

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4106 Zemědělská specializace
Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí
Katedra krajinného managementu

DIPLOMOVÁ PRÁCE

ŘEŠENÍ PROTIEROZNÍ OCHRANY NA
MODELOVÉM PROJEKTU KOMPLEXNÍ
POZEMKOVÉ ÚPRAVY

Autor: Bc. Marek Murčo

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

České Budějovice, duben 2017

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

Jméno a příjmení: **Bc. Marek MURČO**
Osobní číslo: **Z15335**
Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**
Název tématu: **Řešení protierozní ochrany na modelovém projektu
komplexní pozemkové úpravy**
Zadávající katedra: **Katedra krajinného managementu**

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

Cílem práce je zpracování podrobné literární rešerše týkající se možných výpočetních metod transportu půdy vodní erozí. Bude vyhodnocena jejich vhodnost pro možné zpracování výpočetního software a jejich využitelnost pro modelování procesu eroze. Literární rešerše bude zpracována tak, aby sloužila jako kvalitní podklad pro kritické posouzení skutečného a vypočítaného transportu. Řešení bude probíhat na vybrané komplexní pozemkové úpravě.

1. Literární rešerše na daná témata:

a/ teoretický rozbor erozních jevů

b/ vodní eroze

c/ posouzení přesnosti výpočtů používaných k vyhodnocení vodní eroze

d/ komplexní pozemkové úpravy a řešení eroze v krajině

2. Aplikace teoretických poznatků v konkrétním katastrálním území.

3. Zobecnění získaných výsledků.

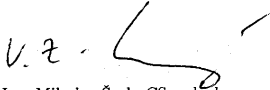
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **60 stran textu**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

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

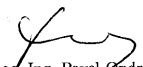
Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.**
Katedra krajinného managementu

Datum zadání diplomové práce: **29. března 2016**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2017**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA ©
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 1888, 370 05 České Budějovice


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

L.S.


doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 29. března 2016

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 6. 4. 2017

Marek Murčo

Poděkování:

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Pavlu Ondrovi, CSc. za vedení, pomoc, cenné rady a připomínky při zpracování této práce.

Anotace

Diplomová práce je zaměřena na problematiku protierozní ochrany na modelovém projektu komplexní pozemkové úpravy. V první části práce je teoreticky řešena eroze, zejména eroze vodní, protierozní opatření a pozemkové úpravy. Ve druhé části práce je prakticky řešena vodní eroze pomocí univerzální Wischmeier – Smithovy rovnice. Pokud je překročena průměrná dlouhodobá ztráta půdy, je navrženo vhodné protierozní opatření.

Klíčová slova: vodní eroze, protierozní opatření, pozemkové úpravy, Wischmeier – Smith

Annotation

This diploma thesis is focused on antierosion protection issues used on a general landscaping model project. The first part deals with the theory of erosion, especially the water erosion, antierosion precaution and landscaping. The second part deals with practical calculation of water erosion using the Wischmeier-Smith equation. In case of exceeding the maximum annual soil loss, proper antierosion precaution is proposed.

Keywords: water erosion, antierosion precaution, landscaping, Wischmeier-Smith

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Literární přehled.....	10
2.1 Eroze	10
2.1.1 Půda.....	10
2.1.2 Eroze půdy	11
2.1.3 Eroze ve světě	12
2.1.4 Eroze a jakost vody	13
2.1.5 Eroze a retence vody v krajině	15
2.1.6 Povodně.....	16
2.2 Druhy eroze.....	17
2.2.1 Větrná eroze	17
2.2.2 Ledovcová eroze	18
2.2.3 Sněhová eroze	18
2.2.4 Zemní eroze.....	19
2.2.5 Antropogenní eroze.....	19
2.3 Vodní eroze	19
2.3.1 Příčiny vodní eroze	20
2.3.2 Eroze plošná.....	22
2.3.3 Eroze rýhová	22
2.3.4 Eroze výmolová	22
2.3.5 Eroze proudová	23
2.4 Posouzení přesnosti výpočtů používaných k vyhodnocení vodní eroze	23
2.4.1 Metoda čísel odtokových křivek (CN).....	23
2.5 Protierozní opatření.....	26
2.5.1 Organizační protierozní opatření.....	27
2.5.2 Agrotechnická protierozní opatření.....	29
2.5.3 Technická protierozní opatření	31
2.6 Pozemkové úpravy	35
2.6.1 Účel pozemkových úprav.....	36
2.6.2 Cíle pozemkových úprav	36
2.6.3 Formy pozemkových úprav.....	37
2.6.4 Komplexní pozemkové úpravy	37
2.6.5 Plán společných zařízení	38
2.6.6 Řešení eroze v pozemkových úpravách	39
3. Cíl práce	40
4. Metodika	40

5. Charakteristika zájmového území - Lhotice u Českých Budějovic	45
5.1 Základní informace o KPÚ	45
5.2 Charakteristika přírodních podmínek.....	45
5.2.1 Klimatické poměry.....	45
5.2.2 Fenologické poměry.....	46
5.2.3 Hydropedologické poměry.....	46
5.2.4 Geologicko-litologické poměry	46
5.2.5 Půdní poměry, bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ)	46
5.3 Popis území	47
5.3.1 Členitost území, krajinný ráz	47
5.3.2 Struktura půdního fondu	47
5.3.3 Zemědělská a průmyslová výroba.....	48
5.3.4 Lesní výroba.....	48
6. Výsledky a diskuse.....	50
6.1 Výpočet metodou USLE	50
6.2 Návrh protierozních opatření	58
7. Závěr	62
8. Seznam literatury	64
9. Seznam tabulek a obrázků.....	67
10. Přílohy.....	68

1. Úvod

Půda, jako jeden z hlavních zdrojů biosféry, je omezený a nenahraditelný přírodní zdroj. V případě postupující degradace a její ztráty se stává tento zdroj v mnoha částech světa hranicí dalšího rozvoje lidské společnosti. Jestliže by přestala existovat, přestane existovat biosféra s ničivými následky pro lidstvo.

Intenzivní využívání půdy pro zemědělskou výrobu a realizace investiční výstavby téměř ve všech odvětvích národního hospodářství porušila postupně přirozený kryt půdy a vystavila její povrch působení erozních sil. Rozvinula se eroze, spočívající v destrukčním účinku vody a větru na půdní povrch. Došlo k rozrušování a odnosu půdní hmoty zemského povrchu a k jejímu ukládání v místech poklesu účinnosti erozních faktorů.

Činnost vody, větru i ledovců, jež v přirozených podmínkách probíhala zvolna, z hlediska lidské generace nepozorovaně, se v intenzivně využívané krajině výrazně zrychlila a přinesla pro společnost řadu nepříznivých důsledků. Historická eroze, jež se v minulých geologických obdobích účastnila vytváření formy zemského reliéfu, byla vystřídána v současné epoše soudobou erozí, jež dále modeluje zemský povrch. Projevuje se jako eroze normální, při níž erozní jevy probíhají zvolna při stavu rovnováhy v přírodě, a jako eroze abnormální neboli zrychlená, při porušení přírodní rovnováhy. Zrychlená eroze je příčinou nebezpečného uvolňování a transportu půdních částic a chemických látek. Při normální erozi je ztráta půdních částic doplňována tvorbou nových částic z půdního podkladu, transportní procesy jsou nevýrazné, při zrychlené erozi dochází k takovému smyvu půdních částic a živin, že nemohou být nahrazeny půdotvorným procesem, chemické látky dodané půdě jsou často odneseny v plném množství. Nepříznivé důsledky zrychlené eroze, v poslední době silně zvýrazněné industrializačními a urbanizačními procesy, se projevují nejen v ohrožení půdy, ale i v ohrožení dalšího základního přírodního zdroje – vody, a to znečišťováním uvolněnými a transportovanými látkami.

2. Literární přehled

2.1 Eroze

Eroze (z latinského erodere, tj. rozhlodávat) značí činnost vody, větru a ledu, která záleží v rozrušování a odnosu (denudaci) půdní hmoty zemského povrchu a v jejím přemísťování do jiných poloh, kde se tyto hmoty ukládají (akumulace) ve formě nánosů. Tato činnost, kterou se neustále přetváří územní reliéf, probíhá za neporušených přírodních podmínek, hlavně vegetačních, celkem pozvolna, z hlediska lidské generace téměř nepozorovatelně a často i zcela neškodně. Proto se označuje jako eroze normální, neboť k eroznímu odnosu ve větších rozměrech zpravidla nedochází.

Naproti tomu se eroze může stát velmi výraznou a nebezpečnou v zemědělsky a lesnický intenzivně využívané krajině, v níž přirozený průběh erozních pochodů je škodlivě porušen a mnohonásobně zrychlen. Vzniká pak eroze abnormální neboli zrychlená, při níž se splavuje značné a často až katastrofální množství svrchní, humusem obohacované půdní vrstvy a obnažují se spodnější vrstvy, což velmi zhoršuje půdní úrodnost a znehodnocuje půdu pro zemědělství, lesní těžbu i jiné kulturní užívání. Takto probíhající eroze může vést až k úplnému zpusťování půdy, jak ukazují kraje kdysi úrodné a kulturní, dnes však přeměněné v poušť a holé skály.

Abychom si objasnili povahu a účinky erozních jevů a mohli proti nim účinně chránit půdu, je třeba nejprve poznat druhy a projevy eroze, dále její vznik, průběh, podmínky a příčiny, které erozní jevy podporují nebo jim naopak čelí a zabraňují. Přitom je třeba také přihlídnout k poruchám stability horní půdní vrstvy, jak je tomu na svážném území (Cablík, Jůva, 1963).

2.1.1 Půda

Půda je svrchní část zemského povrchu. Vzniká rozpadem horninového podloží vlivem působení biologických, chemických a fyzikálních faktorů (Sklenička, 2003).

Půda je dynamický, stále se vyvíjející živý přírodní útvar vzniklý působením půdotvorných faktorů z povrchových zvětralin zemské kůry a z organických zbytků. Základem tvorby půdy je matečná hornina (původu magmatického, metamorfovaného nebo sedimentárního), tj. pevná, přírodními činiteli nenarušená

přírodnina. Ta se fyzikálním a chemickým zvětráváním mění v půdotvorný substrát a ten se půdotvornými činiteli, především organizmy mění v půdu. Přežití a prosperita suchozemských biologických společenstev závisí na půdě. Půda je nejcennější přírodní bohatství a proto je nutné ji chránit.

K částečné nebo úplné ztrátě úrodnosti půdy a to jak její kvality, tak množství dochází v důsledku procesů:

- vodní a větrné eroze
- zasolení (salinizace)
- zamokření
- odčerpání živin
- zhutnění a rozpadu půdní struktury
- desertifikace
- znečištění a ukládání odpadů
- laterizace (proces tropického zvětrávání hornin)
- těžby nerostných surovin
- urbanizace (stavby budov, komunikací apod.)

Je nutné konstatovat, že jakmile jednou dojde k degradaci půdy, stává se její náprava drahou a časově náročnou, jednodušší a ekonomičtější je půdu chránit a omezovat její ztráty (Janeček, 2008).

Půda představuje významnou složku životního prostředí s širokým rozsahem funkcí a je základním výrobním prostředkem v zemědělství a lesnictví. Půda je však ohrožována celou řadou procesů, které vedou k omezení nebo až ztrátě schopnosti půdy plnit své základní produkční a mimoprodukční funkce. V podmínkách ČR a střední Evropy je půda ohrožena především vodní a větrnou erozí, acidifikací, utužením, sesuvy, znečištěním a úbytky organické hmoty. Nejrozšířenějším typem degradace je bezesporu vodní eroze (Novotný et al., 2014).

2.1.2 Eroze půdy

V celosvětovém měřítku je eroze půdy jedním z mnohdy až tragických důsledků nerozumného využívání přírodních zdrojů člověkem a současně příčinou mnohdy nevratné degradace půdy a krajiny. Z necelých 15 milionů km² všech půd je přes 9 milionů km² ohrožených vodní erozí ve stupni plošné eroze, z toho necelé 2

miliony km² jsou již v současnosti vážně degradované. Obecnou příčinou obvykle bývá nerespektování přírodních charakteristik a zákonů. Eroze je přitom jevem, který se uplatňuje i bez vlivu člověka – eroze přirozená (geologická). Vinou člověka se však tento jev plošně zásadně rozšířil a současně zintenzivnil. Tuto intenzivní formu eroze půdy, při níž dochází ke ztrátě půdy vyšší než kolik je schopno se na daném místě v daném čase vyvinout přirozenými půdotvornými procesy, obvykle charakterizujeme jako zrychlenou erozi. Stav, který lze z dlouhodobého hlediska charakterizovat vyváženou ztrátou půdy ve vztahu k její přirozené tvorbě, nazývá Zachar (1970) erozí vyrovnanou nebo kompenzační.

Hlavními faktory, které podmiňují vznik zrychlené eroze, jsou: odlesnění, klimatické poměry, morfologické poměry (především sklon a délka svahů), vegetační poměry, geologické a půdní poměry a způsob využívání krajiny (nadměrná pastva, nevhodné agrotechnické postupy, rozmístění permanentních krajinných struktur,...). Eroze se projevuje odnosem celých vrstev (horizontů) půdy nebo jen některých částic a jejich ukládáním na jiných místech. Spolu s půdními částicemi jsou transportovány živiny a jiné, mnohdy škodlivé látky. Dochází tak zpravidla ke znehodnocování míst erodovaných (zóny transportní) i míst, na nichž dochází k sedimentaci půdních částic (zóny akumulací). Ve výsledku je snižován produkční potenciál (úrodnost) půd, v některých případech je půda erodována zcela na matečnou horninu, případně překryta neúrodnými sedimenty. Negativní důsledky eroze je možné zaznamenat i mimo plochy, na nichž k erozi dochází, vlivem transportu a depozice materiálu. Výsledkem je např. snížení kapacit nádrží, koryt vodních toků, potažmo zvýšení rizika povodní apod. (Sklenička, 2003).

2.1.3 Eroze ve světě

Rozhodující historickou epochou pro rozvoj zrychlené eroze byl přechod člověka od pastevnictví k zemědělství. Intenzivní využívání půdy vedlo k porušení přirozeného vegetačního krytu půdy a vystavilo její povrch působení erozních faktorů. Pouze v málo případech se člověku podařilo ovládnout erozní faktory a zavést zemědělství, jež přetrvalo delší dobu. Často vedla destrukce půdního povrchu erozí k zániku civilizací. Příkladem je Mezopotámie, Sýrie, Čína aj.

V Mezopotámii zavlažovaly řeky Eufrat a Tigris bohatou půdu, na níž umožnil závlahový systém, vybudovaný r. 2000 před n. l., rozvoj vysoké civilizace.

Husté lesy, pokrývající vrcholy pohoří lemujícího údolí Eufratu a Tigridu, byly však vykáceny, závlahové kanály i vodní toky byly působením erozních procesů zaneseny splaveninami a z Mezopotámie se stala poušť. Pouze pískem zanesené zbytky kdysi mocného Babylonu a četných památek svědčí o bývalé vysoké úrovni této země.

