

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4106 – Zemědělská specializace  
Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí  
Katedra: krajinného managementu  
Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Řešení protierozní ochrany na modelovém projektu  
komplexní pozemkové úpravy

Vedoucí práce: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.  
Autor: Bc. Milan Skala

České Budějovice, 2018

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Milan SKALA**  
Osobní číslo: **Z16458**  
Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**  
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**  
Název tématu: **Řešení protierozní ochrany na modelovém projektu komplexní pozemkové úpravy**  
Zadávací katedra: **Katedra krajinného managementu**

### Zásady pro vypracování:

Cílem práce je posoudit a vyhodnotit erozní jevy na modelové pozemkové úpravě.

1. Vybrat katastrální území se řešenou pozemkovou úpravou ve spolupráci s firmou Agropoz.
2. Provést průzkum zájmového území z hlediska pedologického, hydrologického a klimatologického.
3. Provést výpočty erozní ohroženosti pomocí více metod.
4. Posoudit uplatnění navržených protierozních opatření v jiných částech kapitoly Hlavní územní systémy.
5. Provést odhad ekonomické náročnosti navržených opatření.

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Fakulta zemědělská  
Katedra krajinného managementu

V Českých Budějovicích dne 23. března 2017

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah pracovní zprávy: **55 - 65 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  
MAZÍN, V., VÁCHAL, J.: Krajinné plánování a projekce PÚ. Učební texty III. JU ZF KPÚ-internetová učebnice, Č. B., 139 s., 2008  
SKLENIČKA, P. Základy krajinného plánování, Naděžda Skleničková, Praha 2003, ISBN 80-903206-1-9  
TOMAN, F. Pozemkové úpravy, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně 1995, ISBN 80-7157-148-8  
VÁCHAL, J., MAZÍN, V., DUMBROVSKÝ, M. a kol.: Pozemkové úpravy I. a II. České Budějovice. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2006. 147 s.  
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


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

Datum zadání diplomové práce: **23. března 2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2018**

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 1668, 370 05 České Budějovice

  
doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 23. března 2017

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

V Českých Budějovicích dne 20. 4. 2018

.....

## **Poděkování**

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu své diplomové práce doc. Ing. Pavlu Ondrovi, CSc. za odborné vedení, profesionální přístup, cenné rady, připomínky a trpělivost při zpracování práce. Dále bych chtěl poděkovat firmě Geopozem CB s.r.o., a to konkrétně Ing. Zdeňku Mayerovi.

## **Abstrakt**

Tématem této diplomové práce je řešení protierozní ochrany na modelovém projektu komplexní pozemkové úpravy. První část je věnována teorii na téma pozemkové úpravy, eroze, faktory ovlivňující erozi a protierozní opatření. Druhá část je věnována katastrálnímu území Záborná, na kterém je vypočítána dlouhodobá průměrná ztráta půdy na půdních blocích pomocí univerzální rovnice dle Wischmeiera a Smithe a CN křivek. Následně je na katastrálním území navrženo protierozní opatření organizačního, agrotechnického a technického charakteru.

Klíčová slova: Eroze, protierozní opatření, Wischmeier – Smith, CN křivky

## **Abstract**

The topic of this master thesis is the solution of erosion protection on a complex land consolidation model. The first part deals with land consolidation, erosion, factor influencing erosion and erosion protection. The second part focuses on the cadastral of Záborná, where average soil losses on land blocks according to universal Wischmeier and Smith equation and CN curves are calculated. Organizational, agrotechnical and technical character of the erosion protection is suggested for the cadastral.

Key words: Erosion, erosion protection, Wischmeier – Smith, CN curves

## Obsah

1. Úvod.....	9
2. Literární přehled.....	10
2.1. Pozemkové úpravy .....	10
2.1.1. Definice pozemkových úprav .....	10
2.1.2. Předmět a obvod pozemkových úprav .....	12
2.1.3. Formy pozemkových úprav .....	13
2.1.4. Cíle a výsledky pozemkových úprav .....	15
2.2. Eroze.....	16
2.2.1. Vodní eroze .....	19
2.2.2. Větrná eroze .....	22
2.2.3. Ledovcová eroze .....	24
2.2.4. Sněhová eroze .....	24
2.2.5. Zemní eroze.....	25
2.2.6. Antropogenní eroze.....	25
2.3. Faktory ovlivňující erozi .....	25
2.3.1. Klimatické a hydrologické faktory .....	26
2.3.2. Morfologické faktory .....	26
2.3.3. Geologické a půdní faktory.....	27
2.3.4. Vegetační faktory .....	27
2.3.5. Faktory způsobu využívání a obhospodařování půd.....	28
2.4. Protierozní opatření .....	28
2.4.1. Organizační protierozní opatření .....	29
2.4.2. Agrotechnická protierozní opatření .....	31
2.4.3. Technická protierozní opatření .....	33
3. Cíl práce .....	38
4. Metodika .....	39
4.1. Univerzální rovnice ztráty půd (USLE) .....	39
4.2. Metoda CN křivek.....	45
5. Charakteristika zájmového území.....	51
5.1. Popis území .....	51

5.2.	Klimatické poměry .....	51
5.3.	Hydrologické poměry.....	53
5.4.	Geologické a půdní poměry .....	54
6.	Výsledky a diskuze .....	56
6.1.	Výpočet pomocí Univerzální rovnice ztráty půdy .....	57
6.2.	Výpočet pomocí CN křivek.....	64
6.3.	Návrh protierozních opatření .....	70
7.	Závěr .....	77
8.	Zdroje .....	79
9.	Seznam obrázků a tabulek.....	83



## 1. Úvod

Půda je v našich klimatických podmínkách rozrušována především vodou a větrem. Tento proces se nazývá eroze. Eroze je jedním z nejvýznamnějších přirozených činitelů, který vede ke změnám krajiny. Vodní eroze je proces, při kterém dochází k rozrušování povrchu půdy působením vody jako následek intenzivních srážek nebo během rychlého tání sněhu, kdy voda stéká po povrchu a odnáší svrchní vrstvu půdy. V současné době je v ČR zhruba polovina zemědělské půdy ohrožena vodní erozí a desetina větrnou erozí. Za posledních 30 let se degradace půdy vlivem vodní eroze výrazně zrychlila. Hlavním důvodem je nevhodné hospodaření, zejména intenzivní zemědělská činnost. Eroze je nejvýznamnější zdroj zhoršování kvality půdy, který na úrovni EU způsobuje roční škody odhadem za 14 miliard eur. V České republice je úbytkem ornice následkem vodní eroze ohrožena více než polovina zemědělských půd. Vážně je ohroženo 450 tisíc hektarů, tedy více než deset procent zemědělského půdního fondu. Na převážné ploše erozí ohrožených půd není prováděna systematická ochrana, která by omezovala ztráty půdy na stanové přípustné hodnoty, tím méně na úroveň, jenž by bránila dalšímu mocnosti půdního profilu a ovlivňovala kvalitu vod v důsledku pokračujícího procesu eroze.

Cílem diplomové práce je posoudit a vyhodnotit erozní jevy na modelové pozemkové úpravě. Bylo mi zadáno k.ú. Záborná, na kterém budou provedeny průzkumy území z hlediska pedologického, hydrologického a klimatologického. Dále budou provedeny výpočty erozní ohroženosti pomocí více metod a budou navržena protierozních opatření. Součástí práce je také zpracování podrobné rešerše, která se týká témat jako pozemkové úpravy, eroze, faktory ovlivňující erozi a protierozních opatření.

## **2. Literární přehled**

### **2.1. Pozemkové úpravy**

Začátky samotného zemědělství můžeme zaznamenat již v období neolitu, kdy spatřujeme zřetelný zásah do vytváření přírody, ale i zásadní zvrát ve vztahu mezi lidskou společností a přírodou. Zemědělci začínali transformovat přírodu tak, aby měla co nejvyšší vyživovací schopnost. Docházelo k vymýtaní a pálení lesů, aby se utvářela půda co nejlepší pro zemědělskou výrobu. Pozemkové úpravy se stávaly v každé zemi měřítkem hospodářských, politických, ekonomických a právních poměrů a nástrojem praktického uskutečňování zemědělské politiky. (Jonáš, 1990)

Krajina v ČR byla historicky pozměňována působením člověka, na vývoji se podepsalo nejvíce politikaření a hospodářské vlivy. Kvůli velkoplošnému obdělávání půdy došlo k zániku původních liniových prvků, polních cest a krajinných elementů. Neudržované a nerespektované vlastnické vztahy k pozemkům způsobily, že dosud evidované parcely v katastru nemovitostí neodpovídají skutečnému stavu v terénu. Došlo k narušení ekologické stability, devastaci ZPF vodní a větrnou erozí, snížení biodiverzity a narušení krajinného rázu. Velké plochy pozemků znemožňují dalším majitelům přístupy k jejich pozemkům. Řada majitelů stále nemá určená práva ke svým pozemkům, a tedy nemohou s nimi náležitě disponovat. Více než 75 % obhospodařované půdy se pronajímá od soukromých vlastníků. Bez vyřešení těchto vlastnických vztahů nelze v území plnohodnotně realizovat ekologická, půdoochranná a krajínovorná opatření. Jediná cesta k nápravě těchto škod jsou pozemkové úpravy. (Váchal, 2011)

Po roce 1989 v ČR vzniká vysoká společenská potřeba pozemkových úprav, privatizace oboru, nová agrární politika a spolupráce s resortem životního prostředí. (Němec, 2006)

#### **2.1.1. Definice pozemkových úprav**

Základní podmínkou úspěšně provozovaného zemědělství je správné využívání zemědělského půdního fondu z hlediska rozmístění kultur a vhodného uspořádání pozemků po stránce organizace výroby a zúrodnování půdy při současné ochraně zemědělsky využívané krajiny a zlepšování životního prostředí venkova. Prostředkem dosažení tohoto cíle jsou pozemkové úpravy. (Jůva, 1978)

Pojem pozemkové úpravy je nejlépe objasněn v zákoně č. 139/2002 Sb., ve kterém je uvedeno, že 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 původní pozemky zanikají a zároveň se vytvářejí pozemky nové, k nimž se řeší jejich vlastnická práva a na nich závislá věcná břemena. Současně se jimi zlepšují podmínky pro kvalitní životní styl ve venkovských oblastech včetně napomáhání diverzifikace hospodářské činnosti a zlepšování konkurenceschopnosti zemědělství, zlepšování ŽP, ochranu a zúrodnění půdního fondu, vodní hospodářství zejména v oblasti snižování nepříznivých účinků povodní a řešení odtokových poměrů v krajině a zvýšení ekologické stability krajiny. Výsledky pozemkových úprav slouží pro obnovu katastrálního operátu a jako neopomenutelný podklad pro územní plánování. (Zákon č.139/2002 Sb.)

Pozemkové úpravy řeší komplexně celé území a ve veřejném zájmu se jimi prostorově a funkčně uspořádávají pozemky, scelují nebo se dělí a zabezpečuje se jejich přístupnost využití. Vyrovnávají se hranice a vytvoří se podmínky pro racionální využití půdy. V té samé době jsou řešena vlastnická práva k pozemkům a sním související věcná břemena. Současně zajišťujeme podmínky pro zlepšení životního prostředí, ochranu a zúrodnění půdního fondu a vodního hospodářství. Toto konání vyžaduje nezbytné zapojení obcí a místních iniciativ do procesu pozemkových úprav. (Damohorský, Smolek, 2001)

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

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 krajině. (Toman, 1995)

V neposlední řadě jsou pozemkové úpravy cestou, jak zkvalitnit vztahy, které zatím nejsou ve stávajících datech katastru nemovitostí. Poté se stávají odrazovým můstkem pro všechny další rozvoj obce, vlastníků a zemědělců. Je usnadněn rozvoj trhu

s nemovitostmi, pronájem pozemků, vykupování pro rozsáhlé dopravní a jiné investiční akce. Obnovená evidence pozemků je podkladem pro budování nejrůznějších informačních systémů pro obce, pro úřady státní správy (finanční úřad, katastrální úřad, ochrana ZPF, životní prostředí a další) i pro subjekty v podnikatelské sféře. Obce a zemědělci mohou žádat o dotace z fondů Evropské unie i z národních zdrojů. (Vlasák, Bartošková, 2007)

Tab. č. 1 – počet pozemkových úprav a jejich výměra (ha)

<b>Kraj</b>	<b>Počet</b>	<b>Výměra (ha)</b>
Jihočeský	173	67 602,48
Jihomoravský	156	99 303,31
Karlovarský	47	14 022,39
Královehradecký	90	35 565,94
Liberecký	19	5 945,85
Moravskoslezský	20	14 821,19
Olomoucký	78	36 580,90
Pardubický	74	36 082,42
Plzeňský	121	42 116,35
Středočeský	179	71 842,91
Ústecký	49	20 312,51
Vysočina	103	46 210,90
Zlínský	33	15 338,60
<b>Celkem</b>	<b>1142</b>	<b>505 744,87</b>

(Váchal, 2011)

### **2.1.2. Předmět a obvod pozemkových úprav**

Podle §3 odst. 1 zákona č. 139/2002 jsou předmětem pozemkových úprav všechny pozemky v obvodu pozemkových úprav (odstavec 2) bez ohledu na dosavadní způsob využívání a existující vlastnické a užívací vztahy k nim.

Obvod pozemkových úprav je území dotčené pozemkovými úpravami, které je tvořeno jedním nebo více celky v jednom katastrálním území. Bude-li to pro obnovu katastrálního operátu třeba, lze do obvodu pozemkových úprav zahrnout i pozemky, které nevyžadují řešení ve smyslu ustanovení § 2, ale je u nich třeba obnovit soubor

geodetických informací. Je-li to k dosažení cílů pozemkových úprav vhodné, lze do obvodu pozemkových úprav zahrnout rovněž pozemky v navazující části sousedícího katastrálního území. Jde-li o katastrální území v obvodu působnosti jiného pozemkového úřadu, než který zahájil řízení o pozemkových úpravách, zahrne pozemkový úřad, který řízení zahájil, předmětné pozemky do obvodu pozemkových úprav po dohodě s pozemkovým úřadem, v jehož obvodu působnosti se příslušné pozemky nacházejí. O takových pozemcích rozhoduje pozemkový úřad, který řízení zahájil. (Zákon 139/2002 Sb.)

Rozdělení pozemků má vazbu na rozhodování v procesu pozemkových úprav, na oceňování pozemků, omezení s jejich nakládáním apod. Ve smyslu zákona č. 139/2002 Sb. dělíme pozemky do tří kategorií.

- Pozemky v ObPÚ řešené dle §2
- Pozemky v ObPÚ neřešené §2
- Pozemky mimo ObPÚ (Doležal et al., 2010)

### **2.1.3. Formy pozemkových úprav**

V současné době se provádějí dvě formy pozemkových úprav

- Jednoduchá pozemková úprava (JPÚ)
- Komplexní pozemková úprava (KoPÚ)

Z nichž hlavním způsobem provádění pozemkových úprav je forma komplexní pozemkové úpravy. (Vlasák, Bartošová, 2007)

Účelem komplexních pozemkových úprav je vedle racionalizace pozemkové držby scelením a vnesením pořádku do majetkoprávních vztahů též uplatnění celospolečenských zájmů v krajině při návrhu společných zařízení komplexních pozemkových úprav. Splnění tohoto úkolu je podmíněno stanovením cílů pro jednotlivé oblasti celospolečenských zájmů na základě dlouhodobých koncepcí. (Prudký, 2001)

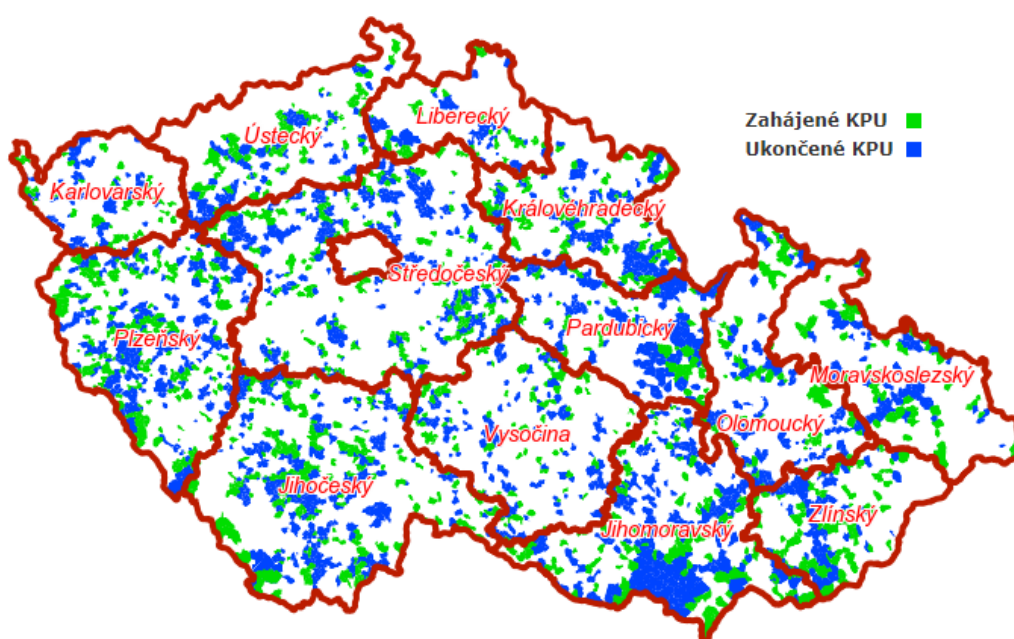
Komplexní pozemková úprava, oproti jednoduché pozemkové úpravě, kromě řešení vlastnických práv k jednotlivým pozemkům komplexně postihuje další aspekty, které s sebou změny půdní držby přinášejí, jako např. návrh protierozních opatření, návrh cestní sítě, opatření k ochraně přírody a zvýšení ekologické 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)

Výsledkem komplexní pozemkové úpravy je obnovený digitalizovaný katastr nemovitostí s optimalizovaným uspořádáním půdní držby a jasně definovanými právy k jednotlivým pozemkům, schválený plán společných zařízení zahrnující veškerá nezbytná opatření a v neposlední řadě slouží výsledky jako nezbytný podklad pro územní plánování a pro veškeré rozvojové programy v území. (MZe, 2011)

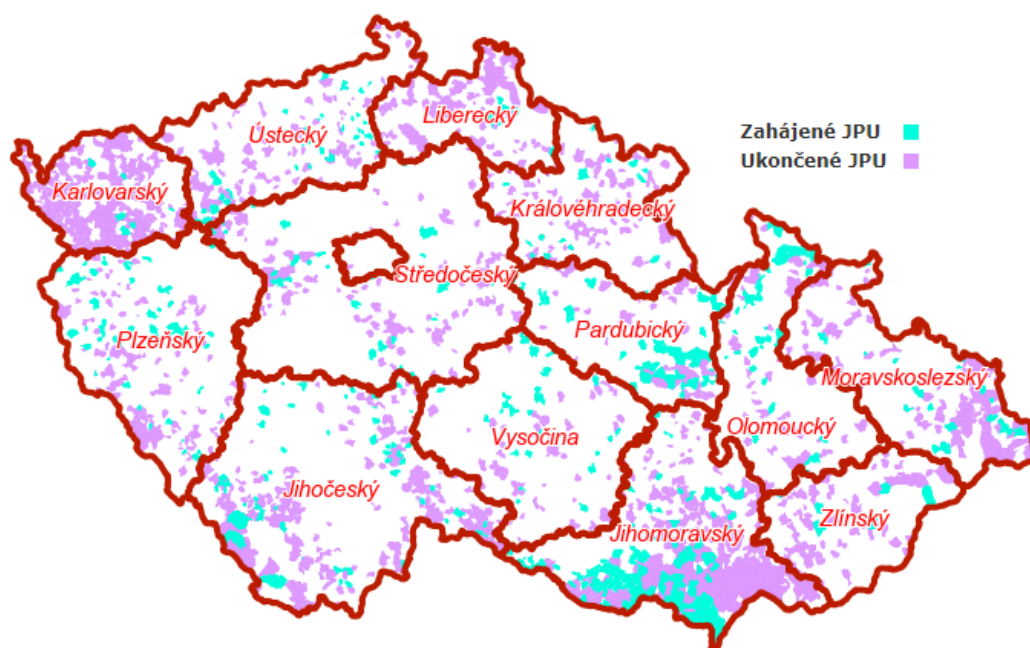
Jednoduché pozemkové úpravy slouží jako prostředek, kterým se dají vyřešit pouze některé hospodářské potřeby (například urychlené scelení pozemků, zpřístupnění pozemků) nebo ekologické potřeby v krajině (například lokální protierozní nebo protipovodňové opatření) nebo když se pozemkové úpravy mají týkat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

Obr. č. 1 – zahájené a ukončené KoPÚ



Zdroj: eagri.cz, 2017

Obr. č. 2 – zahájené a ukončené JPÚ



Zdroj: eagri.cz, 2017

#### 2.1.4. Cíle a výsledky pozemkových úprav

Cílem a posláním pozemkových úprav je obnovit osobní vztah lidí k půdě a krajině a místu, ve kterém žijí a o něž se starají, lépe zhodnotit současné finanční prostředky a mobilizovat lidské zdroje, využít podpory dotace na rozvoj venkova a ochranu půdy, nastavit změnu vnímání pozemkových úprav směrem k zohlednění venkova jako sociálního prostoru a kulturního dědictví. (Váchal, 2011)

Dva hlavní cíle pozemkových úprav:

1) Vytvoření územních předpokladů pro zpřístupnění půdních bloků, racionální využívání a ochranu zemědělského půdního fondu. To vše cestou úpravy (směny) vlastnických vztahů k jednotlivým pozemkům. Pokud se tedy na tomto místě hovoří o scelování pozemků, nemyslí se tím další vytváření rozsáhlých bloků, ale scelování ve smyslu vlastnickém, kdy např. vlastník na počátku disponuje několika pozemky rozptýlenými po celém katastru, z nichž některé navíc nejsou přístupné, zatímco po provedení pozemkové úpravy jsou mu tyto pozemky v adekvátní výměře, kvalitě (bonitě) a lokalitě vydány v jednom či několika dobře přístupných pozemcích. (Sklenička, 2003)

2) Obnova krajiny a ochrana přírodních zdrojů. Pozemkové úpravy nejen že vlastnicky rozpracovávají opatření k ochraně přírody a krajiny daná jinými formami krajinného plánování (např. územní plán, revitalizace, ÚSES...), ale především disponuje nástroji, díky kterým mohou navrhnout, případně dotvářet ucelený polyfunkční krajinný systém. Pozemkové úpravy tak stanovují definitivní podobu krajínotvorných opatření. (Sklenička, 2003)

Výsledkem pozemkových úprav je:

