dochází k soustředování plošného povrchového odtoku do odtokové dráhy (Janeček a kol., 2008).

Faktor délky L se dá stanovit z:

- **výpočtu ze vzorce,**
- tabulky,
- grafu.

Stanovení faktoru L ze vzorce dle Wischmeiera a Smithe, (1978) (4.2):

$$L = \left(\frac{l}{22,13} \right)^m \quad (4.2)$$

kde 22,13 - délka standardního pozemku /m/,

l - horizontální projekce neporušené délky svahu,

m - exponent délky svahu vyjadřující náchylnost k erozi.

4.2.1.5 Faktor sklonu svahu (S)

Sklon svahu je daleko významnější než délka svahu z hlediska zvyšování ztráty půdy erozí (Janeček a kol., 2008). Hodnotu faktoru S je možno určit dle:

- **výpočtu ze vzorce,**
- tabulky,
- grafu.

Metoda výpočtu ze vzorce se dále dělí na:

a) stanovení faktoru S dle vztahů Renard a kol., (1997) podle vzorce (4.3):

$$S = 10,8 \sin s + 0,03 \quad \text{pro sklon} < 9 \% \quad (4.3)$$

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

kde s - sklon svahu /rad/.

b) výpočet faktoru S při proměnlivém sklonu

Po zjištění proměnného sklonu se svah rozdělí na 10 rovnoměrných dílků a faktor S se stanoví jako vážený průměr faktoru S jednotlivých dílků svahu. Stanovuje se od nejvyšší polohy S_1 po nejnižší S_{10} a počítá dle vzorce (4.4).

$$S = 0,03 S_1 + 0,06 S_2 + 0,07 S_3 + 0,09 S_4 + 0,10 S_5 + 0,11 S_6 + 0,12 S_7 \\ + 0,13 S_8 + 0,14 S_9 + 0,15 S_{10} \quad (4.4)$$

kde S_i – hodnota faktoru S pro i-tý úsek svahu, rozděleného do úseků

4.2.1.6 Topografický faktor (LS)

Topografický faktor LS představuje poměr ztráty půdy na řešeném pozemku ke ztrátě půdy na standardním pozemku o délce 22,13 m a sklonu 9 %. Tento faktor se stanovuje pro určení odtokových poměrů na pozemku, resp. reprezentativní dráhy plošného povrchového odtoku (Janeček a kol., 2008). Topografický faktor se stanovuje:

- jako součin faktoru L a faktoru S dle (4.5), $LS = L \times S$, (4.5)
- výpočtem ze vzorce uvedeného ve skriptech (Podhrázká a kol., 2005),
- z grafu.

4.2.1.7 Faktor ochranného vlivu vegetace (C)

Vegetační pokryv má vliv na smyv půdy a bývá vyjádřen přímo anebo nepřímo. Přímé působení se projevuje ochranou povrchu půdy před destruktivním působením eroze a zpomalením rychlosti povrchového odtoku. Nepřímé působení se projevuje změnou půdních vlastností, zejména pórovitosti a propustnosti půdy. Pro dosažení ochranného vlivu také záleží na pokryvnosti a hustotě porostu v době výskytu přívalových dešťů. Faktor C se zjišťuje z:

- **osevního postupu,**
- průměrných hodnot faktoru C pro jednotlivé plodiny.

Hodnota faktoru C stanoveného osevním postupem znázorňuje poměr ztráty půdy na pozemku s pěstovanými plodinami ke ztrátě půdy na standardním pozemku, jako je kypřený úhor. Při zjišťování protierozního vlivu vegetace je velice nápomocna tabulka s hodnotami faktoru C pro určitou vegetaci a způsob obdělávání (Příloha 6) (Janeček a kol., 2012). Pro stanovení faktoru C byl obstarán seznam pěstovaných plodin na každém půdním bloku po dobu 5 let (období 2009 – 2013) přímo od vlastníků pozemků. Poté byl sestaven osevní postup a zjištěna hodnota faktoru.

4.2.1.8 Faktor účinnosti protierozních opatření (P)

Hodnoty faktoru účinnosti protierozních opatření se stanovují tabulkou podle určitých protierozních opatření uvedenou v metodice (Janeček a kol., 2012). Pokud nelze při stanovení faktoru P předpokládat, že budou dodrženy podmínky maximálních délek a počtu pásů, znamená to, že daná protierozní opatření nebudou efektivní.

V tomto případě se hodnota faktoru P rovná 1. Tato stejná hodnota bude platit i v případě, že se na pozemku nevyskytuje žádné PEO (Podhrázská a kol., 2005).

4.2.1.9 Přípustná ztráta půdy vodní erozí (G_p)

Jedná se o hodnotu přípustné ztráty půdy, která se určuje pomocí hloubky půdy. Tato přípustná ztráta by však neměla být překročena dlouhodobou průměrnou ztrátou půdy vodní erozí. Pokud se tak stane, tím je prokázáno, že způsob využívání pozemku nezabezpečuje dostatečnou protierozní ochranu půdy a musí zde být navržena protierozní opatření (Podhrázská a kol., 2005). Hodnoty přípustné ztráty půdy vztažené k hloubce půdy na pozemku jsou uvedeny v tabulce 4.2.

Tab. 4.2 – Stanovení přípustné ztráty půdy (Janeček a kol., 2012)

Stanovení přípustné ztráty půdy vodní erozí	
Hloubka půdy (cm)	G_p (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
mělká < 30	1
hluboká > 30	4

4.2.1.10 Stupeň erozní ohroženosti

Tento stupeň se stanoví zjištěním x-násobku přípustné ztráty půdy dle níže uvedené tabulky 4.3.

Tab. 4.3 – Stanovení stupně erozní ohroženosti (Janeček a kol., 2012)

Stanovení stupně erozní ohroženosti		
Stupeň erozní ohroženosti		Násobek G_p
1	eroze nepatrná	≤ 1x
2	eroze střední	≤ 2x
3	eroze silná	≤ 3x
4	eroze velmi silná	> 3x

4.2.2 MUSLE – Modifikovaná univerzální rovnice ztráty půdy

4.2.2.1 Transport splavenin

Vodní eroze způsobuje uvolnění půdních částic z pozemku, a tyto částice se následně usazují nebo jsou unášeny povrchovým odtokem do hydrografické sítě. Zde vytváří tzv. splaveniny (Janeček a kol., 2012). Splaveniny jsou částice erodovaného materiálu, které se pohybují po dně toku. Transport splavenin neboli ztráta půdy z přívalového deště je vhodné použít pro povodí o velikosti 5 – 10 km². Aby řešené povodí splňovalo tuto podmínku, byla modifikovaná univerzální rovnice ztráty půdy počítána pouze pro území povodí bez lesa o výměře 6,81 km². Transport splavenin se vypočítá podle vzorce Williams a Berndt (1972) (4.6):

$$G = 11,8 \times (O_{PH} \times Q_{PH})^{0,56} \times K \times L \times S \times C \times P \quad (4.6)$$

kde G - transport splavenin /t/,

O_{PH} - objem přímého odtoku /m³/,

Q_{PH} - kulminační průtok /m³.s⁻¹/,

K - faktor erodovatelnosti půdy /t/,

L - faktor délky svahu,

S - faktor sklonu svahu,

C - faktor ochranného vlivu vegetace,

P - faktor účinnosti protierozních opatření.

4.2.2.2 Objem přímého odtoku O_{PH}

Přímý odtok se skládá z povrchového odtoku a hypodermického odtoku. Přímý odtok se stanoví pomocí čísel křivky CN. Metoda CN – křivek vychází z hypotézy, že poměr objemu odtoku k úhrnu přívalové srážky se rovná poměru objemu zadržené vody při odtoku k eventuálnímu objemu, který může být zachycen. Odtok zpravidla začíná po určité akumulaci srážek (Podhrázká a kol., 2005).

Postup stanovení objemu přímého odtoku:

- 1) Nejprve je vhodné si utvořit tabulku pro výpočet průměrného čísla CN křivek. Pro vymezení čísel CN se musí znát využití půdy, způsob obdělávání, hydrologické podmínky na zemědělské půdě a hydrologické vlastnosti půdy. Pokud je stanoveno číslo CN pro každý typ využití půdy, provede se vážený průměr, který určí průměrné číslo CN. Tabulka pro stanovení čísel CN pro jednotlivé typy využití půdy je k nahlédnutí v příloze 7.
- 2) Jako další krok se vymezí přímý odtok H_O dle vzorců (4.7) a (4.8):

$$H_O = \frac{(H_S - 0,2A)^2}{(H_S + 0,8A)} \quad (4.7) \quad A = 25,4 \times \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (4.8)$$

kde H_O - přímý odtok /mm/,
 H_S - úhrn návrhového deště /mm/,
 A - potenciální retence /mm/.

- 3) Následně je možné vypočítat objem přímého odtoku O_{PH} dle vzorce (4.9):

$$O_{PH} = 1000 \times P_P \times H_O \quad (4.9)$$

kde O_{PH} - objem povrchového odtoku / m³/,
 P_P - plocha povodí /km²/,
 H_O - přímý odtok /mm/.

4.2.2.3 Kulminační průtok Q_{PH}

Kulminační průtok neboli vrcholový průtok Q_{PH} lze stanovit nepřímými hydrologickými metodami. Pro výpočet kulminačního průtoku se musí zjistit:

- 1) doba doběhu (T_T) a doba koncentrace (T_C) povrchového odtoku

Doba doběhu (T_T) je čas, za který se voda v povodí přemístí z jednoho místa na jiné. Je to část doby koncentrace (T_C), což je čas potřebný pro odtok z hydraulicky nejvzdálenějšího místa v povodí do uzávěrového profilu povodí. Doba koncentrace se počítá jako součet všech dob doběhu a ovlivňuje ji tvar a vrchol hydrogramu odtoku.

Mezi jednotlivé doby doběhu patří:

- Plošný povrchový odtok

Pro výpočet plošného povrchového odtoku kratšího než 100 m se používá Manningova kinematická rovnice (4.10). Tento prostý tvar vychází z předpokladu mělkého ustáleného stejnoměrného proudění, konstantní intenzity efektivní srážky, 24 hodinového trvání deště a nepatrného vlivu rychlosti infiltrace (Podhrázká a kol., 2005).

$$T_{TA} = \frac{0,007 \times \left(\frac{n \times l}{0,3048}\right)^{0,8}}{\left(\frac{H_{S2}}{25,4}\right)^{0,5} \times s^{0,4}} \quad (4.10)$$

kde T_{TA} - doba doběhu /h/,
 n - Manningův součinitel drsnosti,
 l - délka proudění /m/,
 H_{S2} - dvouletý 24 hodinový déšť /mm/,
 s - hydraulický sklon povrchu /tg α /.

- Soustředěný odtok o malé hloubce

Po cca 100 m se většinou plošný odtok mění na soustředěný odtok o malé hloubce. Doba doběhu (T_{TB}) je podílem délky proudění k jeho rychlosti (Janeček a kol., 2012) (4.11):

$$T_{TB} = \frac{l}{3600 \times v} \quad (4.11)$$

kde T_{TB} - doba doběhu /h/,
 l - délka proudění /m/,
 v - průměrná rychlost /m.s⁻¹/ dle vzorců (4.12) a (4.13).

$$\text{pro nedlážděný povrch: } v = 4,9178 \times s^{0,5} \quad (4.12)$$

$$\text{pro dlážděný povrch: } v = 6,1960 \times s^{0,5} \quad (4.13)$$

kde s - sklon vodního toku /tg α /.

- Odtok v otevřeném korytě

Otevřená koryta začínají tam, kde se dá zaměřit příčný profil nebo kde jsou zakreslena na mapách (Janeček a kol., 2012). Odtok v otevřeném korytě se stanoví dle (4.14):

$$T_{TC} = \frac{l}{3600 \times v} \quad (4.14)$$

kde T_{TC} - doba doběhu /h/,

l - délka proudění /m/,

v - průměrná rychlost /m.s⁻¹/.

Průměrná rychlost proudění se stanoví dle Manninga pro průtok plným korytem (4.15):

$$v = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times s^{\frac{1}{2}} \quad (4.15)$$

kde v - průměrná rychlost /m.s⁻¹/,

R - hydraulický poloměr /m/ ze vztahu (4.16), $R = \frac{F}{O}$, (4.16)

F - plocha příčného profilu /m²/,

O - omočený obvod /m/,

s - sklon koryta toku /tg α /,

n - Manningův součinitel drsnosti pro průtok otevřeným korytem.

- Doba koncentrace T_C se stanoví dle (4.17) (Podhrázská a kol., 2005):

$$T_C = T_{TA} + T_{TB} + T_{TC} + \dots \quad (4.17)$$

2) Kulminační průtok Q_{PH}

- Stanovení jednotkového kulminačního průtoku q_{PH}

Nejdříve se musí zjistit poměr počáteční akumulace k jednodennímu maximálnímu srážkovému úhrnu I_a/H_s . Poté se díky tomuto poměru a doby koncentrace T_C určí jednotkový kulminační průtok pomocí nomogramu (Příloha 8) (Janeček a kol., 2012).

- Výpočet kulminačního průtoku

Kulminační průtok lze vypočítat z jednotkového kulminačního průtoku, plochy povodí, výšky odtoku a opravného součinitele pro rybníky a mokřady dle vzorce (4.18) (Podhrázká a kol., 2005):

$$Q = 0,00043 \times q_{PH} \times P_P \times H_O \times f \quad (4.18)$$

kde Q - kulminační průtok /m³.s⁻¹/,

q_{PH} - jednotkový kulminační průtok /m³.s⁻¹/,

P_P - plocha povodí /km²/,

H_O - výška odtoku /mm/,

f - opravný součinitel pro rybníky a mokřady (Příloha 9).

4.2.2.4 Faktor erodovatelnosti půdy (K)

Daný faktor se vymezí váženým průměrem, kde budou zohledněny hodnoty K jednotlivých půd a jejich plochy (4.19) (Janeček a kol., 2008):

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \times P_i}{P_P} \quad (4.19)$$

kde K_i - faktor erodovatelnosti i -té půdy v povodí /t/,

P_i - plocha i -té půdy v povodí /ha/,

P_P - plocha povodí /ha/.

4.2.2.5 Topografický faktor (LS)

Topografický faktor se stanoví ze vztahu níže uvedeného (4.20), který zohledňuje délku povrchového toku po svahu (4.21) a svažitost povodí (4.22) (Podhrázká a kol., 2005):

$$LS = l^{0,5} (0,0138 + 0,0097s + 0,00138s^2) \quad (4.20)$$

kde l - délka povrchového toku po svahu /m/,

s - průměrný sklon povodí /%/.

$$l = \frac{P_p}{2 \times \sum l_v} \quad (4.21)$$

kde P_p - plocha povodí /m²/,
 l_v - celková délka všech toků v povodí /m/.

$$s = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \times P_i}{P_p} \quad (4.22)$$

kde P_i - plochy jednotlivých dílčích plošek v povodí se sklony S_i /m²/,
 P_p - plocha povodí /m²/,
 S_i - středy volených intervalů sklonu /%/.