Velmi úrodná Sýrie musela poskytnout své husté lesy na stavbu lodí a měst. V průběhu několika století došlo vlivem eroze ke ztrátě orné půdy, zemědělství bylo zničeno, písek přikryl zříceniny kdysi prosperujících měst. Země, která dodávala obrovské množství vína a oliv do Říma, je dnes pustinou, jejíž rekonstrukce vyžaduje velké úsilí a obrovské náklady (Holý, 1978).

2.1.4 Eroze a jakost vody

Voda je nenahraditelnou potravinou pro člověka, předpokladem úspěšné výroby zemědělské i lesní, důležitou průmyslovou surovinou a významným prostředkem energetickým, dopravním i rekreačním. Všechny uvedené potřeby a zájmy však může zajišťovat pouze voda, která je správně využívána a chráněna před znečišťováním nebo jiným znehodnocením.

Voda se v přírodě vyskytuje ve třech základních formách, a to jako voda ovzdušná (vodní pára, srážky), povrchová (tekoucí a stojatá) a podzemní.

Z uvedených forem je relativně nejčistší voda ovzdušná, která se může znečišťovat jenom při poměrně krátkém průchodu deště nebo sněhu ovzduším. Naproti tomu povrchové nebo podzemní vody jsou vystaveny mnohem většímu znečištění, zejména při průtoku po půdním povrchu nebo při průsaku půdou. Příčiny i důsledky tohoto znečišťování jsou různé, vždy však zhoršují čistotu a jakost vody, a tím omezují možnosti jejího využívání (Tlapák, Šálek, Legát, 1992).

Znečištění vod způsobují různé příčiny, které jsou buď povahy přírodní, vyvolávané vlivy klimatickými, geomorfologickými, půdními aj., nebo antropogenní, související s lidskou činností. Z přírodních příčin způsobuje znečišťování vod zejména eroze, zatímco antropogenní znečištění jsou vyvolávána osídlením, průmyslem a zemědělstvím, přičemž ke znečištění dochází vypouštěním tekutých odpadů do toků a nádrží (Tlapák, Kratochvíl, 1982).

Eroze je proces, při kterém je půda rozrušována a odnášena vodou nebo větrem a je obnažována, často až na horninový podklad. Zároveň však erozní produkty zanášejí přilehlé pozemky, vodní toky a nádrže, poškozují komunikace,

zanášejí kanalizace, vodní stavby a další stavby v obcích a často zcela ničí výsledky práce v zemědělství, lesnictví i v dalších oborech lidské činnosti. Spolupůsobícím faktorem je přitom sama voda, která za dešťů mechanickou energií dešťových kapek půdu rozmělnuje, při plošném povrchovém odtoku ji smývá a vyluhuje a soustředěným odtokem ji odnáší do vodních toků a nádrží.

Transportem erozních smyvů, splachů a výluhů jsou znečišťovány především povrchové vody, a to jak tekoucí, tak i stojaté. Zanášením toků se zvyšuje niveleta jejich dna, což vyvolává nebezpečí nežádoucích inundací a zvýšení hladiny podzemní vody v poříční zóně, které se projevuje zamokřením.

Velmi nepříznivě se projevuje zanášení u vodních nádrží, a to zmenšováním objemu jejich prostoru. Rychlé zanášení se projevuje zejména u malých vodních nádrží v horních částech povodí, ale výrazně jsou zanášením zmenšovány obsahy rybníků v nížinných povodích.

Stupeň znečišťování se různí podle místních podmínek klimatických, geologických, geomorfologických, pedologických a vegetačních.

Znečištění podzemních vod je méně výrazné a v důsledku tradičního hodnocení eroze jako činitele devastujícího půdní povrch a jako zdroje splavenin zanášejících vodní toky a nádrže nedovoluje jejich plné hodnocení. Zemědělská krajina je však již dlouhodobě vystavena aplikaci obrovského množství chemických látek v mnoha druzích, koncentracích a s různým stupněm toxicity. Přítomnost těchto chemických látek v půdě a jejich snadný export vodou při erozních procesech, které probíhají na velkých plochách, výrazně zvyšují možnost kontaminace povrchovým i podzemních vod. Chemické látky ohrožují nebo dokonce znemožňují využití vodních zdrojů a představují výrazné nebezpečí pro společnost. Uvedený proces je velmi nebezpečný, protože chemické látky se snadno uvádějí do pohybu a navíc eroze probíhá rozptýleně na velkých plochách, což velmi znesnadňuje, až znemožňuje návrh účinných a ekonomicky únosných protierozních opatření (Tlapák, Šálek, Legát, 1992).

Znečištěné srážkové vody v určitých oblastech poměrně výrazně ovlivňují jakost povrchových a podzemních vod a je třeba je zahrnout do kvalitativních vodohospodářských bilancí a prognóz. Jejich vliv však není zahrnutý do klasických ukazatelů, např. do kyslíkového režimu. Nesmíme podceňovat zvyšování množství kovů ve vodách, jejichž koncentrace stále stoupá a doposud se jejich vliv nekvantifikoval, přičemž může být velmi vysoký (Hlavínek, Říha, 2004).

Antropogenní příčiny jsou vyvolány osídlením, průmyslem a zemědělstvím a znečišťují vodní toky především vypouštěním tekutých odpadů.

Průmyslové závody, sídliště a zemědělské závody, z nichž odtékají odpadní vody soustředěné kanalizacemi, označujeme jako bodové zdroje znečištění nebo také evidované znečištění, o ostatních případech jde o tzv. plošné nebo neevidované znečištění.

Odpadní vody a splachy ze zemědělských pozemků vyvolávají zhoršení jakosti vody obecně povahy fyzikální, chemické a biologické (Tlapák, Kratochvíl, 1982).

2.1.5 Eroze a retence vody v krajině

Retence je vyjádřením přirozené nebo umělé dočasné schopnosti zadržet vodu v prostředí. Retenční schopnost je funkcí reliéfu, vegetačního krytu (intercepce,...), půdně-fyzikálních charakteristik, parametrů vodních toků, vodních nádrží a poldrů. Retence vody je významným činitelem ovlivňujícím transformaci srážek v odtok z povodí. Vyšší retence znamená zmenšení okamžitých povodňových průtoků při prodloužení doby jejich trvání (Sklenička, 2003).

Neopomenutelnou skupinu preventivních opatření tvoří opatření v krajině směřující k obnově nebo zvýšení její retenční schopnosti. Patří sem nejen zachování či zvýšení retenční kapacity půdy a její infiltrační způsobilosti, ale také rozloha lesních a lučních porostů oproti orné půdě, ponechání a vytvoření ploch lučních lesů a údolních niv, úprava hospodaření na orné půdě apod. V minulosti byl častokrát jako důsledek povodňových škod realizován preventivní systém, nejčastěji jako úpravy toků, výstavba ochranných hrází anebo přehrad.

Tato technická opatření na území naší republiky jsou však zatím vybudována jen v částečném rozsahu a poskytují proto pouze omezenou možnost aktivní protipovodňové ochrany, a to spíše při menších povodních.

Retenční schopnosti krajiny představují součet retenční schopnosti geologického podloží, půd, lesů, luk, polí, vodních ploch a mokřadů v záplavových územích v příslušném povodí. Propustné geologické podloží, např. pískovce a vápence ji zvyšuje, nepropustné geologické podloží ji snižuje. Totéž platí o půdách. Propustné, např. písčité půdy ji zvyšují, nepropustné, např. jílovité půdy ji snižují.

Lesy retenční schopnost krajiny zvyšují, ale ne lineárně. Největší retenční schopnost mají lesy lužní (Kender, 2004).

2.1.6 Povodně

Dlouhá léta jsme byli my, obyvatelé malého státu v srdci Evropy, ukolébáváni pocitem, že se nás ledacos netýká. Zemětřesení, rozsáhlé lesní požáry, stejně jako tornáda či katastrofální povodně, pro nás byly zpestřením televizního zpravodajství. To všechno se dělo někde hrozně daleko jakoby na jiné planetě. Přírodní zákony jsou však neúprosné. Jsme součástí globálního ekosystému. Možná, že jeho základní parametry narušilo lidstvo, možná se jedná o projev změn jakéhosi velkého klimatického cyklu. Ať tak či tak můžeme se i v naší vlasti setkat s tornády a dalšími přírodními katastrofami. V roce 1997 postihly naši republiku ničivé povodně, které spustily rozsáhlé diskuze o příčinách těchto jevů, o globálních změnách klimatu. Naštěstí nejen diskuze. A tak jsme byli přece jen lépe připraveni na rozsáhlou povodeň, která přišla v srpnu 2002.

Povodně dokážou způsobit velké škody v horách stejně jako v nížinách, jejich neblahé působení je však přece jen větší a viditelnější v oblasti niv. Říční nivy jsou ty oblasti podél toku, které jsou nebo v nedávné minulosti byly zasahovány záplavami. U toků s říčními terasami jsou ohraničeny prvními terasami. Právě tady člověk výrazně působí na přírodní prostředí a střetávají se ekologické a technické přístupy. Naši předkové osidlovali nová území podél řek a tak nivy byly vlastně prvním místem kontaktu mezi člověkem a přírodou. Lidé brzy zjistili, že niva představuje potenciálně velmi bohaté, zároveň však i nebezpečné území. Z toho důvodu naši předkové do niv směřovali některé své hospodářské aktivity (např. hospodářské využívání luk). Stavby trvalého charakteru však umísťovali mimo ničivý dosah řek. Teprve prudký nárůst počtu obyvatel a určitá ztráta kontinuity mezi člověkem a krajinou vedla k větší zástavbě niv a tím samozřejmě k větším škodám v době povodní. Zvyšující se hospodářské využívání niv a jejich zástavba vede často k nevratné ztrátě těchto cenných přírodních ekosystémů, které se tak z hlediska ochrany přírody stávají velmi důležitým objektem zájmu přírodovědců (Kender, 2004).

2.2 Druhy eroze

Podle činitele, který způsobuje vznik a působí na průběh erozních procesů, rozeznáváme:

- vodní erozi,
- větrnou erozi,
- ledovcovou erozi,
- sněhovou erozi,
- zemní erozi,
- antropogenní erozi.

Uvedené druhy eroze se mohou vyskytovat jednotlivě nebo v kombinaci, což způsobuje různou intenzitu erozních procesů. V celosvětovém měřítku působí národnímu hospodářství největší škody vodní a větrná eroze; zvětšují se nepříznivě důsledky antropogenní eroze (Holý, 1994).

2.2.1 Větrná eroze

Větrná eroze je přírodní jev, při kterém vítr působí na půdní povrch a svou mechanickou silou rozrušuje půdu a uvolňuje půdní částice, která pak uvádí do pohybu a přenáší je na různou vzdálenost, kde se po snížení rychlosti větru ukládají (Janeček, 2008).

Pohyb půdních částic při větrné erozi může probíhat ve třech formách:

- pohyb nejjemnějších půdních částic ve formě suspenze, které jsou větrem zvedány a přenášeny na velké vzdálenosti; vznikají tak prašné bouře;
- pohyb půdních částic skokem, při němž dochází k přemístování největšího množství půdní hmoty;
- pohyb půdních částic sunutím po povrchu půdy, kterým se pohybují větší a těžší částice.

K první a druhé fázi dochází působením turbulentního proudění přízemního větru s energií, jež je schopna překonávat gravitační síly půdních částic. Třetí fáze nastává při poklesu energie pod uvedenou mez (Janeček, 2007).

Větrná eroze působí zpravidla plošně, výjimečně v pruzích ve směru proudění větrů. Hlavními faktory ovlivňujícími větrnou erozi jsou klimatické poměry (větrné

charakteristiky, srážky, výpar,...), půdní poměry (obsah tzv. neerodovatelných částic nad 0,8 mm, obsah jílovitých částic do 0,01 mm, vlhkost,...) a způsob využití krajiny včetně vegetačního krytu (land use/landcover). Obecně platí, že nejvíce ohrožené větrnou erozí jsou půdy lehké (písčité až hlinitopísčité), naopak nejméně ohrožené jsou půdy těžké (jílovité půdy a jíly) (Sklenička, 2003).

V Čechách je eolizací půdy postihováno nebo je k ní náchylna na 26% a na Moravě 45% výměry zemědělské půdy. Z toho je patrné, že především jižní Morava patří k územím silně ohrožovaným větrem (Švehlík, 1996).

2.2.2 Ledovcová eroze

Ledovcová eroze dominuje v chladných oblastech s průměrnou teplotou nižší jak 0° C. Zvláštností ledovcové eroze je, že led působí při malých rychlostech svojí vahou. Proti její obrovské síle je účinek ochranných opatření, včetně vegetace, mizivý. Další zvláštností ledovcové eroze je, že se při ní půda poškozuje jen na okrajích a na nových ledovcových drahách. Převážná část erozní energie se vynaloží na erodování skalního podloží. U nás se ledovcová eroze vyskytuje jen ve fosilních formách (Zachar, 1970).

2.2.3 Sněhová eroze

Na ledovcovou oblast klimaticky navazuje pásmo sněhové eroze, které se výrazně projevuje zejména v územích s trvalou sněhovou pokrývkou (nad sněžnou čarou). Oproti ledovcové erozi se sněhová eroze vyskytuje u nás i v aktivních formách, a to zejména v lavinových drahách, kde při velkém tlaku a rychlosti sněhu dochází k vytváření erozních rýh. K erodování půdy dochází i při pomalém, plazivém pohybu sněhu, a to především na závětrných svazích. Kromě mechanického tlaku sněhu zde napomáhá erodování, nadměrné rozmáčení půdy a ronová eroze (Zachar, 1970).

2.2.4 Zemní eroze

Zemní erozí nazýváme erozní činnost suťových proudů, jež jsou tvořeny suťovým materiálem prosyceným vodou. Při svém pohybu do údolí rozrušují suťové proudy půdu i její podklad a vytvářejí hluboké rýhy. Materiál suťových proudů ohrožuje údolní polohy, osady, komunikace, technické stavby apod. Znamé jsou suťové proudy na Kavkaze, zvané šely, a v Alpách, zvané mury (Holý, 1994).

2.2.5 Antropogenní eroze

Eroze způsobena vlivem člověka při obhospodařování půdy, výstavbě dopravních a vodohospodářských zařízení, při nedůsledném zabezpečování děl protierozní ochranou apod. (Krešl, 2001).

2.3 Vodní eroze

Vodní eroze je vyvolána kinetickou energií dopadajících dešťových kapek a mechanickou silou povrchově stékající vody (Toman, 1995). Povrchový odtok vzniká z přívalových nebo dlouhotrvajících srážek, ze sněhových vod při jarním tání a také koncentrací vody v přirozené i umělé hydrografické síti (Holý, 1978). Proces vodní eroze začíná dopadem dešťové kapky na povrch půdy, oddělením půdní částice a jejím transportem do místa uložení (Blanco, Lal, 2008).

