

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Zemědělská fakulta

Studijní program: N4106 – Zemědělská specializace

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Katedra: Katedra krajinného managementu

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

Diplomová práce

**Návrh protierozních opatření v modelovém projektu  
komplexní pozemkové úpravy**

**Vedoucí práce:** doc. Ing. Pavel Ondr, Csc.

**Autor:** Bc. Tereza Nováková

České Budějovice, duben 2016

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Tereza NOVÁKOVÁ  
Osobní číslo: Z14454  
Studijní program: N4106 Zemědělská specializace  
Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí  
Název tématu: Návrh protierozních opatření v modelovém projektu komplexní pozemkové úpravy  
Zadávací katedra: Katedra krajinného managementu

### Zásady pro vypracování:

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

1. Literární rešerše na daná témata:

a/ teoretický rozbor erozních jevů

b/ vodní eroze

c/ posouzení přesnosti výpočtů používaných k vyhodnocení vodní eroze

d/ komplexní pozemkové úpravy a řešení eroze v krajině

2. Aplikace teoretických poznatků v konkrétním katastrálním území.

3. Zobecnění získaných výsledků.

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

DUMBROVSKÝ, M., MEZERA, J., STRÍTECKÝ, L.: Metodický návod pro vypracování návrhů pozemkových úprav, Česká komora pro pozemkové úpravy, Praha 2004, 190 stran

SKLENÍČKA, P. Základy krajinného plánování, Naděžda Skleničková, Praha 2003, ISBN 80-903206-1-9

TOMAN, F. Pozemkové úpravy, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně 1995, ISBN 80-7157-148-8

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

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

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

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

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

Datum zadání diplomové práce: 16. března 2015

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2016

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Blahov. 14 10  
270 02  
L.S.

doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 23. března 2015

### **Prohlášení autora DP**

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

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to- v nezkrácené podobě- v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných zemědělskou fakultou - 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.....

.....

## **Poděkování**

Na tomto místě bych velmi ráda poděkovala mému vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Pavlu Ondrovi, CSc. za jeho trpělivost, vedení, cenné rady a velikou pomoc při zpracování této práce. Za další bych chtěla poděkovat panu Ing. Zdeňku Mayerovi ze společnosti Geopozem CB s.r.o. za poskytnutí materiálů potřebných k vypracování práce. A v neposlední řadě bych chtěla poděkovat své rodině za jejich trpělivost a hlavně podporu, díky níž jsem mohla tuto práci vůbec vytvořit.

## **Abstrakt**

Téma mé diplomové práce se zabývá návrhem protierozních opatření v modelovém projektu komplexní pozemkové úpravy. Literární rešerše slouží k vysvětlení základních pojmů, k seznámení se s problematikou pozemkových úprav, vodní eroze a protierozních opatření, ale také se zákony a vyhláškami.

Druhá část práce se věnuje samotnému návrhu protierozních opatření. V programu ArcGIS bylo vymezeno 16 odtokových drah, pro které byl spočítán povrchový odtok a navrženo protierozní opatření. Výsledky jsou zpracovány do přehledných tabulek.

**Klíčová slova:** vodní eroze, půda, protierozní opatření, povrchový odtok, pozemkové úpravy

## **Abstract**

The topic of my thesis deals with the proposal of erosion control measures in a model comprehensive landscaping project. Literature research is used to explanation of basic terms, to familiarization with problems of land adjustment, water erosion and erosion control measures, but also with laws and regulations.

The second part is dedicated to the proposal of erosion control measures. In program ArcGIS have been identified 16 drainpaths, for which have been calculated surface drain and proposal erosion control measures. The results are processed into clearly tables.

**Keywords:** water erosion, soil, erosion control measures, surface drain, land adjustment

## Obsah

1. Úvod.....	10
2. Literární přehled .....	11
2.1 Půda.....	11
2.2 Teoretický rozbor erozních jevů .....	13
2.2.1 Ledovcová eroze.....	14
2.2.2 Sněhová eroze .....	14
2.2.3 Větrná eroze .....	15
2.2.4 Zemní eroze.....	16
2.2.5 Antropogenní eroze .....	16
2.3 Vodní eroze.....	17
2.3.1 Eroze povrchová.....	20
2.3.2 Eroze podpovrchová .....	21
2.4 Ochrana půdy před erozí .....	22
2.4.1 Organizační opatření.....	23
2.4.2 Agrotechnická opatření.....	26
2.4.3 Technická opatření .....	28
2.5 Posouzení přesnosti výpočtů používaných k vyhodnocení vodní eroze .....	31
2.5.1 USLE .....	31
2.5.2 RUSLE.....	36
2.6 Komplexní pozemkové úpravy .....	38
2.6.1 Formy pozemkových úprav .....	39
2.6.2 Cíl pozemkových úprav .....	39
2.6.3 Účel pozemkových úprav .....	40
2.6.4 Předmětpozemkových úprav .....	40
2.6.5 Obvod pozemkových úprav .....	41
2.6.6 Plán společných zařízení.....	41
2.6.7 Zemědělský půdní fond .....	42
3. Cíl práce .....	44
4. Metodika práce .....	45
4.1 Podklady .....	45
4.2 Zpracování dat .....	47
5. Katastrální území Miloňovice .....	50

5.2 Geomorfologie a geologie území .....	51
5.3 Klima .....	53
5.4 Hydrologie .....	55
6. Výsledky a diskuze .....	56
7. Závěr .....	63
8. Seznam použitých zdrojů .....	64
9. Seznam tabulek .....	68
10. Seznam obrázků .....	70
11. Přílohy .....	71



## 1. Úvod

Půda je jedním z nejcennějších bohatství každého národa. Je nenahraditelnou složkou životního prostředí. Půda je v zásadě neobnovitelný zdroj a velmi dynamický systém, který zajišťuje řadu funkcí a poskytuje služby nezbytné pro lidské činnosti a pro přežití ekosystémů.

Negativní působení vodní eroze spočívá v odnosu svrchní, nejúrodnější půdy, čímž se zhoršují její vlastnosti. Důsledkem eroze jsou škody na majetku, zanášení a znečištění vodních toků a nádrží, často spojené s přísunem nadměrného množství živin z hnojiv a dalších chemikálií do vodního prostředí. Avšak nejzávažnějším důsledkem erozních procesů je poškození až úplné zničení půdy, základního výrobního prostředku v zemědělství. Ochrana půdy před účinky eroze je důležitým prvkem ochrany organizace půdního fondu.

V současné době je v ČR zhruba polovina zemědělské půdy ohrožena vodní erozí. Je třeba věnovat protierozní ochraně náležitou pozornost a začít napravovat škody způsobené dřívější formou hospodaření.

Je třeba začít s nápravou na ploše např. katastrálního území. Právě proto jsem si zvolila jako diplomovou práci téma návrh protierozních opatření v modelovém projektu komplexní pozemkové úpravy.

## 2. Literární přehled

### 2.1 Půda

Půda, jakožto základní článek celé biosféry je jedním z nejcennějších bohatství každého národa, neboť je hlavní vyživovací základnou lidu a nejdůležitějším předpokladem optimálního uspokojování materiálních potřeb společnosti. Vedle toho má půda i celou řadu jiných funkcí – je regulátorem a rezervoárem vody, je využívána k investiční výstavbě a je nejdůležitější složkou k tvorbě životního prostředí (Ježek S., 1987).

Základem veškeré zemědělské činnosti je půda. Zajištění její úrodnosti a produkční schopnosti je podmíněno zachováním a zlepšováním jejích fyzikálních, chemických a biologických vlastností. V současné době se ve zvýšené míře soustřeďuje pozornost na sledování ekologické stránky přírodního prostředí a půdy, protože představuje počátek potravního řetězce (Penk J., 1991).

Je to jeden ze základních výrobních prostředků člověka a hlavních kamenů lidské civilizace vůbec. Na půdu je třeba vždy pohlížet jako na dynamický přírodní útvar, který se tvoří, vyvíjí a udržuje pod vlivem okolního prostředí. Pro člověka je však nejdůležitější vlastností její úrodnost, tedy schopnost zabezpečovat nezbytnými podmínkami existenci a reprodukci rostlin a v závislosti na nich i živočichů a lidí (Tomášek M., 2003).

Je přírodním útvarem, jenž vzniká ze zvětralin zemské kůry a ze zbytků organické hmoty díky půdotvornému procesu. V jehož průběhu působí různé činitele na substrát (půdotvornou hmotu) a přetvářejí ji v půdy různých druhů, typů a různých vlastností. Půdotvorní činitele jsou převážně povahy přírodní, tj. působí-li kromě půdotvorné hmoty také reliéf území (sklonitost, expozice), podnebí (teplota, vlhkost), voda, živé organismy (porost, půdní živěna neboli edafon), avšak také povahy antropogenní tj. různými způsoby užívání a úpravy půdy (Jůva K. a kol., 1977).