- obnovený digitalizovaný katastr nemovitostí s optimalizovaným uspořádáním půdní držby a jasně definovanými právy k jednotlivým pozemkům
- schválený plán společných zařízení zahrnující opatření sloužící ke zpřístupnění pozemků, k protierozní ochraně, vodohospodářská opatření a opatření k ochraně a tvorbě životního prostředí
- nezbytný podklad pro územní plánování a veškeré rozvojové programy území (MZe, 2011)

## **2.2. Eroze**

Půda je přírodním zdrojem nanejvýš cenným a nenahraditelným. Je stanovištěm našich sídlišť a výrobních pracovišť, umožňuje život suchozemských rostlinných a živočišných společenstev a jako základní výrobní prostředek v zemědělství a lesnictví zajišťuje naši výživu a produkci důležité dřevní suroviny. Je proto nutno ji chránit před jakýmkoliv poškozováním a trvale pečovat o její trvale nejlepší stav v jakosti a úrodnosti. (Jůva a kol., 1977)

Slovo „eroze“ je latinského původu a je odvozené od slova „erodere“ – rozhlodávat. V nejširším smyslu slova pojmem „eroze“ rozumíme rozrušování litosféry, resp. pedosféry pohybující se hmotou erogenního původu. V současné době se eroze definuje jako komplexní proces, zahrnující rozrušování půdního povrchu, transport a sedimentaci uvolněných půdních částic působením vody, větru, ledu a jiných tzv. erozních činitelů. (Janeček a kol., 2005)

V zemědělské výrobě znamená eroze nenávratný proces ztráty půdy, přímé poškozování pěstovaných plodin nebo negativní změny vlastností půdy z hlediska chemického, fyzikálního a biologického. Výsledkem je poté snižování úrodnosti půdy. (Strauss a kol., 2001)



Erozní procesy, probíhající v nenarušených přírodních podmínkách velmi pozvolna bez škodlivých důsledků, se v zemědělsky využívané krajině mnohonásobně zrychlují. Se zvyšováním ekonomické aktivity člověka v krajině narostlo potenciální nebezpečí poškození, popřípadě až degradace, jednotlivých složek přírodního prostředí. (Pasák, 1984)

Ornou půdu nelze rozšiřovat, jedná se o základní výrobní prostředek zemědělství, a proto je nutné počítat s jejím neustálým úbytkem. Abychom uspokojili potřeby obyvatelstva na výživu, je třeba intenzifikace našeho zemědělství trvalým zvyšováním úrodnosti půdy a její ochrany. (Pasák, 1974)

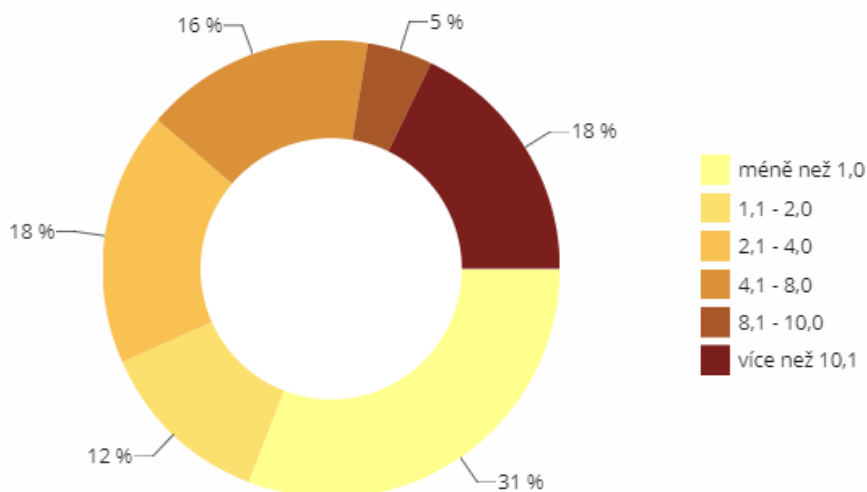
Eroze se v naší republice projevila výrazně zejména v posledních padesáti letech minulého století, kdy se při velkoplošném hospodaření v zemědělské krajině nedodržovaly základní principy a zásady protierozní ochrany půdy, neboť převládala honba za vysokými výnosy. (Švehlík, 2005)

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 km<sup>2</sup> všech půd je přes 9 milionů km<sup>2</sup> ohrožených vodní erozí ve stupni plošné eroze, z toho necelé 2 milionů km<sup>2</sup> 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 zintenzívněl. 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. (Sklenička, 2003)

Zrychlená eroze se objeví, když člověk narušuje půdu nebo přírodní vegetaci pastvou dobytka, kácením lesů pro zemědělské účely, orbou svahů nebo narušuje zemi za účelem konstrukce silnic a staveb. Zrychlená eroze je často 10krát až 1000krát ničivější než eroze geologická (přirozená), zvláště v kopcovitých územích v oblastech s vysokými srážkami. Hodnota větrné a vodní eroze na zemědělské půdě v Africe, Asii a Jižní Americe je uváděna v průměru asi od 30 do 40 t/ha za rok. Ve Spojených státech je průměrný erozní poměr na orné půdě asi 12 t/ha – 7 t vodní eroze a 5 t větrná. Hodnoty eroze na některých obdělávaných půdách jsou desetkrát vyšší. Pro srovnání

se eroze v nenarušených humidních oblastech luk a lesů pohybuje na hodnotě pod 0,1 t/ha. (Brady, Weil, 2002)

Obr. č. 3 – dlouhodobá průměrná ztráta půd v ČR (t/ha)



Zdroj: vumop.cz, 2017

### Druhy půdní eroze

Podle činitele, který způsobuje vznik a působí na průběh erozních procesů, rozeznáváme (Holý, 1978):

- erozi vodní
- erozi větrnou
- erozi ledovcová
- erozi sněhová
- erozi zemní
- erozi antropogenní

Holý (1994) uvádí, že uvedené druhy eroze se mohou vyskytovat jednotlivě nebo v kombinaci, což způsobuje různou intenzitu erozních procesů. Na mezinárodní úrovni působí národnímu hospodářství největší škody vodní a větrná eroze; zvětšují se nepříznivé důsledky antropogenní eroze.

### 2.2.1. Vodní eroze

Vodní eroze lze charakterizovat jako proces, při kterém působením energie vody dochází k rozrušování povrchu půdy. V první fázi dopadající vodní kapky rozrušují povrch nechráněné půdy a rozplavují půdní agregáty. Vzniká tak povrchová vrstvička půdy, která omezuje vsakování vody, takže voda začne brzo stékat po povrchu. Začíná odnos materiálu spojený s dalším rozrušováním proudící vodou. (Brtnický, 2012)

Vodní erozi ovlivňují přírodní podmínky, především intenzita srážek, sklony svahů, erozní náchylnost půd a vegetační pokryv. Ve srovnání se světem má naše přírodní krajina poměrně nízký erozní potenciál. Nemáme příkré velehorské svahy, ani tropické přívalové srážky, a navíc přirozená lesní vegetace původní krajiny poskytovala před nadměrnou erozí značnou ochranu. Převládající zemědělský ráz krajiny s často vysokým podílem orné půdy, nevhodné způsoby lesního hospodaření a nové antropogenní tvary však zvýšili erozní náchylnost naší krajiny. Přirozená míra odnosu pevných i rozpuštěných látek je v dnešních podmínkách značně překračována a stala se nebezpečným procesem. (Blažek a kol., 2006)

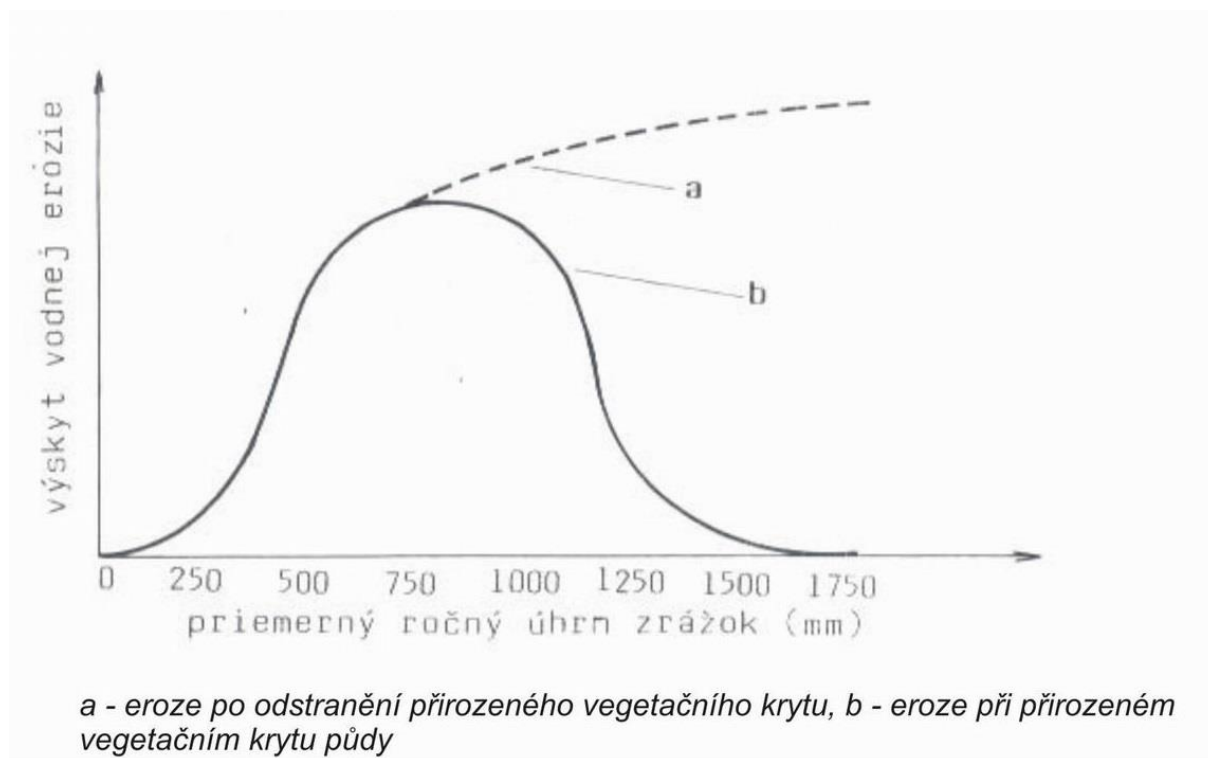
Vodní eroze ohrožuje více než 50 % výměry orné půdy v rámci ČR. Na převážné ploše erozí ohrožených půd však není prováděna žádná systematická ochrana zabraňující dalším ztrátám. (Novotný a kol., 2017)

Vodní eroze ochuzuje zemědělské půdy o jejich nejurodnější podíl, zhoršuje fyzikální vlastnosti půd. Eroze dále zmenšuje mocnost půdního profilu, zvyšuje šterkovitost, snižuje obsah živin a humusu, způsobuje ztráty osiva a sadby a znesnadňuje pohyb strojů po pozemcích rozrušených erozními rýhami. V důsledku snížení počáteční akumulace a infiltrace srážkové vody se zvyšuje povrchový odtok, který následně ohrožuje níže ležící území (pozemky, budovy, komunikace). Chemické látky, jež jsou vázány na sedimenty, zhoršují jakost povrchových vod. Zanedbání protierozní ochrany má proto za následek, vedle nevratné degradace půdního fondu a ostatních škod (zejména v intravilánech obcí), také zvýšené náklady ve vodním hospodářství, spojené s odtěžováním nánosů a úpravou vody. (Soukup, 2006)

V oblastech s malým množstvím srážek dochází obvykle k malému povrchovému odtoku, neboť srážková voda infiltruje do půdy a je spotřebována vegetací. Větší množství srážek, obvykle více než 1 000 mm za rok, vede k vytvoření husté vegetace, jež brání rozvinutí erozních procesů. Z toho důvodu usuzují někteří autoři,

že k největšímu rozšíření vodní eroze dochází v oblastech se středními hodnotami ročních srážek, v nichž je porušen přirozený kryt půdního povrchu, a v oblastech s velkým množstvím srážek, v nichž došlo k odstranění přirozeného lesního porostu. (Holý, 1978)

Obr. č.4 - závislost výskytu vodní eroze na středním úhrnu podle Hudsona



Zdroj: Holý, 1978

Povrchovou erozi Holý (1994) dělí dle účinku vody na půdní povrch do těchto kategorií:

- plošná
- výmolová
- proudová

Plošná eroze se projevuje rozrušováním a rovnoměrným smyvem půdních částic po celé ploše, tím dochází k plošnému odtoku a postupnému snižování mocnosti půdy. Tato forma eroze má silné selektivní působení, kdy vyplavuje především jemnozrnné frakce půdy, což se projevuje změnou textury půdy a obsahu živin v půdě, zhoršují se chemické a fyzikální vlastnosti půdy, což přímo souvisí např. i s retenční schopností a pufrací kapacitou půd, stejně jako s jejími fyzikálními vlastnostmi, snížení

úrodnosti a v konečné fázi, snížením obsahu humusu jako složky podílející se významně na tvorbě půdní struktury, i snížením rezistence vůči vodní a větrné erozi. Jemnozrnné frakce půdy se pak usazují v dolní části svahu, lehčí, zpravidla organické částice jsou většinou nesený až do vodoteče. Plošná eroze na povrchu půdy nezanechává viditelné stopy, lze ji však zjistit z jemného materiálu akumulovaného v dolních částech svahu např. půdním vpichem nebo kopanou sondou, dále pak nestejným vývojem vegetace projevujícím se rozdílným růstem, rozdílnou barvou a kvalitou v částech svahu, v nichž došlo ke smyvu jemných půdních částic a živin a v dolní části svahu, v níž došlo k akumulaci smytého materiálu. (Novotný a kol., 2017)

Výmolová eroze spočívá v postupném soustředění plošného odtoku a následnému prohlubování mělkých zářezů. Vzniká především v členitém terénu a na 20 dlouhých svazích. Podle intenzity se dále dělí na erozi rýžkovou a brázdovou, rýhovou, výmolnou a stržovou. Eroze rýžková a brázdová vzniká plynulým přechodem z plošné eroze soustředěním odtoku do úzkých zářezů. Vznikající hustá síť drobných úzkých rýžek se označuje jako eroze rýžková (rýžky jsou široké a hluboké cca 2-10 cm). Pokud se odtok soustřeďuje do mělkých širších zářezů s menší hustotou výskytu, pak hovoříme o erozi brázdové, která postihuje velké plochy a někdy je možné ji označovat za nejvyšší stupeň eroze plošné. V erozi rýhové se dále více soustřeďuje povrchově stékající voda do hlubších a širších rýh (rýhy se spojují a prohlubují, jsou široké a hluboké 10-30 cm). Pro vyhodnocování rýhové eroze je doporučeno hodnotit hustotu erozních rýh v km/km<sup>2</sup>. Dalším možným ukazatelem současné aktivity erozních rýh je např. rychlostní růst rýh. Výmolná eroze je dalším stupněm rýhové eroze, vznikají výmoly (často s kaskádovitými stupni), které jsou hluboké a široké více jak 30 cm. Eroze výmolná vzniká v místech soutoku přívalových vod v údolnicích, úžlabinách, příkopech, cestách, a je podmíněna typem terénu a dostatečnou plochou sběrného území, zejména pak půdními vlastnostmi. Stržová eroze je nejvyšším stádiem výmolové eroze, které devastují celé území. Šířka a hloubka strží je v řádu větším než jeden metr a strže pak mohou dosahovat délky větší než 1 km. (Brtnický, 2012)

Proudová eroze se projevuje v nížinných tocích, kde se projevuje prohlubováním řečišť, podemíláním břehů a svahovými sesuvy. Je účinná zejména za průtoku velkých vod a v úsecích s větším podélným sklonem a prudším proudem. 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, prohlubující podélné osy toku, břehová eroze je formou eroze, probíhající směrem kolmo na osu toku. Nejvýrazněji se projevuje proudová eroze v bystřinách, jež nesou obvykle velké množství splavenin. Posledním druhem proudové eroze je eroze způsobená vlnobitím, především na břehy velkých rybníků, vodních nádrží, jezer apod. (Holý, 1978)

Tab. č. 2 – specifikace jednotlivých forem projevů vodní eroze.

<b>forma eroze</b>	<b>sub forma eroze</b>	<b>specifikace formy</b>	<b>Vhodná skupina nápravných opatření</b>
plošná	-	rovnoměrný smyv půdních částic po celé ploše, vyplavovány jsou především jemnozrnné frakce půdy nebo ztráta celé orniční vrstvy na celém povrchu nebo v pruzích	organizační a agrotechnické opatření
výmolná	rýžková	hustá síť drobných úzkých rýžek širokých a hlubokých 2-10 cm	organizační, agrotechnická i technická opatření
	brázdová	mělké širší zářezy s menší hustotou výskytu	organizační, agrotechnická i technická opatření
	rýhová	rýhy široké a hluboké 10-30 cm	technické opatření v kombinaci s organizačními a agrotechnickými
	výmolná	výmoly (často s kaskádovitými stupni) hluboké a široké 30-100 cm v místech koncentrace a soutoku přívalových vod v úžlabinách, údolnicích, cestách, příkopech	asanace výmolu: stabilizace dráhy soustředěného odtoku, v kombinaci s organizačními a agrotechnickými opatřeními
	stržová	strže hluboké a široké více než 1 m, s délkou často větší než 1 km	asanace strže: stabilizace dráhy soustředěného odtoku, v kombinaci s organizačními a agrotechnickými opatřeními

Zdroj: Novotný a kol., 2017

### 2.2.2. Větrná eroze

Větrná eroze je přírodní jev, při kterém vítr působí na povrch půdy svou mechanickou silou, rozrušuje půdní agregáty a uvolňuje půdní částice, které uvádí do pohybu

a přenáší na různou vzdálenost. Po snížení rychlosti větru se částice ukládají zpět na zemský povrch. Pohyb půdních částic může být od formy aerosolu nejjemnějších částic v atmosféře (prašné bouře), přes pohyb půdních částic skokem, při němž je přemísťováno největší množství půdy, až po sunutí částic půdy po povrchu půdy. Důležitým faktorem ovlivňujícím průběh větrné eroze je stav a povaha půdy a odpor půdních částic. Ten je dán, kromě velikosti a tvaru částic, především strukturou a vlhkostí půdy, drsností půdního povrchu a rostlinným krytem, který sehrává rozhodující roli při ochraně půdního povrchu před dynamickými účinky větru. (Novotný a kol., 2017)

Sklenička (2003) zdůvodňuje příčinu odlišnosti větrné a vodní eroze tím, že větrná eroze působí plošně a jen v ojedinělých případech 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. Obecně platí, že nejvíce ohrožené větrnou erozí jsou půdy lehké (písčité až hlinitopísčité), naopak nejméně ohrožené jsou půdy těžké (jílovité půdy a jíly).

Proces větrné eroze lze rozdělit na tři fáze: uvedení půdních částic do pohybu, transport půdních částic, ukládání půdních částic. K prvním dvěma fázím dochází působením turbulentního proudu přízemního větru s energií, jež je schopna překonat gravitační síly půdních částic, třetí fáze nastává při poklesu energie větru pod uvedenou mez. (Holý, 1994)

Větrná eroze se může vyskytovat během celého roku, neškodlivější však bývá na jaře, které následuje po sněhem chudé, suché zimě. Z holých nebo vegetací málo pokrytých polí strhuje silný vítr vyschlou ornici, jemný písek i hnojiva, přenáší je do značné vzdálenosti a ukládá v závětrí na sousedních polích, v územních propadlinách, v příkopech a podobně. Půda bývá odvívána zvláště silně na stepních, původně zatrávněných územích, jež byla později zorána a přeměněna na pole. (Cáblík, Jůva, 1963)

Při prašných bouřích dochází k odnosu jemných frakcí z oblastí bez vegetace, čímž dochází k pasivnímu hromadění skeletu. Při silných bouřích může však dojít i k odnosu hrubší písčité frakce, jež v místech akumulace poškozuje zemědělské kultury.

Příkladem jsou odnosy písku z australských pouští, který je zanášen do vzdálenosti přes 4000 km až na Nový Zéland. (Buzek, 1983)

Větrná eroze se liší od vodní eroze především tím, že působí plošně a jen ve velmi ojedinělých případech v pruzích ve směru proudění. Podle toho, zda dochází k deflaci půdních částic větrem, nebo k obrušování pevných horninových útvarů unášenými ostrými půdními zrny, rozlišujeme tedy dvě formy větrné eroze – deflace a koraze. (Holý, 1978)

1) Deflace – jedná se o odnos uvolněných půdních částic silami větru; jejím výsledkem je přemístování půdní hmoty na různé vzdálenosti a vznik písečných přesypů, nejčastěji na mořských pobřežích a ve vnitrozemských pouštích. (Holý, 1978)

2) Koraze – jde o obrušování hornin půdními částicemi podléhajícími deflaci. Intenzita koraze je dána jak odolností materiálu, druhem a tvarem částic neseným větrem, tak také rychlostí větru. Nejvíce podléhají korazi lehce opracovatelné horniny, např. pískovec. (Holý, 1994)

### **2.2.3. Ledovcová eroze**

Ledovcovou erozi způsobují ledovce pohybující se působením tíže do údolí. Při pohybu vynakládá ledovec převážnou část energie na erodování skalního podloží. Ledovec s sebou strhává a unáší do nižších poloh velké množství horninových zvětralin, jež po uložení vytvářejí morény. Ledovcová eroze se omezuje na velehorské polohy (Alpy, Kavkaz, ...) a v podmínkách ČR se v současné době nevyskytuje. (Holý, 1994)

Celkové činnosti ledovců, která závisí na spádu terénu a rychlosti ledovcového pohybu, na klimatu, tloušťce ledovce i váze jeho celkové hmoty, napomáhá také mráz, který fyzikálně rozrušuje skály na ledovcovém okraji, kde teplota často kolísá kolem bodu mrazu. Touto tzv. tříštivou erozí vznikají v ledovcovém podkladu vždy nové nerovnosti a vyvýšeniny, jež jsou při silnějším pohybu ledovce opět postiženy a zbroušeny. Takto postup ledovcové eroze působí do hloubky. (Cáblík, Jůva, 1963)

### **2.2.4. Sněhová eroze**

Sněhová eroze vzniká při pohybu velkých sněhových hmot směrem do údolí. Je možno ji pozorovat při výskytu lavin, kdy společně při pohybu sněhu dochází i k erodování



hornin a jejich transportu. U nás je možno tento jev pozorovat v pohořích, kde se laviny vyskytují např. v Krkonoších. (Holý, 1994)

Sněhová eroze může být také vyvolána i pomalým pohybem vrstvy sněhu po neumrzlém půdním povrchu při jarním tání. (Holý, 1978)

#### **2.2.5. Zemní eroze**

Holý (1994) popisuje příčiny vzniku zemní eroze jako pohyb suťových proudů, které jsou dostatečně prosyceny vodou, dochází k tvorbě hlubokých rýh a odnosu značného množství půdy do údolí. Dochází tak k degradaci nejen půdy, ale také jejího podloží.