Vodní eroze má u půd za následek nejen snižování orníční vrstvy smyvem, ale i zhoršování fyzikálních a chemických vlastností, a tím zhoršení vodního režimu. Se zřetelem na zhoršení sorpční schopnosti erodované půdy dochází i k menšímu využití živin v půdě, včetně živin dodaných ve formě průmyslových hnojiv. Smyvem půdy se dostávají do vodního toku spolu s pevnými zemitými částicemi i chemické látky používané ke hnojení a ochraně rostlin. K znečištění povrchových vod erozní činností dochází na celé ploše ohroženého území bez možnosti čištění, na rozdíl od bodových zdrojů znečištění z průmyslu a sídlišť.

Vodní eroze je především závislá na svažitosti území. Na základě rozboru svažitosti území a zastoupení půdních druhů byla zpracována mapa ohroženosti území vodní erozí (Pasák, 1984).

Projevy vodní eroze jsou patrné ve všech klimatomorfo-genetických pásmech, nejen v humidních oblastech. Její působení v extrémní aridní zóně je sice minimální, ale i v suchých oblastech při občasných přivalových srážkách se voda může modelačně uplatnit, resp. dále modelovat starou údolní síť, založenou ve vlhčích obdobích (např. vádí severní Afriky). Výrazně působí voda modelačně v periglaciální zóně svými abrazními účinky a na periférii glaciální zóny, resp. přímo před ledovci, kde vytváří nejen erozní, ale i akumulární formy (např. sandry a eskery). Rozhodující je však její působení v humidních oblastech, kde se uplatňuje jednak v obdobích katastrofálních hydrometeorologických situací v širokém regionálním měřítku i mimo stálou hydrografickou síť, jednak pozvolna ve formě bystřinné a říční eroze i v období mimosrážkovém. Humidní oblasti jsou intenzivně využívány člověkem, takže do značné míry charakter i intenzita vodní eroze je modifikována jeho hospodářskou činností, zvláště zemědělskými a lesnickými zásahy (Buzek, 1983).

Zrychlená vodní eroze na zemědělské půdě je důsledkem nerespektování zásad protierozní ochrany. Obecnými příčinami jsou ignorace přírodních charakteristik a rezignace na tradiční zásady rozumného využívání krajiny, byť i v historii lze nalézt některé aspekty, které nebyly v souladu s principy protierozní ochrany (např. řemenové parcely situované delší stranou po spádnicí). Tyto obecně formulované příčiny vedly postupně k vytváření rozlehlých pozemků (bloků), determinujících příliš dlouhé dráhy povrchového odtoku, k orbě po spádu, k degradaci optimální půdní struktury (nedostatečné organické hnojení, zhutňování půd,...), k odstraňování prvků rozptýlené zeleně, k nevhodné delimitaci kultur, k pěstování nevhodných plodin na erozně exponovaných místech, atd. (Van Oost, Govers, Desmet, 2000).

2.3.1 Příčiny vodní eroze

Podmínky pro výskyt vodní eroze jsou v ČR specifické – půdní bloky máme největší v Evropě díky intenzifikaci zemědělské výroby v minulosti, ve velkém byly také rušeny hydrografické a krajinné prvky (rozorání mezí, zatravněných údolnic, polních cest, likvidace rozptýlené zeleně apod.), které zrychlené erozi účinně bránily. Současně máme ale nejmenší vlastnické pozemky na osobu, což je dáno zastavením trhu se zemědělskou půdou kolem roku 1950. Většina zemědělských subjektů

hospodaří na pronajatých pozemcích a to dále snižuje zájem o investice do náročnějších půdoochranných opatření zejména technického charakteru.

Na vznik vodní eroze má největší vliv sklonitost pozemku v kombinaci s délkou pozemku po spádnicí, dále vegetační pokryv, vlastnosti půdy a její náchylnost k erozi, uplatněná protierozní opatření a v neposlední řadě častý výskyt přívalových srážek, které střídá období sucha. Tyto faktory ovlivňují míru eroze vždy ve vzájemné kombinaci. K eroznímu smyvu tak dochází i na půdních blocích, které sice nejsou výrazně sklonité, ale v kombinaci s nepřerušenu délkou svahu jsou nevhodné pro pěstování erozně nebezpečných plodin (Novotný et al., 2014).

Podle účinku rozlišuje Janeček et al. (2002) v zásadě 4 stupně vodní eroze:

- a) *eroze plošná* – Půda je erodována téměř rovnoměrně po celé ploše pozemku nebo části svahu.
- b) *eroze rýhová* – Stékající voda postupně vytváří zvětšující se rýhy a brázdy.
- c) *eroze výmolová* – Dešťový odtok vymílá hluboké brázdy, výmoly a strže.
- d) *eroze proudová* – Vzniká tam, kde soustředěné povrchové odtoky a vodní proudy vymílají ve stržích, úžlabinách a údolích trvalá vodní koryta.

Podrobnější členění prvních dvou stupňů uvádějí Janeček et al. (2002). Jako počáteční fázi vodní eroze chápe kapkovou erozi, která je charakterizována drobnými jamkami v půdě, následuje plošná selektivní eroze, která vyplavuje pouze nejjemnější půdní částice, přičemž se na povrchu půdy vytváří hrubozrnná vrstva skeletu. Dalším stupněm může být v některých případech plošná eroze vrstevná, vznikající vlivem větší kinetické energie povrchově stékající vody. Obvykle při ní dochází ke ztrátě celé orniční vrstvy (Holý, 1994). Soustředěním plošného odtoku vzniká eroze rýžková, která je definována hloubkou a šířkou rýžek v řádu několika centimetrů. Brázdová eroze je typická mělkými širšími zářezy o menší hustotě výskytu než v případě rýžkové. Větším soustředěním povrchově stékající vody vznikají hlubší rýhy. Tento stupeň označujeme jako erozi rýhovou. Následujícím stádiem je eroze výmolová přecházející místy v erozi stržovou, s rozměry příčného profilu přes 1 m. Podle Holého (1994) se v některých případech může uplatnit i eroze vodopádová. Zmíněný autor rovněž v rámci eroze proudové (uplatňuje se ve vodních tocích) rozlišuje erozi dnovou, resp. erozi břehovou. V případě podpovrchového odtoku může voda způsobit též vnitropůdní erozi.

2.3.2 Eroze plošná

Plošná eroze je výsledkem rozrušování a smyvu půdních částic na svahu, takže se zpravidla nevytvářejí přímo nápadné erozní tvary. Je to druh pozvolné eroze, na kterou můžeme usuzovat zpravidla podle akumulovaného materiálu na úpatích svahů, v příkopech a povrchu komunikací (Buzek, 1983).

Je pokládána za velmi škodlivou, protože poškozuje pole celoplošně splachem půdních částic, minerálních živin apod. Obnova pozemku je velmi pracná a nákladná. Nebezpečnost škod je i v tom, že důsledky jsou pozorovatelné až poměrně pozdě na výnosech a růstu plodin (Němeček, 1975).

Na mechanismus a devastační účinky tohoto druhu eroze poprvé upozornil W.J. Mc Gee (1897) studiem v semiaridních oblastech západu USA a severního Mexika. Plošná eroze je hlavním zdrojem splavenin v tocích. Na její význam ukazuje řada autorů, její projevy jsou zvláště výrazné v oblastech badlandu, např. S.A. Schumm (1956) udává pro badland jižní Dakoty v USA úbytky 2-3 cm ročně vlivem plošné eroze.

2.3.3 Eroze rýhová

Z rýžek a brázd vznikají pokračujícím soustředěním povrchově stékající vody hlubší rýhy, které se směrem po svahu postupně spojují a prohlubují; jsou výsledkem rýhové eroze. Rýhová eroze přechází ve vyšší stupeň – erozi výmolovou a ta v nebezpečnou, území devastující erozi stržovou (Holý, 1994).

2.3.4 Eroze výmolová

Výmoly se od rýh liší již svou hloubkou, která s délkou průběhu výmolu se zvětšuje až na 20 m. Předpokladem vzniku je opět nepokrytá půda, svažitost, délka svahu, intenzita srážek a skladba půdy. Výmoly mohou snadno přecházet do podoby strží, tj. již velmi hlubokých a nepravidelných zářezů.

Zatímco u rýhové eroze je náprava snadno možná, zde je náprava již velmi obtížná nebo i nemožná.

V našich územích byly takové strže a výmoly zjištěny např. na Kladensku – obec Hostouň, na Rakovnicku – obec Senomaty aj. (Němeček, 1975).

2.3.5 Eroze proudová

Proudová vodní eroze probíhá ve vodních tocích působením vodního proudu. Je-li rozrušováno pouze dno, mluvíme o erozi dnové, jsou-li rozrušovány břehy, o erozi břehové. Dnová eroze je formou podélné eroze, probíhající směrem podélné osy toku, břehová eroze je formou eroze příčné, probíhající kolmo na osu toku.

Nejvýrazněji se projevuje proudová eroze v bystřinách, jež nesou obvykle velké množství splavenin (Holý, 1994).

2.4 Posouzení přesnosti výpočtů používaných k vyhodnocení vodní eroze

Potřeba protierozních opatření na pozemcích vyplývá z rozboru erozní ohroženosti těchto pozemků na základě univerzální rovnice. Jestliže se při návrhu protierozních opatření nedosáhne omezení průměrné ztráty půdy na požadovanou mez přípustné ztráty z hlediska zachování úrodnosti půdy nebo je-li nutno respektovat další požadavky, např. zajištění kvality vody, je nezbytné přistoupit k návrhu doplňujících protierozních opatření, sloužících k zachycování (retardaci) povrchového odtoku a smytých půdních částic (Pasák, 1984).

Ve světě i u nás byly a jsou vytvářeny jednoduché i složité modely srážkoodtokových vztahů, které však zpravidla nejsou zcela vhodné k těmto účelům, neboť bývají odvozeny pro větší povodí. Neseparující povrchový odtok od odtoku podpovrchového, nezohledňují vlivy půdních vlastností, rostlinného pokryvu a zemědělského obdělávání a někdy vyžadují i poměrně obtížně dostupná vstupní data. Při současné úrovni poznatků se jeví jako nejvhodnější tzv. „metoda čísel odtokových křivek“ (Kent aj., 1981).

2.4.1 Metoda čísel odtokových křivek (CN)

Metoda čísel odtokových křivek (CN – Curve Number) byla odvozena v USA pro potřeby Služby na ochranu půdy (SCS – Soil Conservation Service) a představuje jednoduchý srážkoodtokový model s poměrně snadno zjistitelnými vstupy, dostatečně přesný, použitelný pro stanovení objemu přímého odtoku a kulminačního průtoku způsobeného návrhovým přívalovým deštěm o zvolené

pravděpodobnosti výskytu v zemědělsky vyžívaných povodí, či jejich částech velikosti do 10 km².

V projekční praxi může být metoda odtokových křivek použita v souladu s ČSN 75 1300 „Hydrologické údaje povrchových vod“ k navrhování technických protierozních opatření, jako jsou dráhy soustředěného povrchového odtoku (zatravněné údolnice), průlehy, příkopy, ochranné hrázky a pro posuzování vlivu protierozních opatření na povrchový odtok (Janeček, 2007). Metodu nelze použít pro výpočet odtoku z tání sněhu (Podhrázká, Dufková, 2005).

Přímý odtok zahrnuje odtok povrchový a odtok hypodermický. Podíly tohoto typu odtoku na celkovém odtoku se stanovují pomocí tzv. čísel odtokových křivek – CN. Čím větší hodnota CN, tím je pravděpodobnější, že se jedná o povrchový odtok. Odtok vody je obecně ovlivněn množstvím srážek, infiltrací vody do půdy, vlhkostí půdy, druhem vegetačního pokryvu, nepropustnými plochami a retencí povrchu (Janeček, 2007).

Základním vstupem metody CN – křivek je srážkový úhrn, za předpokladu jeho stejnoměrného rozdělení po ploše povodí. Objem srážek je transformován na objem odtoku pomocí čísel odtokových křivek – CN. Jejich hodnoty jsou závislé na hydrologických vlastnostech půd, resp. infiltraci, obsahu vody v půdě, vegetačním pokryvu, velikosti nepropustných ploch, retenci, resp. intercepci a povrchové akumulaci (Janeček, 2008).

Objem přímého odtoku

Metoda CN – křivek vychází z předpokladu, že poměr objemu odtoku k úhrnu přivalové srážky se rovná poměru objemu vody zadržené při odtoku k potenciálnímu objemu, který může být zadrženo. Odtok zpravidla začíná až po určité akumulaci srážek, tedy po určité počáteční ztrátě, která je součtem intercepce, infiltrace a povrchové akumulace, jež byla odhadnuta na základě experimentálních měření na 20 % potenciální retence ($I_a = 0,2A$). Z uvedených souvislostí byl odvozen základní vztah:

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

kde H_o = přímý odtok (mm),

H_s = úhrn přívalové (návrhové) srážky (mm),

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

$$A = 25,4 (1000/CN - 10)$$

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

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

kde P_p = plocha povodí (km^2). (Podhrázská, Dufková, 2005)

Čísla odtokových křivek

Čísla odtokových křivek (CN) jsou určena podle:

- a) hydrologických vlastností půd rozdělených do 4 skupin – A, B, C, D, na základě minimálních rychlostí infiltrace vody do půdy bez pokryvu po dlouhodobém sycení.
- b) vlhkosti půdy určované na základě 5denního úhrnu předcházejících srážek, resp. indexu předchozích srážek (IPS) ve 3 stupních, kdy IPS I odpovídá takovému minimálnímu obsahu vody v půdě, který ještě umožňuje uspokojivou orbu a obdělávání, při IPS III je půda přesycena vodou z předcházejících dešťů. Pro návrhové účely se uvažuje IPS II pro střední nasycení půdy vodou.
- c) využití půdy, vegetačního pokryvu, způsobu obdělávání a uplatnění protierozních opatření (Janeček, 2007).

Kulminační průtok

Odtok, vznikající v horních částech povodí, stéká dolů různými druhy proudění, které jsou ovlivněny velkým počtem faktorů jako např. hydraulikou vodního toku, akumulací vody v povodí, rozdělením srážek apod.

Ke stanovení kulminačního průtoku byla odvozena řada vzorců. Nejvíce používaný postup pro stanovení kulminačního průtoku v malých povodích je podle Hrádka (1981).

Doba doběhu a doba koncentrace povrchového odtoku

Doba doběhu (T_1) je čas, který potřebuje voda k přemístění z jednoho místa povodí na jiné. Je to část doby koncentrace (T_c), jež je časem, který je potřebný pro odtok z hydraulicky nejvzdálenějšího bodu v povodí do uzávěrového profilu povodí; počítá se jako součet dílčích dob doběhu ve zvolené odtokové dráze. Doba koncentrace ovlivňuje tvar a kulminaci hydrogramu odtoku. Intenzifikace zemědělského využití pozemků v krajině obvykle zkracuje dobu koncentrace, čímž se zvyšuje vrcholový průtok.

Voda z povodí stéká z horních částí jako plošný (svahový) povrchový odtok, přechází v soustředěný odtok o malé hloubce a končí soustředěným odtokem v otevřeném korytě (Janeček, 2008).

2.5 Protierozní opatření

Protierozní ochrana je při stále se rozvíjející ekonomické aktivitě společnosti a při snaze účelně a hospodárně využívat přírodních zdrojů nezbytná. Jejím úkolem je chránit dva nejcennější z těchto zdrojů – půda a vodu – a zabránit nepříznivým důsledkům, jež by mohlo mít jejich poškození pro různá odvětví národního hospodářství, zejména pro zemědělství a vodní hospodářství i pro utváření prostředí pro život člověka (Holý, 1978).