Základními složkami půdy jsou pevné, kapalné a plynné látky. Pevné látky tvoří 50 – 85% půdy. Kapaliny nebo půdní roztok představují 10-45% z celkového objemu půdy. Plynné látky (půdní vzduch) vyplňují 5-40% prostoru půdy. Nejprůzračnější poměr mezi pevnými a plynnými látkami je 10:7:3 (50%:35%:15% objemu půdy) (Kalina M., 2004).

Uvážlivé využívání zemědělské půdy, včetně jejího zpracování, úpravy vodního režimu a zavlažování, vhodného střídání plodin, optimalizovaného používání hnojiv a prostředků na ochranu rostlin, zachování krajinných prvků, nebo zavádění protierozních opatření má rovněž širší dopad na životní prostředí jako je např. kvalita a vydatnost vodních zdrojů, agro-biodiverzita, nebo veřejné zdraví obyvatel (Ministerstvo ME, 2015).

Půda je v zásadě neobnovitelný zdroj a velmi dynamický systém, který zajišťuje řadu funkcí a poskytuje služby nezbytné pro lidské činnosti a pro přežití ekosystémů. Na základě dostupných informací lze usuzovat, že v průběhu několika posledních desetiletí se značně zvýšila intenzita procesů degradace půdy, a existují důkazy, že pokud se neuskuteční žádná opatření, tato intenzita se ještě zvýší (Rámcová směrnice o ochraně půdy, 2006).

Půda je základním přírodním bohatstvím a výrobním prostředkem pro zabezpečení výživy obyvatelstva. Pedosféru, jako integrální složku životního prostředí, je nutno chránit a zvyšovat její úrodnost (Buzek L., 1983).

### **Legislativa**

- Zákon č. 17/1992 Sb. o životním prostředí specifikuje v §2 půdu jako jednu ze složek životního prostředí
- Zákon č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých předpisů ve znění pozdějších předpisů
- Směrnice Evropského Parlamentu a Rady 2004/35/ES o odpovědnosti na životní prostředí v souvislosti s prevencí a nápravou škod na životním prostředí
- Zákon č. 167/2008 Sb., o předcházení ekologické újmy a o její nápravě a o změně některých zákonů
- Vyhláška č. 17/2009 Sb., o zjišťování a nápravě ekologické újmy na půdě (Hauptman I. a kol., 2009).

## 2.2 Teoretický rozbor erozních jevů

### Eroze

Slovo eroze je z latinského původu a je odvozené od slova *erodere* – rozhlodávat. Kořen tohoto slova *rodere* znamená hldat, vytvářet na povrchu duté tvary. Slovo *eroze* se nejdříve používalo v geologii, kde se pod jeho významem rozumělo vytváření dutých forem vodou (Zachar D., 1970).

Eroze je přírodní proces, při kterém působením vody, větru, ledu či dalších činitelů dochází k rozrušování povrchu půdy a odnosu půdních částic (Janeček M. a kol., 2005).

Půdní eroze je proces oddělování, transportu a ukládání půdního materiálu erozními činiteli. Je to mechanický proces, který vyžaduje energii. Většinu z této energie dodávají dopadající dešťové kapky, které narážejí na holou půdu velkou rychlostí – kolem 30 km/h, drtí půdní agregáty a oddělují od hmoty půdy jednotlivé částice. Některé oddělené částice jsou transportovány po svahu a při větším povrchovém odtoku až do vodotečí (Janeček M., 1978).

V podmínkách České republiky je eroze významným degradačním procesem ohrožujícím v současné době více než 1/2 výměry orné půdy, což je uhruba 1 500 000 ha, vodní erozí je postiženo 40% orných půd. U některých lze naměřit posun o jeden stupeň hloubky půdy (z 60 cm na 30 cm i méně) (Podhrázká J. a kol., 2014).

Eroze vede také k poškození životního prostředí prostřednictvím sedimentace, znečištěním a zvýšením záplav (Morgan R., 2005)

Erozní procesy, probíhající v nenarušených přírodních podmínkách velmi pozvolna bez škodlivých důsledků, se v zemědělsky intenzivně využívané krajině mnohonásobně zrychlují. Nejzávažnějším důsledkem erozních procesů je poškozování až úplné zničení půdy, základního výrobního prostředku v zemědělství (Pasák V. a kol., 1984).

HOLÝ (1978) rozdělil druhy erozi podle původce, který způsobuje vznik a působí na průběh erozních jevů:

- eroze vodní
- eroze ledovcová

- eroze sněhová
- eroze větrná
- eroze zemní
- eroze antropogenní

Uvedené druhy eroze se vyskytují jednotlivě nebo kombinovaně, což způsobuje odlišnou intenzitu erozních procesů. V celosvětovém měřítku způsobuje národnímu hospodářství největší škody vodní a větrná eroze a zvětšují se nepříznivé důsledky antropogenní eroze (Holý M., 1978).

### 2.2.1 Ledovcová eroze

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

### 2.2.2 Sněhová eroze

V klimatických podmínkách České republiky je působení eroze sněhové, neboli nivální, malé. Sněhová eroze má svoje specifika, která způsobují, že se značně liší od eroze dešťové. Tak např. pro sněhové srážky je charakteristické, že jejich kinetická energie, kterou působí při dopadu na povrch půdy je zcela zanedbatelná a všechna energie pochází pouze z odtékající vody.

Pole jsou v zimě ve většině případů bez vegetačního pokryvu a během zimy se na nich neprovádějí žádné agrotechnické práce. Rýžky a rýhy, které byly dříve vytvořeny jsou neporušené a při každém dalším působení vody se znovu aktivují a zvětšují (Janeček M. a kol., 2005).

Sněhová eroze vznikající pohybem sněhu ve formě lavin, jejíž erozní činnost probíhá při velkém tlaku a rychlosti sněhu. Často ničí zasažený pás území. Sněhovou erozi může vyvolat i pomalý pohyb vrstvy sněhu po nezamrzlém půdním povrchu při

jarním tání. Sněhová eroze se projevuje nejvíce v podhorských oblastech (Holý M., 1978).

K erodování půdy dochází i při pomalém, plazivém pohybu sněhu, a to především na závětrných svazích, kde se půda nachází ve směru sklonu svahu. Pravda, mimo mechanického tlaku sněhu tu napomáhá erozi nadměrné rozmáčení půdy (Zachar D., 1970).

### 2.2.3 Větrná eroze

Větrná eroze spočívá v rozrušování půdní hmoty kinetickou energií větru, v přemísťování uvolněných částic a jejich ukládání při poklesu energie vzdušného proudu (Holý M., 1978).

Větrná eroze působí škody na zemědělské půdě odnosem půdních částic a hnojiv, ale i obnažování kořínků rostlin a přesekáváním jemných stonků mladých rostlin větrem unášenými zrnky zeminy. Větre přemístěnou zeminou jsou rovněž zanášeny příkopy, komunikace apod. (Pasák V. a kol., 1984).

Rozlišujeme dvě formy větrné eroze, a to erozi posuvnou, kdy hrubší materiál je přemísťován skoky při zemi (saltace) a erozi ve formě prašné bouře, kdy jemný materiál (prach, silt) jsou přenášeny ovzdušnými proudy daleko od místa vyvátí (Buzek L., 1983).

Ke snížení rychlosti větru při povrchu půdy, a tím k omezení odnosu půdních částic větrem, můžeme použít tři různá opatření. Jsou to pěstitelské metody, kdy se mezi pásy vyšších rostlin (kukuřice, slunečnice) pěstují málo odolné plodiny (zelenina). Dalším způsobem jsou občasné umělé zábrany (přenosné ploty z odpadových prken, hliníkových fólií, rákosu apod.). Nejvíce zmírňuje rychlost větru síťové uspořádání zábran. Avšak nejúčinnější ochranou jsou trvalé porosty, a to různě široké pásy dřevin orientované kolmo na převládající směr větru (Jonáš F. a kol., 1990).

Větrnou erozi ovlivňují půdní a meteorologické poměry, jenž mohou být zeslabovány či zesilovány dalšími faktory, ovlivňovanými přímými zásahy člověka, jako je půdní krusta, drsnost půdního povrchu, délka nechráněného pozemku a vegetační kryt půdy.