Zemní erozi nazýváme dle Zachara erozní činnost suťových proudů, která při svém pohybu do údolí rozrušují suťové proudy půdu i její podklad a vytvářejí hluboké rýhy. Materiál suťových proudů ohrožuje údolní polohy, komunikace i technické stavby. Známé jsou suťové proudy v Alpách zvané mury. (Zachar, 1970)

#### **2.2.6. Antropogenní eroze**

Antropogenní erozi je označována eroze, která je vyvolána činností člověka. Projevuje se ničením přirozeného vegetačního krytu půdy a jeho nahrazení vegetací s nízkým ochranným účinkem, zhoršením fyzikálních, chemických i biologických vlastností půdy, soustředěním povrchového odtoku různými úpravami území, znečištěním půdy odpady atd., přímý vliv se projevuje zejména realizací technických staveb a urbanizací. Mezi nejvýznačnější druhy antropogenní eroze patří eroze vyvolaná intenzifikací zemědělské výroby, výstavbou komunikací a urbanizací. (Holý, 1978)

### **2.3. Faktory ovlivňující erozi**

Podle Janečka (2008) je vznik, průběh a intenzita erozního procesu ovlivněn kombinovaným působením řady přírodních a člověkem ovlivněných podmínek. Tyto tzv. faktory eroze lze rozdělit na:

- Klimatické a hydrologické
- Morfologické
- Geologické a půdní
- Vegetační

- Způsob využívání a obhospodařování půd

### **2.3.1. Klimatické a hydrologické faktory**

Tento faktor je charakterizován zeměpisnou polohou, nadmořskou výškou, teplotou ovzduší, srážkami, výparem, vlhkostí vzduchu, směrem a silou větrů a povrchovým odtokem. Z hlediska protierozních opatření se bere v úvahu především výskyt, rozdělení a intenzita srážek a utváření a průběh povrchového odtoku. Za nejdůležitější činitel způsobující vodní erozi lze jednoznačně určit srážky, z nichž mají největší erozní dopad především srážky přívalové, jejichž erozní účinek, způsobený povrchovým odtokem o značné intenzitě, je zesílen účinky kinetické energie dešťových kapek na půdní povrch, na němž tyto srážky rozbíjejí půdní agregáty a připravují stékající vodě materiál k odnosu. Přívalové srážky jsou charakterizovány značnou intenzitou, krátkou dobou trvání, omezeným plošným rozsahem a ve středoevropských podmínkách převážným výskytem v horkém letním období. (Holý, 1978)

### **2.3.2. Morfologické faktory**

Konfigurace terénu, zvláště jeho sklonové poměry a stupeň rozčlenění, jeho expozice, tvar a délka svahů ovlivňují charakter a intenzitu erozních procesů. Ke geomorfologickým faktorům počítáme i nadmořskou výšku, která kromě jiných predisponuje charakter zvětrávání a také odnosového činitele. Soubor těchto geomorfologických vlivů působí přímo (např. sklon svahu ovlivňuje rychlost odtékající vody, a tím její energii) nebo nepřímo (např. sklon svahu ovlivňuje vlhkostní poměry v půdě, a tím soudržnost půdních částic). (Buzek, 1983)

Stejně jako roste intenzita eroze se zvětšujícím se sklonem, roste i s větší délkou svahu. Vzájemné působení délky a sklonu svahu vedlo při návrzích protierozních úprav k určení maximální přípustné délky svahu, což je hranice, kdy se opět mění plošný odtok v soustředěný. (Cáblík, Jůva, 1963)

Expozice svahu neboli orientace vůči světovým stranám má též nezanedbatelný vliv na velikost eroze. Sluneční expozice na jižních a západních svazích je příčinou rychlého tání sněhu při změnách denních a nočních teplot. Důsledkem je větší povrchový odtok ze sněhových vod, vymrzání vegetace a intenzivnější rozrušování půdního substrátu. Odtok sněhových vod je značný zejména ze závětrných svahů,

na nichž se v průběhu zimního období nahromadí vysoká vrstva sněhu. Půda osluněných svahů rychleji vysychá a dochází v ní k rychlejšímu rozkladu organických látek, což zmenšuje její soudržnost a zvětšuje nebezpečí vodní a větrné eroze. (Holý, 1978)

### **2.3.3. Geologické a půdní faktory**

Geologické a půdní faktory jsou povaha horninového substrátu, půdní druh a typ a textura a struktura půdy, její vlhkost a zvrstvení, obsah humusu. (Janeček, 2008)

Geologické poměry území a vlastnosti půdy mají vliv na odolnost půdy vůči erozi a tím intenzitu erozních procesů. Působení geologických poměrů na vznik a průběh eroze se uplatňuje přímo, a to odolností obnaženého geologického podkladu vystaveného styku s tekoucí vodou a ovzduším, a nepřímo působením na povahu půdního substrátu, jehož vlastnosti jsou dány druhem geologického podkladu. (Holý, 1978)

při zjišťování vlivu půdního druhu na vodní erozi je nutné vyšetřit celý půdní profil, u mělkého půdního profilu jsou rozhodující vlastnosti podloží. Při posuzování vlivu textury jsou jednoznačně nejméně erozně náchylné skeletovité půdy, které obsahují malé procento koloidní frakce a vyznačují se velkou propustností. (Holý, 1978)

Intenzita vodní eroze závisí i od vlhkosti půdy, která ovlivňuje např. infiltrační schopnost a soudržnost půdy. Čím je půda vlhčí, tím menší má infiltrační schopnost a naopak. Jestliže celkové vlastnosti půdy souvisí i s půdním typem, je možno sestavit přibližné pořadí půdních typů podle jejich odolnosti proti vodní erozi. Z hlavních půdních typů odolává erozi za stejných ostatních podmínek nejlépe černozem, méně hnědozem a nejméně podzol. (Kvítek, 2006)

### **2.3.4. Vegetační faktory**

Protierozní funkce vegetace spočívá v ochraně půdního povrchu před přímým dopadem dešťových kapek, v zastínění povrchu půdy, v udržení půdy v příznivějším vlhkostní a mechanickém zpevnění půdy kořenovým systémem. Ochranný vliv vegetace je tím větší, čím je porost hustší a čím déle během roku trvá. (Pasák, 1984)

V zimním období napomáhá vegetace pravidelnému rozložení sněhové pokrývky a případně zmenšuje riziko promrzání půd. Nelze také opomenout zastíňovací účinek

vegetace, který podstatnou měrou omezuje nežádoucí výpar z půdy a uchovává v ní příznivý vlhkostní stav mající vliv na stabilitu půdních agregátů. (Holý, 1978)

Rostliny nemají stejnou protierozní účinnost. Na prvním místě s vysokou protierozní účinností jsou lesní porosty s hustým korunovým zápojem, neporušeným podrostem a se zachovanou vrstvou hrabanky. Funkčně se les uplatňuje především ve formování povrchového odtoku, a tím intenzity a průběhu erozních procesů. Četná sledování kvantitativně dokládají relativně nízký odtok vody ze zalesněných území ve srovnání s odlesněnými plochami. Povrchový odtok ze zalesněných území nepřesahuje 10 % srážkového množství. (Buzek, 1983)

### **2.3.5. Faktory způsobu využívání a obhospodařování půd**

Faktory správného způsobu využívání a obhospodařování půd záleží na volbě a polohovém rozmístění kultur, na jejichž zařazení do vhodného osevního postupu a na provedení různých technických zásahů; jsou důležitým činitelem, který může v kladném i záporném smyslu ovlivnit intenzitu erozních procesů. Eroze mívá největší intenzitu na půdách, na nichž byl rozrušen původní porost, tedy hlavně na zemědělských půdách zbavených porostu z různých důvodů. Každý zásah do přirozeného vegetačního krytu půdního povrchu je nutno posuzovat z hlediska možných důsledků. (Holý, 1978)

Přírodní zdroje a jejich využívání je závislé na stupni uspořádání a rozvoje společnosti. Správné využití přírodních zdrojů a vhodnost zásahů do přírody by měli být prováděny se souhlasem se spotřebou společnosti a znalostmi přírodních zákonů. (Buzek, 1983)

## **2.4. Protierozní opatření**

Protierozní ochrana je, při snaze účelně a hospodárně využívat přírodní zdroje a při stále se rozvíjející ekonomické aktivitě společnosti, naprosto nezbytná. Jejím úkolem je chránit dva nejcennější zdroje – půdu a vodu – a zabránit jakýmkoli nepříznivým důsledkům. Jejich poškození by mohlo mít pro různá odvětví národního hospodářství nedozírné následky, zejména pro zemědělství, vodní hospodářství a v neposlední řadě utváření prostředí pro život člověka. (Holý, 1994)

Protierozní ochrana půdy se stává ve všech vyspělých státech součástí péče o půdu, protože při jejím stále intenzivnějším využívání jsou narušeny přírodní procesy její obnovy. Protierozní opatření musí mít komplexní charakter a v našich

morfo-genetických 28 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)

V koncepci protierozní ochrany půdy je třeba vycházet ze systému hospodaření na půdě. Specifické způsoby hospodaření na erozí poškozených půdách by se měly stát samozřejmou a normální součástí hospodaření na půdě jako jeden ze základních způsobů racionálního využívání a ochrany přírodních zdrojů. (Sanetrník, 1991)

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

Mezi hlavní opatření na ochranu půdy před vodní erozí patří:

- chránit půdu před účinky kapek dopadajícího deště
- podporovat vsak vody do půdy
- zlepšovat soudržnost půdy
- omezovat unášecí sílu vody a následného soustředěného povrchového odtoku
- neškodně odvádět povrchově odtékající vodu a zachycovat smytou zeminu. (Janeček, 2005)

Vždy je nutné prokázat účinnost navrhovaných protierozních opatření. Nejlépe porovnáním vypočtené dlouhodobé průměrné roční ztráty půdy před opatřeními a po jejich návrhu (Dumbrovský, 2004).

Z hlediska finančního je nutné při návrhu protierozních opatření postupovat od finančně i realizačně nejjednodušších opatření organizačního a agrotechnického charakteru k opatřením technického charakteru. (Novotný a kol., 2017)

#### **2.4.1. Organizační protierozní opatření**

Organizační opatření jsou nejčastěji používaným způsobem protierozní ochrany pozemků, přičemž za hlavní důvod považujeme malou ekonomickou náročnost realizace. (Dumbrovský a kol., 1995)

### Optimální tvar a velikost pozemku

Základem organizačních protierozních opatření je situování pozemku, DPB či erozní parcely delší stranou ve směru vrstevnic, což zároveň stimuluje k obdělávání po vrstevnici a současně zkracuje délku po spádnicí. Zároveň je žádoucí, aby tato délka pozemku, DPB či erozní parcely ve směru odtoku (odtokových linií) nepřekračovala maximální přípustnou délku, respektive aby i délka odtokové linie procházející přes více než jeden pozemek, DPB či erozní parcelu nepřekračovala maximální přípustnou délku. (Novotný a kol., 2017)

Vhodná velikost pozemku je závislá na více faktorech a v konkrétních případech je kompromisním výsledkem zejména dvou navzájem protichůdně působících faktorů – a to faktoru přírodního (menší půdní celky) a ekonomického (naopak tvorbu dostatečně velkých půdních celků). Z toho vyplývá, že dodržet nejvhodnější velikost pozemku je poměrně obtížné, protože v každém konkrétním případě bude výsledkem různé zohlednění možných vlivů. (Janeček, 2008)

### Delimitace druhu pozemků a ochranné zatravnění a zalesnění

Delimitace druhu pozemků se chápe jako prostorová a funkční optimalizace využití pozemků sloužících k pěstování jednotlivých kultur. Představuje členění v rámci organizace zemědělského půdního fondu na ornou půdu, zahrady, louky, pastviny, vinice, sady a chmelnice. (Janeček a kol., 2012)

Ochranné zatravnění se používá na pozemcích, které z hlediska ztrát půdy erozí nelze využívat jako ornou půdu. Optimálně zapojený travní porost je nejlepší protierozní ochranou. (Burian a kol., 2011)

Ochranné zalesnění se používá, jako plošné zalesnění nebo jako ochranné lesní pásy. Plošné zalesnění se užívá v pramenných oblastech a na plochách extrémně svažitéch, ve výmolech, stržích a dalších ohrožených plochách. Lesní pásy se navrhuji na dlouhých svazích orné půdy jako zasakovací, kde plní funkci nejen protierozní, ale plní též funkci biokoridorů. (Toman, 1995)

### Protierozní osevní postupy a pásové střídání 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 s dobře propustnou strukturní půdou. (Burian a kol., 2011)

Podle ochranného účinku plodin a jejich posklizňových zbytků řadíme plodiny vzhledem k náchylnosti k erozi: 1. Jeteloviny, 2. Trávy, 3. Obilniny, 4. Olejníky, 5. Širokořádkové plodiny (kukuřice, brambory, řepa). (Hůla et al., 2008)

Základem je správně zvolený osevní postup, kdy se obiloviny, okopaniny, píce a technické plodiny střídají v rotaci tak, aby se zachovala úrodnost půdy a zároveň se zajistily vysoké výnosy se zřetelem na předplodinu. Skladba osevních postupů se musí volit tak, aby se v rotaci vyskytovalo co nejvíce plodin s ochranným účinkem, jímž se vyznačují pícniny. Vhodná základní struktura osevního postupu v našich podmínkách je dána 45–50 % zastoupením obilovin, 25–30 % zastoupením okopanin a 25–30 % zastoupením pícnin a luštěnin. (Holý, 1978)

Pásové střídání plodin využívá ochranného účinku vegetace před erozí a jejího příznivého vlivu na vsak vody do půdy. Spočívá ve střídání pásů s plodinami nedostatečně chránícími půdu před erozí – chráněných pásů s ochrannými pásy, chránícími plodinový pás ležící níže. (Holý, 1994)

Pásové pěstování plodin je asi dvakrát účinnější protierozní opatření než vrstevnicové obdělávání. Při vrstevnicovém pásovém hospodaření jsou plodiny uspořádány v pruzích podél vrstevnic. Při tzv. polním pásovém hospodaření mají pásy jednotnou šířku a jsou umístěny napříč sklonu, ale nezakřivují se podél vrstevnic. (Janeček, 1992)

#### **2.4.2. 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 a kol., 2017)

Podle stupně ochrany povrchu půdy před erozí můžeme rozdělit pěstování rostlin do tří základních skupin:

- Plodiny s vysokým protierozním účinkem po celou dobu vegetačního období (travní porosty, jetelotrávy, jeteloviny)
- Plodiny s dobrou protierozní ochranou půdy po větší část vegetačního období (obiloviny, meziplodiny, luskoviny)
- Plodiny s nedostatečnou protierozní ochranou půdy po převážnou část vegetačního období (kukuřice, brambory, cukrová řepa) (Janeček, 2008)

### Vrstevnicové obdělávání

Orbou po vrstevnicích nebo s malým odklonem od vrstevnic oboustrannými otočnými pluhy, které překlápějí půdu proti svahu, je možné významným způsobem přispět k ochraně půdy před erozí. Dochází k tvorbě mikroreliefu, odtékající voda ztrácí energii a neodnáší tolik látek. Zvětšuje se zasakování vody ze srážek do půdy, snižuje se riziko vodní eroze (Jarošek, 2010).

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

### Ochranné obdělávání půd

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

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



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

Do těchto technologií řadíme bezorebné setí (hlavní plodinu sejeme bezorebným secím strojem s kotoučovými botkami přímo do nezpracované půdy po předplodině), setí/sázení do mulče meziplodiny či předplodiny, setí do mělké podmítky (zejména u předplodin z obilovin nebo z olejnin se provede podmítka radličkovým, případně diskovým podmítačem a následná plodina se seje bezorebným secím strojem) a další možností je setí hlavní plodiny s podplodinou v meziřadí (kukuřice s podplodinou ozimého žita). (Novotný a kol., 2017)

#### Hrázkování a důlkování

Technologie hrázkování je použitelná při pěstování brambor a spočívá v založení ochranných hrázek v meziřadí hrůbků. Hrázkovačem se založí ve stejné vzdálenosti hrázky mezi hrůbky, čímž vznikne řada malých akumulčních příkopů, které brání vzniku soustředěného povrchového odtoku a podporují zadržení vody přímo na pozemku. (Novotný a kol., 2017)

Technologie důlkování je použitelná obdobně jako hrázkování u brambor, místo hrázek jsou ale vytvářeny důlky. Jde o klasickou technologii pěstování s cílem vytvořit důlky v meziřadí ve vzdálenosti 30–40 cm. Důlky omezují povrchový odtok v meziřadí a zvyšují infiltraci vody. Zpravidla se uvažuje, že lze na 1 ha vytvořit 28 000 důlků o objemu 2 l, což představuje možnost zadržení 56 m<sup>3</sup>/ha. (Novotný a kol., 2017)

#### **2.4.3. Technická protierozní opatření**

Pokud organizační a agrotechnická opatření dostatečně nespĺňují protierozní ochranu, musíme přistoupit k technickým opatřením. Těmito opatřeními mohou být vrstevnicové meze, terasy, příkopy, průlehy, terénní urovnávky, ochranné hrázky, zatravněné údolnice či protierozní nádrže. Tyto opatření navrhujeme v rámci pozemkových úprav a s dalšími opatřeními tvoří plán společných zařízení a kostru protierozní ochrany. (Janeček, 2008)

Technické zásahy v terénu by měly mít návaznost na zásahy biologické a agrotechnické. (Buzek, 1983)

### Protierozní příkopy

Protierozní příkop je liniový prvek, umístěný na pozemku v místě nutného přerušení svahu. Může být kombinován s dalšími liniovými prvky v krajině (mezi, cestou, pásovým obděláváním, biokoridorem, apod.). Příkop je na pozemku vrstevnicově orientován s mírným podélným sklonem. Nejčastěji mívá lichoběžníkový profil se šířkou ve dně 0,3–0,6 m, hloubkou mezi 0,6–1,2 m a sklonem svahů 1:1,5–1:2. (Novotný a kol., 2017)

Protierozní příkopy se používají pro doplnění hydrografické sítě sloužící k zachycování a odvádění povrchové vody a splavenin. Z funkčního hlediska se navrhuje jako:

- Záchytné – k ochraně pozemků před přítokem vnějších vod, zejména z lesů
- Sběrné – pro zachycení vnitřních vod, zpravidla k omezení příliš velké nepřerušené délky povrchového odtoku po pozemku
- Svodné – pro zajištění neškodného odtoku do recipientů (Janeček, 2008)

### Průlehy

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

Průlehy se navrhuje k zachycování, vsakování a odvádění krátkodobého povrchového odtoku, který byl způsoben přívalovými dešti nebo náhlým jarním táním. Jsou považovány za jedno z nejúčinnějších protierozních opatření. Průlehy jsou mělké, zpravidla jen vegetací opevněné široké příkopy s mírnými sklony svahů. (Janeček a kol., 2005)

### Zatrávnění údolnic

Zatrávnění údolnic se navrhuje k ochraně dráhy soustředěného povrchového odtoku, který se důsledkem členitosti terénu soustřeďuje v přirozených úžlabinách a údolnicích. Mají charakter přirozených nebo upravených svodných průlehu s vegetačním opevněním. Příčný profil se upravuje do tvaru paraboly, méně často

do tvaru lichoběžníku nebo trojúhelníku. Parametry se stanovují na základě hydrologického a hydraulického výpočtu. Návrhový průtok pro dimenzování drah soustředěného odtoku je minimálně  $Q_{10}$ . (Janeček a kol., 2005)

### Protierozní cesty

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

Je třeba polní cesty navrhovat tak, aby jejich síť plnila protierozní funkci. Příkopy polních cest zachycují a odvádějí povrchovou vodu nejen s povrchu cesty, ale i z okolních pozemků, takže v některých úsecích plní funkci odváděcích příkop. V těchto případech musí být dimenzovány na předpokládaný odtok a v úsecích s větším podélným sklonem též opevněny (Pasák, 1984).

Rizikovým místem bývá křížení cesty s lokálními údolnicemi, kde mohou vznikat bezodtoká místa. Pro takový případ je ideální vybudování propustku v nejnižším místě a odvedení vody dolů údolnicí v podobě zatravněné údolnice, svodného průlehu nebo svodného příkopu. (Novotný a kol., 2017)

### Protierozní nádrže

Protierozní nádrže se navrhují jako účinná opatření k akumulaci, retenci, retardaci a infiltraci povrchového odtoku a k usazování splavenin. Navrhují se nejčastěji ve formě závěrečných prvků systému protierozní a protipovodňové ochrany v kombinaci s jinými prvky protipovodňové ochrany nejčastěji v rámci společných zařízení pozemkových úprav, kdy dojde i k optimálnímu řešení vlastnických vztahů. (Janeček a kol., 2012)

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

### Terénní urovnávky

Terénní urovnávky spočívají především v odstranění lokálních nerovností a terénních útvarů, které významným způsobem ovlivňují směřování a soustředování povrchového odtoku. Nejběžněji se tak v praxi jedná o odstraňování mělkých údolnic na pozemcích. (Novotný a kol., 2017)

Toto opatření je aplikováno zřídka a z hlediska inženýrského se nejedná o komplikovanou úlohu. (Kadlec, 2014)

### Terasy

Terasy patří mezi základní a velmi účinné technické prvky protierozní ochrany na velkých sklonech svahů (nad 15%). Terasováním se rozumějí terénní úpravy zemědělské půdy, jejichž cílem je zmírnění nebo odstranění svažitosti vlastních produkčních ploch, systematické přerušování délky svahu za účelem snížení vodní eroze a zlepšení nebo umožnění použití běžných zemědělských mechanizačních prostředků. (Pasák, 1984)

Terasy jsou vždy značným zásahem do geologie, geomorfologie, pedologie i biologie krajiny a mohou narušit přirozené ekologické mechanismy, jejichž rozsah lze i dne těžko předpovídat. Z toho důvodu je nutno terasy považovat za krajní řešení protierozní ochrany. (Janeček a kol., 2005)

### Protierozní meze

Meze se vytvářely v minulosti postupně orbou (přiorávkou a odoráním), případně snášením kamenů a ukládáním materiálů organického původu, čímž časem vznikl terénní stupeň. Tvorba meze včetně jejich ochranných funkcí trvá desítky let. Meze je nutno používat a vnímat jako systémová opatření prováděná v rámci ochrany pozemků v povodí. Meze musí být vedeny ve směru vrstevnic nebo v mírném sklonu do 3 %. Stávající i nové meze je třeba doplnit hydrotechnickými prvky k odvedení povrchového odtoku (průlehy, příkopy). Bez těchto doplňujících prvků meze svou protierozní funkci neplní. (Soukup, 2006)

U nově navrhovaných protierozních mezí je důraz kladen na spojení funkcí zachytit a odvést povrchový odtok s funkcí krajinytvornou. Protierozní mez je navrhována jako nízka hrázka, zpravidla spojená s mělkým příkopem či průlehem. Hrázka bývá osázena

vhodnou vegetací, případně je možno na ní umístit kameny, nebo další prvky, vnášející do krajiny diverzitu. (Novotný a kol., 2017)

### **3. Cíl práce**

Cílem diplomové práce je posoudit a vyhodnotit erozní jevy na modelové pozemkové úpravě. Bylo mi zadáno k.ú. Záborná, na kterém budou provedeny průzkumy území z hlediska pedologického, hydrologického a klimatologického. Dále budou provedeny výpočty erozní ohroženosti pomocí více metod a budou navržnuta protierozních opatření. Součástí práce je také zpracování podrobné rešerše, která se týká témat jako pozemkové úpravy, eroze, faktory ovlivňující erozi a protierozních opatření.