Návrh protierozní ochrany vychází z průzkumu, kterým se získávají podklady k posouzení hydrologických poměrů řešeného území a stanovení jeho erozní ohroženosti, pro volbu systému protierozní ochrany a návrh jeho prvků. Průzkum současně vytváří předpoklady pro soulad protierozních opatření s pozemkovými úpravami a ostatními vodohospodářskými a ekologickými zásahy a zájmy v krajině (Janeček, 2008).

U nás se z protierozních opatření dosud používalo nejčastěji ochranné zalesňování, zatravnění, terasování a úprav podélných a příčných profilů toků, bystřin a strží, avšak méně se přihlíželo k agrotechnickým opatřením, zvláště rozmístění kultur a pozemků. Protierozní opatření musí mít komplexní charakter a v našich morfogenetických poměrech s převládající erozí vodní musí být opatření realizována v rámci povodí jako základní odtokové jednotky; tento postup může

ovlivnit i větrnou erozi, protože úpravou vláhových poměrů se ovlivní i působení větru (Buzek, 1983).

Ve většině případů jde o komplex organizačních, agrotechnických a technických opatření, vzájemně se doplňujících a respektujících současné základní požadavky a možnosti zemědělské výroby (Janeček, 2007).

2.5.1 Organizační protierozní opatření

Základem organizačních protierozních opatření je situování pozemků delší stranou ve směru vrstevnic, zvolení vhodné velikosti a tvaru pozemku a vymezení parcel vhodných ke změně druhů pozemků. Organizační opatření na orné půdě jsou zejména v projektech KPÚ navrhována v součinnosti s ostatními protierozními opatřeními a předpokládají dobrou spolupráci a zainteresovanost hospodařících subjektů (Janeček, 2008).

Holý (1994) uvádí tato organizační protierozní opatření:

- delimitace kultur,
- ochranné zatravňování,
- ochranné zalesňování,
- protierozní rozmístování plodin,
- velikost a tvar zemědělských pozemků.

Delimitace kultur

Delimitace druhů pozemků se chápe jako prostorová a funkční optimalizace pozemku sloužící k pěstování jednotlivých kultur. Představuje členění v rámci organizace půdního fondu na ornou půdu, zahrady, louky, pastviny, vinice, sady a chmelnice.

V rámci této optimalizace je nutno především vymezit funkční zaměření, které je na lokalitách ohrožených erozí protierozní a vodoochranné (Podhrázská, Dufková, 2005).

Ochranné zatravnění

Ochranné zatravnění se používá především při ochraně mělkých erozí poškozených půd, silně svažitých pozemků, pro ochranu údolnic, vodních zdrojů apod. Vyznačuje se velkou protierozní účinností. Významné jsou také zatravněné pásy (Toman, 1995).

Ochranné travní porosty zvyšují drsnost povrchu, přispívají k zachycení smyté zeminy a zpomalení rychlosti povrchového odtoku, rovněž mohou mít funkci sedimentačních a zasakovacích pásů umístěných přímo na půdních blocích nebo jejich dílech (Novotný et al., 2014).

Ochranné zalesnění

Les se považuje za spolehlivý ochranný prostředek proti erozi. Je však nutné, aby lesní porost byl správně založen a obhospodařován. Pouze les s hustým, vertikálně zapojeným vegetačním krytem, s bohatým podrostem, s půdou bohatou humusem a krytou mocnou vrstvou hrabanky, může spolehlivě plnit protierozní funkci. Těmto podmínkám vyhovuje nejlépe smíšený les s patrovým profilem a vhodným zakmeněním. Zakmenění, tj. poměr skutečného stavu porostu k optimálnímu stavu v daných podmínkách, má dosahovat v horských lesích hodnoty alespoň 0,7 až 0,8 a lesní kultury s křovinami mají být alespoň na 50 % plochy.

Ochranné lesy mají zaujímat nejvyšší polohy, jež by jinak ohrožovaly níže ležící svahy povrchovým odtokem. Umístění lesů na rozvodí a v horních částech svahů je příznivé z hlediska vodohospodářského i zemědělského, neboť napomáhá k zásobení svahů a údolí i údolních toků vodou. Doporučuje se zalesňovat rozvodí a obnažená úbočí svahů se sklonem větším než 36 %, která již nelze zemědělsky využívat (Holý, 1994).

Protierozní rozmíst'ování plodin

Základním principem zajišťujícím ochranu půdy proti vodní erozi je pěstování plodin nedostatečně chránících půdu před erozí (okopaniny, kukuřice a ostatní širokořádkové plodiny) na pozemcích rovinných nebo mírně sklonitých.

Protierozní rozmístění plodin na svazích patří k obecným zásadám ochrany půdy. Při tradičním pěstování lze plodiny podle jejich protierozní účinnosti seřadit od nejvyšší po nejnižší protierozní účinnost, v pořadí: travní porosty – jetel – vojtěška – obilnina ozimá – obilnina jarní – řepka ozimá – hrách – plodiny okopaninového charakteru (slunečnice, brambory, cukrovka, kukuřice) a podle toho i rozmisťovat plodiny na pozemcích.

Na orné půdě středně erozí ohrožené je nutné nedostatečný ochranný účinek širokořádkových plodin zvýšit např. použitím vrstevnicových pásů okopanin a víceletých pícnin (okopaniny, kukuřice a víceleté pícniny ve smíšených honech), zatímco obilninami je možné osévat celé pozemky.

Při výsadbě sadů a vinic je z hlediska protierozní ochrany důležité dodržet směr výsadby podél vrstevnic.

Nejlepší ochranu půdy před erozí, jak již bylo uvedeno, poskytují trvalé travní porosty a zalesnění (Janeček, 2008).

2.5.2 Agrotechnická protierozní opatření

Protierozní agrotechnická opatření zvyšují vsakovací schopnost půdy, snižují její erodovatelnost a chrání půdní povrch především v období největšího výskytu přívalových srážek (červen, červenec, srpen), kdy erozně nebezpečné plodiny (kukuřice, brambory, cukrová řepa, slunečnice, čirok apod.) svým vzrůstem nebo zapojením nedostatečně kryjí půdu (Novotný et al., 2014).

Vlastní protierozní agrotechnika, tj. způsob obdělávání zemědělské půdy, je podmíněna speciálními nebo vhodně upravenými mechanizačními prostředky. V prvé řadě jde o směr orby, setí a o všechny ostatní kultivační i sklizňové operace. Pokud to sklon a systém mechanizačních prostředků dovolují, měla by být uplatněna zásada provádění agrotechnických operací ve směru vrstevnic, nejvýše s malým odklonem od tohoto směru (Podhrázská, Dufková, 2005).

Sklenička (2003) uvádí tato agrotechnická opatření:

- výsev do ochranné plodiny nebo do stniště,
- protierozní agrotechnologie,
- hrázkování a důlkování povrchu půdy,
- zatravnění nebo krátkodobé porosty v meziřadí,
- mulčování.

Ochranné obdělávání půdy

Ochranným obděláváním půdy je nazýván systém obdělávání a pěstování plodin, který udržuje nejméně 30 % rostlinných zbytků na povrchu půdy a vede ke snížení vodní nebo větrné eroze. Jde v podstatě o redukované obdělávání, zmenšováním počtu operací jejich slučováním při současné ochraně povrchu půdy rostlinnými zbytky. Tento systém ochrany půdy chrání povrch půdy před působením eroze zapojeným porostem pěstovaných plodin nebo ponecháváním posklizňových zbytků na jejím povrchu. Místo orby se půda pouze kypří kypřiči. Při bezorebném zpracování strništních ploch se posklizňové zbytky zapravují do půdy jen částečně. Na povrchu se tvoří nastýlka (mulč). Stroje půdu nepřeklápí, ale drobí (Janeček, 2008).

Vrstevnicové obdělávání

V tomto případě velmi záleží na konkrétních podmínkách. Obdělávání po vrstevnici nemusí představovat žádné navýšení nákladů a v jiných podmínkách bude představovat i potřebu zvláštní techniky. Avšak v tak extrémních svažitostech už může být smysluplnější svah zatravnit. Jiná situace nastává, pokud tvar půdního bloku takřka vylučuje obdělávání po vrstevnici. Zejména pokud se jedná o obdélník s krátkou stranou, který je orientován delší stranou dolů ze svahu. V krajním případě by potom obdělávání po vrstevnici představovalo převážně jen častější obracení na souvratích.

Nejčastějším omezením tohoto opatření je zvýšení nákladů na obdělávání (snížení efektivity využití techniky a vyšší potřeba času). V tomto případě lze postupovat jako při pásovém střídání plodin a vyčíslit tyto zvýšené náklady, avšak postup nutno aplikovat s obezřetností. V tomto případě může půdní blok mít tvar úzkého pásu, který může mít sice dostatečnou rozlohu, ale svým tvarem způsobuje snížené využití techniky (Konečná, Pražan, 2014).

Hrázkování a důlkování povrchu půdy

Účelem hrázkování meziřadí a důlkování povrchu půdy je zabránění vzniku povrchového odtoku vytvořením dostatečných prostor pro spadlé srážky přímo na

pozemku. Obě technologie se realizují speciálními stroji – hrázkovačem nebo důlkovačem.

Hrázkování meziřadí se využívá u širokořádkových plodin, které se pěstují v hrůbcích. Hrázkováním meziřadí po setí či sázení a případných oborávkách se vytváří na pozemku nádržky na zachycení spadlých srážek, takže povrchový odtok je silně omezen a nedochází ke smyvu půdy z pozemku. Nahrnuté hrázky zadrží na pozemku se sklonem 2° - 8° dešťové úhrny 25-35 mm. Vlivem opakovaných srážek, momentální půdní vlhkosti a s ohledem na nerovnosti terénu se doporučuje použít technologii s hrázkováním meziřadí na svahy do 7° při maximální délce pozemku 300 m.

Důlkování povrchu půdy lze využít u všech širokořádkových plodin s tím, že účinnost tohoto opatření je nižší než u hrázkování.

Hrázkování meziřadí a důlkování povrchu půdy se projeví ve snížení hodnoty faktoru P (Podhrázská, Dufková, 2005).

2.5.3 Technická protierozní opatření

Technická protierozní opatření zmenšují intenzitu erozních procesů tím, že působí na dva základní morfologické činitele – na sklon a na délku svahu – a že vytvářejí podmínky pro přeměnu povrchového odtoku v odtok podzemní.

Systém členění technických protierozních opatření se vyvíjel podle postupného začlenění nových druhů do protierozní ochrany. Přechod mezi agrotechnickými, biologickými a technickými opatřeními není ostře ohraničen, obvykle se opatření spojují v účelný soubor. Jako technická se obvykle označují opatření vyžadující kromě agrotechnických a biologických zásahů i zásahy technické, spočívající ve větších úpravách půdního povrchu (např. vytváření průlehlů, příkopů, hrázek, teras aj.) (Holý, 1994).

Pro technická opatření lze po úpravě použít systém členění Sedláka (1975), který je shrnuje do sedmi základních systémů se 30 typy a podtypy.

1. systém – vsakovací pásy s typem travním a křovinným a s podtypy: vsakovací pásy plynulé, s průlehy a s příkopy;

2. systém – obdělávatelné průlehy s typem vrstevnicovým a paralelním, doplněným v některých případech objekty pro omezení podélného pohybu vody;
3. systém – záchytné příkopy s typem příkopů otevřených, nezpevněných a zamřížovaných (roštových) a s podtypy příkopů vsakovacích a odváděcích;
4. systém – protierozní hrázky s typem přejezdným a nepřejezdným a s podtypem odváděcím a vsakovacím;
5. systém – stupňovité terasy s typem zemních a zděných teras a terasových dílců a s podtypy teras podle šířky a uspořádání;
6. systém – odvodňovací stavby;
7. systém – protierozní nádrže.

K uvedeným opatřením je nutno přiřadit technická opatření prováděná v rámci organizace povodí, jako je např. úprava toků, výstavba komunikační sítě, závlahových systémů atd.

Zasakovací pásy

Účinnost zasakovacích pásů spočívá v převedení povrchově odtékající vody v odtok podpovrchový, a to nejen ze srážkové vody dopadající přímo na vsakovací pás, ale především vody, přitékající z výše ležících pozemků. Zasakovací pásy – travní, křovinné, popřípadě lesní, se navrhují buď na svažitéch pozemcích podél vrstevnic, kde se střídají s pásy, na kterých se v řádcích pěstují plodiny (okopaniny, kukuřice apod.), nedostatečně chránící půdu před erozí, nebo se jimi lemují vodoteče a nádrže, které chceme chránit před vnikáním erozních smyvů. Nespornou výhodou zasakovacích pásů je jejich investiční nenáročnost.

Záchytná účinnost zasakovacích pásů je závislá na charakteru vegetačního pokryvu, půdě (hydrologické půdní skupině), vlhkosti půdy, sklonu svahu, šířce pásu a velikosti (intenzitě) přívalového deště. Zalesněné pásy mají vzhledem k menšímu promrznání půdy vyšší účinnost při zachycování odtoku v době jarního tání než zatravněné. Účinnost těchto pásů je možné zvýšit i ve spojení s dalšími technickými protierozními opatřeními, jako jsou průlehy, záchytné příkopy apod. (Pasák, 1984)

Průlehy

Příčné průlehování pozemků je považováno za jedno z nejdůležitějších podpůrných ochranných opatření na orné půdě. Spočívá v rozdělení dlouhého svahu příčnými průlehy na řadu menších. Vzdálenosti mezi průlehy jsou závislé na sklonu pozemku, hydrologické charakteristice půd, úhrnu a intenzitě přivalových srážek (Podhrázská, Dufková, 2005). Foster (1973) doporučuje podle sklonu pozemku volit vzdálenosti průleहů od 20 do 35 m.

Z funkčního hlediska dělíme protierozní průlehy takto:

- záchytné -odváděcí,
-vsakovací,
-kombinované,
- svodné.

Záchytné průlehy se budují na pozemcích se sklonem terénu 5 – 15 %, výjimečně do 18 % (ve větších terénních sklonech jen na hlubokých a velmi hlubokých půdách). Navrhují se tam, kde délka pozemku po spádnicí překračuje limitní délku svahu (šířku pásu).

Svodné průlehy zajišťují neškodné odvádění vody i půdy ze záchytných průleहů a vody, která se nestačila vsáknout na pozemcích. Tím zabraňují vzniku výmolové eroze. Slouží především k odvádění krátce trvajících odtoků způsobených přivalovými dešti nebo jarním tání. Jsou navrhovány na orné půdě, zejména jako zatravněné, převážně údolnicové (Pasák, Janeček, Šabata, 1983).

Protierozní příkopy

Základním cílem návrhu a realizace opatření je vyřešit neškodné odvedení vody při ochraně intravilánů, PHO či jiných významných území a objektů a zamezit přítoku cizí vody na pozemek. K zachycení přítoku vnější cizí vody na pozemek, k zachycení povrchové vody uvnitř pozemku a k neškodnému odvedení přebytečné vody ze zájmového území se užívají především záchytné a svodné protierozní příkopy. Musí být vždy napojeny na stálou hydrologickou síť v povodí.