4.2.2.6 Faktor ochranného vlivu vegetace (C)

Faktor C se stanoví zprůměrováním hodnot C každé kultury podle velikosti jednotlivých ploch (4.23) (Janeček a kol., 2008):

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \times P_i}{P_p} \quad (4.23)$$

kde C_i - faktor C pro i-tý způsob využití,
 P_i - plocha obdělávaná jedním způsobem /ha/,
 P_p - plocha povodí /ha/.

4.2.2.7 Faktor účinnosti protierozních opatření (P)

Hodnoty faktoru účinnosti protierozních opatření se stanovují tabulkou podle určitých protierozních opatření uvedenou v metodice (Janeček a kol., 2012). Pokud nelze při stanovení faktoru P předpokládat, že budou dodrženy podmínky maximálních délek a počtu pásů, znamená to, že daná protierozní opatření nebudou efektivní. V tomto případě se hodnota faktoru P rovná 1. Tato stejná hodnota bude platit i v případě, že se na pozemku nevyskytuje žádné PEO (Podhrázká a kol., 2005).

5 VÝSLEDKY A DISKUSE

Tato kapitola je zaměřena na předvedení zjištěných výsledků, na jejich zhodnocení a porovnání s výsledky eroze v přílehlých katastrálních územích Kladníky a Lhota u Lipníka nad Bečvou. Dále je zde předložen návrh protierozních opatření a vyhodnocení eroze na pozemcích s těmito doporučenými protierozními opatřeními. Pro doplnění této kapitoly byly zhotoveny mapy v programu ArcGIS, a to Mapa vodní eroze a Mapa protierozních opatření.

5.1 Výpočty eroze

V následující tabulce 5.1 jsou uvedeny výměry jednotlivých erozně uzavřených celků, které jsou tvořeny pouze z orné půdy. Tyto erozně uzavřené celky jsou odděleny od ostatních rozvodnicí, hřbetnicí a údolnicí. Rozdělení území na 12 EUC je znázorněno v Základní (Pracovní) mapě (Příloha 4).

Tab. 5.1 – Výměra jednotlivých EUC

Výměra jednotlivých EUC (pouze orná půda)	
EUC	Výměra EUC (ha)
I	59,3274
II	19,1859
III	63,8222
IV	23,3962
V	41,8140
VI	49,9491
VII	11,2567
VIII	83,9423
IX	39,1721
X	21,5390
XI	44,9137
XII	44,3831
	502,7017

5.1.1 Univerzální rovnice ztráty půdy

5.1.1.1 Faktor erozní účinnosti přivalového deště R

Faktor R byl stanoven dle průměrné hodnoty pro Českou republiku, tzn.

$$R = 40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}.$$

5.1.1.2 Faktor erodovatelnosti půdy K

Faktor K pro jednotlivé EUC v povodí byl zjištěn na základě hlavní půdní jednotky (dále jen HPJ), za použití metody váženého průměru (Tab. 5.2). Zjištěné hodnoty jsou v rozmezí 32 – 59. Z tabulky 5.3 vyplývá, že půdy v řešeném území jsou středně až velmi silně náchylné k vodní erozi.

Tab. 5.2 – Vážený průměr faktoru K pro jednotlivé EUC

EUC č.	σK_{EUC}
I	0,32
II	0,59
III	0,57
IV	0,53
V	0,51
VI	0,58
VII	0,58
VIII	0,39
IX	0,39
X	0,40
XI	0,41
XII	0,36

Tab. 5.3 – Určení náchylnosti půdy k vodní erozi dle K (Geoportál Sowac-GIS, 2015)

Náchylnost k vodní erozi	Hodnota faktoru K	Popis půdy
Půdy středně náchylné	0,3 - 0,4	dvě uskupení půd - 1) půda, kde převažuje dobrý vláhový režim a dobrá struktura ornice, substrátově je skupina pestrá, od spraše přes flyš až po různé horniny; 2) půdy převážně zamokřené, kde je vysoký obsah humusu
Půdy silně náchylné	0,4 - 0,5	zejména černozemě na spraši s vysokým obsahem humusu, dobré struktury a propustnosti půdního profilu, dále půdy, kde působí proces illimerizace a některé hydromorfí půdy
Půdy nejnáchylnější	0,5 a více	velmi kvalitní půdy (černozem luvická, hnědozem, apod.), hlavním důvodem náchylnosti k vodní erozi je zrnitostní složení ornice, snižující se obsah humusu a proces illimerizace

5.1.1.3 Topografický faktor LS

Tabulka 5.4 obsahuje zjištěné faktory L a S, a také jejich součin LS. Faktor L byl vyšetřen na základě délky svahu (spádnice) a exponentu zahrnujícího vliv sklonu svahu „m“ za pomoci vzorce (4.2). Faktor S byl určen dle vzorců (4.3).

Nejvyšší hodnota faktoru LS byla vypočítána v EUC IV, a to 6,44, z důvodů velkého převýšení a sklonu svahu, což zapříčinilo vysoké hodnoty faktoru S. Tato hodnota faktoru LS dokazuje velmi příznivé podmínky pro vytváření vodní eroze. Zato nejnižší hodnota faktoru LS byla zjištěna v EUC II, která se rovná 2,98, a to díky příznivému převýšení a délky svahu. Tento svah se sice potýká s vodní erozí, avšak ne v také míře, jako svah předchozí. Z těchto výsledků lze pozorovat velký význam sklonu a délky svahu na vytváření vodní eroze.

Tab. 5.4 – Stanovení topografického faktoru LS

EUC č.	Spádnice	Délka			Sklon			LS
		I (m)	exponent "m"	L	převýšení (m)	s (%)	S	
I	1	410	0,48	4,06	30	7,32	0,73	2,98
	2	230	0,48	3,08	18	7,83	0,87	2,69
	3	300	0,48	3,49	22	7,33	0,82	2,87
	4	510	0,52	5,11	42	8,14	0,91	4,64
	5	280	0,40	2,76	14	5,00	0,57	1,57
II	1	470	0,43	3,72	26	5,53	0,74	2,76
	2	440	0,43	3,62	25	5,68	0,64	2,33
	3	420	0,48	4,11	26	6,19	0,70	2,87
	4	300	0,48	3,49	22	7,33	0,85	2,98
	5	320	0,48	3,60	20	6,25	0,76	2,75
III	1	330	0,52	4,08	27	8,18	0,91	3,72
	2	570	0,48	4,76	40	7,02	0,79	3,75
	3	410	0,48	4,06	32	7,80	0,87	3,54
	4	460	0,48	4,29	33	7,17	0,80	3,45
	5	410	0,52	4,56	33	8,05	0,90	4,10
IV	1	370	0,40	3,09	17	4,59	0,53	1,62
	2	380	0,40	3,12	18	4,74	0,54	1,69
	3	370	0,43	3,36	20	5,41	0,61	2,06
	4	520	0,52	5,16	46	8,85	1,25	6,44
	5	430	0,40	3,28	19	4,42	0,51	1,66

V	1	320	0,43	3,15	17	5,31	0,60	1,90
	2	440	0,48	4,20	29	6,59	0,74	3,11
	3	290	0,48	3,44	18	6,21	0,70	2,41
	4	240	0,48	3,14	18	7,50	0,84	2,63
	5	580	0,40	3,69	24	4,14	0,37	1,36
VI	1	450	0,43	3,65	26	5,78	0,65	2,39
	2	510	0,48	4,51	32	6,27	0,71	3,19
	3	570	0,48	4,76	37	6,49	0,73	3,47
	4	450	0,43	3,65	25	5,56	0,63	2,30
	5	490	0,43	3,79	28	5,71	0,65	2,45
VII	1	200	0,52	3,14	18	9,00	1,01	3,17
	2	330	0,52	4,08	31	9,39	1,08	4,38
	3	220	0,52	3,30	22	10,00	1,18	3,89
	4	210	0,52	3,22	20	9,52	1,10	3,53
	5	240	0,52	3,45	22	9,17	1,04	3,59
VIII	1	270	0,52	3,67	26	9,63	1,12	4,10
	2	410	0,52	4,56	40	9,76	1,14	5,19
	3	410	0,52	4,56	40	9,76	1,14	5,19
	4	680	0,48	5,18	42	6,18	0,69	3,56
	5	870	0,48	5,83	53	6,09	0,56	3,27
IX	1	280	0,43	2,98	15	5,36	0,61	1,81
	2	250	0,40	2,64	11	4,40	0,51	1,33
	3	350	0,48	3,76	23	6,57	0,74	2,78
	4	240	0,52	3,45	20	8,33	0,93	3,21
	5	590	0,52	5,51	48	8,14	0,91	5,01
X	1	200	0,43	2,58	12	6,00	0,68	1,75
	2	250	0,43	2,84	14	5,60	0,63	1,80
	3	320	0,48	3,60	24	7,50	0,84	3,03
	4	300	0,48	3,49	19	6,33	0,71	2,49
	5	230	0,43	2,74	13	5,65	0,64	1,75
XI	1	540	0,48	4,63	42	7,78	0,99	4,61
	2	220	0,40	2,51	9	4,09	0,47	1,18
	3	320	0,43	3,15	17	5,31	0,60	1,90
	4	720	0,48	5,32	55	7,64	1,02	5,41
	5	610	0,48	4,91	40	6,56	0,71	3,49
XII	1	620	0,48	4,95	47	7,58	0,80	3,94
	2	670	0,48	5,14	50	7,46	0,83	4,29
	3	290	0,52	3,81	25	8,62	0,96	3,66
	4	320	0,52	4,01	30	9,38	1,00	4,02
	5	400	0,52	4,50	35	8,75	0,97	4,39

Poznámka:

Růžově zvýrazněné hodnoty faktoru S znamenají, že faktor byl stanoven dle vzorce (4.4) pro proměnlivý sklon svahu (Příloha 10a) a výpočtů (Příloha 10b). U faktoru LS jsou červeně vyznačeny ty hodnoty, které byly nejvyšší a následně použity jako výsledná hodnota faktoru LS pro jednotlivé EUC.

5.1.1.4 Faktor ochranného vlivu vegetace C

Pro zjištění faktoru ochranného vlivu vegetace bylo nutno provést průzkum pěstovaných plodin na jednotlivých pozemcích za dobu posledních 5 let (období 2009 - 2013). Díky těmto plodinám byl zhotoven osevní postup a vypočítána průměrná hodnota faktoru C pro jednotlivé půdní bloky (Příloha 11). Následně došlo k převedení zjištěných hodnot faktoru C pro půdní bloky na průměrné hodnoty faktoru C pro jednotlivé EUC (Tab. 5.5). V tabulce 5.6 jsou zařazeny jednotlivé půdní bloky do EUC. Vypočítané hodnoty odpovídají řepařské výrobní oblasti (dále jen ŘVO). V příloze 12 je k nahlédnutí alespoň jeden osevní postup z celkových 52 osevních postupů.

Nejvyšší hodnota faktoru C byla zjištěna v EUC IX a XI (0,355), což bylo následkem pěstování převážně kukuřice, pšenice a řepky ozimé. Tyto plodiny nejsou vhodné na pozemky s predispozicí k vodní erozi. Nejnižší hodnota faktoru C byla stanovena v EUC I (0,251), kde se pěstují na půdních blocích alespoň 1 rok pícniny.

Tab. 5.5 – Vážený průměr faktoru C pro jednotlivé EUC

EUC č.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
\bar{C}_{EUC}	0,251	0,254	0,352	0,319	0,348	0,339	0,342	0,312	0,355	0,294	0,355	0,279

Tab. 5.6 - Zařazení půdních bloků do EUC

EUC	Číslo půdních bloků v EUC
I	8501, 8502, 8601/7, 8604, 8610/1, 8610/3, 9609/1, 9610
II	0702/1, 0810
III	0601/1, 0606/1, 0705, 9601/1, 9601/6, 9603, 9605, 9606
IV	0606/1, 9503, 9504, 9506
V	0601/1, 0606/1, 9503, 9504, 9506
VI	0601/1, 0705
VII	503
VIII	0401/1, 0501, 0504/2, 1502/1, 1502/3, 1505, 1506/1
IX	0610, 1502/1, 1508, 1601/2, 1601/4, 1606/1, 1607/6, 1609/2, 1610
X	1503/1, 1504, 1506/1, 1605/1
XI	0701/2, 0704, 0706, 1601/7, 1703, 1704
XII	0701/2, 1801/8, 1801/11, 1801/12, 1801/14, 1801/15, 1801/16

5.1.1.5 Faktor účinnosti protierozních opatření P

Hodnota faktoru P neboli účinnosti protierozních opatření byla stanovena jako $P = 1$, a to z důvodů chybějících protierozních opatření.

5.1.1.6 Stanovení průměrné dlouhodobé ztráty půdy vodní erozí před návrhem PEO

Stanovení průměrné dlouhodobé ztráty půdy (Tab. 5.7) bylo možné provést díky součinu všech zjištěných faktorů (R, K, L, S, C, P) tzn. dle vzorce (4.1). Výsledky při srovnání s přípustnou ztrátou půdy odpovídají očekávání, a to zvýšené vodní erozi v řešené lokalitě. Stupeň ohroženosti půdy vodní erozí odhalil, že tato oblast bojuje s velmi silnou erozí. Dále je zde stanovena vysoká hodnota celkové eroze 12 735,45 tun. Z těchto zjištění je jasné, že je zapotřebí zpracovat návrh protierozních opatření, který by alespoň zmírnil erozní činnost. Tento výsledek podporuje i průzkum v terénu, kde byla fotograficky zdokumentována vodní eroze (Příloha 13). Nejvyšší hodnoty průměrné dlouhodobé ztráty půdy byly zjištěny v EUC IV (43,55), kde se na malé ploše vyskytují dlouhé a strmé svahy. Naopak nejnižší hodnoty byly zpozorovány v EUC X (14,25), což je menší území s kratšími svahy a nižším faktorem C.