## 4. Metodika

### 4.1. Univerzální rovnice ztráty půd (USLE)

Rovnice byla formulována pro území USA za účelem zjištění dlouhodobé průměrné ztráty půdy vodní erozí na jednotlivých pozemcích. Pozemek se v této souvislosti myslí plocha vymezení hydrologickým relevantními prvky (rozvodí, příkopy, vodní toky, ...) s nepřerušovanou dráhou povrchového odtoku. Vypočítaná ztráta se porovnává s hodnotami přípustné ztráty. Toto srovnání dokáže upozornit na ty pozemky, u nichž dochází z dlouhodobého hlediska k větší ztrátě půdy, než se dokáže na daném místě vytvořit přirozenými půdotvornými procesy, tedy ke ztrátě větší, než je přípustná. (Sklenička, 2003)

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

kde  $G$  ... ztráta půdy v  $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$

$R$  ... faktor erozní účinnosti deště

$K$  ... faktor náchylnosti půdy k erozi

$L$  ... faktor délky svahu

$S$  ... faktor sklonu svahu

$C$  ... faktor ochranného vlivu vegetace

$P$  ... faktor účinnosti protierozních opatření

Základní podmínkou pro vznik erozního procesu je existence povrchového odtoku, jehož předpokladem je větší úhrn deště, než je schopen povrch půdy včetně vrstvy vegetace zadržet, a vyšší intenzita deště, než je současná intenzita vsaku (Pasák, 1984).

#### Faktor R

V tomto faktoru je vyjádřena intenzita, úhrn, četnost výskytu a kinetická energie přívalových srážek.

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

Kde  $R$  ... faktor erozní účinnosti deště ( $Mj * ha^{-1} * cm * h^{-1}$ )

$E$  ... celková kinetická účinnost deště ( $J * m^{-2}$ )

$I_{30}$  ... maximální 30minutová intenzita deště ( $\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ ) (Janeček a kol., 2007)

Tab.č. 3 - rozdělení faktoru R na jednotlivé měsíce

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

Zdroj: Janeček, 2008

Z rozdělení vyplývá, že v období červen-srpen se vyskytne přes 80 % erozně nebezpečných dešťů, a proto je ochrana půdy zejména vegetačním pokryvem v těchto měsících nejdůležitější. (Janeček, 2008)

S ohledem na celou řadu problémů metodického a zatím ne zcela spolehlivého podkladového charakteru, které stanovení R faktoru provázejí, nezdá se být zatím účelné R faktor pro území České republiky regionalizovat, ale používat v USLE – pro naprosto převažující plochu zemědělské půdy České republiky průměrnou roční hodnotu R faktoru = 40 tedy dvojnásobnou, oproti hodnotě dříve doporučené. (Janeček a kol., 2012)

### **Faktor 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 36 svahu 22,13 m). (Wischmeier a Smith, 1971)

Stanovení faktoru K: podle nomogramu

Podle vztahu odvozeného pro faktor K

Přibližně podle hlavních půdních jednotek (HPJ)

U prvních dvou postupů stanovení je třeba mít k dispozici základní charakteristiky dané půdy, resp. výsledky rozborů přímo v terénu odebraných směsných půdních vzorků z různých míst vyšetřovaného pozemku. Z tohoto důvodu se nejvíce používá stanovení dle HPJ. (Janeček a kol., 2012)



Tab. č. 4. hodnoty faktoru K pro jednotlivé HPJ

<b>HPJ</b>	<b>K faktor</b>	<b>HPJ</b>	<b>K faktor</b>
1	0,41	40	0,24
2	0,46	41	0,33
3	0,35	42	0,56
4	0,16	43	0,58
5	0,28	44	0,56
6	0,32	45	0,54
7	0,26	46	0,47
8	0,49	47	0,43
9	0,60	48	0,41
10	0,53	49	0,35
11	0,52	50	0,33
12	0,50	51	0,26
13	0,54	52	0,37
14	0,59	53	0,38
15	0,51	54	0,40
16	0,51	55	0,25
17	0,40	56	0,40
18	0,24	57	0,45
19	0,33	58	0,42
20	0,28	59	0,35
21	0,15	60	0,31
22	0,24	61	0,32
23	0,25	62	0,35
24	0,38	63	0,31
25	0,45	64	0,40
26	0,41	65	nedostatek dat
27	0,34	66	nedostatek dat
28	0,29	67	0,44
29	0,32	68	0,49
30	0,23	69	nedostatek dat
31	0,16	70	0,41
32	0,19	71	0,47
33	0,31	72	0,48
34	0,26	73	0,48
35	0,36	74	nedostatek dat
36	0,26	75	nedostatek dat
37	0,16	76	nedostatek dat
38	0,31	77	nedostatek dat
39	nedostatek dat	78	nedostatek dat

Zdroj: Janeček a kol. 2012

## Faktor LS

neboli faktor délky (L) a sklonu svahu (S), vyjadřuje vliv morfologie terénu na vznik a vývoj erozních procesů. Topografický faktor představuje poměr ztrát půdy na jednotku plochy svahu ke ztrátě půdy na jednotkovém pozemku o délce 22,13 se sklonem 9 %.

Intenzita eroze se zvyšuje s rostoucí délkou svahu, která je definována jako horizontální vzdálenost od místa vzniku povrchového odtoku k bodu, kde se sklon svahu snižuje natolik, že dochází k ukládání erodovaného materiálu, nebo se plošný odtok soustředí do odtokové dráhy. Hodnota faktoru délky svahu L se stanoví ze vztahu:  $L = (l_d / 22,13)^p$

Kde  $l_d$  ... nepřerušovaná délka svahu (m)

$p$  ... exponent zahrnující vliv sklonu na svah

Tab. č. 5 - exponent zahrnující vliv sklonu na svah

sklon (%)	p
>5	0,5
3-5	0,4
1-3	0,3
<1	0,2

Zdroj: Sklenička, 2003

Tab. č. 6 - hodnota faktoru délky svahu L

<b>L<sub>d</sub> (m)</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>
<b>L</b>	0,48	0,68	0,82	0,95	1,17	1,35	1,52
<b>L<sub>d</sub> (m)</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>200</b>	<b>250</b>	<b>300</b>
<b>L</b>	1,66	1,91	2,13	2,61	3,02	3,38	3,69
<b>L<sub>d</sub> (m)</b>	<b>350</b>	<b>400</b>	<b>450</b>	<b>500</b>	<b>600</b>	<b>700</b>	<b>800</b>
<b>L</b>	3,99	4,27	4,52	4,77	5,22	5,62	6,04
<b>L<sub>d</sub> (m)</b>	<b>900</b>	<b>1000</b>	<b>1100</b>	<b>1200</b>	<b>1300</b>	<b>1400</b>	<b>1500</b>
<b>L</b>	6,39	6,75	7,07	7,39	7,69	7,98	8,26

Zdroj: Pasák, 1984

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:

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

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

Kde  $i$  ... sklon svahu v radiánech (Renard a kol., 1997)

Hodnotu faktoru S lze také vypočítat vztahem:

$$S = (0,43 + 0,30*s + 0,043 s^2) / 6,613$$

Kde  $s$  ... sklon svahu v procentech

Tab. č. 7 – hodnoty faktoru sklonu svahu S

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

Zdroj: Pasák, 1984

## Faktor C

Vliv vegetace na ochranu půdy před vodní erozí má řadu aspektů. Na jedné straně chrání vegetace povrch půdy před vlivem dopadajících dešťových kapek, současně zpomaluje rychlost povrchového odtoku a zlepšuje pórovitost půdy, a tudíž její infiltrační schopnost. Ochranný vliv vegetace je přímo úměrný pokryvnosti a hustotě porostu v době výskytu přívalových dešťů (měsíce duben-září). (Sklenička, 2003)

Pro řešení protierozní ochrany pozemků a posouzení jejich dlouhodobé erozní ohroženosti se faktor C stanoví pro danou strukturu pěstovaných plodin podle postupu jejich střídání na pozemcích, včetně období mezi střídáním plodin a při určení nástupu a způsobu agrotechnických prací v pěti obdobích:

1. období podmínky a hrubé brázdy
2. období od přípravy pozemku k setí do jednoho měsíce po zasetí nebo sázení
3. období po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí či sázení, u ozimů do 30.4.
4. období od konce 3. období do sklizně,
5. období stniště (Janeček a kol., 2012)

### Faktor P

P - faktor vyjadřuje vliv protierozních opatření; udává poměr ztráty půdy z vyšetřovaného pozemku a ztráty půdy z jednotkového pozemku, obdělávaného ve směru sklonu svahu (Holý, 1978).

Tab. č. 8 – hodnoty faktoru protierozních opatření P

protierozní opatření	sklon svahu (%)			
	2-7	7-12	12-18	18-24
maximální délka pozemku po spádnicí při konturovém obdělávání	120 m	60 m	40 m	-
	0,6	0,7	0,9	1
maximální šířka a počet pásů při pásovém střádání	40 m	30 m	20 m	20 m
	6 pásů	4 pásy	4 pásy	2 pásy
- okopanin s víceletými pícevinami	0,3	0,35	0,4	0,45
- okopanin s ozimými obilovinami	0,5	0,6	0,75	0,9
Hrázkování, resp přerušované brázdování podél vrstevnic	0,25	0,3	0,4	0,45

Zdroj: Janeček, 2008

### Přípustná ztráta půdy vodní erozí

Hodnoty přípustné ztráty půdy erozí jsou stanoveny především z hlediska dlouhodobého zachování funkcí půdy a její úrodnosti. V současné době, vzhledem ke změně způsobů hospodaření a k rozsáhlému zatravňování či zalesňování orné půdy, je velmi důležité v našich podmínkách více chránit i půdy hluboké, které jsou primárně určené pro intenzivní zemědělskou výrobu. (Janeček a kol., 2012)

Absolutní ochrana zemědělských pozemků před účinky eroze není ekonomická a ani reálná. Návrh protierozních opatření se tedy provádí na určitý „únosný“ stupeň ochrany. (Vrána, 1999)

Přípustná ztráta je pro:

- mělké půdy (do 30 cm) 1 t.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>
- středně hluboké (30-60 cm) 4 t.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>,
- hluboké (nad 60 cm) 10 t.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup> (Mazín, Uhlířová, 2005)

#### 4.2. Metoda CN křivek

Metoda čísel odtokových křivek (CN – Curve Number) byla odvozena v USA pro potřeby Služby na ochranu půdy (SCS – Soil Conservation Service) a publikována v roce 1972 National Engineering Handbook, Hydrolog. Section 4, SCS, USDA Washington D.S. 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 využívaných povodí, či jejich částech o velikosti do 10 km<sup>2</sup>. (Janeček a kol., 2012)

Tato metoda vychází z předpokladu, že objem a výška odtoku závisí na meteorologických (úhrnu srážek), pedologických charakteristikách (druh půdy) a půdním krytu povodí. Výpočet odtoku vyžaduje určení indexu, který reprezentuje tyto činitele a odpovídá číslu odtokové křivky (CN – curve number) (Krešl, 2001)

#### Objem přímého odtoku

Metoda CN – křivek určuje objem přímého odtoku na základě předpokladu, že poměr objemu odtoku k úhrnu přívalové srážky se rovná poměru objemu vody zadržené při odtoku k potenciálnímu objemu, který může být zadržen. Odtok začíná po počáteční ztrátě, která je součtem intercepce, infiltrace a povrchové retence. Tato počáteční ztráta byla stanovena na základě experimentálních měření na 20 % potenciální retence ( $I_a = 0,2A$ ) (Janeček a kol., 2012)

Výška přímého odtoku je dána vztahem:

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

Kde  $H_o$  ... výška přímého odtoku (mm)

$H_s$  ... úhrn návrhové srážky (mm)

A ... potenciální retence (mm), která je vyjádřena pomocí CN křivek:

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

Objem přímého odtoku je dán vztahem:

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

Kde  $O_{ph}$  ... objem přímého odtoku ( $m^3$ )

$P_p$  ... plocha povodí ( $km^2$ )

$H_o$  ... přímý odtok (mm)

Tab. č. 9 – hydrologické skupiny půd

hydrologické skupiny	charakteristika hydrologických skupin
<b>A</b>	Půdy s vysokou rychlostí infiltrace ( $> 0,12 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ) i při úplném nasycení, zahrnující převážně hluboké, dobře až nadměrné odvodněné písky nebo štěrky
<b>B</b>	Půdy se střední rychlostí infiltrace ( $0,06 - 0,12 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité
<b>C</b>	Půdy s nízkou rychlostí infiltrace ( $0,02 - 0,06 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité
<b>D</b>	Půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace ( $< 0,02 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ) i při úplném nasycení, zahrnující převážně jíly s vysokou bobtnavostí, půdy s trvale vysokou hladinou podzemní vody, půdy s vrstvou jílu na povrchu nebo těsně pod ním a mělké půdy nad téměř nepropustným podložím

Zdroj: Janeček a kol., 2012

Tab. č. 10 – hydrologické skupina půd dle HPJ

HPJ	Hydrologická půdní skupina	HPJ	Hydrologická půdní skupina	HPJ	Hydrologická půdní skupina
1	B	27	B	53	D
2	B	28	B	54	D
3	C	29	B	55	A
4	A	30	B	56	B
5	A	31	A	57	C

6	C	32	A	58	C
7	D	33	B	59	D
8	B	34	B	60	B
9	B	35	B	61	D
10	B	36	B	62	C
11	B	37	B	63	D
12	B	38	B	64	C
13	B	39	C	65	C
14	B	40	B	66	D
15	B	41	B	67	D
16	B	42	B	68	D
17	A	43	B	69	D
18	B	44	C	70	D
19	B	45	C	71	D
20	D	46	C	72	D
21	A	47	C	73	D
22	B	48	C	74	D
23	C	49	D	75	C
24	B	50	C	76	D
25	B	51	C	77	C
26	B	52	C	78	C

Zdroj: Janeček a kol., 2012

Tab. č. 11 – průměrná čísla odtokových křivek CN

Využití půdy	Způsob obdělávání	Hydro. podmínky	Čísla odtokových křivek – CN podle hydrologických skupin půd			
			A	B	C	D
Úhor, čerstvě kypřený	Pz	Sp	77	86	91	94
		Dp	76	85	90	93
Širokořádkové plodiny (okopaniny)	Př	Sp	72	81	88	91
	Př	Db	67	78	85	89
	Př + Pz	Sp	71	80	87	90
	Př + Pz	Db	64	75	82	85
	Vř	Sp	70	79	84	88
	Vř	Db	65	75	82	86
	Vř + Pz	Sp	69	78	83	87
	Vř + Pz	Db	64	74	81	85
	Vř + Pr	Sp	66	74	80	82
	Vř + Pr	Db	62	71	78	81
	Vř + Pr + Pz	Sp	65	73	79	81
	Vř + Pr + Pz	Db	61	70	77	80
	Př	Sp	65	76	84	88
	Př	Db	63	75	83	87
	Př + Pz	Sp	64	75	83	86
	Př + Pz	Db	60	72	80	84
	Vř	Sp	63	74	82	85

Úzkořádkové plodiny (obilniny)	Vř	Db	61	73	81	84
	Vř + Pz	Sp	62	73	81	84
	Vř + Pz	Db	60	72	80	83
	Vř + Pr	Sp	61	72	79	82
	Vř + Pr	Db	59	70	78	81
	Vř + Pr + Pz	Sp	60	71	78	81
	Vř + Pr + Pz	Db	58	69	77	80
Víceleté pícniny, luštěniny	Př	Sp	66	77	85	89
	Př	Db	58	72	81	85
	Vř	Sp	64	75	83	85
	Vř	Db	55	69	78	83
	Vř + Pz	Sp	63	73	80	83
	Vř + Pz	Db	51	67	76	80
Pastviny s pokryvem	< 50 %	-	68	79	86	89
	50 - 75 %	-	49	69	79	84
	> 75 %	-	39	61	74	80
Louky	Sklizené	-	30	58	71	78
Křoviny s pokryvem	< 50 %	-	48	67	77	83
	50 - 75 %	-	35	56	70	77
	> 75 %	-	30	48	65	73
Sady se zatravněným meziřadím		Sp	57	73	82	86
		Stř.	43	65	76	82
		Db	32	58	72	79
Lesy		Sp	45	66	77	83
		Stř.	36	60	73	79
		Db	30	55	70	77
Zemědělské dvory		-	59	74	82	86
Komunikace s příkopy	dlážděné, živičné, makadamové, štěrkové,		83	89	92	93
	nezpevněné, hliněné		76	85	89	91
			72	82	87	89
Nepropustné plochy			98	98	98	98

Zdroj: Janeček a kol., 2012

*Poznámka:*

*Pz* posklizňové zbytky nejméně 5 % povrchu po celý rok.

*Př* přímé řádky vedené bez ohledu na sklon pozemku, tedy i po spádnici.

*Vř* vrstevnicové řádky vedené přesně ve směru vrstevnic – konturově, při sklonu pozemku menším než 2

*%* je obdělávání napříč svahu v přímých řádcích rovnocenně vrstevnicověm.

*Pr* pásověpěstované plodiny a příčněsituované průlehy na pozemku.

*Db* dobré hydrologické podmínky zvyšující infiltraci a snižující odtok, kdy je více než 20 % povrchu pokryto



*zbytky rostlin, tj. více než 850 kg.ha<sup>-1</sup>  
u širokořádkových plodin nebo 350 kg.ha<sup>-1</sup>  
u úzkořádkových plodin.*

*Sř střední hydrologické podmínky.*

*Šp špatné hydrologické podmínky omezující infiltraci  
vody do půdy a zvyšující odtok, s menším množstvím  
posklizňových zbytků než při Db. (Janeček a kol.,  
2012)*

### **Kulminační průtok**

Při výpočtu kulminačního průtoku se v metodě odtokových křivek používá poměru počáteční akumulace k jednodennímu maximálnímu srážkovému úhrnu  $I_a / H_s$ . Pro poměr  $I_a / H_s$  se podle doby koncentrace určí jednotkový kulminační průtok  $q_{pH}$  z nomogramu. Kulminační průtok se stanoví ze vztahu:

$$Q_{ph} = 0,00043 \cdot q_{pH} \cdot P_p \cdot H_o \cdot f$$

Kde

$Q_{ph}$  ... Kulminační průtok ( $m^3 \cdot s^{-1}$ )

$q_{pH}$  ... jednotkový kulminační průtok

$P_p$  ... plocha v povodí ( $km^2$ )

$H_o$  ... výška odtoku (mm)

$f$  ... opravný součinitel pro rybníky a mokřady

Tab. č. 12 – opravný součinitel pro nádrže, rybníky a mokřady v povodí

<b>Procento ploch nádrží, rybníků a mokřadů v povodí</b>	<b>Opravný součinitel (f)</b>
0,0	1,00
0,2	0,97
1,0	0,87
3,0	0,75
5,0	0,72

Zdroj: Janeček a kol., 2012

## Transport splavenin

Pro odhad transportu splavenin z jednotlivého přívalového deště lze použít i modifikovanou rovnici WILLIAMS, BERNDT (1972), kde je hodnota R-faktoru nahrazena součinem objemu a kulminačního průtoku a ostatní faktory jsou vyjádřeny průměrnými hodnotami faktorů USLE pro povodí. (Janeček, 2008)

$$G = 11,8 * (O_{ph} * Q_{ph})^{0,56} * K * L * S * C * P$$

Kde

G ... hodnota odnosu splavenin (t)

$O_{ph}$  ... objem přímého odtoku ( $m^3$ )

$Q_{ph}$  ... Kulminační průtok ( $m^3 \cdot s^{-1}$ )

K, L, S, C, P ... faktory univerzální rovnice pro dané povodí (počítány váženým průměrem vztaženým k ploše povodí) (Mazín, Uhlířová, 2005).

## 5. Charakteristika zájmového území

### 5.1. Popis území

Oblast krajinného rázu Havlíčkobrodsko zaujímá severní část kraje zasahující do středu území. Oblastí prochází tři významné komunikace I/19, I/34, I/38 a dvě železniční tratě č. 230 a č. 250. Z hlediska reliéfu lze převážnou část oblasti charakterizovat jako členitou pahorkatinu. V severozápadní části oblasti se jedná o krajinu ploché vrchoviny. Nejvyšším vrcholem je Žebrácký kopec (601 m.n.m.) Typickými prvky reliéfu této oblasti jsou více či méně rozsáhlé plošiny, které se střídají s mělkými údolími potoků a řek. Základní strukturu krajiny tvoří lesní komplexy a zemědělské plochy s lesíky ve svažitých částech mnoha údolí. Území je rozděleno osou řeky Sázavy na dvě části. Severní prostory se vyznačují téměř paralelně uspořádanými přítoky Sázavy. Jižní prostor je utvářen především krajinou otevřených náhorních prostorů mezi Šlapankou a Sázavou a v okolí Dobronína a Štok. Východní prostor havlíčkobrodské oblasti se vyznačuje náhorními pohledově exponovanými prostory s nevýraznými dominantami vyvýšených kopců. Krajina je charakteristická velkými nepravidelnými, avšak výrazně geometrizovanými zemědělskými scelenými plochami a lesy.

### 5.2. Klimatické poměry

Zájmové území náleží do klimatické oblasti mírně teplé - B, klimatické podoblasti B8. V klimatickém členění státu dle Quitta spadá řešené území do mírně teplé oblasti do okrsku **MT3** - mírně teplý (až teplý), vlhký.