Jsou nákladnější protierozní opatření než průlehy, a proto pro úspornější řešení je vhodné využívat sítě cestních příkopů s protierozní funkcí nebo je budovat zejména v návaznosti na přirozenou a umělou hydrografickou síť.

Příkop z pohledu protierozního opatření je menší umělé otevřené koryto, sloužící dočasně k zadržení i odvádění povrchové vody i smyté půdy (Podhrázská, Dufková, 2005).

Protierozní nádrže

Protierozní nádrže zadržují okamžitou vlnu odtoku povrchové vody, čímž se zabrání v níže ležícím území tvorbě erozních a akumulčních fluviálních tvarů. V nádrži sedimentuje unášený materiál a kromě toho tyto nádrže mohou mít také omezenou mikroklimatickou funkci, protože se upravuje vodní režim půdy a zčásti i vláhový režim ovzduší. Protierozní nádrže se zpravidla sdružují v soustavu nad sebou, kdy vodní nádrže zadrží vodní příval a dolní unášený materiál; zpravidla jsou využívány také hospodářsky (Buzek, 1983).

Nádrže se navrhují podle požadavků normy na malé vodní nádrže, případně suché nádrže. Je nezbytné jejich dimenzování na dostatečnou míru ochrany – zpravidla na odtok ze srážky s opakováním 20 až 50 let, v odůvodněných případech 100 let.

Nádrže, u kterých se předpokládá masivní přísun smyté zeminy, je nezbytné doplnit vybavením, které umožní pravidelné čištění retenčního prostoru (zpevněný sjezd do prostoru zdrže, manipulační plocha). Novotný et al., 2014

2.6 Pozemkové úpravy

Zajištění základních prostředků obživy je jedním z rozhodujících činitelů ve vývoji lidské společnosti. Pozemkové úpravy v každé zemi a v každé době jsou vždy odrazem politických, hospodářských, ekonomických a právních poměrů v dotyčné zemi. Jsou nástrojem praktického uskutečňování zemědělské politiky vládnoucích vrstev. V každém období byly a jsou jiné důvody pro úpravu pozemkové držby a spolu s tím i jiné důsledky a způsoby provádění pozemkových úprav (Dumbrovský, 2004).

Pozemkové úpravy v širším slova smyslu prošly za uplynulých sto let velkou vývojovou etapou od starších druhů pozemkových úprav (agrárních operací), přes pozemkové reformy (parcelace a přidělové řízení), technicko - hospodářské úpravy pozemků, až po dnešní pozemkové úpravy prováděné v podmínkách rozvoje zemědělské velkovýroby. Každá z těchto vývojových etap měla svůj odlišný obsah, účel i politický význam (Němeček, 1975).

V zemích našeho dnešního státu se zkušebně započalo s pozemkovými úpravami již v 70. letech 18. století. Širší zájem o pozemkové úpravy se však projevil až po zrušení poddanství selského lidu a roboty v polovině 19. století, kdy se tyto úpravy počaly provádět jako tzv. scelování pozemků, a to nejprve dobrovolné a později úřední. Brzdou většího rozšíření těchto úprav byla však nejednotnost právních podkladů v Čechách i na Slovensku a zejména pak individuálně provozované zemědělství, takže se uskutečnily jen v relativně malém rozsahu (Jůva, 1978).

Na pozemkové úpravy je nutno pohlížet jako na dílčí problém prostorového a funkčního uspořádání krajiny. K řešení organizace půdního fondu je proto nutné přistupovat teprve na základě určení příslušnosti konkrétního zájmového území (hospodářský obvod, povodí) ke konkrétnímu typu krajiny, tzv. přirozené krajiny (Toman, 1995).

Pozemkové úpravy jsou formou krajinného plánování k zabezpečení racionálního využívání a ochrany krajiny prostřednictvím právních, biotechnických a organizačních opatření (Sklenička, 2003).

2.6.1 Účel pozemkových úprav

Pozemkovými úpravami se ve veřejném zájmu prostorově a funkčně uspořádávají pozemky, scelují se nebo dělí a zabezpečuje se jimi přístupnost a využití pozemků a vyrovnání jejich hranic tak, aby se vytvořily podmínky pro racionální hospodaření vlastníků půdy. V těchto souvislostech se k nim uspořádávají vlastnická práva a s nimi související věcná břemena. Současně se jimi zajišťují podmínky pro zlepšení životního prostředí, ochranu a zúrodnění půdního fondu, vodní hospodářství a zvýšení ekologické stability krajiny. Výsledky pozemkových úprav slouží pro obnovu katastrálního operátu a jako závazný podklad pro územní plánování (Dumbrovský, 2004).

2.6.2 Cíle pozemkových úprav

- 1) Vytvoření územních (prostorových) předpokladů pro zpřístupnění, racionální využívání a ochranu zemědělského půdního fondu
- 2) Ochrana a obnova krajiny a přírodních zdrojů

Náplní prvního cíle pozemkových úprav je uspořádání vlastnických práv k pozemkům, které umožní jejich efektivní obhospodařování. Základním principem takového uspořádání je uplatnění tzv. plného vlastnictví. Pro praktické naplnění principu plného vlastnictví je třeba zpřístupnit všem vlastníkůům veškeré jejich pozemky. To lze provést scelováním vlastnické držby v rámci procesu pozemkových úprav, případně návrhem nových či obnovením původních cest. Se zarputilostí někteří z vlastníků trvají na původních pozemcích a argumentem „hospodařil na tom poli můj děda, proto chci vytyčit přesně tu samou parcelu“. Snahou projektanta i pozemkového úřadu musí pochopitelně být těmto požadavkům vyhovět nebo vlastníkovvi vysvětlit výhody jiného řešení. V případech, kdy by si podobná žádost vlastníka vyžádala neodůvodněně vysoké náklady (např. nutnost výstavby cesty za statisíce korun z důvodu zpřístupnění několikaarového pozemku), je vhodné vlastníka přesvědčit o nereálnosti jeho požadavku (Sklenička, 2003).

Dalšími, dílčími cíli pozemkových úprav jsou v některých případech např. dokončení přidělového řízení, vytvoření digitální formy katastrální mapy, zjednodušení evidence pozemků (všechny vlastnické pozemky jsou po skončení PÚ

znázorněny v průběžně udržované katastrální mapě, k jejich identifikaci již není zapotřebí mapa pozemkového katastru), odstranění duplicitních a jinak zmatených záznamů v katastru nemovitostí a jiné (Kaulich, 1999).

2.6.3 Formy pozemkových úprav

Pozemkové úpravy se provádějí zpravidla formou komplexních pozemkových úprav. Pokud je nutné vyřešit pouze některé hospodářské potřeby (například urychlené scelení pozemků, zpřístupnění pozemků) nebo ekologické potřeby v krajině (například lokální protierozní nebo protipovodňové opatření) nebo když se pozemkové úpravy mají týkat jen části katastrálního území, provádějí se formou jednoduchých pozemkových úprav (Dumbrovský, 2004). V případě jednoduchých pozemkových úprav lze upustit od zpracování plánu společných zařízení (Zákon 139/2002 Sb.).

Jednoduchými pozemkovými úpravami lze provést i upřesnění nebo rekonstrukci přidělů půdy přidělené ve smyslu dekretů prezidenta republiky č. 12/1945 Sb. a č. 28/1945 Sb. a zákonů č. 142/1947 Sb. a č. 46/1948 Sb., a to v případech, kdy nelze použít jiný postup (Zákon 139/2002 Sb.).

2.6.4 Komplexní pozemkové úpravy

Komplexní pozemková úprava je obvyklejší a účelnější forma pozemkových úprav (Kyselka, Hurníková, Rozmanová, 2010). Tato forma už ze svého titulu vyjadřuje, že řešení bude komplexní, nikoliv jednoúčelové. Jejich rozsah bude širší a náročnost jejich zpracování bude rozhodně vyšší. Jejich rozsah musí splňovat veškeré náležitosti definované zákonem a zvláštním právním předpisem, kterým je vyhláška č. 545/2002 Sb. o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav (Doležal et al., 2010).

Komplexní pozemková úprava, oproti jednoduché pozemkové úpravě, kromě řešení vlastnických práv k jednotlivým pozemkům komplexně postihuje další aspekty, které s sebou změny půdní držby přinášejí, jako např. návrh protierozních opatření, návrh cestní sítě, opatření k ochraně přírody a zvýšení ekologické stability krajiny atd. Komplexní pozemková úprava se navíc zpravidla provádí v rámci celého katastru, zatímco jednoduchou pozemkovou úpravou lze otevřít pouze v jeho části, např. pouze pro dva vlastníky. Vzhledem k tomu, že celý tento proces ve fázi

projekce trvá dva roky i více, časový horizont realizace se v současné době pohybuje v závislosti na finanční náročnosti řádově několik let nebo i desítek let (Sklenička, 2003). Komplexní pozemkové úpravy splňují všechny požadavky kladené na pozemkové úpravy zákonnými předpisy i potřebami venkova. Vycházejí z analýzy současného stavu krajiny a životního prostředí, dále z potřeb obce a požadavku orgánů a organizací, které komplexně řeší. Vydávané pozemky vycházejí z přesné bilance celého katastrálního území a přesnými metodami jsou určeny výměry i provedeno vytyčení. Vlastnictví je definitivně vyřešeno. Jedině komplexními pozemkovými úpravami lze zabezpečit ochranu přírodních a kulturních hodnot krajiny (Toman, 1995).

2.6.5 Plán společných zařízení

Plán společných zařízení, některými autory označovaný jako „plán polyfunkční kostry“ nebo „generel KPÚ“ je souborem prostorově a funkčně provázaných opatření k zajištění základních cílů pozemkových úprav. Plán společných zařízení je formou krajinného plánu uvnitř KPÚ, který syntetizuje dílčí problematiku v návrhu výsledných opatření, u nichž je důraz kladen na jejich polyfunkční charakter. Skladebný prvek ÚSES tak může plnit funkce protierozní, vodohospodářskou, estetickou a další. Návrh plánu společných zařízení je nezbytnou podmínkou následné dislokace vlastnické držby (Sklenička, 2003).

Soubor opatření zahrnuje zejména:

- a) opatření sloužící ke zpřístupnění pozemků jako polní nebo lesní cesty, mostky, propustky, brody, železniční přejezdy apod.,
- b) protierozní opatření na ochranu půdního fondu jako protierozní meze, průlehy, zasakovací pásy, záchytné příkopy, terasy, větrolamy, zatravnění, zalesnění apod.,
- c) vodohospodářská opatření sloužící k neškodnému odvedení povrchových vod a ochraně území před záplavami jako nádrže, rybníky, úpravy toků, odvodnění, ochranné hráze, suché poldry apod.,
- d) opatření k ochraně a tvorbě ŽP, zvýšení ekologické stability krajiny jako místní ÚSES, doplnění, popřípadě odstranění zeleně a terénní úpravy apod. (Dumbrovský, 2004)

2.6.6 Řešení eroze v pozemkových úpravách

Hlavní možnosti ochrany půdy před erozí spočívají v realizaci pozemkových úprav, zejména pak komplexních pozemkových úprav a jejich plánu společných zařízení (Janeček, 2012). Zhotovitel (projektant) návrhu komplexních pozemkových úprav se zabývá účelným využitím celého území. Provádí je na základě analýzy současného stavu a delimitace. V návrhové části se neřeší intravilán, ale pozemkové úpravy musí umožnit jeho plánovaný rozvoj. Je nutno vzít do úvahy i hledisko územního plánu. Důležitá je spolupráce s orgány státní správy, institucemi a zájmovými organizacemi. Zhotovitel tím získá mnoho důležitých informací o území, podnikatelských záměrech různých subjektů apod. Vypracuje ideový návrh dopravního a vodního systému, opatření na úseku obnovy krajiny a ochrany životního prostředí. Neodmyslitelnou součástí obnovy krajiny a ochrany životního prostředí je návrh protierozní ochrany (Toman, 1995).

Navrhovaná opatření se vzájemně doplňují a prolínají. Např. úprava pórovitosti půdy, zvýšení její infiltrační a retenční schopnosti spolu s vhodně vybudovanou protierozní ochranou plní funkci vodohospodářskou, protože přispívá ke zpomalení a snížení plošného povrchového odtoku, ke snížení odnosu uvolněných půdních částic a k vyrovnanosti vodního režimu krajiny. Prvky ÚSES i dopravní síť mohou současně plnit funkci protierozní, krajínotvornou aj. Neodmyslitelnou součástí naší kulturní krajiny jsou rybníky a vodní nádrže, které napomáhají řešit optimalizaci vodohospodářských poměrů svou funkcí ochrannou, retenční, akumulací, protierozní, čistící, hygienickou, estetickou a přispívají tak k ochraně a tvorbě krajiny a ŽP (Dumbrovský, 2004).

3. Cíl práce

Cílem diplomové práce je zpracování podrobné literární rešerše týkající se vodní eroze. V metodické části je detailně popsána univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy. Pro praktickou část práce je vybrána komplexní pozemková úprava Lhotice u Českých Budějovic. Dále je uvedena charakteristika zájmového území a následný výpočet jednotlivých odtokových linií dle univerzální rovnice. V případě překročení průměrné dlouhodobé ztráty půdy je navrženo vhodné protierozní opatření a opět proveden výpočet.

4. Metodika

Pro ověření teoretických znalostí byla vybrána komplexní pozemková úprava Lhotice u Českých Budějovic.

Určení ohroženosti pozemků vodní erozí

K určování ohroženosti zemědělských půd vodní erozí a k hodnocení účinnosti navrhovaných protierozních opatření se podobně jako v jiných zemích používá v České republice tzv. „Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí – USLE“ dle Wischmeiera a Smithe (1978). Ve stádiu ověřování je i RUSLE, tzv. revidovaná univerzální rovnice podle Renarda (1997). Oba empirické modely vycházejí z principu přípustné ztráty půdy na jednotkovém pozemku, jehož parametry jsou definovány a odvozeny z rozměrů standardních elementárních odtokových ploch o délce 22 m a sklonu 9 %, jejichž povrch je po každém přívalovém dešti mechanicky udržován ve směru sklonu svahu jako úhor. Hodnota přípustné ztráty půdy slouží ke stanovení míry erozního ohrožení pozemku a je definována jako maximální velikost eroze půdy, která dovoluje trvale a ekonomicky dostupně udržovat dostatečnou úroveň úrodnosti půdy (Janeček, 2007).

Ztráta půdy vodní erozí se stanoví na základě rovnice:

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

kde

G = průměrná dlouhodobá ztráta půdy (t/ha/rok),

R = faktor erozní účinnosti dešťů, vyjádřený v závislosti na jejich četnosti výskytu, úhrnu, intenzitě a kinetické energii,

K = faktor erodovatelnosti půdy vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty a zrnitosti,

L = faktor délky svahu vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikosti ztráty půdy erozí,

S = faktor sklonu svahu vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí,

C = faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice,

P = faktor účinnosti protierozních opatření.