Z meteorologických faktorů jsou to především směr a rychlost větru, srážky a výpar. Čím větší je velikost půdních částic, tím je nutná vyšší rychlost větru u země, aby nastal odnos půdy. Minimální rychlost větru, ve které nastává proces větrné eroze nad přípustnou mez, se nazývá kritická rychlost. Je různá pro jiné druhy půdy, pohybuje se v rozmezí 21 – 48 km/hod.

Z půdních faktorů ovlivňujících v+trnou erozi je to především struktura půdy, velikost půdních částic, drsnost půdního povrchu, vlhkost půdy a délka území ve směru působení větru.

Délka erodovaného území – čím delší území ve směru působení větru, tím se uvolňuje větší počet částic. Z toho vyplývá, že přerušení délky území zmenšuje intenzitu deflace a tím zdůvodňuje výsadbu pásů a sítě větrolamů (Podhrázká J. a kol., 2008).

Nelze také opomenout, že větrná eroze akumulací půdní hmoty znečišťuje vodní zdroje, vodní toky a vodní nádrže, a to nejen mechanicky (rozplavením zeminy ve vodě), ale také chemicky (rozpuštění průmyslových hnojiv a jiných látek obsažených v půdě). Tím se zhoršuje kvalita vody (Švehlík R. a kol., 1985).

#### **2.2.4 Zemní eroze**

Touto erozí nazýváme erozní činnost suťových proudů, které jsou utvořeny suťovým materiálem, který je vyplněný vodou. Při svém pohybu do údolí rozrušují suťové proudy půdu i její podklad a vytvářejí hluboké rýhy. Suťové proudy ohrožují údolní polohy, komunikace, osady, technické stavby apod. (Holý M., 1978).

#### **2.2.5 Antropogenní eroze**

Člověk má vliv na vznik a průběh erozních procesů svými zásahy do krajiny; je výrazným činitelem, při vzniku zrychlené eroze a na erozní procesy působí přímo i nepřímo. Přímý vliv se projevuje zejména realizací technických staveb a urbanizací. Nepřímý vliv se projevuje ničením přirozeného vegetačního krytu půdy a jeho nahrazením vegetací s nízkým ochranným účinkem, zhoršením chemických, fyzikálních i biologických vlastností půdy, soustředěním povrchového odtoku různými úpravami území, znečištěním půdy odpady atd., (Holý M., 1978).

Člověk různým způsobem obdělává zemský povrch, mění strukturu a chemismus půdy a stává se tak hlavním průvodcem urychlené eroze. Stále více se v zemědělství používají těžké mechanismy, které rozrušují půdní strukturu a zhoršují infiltrační schopnost půdy (Buzek L., 1983).

Mezi nejvýznačnější druhy eroze vzniklé lidskou rukou patří eroze vyvolaná výstavbou komunikací, intenzifikací zemědělské výroby a urbanizací (Holý M., 1978).

### 2.3 Vodní eroze

Působením vodní eroze přicházíme o nejurodnější a živinově nejbohatší část zemědělské půdy – ornici, pěstované plodiny nenajdou v erodované půdě dostatečné množství živin a celková úroda dosahuje nižších objemů. Na slabě erodovaných půdách snižují hektarové výnosy o 15 – 20%, na středně erodovaných půdách o 40 – 50% a na silně erodovaných půdách až o 75% (Novotný I., 2014).

Podmínky pro výskyt vodní eroze jsou v ČR specifické – půdní bloky máme největší v Evropě díky intenzifikaci zemědělské výroby v minulosti, ve velkém byly také rušeny hydrografické a krajinné prvky, které zrychlené erozi účinně bránily (MZe, 2008).

Vodní eroze znamená z agronomického hlediska fyzikální a biologickou degradaci půdy, nenávratnou ztrátu zeminy, humusu i rostlinných živin, vysušení půdy, utlumení mikrobiálního života, porušení, případně zničení kultur a celkovou degradaci produktivnosti půdy (Pasák V. a kol., 1984)

Je vyvolána kinetickou energií kapek deště dopadajících na půdní povrch a mechanickou silou povrchově stékající vody. Povrchový odtok vzniká díky přívalovým nebo dlouhotrvajícím srážkám, ze sněhových vod při jarním tání a také koncentrací vody v přirozené i umělé hydrografické síti (Holý M., 1978).

Hlavní důsledky vodní eroze můžeme rozdělit do následujících tří skupin:

- ztráta půdy
- transport a sedimentace půdních částic včetně zanášení vodních zdrojů
- transport chemických látek (MZe, 2008).



## **Ztráta půdy**

Ztráty půdy při erozních procesech postihuje hlavně zemědělství. Uvolňování a odnos půdních prvků se velmi často děje ve velkém měřítku. Mnohdy se při vydatných srážkách smyje horní mělká vrstva půdy a obnaží se půdní podklad, což má při dlouhodobém procesu tvorby nové půdy velmi nepříznivé důsledky (Holý M., 1978).

Narušením půdního krytu a ztrátou půdního substrátu propadáváním půdních částic do spodin půdního pláště se postupně ztenčuje disponibilní hloubka půdy pro kořeny (Souček J. a kol., 2010).

Na orné půdě sice nevzniká největší množství půdního smyvu na jednotce plochy, ale v důsledku velké plochy je celkový odnos větší než jakýkoliv jiný zdroj (Janeček M. a kol., 2008).

Úrodnost půdy bývá snižována odnosem organických živin. Je velmi těžké určit množstevní hodnoty tohoto odnosu, protože záleží na množství, druhu a formě živin, které se do půdy dodávají, a na hlavních půdních vlastnostech (Holý M., 1978).

Při erozních procesech s nižší intenzitou srážek dochází ke ztrátě jemných půdních částic. Tím se mění půdní struktura i textura a snižuje se vodní kapacita půdy. Při procesech vodní eroze s vyšší intenzitou srážek, při nichž dochází ke smyvu značné části vrchního půdního horizontu, nepřijímá nižší horizont, obvykle s menším obsahem organické hmoty a s menší propustností, v dostatečné míře srážkovou vodu; půdní profil je ochuzen o zásobu vláhy, což má v suchých obdobích výrazný vliv na vývoj vegetace (Holý M., 1978).

## **Transport a sedimentace půdních částic včetně zanášení vodních zdrojů**

Při erozi se projevuje třídění velikost částic, ale obecně je složení zrnitosti smytého materiálu opouštějící povrch závislé na složení zrnitosti půdy, ze které vzniká. Též při transportu a sedimentaci dochází k podstatnému velikostnímu třídění, ale složení sedimentu určuje především podíl jemného materiálu, jenž je k dispozici pro transport formou suspenze (Janeček M. a kol., 2008).

Smyté půdní částice jsou velmi složitým materiálem s různými fyzikálními, chemickými a biologickými vlastnosti. Stanou-li se součástí povrchových vod, znečišťují je, zanášejí akumulární prostory nádrží a jiných vodních děl, snižují průtočnou kapacitu, vyvolávají zakalení a poškozují prostředí pro vodní organismy (Pasák V., 1984).

Půdní částice uvolněné povrchově stékající vodou jsou ukládány po poklesu jejího tangenciálního napětí na úpatí svahů. Jemný materiál je však transportován vodou do hydrografické sítě, v níž tvoří část splavenin. Splaveniny zanášejí umělé i přirozené vodní toky, vodní nádrže a stavby na tocích. Snižují potřebnou kapacitu toků a kanálů, což ovlivňuje zásobování různých odvětví hospodářství vodou a často omezuje funkci kanálů.

Splaveniny v tocích výrazně zvyšují niveletu dna, jenž vyvolává nebezpečí nežádoucích inundací a zvýšení hladiny podzemní vody v přilehlém území, to vede k zamokření. Vysoké nebezpečí představují splaveniny pro vodní nádrže, v nichž dochází zanášením splavenin ke zmenšování kapacity prostoru a k potížím při provozování (Holý M., 1978).

### **Transport chemických látek**

Chemické látky pronikají k povrchovým i podzemním vodám a ohrožují využití vodních zdrojů. Nebezpečí je výraznější tím, že se chemické látky uvádějí do pohybu velmi lehce. Nejvýznamnějším zdrojem těchto chemických látek jsou průmyslová hnojiva, různé druhy pesticidů, užívaných ve velkém množství v zemědělství, a různé druhy zemědělských odpadů i průmyslové opady, ukládané na půdu nebo do půdy (Holý M., 1978).

Ztráty organické hmoty mají velký vliv na efektivnost použití herbicidů. Ty mohou často poškozovat úrodu na půdách ohrožených erozí s nižším obsahem organických látek, i když jsou používány v doporučených dávkách. Tuto skutečnost si uvědomují i výrobci herbicidů, a tak návody na použití herbicidů doporučují dávky v závislosti na obsahu organické hmoty v půdě tak, aby byly bezpečně a efektivně využívány (Janeček M. a kol., 2008).