Tab. 5.7 – Stanovení průměrné dlouhodobé ztráty půdy erozí G a stupně erozní ohroženosti

EUC	Spádnice	Výměra EUC (ha)	R	K	LS	C	P	G (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	G _p (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	Stupeň eroze	Eroze celkem (t)	
I	4	59,3274	40,0	0,32	4,64	0,251	1	14,91	4	4	884,42	
II	4	19,1859	40,0	0,59	2,98	0,254	1	17,86	4	4	342,72	
III	5	63,8222	40,0	0,57	4,10	0,352	1	32,90	4	4	2100,07	
IV	4	23,3962	40,0	0,53	6,44	0,319	1	43,55	4	4	1018,96	
V	2	41,8140	40,0	0,51	3,11	0,348	1	22,08	4	4	923,19	
VI	3	49,9491	40,0	0,58	3,47	0,339	1	27,29	4	4	1363,15	
VII	2	11,2567	40,0	0,58	4,38	0,342	1	34,75	4	4	391,20	
VIII	3	83,9423	40,0	0,39	5,19	0,312	1	25,26	4	4	2120,45	
IX	5	39,1721	40,0	0,39	5,01	0,355	1	27,75	4	4	1086,84	
X	3	21,5390	40,0	0,40	3,03	0,294	1	14,25	4	4	307,00	
XI	4	44,9137	40,0	0,41	5,41	0,355	1	31,50	4	4	1414,65	
XII	5	44,3831	40,0	0,36	4,39	0,279	1	17,64	4	4	782,80	
		Σ 502,7017										Σ 12735,45

Při porovnání erozní situace v řešeném území povodí toku Maleník a v k.ú. Kladníky (Dohnal a kol., 2010) (Tab. 5.8) lze rozpoznat velmi podobné výsledky průměrné dlouhodobé ztráty půdy vodní erozí. K.ú. Kladníky sousedí na západě s řešenou lokalitou. Také došlo k porovnání erozní situace v řešené lokalitě a k.ú. Lhota u Lipníka nad Bečvou (Sella & Agreta, 2013) (Tab. 5.9), kde byly zjištěny nižší ztráty půdy než v řešené lokalitě, avšak i tak výrazně přesahovaly přípustnou ztrátu půdy 4 t.ha⁻¹.rok⁻¹. K.ú. Lhota u Lipníka nad Bečvou se nachází severozápadně nad povodím toku Maleník. Mapa erozního ohrožení povodí toku Maleník se nachází na obrázku 5.1.

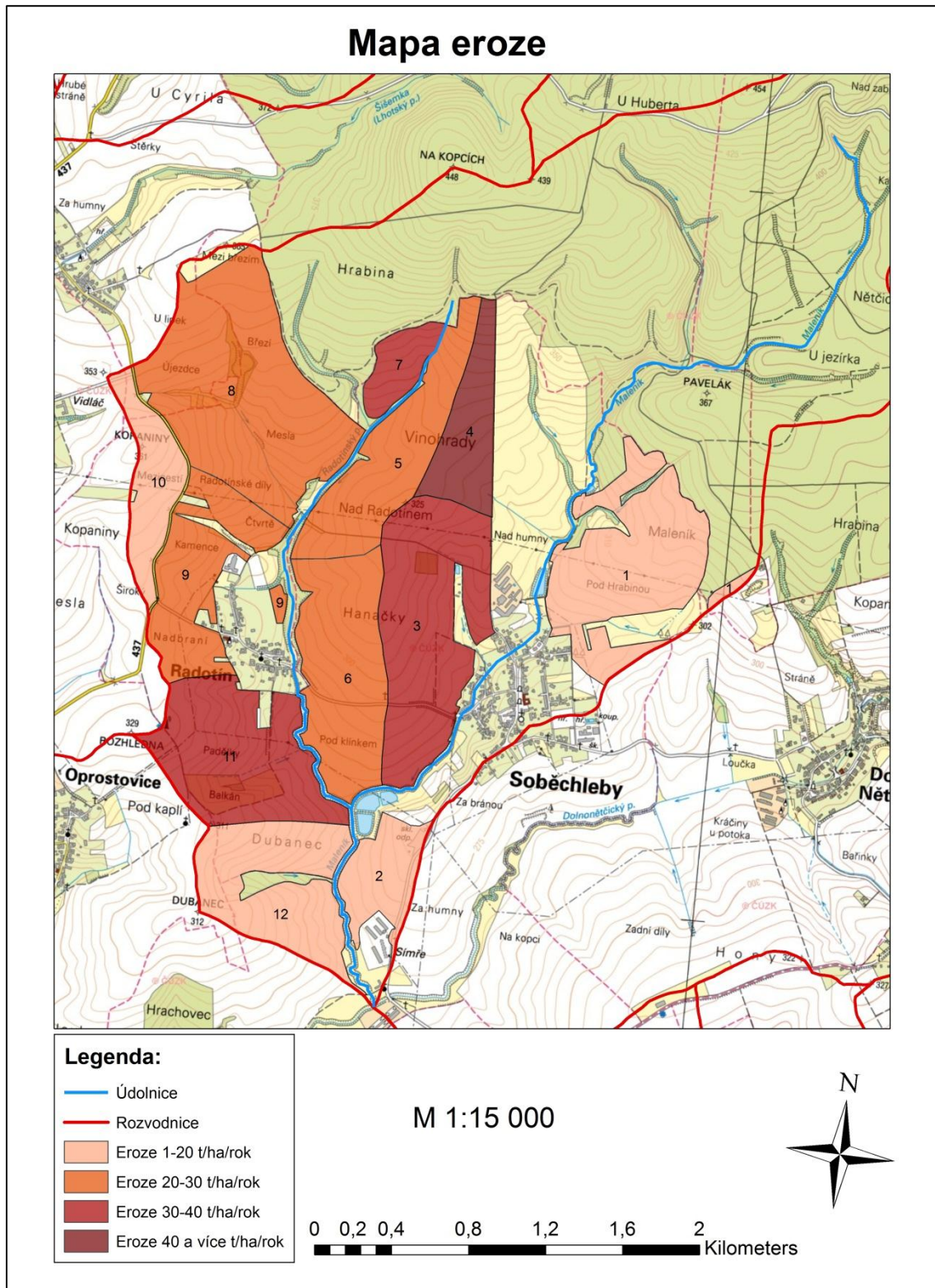
Tab. 5.8 - Stanovení průměrné dlouhodobé ztráty půdy erozí G na půdních blocích 1 – 24 v k.ú. Kladníky. Hodnoty v tabulce značí: číslo dráhy ED, počáteční nadmořskou výšku, konečnou nadmořskou výšku, délku svahu d , 2. a 3. místo BPEJ, 5. místo BPEJ, převýšení h , sklon s , faktory K , L , S , ztrátu půdy G , přípustnou ztrátu půdy $G_{přip}$ a faktor C_{max} . (Dohnal a kol., 2010).

ED	d					h	s	K	L	S	G	$G_{přip}$	C_{max}
1	350,0	337,0	225,0	14	0	13,0	5,8	0,60	3,19	0,54	20,61	10,00	0,49
2	361,0	338,0	380,0		0	23,0	6,1	0,35	4,14	0,58	16,70	10,00	0,60
3	352,0	332,0	395,0		0	20,0	5,1	0,50	4,22	0,46	19,57	10,00	0,51
4	352,0	324,0	440,0		0	28,0	6,4	0,16	4,46	0,62	8,61	10,00	
5	352,0	323,0	527,0		0	29,0	5,5	0,48	4,88	0,51	23,96	10,00	0,42
6	351,0	337,0	325,0		0	14,0	4,3	0,56	3,83	0,38	16,21	10,00	0,62
7	351,0	340,0	250,0	43	0	11,0	4,4	0,58	3,36	0,39	15,20	10,00	0,66
8	344,0	321,0	265,0		0	23,0	8,7	0,46	3,46	0,95	29,90	10,00	0,33
9	338,0	315,0	360,0		0	23,0	6,4	0,56	4,03	0,62	28,03	10,00	0,36
10	342,0	328,0	357,0		0	14,0	3,9	0,51	4,02	0,34	13,81	10,00	0,72
11	361,0	330,0	533,0	14	0	31,0	5,8	0,41	4,91	0,55	21,96	10,00	0,46
12	353,0	333,0	190,0		0	20,0	10,5	0,36	2,93	1,26	26,60	10,00	0,38
13	357,0	317,0	667,0		0	40,0	6,0	0,23	5,49	0,57	14,26	4,00	0,28
14	353,0	316,0	548,0		0	37,0	6,8	0,55	4,98	0,67	36,07	4,00	0,11
15	344,0	331,0	228,0		0	13,0	5,7	0,54	3,21	0,54	18,22	10,00	0,55
16	347,0	327,0	267,0		0	20,0	7,5	0,57	3,47	0,77	30,04	10,00	0,33
17	347,0	318,0	455,0	43	0	29,0	6,4	0,58	4,53	0,62	32,05	10,00	0,31
18	346,0	312,0	445,0	43	0	34,0	7,6	0,58	4,48	0,79	41,05	4,00	0,10
19	339,0	323,0	219,0	43	0	16,0	7,3	0,58	3,15	0,74	26,95	10,00	0,37
20	347,0	330,0	270,0	43	0	17,0	6,3	0,58	3,49	0,61	24,29	10,00	0,41
21	346,0	320,0	447,0		0	26,0	5,8	0,59	4,49	0,55	28,41	4,00	0,14
22	353,0	322,0	457,0		0	31,0	6,8	0,27	4,54	0,67	16,41	4,00	0,24
23	353,0	336,0	218,0		0	17,0	7,8	0,55	3,14	0,81	28,07	10,00	0,36
24	347,0	324,0	362,0		0	23,0	6,4	0,43	4,04	0,62	21,00	4,00	0,19

Tab. 5.9 - Stanovení průměrné dlouhodobé ztráty půdy erozí G na půdních blocích 2 - 7 v k.ú. Lhota u Lipníka nad Bečvou (Sella & Agreta, 2013)

Blok	2	2	3	4-5	5	5	6	7	7	7
Číslo linie	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
K	0,410	0,431	0,354	0,465	0,461	0,590	0,476	0,590	0,496	0,399
L	2,386	3,245	2,424	3,544	3,273	2,353	2,747	3,006	3,632	2,999
S	1,335	0,743	0,891	0,952	1,382	0,431	1,024	0,689	0,680	1,218
C	0,146	0,146	0,146	0,197	0,222	0,222	0,222	0,106	0,106	0,222
P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G	7,627	6,069	4,465	12,363	18,517	5,313	11,890	5,181	5,194	12,942
limit	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Mapa eroze



Obr. 5.1 – Výsledná mapa ztráty půdy vodní erozí

5.1.2 Modifikovaná univerzální rovnice ztráty půdy

5.1.2.1 Objem přímého odtoku (O_{PH})

Pro výpočet objemu přímého odtoku musí být zjištěn přímý odtok H_O a plocha. Tento vztah je uveden ve vzorci (4.9). Přímý odtok lze stanovit na základě úhrnu přívalové srážky H_S a potenciální retence A dle vzorce (4.7). Potenciální retenci A je možno vypočítat díky empirickému parametru pro predikci H_O , tzv. CN odtokovým křivkám. Čísla odtokových křivek jsou stanoveny v tabulce 5.10 pro povodí bez lesa a v tabulce 5.11 pro povodí s lesem. Při bližším zkoumání dvou výsledných hodnot je zřejmé, že průměrné číslo odtokových křivek pro povodí s lesem je velmi nízké oproti průměrnému číslu odtokových křivek pro povodí bez lesa. Hodnota průměrného čísla odtokových křivek pro povodí bez lesa je tedy 78 a hodnota průměrného čísla odtokových křivek pro povodí s lesem je 44. Výsledný rozdíl mezi dvěma hodnotami je tedy 34, což je způsobeno zohledněním lesa. Dále však bylo počítáno s hodnotou CN pro povodí bez lesa kvůli plošným kritériím pro stanovení Modifikované univerzální rovnice ztráty půdy a absenci kódu BPEJ u lesních ploch pro stanovení faktoru K .

Tab. 5.10 – Výpočet čísla odtokových křivek v povodí bez lesa

Využití půdy	P_i (ha)	Způsob obdělávání	Hydrologické podmínky	Hydrologická půdní skupina	CN_i	$P_i \times CN_i$
obilniny	489,1254	Př	Šp	B	76	37173,5304
okopaniny	7,3257	Př	Šp	B	81	593,3817
pícniny	6,2489	Př	Šp	B	77	481,1653
TTP	63,7387	-	-	B	58	3696,8446
Sady	2,2213	-	Stř.	B	65	144,3845
nepropustné plochy	112,3400	-	-	-	98	11009,3200
Σ	681,0000					53098,6265

$$\bar{\sigma} \text{ CN} = 78$$

Tab. 5.11 – Výpočet čísla odtokových křivek v povodí s lesem

Využití půdy	P_i (ha)	Způsob obdělávání	Hydrologické podmínky	Hydrologická půdní skupina	CN_i	$P_i \times CN_i$
obilniny	489,1254	Př	Šp	B	76	37173,5304
okopaniny	7,3257	Př	Šp	B	81	593,3817
pícniny	6,2489	Př	Šp	B	77	481,1653
TTP	63,7387	-	-	B	58	3696,8446
Sady	2,2213	-	Stř.	B	65	144,3845
LES	513,0000	-	Db	-	-	-
nepropustné plochy	112,3400	-	-	-	98	11009,3200
Σ	1194,0000					53098,6265

$$\bar{\sigma} \text{ CN} = 44$$

Při výpočtu výsledného objemu přímého odtoku byla zhodnocena potenciální retence A jako 71,8 mm a přímý odtok H_0 jako 42 mm. Potenciální retence povodí dosahuje těchto negativních hodnot, z důvodu využití půdy jako orné půdy v povodí bez lesa. Následkem nízké hodnoty potenciální retence je zhoršení odtokových poměrů v povodí. Co se týče přímého odtoku H_0 , hodnota 42 mm vykazuje velký povrchový odtok z povodí, což vyplývá z využití půdy a dokazuje jasnou predispozici k vodní erozi. Všechny již zmíněné výsledky jsou uvedeny v tabulce 5.12, která prezentuje reálnou velikost O_{PH} na pozemcích zemědělsky obhospodařovaných. Výsledný objem přímého odtoku je tedy 285 740,8 m³.

Tab. 5.12 – Stanovení objemu přímého odtoku O_{PH} v povodí bez lesa

Veličina	Označení	Výpočet	Jednotky
Potenciální retence	A	71,8	mm
Přímý odtok	H_0	42,0	mm
Úhrn přívalové srážky	H_s	94,1	mm
Objem přímého odtoku	O_{PH}	285740,8	m ³

5.1.2.2 Kulminační průtok (Q_{PH})

Kulminační průtok Q_{PH} se zjistí z doby doběhu (T_t) a doby koncentrace (T_c), jednotkového kulminačního průtoku, plochy povodí a opravného součinitele pro rybníky a mokřady (f) dle vzorce (4.16).

Tabulka 5.13 obsahuje všechny potřebné veličiny ke stanovení kulminačního průtoku. Nejprve je zapotřebí vypočítat dobu koncentrace (T_c) pro povodí bez lesa (Tab. 5.14). Pro výpočet doby koncentrace musí být stanovena hodnota doby doběhu při soustředěném odtoku v otevřeném korytě (T_{tc2} a T_{tc3}) z délky proudění, rychlosti proudění, Manningova součinitele drsnosti, hydraulického poloměru a sklonu svahu. Výsledná hodnota doby koncentrace (T_c) pro povodí bez lesa je 0,770 hodin (Tab. 5.15). Z této hodnoty je možné stanovit jednotkový kulminační průtok, za pomoci nomogramu (Příloha 8). V této fázi už zbývá jen zjistit opravný součinitel pro rybníky a mokřady (f), který se určí dle procentuálního zastoupení vodních ploch v povodí (Příloha 9). Po stanovení všech potřebných veličin se zjistí kulminační průtok. Kulminační průtok pro povodí bez lesa dosáhl hodnoty 46,1 m³.s⁻¹.