- srážky

Roční průměrný úhrn srážek	650 - 700 mm
Průměrný úhrn srážek za vegetační období IV. – IX. měsíce	400 - 450 mm
Průměrný počet dnů s bouřkou (přívalovou srážkou)	20 - 25

Průměrné roční rozdělení srážek:

Leden	45 mm	Červenec	90 mm
Únor	35 mm	Srpen	87 mm
Březen	37 mm	Září	55 mm
Duben	50 mm	Říjen	50 mm
Květen	60 mm	Listopad	45 mm
Červen	75 mm	Prosinec	45 mm

- teplota

Průměrná roční teplota vzduchu	6 [°C]
Průměrná teplota vzduchu ve vegetačním období	12,5 [°C]
Průměrný počet mrazových dnů, kde $t \leq -0,1$ °C	130 – 140 [dny]

Průměrné roční rozdělení teplot:

Leden	-4 °C	Červenec	16,5 °C
Únor	-2,5 °C	Srpen	15 °C
Březen	1 °C	Září	12 °C
Duben	6 °C	Říjen	6,5 °C
Květen	11,5 °C	Listopad	2 °C
Červen	14,5 °C	Prosinec	-2 °C

- směr a síla větru

Relativní četnost směru a síly větru v roce se pohybuje okolo 76,2 %. V létě a v zimě v hodnocené oblasti převládají západní a severozápadní větry. V létě se průměrná rychlost větru pohybuje v rozmezí od 3-3,5 m.s<sup>-1</sup>. V zimě se pohybuje v rozmezí 4-4,5 m.s<sup>-1</sup>. V průběhu roku v řešeném území převažují západní a severozápadní větry, průměrná rychlost větru se pohybuje v rozmezí 3–4 m.s<sup>-1</sup>.

- vlhkostní poměry

hodnota vláhového indexu (EI)

$$J = \frac{R - 30(t + 7)}{t},$$

J = 48 silně vlhká

Tab. č. 13 – Minářovy vláhové jistoty J

<b>J</b>	<b>oblast</b>
<b>-4-0</b>	nejsušší
<b>1-7</b>	silně suchá
<b>8-14</b>	středně suchá
<b>15-21</b>	s vyrovnanou bilancí
<b>22-28</b>	mírně vlhká
<b>29-35</b>	středně vlhká
<b>&gt;35</b>	silně vlhká

### 5.3. Hydrologické poměry

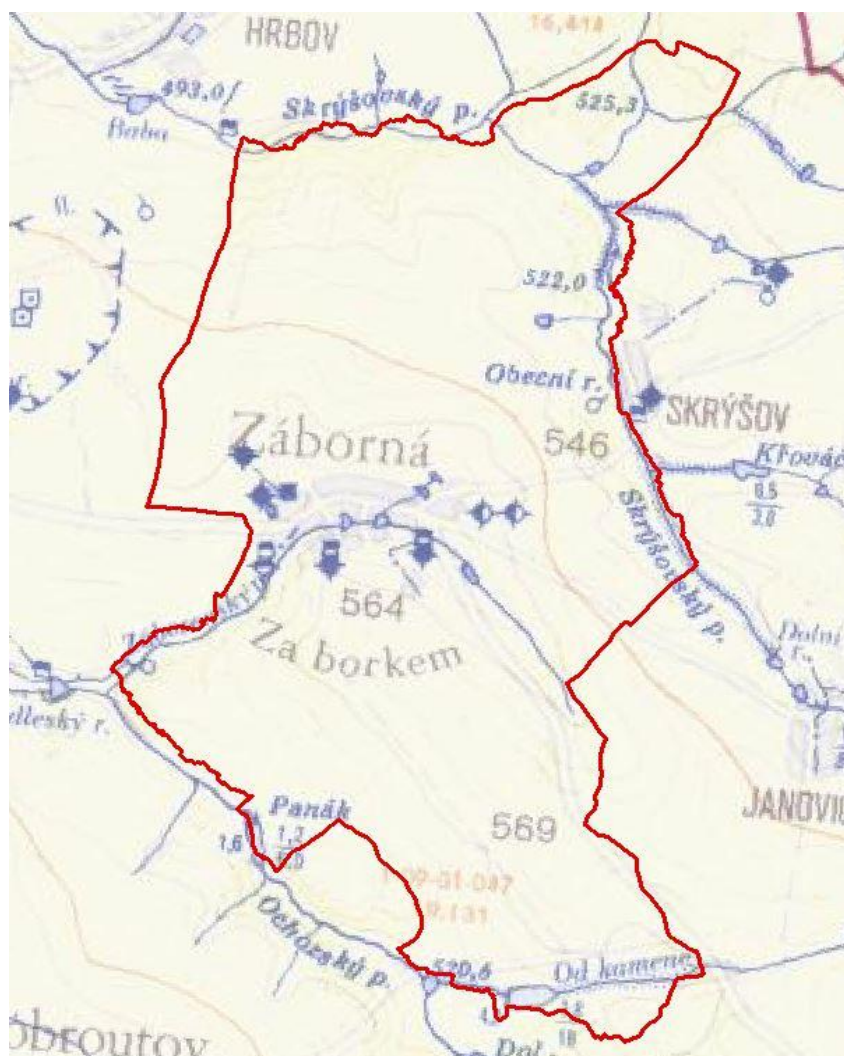
Řešené území spadá do povodí Ochotského potoka č.h.p. 1-09-01-047 a Skrýšovského potoka č.h.p. 1-09-01-049. Ochotský potok tvoří jižní hranici katastrálního území. Délka Ochotského potoka v obvodu KoPÚ činí cca 860 m. Délka v KoPÚ uvádí délku i s tím, že je tok podélně rozdělen obvodem. Podél Ochotského potoka se nachází velmi bohatá doprovodná zeleň.

Dalším významným tokem je potok Skrýšovský. Skrýšovský potok protéká východní hranicí k.ú. Záborná, následně protéká severovýchodním cípem území a vytváří severní hranici území. Skrýšovský potok je zařazen do kategorie rybných vod - kaprové vody dle Nařízení vlády č. 71/2003 Sb. Délka potoka v obvodu KoPÚ činí cca 2080 m. Část úseku vodního toku bez doprovodné zeleně, zbytek s bohatou dřevinou vegetací.

Hlavním recipientem řešeného území je Záborenský potok, pravostranný přítok Ochotského potoka, který protéká zastavěným územím. V obvodu KoPÚ potok dosahuje téměř 1305 m. V zemědělské krajině vodní tok s bohatou doprovodnou vegetací, v obci bez dřevinné vegetace. V severním cípu v soukromých lesích se nachází bezejmenné vodoteče, které jsou označeny identifikátorem vod. toku - IDVT.

V obvodu KoPÚ se nachází Hořejší rybník a Myslíků rybník. Hořejší rybník tvoří dominantu Horní návsi. Tento rybník se nachází mimo obvod KoPÚ Záborná. Dalším rybníkem v území je Myslíků rybník, který se nachází v jihovýchodním konci obce Záborná. Rybník je pravidelně udržován, ve velmi dobrém technickém stavu.

Obr. č. 5 – Hydrologické mapa 1:50 000, k.ú. Záborná



Zdroj: heis.vuv.cz

#### 5.4. Geologické a půdní poměry

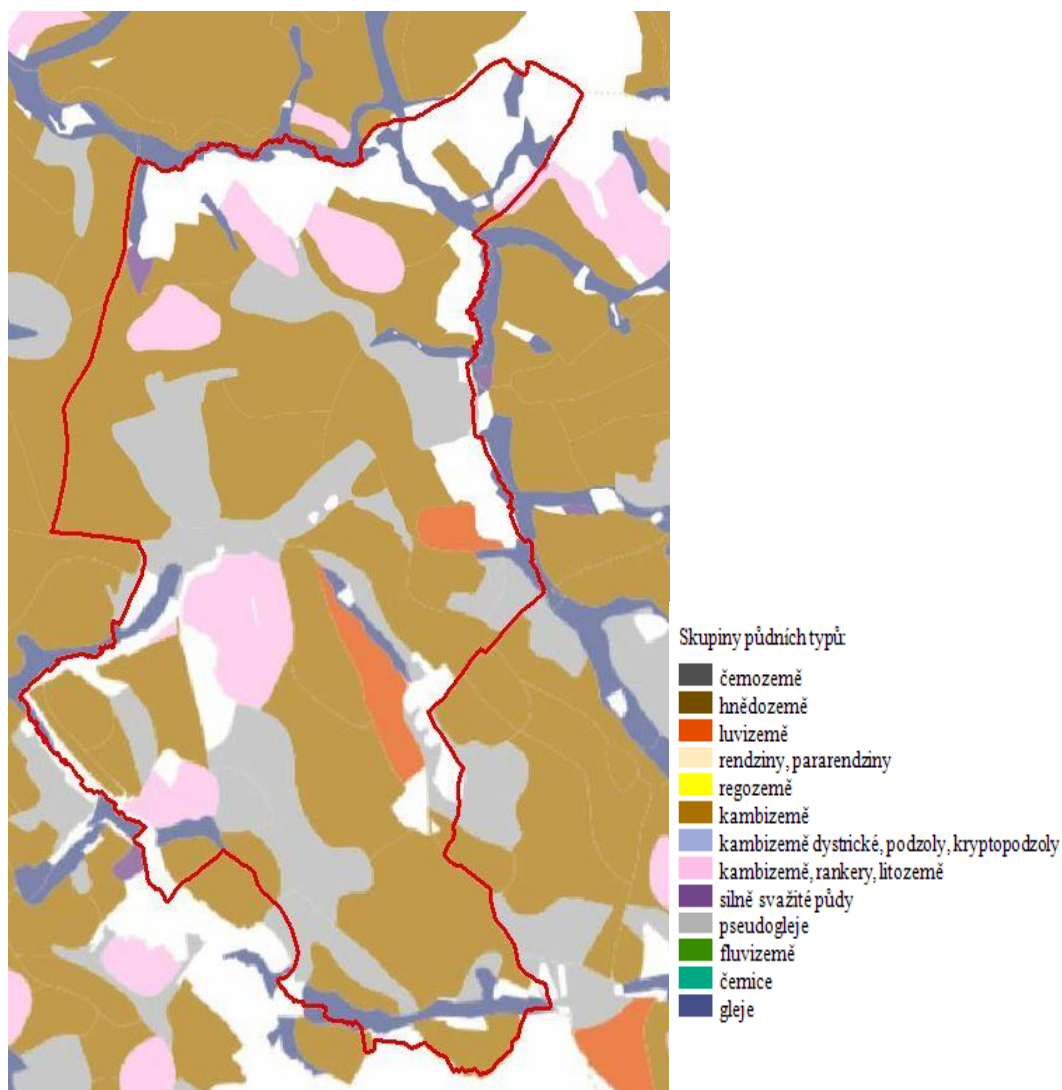
Z hlediska geomorfologického členění ČR spadá řešené území do oblasti Českomoravská vrchovina, celku Hornosázavská pahorkatina, podcelku Havlíčkobrodská pahorkatina a v rámci něj spadá pod geomorfologický okrsek Příbyslavská pahorkatina. Průměrná nadmořská výška činí 527 m. Nejvýše položené pozemky se nachází v severozápadní části území. Pozemky, které jsou umístěny v severovýchodním cípu katastrálního území mají nejmenší nadmořskou výšku.

Převážná část území je tvořena přeměněnými horninami - metamorfity (rula). Na jihozápadní straně území, nedaleko sídla obce Záborná, se nachází plocha se serpentinitem. Po celém k.ú. Záborná jsou roztroušeny pásy s amfiboly a široké pásy

s pararulami a migmatity. Pod vodními toky jsou úzké linie se smíšenými sedimenty (hlína, písek, štěrk).

Většinu půdy řešeného území tvoří kambizemě. Po celém katastrálním území Záborná se vyskytují roztroušené plochy s pseudoglejemi. V údolnicích vodních toků se nacházejí gleje. Relativně rozšířeným půdním typem v území jsou i rankery a litozemě. V jihovýchodní a východní části území narazíme na lokality s luvizeměmi.

Obr. č. 6. – půdní poměry, k.ú. Záborná

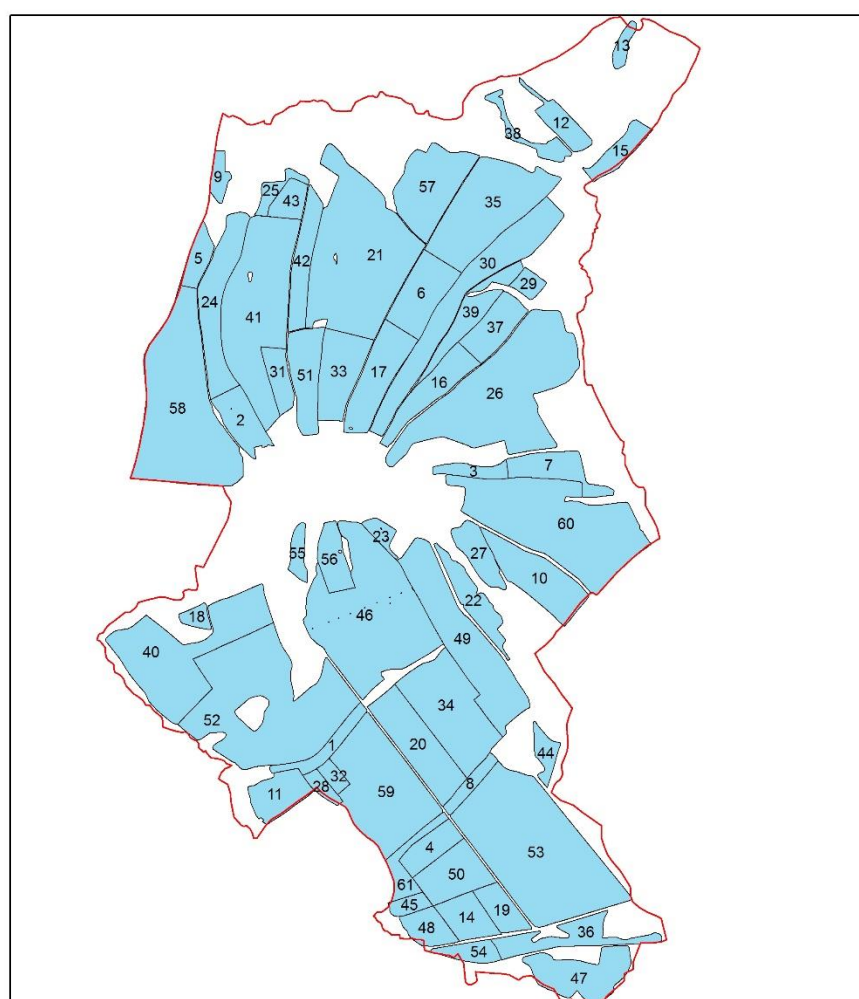


Zdroj: vumop.cz

## 6. Výsledky a diskuze

Erozní ohroženost byla zkoumána v katastrálním území Záborná. Celková výměra zemědělské půdy činila 441,7 ha. Půdní bloky byly vykresleny podle veřejného registru půdy – LPIS. Celkem bylo stanoveno 61 půdních bloků. Erozní ohroženost byla vypočítána pomocí dvou metod: Univerzální rovnice ztráty půdy a pomocí CN křivek.

Obr. č. 7 – mapa půdních bloků, k.ú. Záborná



### Legenda

-  katastrální území
-  půdní bloky



Milan Skala

Zdroj: vlastní



## 6.1. Výpočet pomocí Univerzální rovnice ztráty půdy

Výpočet pomocí Univerzální rovnice ztráty půdy je proveden v programu ArcMap z prostředí GIS, jehož výstupem je rastr, který je následně zprůměrován na půdní blok.

### Faktor R

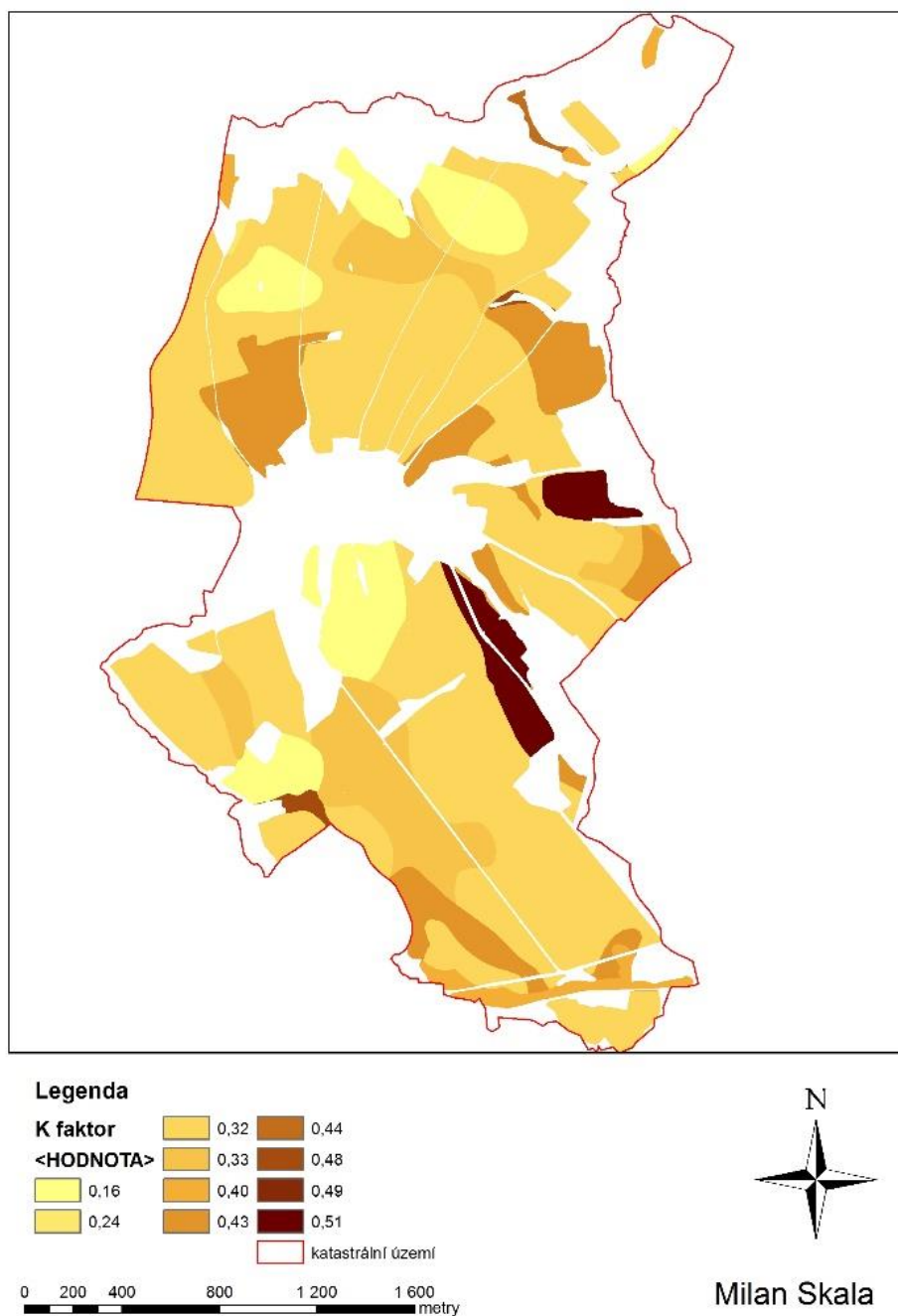
Hodnota faktoru R byla stanovena na  $40 \text{ Mj} * \text{ha}^{-1} * \text{cm} * \text{h}^{-1}$ , jako průměrná hodnota pro zemědělskou půdu v České republice.

### Faktor K

Hodnoty faktoru K byly určeny z HPJ, které jsem dostal formou shapefilu.

- Ke každé HPJ byla přiřazena hodnota faktoru K
- Raster faktoru K byl vytvořen pomocí ArcToolbox a funkce Conversion tools – to raster – feature to raster

Obr. č. 8 – mapa faktoru K, k.ú. Záborná



Zdroj: vlastní

### LS faktor

Topografický faktor, který byl vypočítán z faktoru L a faktoru S. Nejprve byly po 2metrovém intervalu zdigitalizované vrstevnice zájmového území, půdní bloky a vytvořený digitální model reliéfu (DMR).

- DMR byl vytvořen pomocí ArcToolbox a funkce Raster interpolation – Topo to raster,
- následné vyhlazení DMR funkcí Spatial analyst - Hydrology – Fill,
- faktor sklonitosti S pomocí Spatial analyst tools – Surface – Slope,
- faktor délky L byl vytvořen ve dvou krocích:
  1. Spatial Analyst - Hydrology - Flow direction,
  2. Spatial Analyst - Hydrology - Flow length,
- Výsledný LS faktor vznikl touto cestou: Spatial Analyst - Map Algebra - Raster calculator po zadání vztahu:

$$LS = l_d^{0,5} * (0,0138 + 0,0097 * s + 0,00138 * s^2)$$

### Faktor C

V řešeném území hospodaří celkem 12 různých subjektů a z toho důvodu nelze stanovit víceletý stabilní osevní postup, proto byla hodnota faktoru C určena dle závislosti na klimatickém regionu.