Chemické látky z půdního povrchu se objevují v povrchových i podzemních vodních zdrojích stále častěji a mají výrazný vliv na kvalitu vody. Zvyšující se

aplikace průmyslových hnojiv, zejména dusíkatých, fosforečných a draselných (Holý M., 1978).

Vysoká ztráta organické hmoty působením eroze je doprovázena ztrátou základních živin, hlavně fosforu a dusíku. Na každou 1 tunu ztráty organické hmoty vlivem eroze připadá přibližně 60 kg dusíku, respektive odnosem 1 cm půdy na 1 ha se ztratí 300 kg dusíku (Janeček M. a kol., 2008).

### 2.3.1 Eroze povrchová

Povrchová vodní eroze může být rozdělena podle účinků vody na půdní povrch:

- plošná,
- výmolová,
- proudová (Holý M., 1978).

#### **Eroze plošná**

Při plošné erozi je půda erodovaná téměř rovnoměrně po celé ploše pozemku nebo určité části svahu. Čím je plocha svahu rovnější, tím jsou podmínky pro soustředění vody menší. Avšak ani dokonale urovnaný povrch nemůže zabránit soustředování vody na svahu do rýžek a proto se dá plošná eroze těžko oddělit od rýžkové (Janeček M., 2005).

Vyskytuje se i při méně intenzivních deštích. Větší intenzitou deště dochází k postupnému soustředování povrchově tekoucí vody do stružek a rýh; plošná eroze přechází v erozi rýhovou (výmolovou) (Pasák V. a kol., 1984).

Průběh a důsledky plošné eroze jsou ovlivněny více činiteli, a to především vegetací, množstvím a intenzitou dešťových srážek resp. charakterem tání sněhu, sklonem, délkou a morfologií svahu a charakterem podloží. Velmi rychle probíhá plošná eroze na svazích nepokrytých vegetací. Z mnoha sledování je zřejmé, že oplachování holých svahů, resp. svahů pokrytých erozně nebezpečnými plodinami je několik desítek až několik tisíckrát větší ve srovnání se svahy chráněnými vegetací (Buzek L., 1983).

## **Eroze výmolová**

Při silném působení plošné eroze dochází ke koncentrovanému odtoku vody a plošná eroze přechází v erozi výmolovou. V našich klimatických podmínkách vzniká na jaře a při letních lijácích na nechráněných nebo slabě chráněných svazích. Při jarním tání sněhu je hloubka stružek omezena hloubkou rozmrznuté půdy (Buzek L., 1983).

Z rýžek a brázd vznikají pokračujícím soustředováním povrchově stékající vody hlubší rýhy, jež se směrem po svahu postupně spojují a prohlubují; jsou výsledkem rýhové eroze, která přechází ve vyšší stupeň – v erozi výmolovou a ta přechází v nebezpečnou, území naprosto devastující erozi stržovou (Holý M., 1978).

## **Eroze proudová**

Vodní proudová eroze probíhá ve vodních tocích díky působení vodního proudu. Je-li porušováno pouze dno, mluvíme o erozi dnové, jsou-li rozrušovány břehy, mluvíme o erozi břehové. Dnová eroze je formou podélné eroze, probíhající směrem podélné osy toku, břehová eroze je formou eroze příčné, probíhající kolmo na osu toku. Nejvýrazněji se projevuje eroze proudová v bystřinách, které nesou obvykle vysoké množství splavenin (Holý M., 1978).

### **2.3.2 Eroze podpovrchová**

Podpovrchovou erozí se někdy označuje přemísťování půdních částic a živin z vrchních půdních horizontů do nižších, a to působením infiltruující srážkové vody. Tento proces však patří k normálním půdotvorným procesům a není vhodné jej označovat jako erozi (Holý M., 1978).

## 2.4 Ochrana půdy před erozí

K maximálnímu omezení a snížení závažných škod působených občasným soustředěným povrchovým odtokem přívalových vod a jejich erozních účinků je nutné realizovat odpovídající protierozní opatření na základě komplexní projektové přípravy vycházející z potřebných průzkumů a podkladů. Přitom musí být dodržena zásada, že všechna navrhovaná protierozní opatření budou vzájemně sladěna a budou respektovat ochranu a tvorbu krajinného životního prostředí člověka (Hovorka V., 1990).

Vodní eroze může nastat jedině tam, kde vzniká povrchový odtok; všechna protierozní opatření budou zaměřena v podstatě na:

- co největší zintenzivnění vsaku do půdy, aby nenastával povrchový odtok, například vhodnými agrotechnickými opatřeními,
- zamezení možnosti sousedování povrchového odtoku, není-li možné dosáhnout dostatečně vydatného vsaku a dbát o jeho stálé rozptylování
- zpomalování povrchového odtoku, aby nenabyl unášecí síly schopné odnášet zeminu, a umožnit jeho však do půdy (Tlapák V. a kol., 1992).

Protierozní opatření je balíček organizačních, agrotechnických a technických předpisů, které by měly být vhodně aplikovány vhodně na zemědělské půdě nebo v krajině podle konkrétních přírodních a hospodářských podmínek za účelem zachování půdy jako faktoru výroby v zemědělství a jako základní environmentální prvek (Hůla J. a kol., 2005).

Organizační opatření využívají ochranný účinek vegetačního pokryvu. Nadzemní části rostlin snižují kinetickou energii dešťových kapek a vytvářejí překážky povrchovému odtoku, kořeny zpevňují půdu a zlepšují její vlastnosti. Agrotechnická opatření zahrnují zásady ochranného obdělávání půdy. Při řešení protierozní ochrany v určitém povodí nejsou samostatně použita agrotechnická a organizační opatření schopna ve většině případů podstatně omezit povrchový odtok. Proto je nezbytné rozdělit svažité, plošně značně rozsáhlé pozemky s neúměrnou délkou svahu technickými protierozními opatřeními (Konečná J. a kol., 2014).

Protierozní ochrana má v ČR bohatou tradici. Koncem 19. století v roce 1884 byla podle francouzského vzoru v bývalém Rakousku-Uhersku založena služba hrazení bystřin, která za vedení lesních inženýrů zabezpečovala ochranu lidských

sídlíšť a komunikací neškodným odváděním přívalových vod, zastavením vzniku a dopravy splavenin (Krešl J. a kol., 1989).

### 2.4.1 Organizační opatření

Základem organizačních opatření je směřování pozemků delší stranou ve směru vrstevnic, zvolení vhodného tvaru a velikosti pozemku a vymezení pozemků vhodných ke změně druhů pozemků (Janeček M. a kol., 2007).

Opatření organizační spočívá v návrhu ochranného zatravnění nebo zalesnění, protierozního rozmístování plodin v osevních postupech, pásovém střídání plodin a ve změně velikosti a tvaru pozemku. Přitom je nutno brát v úvahu svahovou dostupnost mechanizačních prostředků a vhodnost půdních podmínek pro navrhované opatření (Hovorka V. a kol., 1990).

Zásadní změnu v rozmístování plodin lze očekávat při realizaci pozemkových úprav, kterými se docílí optimálního funkčního a prostorového uspořádání pozemků. To vytváří předpoklady ke snížení erozní ohroženosti pozemků. Základem je směřování pozemků tou delší stranou ve směru vrstevnic (Podhrázká J. a kol., 2005).

#### Tvar a velikost pozemku

Nejpříznivějším tvarem pozemku je obdélník nebo rovnoběžník s vnitřními úhly 50 – 60°, s delší stranou ve směru obdělávání. Vhodný poměr délek stran je 1:2 až 1:3, nejvýše 1:6. Nejvhodnější je délka od 500 do 1000m, šířka honu je násobkem šířky záběru stroje. Vztahy pro výpočet optimálních rozměrů:

$$S = \text{š}l = An \frac{B}{n} = AB$$
$$l = \frac{S}{An}$$

kde: S – plocha pozemku

š – šířka pozemku

l – délka pozemku

A – šířka záběru stroje

B – délka pracovního chodu stroje

n – počet záběrů (Holý M., 1978).

Obecně však platí, že snižováním velikosti půdních bloků se posiluje návrat rozptýlené zeleně do krajiny, omezuje se masivní rozvoj erozních procesů, je jimi podporována diverzifikace druhů pěstovaných plodin. Zemědělsky využívané pozemky lze klasifikovat dle plošné rozlohy do 5 tříd dle velikosti souvislého produkčního bloku – velmi malá (do 5 ha), malá (5 – 20 ha), střední (20 – 40 ha), velká (40 – 60 ha) a extrémní (nad 60 ha). Váhy jednotlivých tříd jsou stanoveny podle impaktu plošné rozlohy pozemků na rizika degradace půdy a kvalitu vody od 1 do 5 (Podhrázská a kol., 2014).