Použitím uvedené rovnice se zjistí dlouhodobá průměrná roční ztráta půdy. Rovnici nelze použít pro kratší než roční období, tím méně pro zjištění ztrát půdy erozí z jednotlivých srážek (Podhrázská, Dufková, 2005).

Faktor erozní účinnosti deště (R)

Faktor erozní účinnosti deště je definován jako součin celkové kinetické energie deště – E [$J \cdot m^{-2}$] a maximální 30minutové intenzity deště i_{30} [$cm \cdot h^{-1}$]. Exaktní stanovení faktoru R pro danou lokalitu a období je poměrně obtížné. Pro krajinně-plánovací praxi jsou postačující hodnoty generalizované v rámci tzv. regionalizace R-faktoru graficky, nebo numericky pro jednotlivé stanice ČHMÚ (Janeček, 1992).

Počet jednotek dešťového faktoru R odpovídá v SI jednotkách počtu $MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}$. Deště o vydatnosti do 12,5 mm, oddělené od předchozích a následných dešťů šestihodinovou či delší přestávkou, a deště, jejichž maximální intenzita nepřekročí $24 \text{ mm} \cdot h^{-1}$, se nepočítají, poněvadž při nich nedochází k odtoku vody po povrchu pozemku (Wischmeier, Smith, 1978).

Faktor erodovatelnosti půdy (K)

Půdní vlastnosti ovlivňují jednak průběh vsaku srážkové vody do půdy, jednak odolnost půdy proti odnosu povrchově odtékající vodou. Faktor náchylnosti

půdy k erozi K je definován jako odnos půdy v tunách z 1 ha a na jednotku dešťového faktoru R ze standardního pozemku (kypřený černý úhor se sklonem 9 % a délkou 22,13 m). Hodnoty faktoru K lze stanovit pomocí nomogramu, ze kterého vyplývá, že náchylnost zkyplené půdy k erozi závisí především na její textuře (Pasák, 1984).

Faktor délky svahu (L)

Intenzita eroze se zvyšuje s rostoucí délkou svahu, která je definovaná jako horizontální vzdálenost od místa vzniku povrchového odtoku k bodu, kde se sklon svahu snižuje natolik, že dochází k ukládání erodovaného materiálu, nebo se plošný odtok soustředí do odtokové dráhy. Hodnota faktoru délky svahu L se stanoví ze vztahu Wischmeiera a Smithe (1978) se zahrnutím přístupu použitého v tzv. revidované univerzální rovnici ztráty půdy RUSLE (Renard et al., 1997) ze vztahu:

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

kde:

22,13 je délka standardního pozemku (m),

I – horizontální projekce délky svahu (uvažuje se nepřerušená délka svahu); není to vzdálenost rovnoběžná s povrchem půdy;

m – exponent délky svahu vyjadřující náchylnost svahu k tvorbě rýžkové eroze

Faktor sklonu svahu (S)

Ztráta půdy se zvyšuje se vzrůstajícím sklonem svahu, a to rychleji než je tomu u délky svahu. Hodnota faktoru sklonu svahu S se určuje pomocí vztahů (Renard et al., 1997).

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

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

kde s je sklon svahu v rad (Janeček, 2007).

Faktor ochranného vlivu vegetace (C)

Vliv vegetačního pokryvu na smyv půdy se projevuje:

- přímou ochranou povrchu půdy před destruktivním působením dopadajících dešťových kapek
- zpomalováním rychlosti povrchového odtoku
- působením vegetace na půdní vlastnosti, zejména na pórovitost a propustnost
- omezením možnosti zanášení pórů jemnými půdními částicemi
- mechanickým zpevněním půdy kořenovým systémem.

Ochranný vliv vegetace je přímo úměrný pokryvnosti a hustotě porostu v době největšího výskytu přivalových dešťů (měsíce duben – září). Proto dokonalou protierozní ochranu představují porosty trav a jetelovin, zatímco běžným způsobem pěstované širokořádkové plodiny (kukuřice, okopaniny, sady a vinice) chrání půdu nedostatečně. Ochranný vliv vegetačního pokryvu je v univerzální rovnici vyjádřen faktorem C.

Pro řešení protierozní ochrany pozemků a posouzení jejich dlouhodobé erozní ohroženosti se faktor C stanoví pro jednotlivé po sobě pěstované plodiny, včetně období mezi střídáním plodin, při zohlednění nástupu a způsobu agrotechnických prací v 5ti základních obdobích dle Wischmeier-Smithe (1978):

1. období podmítky a hrubé brázdy,
2. období od přípravy pozemku k setí do jednoho měsíce po zasetí nebo sázení,
3. období po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí či sázení, u ozimů do 30.4.,
4. období od konce 3. období do sklizně,
5. období strniště (Janeček, 2008).

Faktor účinnosti protierozních opatření (P)

Jestliže nelze předpokládat, že by byly dodrženy podmínky maximálních délek a počtu pásů daných protierozních opatření, nelze s účinností příslušného opatření vyjádřenou hodnotami faktoru P počítat a faktor $P = 1$.

Nejméně účinným opatřením je konturované obdělávání podle vrstevnic. Větší účinek vykazuje pásové střídání plodin, kdy se na svahu střídají podél vrstevnic

umístěné pásy plodin chránící půdu proti erozi nedostatečně s pásy víceletých pícnin nebo ozimých obilnin.

Údaje o hodnotách erozních faktorů a výsledky výpočtu se blíží realitě jen za předpokladu, že šetřený pozemek je za všech okolností dokonale chráněn před cizí vodou z výše položených pozemků, komunikací apod. (Podhrázská, Dufková, 2005)

Přípustná ztráta půdy vodní erozí

K posouzení míry erozního ohrožení pozemků slouží spolu s dalšími kritérii princip přípustné ztráty půdy, která je definovaná jako maximální hodnota ztráty půdy dovolující trvale a ekonomicky dostupně udržovat úrodnost půdy. Při určování mezí přípustné ztráty půdy erozí se uvažovalo se skutečnou mocností půdního profilu, požadovanými vlastnostmi půdy v budoucnu a s předpokládanou ztrátou půdy. Obecně platí, že čím je půdy erodovanější, tím je přípustná ztráta menší.

Dosazením odpovídajících hodnot faktorů pro vyšetřovaný pozemek do univerzální rovnice se určí dlouhodobá průměrná ztráta půdy vodní erozí v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ při uvažovaném způsobu využívání.

Pokud vypočtená ztráta půdy překračuje hodnoty přípustných ztrát stanovených podle hloubky půdního profilu u půd:

mělkých (do 30 cm)	$1 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$
u středně hlubokých (30-60 cm)	$4 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$
u hlubokých (nad 60 cm)	$10 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$,

je zřejmé, že způsob využívání pozemku nezabezpečuje dostatečnou ochranu půdy před erozí. Hloubka půdy je charakterizována mocností půdního profilu, kterou omezuje skalní podklad, rozpad půdy nebo vysoká skeletovitost. Hloubka půdy se určí terénním průzkumem v místech nejsvažitéjší části pozemku. Orientačně lze hloubku půdy zjistit podle bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ). Hloubka půdy je v systému BPEJ vyjádřena 5. číslicí sdruženého kódu BPEJ pro skeletovitost a hloubku půdy (Janeček, 2008).

V přirozených podmínkách se může škodlivá eroze vyskytnout jen tam, kde došlo k narušení protierozní funkce rostlinného krytu člověkem. Území našeho státu leží v mírném zeměpisném pásmu s poměrně příznivými ročními úhrny srážek, takže eroze půdy v přirozených rostlinných společenstvech je minimální a většinou nepřesahuje hranici $0,5 t \cdot ha^{-1}$ za rok (Podhrázská, Dufková, 2005).

5. Charakteristika zájmového území - Lhotice u Českých Budějovic

5.1 Základní informace o KPÚ

Název akce:	Projekt komplexní pozemkové úpravy k.ú. Lhotice
Kraj:	Jihočeský
Obec:	Lhotice u Českých Budějovic, Město Lišov
Katastrální území:	Lhotice u Českých Budějovic, k.ú. č. 668 486
Výměra k.ú. Lhotice:	511,89 ha
Výměra řešeného území:	288,13 ha

5.2 Charakteristika přírodních podmínek

5.2.1 Klimatické poměry

Řešené území spadá do okrsku mírně teplého, mírně vlhkého s mírnou zimou, vrchovinného, v oblasti mírně teplé.

Teplota vzduchu je 7,4 °C v dlouhodobém ročním průměru. Roční úhrn srážek v dlouhodobém průměru činí 632 mm.

Nejteplejším měsícem je červenec s průměrem 17,2 °C. Nejchladnějším je leden s průměrem -2,5 °C. Srážky dosahují maxima v červenci – 103 mm; na srážky je nejchudší leden – 28 mm. Průměrná teplota ve vegetačním období (IV. – IX.) je 13,6 °C, úhrn srážek za toto období je 424 mm. Údaje jsou dle srážkoměrné stanice v Ševětíně a pozorovací stanice v Drahotěšicích.

Letních dnů je 47 za rok, mrazových 115, ledových 30 a počet dnů se sněhovou pokrývkou je 55. (Atlas podnebí Česka, 2007)

Tab. 1: Roční průběh teplot a srážek (Atlas podnebí Česka, 2007)

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Průměr/úhrn
Teploty [°C]	-2,5	-1,6	2,4	7,0	12,3	15,4	17,2	16,6	12,9	7,7	2,2	-1,2	7,4
Srážky [mm]	28	31	29	52	67	78	103	72	52	46	38	36	632

5.2.2 Fenologické poměry

Fenologické poměry území souvisejí s průměrnými teplotami, srážkami a s nadmořskou výškou. Začátek jarních polních prací bývá 27.3., počátek setí ozimých obilovin je 25.9. Se sklizní obilovin se začíná okolo 20.7. (Atlas podnebí Česka, 2007)

5.2.3 Hydropedologické poměry

Po stránce hydrologické spadá zájmové území do povodí Vltavy. Pro hospodářský obvod je důležitá řada potůčků, protékajících územím; na severu katastru jsou většinou v přirozeném stavu, na jihu jsou toky upraveny. Tyto potoky odvádějí přebytečnou vodu a v období zvýšených srážek jako svodnice slouží i různé strouhy a příkopy.

Vodní režim je v popisovaném území hlavně závislý na půdotvorném substrátu, ze kterého půdy vznikla. V depresních polohách se projevuje vliv spodní vody. Stagnující hladina této vody způsobuje glejový proces, který se projevuje šedým až šedomodrým zbarvením spodních vrstev profilu.

Vodní eroze rýhová v zájmovém území zjištěna nebyla.

5.2.4 Geologicko-litologické poměry

Území leží v oblasti, kde se uplatňuje pedogenetický hlavně geologický útvar prahorní (orthoruly, pararuly), který je často překryt třetihorními zeminami (tercierní písky a jíly) a čtvrtohorními sedimenty – svahovinami. Menší rozlohu zaujímají čtvrtohorní nevápenité nivní uloženiny a permokarbon.

5.2.5 Půdní poměry, bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ)

Hlavními podmínkami, které působily na vznik půd, byly geologicko-litologické poměry. Ty ovlivnily hlavně vývoj hnědých půd. Hydrologické poměry daly vznik nivním půdám při ovlivnění spodní vodou. Reliéf terénu – táhlé svahy měly vliv na vznik a uložení svahovin a na nichž se vytvořily oglejené půdy. V terénních sníženinách až depresích se vyvinuly oglejené půdy, které jsou periodicky převlhčovány.

Zastoupení hlavních půdních jednotek (HPJ) v zájmovém území:

HPJ 29, HPJ 33, HPJ 37, HPJ 46, HPJ 47, HPJ 48, HPJ 50, HPJ 53, HPJ 54, HPJ 68

5.3 Popis území

Řešené území se nachází cca 10 km od města České Budějovice směrem severním. Je součástí oblasti Středočeská pahorkatina, celku Tábořská pahorkatina a podcelku Písecká pahorkatina.

5.3.1 Členitost území, krajinný ráz

Povrch území má typický ráz pahorkatiny s výrazně zaříznutými drobnými vodními toky. Je vesměs mírně svažité až svažité. Pozemky jsou v průměrné nadmořské výšce 520 m. Nejvýše položené pozemky jsou severně a severovýchodně od obce Lhotice ve výšce 538 m.

Řešené území je převážně tvořeno zemědělskou půdou, lesní porosty zasahují do území v severovýchodní, jižní a malé míře v západní části katastru. Vodní plochy jsou plošně nevýznamné.

Rozsáhlé, souvislé a mírně svažité plochy zemědělských pozemků jsou velmi příznivé svým tvarem a proto umožňují používat výkonnou zemědělskou mechanizaci.

5.3.2 Struktura půdního fondu

Celková výměra katastrálního území 511,89 ha

Z toho:

zemědělská půda 273,66 ha

- orná půda 150,40 ha

- zahrada 6,52 ha

- TTP 116,74 ha

<u>nezemědělská půda</u>	238,23 ha
- lesní pozemek	198,40 ha
- vodní plocha	1,88 ha
- zastavěná plocha	3,88 ha
- ostatní plocha	34,07 ha

5.3.3 Zemědělská a průmyslová výroba

V katastrálním území Lhotice u Českých Budějovic hospodaří na převážné části zemědělské půdy ZD Kolný. Zemědělská půda je pronajata od jednotlivých vlastníků. Vzhledem k oblasti obilnářsko – bramborářské je zemědělská výroba intenzivně provozována na v minulosti scelených pozemcích orné půdy a trvalých travních porostech. Výše uvedený způsob hospodaření družstvu vyhovuje z důvodu využití současné zemědělské mechanizace. Na některých svazích přitom dochází k vodní erozi, k jejímuž snížení by mohly přispět i nové majetkoprávní vztahy k půdě s vhodně situovanými pozemky.

Živočišná výroba družstva, převážně chov skotu (jalovic), je provozována na velkovýrobních objektech v severovýchodní části obce. Kromě objektů pro živočišnou výrobu jsou zde skladovací prostory a dílny. Skot je odchováván pastevním způsobem. S výstavbou nových výrobních provozů rostlinné a živočišné výroby není uvažováno.

V obci hospodaří další tři soukromí zemědělci na výměře 70 ha zemědělské půdy. Dva provozují rostlinnou a živočišnou výrobu. Skot je chován pastevním způsobem na pastvinách na jih od obce. Další zemědělec s výměrou cca 10 ha zemědělské půdy chová daňky na oplocených pastvinách na jihozápad od obce.

5.3.4 Lesní výroba

Lesy v obci Lhotice jsou evidovány na ploše cca 198 ha. Mají charakter jak hospodářský tak i částečně rekreační. Většinu lesních porostů spravují Lesy České republiky, část lesních porostů je v současné době v majetku obcí a soukromých osob. Lesnatost v zájmovém území je silně nadprůměrná, značná část území je pokryta mohutným lesním komplexem. Pouze v okolí obce převažuje zemědělská půda a lesy jsou zastoupeny spíše ve formě menších lesíků a remízů.