Tab. 5.13 – Přehled veličin potřebných ke stanovení kulminačního průtoku

Veličina	Označení	Výpočet	Jednotky
Jednotkový kulminační průtok	Q_{PH}	420	m^3/s
Plocha povodí	P_p^*	6,810000	km^2
Přímý odtok	H_0	42,0	mm
Opravný součinitel pro nádrže, rybníky a bažiny	f	0,89	-
Akumulace srážek	I_A	14,4	mm
Potenciální retence	A	71,8	mm

Tab. 5.14 – Výpočet dob doběhu při soustředěném odtoku v otevřeném korytě

Veličina	Označení	Výpočet	Jednotky
Doba doběhu při soustředěném odtoku v otevřeném korytě	T_{tc2}	0,181	h
Délka proudění (v úseku soustředěného odtoku v otevřeném korytě)	l	805,5	m
Průměrná rychlost proudění (v úseku soustředěného odtoku v otevřeném korytě)	v	1,2	m/s
Manningův součinitel drsnosti (v úseku soustředěného odtoku v otevřeném korytě)	n	0,029	-
Hydraulický poloměr	R	0,18	m
Plocha příčného profilu	F	0,83	m^2
Omočený obvod	O	4,55	m
Sklon povrchu (v úseku soustředěného odtoku v otevřeném korytě)	s	0,0124	-

Veličina	Označení	Výpočet	Jednotky
Doba doběhu při soustředěném odtoku v otevřeném korytě	T_{tc3}	0,589	h
Délka proudění (v úseku soustředěného odtoku v otevřeném korytě)	l	2037,7	m
Průměrná rychlost proudění (v úseku soustředěného odtoku v otevřeném korytě)	v	1,0	m/s
Manningův součinitel drsnosti (v úseku soustředěného odtoku v otevřeném korytě)	n	0,033	-
Hydraulický poloměr	R	0,21	m
Plocha příčného profilu	F	0,45	m^2
Omočený obvod	O	2,10	m
Sklon povrchu (v úseku soustředěného odtoku v otevřeném korytě)	s	0,0079	-

Při porovnání stanovení kulminačního průtoku v povodí bez lesa a s lesem (Tab. 5.15 a 5.16) se projeví rapidní snížení kulminačního průtoku v povodí s lesem, a to až o $44,9 m^3 \cdot s^{-1}$ na hodnotu $1,2 m^3 \cdot s^{-1}$. Opět je příčinou situování lesa, který se nachází na výše položených místech v povodí než zemědělská půda.

Tab. 5.15 – Stanovení kulminačního průtoku pro povodí bez lesa

Doba koncentrace	T_c	0,770	h
Kulminační průtok	Q_{PH}	46,1	m^3/s

Tab. 5.16 - Stanovení kulminačního průtoku pro povodí s lesem

Doba koncentrace	T_c	3,199	h
Kulminační průtok	Q_{PH}	1,2	m^3/s

5.1.2.3 Faktor erodovatelnosti půdy (K)

Faktor K se zjišťuje váženým průměrem podle hlavních půdních jednotek z kódu BPEJ a plochy jednotlivých HPJ. Výpočet se provádí pomocí vzorce (4.17). Faktor erodovatelnosti půdy K pro řešené povodí bez lesa dosahuje hodnot 0,45 t. Tato hodnota odpovídá půdám silně náchylným k erozi. Celý výpočet faktoru je uveden v příloze 14.

5.1.2.4 Topografický faktor (LS)

Tento faktor lze vypočítat ze vzorce (4.18), který obsahuje mimo jiné i délku povrchového toku po svahu l a průměrný sklon povodí s . Délka povrchového toku po svahu l se rovná 1 197,581 m a průměrný sklon povodí s je 4,84 ° neboli 8,47 % (Příloha 15 a 16). Výsledný faktor LS má hodnotu 6,747, což vykazuje příznivé podmínky pro vznik vodní eroze. Z těchto výsledků lze pozorovat velký význam sklonu a délky svahu na vytváření vodní eroze (Tab. 5.17).

Tab. 5.17 – Vyjádření topografického faktoru LS

l (m)	$l^{0,5}$ (m)	s (%)	s^2 (%)	LS
1197,581	34,60608328	8,47	71,74	6,747

5.1.2.5 Faktor ochranného vlivu vegetace (C)

Faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu se vymezí váženým průměrem díky využití půdy, faktoru C pro jednotlivé využití půdy C_i a plochy. Využití půdy u tohoto faktoru je rozčleněno na obilniny, okopaniny, pícniny a trvalé travní porosty. Hodnoty faktoru k jednotlivým využitím půdy jsou k nahlédnutí v příloze 17. Výsledná hodnota faktoru C je 0,231.

5.1.2.6 Faktor účinnosti protierozních opatření (P)

Hodnota faktoru P neboli účinnosti protierozních opatření byla stanovena jako $P = 1$, a to z důvodů chybějících protierozních opatření.

5.1.2.7 Transport splavenin

Stanovení ztráty půdy z přívalového deště bylo možné provést s pomocí výsledků jednotlivých faktorů a jejich zanesením do vzorce (4.6). Výsledný transport splavenin je 80 321,9 tun (Příloha 18). Tohle výsledné číslo je nepředstavitelné a velmi nepříznivé, je tedy důležité co nejdříve začít s budováním protierozních opatření.

5.2 Návrh protierozních opatření

5.2.1 Organizační opatření - Protierozní osevní postup a ochranné zatravnění

Pro snížení erozního ohrožení a eroze samotné v řešeném území byly navrženy tři protierozní osevní postupy a zatravnění trvale travními porosty. Tyto protierozní osevní postupy byly rozděleny pro určité erozně uzavřené celky dle jejich hodnoty faktoru C. U EUC s nejvyšší hodnotou faktoru C bylo přiřazeno ochranné zatravnění, aby bylo dosaženo, co největšího snížení faktoru C. V tabulce 5.18 pod textem jsou uvedeny protierozní opatření pro jednotlivé EUC a v následujících tabulkách 5.19 jsou předloženy stručné protierozní osevní postupy. Kompletně vypracované protierozní osevní postupy jsou k nahlédnutí v příloze 19, 20 a 21. Pro lepší přehlednost již sníženého faktoru C s protierozními opatřeními bude tento faktor označován jako C'.

Tab. 5.18 – Návrh protierozních opatření v EUC a výsledný faktor C'

EUC	Ø hodnota faktoru C'	Protierozní opatření faktoru C
I	0,069	osevní postup 1
II	0,069	osevní postup 1
III	0,029	osevní postup 3
IV	0,005	zatravnění
V	0,029	osevní postup 3
VI	0,029	osevní postup 3
VII	0,029	osevní postup 3
VIII	0,042	osevní postup 2
IX	0,029	osevní postup 3
X	0,042	osevní postup 2
XI	0,029	osevní postup 3
XII	0,069	osevní postup 1

Tab. 5.19 – Návrh protierozních osevních postupů

Protierozní osevní postup 1		
rok	plodiny	celoroční C'
1	vojtěška	0,020
2	vojtěška	0,020
3	pšenice oz.	0,084
4	řepka oz.	0,201
5	pšenice oz.	0,020
Průměrná hodnota C' za celý osevní postup:		
0,069		

Protierozní osevní postup 2		
rok	plodiny	celoroční C'
1	jetelotráva	0,010
2	jetelotráva	0,010
3	ječmen j.	0,034
4	pšenice oz.	0,128
5	řepka oz.	0,030
Průměrná hodnota C' za celý osevní postup:		
0,042		

Protierozní osevní postup 3		
rok	plodiny	celoroční C'
1	jetel luční	0,015
2	oves	0,022
3	ječmen j.	0,075
4	sója	0,020
5	pšenice oz. Δ jetel luční	0,015
Průměrná hodnota C' za celý osevní postup:		
0,029		

5.2.2 Agrotechnická opatření – Vrstevnicové obdělávání půdy

Pro určení faktoru účinnosti protierozních opatření P bylo navrženo konturové (vrstevnicové) obdělávání půdy. Hodnota faktoru P' (tedy již s protierozním opatřením) byla stanovena díky sklonu svahu, a to za podmínky, že sklon v rozmezí 2 – 7 % udává hodnotu faktoru P' 0,6 a sklon 7 – 12 % udává hodnotu faktoru P' 0,7 (Tab. 5.20).

Tab. 5.20 – Stanovení faktoru P' dle sklonu

EUC	Hodnota faktoru P'	Sklon
I	0,7	8,1
III	0,7	8,05
V	0,6	6,6
VII	0,7	9,4
XII	0,7	8,8

5.2.3 Biotechnická opatření – Protierozní průlehy

Faktor délky L' (tedy již s protierozním opatřením) byl stanoven pouze u tří EUC, a to u EUC II, VI, XI. U těchto EUC byly navrženy 3 – 4 protierozní průlehy (Tab. 5.21), které rozdělily svah na několik částí, z nichž každá má délku rovnou přípustné délce svahu nebo menší. Přípustná délka svahu má zajistit, že na svahu nedojde vlivem povrchového odtoku k smyvu půdy většímu než je Gp.

Tab. 5.21 - Návrh protierozních průlehů a výpočet faktoru L' a LS'

Protierozní průlehy pro EUC II									
Faktory USLE		Lp	lp	l (m)	l' (m)	Počet průlehů	m	L'	LS'
R	40	2,89	63,95	300	60	4	0,48	1,61	1,37
K	0,59								
S	0,85								
C'	0,069								
P	1								
Gp	4								
Protierozní průlehy pro EUC VI									
Faktory USLE		Lp	lp	l (m)	l' (m)	Počet průlehů	m	L'	LS'
R	40	8,14	180,23	570	142,5	3	0,48	2,44	1,78
K	0,58								
S	0,73								
C'	0,029								
P	1								
Gp	4								
Protierozní průlehy pro EUC XI									
Faktory USLE		Lp	lp	l (m)	l' (m)	Počet průlehů	m	L'	LS'
R	40	8,25	182,47	720	180	3	0,48	2,73	2,79
K	0,41								
S	1,02								
C'	0,029								
P	1								
Gp	4								

5.2.4 MUSLE – Snížení eroze díky změně plochy u různých využití půdy

- Objem přímého odtoku (O_{PH})

Ke snížení objemu přímého odtoku došlo z důvodů navržení nových osevních postupů a ochranného zatravnění, a to zvýšeným využitím plodin s vysokým protierozním účinkem a naopak sníženým využitím plodin s nedostatečným protierozním účinkem. Při porovnání čísla odtokových křivek před změnou ploch (Tab. 5.22) a po změně ploch (Tab. 5.23) lze sledovat jen nepatrný rozdíl, a to CN 4, kvůli topografickým podmínkám, které označují svahy v řešeném povodí jako předurčené k vodní erozi.

Tab. 5.22 – Výpočet čísla odtokových křivek před změnou ploch

Využití půdy	P_i (ha)	Způsob obdělávání	Hydrologické podmínky	Hydrologická půdní skupina	CN_i	$P_i \times CN_i$
obilniny	489,1254	Př	Šp	B	76	37173,5304
okopaniny	7,3257	Př	Šp	B	81	593,3817
pícniny	6,2489	Př	Šp	B	77	481,1653
TTP	63,7387	-	-	B	58	3696,8446
Sady	2,2213	-	Stř.	B	65	144,3845
nepropustné plochy	112,3400	-	-	-	98	11009,3200
Σ	681,0000					53098,6265

$$o \text{ CN} = \mathbf{78}$$

Tab. 5.23 – Výpočet čísla odtokových křivek po změně ploch

Využití půdy	P_i (ha)	Způsob obdělávání	Hydrologické podmínky	Hydrologická půdní skupina	CN_i	$P_i \times CN_i$
obilniny	228,3760	Vř	Db	B	73	16671,4480
okopaniny	0,0000	-	-	-	-	0,0000
pícniny	250,9278	Vř	Db	B	69	17314,0182
TTP	87,1349	-	-	B	58	5053,8242
Sady	2,2213	-	Db	B	58	128,8354
nepropustné plochy	112,3400	-	-	-	98	11009,3200
Σ	681,0000					Σ 50177,4458

$$o \text{ CN} = \mathbf{74}$$

Zato objem přímého odtoku se zmenšil výrazněji. Před návrhem PEO byl objem přímého odtoku $285\,740,8 \text{ m}^3$ a po návrhu PEO jen $235\,710 \text{ m}^3$, což činí rozdíl $50\,030,8 \text{ m}^3$. K tomuto rozdílu došlo kvůli změně potenciální retence A, která se zvýšila o 18,9 mm a přímého odtoku H_o , který se snížil o 7,4 mm. Tabulka s těmito výsledky je umístěna v kapitole Přílohy jako Příloha 22.

- Faktor ochranného vlivu vegetace (C')

Ke snížení faktoru ochranného vlivu vegetačního pokryvu bylo docíleno díky novým protierozním osevním postupům a ochrannému zatravnění, hlavně změnou pěstovaných plodin a vegetační pokryvností na pozemcích v průběhu celého roku. Při porovnání výsledného faktoru C před návrhem PEO (0,231) a faktoru C' po návrhu PEO (0,112) lze vidět cca poloviční pokles hodnoty faktoru C při použití protierozních opatření (Tab. 5.24).

Tab. 5.24 – Vyjádření faktoru C' po návrhu PEO

Využití půdy (pěstované plodiny)	C_i'	P_i (ha)	$C_i' \times P_i$
obilniny	0,260	228,3760	59,3778
okopaniny	0,480	0,0000	0,0000
pícniny	0,015	250,9278	3,7639
TTP	0,005	87,1349	0,4357
	Σ	566,4387	63,5774

$$\sigma C' = \mathbf{0,112}$$

- Faktor účinnosti protierozních opatření (P')

Pokles faktoru P' byl umožněn díky návrhu vrstevnicového (konturového) obdělávání půdy, kdy došlo ke snížení faktoru P ($P = 1$) a následnému zprůměrování s plochou. Průměrná hodnota faktoru P' je 0,860 (Tab. 5.25). Došlo tedy ke snížení o 0,14.