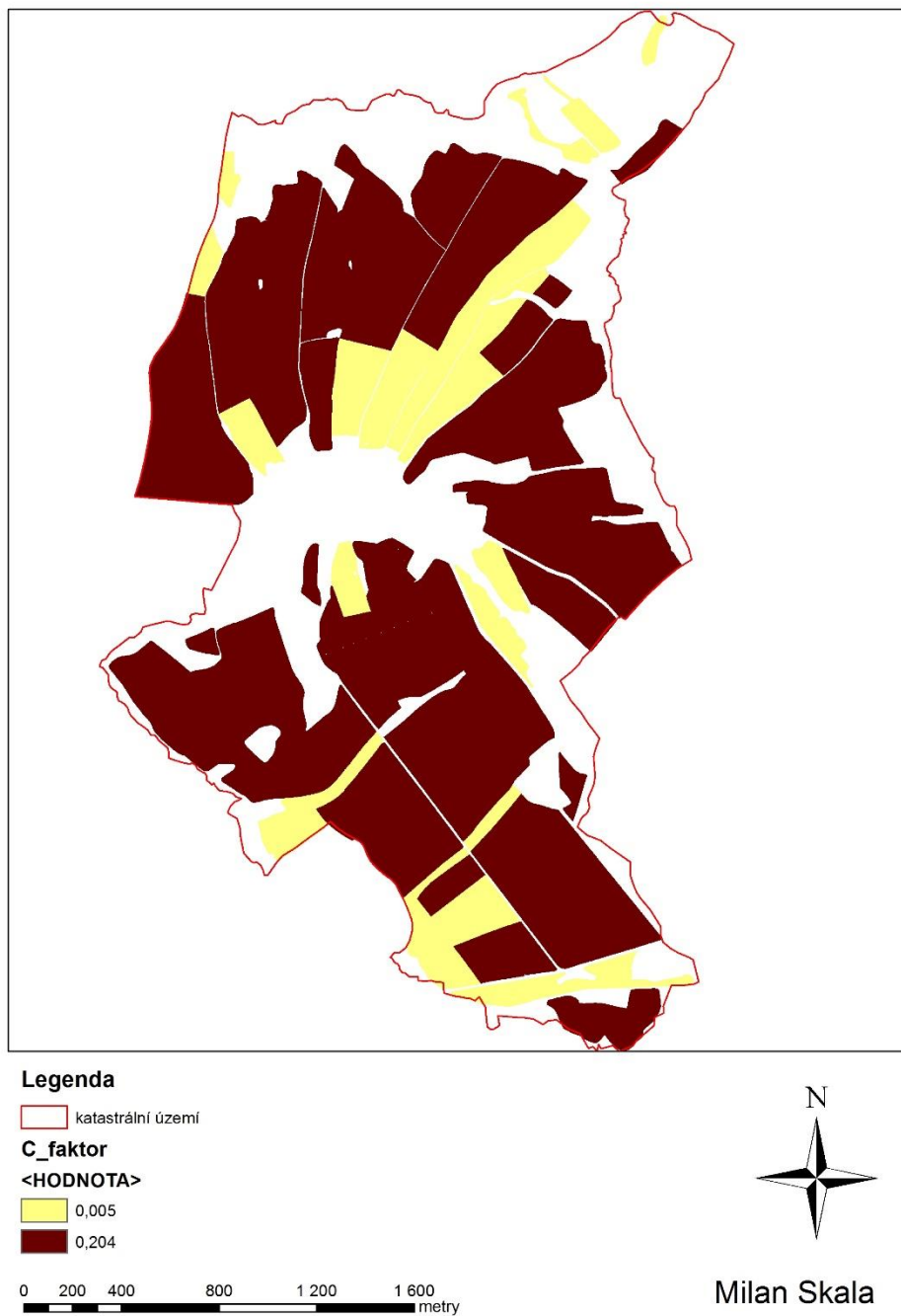
Tab. č. 14 – hodnota faktoru C dle klimatického regionu

<b>klimatický region</b>	<b>C faktor pro TTP</b>	<b>C faktor pro ornou půdu</b>
<b>0</b>	0,005	0,291
<b>1</b>	0,005	0,278
<b>2</b>	0,005	0,266
<b>3</b>	0,005	0,254
<b>4</b>	0,005	0,241
<b>5</b>	0,005	0,229
<b>6</b>	0,005	0,216
<b>7</b>	0,005	0,204
<b>8</b>	0,005	0,192
<b>9</b>	0,005	0,179

Zdroj: Toman a kol., 2002

- Ke každému půdnímu bloku byla přiřazena hodnota faktoru C
- Raster faktoru C byl vytvořen pomocí ArcToolbox a funkce Conversion tools – to raster – feature to raster

Obr. č. 9 – mapa faktoru C, k.ú. Záborná

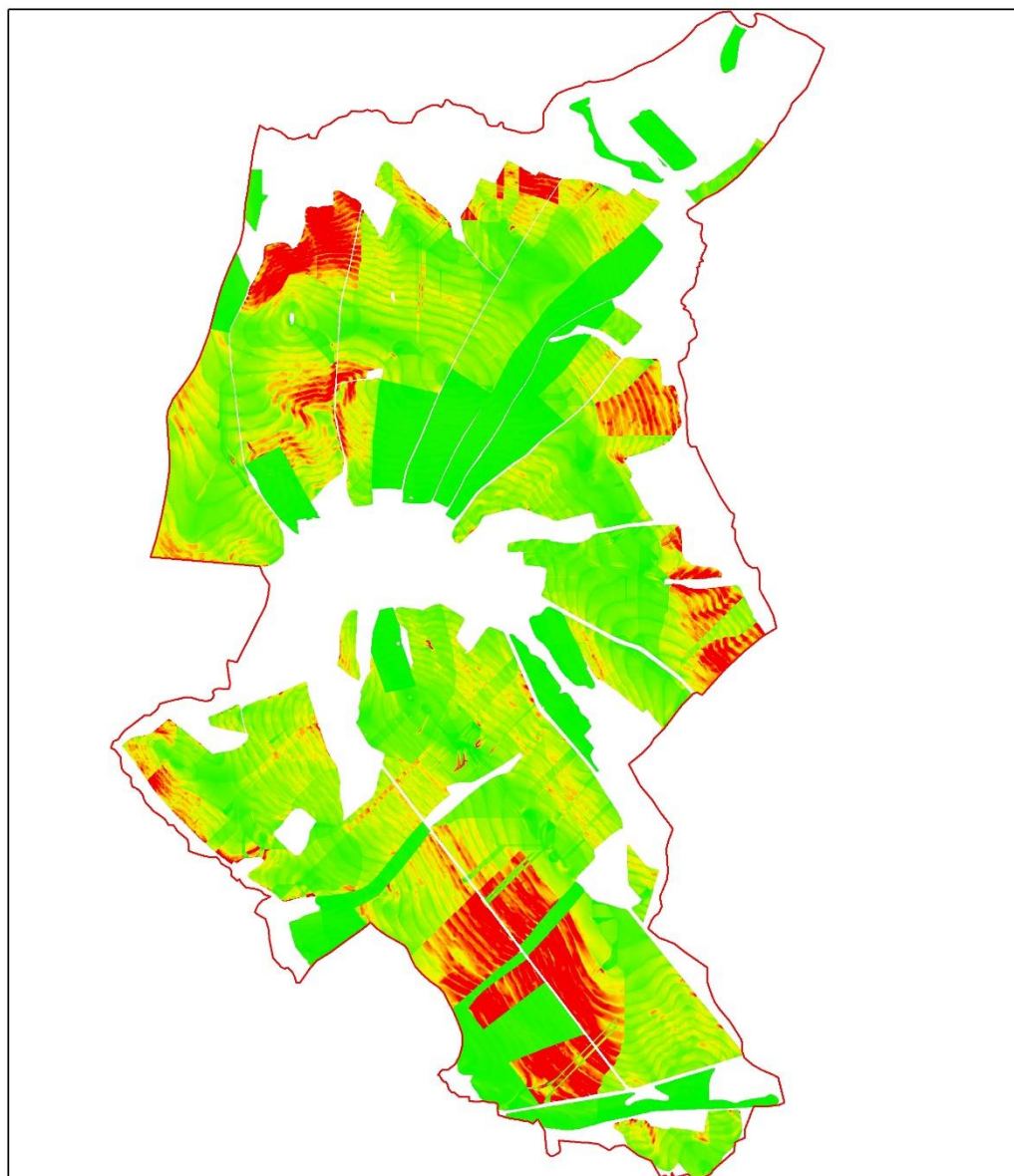


Zdroj: vlastní

### Faktor P

Faktoru P byl určen pro všechny půdní bloky hodnotou  $P = 1$  (bez stávajících protierozních opatření).

Obr. č. 10 – raster erozní ohroženosti, k.ú. Záborná




**Legenda**

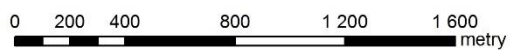
 katastrální území

**eroze**

**Hodnota**

 Horní : 116,693

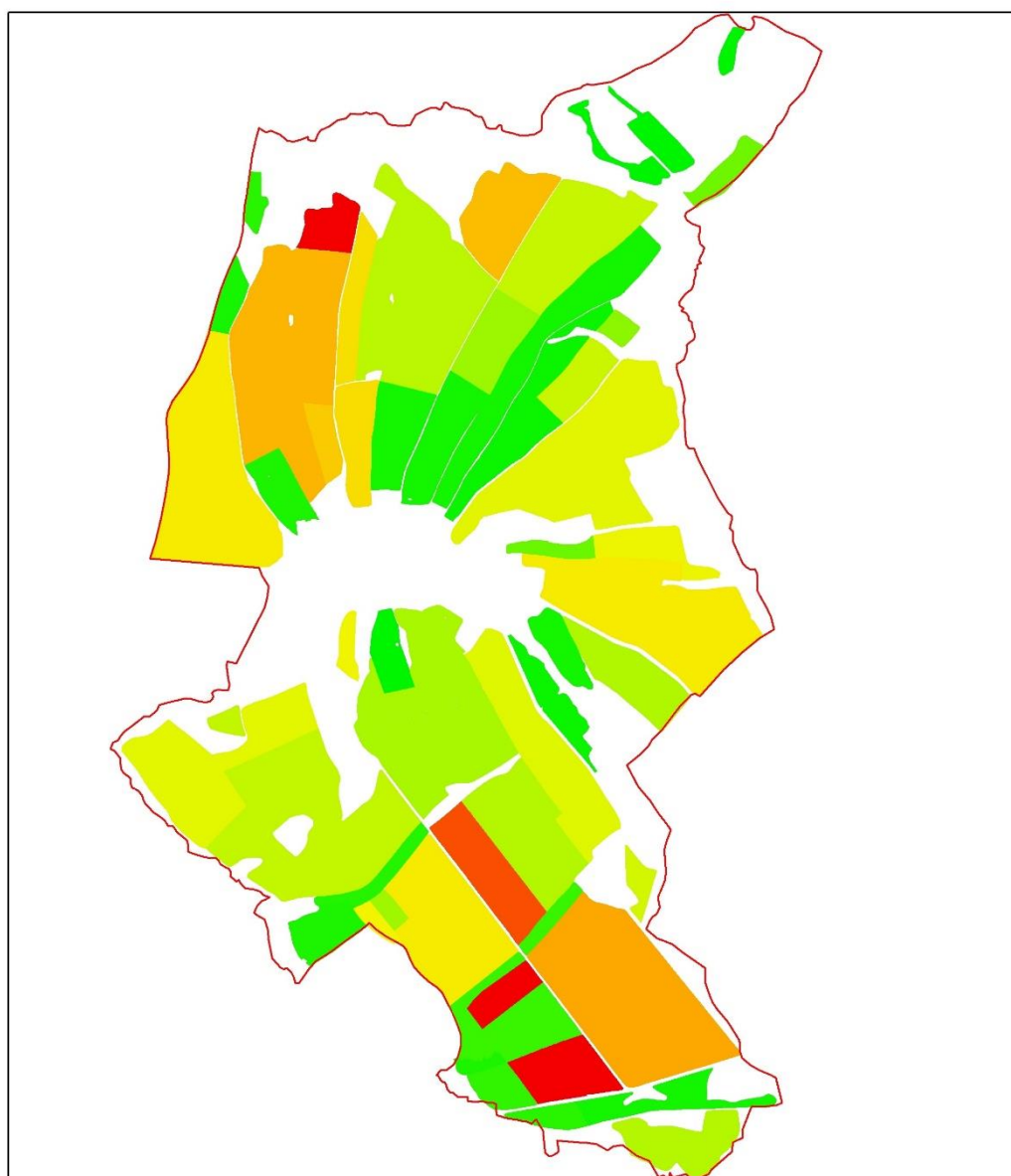
 Dolní : 0



Milan Skala

Zdroj: vlastní

Obr. č. 11 – průměrná erozní ohroženost na půdní blok, k.ú. Záborná




**Legenda**

 katastrální území

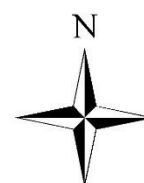
**průměrná eroze na půdní blok**

**Hodnota**

 Horní : 29,8792

 Dolní : 0,0621727

0 200 400 800 1 200 1 600 metry



Milan Skala

Zdroj: vlastní

Tab. č. 15 – průměrná ztráta půdy v  $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$

číslo půdního bloku	ztráta půdy ( $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ )	číslo půdního bloku	ztráta půdy ( $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ )
1	0,45	32	4,35
2	0,36	33	0,23
3	2,44	34	5,17
4	24,74	35	5,86
5	0,30	36	0,18
6	4,20	37	5,97
7	7,59	38	0,06
8	0,95	39	0,12
9	0,50	40	6,95
10	5,04	41	10,18
11	0,34	42	8,76
12	0,09	43	23,49
13	0,07	44	6,33
14	23,24	45	0,34
15	2,58	46	4,79
16	0,14	47	5,22
17	0,21	48	0,69
18	5,70	49	6,89
19	20,62	50	0,86
20	14,01	51	8,83
21	5,35	52	5,75
22	0,14	53	10,79
23	4,63	54	0,56
24	10,26	55	7,68
25	29,87	56	0,12
26	7,13	57	9,86
27	0,21	58	7,36
28	7,88	59	6,23
29	3,57	60	6,68
30	0,21	61	0,21
31	9,34		

Zdroj: vlastní

Z tabulky je patrné, že maximální hodnota přípustné ztráty půdy, byla překročena celkem v 35 případech, a to poměrně velmi vysokými hodnotami. Je to zapříčiněno především díky velké sklonitosti a velikosti půdních bloků. Pouze na třech půdních blocích, na kterých je orná půda, nebyl překročen povolený limit.

## 6.2. Výpočet pomocí CN křivek

Výpočet pomocí CN křivek byl proveden za pomoci programu ERCN, jehož výstupem jsou hodnoty Oph a Qph, které jsou následně vloženy do modifikované rovnice dle WILLIAMS, BERNDT (1972), kde nahrazují faktor R. Z důvodu co největší přesnosti zůstaly ostatní faktory stejné jako v předešlém výpočtu. Pouze LS faktor byl zprůměrován na půdní blok a následně vložen do výpočtu.

K výpočtu transportu splavenin byly použity 2leté a 20leté hodnoty maximálního denního úhrnu srážek. Tyto údaje byly převzaty ze stanice ve městě Polná, která je vzdálená 2 km od zájmového území.

Průměrné CN bylo spočítáno váženým průměrem z hydrologických skupin půd. Jako využití půdy bylo stanoveno úzkořádkové plodiny s přímými řádky bez ohledu na sklon se špatnými hydrologickými podmínkami omezující infiltraci.

Tab. č. 16 – výpočet váženého průměru CN křivek dle hydrologických skupin půd

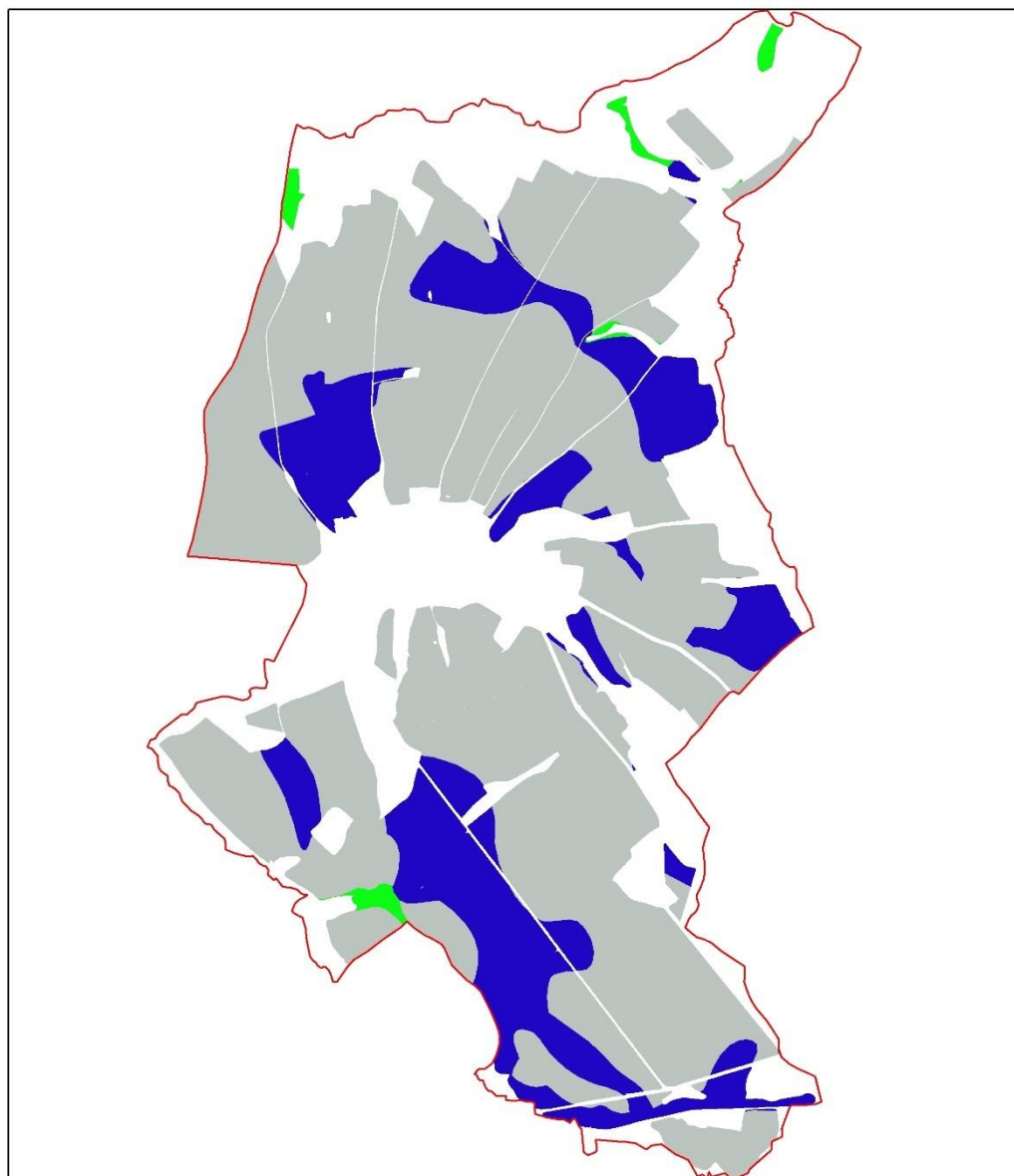
hydrologické skupiny půd	plocha (ha)	CN
<b>B</b>	331,29	76
<b>C</b>	105,51	84
<b>D</b>	4,88	88
<b>vážený průměr</b>		78

Zdroj: vlastní





Opravný koeficient nádrží, rybníků a bažin byl stanoven hodnotou 1. Maximální délkou plošného povrchového odtoku byla hodnota 100 metrů, po této hodnotě nastával soustředěný odtok o malé hloubce. Hydraulický sklon byl vypočítán jako převýšení ku délce odtoku. Jako drsnost byly vloženy dvě hodnoty. Pro ornou půdu byla vložena hodnota 0,06 – obdělávaná půda s posklizňovými zbytky pokrývající <20 % povrchu. Pro trvalý travní porost byla vložena hodnota 0,24 – střední trvalý travní porost. Soustředěný odtok v otevřeném korytě se zde nenacházel.

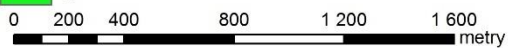


Obr. č. 12 – mapa hydrologických skupin půd, k.ú. Záborná



**Legenda**

-  katastrální území
- hydrologické skupiny půd**
- hydro\_skupin\_půd**
-  B
-  C
-  D



Milan Skala

Zdroj: vlastní

Obr. č. 13 – výpočet Oph a Qph v programu ERCN pro půdní blok č. 10 a 2letou srážku

### Výpočet kulminačního průtoku pomocí CN - křivek

Zadání vstupních hodnot

Plocha povodí :  ha Výpočet

Průměrné CN :

Max. 24-h srážkový úhrn :  mm Vybrat h

Opravný koef. nádrží :  mm Vybrat f

Přímý odtok : **6,05** mm

Ia / Hs : **0,37**

O<sub>pH</sub> : **441,95** m<sup>3</sup>

q<sub>pH</sub> = **0,91**

Q<sub>pH</sub> = **0,11** m<sup>3</sup>/s

Výpočet Q<sub>pH</sub>

Konec Vynulovat formulář

Uložit Načíst soubor

Celková doba koncentrace

Plošný povrchový odtok

Délka : l =  m    Hydraulický sklon : s =  tg α

Drsnost : n =  ...    Dvouletý 24-h déšť : Hs2 =  mm

T<sub>ta</sub> = **0,187** h

---

Soustředěný odtok o malé hloubce

Délka : l =  m    Hydraulický sklon : s =  tg α

Povrch na zájmovém území

Nedlážděný    Rychlost : v =  m /s

Dlážděný    T<sub>tb</sub> = **0,027** h

---

Soustředěný odtok v otevřeném korytě

Délka : l =  m    Hydraulický sklon : s =  tg α

Drsnost : n =  ...    Plocha příč. profilu : F =  m<sup>2</sup>

Rychlost : v =  m /s    Omočený obvod : O =  m

T<sub>tc</sub> =  h    Hydraulický ploměr : R =  m

T<sub>c</sub> = **0,214** h Výpočet T<sub>c</sub>

Zdroj: vlastní

Obr. č. 14 – výpočet Oph a Qph v programu ERCN pro půdní blok č. 11 a 20letou srážku

### Výpočet kulminačního průtoku pomocí CN - křivek

Zadání vstupních hodnot

Plocha povodí :  ha Výpočet

Průměrné CN :