### **Delimitace kultur**

Orientačním kritériem pro delimitaci kultur z pohledu protierozní ochrany je svažítost území:

a) svahy se sklonem vyšším než 50% by měly být zalesněny;

b) trvalými travními porosty by měly být chráněny:

- plochy se svažítostí vyšší než 25%;
- dráhy soustředěného povrchového odtoku;
- pozemky, jež nelze využívat jako ornou půdu kvůli vysoké hladině podzemní vody nebo zamokřené údolní louky s nebezpečím záplav, terénní překážky;
- pozemky nad výškovou hranicí pěstování polních plodin (Janeček M. a kol., 2005).

Delimitace druhů pozemků chápeme jako funkční a prostorovou optimalizaci pozemku sloužící k pěstování jednotlivých plodin. Představuje členitost v rámci organizace půdního fondu na půdu ornou, louky, zahrady, vinice, pastviny, sady a chmelnice. V rámci této optimalizace je nutno především vymezit funkční zaměření, které je v lokalitách ohrožených erozí protierozní a vodoochranné (Podhrázská J. a kol., 2005).

### **Protierozní rozmíst'ování plodin**

Z protierozních opatření zaujímá významnou úlohu struktura a rozmíst'ování plodin v osevních postupech, které jsou základem pro efektivní uplatnění dalších, zejména agrotechnických opatření proti erozi. Protierozní uspořádání půdy a plodin v osevních postupech využívá především erozně ochranných účinků plodin. Jsou to

opatření organizační, tedy nenákladná. Vyžadují prověřit a upravit organizaci rostlinné výroby na erozně ohrožených pozemcích strukturu plodin, honovou soustavu, rozmístování plodin, rozměry některých pozemků apod. (Kokolia V. a kol., 1989).

Protierozní rozmístění plodin spočívá v umístění plodin, které nedostatečně chrání půdu před vodní erozí na pozemky rovinné nebo mírně svažité do sklonu nejvýše 8%. Na orné půdě se sklonem od 8% do 15% je možné nízký ochranný účinek těchto plodin zvýšit jejich střídáním s vrstevnicovými pásy obilovin (Janeček M. a kol., 2005).

### **Protierozní osevní postupy**

Protierozní osevní postup je nepostradatelným řešením na erozně ohrožených pozemcích, kde nelze z organizačních a technologických důvodů uplatnit jiný způsob rozmístování protierozních plodin. Navrhují se v případě silně svažitých pozemků ve velmi sklonitém, vertikálně a horizontálně všesměrně členitém území, kde není možné provádět pracovní operace napříč svahem nebo v případech nepříznivého tvaru a zhoršení přístupnosti pozemku (Podhrázká J. a kol., 2005).

Protierozní organizace plodin využívá rozdílného protierozně ochranného účinku pěstovaných plodin, především v období výskytu přívalových dešťů a v době tání sněhu.

Při protierozní organizaci plodin se běžně používá rámcové klasifikace pěstovaných plodin do tří skupin:

- plodiny s vysokým protierozním účinkem po celou dobu vegetace (travní porosty, jeteloviny, jetelotrávy);
- plodiny s dobrou protierozní ochranou po větší část vegetačního období (obiloviny, luskoviny, ozimá řepka, meziplodiny);
- plodiny s nízkým protierozním účinkem po převážnou část vegetačního období (cukrovka, brambory, kukuřice) (Kokolia V. a kol., 1989).



## Pásové střídání plodin

Pásové střídání plodin spočívá v obdělávání půdy ve směru vrstevnic v kombinaci se střídáním stejně širokých pásů plodin nedostatečně chránící půdu s pásy střídání plodin chránící půdu. Pásky jsou stejně široké s přípustnou odchylkou 10%. Šířka pásů se volí podle šířky mechanizačních prostředků a je doporučována v závislosti na svažítosti. Doporučují se i nestejně široké pásy trvalých travních porostů, umožňující stejnou šíři plodinových pásů na různě svažitém pozemku (Janeček M. a kol., 2005).

Svažítost v %	Šířka pásů m
1-2	40
3-8	30
9-16	25
17-20	20
21-25	15

Tab. č. 1: Pásové hospodaření

Plodinové pásy se umísťují po vrstevnici. Voda odtékající při dešťové srážce z nechráněného pásu musí být zachycena v pásu ochranném. Šíře ochranného pásu nesmí překročit kritickou délku (Tlapák V. a kol., 1992).

### 2.4.2 Agrotechnická opatření

Agrotechnická opatření navazují na navržená organizační opatření a mají prvořadý význam v omezení eroze za použití minimálních finančních prostředků. Navrhují se na orné půdy, ve speciálních kulturách a při obnovách trvalých porostů s ohledem na mechanizační prostředky a jejich svahovou dostupnost. Na orné půdě to je vrstevnicové obdělávání, meliorace podorničních horizontů, obdělávání s ponecháním organických zbytků na povrchu půdy, výsev do ochranné plodiny nebo strniště, mulčování, setí do hrubé brázdy, přerušované brázdění a stabilizace povrchu půdy (Hovorka V. a kol., 1990).

### Vrstevnicové obdělávání

Orbou po vrstevnicích nebo s malým odklonem od vrstevnic oboustrannými otočnými pluhy, jenž překlápějí půdu proti svahu je možné významným způsobem

příspěť k ochraně půdy před erozí. Odhaduje se, že se jednou orbou otočným pluhem s ukládáním ornice proti svahu zadrží až 10 tun ornice na každém hektaru, která by se orbou záhonovými pluhy sunula po svahu (Janeček M. a kol., 2005).

Vrstevnicová (konturová) orba a další zpracování půdy i její osetí po vrstevnicích vedou k zachycení povrchové stékající vody v brázdách a řádcích, k akumulaci vody a k plošnému rozptylu i zvýšení infiltraci vody do půdy. Vrstevnicová orba se též příznivě projevuje ve stejnoměrném rozložení sněhu na polích; tím se zabraňuje vzniku holomrazů a při jarním tání se půda rovnoměrně zásobuje vláhou z tajícího sněhu (Holý M., 1978).

### **Hrázkování a důlkování povrchu půdy**

Účelem hrázkování meziřadí a důlkování povrchu půdy je zabránění vzniku povrchového odtoku. Obě technologie se realizují speciálními stroji – hrázkovačem nebo důlkovačem. Nahrnuté hrázky zadrží na pozemku se sklonem 2°- 8°dešťové úhrny 25 – 35mm. Vlivem opakovaných srážek, momentální půdní vlhkosti a s ohledem na nerovnosti terénu se doporučuje použít technologii s hrázkováním meziřadí na svahy do 7°při maximální délce pozemku 300m (Podhrázká J. a kol., 2005).

### **Ochranné obdělávání půdy**

Takto je nazýván systém pěstování a obdělávání plodin, jenž udržuje minimálně 30% rostlinných zbytků na povrchu orné půdy a napomáhá ke snížení vodní eroze. Jde v podstatě o redukované obdělávání zmenšováním počtu operací jejich spojováním při současné ochraně povrchu orné půdy rostlinnými zbytky. Tento systém ochrany povrchu půdy chrání půdu před působením eroze zapojeným porostem pěstovaných plodin nebo ponecháváním posklizňových zbytků na jejím povrchu (Janeček M. a kol., 2005).

Po využití návrhu agrotechnických opatření, v kombinaci s již navrženými organizačními opatřeními se provede znovu posouzení smyvu v úrovni navržených opatření s limitními hodnotami smyvu. Pokud navržena opatření a jejich kombinace

nejdou dostatečná, přistoupí se k další fázi řešení, k návrhu technických opatření (Hovorka V. a kol., 1990).

### 2.4.3 Technická opatření

#### **Terasy**

S výstavbou teras se začne na plochách se sklonu svahu nad  $10^\circ$ , sklon terasového svahu se volí obvykle 1:1 až 1:1,25, při použití opěrných zdí 5:1 až 12:1. Zemní svahy se chrání drnem. Výška terasového stupně nemá obvykle přesáhnout 3m, délka teras činí maximálně 500m. Běžné terasy jsou použitelné pro sklon svahu až 35% ( $15,5^\circ$ ), široké terasy jsou vhodné pro sklon 25% ( $11,5^\circ$ ). Široké terasy se navrhuje se šířkou až 30m a o sklonu maximálně 6% ( $2,7^\circ$ ) (Tlapák V. a kol., 1992).

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 M. a kol., 2005).