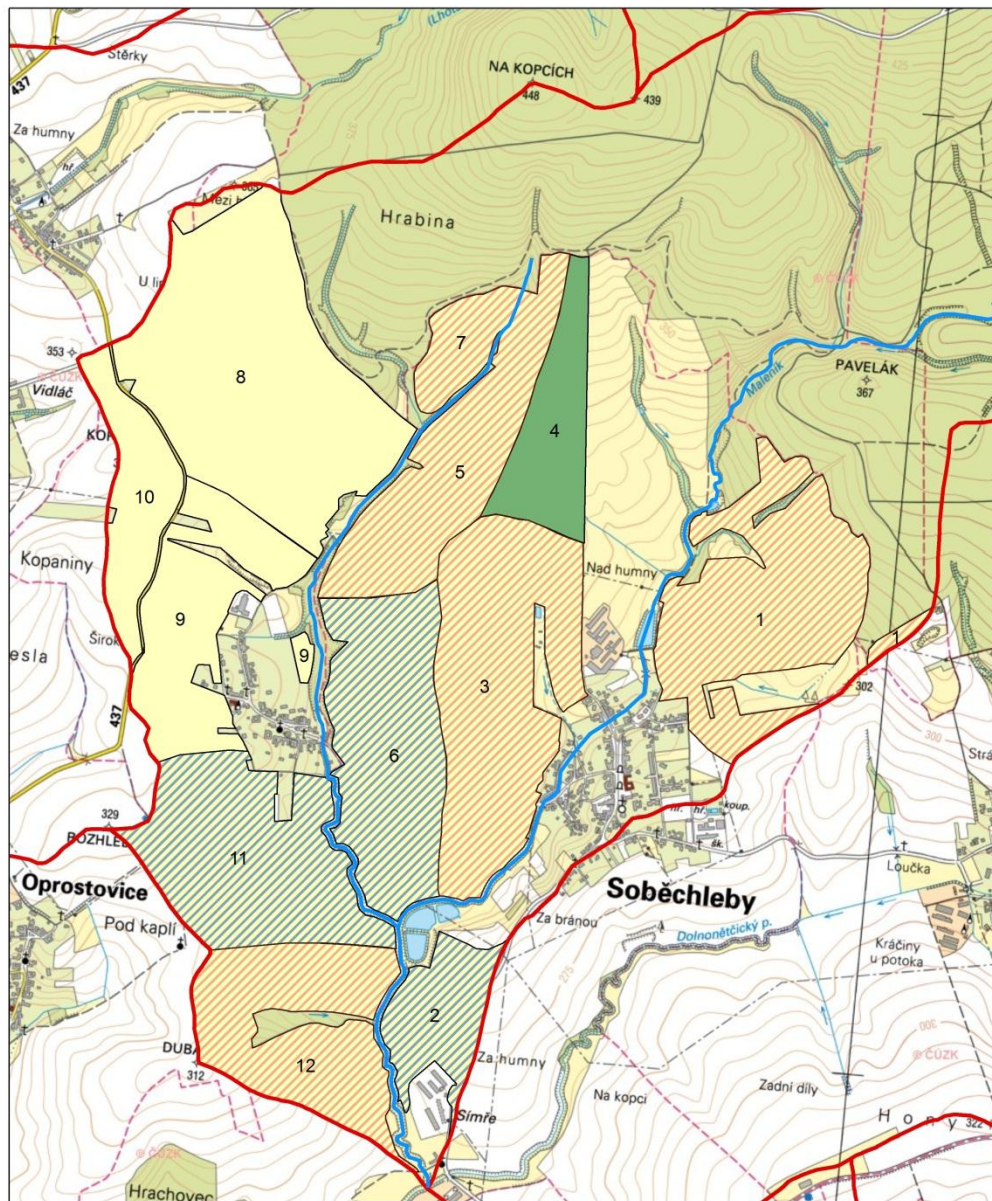
Tab. 5.25 – Stanovení faktoru P' po návrhu PEO

Použité PEO	P'	P_i (ha)	$P' \times P_i$
Vrstevnicové obdělávání	0,700	178,7894	125,1526
Vrstevnicové obdělávání	0,600	41,8140	25,0884
Žádné PEO nebo P se nemění	1,000	282,0983	282,0983
	Σ	502,7017	432,3393

$$\sigma P' = \mathbf{0,860}$$

Všechny výše uvedené protierozní opatření jsou znázorněny ve Výsledné mapě protierozních opatření (Obr. 5.2).

Mapa protierozních opatření



Legenda:

	Údolnice
	Rozvodnice
	OP
	Vrstevnicové obdělávání
	Průlehy
	Zatravnění

M 1:15 000



0 0,2 0,4 0,8 1,2 1,6 2 Kilometers

Obr. 5.2 – Výsledná mapa protierozních opatření

5.3 Výsledný smyv půdy po návrhu PEO

5.3.1 Stanovení průměrné dlouhodobé ztráty půdy vodní erozí po návrhu PEO

Byla stanovena vhodná protierozní opatření. Z organizačních opatření jde o ochranné zatravnění a protierozní osevňovací postup, z agrotechnických o vrstevnicové obdělávání půdy, a z biotechnických o protierozní průlehy. Červené hodnoty v tabulce 5.26 znázorňují faktory USLE, které byly díky návrhu PEO změněny. Při srovnání průměrné dlouhodobé ztráty půdy před a po návrhu PEO je zřejmé, že došlo ke snížení eroze a erozní ohroženosti až pod hodnoty přípustné ztráty půdy $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Eroze celkem se snížila z původních 12 735,45 tun na 1 092,68 tun. Z toho vyplývá, že zvolená protierozní opatření plní svoji funkci a na pozemcích je dosaženo potřebné protierozní ochrany.

Tab. 5.26 – Výpočet faktorů USLE po návrhu PEO a stanovení průměrné dlouhodobé ztráty půdy G' a návrh PEO

EUC č.	Spádnice	Výměra EUC (ha)	R	K	l (m)	L	S	LS	C	P
I	4	59,3274	40,0	0,32	510	5,11	0,91	4,64	0,069	0,700
II	4	19,1859	40,0	0,59	60	1,61	0,85	1,37	0,069	1,000
III	5	63,8222	40,0	0,57	410	4,56	0,90	4,10	0,029	0,700
IV	4	23,3962	40,0	0,53	520	5,16	1,25	6,44	0,005	1,000
V	2	41,8140	40,0	0,51	440	4,20	0,74	3,11	0,029	0,600
VI	3	49,9491	40,0	0,58	143	2,44	0,73	1,78	0,029	1,000
VII	2	11,2567	40,0	0,58	330	4,08	1,08	4,38	0,029	0,700
VIII	3	83,9423	40,0	0,39	410	4,56	1,14	5,19	0,042	1,000
IX	5	39,1721	40,0	0,39	590	5,51	0,91	5,01	0,029	1,000
X	3	21,5390	40,0	0,40	320	3,60	0,84	3,03	0,042	1,000
XI	4	44,9137	40,0	0,41	180	2,73	1,02	2,79	0,029	1,000
XII	5	44,3831	40,0	0,36	400	4,50	0,97	4,39	0,069	0,700

EUC č.	Spádnice	G $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$	G_p $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$	Stupeň eroze	Eroze celkem (t)	Použité PEO	Poznámka
I	4	2,87	4	1	170,19	OP, vrstevnicové obdělávání	
II	4	2,23	4	1	42,86	OP, protierozní průlehy (4)	
III	5	1,90	4	1	121,11	OP, vrstevnicové obdělávání	
IV	4	0,68	4	1	15,97	zatravnění	půdní blok 0606/1 - OP s C = 0,029
V	2	1,10	4	1	46,16	OP, vrstevnicové obdělávání	
VI	3	1,20	4	1	59,98	OP, protierozní průlehy (3)	
VII	2	2,06	4	1	23,22	OP, vrstevnicové obdělávání	
VIII	3	3,40	4	1	285,44	OP	
IX	5	2,27	4	1	88,78	OP	půdní blok 1502/1 - OP s C = 0,042
X	3	2,04	4	1	43,86	OP	
XI	4	1,33	4	1	59,59	OP, protierozní průlehy (3)	
XII	5	3,05	4	1	135,52	OP, vrstevnicové obdělávání	půdní blok 0701/2 - OP s C = 0,029
Σ					1092,68		

5.3.2 Transport splavenin po návrhu PEO

Díky návrhu protierozních opatření a úpravě faktorů Modifikované univerzální rovnice ztráty půdy nastal pokles ztráty půdy neboli transportu splavenin. Pro tento výsledek byl modifikován faktor objemu povrchového odtoku O_{PH} , ochranného vlivu vegetace C a účinnosti protierozních opatření P . Při porovnání ztráty půdy z přívalového deště před návrhem PEO, která je 80 321,9 tun a ztráty půdy z přívalového deště po návrhu PEO (Tab. 5.27), která se rovná 30 069,5 tun je patrné, že tento návrh protierozních opatření přinesl významný úbytek transportovaných splavenin na řešených pozemcích až o 50 252,4 tun.

Tab. 5.27 – Stanovení transportu splavenin G' po návrhu PEO

Veličina	Označení	Výpočet	Jednotky
Faktor erodovatelnosti půdy (průměr za povodí)	K	0,45	t
Topografický faktor (průměr za povodí)	LS	6,75	-
Faktor ochranného vlivu vegetace (průměr za povodí)	C	0,112	-
Faktor účinnosti protierozních opatření (průměr za povodí)	P'	0,860	-
Objem přímého odtoku	O_{PH}	235710,0	m ³
Kulminační průtok	Q_{PH}	46,1	m ³ /s
Transport splavenin	G'	30069,5	t

6 ZÁVĚR

Téma diplomové práce „Stanovení ztráty půdy erozí a návrh protierozních opatření“ bylo vybráno z důvodu oblíbenosti problematiky eroze samotnou autorkou. Lokalita povodí toku Maleník byla zvolena hned z několika podnětů, jako jsou blízkost místa průzkumu, vhodné podmínky místa pro vznik eroze a absence jakýchkoli protierozních opatření v místě. Výběr lokality byl také konzultován s Pozemkovým úřadem v Přerově.

Diplomová práce vznikala dlouhodobým shromažďováním odborné literatury, materiálů a významných podkladů, konzultačními schůzkami na institucích již zmíněných v kapitole poděkování, průzkumem terénu a zhotovením map v programu ArcGIS. Došlo k rozšíření dosavadních znalostí autorky práce v oblasti eroze a protierozní ochrany. Díky spolupráci s institucemi a vedoucí práce paní Ing. Janou Kozlovsky Dufkovou, Ph.D. byla cesta autorky k výsledkům odbornější a přesnější.

Zjištěnými výsledky se nakonec potvrdila autorčina dedukce vhodnosti řešené lokality pro tuto diplomovou práci. Stanovená eroze dokonce několikanásobně překročila hodnotu přípustné ztráty půdy erozí $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Negativní je i výsledek stupně erozní ohroženosti půdy, který vyšel u všech erozně uzavřených celků 4, což napovídá o velmi silné erozi v oblasti. A dále byla určena znepokojivá hodnota celkové eroze, a to 12 735,45 tun v povodí za rok. Z těchto zjištění bylo zřejmé, že je zapotřebí zpracovat návrh protierozních opatření, který by zmírnil nebo eliminoval erozní činnost. Při stanovení transportu splavenin byl prokázán zvýšený odnos půdních částic ze zemědělsky obhospodařovaných pozemků hodnotou 80 321,9 tun.

Po návrhu protierozních opatření, jako jsou protierozní oseední postupy, ochranné zatravnění, vrstevnicové obdělávání půdy a protierozní průlehy došlo ke snížení eroze pod hodnotu přípustné ztráty půdy a stupeň erozní ohroženosti se rovná 1, což naznačuje „nepatrnou erozi“. Výsledkem této práce tedy je dosažení poklesu celkové eroze cca 12 krát na hodnotu 1 092,68 tun v povodí za rok a snížení transportu splavenin na 30 069,5 tun.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

7.1 Použitá literatura

- DEMEK J., MACKOVČIN P., BALATKA B. a KOL., 2006: *Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny*. AOPK ČR, Brno, 582 s.
- DOHNAL D., HANOUSKOVÁ M., 2010: *Komplexní pozemková úprava v k.ú. Kladníky – Vyhodnocení podkladů a analýza současného stavu*. Hanousek, Prostějov, 53 s.
- GRIMM M., JONES R., MONTANARELLA L., 2002: *Soil erosion risk in Europe*. Evropská komise, generální ředitelství JRC, Institut pro životní prostředí a udržitelný rozvoj, EU, 40 s.
- JANEČEK M. a KOL., 2002: *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. ISV nakladatelství, Praha, 201 s.
- JANEČEK M. a KOL., 2007: *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. VÚMOP, v.v.i., Praha, 71 s.
- JANEČEK M. a KOL., 2008: *Základy erodologie*. Česká zemědělská univerzita, Praha, 172 s.
- JANEČEK M. a KOL., 2012: *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Česká zemědělská univerzita a Powerprint, Praha, 113 s.
- JONES R. J. A., BISSONNAIS Y. L., DIAZ J. S., DUWEL O., ØYGARDEN L., PRASUHN P. B. V., YORDANOV Y., STRAUSS P., RYDELL B., UVEGES J. B., LOJ G., LANE M., VANDEKERCKHOVE L., 2003: *Nature and extent of soil erosion in Europe*. Technical working group on erosion, EU, 27 s.
- KOMISE EVROPSKÝCH SPOLEČENSTVÍ, 2002: *Towards a thematic strategy for soil protection*. Komise evropských společenství, Brusel, 35 s.
- KOZÁK J. a KOL., 2009: *Atlas půd České republiky*. Česká zemědělská univerzita, Praha, 150 s.
- NOVOTNÝ I., VOPRAVIL J., KOHOUTOVÁ L., PORUBA M., PAPAJ V., KHEL T., ŽIGMUND I., VAŠKŮ Z., NOVÁK P., TOMIŠKA Z., KOUTNÁ R., PACOLA M., NOVOTNÝ J., PÍRKOVÁ I., HAVELKOVÁ L., BROUČEK J., ŽÍŽALA D., 2013: *Metodika mapování a aktualizace bonitovaných půdně ekologických jednotek*. VÚMOP, v.v.i., Praha, 172 s.

- NOVOTNÝ I., MISTR M., PAPAJ V., KRISTENOVÁ H., VÁŇOVÁ V., KAPIČKA J., VLČEK V., VOPRAVIL J., KULÍŘOVÁ P., KADLEC V., KOBZOVÁ D., SRBEK J., POCHOP M., PODHRÁZSKÁ J., FIALA R., ŽÍŽALA D., DOSTÁL T., KRÁSA J., VAŇKOVÁ K., HALUZOVÁ J., JIRKŮ V., SMOLKOVÁ I., 2014: *Příručka ochrany proti vodní erozi*. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 74 s.
- PODHRÁZSKÁ J., DUFKOVÁ J., 2005: *Protierozní ochrana půdy*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 99 s.
- PODHRÁZSKÁ J. a KOL., 2009: *Návrh a hodnocení účinnosti systému komplexních opatření v pozemkových úpravách pro snížení škodlivých účinků povrchového odtoku*. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 96 s.
- SELLA & AGRETA, S.R.O., 2013: *Vyhodnocení podkladů a analýza současného stavu – KPÚ Lhota u Lipníka nad Bečvou*. Sella & Agreta, s.r.o., Ústí nad Orlicí, 70 s.
- VÚMOP, V.V.I., 2011: *Příručka ochrany proti vodní erozi*. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 58 s.
- ZACHAR D., 1970: *Erózia pôdy*. SAV, Bratislava, 527 s.