Druhov skladba lesů odpovd zavedenm tendencím v lesním hospodárství a je podrzena hospodrsk skladbě dřevin v jednotlivých hospodrskch souborech. Nejvznamnjmi dřevinami, co do plošného zastoupen jsou borovice a smrk, zastoupen stejnm podílem. Maloplon je zastoupen dub a jedle, ostatní dřeviny jsou pouze jako prmesi.

V borových porostech je vyuzvn holosen způsob obnovy, mimo borov stanoviště je místy vyuzvn i podrostní obnovn způsob, kombinovan s předsunutými kotlíky buku a jedle, okrajov clonn seče nad nárosty smrku s doplnnm jedle a buku. Celkov lze porosty a hospodaření v nich hodnotit jako prmern. Vysok zastoupen borovice je dáno jednak poměrně vysokm zastoupenm prirozench borových stanoviště a jednak borovm hospodařením. Doprava dřeva z lesa je po lesních a polních cestách nebo v době vegetačního klidu přes zemdlsk pozemky. Pevzn st lesů je mimo obvod pozemkov upravy.

6. Výsledky a diskuse

6.1 Výpočet metodou USLE

Výpočet byl proveden dle Wischmeier – Smithovy rovnice:

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

Faktor erozní účinnosti deště (R)

Tento faktor byl stanoven programem ERCN na hodnotu $14,82 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ (převzato z projektu KPÚ Lhotice).

Faktor erodovatelnosti půdy (K)

Hodnoty byly počítány programem podle zastoupení bonitovaných půdně ekologických jednotek v posuzovaném profilu.

Tab. 2: Hodnoty faktoru K pro jednotlivé HPJ

HPJ	K - faktor	HPJ	K – faktor	HPJ	K – faktor
1	0,41	27	0,34	53	0,38
2	0,46	28	0,29	54	0,40
3	0,35	29	0,32	55	0,25
4	0,16	30	0,23	56	0,40
5	0,28	31	0,16	57	0,45
6	0,32	32	0,19	58	0,42
7	0,26	33	0,31	59	0,35
8	0,49	34	0,26	60	0,31
9	0,60	35	0,36	61	0,32
10	0,53	36	0,26	62	0,35
11	0,52	37	0,16	63	0,31
12	0,50	38	0,31	64	0,40
13	0,54	39	nedostatek dat	65	nedostatek dat
14	0,59	40	0,24	66	nedostatek dat
15	0,51	41	0,33	67	0,44
16	0,51	42	0,56	68	0,49
17	0,40	43	0,58	69	nedostatek dat
18	0,24	44	0,56	70	0,41
19	0,33	45	0,54	71	0,47
20	0,28	46	0,47	72	0,48

21	0,15	47	0,43	73	0,48
22	0,24	48	0,41	74	nedostatek dat
23	0,25	49	0,35	75	nedostatek dat
24	0,38	50	0,33	76	nedostatek dat
25	0,45	51	0,26	77	nedostatek dat
26	0,41	52	0,37	78	nedostatek dat

(Janeček, 2007)

Faktor délky svahu (L)

Z mapy ZM 10 si určíme délky odtokových linií a následně z tabulky odečteme hodnotu faktoru L.

Tab. 3: Hodnoty faktoru délky svahu (L)

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

(Pasák, 1984)

Faktor sklonu svahu (S)

Z mapy ZM 10 si určíme délky odtokových linií a převýšení pomocí vrstevnic. Jednoduchým výpočtem převýšení / délka linie *100 dostaneme sklon v %. Poté z tabulky odečteme hodnotu faktoru S.

Tab. 4: Hodnoty faktoru sklonu svahu (S)

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

(Podhrázská, Dufková, 2005)

Faktor ochranného vlivu vegetace (C)

Pro posouzení byly použity průměrné celoroční hodnoty faktoru C pro pěstované plodiny a převažující osevní postup.

Základní údaje pro výpočty hodnot vodní eroze

Tab. 5: Základní osevní postup

Plodina	faktor C
1. Jetel	0,015
2. Ozimý ječmen	0,17
3. Řepka	0,22
4. Pšenice ozimá	0,12
5. Kukuřice	0,72
6. Ječmen jarní s podsevem	0,15
Průměrný faktor C	0,233

Pro případ překročení povoleného smyvu byl faktor C spočítán i pro protierozní osevní postup, ve kterém byla ze sledu plodin vyřazena kukuřice na siláž. Výsledná hodnota faktoru C pak činí 0,135.

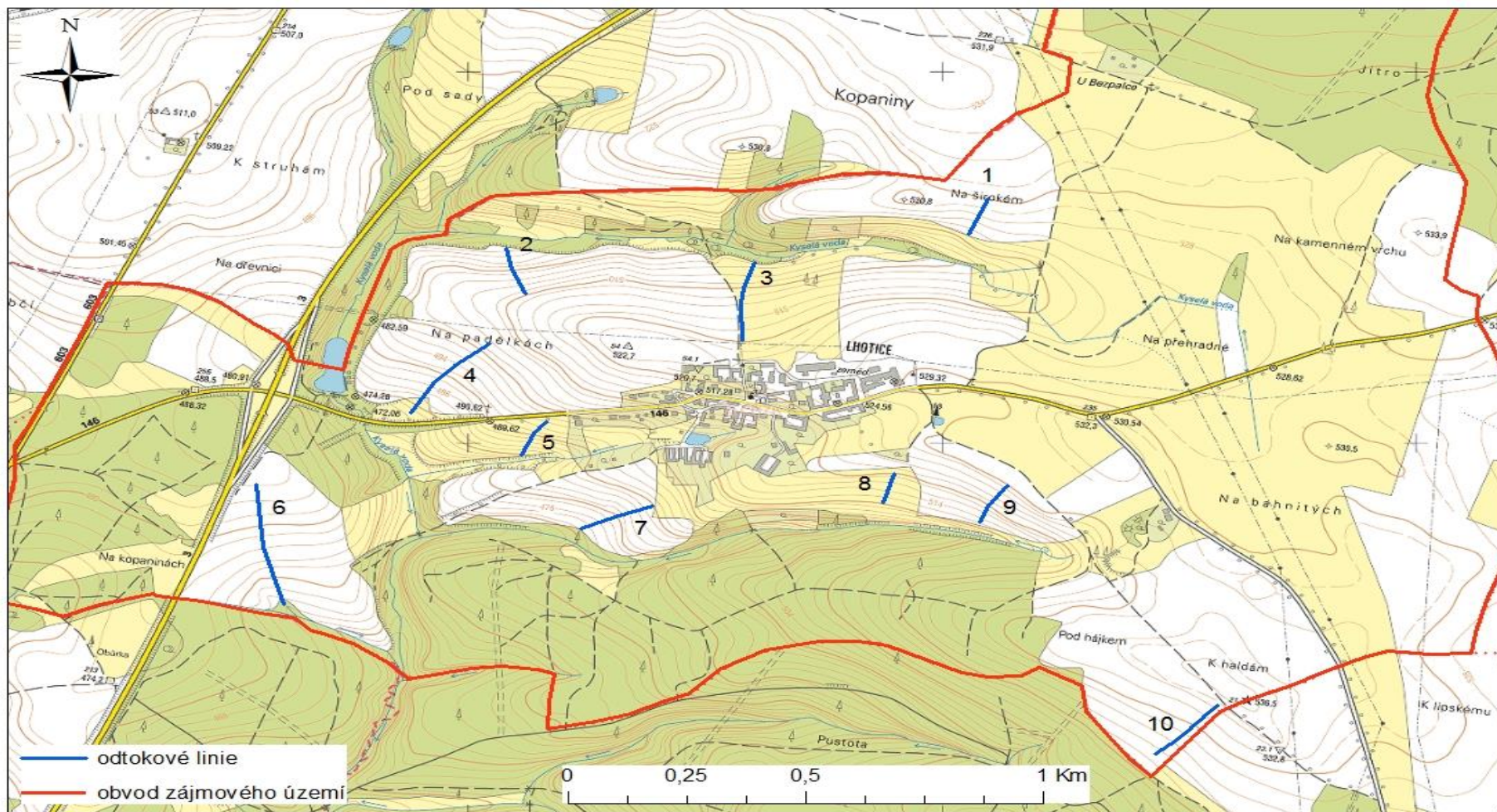
Tab. 6: Protierozní osevní postup

Plodina	faktor C
1. Jetel	0,015
2. Ozimý ječmen	0,17
3. Řepka	0,22
4. Pšenice ozimá	0,12
5. Ječmen jarní s podsevem jetele	0,15
Průměrný faktor C	0,135

Faktor účinnosti protierozních opatření (P)

V území nebylo uplatněno žádné protierozní opatření, proto byl zvolen faktor R=1.

Obr. 1: Vyznačené odtokové linie - převzato z projektu



Výpočet G (průměrná dlouhodobá ztráta půdy) pro jednotlivé odtokové linie

V rámci celého území bylo vybráno na 7 pozemcích celkem 10 erozních profilů.

Tab. 7: Výpočet hodnoty G - převzato z projektu

Číslo odtok. linie	R	K	L	S	C	P	G (t/ha/rok)
1	14,82	0,33	1,94	0,57	0,233	1	1,26
2	14,82	0,35	2,29	2,44	0,233	1	6,75
3	14,82	0,35	2,95	0,84	0,233	1	2,99
4	14,82	0,35	3,10	1,02	0,233	1	3,82
5	14,82	0,35	2,01	1,86	0,233	1	4,52
6	14,82	0,36	3,63	0,60	0,233	1	2,71
7	14,82	0,35	2,82	1,27	0,233	1	4,33
8	14,82	0,35	1,94	1,55	0,233	1	3,63
9	14,82	0,35	2,17	1,27	0,233	1	3,33
10	14,82	0,35	2,84	0,63	0,233	1	2,16

Z tabulky je patrné, že průměrná dlouhodobá ztráta půdy byla překročena u 3 odtokových linií, konkrétně se jedná o odtokové linie č. 2, č. 5 a č. 7. Je tedy nutné navrhnout vhodné protierozní opatření, v tomto případě výše uvedený protierozní oševní postup s výslednou hodnotou faktoru $C = 0,135$.

Tab. 8: Výpočet hodnoty G po použití protierozního opatření - převzato z projektu

Číslo odtok. linie	R	K	L	S	C	P	G (t/ha/rok)
1	14,82	0,33	1,94	0,57	0,135	1	0,73
2	14,82	0,35	2,29	2,44	0,135	1	3,91
3	14,82	0,35	2,95	0,84	0,135	1	1,74
4	14,82	0,35	3,10	1,02	0,135	1	2,21
5	14,82	0,35	2,01	1,86	0,135	1	2,62
6	14,82	0,36	3,63	0,60	0,135	1	1,57
7	14,82	0,35	2,82	1,27	0,135	1	2,51
8	14,82	0,35	1,94	1,55	0,135	1	2,11
9	14,82	0,35	2,17	1,27	0,135	1	1,93
10	14,82	0,35	2,84	0,63	0,135	1	1,25

V tabulce můžeme vidět, že po použití protierozního osevního postupu již není překročena průměrná dlouhodobá ztráta půdy (4 t/ha/rok) u žádné odtokové linie.

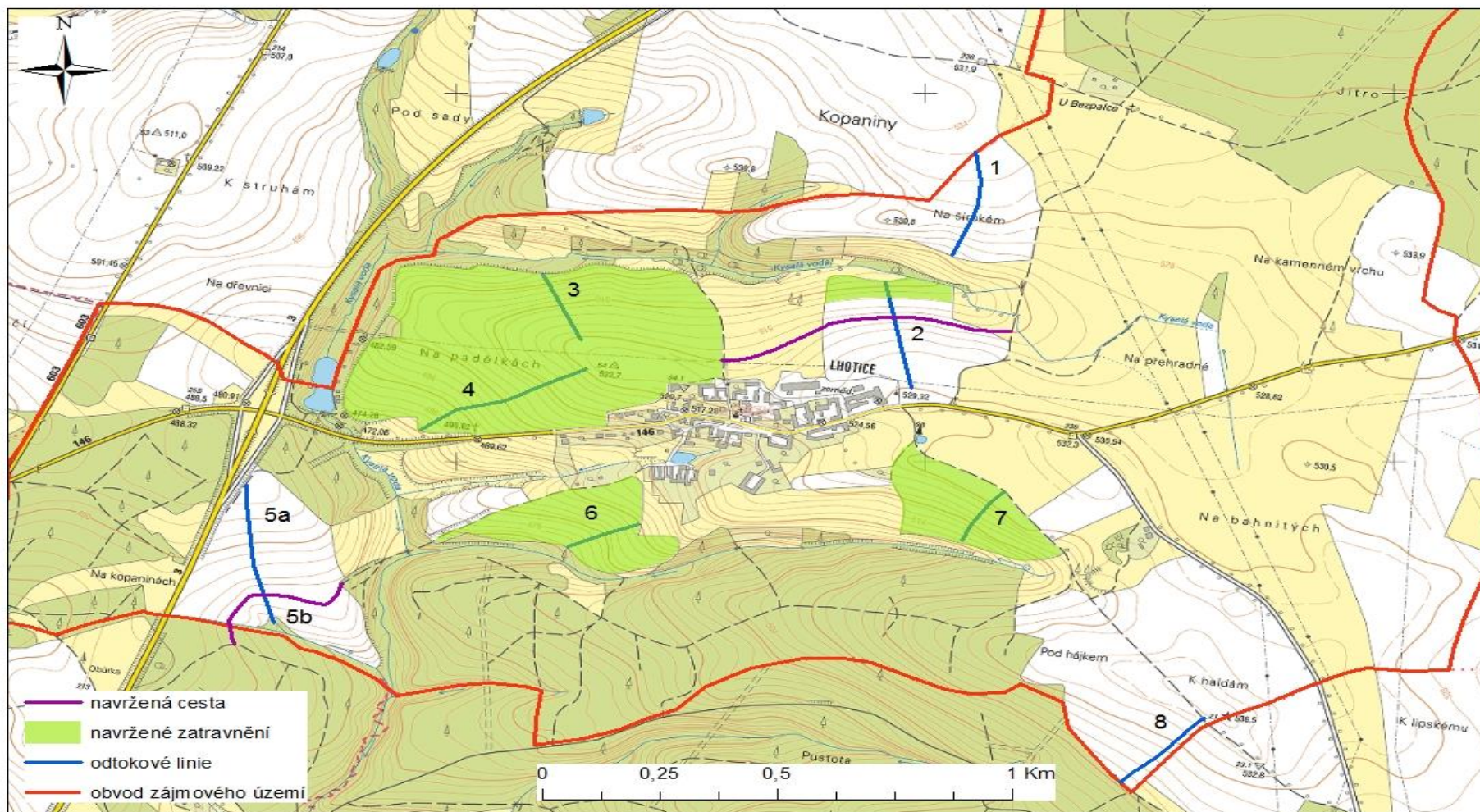
Jako podkladní materiál byla použita komplexní pozemková úprava Lhotice u Českých Budějovic z roku 2007. Tento materiál byl vyhotoven před téměř deseti lety a jeho forma odpovídá datu zpracování. V projektu bylo nalezeno několik nedostatků. Jedná se zejména o zakreslení odtokových drah a následný výpočet dle Wischmeier – Smithovy rovnice. Jako největší nedostatek považují chybně zvolený faktor R. Hodnota byla stanovena programem ERCN na 14,82. Janeček (2012) ovšem doporučuje používat průměrnou hodnotu R faktoru = 40, tedy dvojnásobnou, oproti hodnotě dříve doporučované. Po přepočítání rovnice s aktuální hodnotou byla mnohonásobně překročena hodnota G - průměrná dlouhodobá ztráta půdy. Tento fakt nezmírnilo ani použití protierozního osevního postupu. Zejména odtoková linie č. 2 výrazně překračuje maximální přípustnou ztrátu půdy i po použití protierozního osevního postupu. Některé odtokové dráhy jsou zakresleny i na TTP, což není chybou. Chybný je pak ovšem výpočet, jelikož za faktor C je dosazována hodnota protierozního osevního postupu a nikoliv hodnota faktoru C = 0,005 pro TTP (Pasák, 1984). Dalším nedostatkem je nepřesné zakreslení některých odtokových drah. Proto

navrhují přesnější zakreslení odtokových linií, následný výpočet s aktuální hodnotou faktoru R a případné doplnění vhodným protierozním opatřením.