#### **Zasakovací pásy**

Spočívají ve střídání pásů s plodinami, které nedostatečně chrání půdu před erozí – chráněných pásů (obiloviny, okopaniny) s ochrannými pásy (travními porosty), jenž chrání plodiny pás ležící níže. Šířka chráněných pásů nemá překročit kritickou délku svahu. Ochranný pás musí být tak široký, aby se na něm zachytila a do půdy vsákla veškerá voda přitékající z pásu položeného výše i srážková voda spadlá na ochranný pás.

Pásy se zakládají vrstevnicově. Pravidelný tvar terénu umožňuje konstantní šířku pásů a tím ekonomické použití mechanizačních prostředků, nepravidelný terén vede k proměnné šířce pásů, a to podle změn sklonu (Holý M., 1978).

Záchytná účinnost pásu je závislá na charakteru vegetačního krytu, půdě, vlhkosti půdy, sklonu svahu, šířce pásu a intenzitě přívalového deště. Pás by neměl být užší než 20m a šířku chráněného pásu po spádnici je třeba přizpůsobit celkové

délce pozemku s ohledem na jeho obdělávatelnost technikou (Podhrázská J. a kol., 2005).

### **Protierozní průlehy**

Průlehy se navrhují 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, Z funkčního pohledu se průlehy navrhují jako:

- záchytné – sloužící zpravidla k ochraně půdy před „cizí“ vodou
- sběrné:
  - vsakovací – s nulovým nebo nízkým podélným sklonem, vhodné jen pro půdy propustné
  - odváděcí – slouží k odvádění vody z pozemků
- svodné – zpravidla v podobě zatravněných drah soustředěného povrchového odtoku (Janeček M. a kol., 2005).

V průlezích bez podélného sklonu nevsakuje voda do půdy, průlehy s podélným sklonem odvádějí vodu mimo ohrožené území; bývají na svazích, které mají sklon do 20%. Nejmenší hloubka průlehu se doporučuje 0,5m se sklony svahů 1:5 (lépe 1:10), aby tak bylo umožněno přejíždění, plocha příčného profilu minimálně 0,8m<sup>2</sup> (Holý M., 1978).

Vzdálenosti mezi průlehy jsou závislé na sklonu pozemku, hydrologických vlastnostech půd, úhrnu a intenzitě návrhových srážek (Janeček M. a kol., 2005).

### **Protierozní příkopy**

Pro odvod vody z území výrazně ohroženého erozí se budují záchytné příkopy, které mohou vodu odvádět, nebo napomáhat jejímu zasakování. Protierozními hrázkami, tvořenými shrnutou zeminou, se voda odvádí na místa, kde již nemůže ohrožovat (Buzek L., 1983).

Protierozní příkopy se používají pro doplnění hydrografické sítě. Z funkčního hlediska se navrhují jako:

- záchytné (obvodové) sloužící k ochraně pozemků před přítokem vnějších vod, nejvíce z lesů;
- sběrné pro zachycení vnitřních vod, zpravidla ke zkrácení příliš velké délky povrchového odtoku po pozemku;
- svodné sloužící pro zajištění neškodného odtoku do recipientů (Janeček M. a kol., 2005).

### **Protierozní nádrže**

Protierozní nádrže plní zároveň několik funkcí; zachycují nárazové odtoky, akumulují je a pozvolně vypouštějí a takto chrání níže ležící území před nepříznivými účinky povodňových průtoků. Nádrže zvyšují erozní základnu, a tím napomáhají ochraně území nad nádrží; významný je i převod části vody do podzemních vod. Nádrže tohoto typu zachycují splaveniny, které se po vytěžení používají k rekultivačním účelům (Tlapák V. a kol., 1992).

Protierozní nádrže rybníčního typu lze zřizovat jako dočasné, nebo trvalé. Dočasné nádrže se po zanesení neobnovují, zanesená plocha se mění kultivací v pole, louku nebo les. Trvalé nádrže musí plnit nejen funkci protierozní, ale musí umožnit i další využití, jež závisí na časovém průběhu zanášení. Protierozní funkce nádrží záleží zejména na polohovém umístění; vliv má technické uspořádání, provoz a údržba (Holý M., 1978).

### **Protierozní cesty**

Systém protierozní ochrany velmi dobře doplňuje síť polních cest. Výhodné je požadavky na komunikační propojení spojit s řešením protierozní ochrany. Pozemky nejsou zbytečně tříštěny a jejich ochrana před erozí se zvýší. Polní cesty, které vedou nad terénem, mohou plnit i funkci protierozních hrázek (Janeček M. a kol., 2005).

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 V. a kol., 1984).

## Zatrávnění údolnice

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 průlehlů 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 M. a kol., 2005).

Po komplexním návrhu protierozních opatření se posoudí vliv na zachování úrodnosti půdy (smyv půdy) a vliv na charakteristiky povrchového odtoku a odtokové poměry. Navržená opatření by měla zajistit pokles smyvu půdy pod přípustné hodnoty. Přitom se zváží další možnosti variant protierozní ochrany s cílem dosažení efektivnějšího řešení (Hovorka V. a kol., 1990).

## 2.5 Posouzení přesnosti výpočtů používaných k vyhodnocení vodní eroze

### 2.5.1 USLE

Zatím nejdokonaleji vyjadřuje množstevní účinek hlavních faktorů, které ovlivňují vodní erozi způsobovanou přívalovými dešti tzv. „Univerzální rovnice pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy z pozemků – USLE“ dle Wischmeiera a Smithe:

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

kde:

G – měrná dlouhodobá ztráta půdy (t/ha za rok)

R – faktor erozní účinnosti deště – vyjádřený v závislosti na četnosti výskytu, úhrnu, intenzitě a kinetické energii deště

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

L – faktor délky svahu – vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty půdy erozí

S – faktor sklonu svahu – vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí  
C – faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu – vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice  
P – faktor účinnosti protierozních opatření (Janeček M. a kol., 2005).

### **Faktor G – průměrná dlouhodobá ztráta půdy**

Pro určení ztráty půdy (G) dovolující trvale a ekonomicky dostupně udržovat úrodnost půdy přihlížíme k hloubce půdy, která má pro zachování funkce pozemků a tudíž určení jejich ohroženosti vodní erozí významný vliv. Pozemky na mělké půdě by měly být zatravněny, pozemky na středně hlubokých půdách by měly být chráněny od  $G > 4$  t/ha/rok a pozemky na hlubokých půdách chráněny od  $G > 10$  t/ha/rok. Pro posouzení ochrany zdrojů vody jsou tyto limity přesnější, kdy za bezpečnou ztrátu půdy považujeme hodnoty 0,5 – 2 t/ha/rok podle charakteru povodí (Fučík P. a kol., 2008).

### **Faktor R – erozní účinnost**

Faktor erozní účinnosti deště ( $\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{H}^{-1}$ ) byl definován jako součin celkové kinetické energie deště – E ( $\text{J} \cdot \text{m}^2$ ) a maximální 30-ti minutové intenzity deště  $i_{30}$  ( $\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ ) (Sklenička P., 2003)

Přímé měření kinetické energie deště je obtížné, neboť příslušné síly vyvolané dopadem jednotlivých kapek jsou tak malé, že je obtížné zkonstruovat dostatečně citlivé měřicí přístroje, na které by neměl vliv vítr. Obvykle se však energie dopadajících dešťových kapek zjišťuje výpočtem z hmoty kapek a jejich konečné rychlosti. Kinetická energie deště je součet kinetických energií jednotlivých kapek (Holý M., 1978).

$$\mathbf{R = (E/100) \cdot i_{30}}$$

Kde: R – faktor erozní účinnosti deště ( $\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ )

E – celková kinetická energie ( $\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$ )

$i_{30}$  – max. 30-ti minutová intenzita deště ( $\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ )

Celková kinetická energie deště je:

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

Kde:  $E_i$  – kinetická energie  $i$ -tého úseku deště ( $J \cdot m^{-2}$ )

$n$  – počet úseků deště (Janeček M. a kol., 2005).

### **Faktor K – erodovatelnost půdy**

Vlastnost půdy ovlivňující infiltrační schopnost a odolnost povrchu půdy a půdních agregátů proti rozrušujícímu účinku dopadajících kapek deště a transportu povrchovým odtokem.

Faktor erodovatelnosti půdy, resp. náchylnosti půdy k erozi, je pomocí USLE vysvětlen jako odnos půdy  $v t./ha^{-1}$  na jednotku dešťového faktoru  $R$  ze standardního pozemku o délce 22,13 m (na svahu o sklonu 9%), který je udržován jako kypřený černý úhor kultivací ve směru sklonu.