Max. 24-h srážkový úhrn :  mm Vybrat h

Opravný koef. nádrží :  mm Vybrat f

Přímý odtok : **30,47** mm

Ia / Hs : **0,18**

O<sub>pH</sub> : **1215,58** m<sup>3</sup>

q<sub>pH</sub> = **0,72**

Q<sub>pH</sub> = **0,24** m<sup>3</sup>/s

Výpočet Q<sub>pH</sub>

Konec Vynulovat formulář

Uložit Načíst soubor

Celková doba koncentrace

Plošný povrchový odtok

Délka : l =  m    Hydraulický sklon : s =  tg α

Drsnost : n =  ...    Dvouletý 24-h déšť : Hs2 =  mm

T<sub>ta</sub> = **0,514** h

---

Soustředěný odtok o malé hloubce

Délka : l =  m    Hydraulický sklon : s =  tg α

Povrch na zájmovém území

Nedlážděný    Rychlost : v =  m /s

Dlážděný    T<sub>tb</sub> = **0,015** h

---

Soustředěný odtok v otevřeném korytě

Délka : l =  m    Hydraulický sklon : s =  tg α

Drsnost : n =  ...    Plocha příč. profilu : F =  m<sup>2</sup>

Rychlost : v =  m /s    Omočený obvod : O =  m

T<sub>tc</sub> =  h    Hydraulický ploměr : R =  m

T<sub>c</sub> = **0,529** h Výpočet T<sub>c</sub>

Zdroj: vlastní

Tab. č. 17 – výpočet transportu splavenin pro 2letou srážku

<b>blok</b>	<b>Délka (m)</b>	<b>Výměra (ha)</b>	<b>OpH (m<sup>3</sup>) 2letá</b>	<b>QpH (m<sup>3</sup>/s) 2letá</b>	<b>K</b>	<b>LS</b>	<b>C</b>	<b>P</b>	<b>G</b>	<b>G/výměra</b>
1	393	2,43	147,11	0,02	0,33	3,01	0,005	1	0,11	0,04
2	177	3,90	236,11	0,03	0,43	2,71	0,005	1	0,21	0,05
3	117	1,71	103,52	0,03	0,32	0,88	0,204	1	1,28	0,75
4	287	3,04	184,04	0,05	0,33	8,48	0,204	1	23,35	7,68
5	154	2,16	130,77	0,02	0,32	4,73	0,005	1	0,15	0,07
6	346	6,10	369,30	0,09	0,32	1,60	0,204	1	8,77	1,44
7	120	4,27	258,51	0,07	0,51	1,97	0,204	1	12,24	2,87
8	220	1,61	97,47	0,01	0,32	7,19	0,005	1	0,13	0,08
9	203	1,34	81,12	0,01	0,40	6,04	0,005	1	0,13	0,09
10	221	7,30	441,95	0,11	0,32	1,92	0,204	1	13,02	1,78
11	175	3,99	241,56	0,04	0,32	5,23	0,005	1	0,35	0,09
12	110	2,69	162,85	0,02	0,32	1,47	0,005	1	0,05	0,02
13	128	1,03	62,36	0,01	0,40	0,98	0,005	1	0,02	0,02
14	159	3,53	213,71	0,06	0,32	7,48	0,204	1	24,05	6,81
15	159	2,60	157,41	0,04	0,16	1,77	0,204	1	1,91	0,73
16	176	4,99	302,10	0,04	0,32	2,08	0,005	1	0,16	0,03
17	239	6,72	406,83	0,06	0,32	3,08	0,005	1	0,35	0,05
18	120	1,01	61,15	0,02	0,32	2,22	0,204	1	1,91	1,90
19	127	2,79	168,91	0,05	0,32	7,34	0,204	1	18,68	6,69
20	153	8,20	496,43	0,13	0,32	5,32	0,204	1	42,27	5,16
21	406	24,82	1502,62	0,35	0,32	2,46	0,204	1	63,29	2,55
22	96	3,89	235,50	0,04	0,51	1,36	0,005	1	0,14	0,04
23	87	1,11	67,20	0,02	0,32	2,21	0,204	1	2,01	1,81
24	471	7,95	481,30	0,11	0,32	4,15	0,204	1	29,52	3,71
25	114	1,37	82,94	0,02	0,32	11,55	0,204	1	11,81	8,62
26	338	24,62	1490,51	0,36	0,43	2,17	0,204	1	75,86	3,08
27	104	3,18	192,52	0,03	0,43	2,40	0,005	1	0,16	0,05
28	83	1,07	64,78	0,02	0,32	2,67	0,204	1	2,38	2,22
29	85	1,19	72,04	0,02	0,32	1,38	0,204	1	1,30	1,10
30	239	12,36	748,28	0,11	0,32	2,57	0,005	1	0,57	0,05
31	285	2,48	150,14	0,04	0,43	2,67	0,204	1	7,54	3,04
32	97	1,01	61,15	0,02	0,32	1,69	0,204	1	1,46	1,44
33	387	6,25	378,38	0,05	0,32	3,02	0,005	1	0,30	0,05
34	190	12,06	730,12	0,19	0,32	1,98	0,204	1	24,15	2,00
35	449	14,08	852,41	0,19	0,16	2,75	0,204	1	18,29	1,30
36	487	5,01	303,31	0,04	0,40	2,46	0,005	1	0,23	0,05
37	221	4,21	254,88	0,07	0,32	1,89	0,204	1	7,31	1,74
38	139	2,03	122,90	0,02	0,40	0,97	0,005	1	0,04	0,02
39	200	4,34	262,75	0,04	0,32	1,75	0,005	1	0,12	0,03

40	244	16,37	991,05	0,25	0,32	2,86	0,204	1	48,27	2,95
41	294	18,90	1144,22	0,28	0,32	4,11	0,204	1	80,11	4,24
42	328	4,54	274,85	0,07	0,32	3,37	0,204	1	13,60	2,99
43	180	2,07	125,32	0,03	0,32	8,99	0,204	1	14,54	7,02
44	105	1,65	99,89	0,03	0,43	1,98	0,204	1	3,79	2,30
45	172	1,21	73,25	0,01	0,32	4,75	0,005	1	0,08	0,06
46	254	23,84	1443,29	0,37	0,16	2,48	0,204	1	32,17	1,35
47	230	6,84	414,1	0,11	0,32	2,02	0,204	1	13,21	1,93
48	195	2,73	165,28	0,02	0,32	7,44	0,005	1	0,27	0,10
49	167	14,10	853,62	0,23	0,51	2,15	0,204	1	50,77	3,60
50	281	5,49	332,37	0,05	0,32	9,16	0,005	1	0,83	0,15
51	187	5,31	321,47	0,08	0,32	3,35	0,204	1	15,90	2,99
52	410	26,52	1605,54	0,37	0,33	2,56	0,204	1	72,71	2,74
53	401	28,11	1701,8	0,40	0,32	4,10	0,204	1	121,87	4,34
54	262	1,94	117,45	0,02	0,40	7,41	0,005	1	0,28	0,15
55	93	1,38	83,55	0,02	0,16	5,89	0,204	1	3,02	2,19
56	169	3,12	188,89	0,03	0,16	3,68	0,005	1	0,09	0,03
57	200	8,74	529,12	0,14	0,16	5,41	0,204	1	23,22	2,66
58	305	24,1	1459,03	0,36	0,32	2,28	0,204	1	58,61	2,43
59	356	15,70	950,49	0,23	0,33	3,20	0,204	1	51,93	3,31
60	366	22,20	1344	0,32	0,32	3,35	0,204	1	77,00	3,47
61	160	2,35	142,27	0,02	0,43	4,21	0,005	1	0,19	0,08

(zdroj: vlastní)

Při výpočtu 2leté srážky byly překročeny povolené hodnoty celkem na 8 půdních blocích, a to konkrétně na blocích č. 4, 14, 19, 20, 25, 41, 43 a 53.

Tab. č. 18 – výpočet transportu splavenin pro 20letou srážku

blok	Délka (m)	Výměra (ha)	OpH (m <sup>3</sup> ) 2letá	QpH (m <sup>3</sup> /s) 2letá	K	LS	C	P	G	G/výměra
1	393	2,43	740,32	0,13	0,33	3,01	0,005	1	0,76	0,31
2	177	3,90	1188,16	0,22	0,43	2,71	0,005	1	1,55	0,40
3	117	1,71	520,96	0,19	0,32	0,88	0,204	1	8,88	5,20
4	287	3,04	926,16	0,29	0,33	8,48	0,204	1	154,42	50,80
5	154	2,16	658,06	0,13	0,32	4,73	0,005	1	1,08	0,50
6	346	6,10	1858,41	0,56	0,32	1,6	0,204	1	60,32	9,89
7	120	4,27	1300,89	0,45	0,51	1,97	0,204	1	85,77	20,09
8	220	1,61	490,50	0,09	0,32	7,19	0,005	1	1,13	0,70
9	203	1,34	408,24	0,08	0,40	6,04	0,005	1	1,00	0,75
10	221	7,30	2224,00	0,71	0,32	1,92	0,204	1	91,42	12,52
11	175	3,99	1215,58	0,24	0,32	5,23	0,005	1	2,37	0,59
12	110	2,69	819,53	0,16	0,32	1,47	0,005	1	0,43	0,16
13	128	1,03	313,8	0,06	0,40	0,98	0,005	1	0,12	0,12

14	159	3,53	1075,44	0,36	0,32	7,48	0,204	1	162,10	45,92
15	159	2,60	792,11	0,26	0,16	1,77	0,204	1	13,47	5,18
16	176	4,99	1520,24	0,29	0,32	2,08	0,005	1	1,19	0,24
17	239	6,72	2047,30	0,39	0,32	3,08	0,005	1	2,45	0,37
18	120	1,01	307,70	0,11	0,32	2,22	0,204	1	12,29	12,17
19	127	2,79	849,99	0,29	0,32	7,34	0,204	1	123,53	44,28
20	153	8,20	2498,19	0,84	0,32	5,32	0,204	1	297,06	36,23
21	406	24,82	7561,59	2,17	0,32	2,46	0,204	1	434,55	17,51
22	96	3,89	1185,12	0,24	0,51	1,36	0,005	1	0,97	0,25
23	87	1,11	338,17	0,13	0,32	2,21	0,204	1	14,16	12,76
24	471	7,95	2422,02	0,67	0,32	4,15	0,204	1	200,66	25,24
25	114	1,37	417,38	0,14	0,32	11,55	0,204	1	86,81	63,37
26	338	24,62	7500,66	2,23	0,43	2,17	0,204	1	520,65	21,15
27	104	3,18	968,81	0,19	0,43	2,4	0,005	1	1,13	0,36
28	83	1,07	325,98	0,12	0,32	2,67	0,204	1	16,03	14,98
29	85	1,19	362,54	0,14	0,32	1,38	0,204	1	9,59	8,05
30	239	12,36	3765,56	0,72	0,32	2,57	0,005	1	4,06	0,33
31	285	2,48	755,55	0,23	0,43	2,67	0,204	1	49,65	20,02
32	97	1,01	307,70	0,11	0,32	1,69	0,204	1	9,36	9,26
33	387	6,25	1904,11	0,35	0,32	3,02	0,005	1	2,17	0,35
34	190	12,06	2674,17	1,20	0,32	1,98	0,204	1	140,25	11,63
35	449	14,08	4289,57	1,20	0,16	2,75	0,204	1	126,90	9,01
36	487	5,01	1526,33	0,27	0,40	2,46	0,005	1	1,69	0,34
37	221	4,21	1282,61	0,41	0,32	1,89	0,204	1	48,62	11,55
38	139	2,03	618,45	0,12	0,40	0,97	0,005	1	0,26	0,13
39	200	4,34	1322,21	0,25	0,32	1,75	0,005	1	0,85	0,20
40	244	16,37	4987,24	1,57	0,32	2,86	0,204	1	333,84	20,39
41	294	18,90	5758,02	1,76	0,32	4,11	0,204	1	554,30	29,33
42	328	4,54	1383,14	0,41	0,32	3,37	0,204	1	90,43	19,92
43	180	2,07	630,64	0,21	0,32	8,99	0,204	1	106,84	51,61
44	105	1,65	502,68	0,17	0,43	1,98	0,204	1	24,74	14,99
45	172	1,21	368,64	0,07	0,32	4,75	0,005	1	0,55	0,46
46	254	23,84	7263,03	2,27	0,16	2,48	0,204	1	219,63	9,21
47	230	6,84	2083,85	0,66	0,32	2,02	0,204	1	89,03	13,02
48	195	2,73	831,71	0,16	0,32	7,44	0,005	1	2,17	0,80
49	167	14,10	4295,67	1,43	0,51	2,15	0,204	1	349,15	24,76
50	281	5,49	1672,57	0,31	0,32	9,16	0,005	1	5,73	1,04
51	187	5,31	1617,73	0,53	0,32	3,35	0,204	1	113,32	21,34
52	410	26,52	8079,51	2,31	0,33	2,56	0,204	1	501,22	18,90
53	401	28,11	8563,91	2,46	0,32	4,10	0,204	1	833,04	29,64
54	262	1,94	591,03	0,11	0,40	7,41	0,005	1	1,81	0,93
55	93	1,38	420,43	0,15	0,16	5,89	0,204	1	23,10	16,74
56	169	3,12	950,53	0,18	0,16	3,68	0,005	1	0,62	0,20

<b>57</b>	200	8,74	2662,7	0,86	0,16	5,41	0,204	1	158,61	<b>18,15</b>
<b>58</b>	305	24,1	7342,24	2,23	0,32	2,28	0,204	1	402,26	<b>16,69</b>
<b>59</b>	356	15,7	4783,12	1,41	0,33	3,2	0,204	1	354,30	<b>22,57</b>
<b>60</b>	366	22,2	6763,39	1,98	0,32	3,35	0,204	1	528,12	<b>23,79</b>
<b>61</b>	160	2,35	715,94	0,14	0,43	4,21	0,005	1	1,41	0,60

Zdroj: vlastní

Při výpočtu 20leté srážky byly překročeny povolené hodnoty na všech půdních blocích orné půdy neboli na 38 půdních blocích.

### 6.3. Návrh protierozních opatření

V zájmovém území byly navrženy organizační, agrotechnické i technické protierozní opatření. Jako organizační protierozní opatření byl navržen protierozní osevní postup případné zatravnění. Jako agrotechnické protierozní opatření bylo zvoleno diskové zpracování půdy, bezorebné setí a ponechání posklizňových zbytků. Jako technické protierozní opatření byly na půdních blocích č. 26, 53 a 59 navrženy průlehy.

Tab. č. 19 – protierozní osevní postup

<b>plodina</b>	<b>Zařazení</b>	<b>agrotechnika</b>	<b>příprava půdy</b>	<b>setí</b>	<b>sklizeň</b>	<b>podmítka /orba</b>	<b>faktor C</b>
jetel luční	hl. plodina	podsev do předplodiny	28.3.	7.4.	24.8.	31.8.	0,044
jetel luční	hl. plodina	další užitkový rok	28.3.	7.4.	24.8.	31.8.	0,040
pšenice ozimá	hl. plodina	setí do zorané půdy, sláma ponechána	21.9.	5.10.	4.8.	11.8.	0,077
kukuřice siláž	hl. plodina	disky do 10 cm, sláma sklizena	16.4.	27.4.	5.9.	12.9.	0,303
ječmen jarní	hl. plodina	setí do strniště, sláma sklizena	28.3.	7.4.	31.7.	7.8.	0,174
							<b>0,090</b>

Zdroj: kalkulacka.vumop.cz

Nový osevní postup obsahuje kombinaci organizačních a agrotechnických opatření. Do osevního postupu byla zařazena také erozně ohrožená plodina – kukuřice, a to z důvodu velkého počtu chovaného skotu v okolí. Aby se zamezilo jejímu velkému eroznímu ohrožení, je seta do mělce zdiskovaná půdy, která obsahuje slámu z předešlého roku.

Tab. č. 20 – výpočet erozního smyvu pro nový osevní postup

číslo půdního bloku	G (C=0,204)	G (C=0,090)	číslo půdního bloku	G (C=0,204)	G (C=0,090)
4	24,74	10,91	35	5,86	2,59
6	4,20	1,85	37	5,97	2,63
7	7,59	3,35	40	6,95	3,07
10	5,04	2,22	41	10,18	4,49
14	23,24	10,25	42	8,76	3,86
18	5,70	2,51	43	23,49	10,36
19	20,62	9,10	44	6,33	2,79
20	14,01	6,18	46	4,79	2,11
21	5,35	2,36	47	5,22	2,30
23	4,63	2,04	49	6,89	3,04
24	10,26	4,53	51	8,83	3,90
25	29,87	13,18	52	5,75	2,54
28	7,88	3,48	55	7,68	3,39
31	9,34	4,12	57	9,86	4,35
32	4,35	1,92	58	7,36	3,25
34	5,17	2,28	60	6,68	2,95

Zdroj: Vlastní

Z tabulky je patrné, že ani protierozní osevní postup nepomohl snížit erozi pod přípustnou mez na všech půdních blocích. Proto je potřeba půdní bloky 4, 14, 19, 20, 24, 25, 31, 41, 43, 57 zatravnit.

Tab. č. 21 – výpočet erozního smyvu pro zatravnění

číslo půdního bloku	G (C=0,204)	G (C=0,005)
4	24,74	0,61
14	23,24	0,57
19	20,62	0,51
20	14,01	0,34
24	10,26	0,25
25	29,87	0,73
31	9,34	0,23
41	10,18	0,25
43	23,49	0,58
57	9,86	0,24

Zdroj: vlastní

Po zatravnění již žádné hodnoty nepřekračují přípustnou ztrátu půd.

Pro výpočet 2leté srážky bude jako protierozní faktor také použit osevní postup, a to celkem na 8 půdních blocích, a to konkrétně na půdních blocích 4, 14, 19, 20, 25, 41, 44 a 53.

Tab. č. 22 – výpočet transportu splavenin pro nový osevní postup

<b>blok</b>	<b>délka</b>	<b>výměra</b>	<b>OpH (m<sup>3</sup>) 2letá</b>	<b>QpH (m<sup>3</sup>/s) 2letá</b>	<b>K</b>	<b>LS</b>	<b>C</b>	<b>P</b>	<b>G</b>	<b>G/výměra</b>
<b>4</b>	287	3,04	184,04	0,05	0,33	8,48	0,090	1	10,30	3,39
<b>14</b>	159	3,53	213,71	0,06	0,32	7,48	0,090	1	10,61	3,01
<b>19</b>	127	2,79	168,91	0,05	0,32	7,34	0,090	1	8,24	2,95
<b>20</b>	153	8,2	496,43	0,13	0,32	5,32	0,090	1	18,65	2,27
<b>25</b>	114	1,37	82,94	0,02	0,32	11,55	0,090	1	5,21	3,80
<b>41</b>	294	18,9	1144,22	0,28	0,32	4,11	0,090	1	35,34	1,87
<b>43</b>	180	2,07	125,32	0,03	0,32	8,99	0,090	1	6,41	3,10
<b>53</b>	401	28,11	1701,8	0,40	0,32	4,1	0,090	1	53,77	1,91

Zdroj: vlastní

Návrh protierozních opatření pro 20letou srážku zde není uveden, protože žádný protierozní osevní postup by nezabránil překročit přípustnou ztrátu půd. A proto by všechny půdní bloky s ornou půdou musely být zatravněny.

Na půdních blocích 26, 53 a 59 bylo provedeno technické protierozní opatření v podobě průlehu. Průleh byl navržen trojúhelníkového tvaru se sklony 1:8, a to především kvůli případnému přejezdu zemědělské techniky. Hloubka průlehu byla navržena na 0,6 m. Šířka v břehových hranách průlehu byla spočítána na 9,6 m. Podélný sklon byl stanoven na 0,5 %. Průleh č. 1 je vyústěn do zatravněné údolnice, která dále směřuje do přilehlé vodní nádrže. Průleh č. 2 je sveden přímo do vodní nádrže a průleh č. 3 je sveden do příkopu, který dále pokračuje do vodního recipientu. Ke stabilizaci průlehu byl použit trvalý drn s koeficientem drsnosti  $n = 0,025$ . Kapacita průlehu byla vypočtena na  $3,632 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  s rychlostí  $1,26 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Janeček (2008) považuje průleh za jedno z nejúčinnějších protierozních opatření.

Janeček a kol. (2012) uvádí orientační parametry protierozního průlehu. Hloubka průlehu se pohybuje mezi 30 až 100 cm, Příčný profil má sklonem 1:10 až 1:5, podélný sklon je navrhován do 3 % a maximální profilová rychlost by měla být do  $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Všechny tyto parametry byly splněny v diplomové práci.

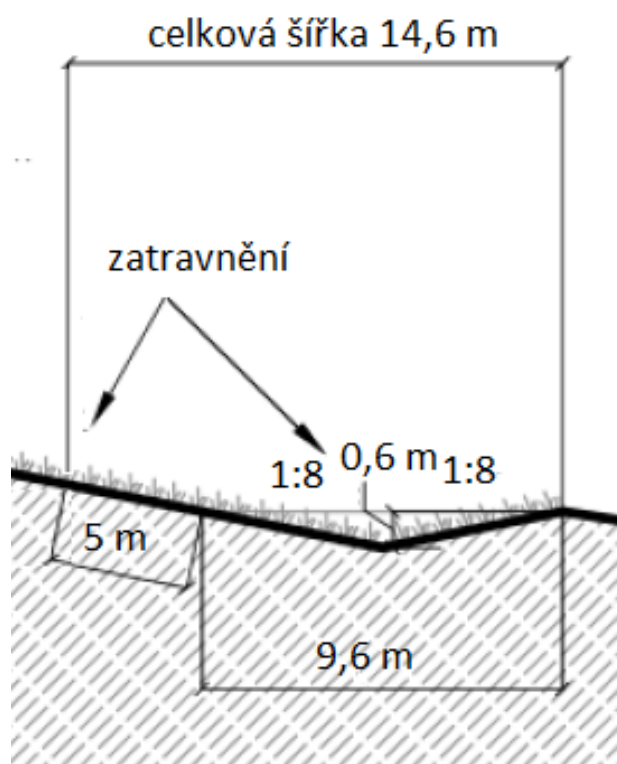
Nad průlehem byl navržen také 5 m široký pás trvalého travního porostu, jednak pro ochranu průlehu před zanášením půdními částicemi, a jednak také pro možnost využití



jako dopravního pásu pro zemědělskou techniku. Součástí průlehu také budou dřeviny jako líska obecná a jeřáb ptačí, které budou doplňovat keře jako trnka obecná a ptačí zob obecný. Průlehy budou také fungovat jako interakční prvek a budou navazovat na ÚSES.

Kadlec (2014) uvádí, že je vhodné doplnit průleh doprovodnou vegetací, avšak nesmí nijak bránit funkčnosti a přejezdnosti průlehu.

Obr. č. 15 – příčný řez průlehu



Zdroj: vlastní

Návrh protierozních průlehubů by musel být součástí pozemkové úpravy, protože dojde k záboru půdy a bylo by složité vykoupovat půdu od soukromých vlastníků.

Tab č. 23 – délka a plocha průlehubů

průleh	délka (m)	plocha (m <sup>2</sup> )
<b>P1</b>	373	5445,8
<b>P2</b>	808	11796,8
<b>P3</b>	526	7679,6
		24922,2

Zdroj: vlastní

Tab. č. 24 – výpočet erozního smyvu s navrženými průlehy

<b>P1</b>	<b>R</b>	<b>K</b>	<b>L</b>	<b>S</b>	<b>C</b>	<b>P</b>	<b>G</b>
<b>26a</b>	40	0,43	2,63	0,43	0,204	1	3,9681
<b>26b</b>	40	0,43	2,22	0,74	0,090	1	2,54305
<b>P2</b>	<b>R</b>	<b>K</b>	<b>L</b>	<b>S</b>	<b>C</b>	<b>P</b>	<b>G</b>
<b>53a</b>	40	0,32	3,66	0,28	0,204	1	2,67596
<b>53b</b>	40	0,32	3,28	0,45	0,204	1	3,85413
<b>P3</b>	<b>R</b>	<b>K</b>	<b>L</b>	<b>S</b>	<b>C</b>	<b>P</b>	<b>G</b>
<b>59a</b>	40	0,33	2,46	0,6	0,204	1	3,97457
<b>59b</b>	40	0,32	2,68	0,45	0,204	1	3,14911

Zdroj: vlastní

Po navržení průlehu již není překročena přípustná ztráta půdy. Jen u půdního bloku 26b je navržen protierozní osevní postup.