7.2 Internetové zdroje

- BOKR P, 2014: *Geologická mapa 1 : 50 000*. Databáze online [cit. 2014-08-18]. Dostupné na: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=519500&x=1137000&r=2000&s=1&legselect=0
- GEOPORTÁL SOWAC-GIS, 2015: *Vodní eroze*. Databáze online [cit. 2015-02-24]. Dostupné na: <http://geoportal.vumop.cz/index.php?projekt=vodni&s=popis>
- ISSaR, 2014: *Eroze zemědělské půdy – specifikace indikátorů*. Databáze online [cit. 2015-01-21]. Dostupné na: <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=1918>

8 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A ZKRATEK

8.1 OBRÁZKY

Obr. 4.1 – Základní mapa povodí toku Maleník.....	26
Obr. 5.1 – Výsledná mapa ztráty půdy vodní erozí.....	49
Obr. 5.2 – Výsledná mapa protierozních opatření.....	59

8.2 TABULKY

Tab. 4.1 – Hlavní půdní typy v povodí (Kozák a kol., 2009).....	29
Tab. 4.2 – Stanovení přípustné ztráty půdy (Janeček a kol., 2012).....	35
Tab. 4.3 – Stanovení stupně erozní ohroženosti (Janeček a kol., 2012).....	35
Tab. 5.1 – Výměra jednotlivých EUC.....	42
Tab. 5.2 – Vážený průměr faktoru K pro jednotlivé EUC.....	43
Tab. 5.3 – Určení náchylnosti půdy k vodní erozi dle K (Geoportál Sowac-GIS, 2015)	43
Tab. 5.4 – Stanovení topografického faktoru LS.....	44
Tab. 5.5 – Vážený průměr faktoru C pro jednotlivé EUC.....	46
Tab. 5.6 – Zařazení půdních bloků do EUC.....	46
Tab. 5.7 – Stanovení průměrné dlouhodobé ztráty půdy erozí G a stupně erozní ohroženosti.....	47
Tab. 5.8 – Stanovení průměrné dlouhodobé ztráty půdy erozí G na půdních blocích 1 – 24 v k.ú. Kladníky (Dohnal a kol., 2010).....	48
Tab. 5.9 – Stanovení průměrné dlouhodobé ztráty půdy erozí G na půdních blocích 2 – 7 v k.ú. Lhota u Lipníka nad Bečvou (Sella & Agreta, 2013).....	48
Tab. 5.10 – Výpočet čísla odtokových křivek v povodí bez lesa.....	50
Tab. 5.11 – Výpočet čísla odtokových křivek v povodí s lesem.....	50
Tab. 5.12 – Stanovení objemu přímého odtoku O_{Ph} v povodí bez lesa	51
Tab. 5.13 – Přehled veličin potřebných ke stanovení kulminačního průtoku.....	52
Tab. 5.14 – Výpočet dob doběhu při soustředěném odtoku v otevřeném korytě.....	52
Tab. 5.15 – Stanovení kulminačního průtoku pro povodí bez lesa.....	52
Tab. 5.16 – Stanovení kulminačního průtoku pro povodí s lesem.....	52
Tab. 5.17 – Vyjádření topografického faktoru LS.....	53

Tab. 5.18 – Návrh protierozních opatření v EUC a výsledný faktor C'	54
Tab. 5.19 – Návrh protierozních osevních postupů.....	55
Tab. 5.20 – Stanovení faktoru P' dle sklonu.....	56
Tab. 5.21 – Návrh protierozních průlehů a výpočet faktoru L' a LS'	56
Tab. 5.22 – Výpočet čísla odtokových křivek před změnou ploch.....	57
Tab. 5.23 - Výpočet čísla odtokových křivek po změně ploch.....	57
Tab. 5.24 – Vyjádření faktoru C' po návrhu PEO.....	58
Tab. 5.25 – Stanovení faktoru P' po návrhu PEO.....	58
Tab. 5.26 – Výpočet faktorů USLE po návrhu PEO a stanovení průměrné dlouhodobé ztráty půdy G' a návrh PEO.....	60
Tab. 5.27 – Stanovení transportu splavenin G' po návrhu PEO.....	61

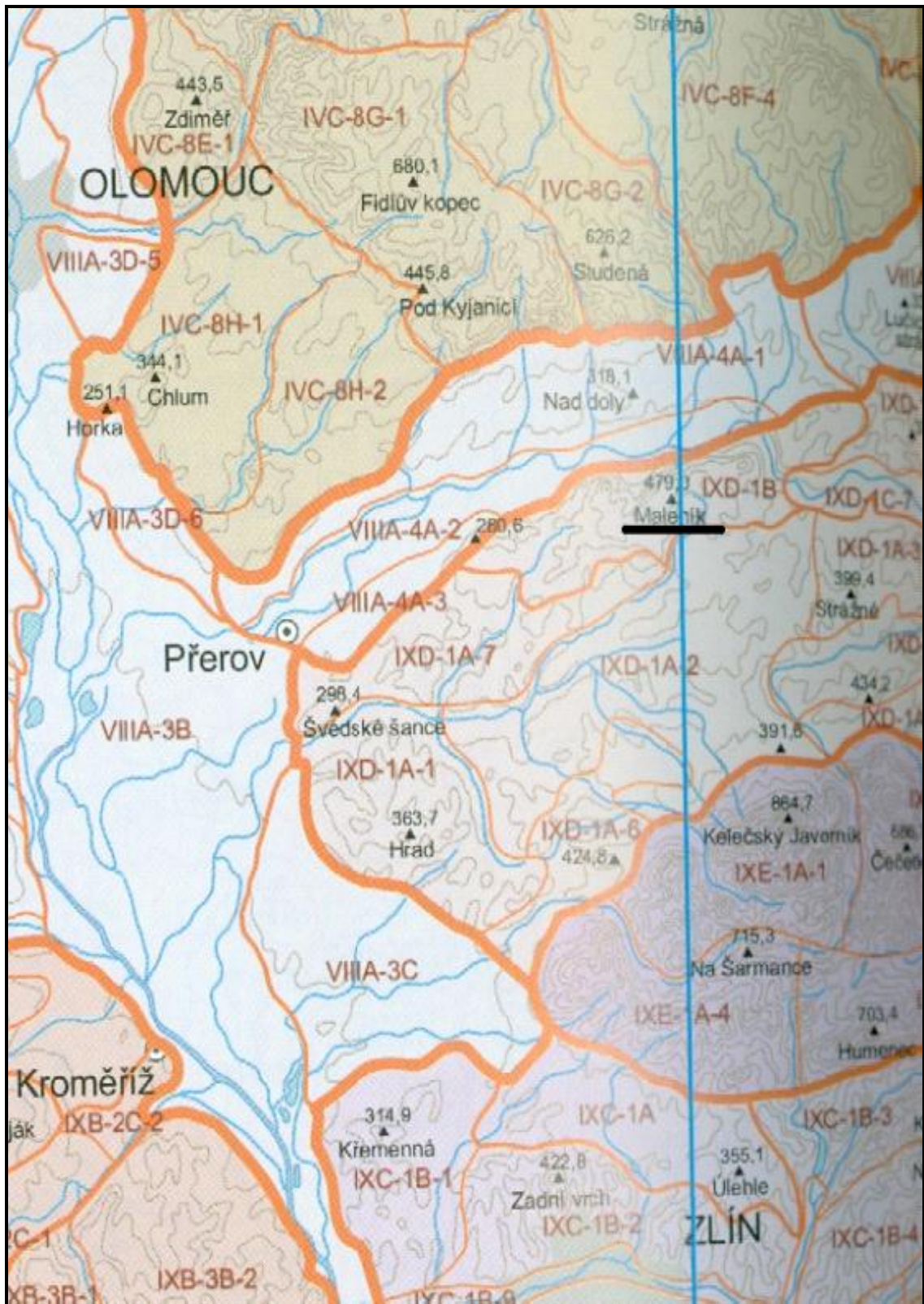
8.3 ZKRATKY

USLE	Univerzální rovnice ztráty půdy
MUSLE	Modifikovaná univerzální rovnice ztráty půdy
PEO	protierozní opatření
PEÚ	protierozní účinnost
EUC	erozně uzavřený celek
BPEJ	bonitovaná půdně ekologická jednotka
HPJ	hlavní půdní jednotka
GAEC	Dobry zemědělský a environmentální stav (Good agricultural and environmental conditions)
SZP	Společná zemědělská politika
ČSN	česká státní norma
ŘVO	řepařská výrobní oblast
K. Ú.	katastrální území

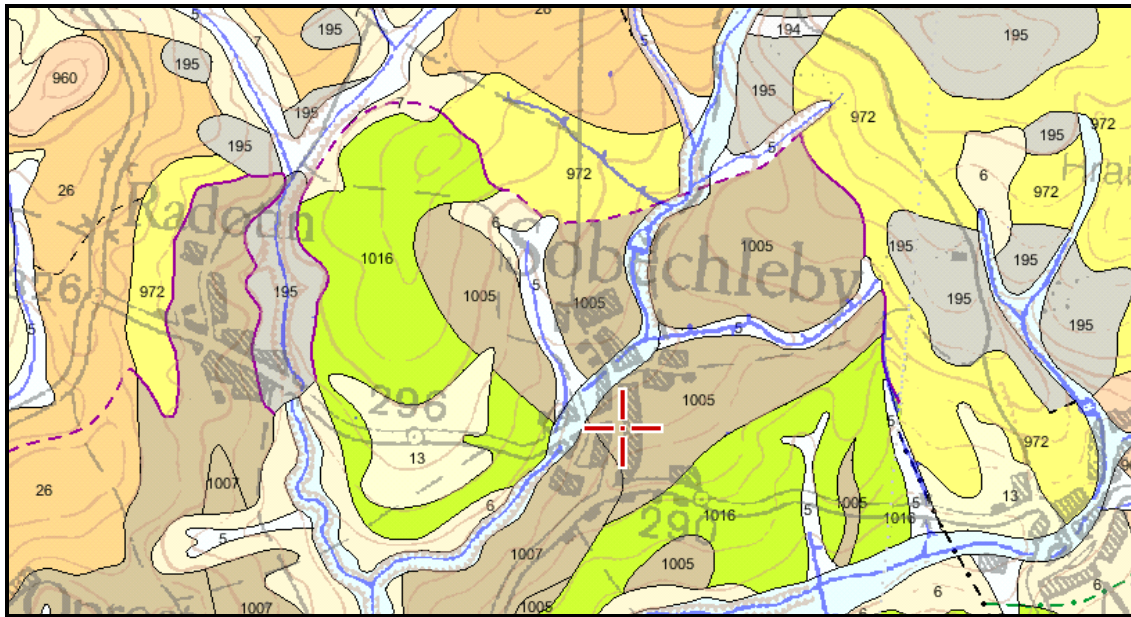
PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Geomorfologie území (Demek a kol., 2006)
- Příloha 2 Geologická mapa (Bokr, 2014)
- Příloha 3 Typy půd v povodí – fluvizem, luvizem, kambizem a pseudoglej (Kozák a kol., 2009)
- Příloha 4 Základní (Pracovní) mapa povodí toku Maleník
- Příloha 5 Hodnoty faktoru K pro jednotlivé HPJ (Janeček a kol., 2012)
- Příloha 6 Hodnoty faktoru C pro určité druhy vegetace a použitého obdělávání (Janeček a kol., 2012)
- Příloha 7 Tabulka pro stanovení čísel CN pro jednotlivé typy využití půdy (Janeček a kol., 2012)
- Příloha 8 Nomogram pro stanovení jednotkového kulminačního průtoku (Janeček a kol., 2012)
- Příloha 9 Opravný součinitel pro rybníky a mokřady (Janeček a kol., 2012)
- Příloha 10a Vyjádření vlivu proměnného sklonu svahu
- Příloha 10b Výpočet vlivu proměnného sklonu svahu
- Příloha 11 Soupis vlastníků pozemků s ornou půdou v povodí a průměrná hodnota faktoru C pro jednotlivé půdní bloky
- Příloha 12 Osevní postup z půdního bloku č. 9506 za období 2009-2013
- Příloha 13 Fotografie vodní eroze
- Příloha 14 Stanovení váženého průměru faktoru erodovatelnosti půdy K
- Příloha 15 Určení délky povrchového toku po svahu l
- Příloha 16 Určení průměrného sklonu povodí s
- Příloha 17 Vytvoření faktoru C
- Příloha 18 Stanovení ztráty půdy z přívalového deště v povodí bez lesa
- Příloha 19 Protierozní osevní postup č. 1
- Příloha 20 Protierozní osevní postup č. 2
- Příloha 21 Protierozní osevní postup č. 3
- Příloha 22 Stanovení objemu přímého odtoku $O_{PH'}$ po návrhu PEO



Příloha 1 – Geomorfologie území (Demek a kol., 2006)



Legenda:

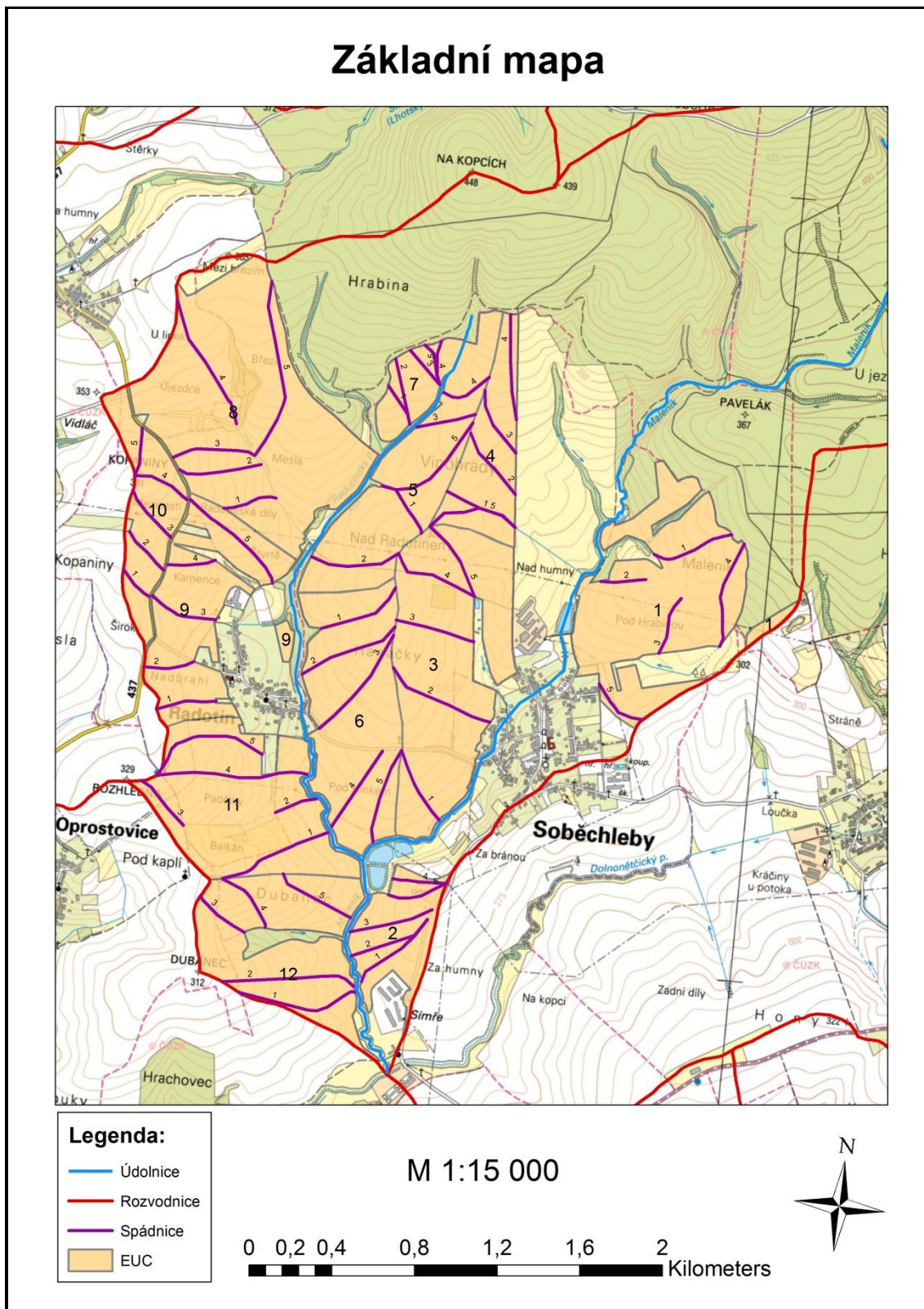
	4: nívní sedimenty (hlína, písek, štěrk) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty nezpevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	5: splachové sedimenty (hlína, písek, štěrk) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty nezpevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	6: svahové sedimenty (hlína, písek) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty nezpevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	7: svahové sedimenty (hlína, kameny) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty nezpevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	13: naváté sedimenty (spraš, sprašová hlína) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty nezpevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	26: zvětraliny Stáří: neogén, kvartér, Typ hornin: sedimenty nezpevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	194: jílovitá břidlice, prachovec a droba Stáří: karbon, Typ hornin: sedimenty zpevněné, Geologický region: moravskoslezská oblast - moravskoslezské paleozoikum
	195: droba Stáří: karbon, Typ hornin: sedimenty zpevněné, Geologický region: moravskoslezská oblast - moravskoslezské paleozoikum
	960: mořské sedimenty (vápnitý písek, štěrk, vápnité pískovce) Stáří: neogén, Typ hornin: sedimenty nezpevněné a zpevněné, Geologický region: karpatská předhlubeň
	972: mořské a brakické sedimenty (vápnitý jíl) Stáří: neogén, Typ hornin: sedimenty nezpevněné, Geologický region: karpatská předhlubeň
	997: pískovec, slepenec Stáří: paleogén, neogén, Typ hornin: sedimenty zpevněné, Geologický region: flyšové pásmo Karpat
	1005: jílovec, silicit, vápenec Stáří: paleogén, Typ hornin: sedimenty zpevněné, Geologický region: flyšové pásmo Karpat
	1007: pískovec, jílovec Stáří: paleogén, Typ hornin: sedimenty zpevněné, Geologický region: flyšové pásmo Karpat
	1016: jílovec Stáří: křída až paleogén, Typ hornin: sedimenty zpevněné, Geologický region: flyšové pásmo Karpat

Příloha 2 – Geologická mapa (Bokr, 2014)



Příloha 3 – Typy půd v povodí – fluvizem, luvizem, kambizem a pseudoglej (Kozák a kol., 2009)

Základní mapa



Příloha 4 – Základní (Pracovní) mapa povodí toku Maleník

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

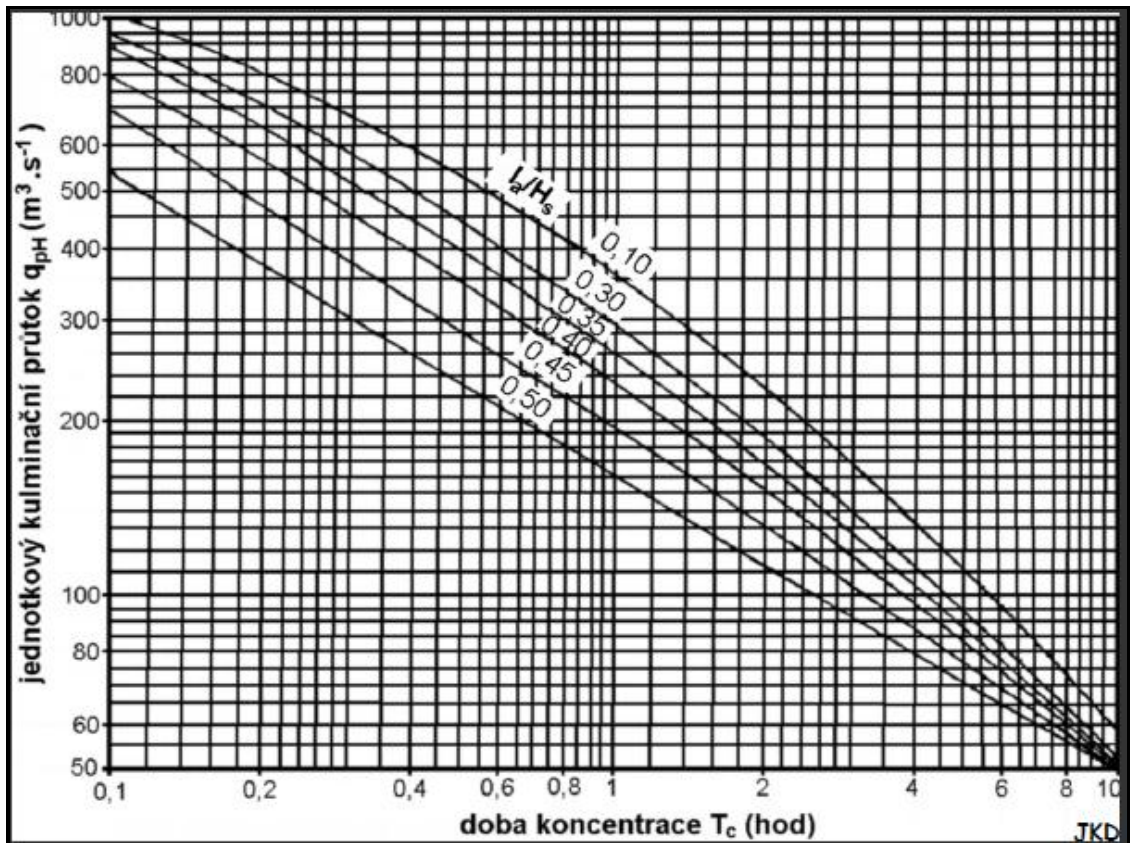
Příloha 5 – Hodnoty faktoru K pro jednotlivé HPJ (Janeček a kol., 2012)

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

Příloha 6 – Hodnoty faktoru C pro určité druhy vegetace a použitého obdělávání (Janeček a kol., 2012)

Využití půdy	Způsob obdělávání	Hydrologické podmínky	Čísla odtokových křivek – CN podle hydrologických skupin půd			
			A	B	C	D
Úhor, čerstvě kypřený	Pz	Šp	77	86	91	94
		Dp	76	85	90	93
			74	83	88	90
Širokořádkové plodiny (okopaniny)	Př	Šp	72	81	88	91
	Př	Db	67	78	85	89
	Př + Pz	Šp	71	80	87	90
	Př + Pz	Db	64	75	82	85
	Vř	Šp	70	79	84	88
	Vř	Db	65	75	82	86
	Vř + Pz	Šp	69	78	83	87
	Vř + Pz	Db	64	74	81	85
	Vř + Pr	Sp	66	74	80	82
	Vř + Pr	Db	62	71	78	81
	Vř + Pr + Pz	Šp	65	73	79	81
	Vř + Pr + Pz	Db	61	70	77	80
Úzkořádkové plodiny (obilniny)	Př	Šp	65	76	84	88
	Př	Db	63	75	83	87
	Př + Pz	Šp	64	75	83	86
	Př + Pz	Db	60	72	80	84
	Vř	Šp	63	74	82	85
	Vř	Db	61	73	81	84
	Vř + Pz	Šp	62	73	81	84
	Vř + Pz	Db	60	72	80	83
	Vř + Pr	Sp	61	72	79	82
	Vř + Pr	Db	59	70	78	81
	Vř + Pr + Pz	Šp	60	71	78	81
	Vř + Pr + Pz	Db	58	69	77	80
Víceleté pícniny, luštěniny	Př	Šp	66	77	85	89
	Př	Db	58	72	81	85
	Vř	Šp	64	75	83	85
	Vř	Db	55	69	78	83
	Vř + Pz	Šp	63	73	80	83
	Vř + Pz	Db	51	67	76	80
Pastviny s pokryvem	< 50 %	-	68	79	86	89
	50 - 75 %	-	49	69	79	84
	> 75 %	-	39	61	74	80
Louky	Sklizené	-	30	58	71	78
Křoviny s pokryvem	< 50 %	-	48	67	77	83
	50 - 75 %	-	35	56	70	77
	> 75 %	-	30	48	65	73
Sady se zatravněným meziřadím		Šp	57	73	82	86
		Stř	43	65	76	82
		Db	32	58	72	79
Lesy		Šp	45	66	77	83
		Stř	36	60	73	79
		Db	30	55	70	77
Zemědělské dvory		-	59	74	82	86
Komunikace s příkopy	dlážděné, živičné, makadamové, šterkové,		83	89	92	93
	nezpevněné, hliněné		76	85	89	91
			72	82	87	89
Nepropustné plochy			98	98	98	98

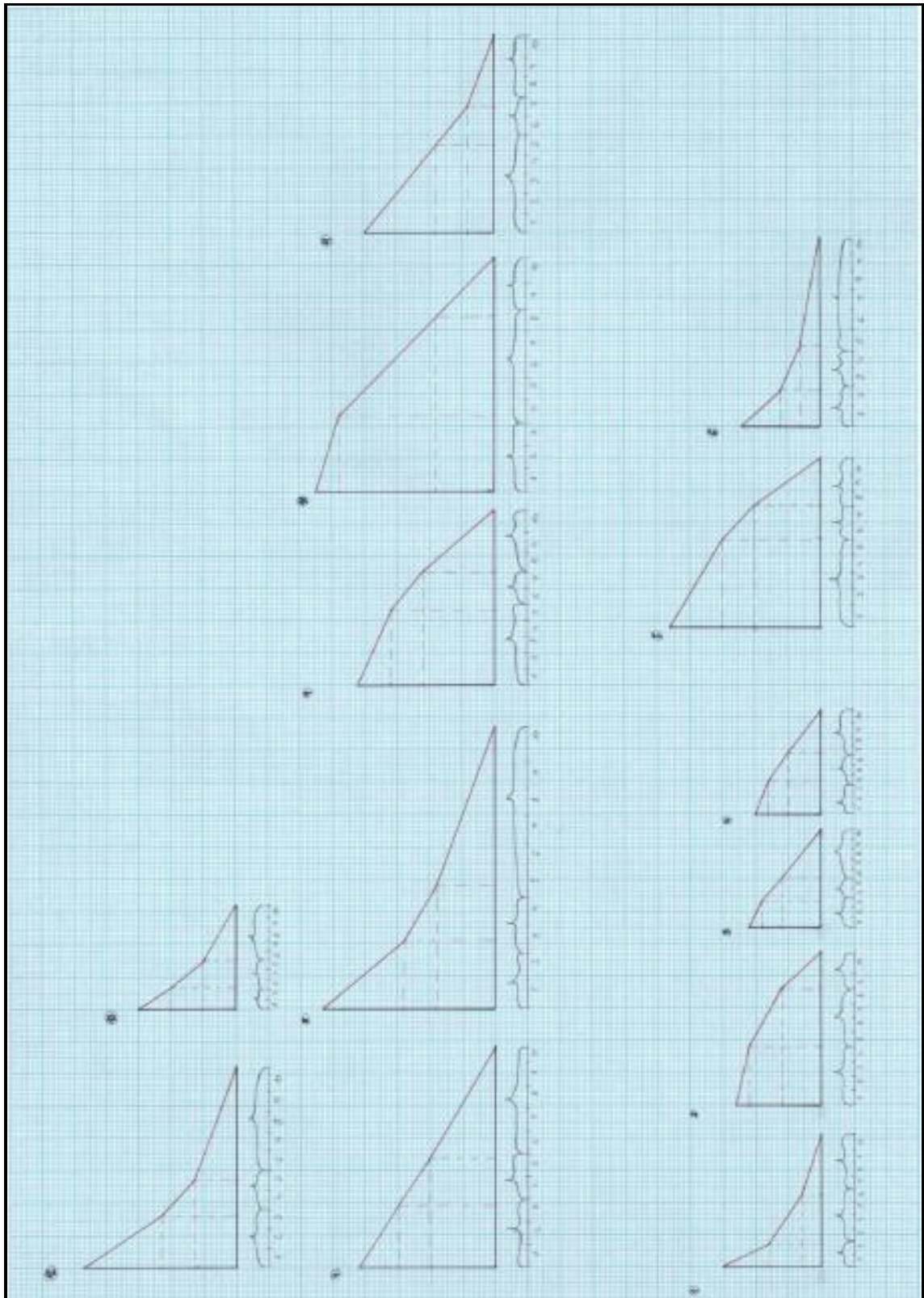
Příloha 7 – Tabulka pro stanovení čísel CN pro jednotlivé typy využití půdy (Janeček a kol., 2012)



Příloha 8 – Nomogram pro stanovení jednotkového kulminačního průtoku (Janeček a kol., 2012)

Procento ploch nádrží, rybníků a bažin v povodí	f
0,0	1,00
0,2	0,97
1,0	0,87
3,0	0,75
5,0	0,72

Příloha 9 – Opravný součinitel pro rybníky a mokřady (Janeček a kol., 2012)