Pokud obsah práškového písku (0,002 – 0,1 mm) a prachu v půdě nepřekračuje 70%, lze faktor erodovatelnosti půdy  $K$  určit ze vztahu:

$$100K = 2,1M^{1,14} 10^{-4}(12 - a) + 3,25(b - 2) + 2,5(c - 3)$$

kde:  $M$  – (% prachu + práškového písku)  $\times$  (100 - % jílu)

(% prachu + % práškového písku = částice 0,002 – 0,1 mm, % jíl = částice < 0,002 mm)

$a$  - % organické hmoty

$b$  – třída struktury ornice

$c$  – třídy propustnosti půdního profilu (Janeček M. a kol., 2005).

### **Faktor L – délka svahu**

$$L = \left( \frac{l_d}{22,13} \right)^p$$

kde:  $l_d$  – nepřerušovaná délka svahu (m)

$s$  – sklon svahu (%) (Janeček M. a kol., 2005).



## Faktor S – sklon svahu

Faktor S lze určit ze vztahu:

$$S = \frac{0,43 + 0,30s + 0,04s^2}{6,613}$$

kde:  $s$  – sklon svahu (%) (Janeček M. a kol., 2005).

## Faktor LS

Vliv délky a sklonu svahu na smyv půdy se posuzuje zpravidla v několika charakteristických trasách plošného povrchového odtoku na pozemku. Pro pozemek a další výpočet je vždy rozhodující trasa s nejvyšší hodnotou součinu LS: Délky a sklony pozemků se určují z vrstevnicových a hospodářských map a aktualizují se terénní pochůzkou.

Vliv sklonu a délky svahu na velikost půdního smyvu vyjádřili Wischmeier a Smith (1965) topografickým faktorem LS, který představuje poměr ztrát půdy na jednotku plochy svahu ke ztrátě půdy na jednotkovém pozemku o délce 22,13 m se sklonem 9%. Hodnota topografického faktoru LS pro přímé svahy se vypočítá ze vztahu:

$$LS = \frac{l_d^{0,5}}{0,0138} + 0,0097s + 0,00138s^2$$

kde:  $l_d$  – nepřerušovaná délka svahu (m)

$s$  – sklon svahu (%) (Janeček M. a kol., 2005).

Přímo lze hodnoty faktorů L a S získat z tabulky

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

Tab. č. 2: Hodnoty faktoru délky svahu L pro přímé svahy

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

Tab. č. 3: *Hodnoty faktoru sklonu svahu S*

### **Faktor C – ochranný vliv vegetace**

Vliv vegetačního pokryvu na smyv půdy se projevuje přímou ochranou povrchu půdy před destruktivním působením dopadajících dešťových kapek a zpomalováním rychlosti povrchového odtoku. Ochranný vliv vegetace je úměrný pokryvu a hustotě vegetace v době nejčastějšího výskytu přívalových dešťů (duben – říjen). Dokonalou protierozní ochranu proto představuje porost trav a jetelovin, zatímco běžným způsobem pěstované širokořádkové plodiny chrání půdu nedostatečně. Stupeň ochranného účinku plodin a jejich posklizňových zbytků rozdělili Wischmeier a Smith (1978) na 5 období:

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 ozimu do 30.4.
4. období od konce 3. období do sklizně,
5. období strniště (Janeček M. a kol., 2005).

### **Faktor P – účinnost protierozního opatření**

Jestliže nelze předpokládat, že by byly dodrženy vyznačené podmínky maximálních délek a počtů pásů, nelze s uvedenou účinností příslušného opatření vyjádřenou hodnotami P faktoru při výpočtu průměrné dlouhodobé ztráty půdy počítat a hodnota P faktoru,  $P = 1$  (Janeček M. a kol., 2005).

Protierozní opatření	Sklon svahu			
	2-7	7-12	12-18	18-24
Přímé řádky libovolného směru	1	1	1	1
Vrstevnicové obdělávání při šířce pásového pozemku	0,6	0,7	0,9	1
Pásové střídání plodin při max. šířce a počtu pásů	6 pásů po 40 m	4 pásy po 30 m	4 pásy po 20 m	2 pásy po 20 m
Střídání okopanin a víceletých pícein	0,3	0,35	0,4	0,45
Střídání okopanin a ozimých obilovin	0,5	0,6	0,75	0,9
Hrázkování, důlkování	0,25	0,3	0,4	0,45
Terasování (podle typu)			0,05-0,15	0,05-0,2

Tab. č. 4: Hodnoty faktoru protierozních opatření P

## 2.5.2 RUSLE

Na základě zkušeností s používáním „USLE“ došlo v 90. letech k jejímu zkontrolování, aktualizaci a úpravě. Tyto úpravy vedly ke změnám ve způsobu určení jednotlivých faktorů rovnice a proto byla tato rovnice nazvána: Revidovaná universální rovnice ztráty půdy“ (Janeček M. a kol., 2005).

S dalšími výzkumy, pokusy, daty a zdroji, které byly k dispozici, vědci zlepšovali USLE. RUSLE má stejný vzorec jako USLE, ale má několik vylepšených faktorů. Patří mezi ně některé nové a revidované erozní mapy, nová rovnice, aby odrážela délku, sklon a strmost (Renard a kol., 1997).

RUSLE se stejně jako USLE používá pro predikci dlouhodobé průměrné roční ztráty půdy vodní erozí ze zemědělsky využívaných pozemků. Lze ji však aplikovat i pro území s nezemědělským využitím, např. na staveništích.

Program RUSLE stanovuje hodnoty některých faktorů na základě algoritmů, používaných v USLE. RUSLE umožňuje řešiteli předpovědět průměrnou velikost ztráty půdy pro každou z mnoha možných kombinací systému obdělávání, osevního postupu a ochranných opatření na konkrétním místě. Jsou-li tyto předpokládané ztráty půdy porovnány s hodnotami přípustné ztráty půdy pro vyšetřovanou lokalitu, dává RUSLE v rozmezí určitých limitů podklady pro návrhy protierozních opatření.

R faktor – revize a aktualizace již existujících map isoerodent pro území Spojených států Amerických, upřesnění časového průběhu hodnot faktoru R v 15-ti denním intervalu, stanovení R faktoru v oblastech s malými sklony

K faktor – určení časového průběhu hodnoty faktoru náchylnosti půdy k erozi v důsledku zhutňování povrchu orné půdy a rozpadu půdních agregátů díky srážkám a obhospodařováním, vzhledem k objemovým změnám vyvolaným mrznutím a táním; zahrnutím vlivu skeletu na povrchu půdy a v půdním profilu na propustnost orné půdy

LS faktor – zavedení nového vztahu pro vliv délky sklonu svahu, jenž uvažuje poměr rýžkové a mezirýžkové eroze a upřesnění hodnoty sklonu svahu pro stanovení odnosu půdy

C faktor – upřesnění faktoru pro hodnocení vlivu jednotlivých druhů zemědělských plodin a způsobů jejich pěstování pro nevyužívané půdy, poškozené lesy, pastviny, území s povrchovou těžbou surovin, rekultivované plochy a stavenišť (Janeček M. a kol., 2005).

Stanovuje se SLR (soil – lossratio) jako poměr ztráty půdy v aktuálních podmínkách hospodaření:

$$\text{SLR} = \text{PLU} \cdot \text{CC} \cdot \text{SC} \cdot \text{SR} \cdot \text{SM}$$

PLU (prior land use subfactor) – vliv předchozího způsobu obdělávání a pěstování plodin. Závisí na konsolidaci povrchu orné půdy, hmotnosti povrchových zbytků rostlin, živých a odumřelých kořenů

CC (canopycoversubfactor) – ochrana povrchu půdy pomocí vegetačního krytu, který není v kontaktu s ornou půdou. Vyjadřuje účinnost vegetace ve snižování kinetické energie dešťových kapek dopadajících na půdu. Jeho velikost závisí na procentu pokrytí a výšce pádu kapek

SC (surfaceoversubfactor) – účinnost ochrany povrchového krytu, který je přímo v kontaktu s povrchem půdy, na redukcii transportní kapacity povrchové odtékající vody, sedimentaci a zmenšení plochy, na kterou dopadají dešťové kapky. Je nejdůležitější z hlediska určení hodnot SLR.

SR (surfaceroughnesssubfactor) – drsnost povrchu orné půdy způsobené agrotechnickými zásahy

SM (soilmoisturesubfactor) – vliv vlhkosti půdy (Janeček M. a kol., 2008).

P faktor – zpřesnění hodnot pro území zemědělsky využívané i nevyužívané, přehodnocení vlivu vrstevnicového obdělávání a terasování na snížení ztráty půdy, umožnění návrhu ochrany půdy a kontroly produkce splavenin (Janeček M. a kol., 2005).