Tab. č. 25 – výpočet N letých srážek pro P1, P2, P3

<b>P1</b>	<b>OpH(m3)</b>	<b>QpH(m3/s)</b>	<b>P2</b>	<b>OpH(m3)</b>	<b>QpH(m3/s)</b>	<b>P3</b>	<b>OpH(m3)</b>	<b>QpH(m3/s)</b>
<b>2letá</b>	613,88	0,15		774,31	0,19		422,57	0,11
<b>10letá</b>	2262,97	0,69		2854,37	0,83		1557,74	0,51
<b>20letá</b>	3089,22	0,96		3896,57	1,15		2126,51	0,71
<b>50letá</b>	4175,23	1,32		5266,39	1,57		2874,07	0,98
<b>100letá</b>	5070,82	1,62		6396,03	1,93		3490,56	1,2

Zdroj: vlastní

Z tabulky vyplývá, že průlehy jsou dostatečně dimenzované a dokáží zadržet i 100letý průtok a nedojde k následnému přelití průlehu. Toto technické opatření bylo navrženo i přes to, že dle (Kadlec, 2014) jsou průlehy navrhovány pouze na 10letý průtok.

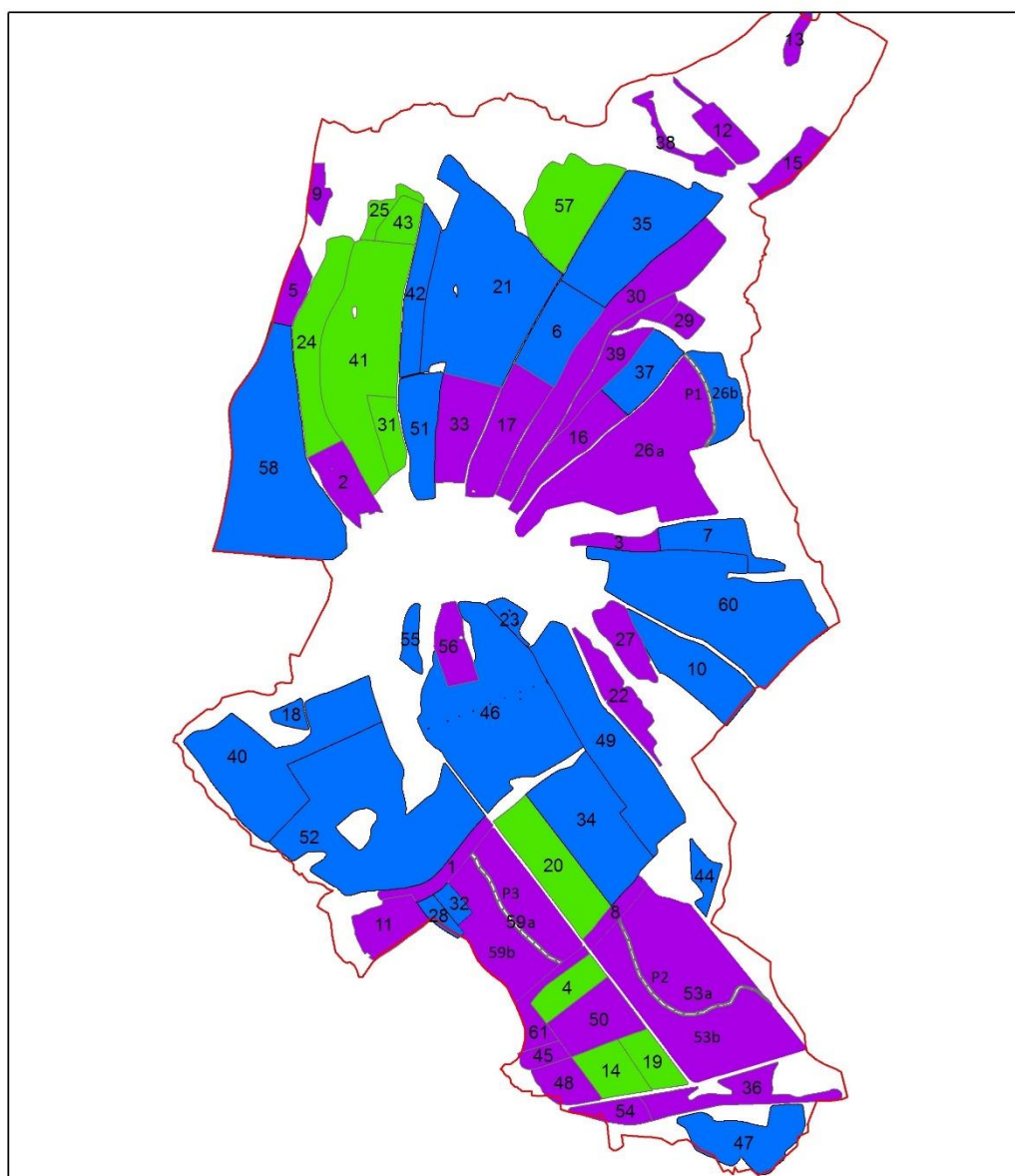
Soukup a Hrádek (1999) uvádějí souvislosti mezi pěstovanými plodinami a retenční schopností povodí i způsobem agrotechnického obdělávání půdy. V rámci komplexní ochrany povodí před erozním smyvem byl navrhován celý systém organizačních a agrotechnických opatření, jehož pozitivní výsledky se projevují snížením erozního smyvu a také snížením kulminačního průtoku a objemu přímého odtoku v souladu s touto prací.

Janeček (2005) uvádí, že síla erozního účinku nejvíce ovlivňují vstupující faktory jako je velmi vysoký sklon pozemků a délka svahu, typy půd na pozemcích. Jelikož určité faktory jsou dané a nelze je výrazně změnit, aby se snížila eroze, musíme se zaměřit na ty, u kterých to lze. Jsou to především faktory L, S, C a P. V mé práci jsem asi



nejvíce pracoval s faktorem C, a to především díky osevním postupům, případnému ochrannému zatravnění. Dále byl také pomocí protierozních průlehů měněn faktor L.

Při návrhu protierozních opatření se bere také v potaz finanční stránka zařízení. Nejlépe jde spočítat asi ochranné zatravnění, do kterého je započítána orba, příprava půdy, setí a cena travních směsí. Cena Orby činí 1900 Kč/ha, příprava půdy 970 Kč/ha, setí 1850 Kč/ha a travní směs 3500 Kč/ha. Celková cena zatravnění za hektar se pohybuje okolo 8220 Kč včetně DPH a pohonných. Na zájmovém území je potřeba zatravnit cca 59 ha, tím pádem se cena činí 485 tis. Kč. Za kalkulaci agrotechnických opatření by se dal považovat pouze nákup bezorebných secích strojů, popřípadě talířových či radličných podmičů. V případě protierozních průlehů byla cena stanovena na 3000 Kč/m, a to včetně zatravnění, osázení keřů a stromů a následné dva roky ošetřování porostu. Při celkové délce 1707 metrů je cena za průleh 5 121 tis. Kč. Z tohoto pohledu jsou technická opatření výrazně nákladnější než opatření agrotechnická a organizační.

Obr. č. 16 – mapa protierozních opatření, k.ú. Záborná






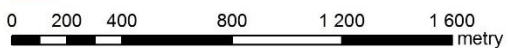
**Legenda**

-  průleh
-  katastrální území

**půdní bloky**

**PEO**

-  beze změny
-  protierozní osevni postup
-  zatravnění



Milan Skala

Zdroj: vlastní

## 7. Závěr

Cílem diplomové práce bylo posoudit a vyhodnotit erozní jevy na modelové pozemkové úpravě pomocí více metod a následné navrhnutí vhodných protierozních opatření, jak organizačních, agrotechnických, tak také technických. Pro tento účel byla vybrána pozemková úprava katastrálního území Záborná. Na modelové pozemkové úpravě bylo vymezeno celkem 61 půdních bloků.

Jako první byl použit výpočet pomocí univerzální rovnice dle Wischmeier – Smitha. Na 35 půdních blocích z 38 půdních bloků orné půdy byla překročena maximální hodnota přípustné ztráty půdy. Některé hodnoty dosahovaly až sedminásobku přípustné ztráty. Hlavními důvody jsou velká sklonitost a přílišná velikost půdních bloků. Dalším důvodem je poměrně velká náchylnost půdy k erozi. Jako základním opatřením ke snížení eroze byl určen nový protierozní osevní postup, který se skládá jak z organizačních, tak agrotechnických protierozních opatření. Zejména ponechání slámy a setí do strniště se ukázalo jako velmi účinné. Novým protierozním osevním postupem došlo ke snížení eroze o 56 %. Přesto toto opatření nestačilo na všechny půdní bloky, a proto bylo potřeba zbylých 10 půdních bloků zatravnit.

Jako druhý byl použit výpočet pomocí CN křivek, kde byly použity 2leté a 20leté srážky jako vstupní data. Bylo vypočteno, že erozní smyv 20leté srážky byl průměrně přibližně 7x větší než 2leté. Při výpočtu 2leté srážky byla překročena maximální hodnota přípustné ztráty půdy celkem v 8 případech. Po navržení nového osevního postupu byly hodnoty sníženy pod limit přípustné ztráty. Při výpočtu 20leté srážky byla překročena hodnota přípustné ztráty půdy na všech půdních blocích s ornou půdou. Toto překročení bylo tak výrazné, že ani žádný protierozní osevní postup nepomohl, a tak jediné řešení by bylo zatravnění půdních bloků.

Na půdních blocích číslo 26, 53 a 59 navrhnu technické protierozní opatření, a to konkrétně protierozní průleh. Pomocí průlehu došlo k přerušení dráhy odtoku a následnému svedení erozně nebezpečné srážky do vodních recipientů. Průleh je poměrně výrazně předimenzován a ukazuje se jako velmi účinné protierozní opatření. Funkce průlehu není pouze protierozní, ale funguje také s možností dopravního pásu pro zemědělskou techniku. Dalším využitím je funkce jako interakční prvek, který navazuje na ÚSES, a tím dochází k značnému zvýšení ekologické stability v daném území. Jediná nevýhoda je poměrně velká finanční náročnost.

Protierozní ochrana půdy při návrhu komplexních pozemkových úprav hraje důležitou roli. Zvláště dnes, kdy se setkáváme s čím dál vyššími nároky na půdu, které mohou vést, až k její úplné degradaci. Proto je třeba ochraně půdy věnovat velkou pozornost a váhu, jak při zpracování pozemkových úprav, tak i při samotném obhospodařování.

## 8. Zdroje

### Knižní:

- 1) BLAŽEK, V., NĚMEC, J., HLADNÝ, J.: *Voda v České republice*. Praha: Pro Ministerstvo zemědělství vydal Consult, 2006. ISBN 80-903482-1-1.
- 2) BRADY, N. C., WEIL, R. R.: *The Nature and Properties of Soils*. 13th ed.; Pearson Education: New Jersey, 2002. ISBN 0-13-016763-0.
- 3) BRTNICKÝ, M.: *Degradace půdy v České republice*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2012. ISBN 978-80-87361-20-7.
- 4) BURIAN, Z., VÁCHAL, J., NĚMEC, J., HLADÍK, J.: *Pozemkové úpravy*. Consult Praha, Praha 2011, 207 s.
- 5) BUZEK, L.: *Eroze půdy*. 1. vyd. Ostrava: vyd. Pedagogická fakulta v Ostravě, 1983, 257 s.
- 6) CÁBLÍK, J., JŮVA, K.: *Protierozní ochrana půdy*. 2. vyd., Praha: SZN, 1963.
- 7) DAMOHORSKÝ, M., SMOLEK, M.: *Zemědělské právo*. Praha: IFEC, Edice Justis, 2001, 132 s.
- 8) DOLEŽAL, P., PAVLÍK, M., STRÍTECKÝ, L., DUMBROVSKÝ, M., MARTÉNEK, J.: *Metodický návod k provádění pozemkových úprav*. Praha: Mze - Ústřední pozemkový úřad, 2010.
- 9) DUMBROVSKÝ, M.: *Doporučený systém protierozní ochrany v procesu komplexních pozemkových úprav*. Metodika 19/1995, VÚMOP, Praha, 1995.
- 10) DUMBROVSKÝ, M.: *Metodický návod pro vypracování pozemkových úprav*. Praha 2004, 190 s.
- 11) HOLÝ, M.: *Eroze a životní prostředí*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1994, 383 s. ISBN 80-01-01078-3.
- 12) HOLÝ, M.: *Protierozní ochrana: učebnice pro stavební fakultu*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1978. 283 s.
- 13) HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ, B.: *Minimalizace zpracování půdy*, Profi Press, Praha 2008, 248 s. ISBN 978-80-8672-628-1.
- 14) JANEČEK, M., DOSTÁL, T., DUFKOVÁ, J., DUMBROVSKÝ, M., HŮLA, J., KADLEC, V., KONEČNÁ, J., KOVÁŘ, P., KRÁSA, J., KUBÁTOVÁ, E., KOBZOVÁ, D., KUDRNÁČOVÁ, M., NOVOTNÝ, I., PODHRÁZSKÁ, J., PRAŽAN, J., PROCHÁZKOVÁ, E., STŘEDOVÁ, H., TOMAN, F.,

- VOPRAVIL, J., VLASÁK, J.: *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. 1. vyd. Praha: Powerprint, 2012. 113 s. ISBN 978-80-87415-42-9.
- 15) JANEČEK, M.: *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. 2. vyd. Praha: ISV nakladatelství, 2005, 195 s.
- 16) JANEČEK, M.: *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Praha: vyd. VÚMOP Praha, 1992, 110 s.
- 17) JANEČEK, M.: *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2007. ISBN 978-80-254-0973-2.
- 18) JANEČEK, M.: *Základy erodologie*. Praha, Česká zemědělská univerzita, 2008, 165 s. ISBN 978-80-213-1842-7.
- 19) JANEČEK, M.: *Základy erodologie*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2008. ISBN 978-80-213-1842-7.
- 20) JAROŠEK, R.: *Protipovodňová a protierozní opatření*. Zpravodaj Ekozemědělci přírodě, 2010, č. 3, s. 18.
- 21) JONÁŠ, F.: *Pozemkové úpravy*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha, 1990.
- 22) JŮVA, K., HRABAL, A., TLAPÁK, V.: *Ochrana půdy, vegetace, vod a ovzduší*. 1st ed.; Státní zemědělské nakladatelství Praha, 1977. 180 s.
- 23) JŮVA, K.: *Pozemkové úpravy*. 1. vyd. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 1978, 255 s.
- 24) KADLEC, V.: *Navrhování technických protierozních opatření: metodika*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2014. ISBN 978-80-87361-29-0.
- 25) KREŠL, J.: *Hydrologie*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno 2001, 128 s.
- 26) KVÍTEK, T.: *Zemědělské meliorace*. - České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2006. - ISBN 80-7040-858-8.
- 27) MAZÍN, V., UHLÍŘOVÁ, J.: *Metodika studie širších územních vazeb ochrany půdy a vody v komplexních pozemkových úpravách*, VÚMOP, Praha 2005, 31 s. ISBN 80-239-4845-8.
- 28) MÖLLER, M., GERSTMANN, H., GAO, F., DAHMS., T. CH., FÖSTER, M.: *Coupling of phenological information and simulated vegetation index time series: Limitations and potentials for the assessment and monitoring of soil erosion risk*. *Catena*. vol. 150, p. 192-205, 2017.



- 29) NĚMEC, J.: *Analýza činnosti pozemkových úřadů a pozemkových úprav v ČR*. 16. Mezinárodní konference pozemkových úprav. Jestřábí, 2006.
- 30) NOVOTNÝ, I., PAPAJ, V., PODHRÁZSKÁ, J., KAPIČKA, J., VOPRAVIL, J., KRISTENOVÁ, H., MISTR, M., ŽÍŽALA, D., KINCL, D., SRBEK, J., POCHOP, M., DOSTÁL, T., KRÁSA, J., KADLEC, V.: *Příručka ochrany proti erozi zemědělské půdy*. Praha: Mze – Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 3. aktualizované vydání 2017.
- 31) PASÁK, P.: *Ochrana zemědělské půdy proti erozi*. Československá akademie zemědělská ústav vědeckotechnických informací, 15-16: 1-40 s. 1974.
- 32) PASÁK, V.: *Ochrana půdy před erozí*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha, 1984. 164 s.
- 33) PRUDKÝ, J.: *Vztah krajinného plánu k pozemkovým úpravám a územnímu plánu*. In: EKOTREND 2001 – trvale udržitelný rozvoj. Sborník z mezinárodní konference 28. – 29. 3. 2001, JU ZF, České Budějovice, 27–29.
- 34) RYBÁRSKY, I., ŠVEHLA, F., GEISSÉ, E.: *Pozemkové úpravy*. Bratislava: ALFA 1991. 357 s.
- 35) SANETRŇÍK, J., FILIP J.: *Meliorace*, Vysoká škola zemědělská v Brně, Brno, 1991.
- 36) SKLENIČKA, P.: *Základy krajinného plánování*. Vyd. 2. Praha: Naděžda Skleničková, 2003. 321 s. ISBN 80-903206-1-9.
- 37) SOUKUP, M., HRÁDEK, F.: *Instrukce pro optimální regulaci povrchového odtoku z povodí*. Praha: VÚMOP Praha, 1999, 55 s.
- 38) SOUKUP, M.: *Opatření v zemědělské krajině pro zlepšení vodních útvarů*. Praha, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. 2006, 108 s. ISBN 80-239-7643-5.
- 39) STRAUSS, P., KLAGHOFER, E.: *Effects of soil erosion on soil characteristics and productivity*. Bodenkultur, 52:147-153 s. (2001).
- 40) ŠARAPATKA, B., NIGGLI, U.: *Zemědělství a krajina: cesty k vzájemnému souladu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2008. ISBN 978-80-244-1885-8.
- 41) ŠVEHLÍK, R.: *Vodní eroze na jihovýchodní Moravě v obrazech*. – Sborník Přírodovědeckého klubu v Uh. Hradišti, Supplementum 12, 64 pp. 2005.

- 42) TOMAN, F. *Pozemkové úpravy*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1995. ISBN 80-7157-148-8.
- 43) TOMAN, F., KADLEC, M.: *Závislost faktorů protierozní účinnosti vegetačního pokryvu C na klimatickém regionu*, In: Bioklima-Prostředí-Hospodářství, 2002 s. 544-550, ISBN 80-85812-99-8.
- 44) VÁCHAL, J.: *Pozemkové úpravy*. Praha: Consult, (2011), 207 s
- 45) VLASÁK, J., BARTOŠKOVÁ, K.: *Pozemkové úpravy*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. 168 s. ISBN 978-80-01-03609-9.
- 46) VRÁNA, K.: *Úloha vody při revitalizaci krajiny*. Krajinotvorné programy, Příbram 1999, s. 33–37.
- 47) ZACHAR, D.: *Erózia pôdy*. Bratislava, SAV, 1970.

#### **Internetové:**

- 1) EAGRI.CZ, pozemkové úpravy. [cit. 2017–12-5] Dostupné z <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/PU/Prehled/>
- 2) HEIS.VUV.CZ [cit. 2018-2-3] dostupné z <http://heis.vuv.cz/data/webmap>
- 3) MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ: *Pozemkové úpravy: nástroj pro udržitelný rozvoj venkovského prostoru*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2011. ISBN 978-80-7084-944-6. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/103179/Pozemkove\\_upravy\\_2\\_vyd.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/103179/Pozemkove_upravy_2_vyd.pdf)
- 4) VUMOP.CZ [cit. 2017-12-19] dostupné z <http://statistiky.vumop.cz>
- 5) VUMOP.CZ [cit. 2018-2-4] dostupné z <http://mapy.vumop.cz>
- 6) ZÁKON Č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech

## 9. Seznam obrázků a tabulek

Obrázek č. 1 - zahájené a ukončené KoPÚ.....	14
Obrázek č. 2 - zahájené a ukončené JPÚ.....	15
Obrázek č. 3 - dlouhodobá průměrná ztráta půd v ČR (t/ha).....	18
Obrázek č. 4 - závislost výskytu vodní eroze na středním úhrnu podle Hudsona.....	20
Obrázek č. 5 - hydrologické mapa 1:50 000, k.ú. Záborná.....	53
Obrázek č. 6 - půdní poměry, k.ú. Záborná.....	54
Obrázek č. 7 - mapa půdních bloků k.ú. Záborná.....	55
Obrázek č. 8 - mapa faktoru K, k.ú. Záborná.....	57
Obrázek č. 9 - mapa faktoru C, k.ú. Záborná.....	59
Obrázek č. 10 - raster erozní ohroženosti, k.ú. Záborná.....	60
Obrázek č. 11 - průměrná erozní ohroženost na půdní blok, k.ú. Záborná.....	61
Obrázek č. 12 - mapa hydrologických skupin půd, k.ú. Záborná.....	64
Obrázek č. 13 - výpočet Oph a Qph v programu ERCN pro půdní blok č. 10 a 2letou srážku.....	65
Obrázek č. 14 - výpočet Oph a Qph v programu ERCN pro půdní blok č. 11 a 20letou srážku.....	65
Obrázek č. 15 - příčný řez průlehu.....	72
Obrázek č. 16 - mapa protierozních opatření, k.ú. Záborná.....	75
Tabulka č. 1 - počet pozemkových úprav a jejich výměra (ha).....	12
Tabulka č. 2 - specifikace jednotlivých forem projevů vodní eroze.....	22
Tabulka č. 3 - rozdělení faktoru R na jednotlivé měsíce.....	39
Tabulka č. 4 - hodnoty faktoru K pro jednotlivé HPJ.....	40
Tabulka č. 5 - exponent zahrnující vliv sklonu na svah.....	41
Tabulka č. 6 - hodnota faktoru délky svahu L.....	41

Tabulka č. 7 - hodnoty faktoru sklonu svahu S.....	42
Tabulka č. 8 - hodnoty faktoru protierozních opatření P.....	43
Tabulka č. 9 - hydrologické skupiny půd.....	45
Tabulka č. 10 - hydrologické skupina půd dle HPJ.....	45
Tabulka č. 11 - průměrná čísla odtokových křivek CN.....	46
Tabulka č. 12 - opravný součinitel pro nádrže, rybníky a mokřady v povodí.....	48
Tabulka č. 13 - Minářovy vláhové jistoty J.....	51
Tabulka č. 14 - hodnota faktoru C dle klimatického regionu.....	58
Tabulka č. 15 - průměrná ztráta půdy v $t * ha^{-1} * rok^{-1}$ .....	62
Tabulka č. 16 - výpočet váženého průměru CN křivek dle hydrologických skupin půd.....	63
Tabulka č. 17 - výpočet transportu splavenin pro 2letou srážku.....	66
Tabulka č. 18 - výpočet transportu splavenin pro 20letou srážku.....	67
Tabulka č. 19 - protierozní osevní postup.....	69
Tabulka č. 20 - výpočet erozního smyvu pro nový osevní postup.....	70
Tabulka č. 21 - výpočet erozního smyvu pro zatravnění.....	70
Tabulka č. 22 - výpočet transportu splavenin pro nový osevní postup.....	71
Tabulka č. 23 - délka a plocha průlehů.....	72
Tabulka č. 24 - výpočet erozního smyvu s navrženými průlehy.....	73
Tabulka č. 25 - výpočet N letých srážek pro P1, P2, P3.....	73