Příloha 10a – Vyjádření vlivu proměnného sklonu svahu

EUC a spádnice	úsek	h (m)	l (m)	s (%)	Vliv změn půdních vlastností a sklonů	S	Výsledek úseku
I1	1	14	70	20,0	0,09	2,8376	0,2554
	2	10	150	6,7	0,37	0,7488	0,2771
	3	6	190	3,2	0,54	0,3712	0,2004
						Σ	0,7329
II1	1	4	180	2,2	0,25	0,2697	0,0674
	2	10	180	5,6	0,46	0,6291	0,2894
	3	12	110	10,9	0,29	1,3276	0,3850
						Σ	0,7418
II4	1	4	80	5,0	0,16	0,5698	0,0912
	2	6	70	8,6	0,19	0,9544	0,1813
	3	12	150	8,0	0,65	0,8931	0,5805
						Σ	0,8530
II5	1	4	100	4,0	0,16	0,4619	0,0739
	2	6	90	6,7	0,3	0,7488	0,2246
	3	10	130	7,7	0,54	0,8597	0,4642
						Σ	0,7628
IV4	1	16	270	5,9	0,35	0,6701	0,2345
	2	10	105	9,5	0,23	1,097	0,2523
	3	20	145	13,8	0,42	1,8094	0,7599
						Σ	1,2468
V5	1	12	110	10,9	0,09	1,3276	0,1195
	2	6	140	4,3	0,16	0,4932	0,0789
	3	6	330	1,8	0,75	0,2266	0,1700
						Σ	0,3683
VIII4	1	12	190	6,3	0,16	0,7121	0,1139
	2	10	145	6,9	0,19	0,7746	0,1472
	3	20	345	5,8	0,65	0,6561	0,4265
						Σ	0,6876
VIII5	1	25	210	11,9	0,09	1,4945	0,1345
	2	10	170	5,9	0,16	0,6647	0,1064
	3	18	490	3,7	0,75	0,4263	0,3197
						Σ	0,5606
XI1	1	10	230	4,3	0,35	0,4997	0,1749
	2	10	120	8,3	0,23	0,9286	0,2136
	3	22	190	11,6	0,42	1,4411	0,6053
						Σ	0,9937
XI4	1	7	230	3,0	0,16	0,3583	0,0573
	2	30	310	9,7	0,55	1,1237	0,6180
	3	18	180	10,0	0,29	1,1772	0,3414
						Σ	1,0168
XI5	1	22	270	8,1	0,35	0,9092	0,3182
	2	10	120	8,3	0,23	0,9286	0,2136
	3	8	220	3,6	0,42	0,423	0,1777
						Σ	0,7095
XII1	1	24	160	15,0	0,16	2,0106	0,3217
	2	10	110	9,1	0,19	1,025	0,1948
	3	13	350	3,7	0,65	0,4306	0,2799
						Σ	0,7963
XII4	1	10	65	15,4	0,09	2,0753	0,1868
	2	10	85	11,8	0,26	1,4728	0,3829
	3	10	170	5,9	0,65	0,6647	0,4321
						Σ	1,0018

Příloha 10b – Výpočet vlivu proměnného sklonu svahu

Soupis vlastníků pozemků s ornou půdou v povodí a ø hodnota faktoru C					
Číslo půdního bloku	ø hodnota faktoru C	Majitel	Číslo půdního bloku	ø hodnota faktoru C	Majitel
9506	0,342	ZD Záhoří Soběchleby	1605/1	0,377	ZD Záhoří Soběchleby
9504	0,342	ZD Záhoří Soběchleby	1606/1	0,408	ZD Záhoří Soběchleby
9503	0,304	ZD Záhoří Soběchleby	1607/6	0,408	ZD Záhoří Soběchleby
9606	0,341	ZD Záhoří Soběchleby	1610	0,342	ZD Záhoří Soběchleby
9605	0,380	ZD Záhoří Soběchleby	1508	0,342	ZD Záhoří Soběchleby
9603	0,341	ZD Záhoří Soběchleby	1502/1	0,342	ZD Záhoří Soběchleby
9601/1	0,341	ZD Záhoří Soběchleby	1503/1	0,342	ZD Záhoří Soběchleby
9601/6	0,341	ZD Záhoří Soběchleby	1504	0,034	ZD Záhoří Soběchleby
8502	0,226	ZD Záhoří Soběchleby	1506/1	0,156	ZD Záhoří Soběchleby
8501	0,226	ZD Záhoří Soběchleby	0504/2	0,304	ZD Záhoří Soběchleby
8610/3	0,226	ZD Záhoří Soběchleby	1502/3	0,342	ZD Záhoří Soběchleby
8610/1	0,226	ZD Záhoří Soběchleby	1505	0,304	ZD Záhoří Soběchleby
9610	0,226	ZD Záhoří Soběchleby	0401/1	0,281	Karel Černý
9609/1	0,226	ZD Záhoří Soběchleby	1703	0,401	ZD Dřevohostice
8604	0,328	ZD Záhoří Soběchleby	1704	0,285	ZD Dřevohostice
8601/7	0,342	ZD Záhoří Soběchleby	1601/4	0,341	Antonín Zdráhala
503	0,342	ZD Záhoří Soběchleby	1609/2	0,367	Antonín Zdráhala
0606/1	0,380	ZD Záhoří Soběchleby	610	0,371	Antonín Zdráhala
501	0,342	ZD Záhoří Soběchleby	1801/11	0,160	Bezuchovská a. s.
0601/1	0,355	ZD Záhoří Soběchleby	1801/12	0,160	Bezuchovská a. s.
705	0,308	ZD Záhoří Soběchleby	1801/14	0,160	Bezuchovská a. s.
0702/1	0,367	ZD Záhoří Soběchleby	1801/15	0,160	Bezuchovská a. s.
0701/2	0,380	ZD Záhoří Soběchleby	1801/16	0,160	Bezuchovská a. s.
704	0,342	ZD Záhoří Soběchleby	1801/8	0,206	Bezuchovská a. s.
706	0,380	ZD Záhoří Soběchleby	1601/2	0,192	Bezuchovská a. s.
1601/1	0,342	ZD Záhoří Soběchleby	810	0,206	Bezuchovská a. s.

Príloha 11 – Soupis vlastníků pozemků s ornou půdou v povodí a průměrná hodnota faktoru C pro jednotlivé půdní bloky

1	Měsíc	% R	2009			2010			2011			2012			2013		
			pšenice oz.			kukuřice			pšenice oz.			řepka oz.			pšenice oz.		
			obd.č.	C	%R.C	obd.č.	C	%R.C	obd.č.	C	%R.C	obd.č.	C	%R.C	obd.č.	C	%R.C
IV.	1	3	0,450	0,450	1	0,350	0,350	3	0,500	0,500	3	0,450	0,450	3	0,300	0,300	
V.	11	4	0,080	0,880	2	0,450	4,950	4	0,080	0,880	4	0,080	0,880	4	0,050	0,550	
VI.	22	4	0,080	1,760	3	0,350	7,700	4	0,080	1,760	4	0,040	0,880	4	0,050	1,100	
VII.	30	4	0,080	2,400	4	0,350	10,500	4	0,080	2,400	5	0,125	2,750	4	0,050	1,500	
VIII.	26	1	0,700	18,200	4	0,350	9,100	1	0,650	16,900	1	0,500	13,000	1	0,650	16,900	
IX.	8	1	0,700	5,600	4	0,175	1,400	1	0,325	2,600	1	0,500	4,000	1	0,650	5,200	
X.	2	1	0,700	1,400	5	0,350	2,800	2	0,350	0,700	2	0,550	1,100	2	0,700	1,400	
Celoroční C			0,307			0,465			0,290			0,381			0,270		
Průměrná hodnota C za celý osevní postup:			0,342														

Príloha 12 – Osevní postup z půdního bloku č. 9506 za období 2009-2013



Příloha 13 – Fotografie vodní eroze

HPJ	K_{BPEJ} (t)	P_{BPEJ} (ha)	$K_{BPEJ} \times P_{BPEJ}$
06	0,32	13,3103	4,2593
07	0,26	45,4559	11,8185
14	0,59	85,5228	50,4585
20	0,28	67,1477	18,8014
24	0,38	152,6832	58,0196
26	0,41	2,2156	0,9084
40	0,24	14,5782	3,4988
43	0,58	205,0954	118,9553
46	0,47	15,6807	7,3699
48	0,41	36,8617	15,1133
54	0,40	5,5852	2,2341
58	0,42	36,8633	15,4826
	Σ	681,0000	306,9196
$\bar{\sigma} K =$		0,45	t

Příloha 14 – Stanovení váženého průměru faktoru erodovatelnosti půdy K

Plocha (m ²)	lv (m)	l (m)
6810000	2843,231397	1197,581

Příloha 15 – Určení délky povrchového toku po svahu l

Interval sklonu	S _i (°)	P _i (ha)	S _i x P _i
1 - 3	2	82,9196	165,8392
3 - 7	5	583,5022	2917,5110
12 - 17	14,5	14,5782	211,3839
Σ		681,0000	3294,7341
$\varnothing s = 4,84^\circ$ ↓ $\varnothing s = 8,47\%$			

Příloha 16 – Určení průměrného sklonu povodí s

Využití půdy (pěstované plodiny)	C _i	P _i (ha)	C _i x P _i
obilniny	0,260	489,1254	127,1726
okopaniny	0,480	7,3257	3,5163
pícniny	0,015	6,2489	0,0937
TTP	0,005	63,7387	0,3187
Σ		566,4387	131,1014
$\varnothing C = 0,231$			

Příloha 17 – Vytvoření faktoru C

Veličina	Označení	Výpočet	Jednotky
Faktor erodovatelnosti půdy (průměr za povodí)	K	0,45	t
Faktor ochranného vlivu vegetace (průměr za povodí)	C	0,231	-
Faktor účinnosti protierozních opatření (průměr za povodí)	P	1	-
Objem přímého odtoku	O_{PH}	285740,8	m ³
Kulminační průtok	Q_{PH}	46,1	m ³ /s
Topografický faktor (průměr za povodí)	LS	6,75	-
Transport splavenin	G	80321,9	t

Příloha 18 – Stanovení ztráty půdy z přívalového deště v povodí bez lesa

Měsíc	% R	vojtěška			vojtěška			pšenice oz.			řepka oz.			pšenice oz.		
		obd.č.	C	%R.C	obd.č.	C	%R.C	obd.č.	C	%R.C	obd.č.	C	%R.C	obd.č.	C	%R.C
IV.	1	-	0,020	0,020	-	0,020	0,020	3	0,020	0,020	3	0,450	0,450	3	0,020	0,020
V.	11	-	0,020	0,220	-	0,020	0,220	4	0,020	0,220	4	0,080	0,880	4	0,020	0,220
VI.	22	-	0,020	0,440	-	0,020	0,440	4	0,020	0,440	4 5s	0,040 0,125	0,880 2,750	4	0,020	0,440
VII.	30	-	0,020	0,600	-	0,020	0,600	4	0,020	0,600	5s	0,250	7,500	4	0,020	0,600
VIII.	26	-	0,020	0,520	-	0,020	0,520	5p	0,020	0,520	5s	0,250	6,500	5p 1	0,010 0,010	0,260 0,260
IX.	8	-	0,020	0,160	-	0,020	0,160	1 2	0,325 0,350	2,600 2,800	5s 1	0,125 0,010	1,000 0,080	-	0,020	0,160
X.	2	-	0,020	0,040	2	0,020	0,040	2 3	0,350 0,225	0,700 0,450	2	0,020	0,040	-	0,020	0,040
Celoroční C		0,020			0,020			0,084			0,201			0,020		
Průměrná hodnota C' za celý osevní postup:					0,069											

Příloha 19 – Protierozní osevní postup č. 1

Měsíc	% R	jetelotráva			jetelotráva			ječmen j.			pšenice oz.			řepka oz.		
		obd.č.	C	%R.C	obd.č.	C	%R.C	obd.č.	C	%R.C	obd.č.	C	%R.C	obd.č.	C	%R.C
IV.	1	-	0,010	0,010	-	0,010	0,010	2	0,020	0,020	3	0,200	0,200	3	0,450	0,450
V.	11	-	0,010	0,110	-	0,010	0,110	3	0,020	0,220	4	0,080	0,880	4	0,080	0,880
VI.	22	-	0,010	0,220	-	0,010	0,220	4	0,020	0,440	4	0,080	1,760	4 1	0,040 0,005	0,880 0,110
VII.	30	-	0,010	0,300	-	0,010	0,300	4 5p	0,010 0,010	0,300 0,300	4	0,080	2,400	-	0,010	0,300
VIII.	26	-	0,010	0,260	-	0,010	0,260	5p	0,020	0,520	5p	0,040	1,040	-	0,010	0,260
IX.	8	-	0,010	0,080	-	0,010	0,080	5p 1	0,010 0,125	0,080 1,000	1 2	0,325 0,350	2,600 2,800	-	0,010	0,080
X.	2	-	0,010	0,020	-	0,010	0,020	2	0,250	0,500	2 3	0,350 0,225	0,700 0,450	-	0,010	0,020
Celoroční C		0,010			0,010			0,034			0,128			0,030		
Průměrná hodnota C' za celý osevní postup:					0,042											

Příloha 20 – Protierozní osevní postup č. 2

Měsíc	% R	jetel luční			oves			ječmen j.			sója			pšenice oz. Δ jetel luční		
		obd.č.	C	%R.C	obd.č.	C	%R.C	obd.č.	C	%R.C	obd.č.	C	%R.C	obd.č.	C	%R.C
IV.	1	-	0,015	0,015	2	0,020	0,020	2	0,250	0,250	1 2	0,010 0,010	0,010 0,010	-	0,015	0,015
V.	11	-	0,015	0,165	3	0,020	0,220	3	0,200	2,200	2 3	0,010 0,010	0,110 0,110	-	0,015	0,165
VI.	22	-	0,015	0,330	4	0,020	0,440	4	0,080	1,760	3 4	0,010 0,010	0,220 0,220	-	0,015	0,330
VII.	30	-	0,015	0,450	4	0,020	0,600	4 5p	0,040 0,020	1,200 0,600	4	0,020	0,600	-	0,015	0,450
VIII.	26	-	0,015	0,390	5p	0,020	0,520	5p	0,040	1,040	4	0,020	0,520	-	0,015	0,390
IX.	8	-	0,015	0,120	5p	0,020	0,160	5p	0,040	0,320	4 1	0,010 0,008	0,080 0,060	-	0,015	0,120
X.	2	-	0,015	0,030	5p 1	0,010 0,125	0,020 0,250	5p	0,040	0,080	-	0,015	0,030	-	0,015	0,030
Celoroční C		0,015			0,022			0,075			0,020			0,015		
Průměrná hodnota C' za celý osevní postup:					0,029											

Příloha 21 – Protierozní osevní postup č. 3

Veličina	Označení	Výpočet	Jednotky
Potenciální retence	A`	90,7	mm
Přímý odtok	H ₀ `	34,6	mm
Úhrn přívalové srážky	H _s	94,1	mm
Objem přímého odtoku	O _{PH} `	235710,0	m ³

Příloha 22 – Stanovení objemu přímého odtoku O_{PH}' po návrhu PEO