6.2 Návrh protierozních opatření

Nejprve bylo provedeno přesnější zakreslení a návrh nových odtokových drah, především na orné půdě. Dále následoval výpočet dle Wischmeier – Smithovy rovnice. V tomto výpočtu již bylo kalkulováno s aktuální hodnotou faktoru $R = 40$. Díky vyšší hodnotě faktoru R vycházela průměrná dlouhodobá ztráta půdy značně vyšší, oproti hodnotám z projektu.

Obr. 2: Návrh protierozních opatření



Tab. 9: Výpočet hodnoty G pro faktor R = 40

Číslo odtok. linie	R	K	L	S	C	P	G (t/ha/rok)
1	40	0,33	3,69	0,45	0,233	1	5,11
2	40	0,31	3,69	0,7	0,233	1	7,46
3	40	0,35	3,02	1,35	0,233	1	13,3
4	40	0,35	4,27	1,17	0,233	1	16,3
5	40	0,36	4,27	0,57	0,233	1	8,17
6	40	0,35	2,61	1,35	0,233	1	11,5
7	40	0,35	2,61	1,35	0,233	1	11,5
8	40	0,35	3,36	0,57	0,233	1	6,25

Nelze přehlédnout, že výsledná hodnota faktoru G byla překročena u všech osmi odtokových drah, u některých téměř čtyřnásobně. Proto je zcela na místě návrh vhodného protierozního opatření. Tabulky s výpočty po použití protierozních opatření je uvedena níže.

Tab. 10: Výpočet hodnoty G po použití protierozních opatření

Číslo odtok. linie	R	K	L	S	C	P	G (t/ha/rok)
1	40	0,33	3,69	0,45	0,135	1	2,96
2	40	0,31	3,36	0,7	0,135	1	3,94
3	40	0,35	3,02	1,35	0,005	1	0,29
4	40	0,35	4,27	1,17	0,005	1	0,35
5a	40	0,36	3,69	0,45	0,135	1	3,23
5b	40	0,36	1,91	0,84	0,135	1	3,12
6	40	0,35	2,61	1,35	0,005	1	0,25
7	40	0,35	2,61	1,35	0,005	1	0,25
8	40	0,35	3,36	0,57	0,135	1	3,62

Jako nejvhodnější protierozní opatření se nabízelo použití protierozního osevního postupu. Po následném výpočtu se ovšem ukázalo, že jeho aplikace byla dostačující pouze na dvou pozemcích, jedná se odtokové linie č. 1 a č. 8. Na pozemku, kde se nachází odtoková linie č. 2, jsem navrhl vybudování polní cesty s příkopem. Toto protierozní opatření však není dostačující, což ukázal následný

výpočet. Pozemek je dosti svažité a ani vybudování polní cesty by nevyřešilo problém eroze. Pozemek zde musel být z části zatravněn, jinak by přípustná ztráta půdy přesahovala 4 t/ha/rok. Pozemek, na němž se nachází odtoková linie č. 3 a č. 4, musel být zatravněn celý, protože hodnota G zde byla značně překročena i po použití protierozního osevního postupu. Návrh polní cesty s příkopem je vhodný na pozemku, kde nalezneme odtokovou linii č. 5. Polní cesta přeruší délku erozně ohroženého svahu a rozdělí odtokovou linii na dvě části, část 5a a 5b. Následný výpočet vykazuje hodnoty menší, než 4 t/ha/rok. Pozemky, na nichž se nachází odtokové dráhy č. 6 a č. 7, navrhuji zatravnit celé. I zde byla překročena průměrná dlouhodobá ztráta půdy, ačkoliv byl použit protierozní osevní postup.

7. Závěr

Diplomová práce na téma řešení protierozní ochrany na modelovém projektu komplexní pozemkové úpravy je rozdělena na dvě části. První část tvoří literární rešerše, kde je teoreticky rozebrána problematika eroze, druhy eroze, zejména pak eroze vodní, její příčiny a dělení. S vodní erozí úzce souvisejí i protierozní opatření, v podstatě rozeznáváme tři základní druhy protierozních opatření – organizační, agrotechnická a technická. Dále jsou teoreticky popsány pozemkové úpravy, účel, cíle a formy pozemkových úprav. Závěr literární rešerše je věnován řešení eroze v pozemkových úpravách.

Druhá část práce spočívala ve výběru komplexní pozemkové úpravy a řešení eroze na ní. Jako vzorový podklad byla vybrána komplexní pozemková úprava Lhotice u Českých Budějovic. Nejprve byla vypracována charakteristika zájmového území. Sem spadají klimatické poměry oblasti, pedologické poměry, struktura půdního fondu či zemědělská a lesní výroba. V metodice práce byla detailně popsána a rozebrána univerzální Wischmeier – Smithova rovnice, která je stěžejní pro výpočet vodní eroze.

V katastrálním území Lhotice u Českých Budějovic bylo stanoveno celkem 10 odtokových linií a podle Wischmeier – Smithovy rovnice vypočtena průměrná dlouhodobá ztráta půdy (G). Tabulka ukazuje, že hodnota G byla překročena u třech odtokových linií. Tomuto překročení by měl zamezit v projektu navržený protierozní osevní postup, skládající se z jetele, ozimého ječmenu, řepky, ozimé pšenice a jarního ječmenu s podsevem jetele. Z výpočtů je patrné, že aplikace protierozního osevního postupu skutečně snížila hodnotu G pod 4 t/ha/rok. Velmi důležité je ovšem zmínit, že za faktor R byla dosazena hodnota 14,82. Aktuálně se však doporučuje počítat s hodnotou R=40. Lze tedy konstatovat, že projekt komplexní pozemkové úpravy odpovídá roku zpracování (2007).

V závěru praktické části jsem provedl přepočtení univerzální rovnice s aktuálně používanou hodnotou faktoru R. Ukázalo se, že průměrná dlouhodobá ztráta půdy byla překročena u všech odtokových linií. Proto byl nutný návrh vhodných protierozních opatření. Jako nejvhodnější se nabízelo použití protierozního osevního postupu. Ten by ovšem zabránil zvýšené erozi pouze na dvou pozemcích. U některých dalších pozemků byla hodnota G výrazně překročena i po použití protierozního osevního postupu. V tomto případě jsem navrhl zatravnění, někde

částečné, jinde úplné. Odtokovou linii č. 5 jsem navrhl přerušit polní cestou příkopem. Výpočet ukázal, že toto opatření se jeví jako dostatečné a zároveň se cestou lépe zpřístupní krajina.

Pokud je k výpočtu erozního smyvu použita univerzální Wischmeier – Smithova rovnice, je třeba za faktor R dosazovat aktuální hodnotu 40. Eroze bude mnohdy vycházet vyšší, než 4 t/ha/rok. Je ale jistě vhodné investovat do protierozních opatření, neboť eroze je jev, který se stále opakuje.

8. Seznam literatury

- 1) BLANCO, H., LAL, R.: Principles of soil conservation and management. New York: Springer, c2008, xxiv, 617 s. ISBN 978-1-4020-8708-0
- 2) BUZEK, L.: Eroze půdy. Pedagogická fakulta v Ostravě, 1983, 257 s.
- 3) CABLÍK, J., JŮVA, K.: Protierozní ochrana půdy. SZN, Praha, 1963
- 4) DOLEŽAL, P., PAVLÍK, M., STRÍTECKÝ, L., DUMBROVSKÝ, M., MARTÉNEK, J.: Metodický návod k provádění pozemkových úprav. MZ-ÚPÚ, Praha, 2010, 170 s.
- 5) DUMBROVSKÝ, M.: Pozemkové úpravy. Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., Brno, 2004 ISBN 80-214-2668-3
- 6) FOSTER, A. B.: Approved Practices in Soil Conservation. The Interstate Printers and Publishere, Inc., Danville, Illinois, USA, 1973
- 7) HLAVÍNEK, P., ŘÍHA, J.: Jakost vody v povodí. Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 2004 ISBN 80-214-2815-5
- 8) HOLÝ, M.: Eroze a životní prostředí. 1. vyd. Praha: vyd. ČVUT, 1994
- 9) HOLÝ, M.: Protierozní ochrana. SNTL, Praha, 1978
- 10) HRÁDEK, F.: Hydrologické směrnice „Návrhové průtoky pro velmi malá povodí“, 1989
- 11) JANEČEK, M. A KOL.: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Praha, ISV nakladatelství Praha, 2002
- 12) JANEČEK, M. A KOL.: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Praha: VÚMOP, 2007
- 13) JANEČEK, M.: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika ÚVTIZ, 5/1992
- 14) JANEČEK, M.: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika, Praha, Česká zemědělská univerzita, 2012, 108 s.
- 15) JANEČEK, M.: Základy erodologie. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2008 ISBN 978-80-213-1842-7
- 16) JŮVA, K. A KOL.: Pozemkové úpravy. SZN, Praha, 1978, 255 s.
- 17) KAULICH, K.: K významu pozemkových úprav pro katastr nemovitostí. Pozemkové úpravy, 27: 4-5, 1999
- 18) KENDER, J.: Voda v krajině. Consult Praha, 2004 ISBN 80-902132-7-8
- 19) KENT, K.M. aj.: Hydrology Section 4 National Engineering Handbook SCS. Washington D.C., USDA 1971, 350 s.

- 20) KONEČNÁ, J., PRAŽAN J.: Hodnocení ekonomických aspektů protierozní ochrany zemědělské půdy. Certifikovaná metodika. VÚMOP, v.v.i., Brno, 2014
- 21) KREŠL, J.: Hydrologie. Mendelova zemědělská a lesnická fakulta v Brně, 2001 ISBN 80-7157-513-5
- 22) KYSELKA, I., HURNÍKOVÁ, J., ROZMANOVÁ, N.: Koordinace územních plánů a pozemkových úprav. Mze, ÚÚZ, Úpú, Výzkumný ústav meliorací a půdy, v.v.i., 2010
- 23) MC GEE, W.J.: Sheetflood Erosion. In: Bull.Geol.soc.Am., 8:87-112, Washington, 1897
- 24) NĚMEČEK, J.: Pozemkové úpravy. ČVUT v Praze, 1975
- 25) NOVOTNÝ, I. A KOL.: Příručka ochrany proti vodní erozi. VÚMOP, 2014
- 26) PASÁK, V., JANEČEK, M., ŠABATA M.: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika ÚVTIZ. Praha, 1983
- 27) PASÁK, V.: Ochrana půdy před erozí. SZN, Praha, 1984, 160 s.
- 28) PODHRÁZSKÁ, J., DUFKOVÁ, J.: Protierozní ochrana půdy. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2005 ISBN 80-7157-856-8
- 29) RENARD, K., G. A KOL.: Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the revisee USLE. USDA, ARS, Agriculture handbook No 703, 1997, 384 s.
- 30) SEDLÁK, V.: Optimální varianty technického řešení protierozní ochrany pro jednotlivé výrobní oblasti. [Závěrečná zpráva výzkumného úkolu XVI-I-0-329/1:6:3] Brno, 1975
- 31) SCHUMM, A.A.: The Role of Creep and Rainwash on the Retreat of Badland Slopes. In: American Journal of Science, 254:693-706, Chicago, 1956
- 32) SKLENIČKA, P.: Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková, Praha, 2003
- 33) ŠVEHLÍK, R.: Větrná eroze půdy na jižní Moravě. 1. vyd. Uh. Brod: vydáno vlastním nákladem, 1996, 108 s.
- 34) TLAPÁK, V., KRATOCHVÍL, S.: Voda v zemědělské krajině. Vysoká škola zemědělská v Brně, 1982, 152 s.
- 35) TLAPÁK, V., ŠÁLEK, J., LEGÁT, V.: Voda v zemědělské krajině. Zemědělské nakladatelství Brázda ve spolupráci s MŽP ČR, Praha, 1992, 320 s.
- 36) TOMAN, F.: Pozemkové úpravy. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1995 ISBN 80-7157-148-8

- 37) VAN OOST, K., GOVERS, G., DESMET, P.: Evaluating the effects of ganges in landscape structure on soil erosion by water and trage. *Landscape Ecology*, 2000
- 38) WISCHMEIER, W.H., SMITH, D.D.: Predicting Rainfall Erosion Losses – A Guide Book to Conservation Planning. Agr. Handbook No.537, US. Dept. of Agriculture, Washington, 1978
- 39) ZACHAR, D.: Erózia pôdy. SAV, Bratislava, 1970
- 40) Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech

9. Seznam tabulek a obrázků

Tab. 1: Roční průběh teplot a srážek (Atlas podnebí Česka, 2007).....	45
Tab. 2: Hodnoty faktoru K pro jednotlivé HPJ	50
Tab. 3: Hodnoty faktoru délky svahu (L).....	51
Tab. 4: Hodnoty faktoru sklonu svahu (S).....	52
Tab. 5: Základní osevní postup	52
Tab. 6: Protierozní osevní postup	53
Tab. 7: Výpočet hodnoty G - převzato z projektu.....	55
Tab. 8: Výpočet hodnoty G po použití protierozního opatření - převzato z projektu	56
Tab. 9: Výpočet hodnoty G pro faktor R = 40	60
Tab. 10: Výpočet hodnoty G po použití protierozních opatření	60
Obr. 1: Vyznačené odtokové linie - převzato z projektu	54
Obr. 2: Návrh protierozních opatření	59

10. Přílohy

Fotodokumentace pořízena v dubnu roku 2017. Autor Bc. Marek Murčo

Foto č. 1: Pohled na pozemek č. 2 od hlavní komunikace



Foto č. 2: Pohled na pozemek č. 2, směrem od potoka Kyselá voda



Foto č. 3: Polní cesta s příkopem oddělující TTP od orné půdy



Foto č. 4: Pohled z pozemku č. 3 a 4 směrem k obci



Foto č. 5: Svažitost pozemku č. 3 a 4 – pohled od hlavní komunikace



Foto č. 6: Pohled na pozemek č. 5



Foto č. 7: Zamokření na konci odtokové linie č. 5



Foto č. 8: Pohled na pozemek č. 6