## 2.6 Komplexní pozemkové úpravy

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 hranic tak, aby se vytvořily podmínky pro racionální hospodaření vlastníků půdy (zákon č. 139/2002 Sb. zákon o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech).

Základním právním předpisem v oblasti pozemkových úprav je zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona š. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů. Pozemkové úpravy jsou základním nástrojem optimálního a racionálního uspořádání pozemků a vlastnických práv k pozemkům v nezastavěném území obce a svým způsobem podporují realizaci územního plánu v zastavěném i nezastavěném území. V situaci, kdy nemá obec platný územní plán nebo je nezbytné ho změnit, jsou pozemkové úpravy pro územní plán nezbytným podkladem (Kyselka I. a kol., 2011).

Pozemkové úpravy jsou velmi multidisciplinární vědní obor. Jedná se o nástroj sloužící pro realizování krajinných plánů a rozvojových programů podporujících venkov a zemědělství. Z nového pohledu na teoretická východiska oboru je předmětem pozemkových úprav hlavně vztah mezi člověkem, společností a krajinou (Doležal P. a kol., 2010).

Pozemkové úpravy se provádějí na základě rozhodnutí pozemkového úřadu zejména v těchto případech:

- K uspořádání vlastnických a užívatelských vztahů
- K ochraně a tvorbě životního prostředí
- Při výstavbě inženýrských děl, průmyslové nebo občanské výstavby
- V kombinaci uvedených případů (Sanetrník J., 1991)

## 2.6.1 Formy pozemkových úprav

### Jednoduché pozemkové úpravy

Jejich smyslem je především urychleně vytvořit půdně ucelené jednotky za účelem zemědělského hospodaření. Jednoduchou pozemkovou úpravou se podle zákona rozumí zejména upřesnění nebo přímo rekonstrukce přidělů půdy (Reinöhllová E. 1999).

Tuto formu pozemkových úprav lze využít i tehdy, pokud se pozemkové úpravy mají týkat pouze části katastrálního území, např. v důsledku stavební činnosti. V takovém případě může pozemková úprava tvořit náležitosti návrhu a provedení pozemkové úpravy může být odlišné, než stanoví vyhláška (Doležal P. a kol., 2010).

### Komplexní pozemkové úpravy

Tyto pozemkové úpravy sledují souhrnné funkční a prostorové uspořádání pozemků a vlastnických práv k nim, včetně řešení vodohospodářských zájmů, zájmů ochrany přírody, při respektování vazeb na stávající výstavbu dopravní a jiné sítě, obnovu intravilánu obcí a další veřejné zájmy v daném území (Konvičková M., 1996).

Rozsah komplexní pozemkové úpravy je zpravidla širší a náročnost jejího zpracování je rozhodně vyšší. Její rozsah musí splňovat všechny náležitosti definované zákonem č. 139/2002 Sb., a dále potom vyhláškou č. 545/2002 Sb., o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav (Vlasák J. a kol., 2007).

## 2.6.2 Cíl pozemkových úprav

Základním cílem pozemkových úprav jako vědní disciplíny je tvořivě rozvíjet principy a metody komplexního řešení problematiky racionální organizace, využívání, obdělávání, ochrany půdního fondu a všestranné využitelnosti vědeckého prostoru (Rybářsky I. a kol., 1991).

Pozemková úprava má ale další cíle, podle toho, kolik bylo důvodů pro její zahájení:

- scelení roztráštěných pozemků jednoho vlastníka do menšího počtu větších
- uspořádání a vyjasnění vlastnických práv (obnova katastrálního operátu)
- vyrovnání hranic pozemků, případně hranic katastrálního území
- zajištění přístupu na pozemky
- prostorové a funkční uspořádání pozemků
- zvýšení ekologické stability území
- ochrana a zúrodnění půdního fondu
- protipovodňová ochrana
- podpora zvýšené retence krajiny
- rozvoj trhu s půdou především směrem k zemědělství
- obnovení osobního vztahu lidí k zemědělské půdě a krajině
- obnovení struktury krajiny, zvýšení její biodiverzity a celkové ekologické stability
- vytvoření podmínek pro racionální hospodaření na zemědělských pozemcích
- důsledná ochrana zemědělské půdy jako výrobního prostředku
- ochrana kvality vody a minimalizace povodňových škod (MZe, 2010).

### 2.6.3 Účel pozemkových úprav

Základní účel pozemkových úprav je dvojí:

- Prostorové uspořádání pozemků a vlastnických vztahů k nim,
- zohlednění veřejných zájmů na ochraně přírody, tvorbě a ochraně krajiny při respektování požadavků územního plánování, racionálního využívání ZPF, směřujícího k udržování případně i posílení úrodnosti půdy, rozvíjení krajinetvorných programů či jiných mimoprodukčních funkcí půdy a krajiny a toto vše při respektování vodohospodářských zájmů (Konvičková M., 1996).

### 2.6.4 Předmět pozemkových úprav

Předmětem pozemkových úprav jsou všechny pozemky, které jsou v obvodu pozemkových úprav bez ohledu na dosavadní způsob využívání a existující vlastnické a užívací vztahy k nim (zákon č. 139/2002 Sb. zákon o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech).

### 2.6.5 Obvod pozemkových úprav

Obvodem pozemkových úprav se rozumí 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, ale je u nich potřeba obnovit soubor geodetických informací. Je-li to k dosažení cíle pozemkových úprav vhodné, lze do obvodu pozemkových úprav zahrnout rovněž pozemky v navazující části sousedícího katastrálního území (MZe, 2010).

Stanovení obvodu je nutné ke stanovení měrných jednotek v rámci výběrového řízení zpracovatele. Stanovení obvodu vyřizuje pozemkový úřad. Ten postupuje při určení obvodu pozemkových úprav tak, že do obvodu zahrnuje pozemky, které posoudil jako potřebné pro dosažení cílů, které pozemkové úpravy mají a obnovy katastrálního operátu, s přihlédnutím k požadavkům vlastníků pozemků, příslušné obce a katastrálního úřadu (Doležal P. a kol., 2010).

### 2.6.6 Plán společných zařízení

Je závazným dokumentem pozemkových úprav. Obsahuje opatření ke zpřístupnění pozemků, na ochranu půdy, vody a krajiny. Katastrální území se vyhodnocuje z hlediska erozního ohrožení a povodňových rizik, posuzuje se retence území ve vztahu k ochraně vody.

Zákon rozděluje společná zařízení takto:

- a) **Opatření sloužící ke zpřístupnění pozemků** jako lesní cesty, polní cesty, mostky, brody, propustky, železniční přejezdy apod.,
- b) **Protierozní opatření** pro ochranu půdního fondu jako zasakovací pásy, protierozní meze, průlehy, záchytné příkopy, terasy, zatravnění, zalesnění, větrolamy atd.,
- c) **Vodohospodářská opatření** sloužící k šetrnému odvedení povrchových vod a ochranně katastrálního území před záplavami jako rybníky, nádrže, odvodnění, úpravy toků, suché poldry, ochranné nádrže apod.,
- d) **Opatření k ochraně a tvorbě životního prostředí**, zvýšení ekologické stability jako místní územní systémy ekologické stability, doplnění, popřípadě odstranění zeleně, terénní úpravy apod. (Soukup M. a kol., 2006).



Při návrhu plánu je nutné v první řadě respektovat základní ekologické, krajinnotvorné, půdoochranné či jiné ekologické prvky dané potřebou zajištění multifunkčnosti jednotlivých navržených prvků, které jsou v závislosti na přírodních podmínkách. V tomto případě není možné akceptovat veškeré náměty a přání vlastníků. K nim je potřeba diferencovaně přihlížet v případě, že neodporují funkčním a ekologickým zásadám (Dumbrovský M., 2004).

Tyto typy společných zařízení jsou v podobě staveb, technicko-biologických opatření nebo se jedná o změny způsobu využívání pozemků. Všechna realizovaná opatření jsou veřejně prospěšná vůči životu krajiny a venkova (Sklenička P., 2003).

Pozemkový úřad předloží zpracovaný návrh společných zařízení dotčeným orgánům státní správy, která vyzve k uplatnění stanovisek ve lhůtě 30 dnů ode dne doručení výzvy. K později uplatněným stanoviskům se nepřihlíží. Jejich souhlasné stanovisko nahrazuje opatření (zákon č. 256/2013 Sb., o katastru nemovitostí České republiky).

### 2.6.7 Zemědělský půdní fond

Zemědělský půdní fond je základním přírodním bohatstvím naší země, nenahraditelným výrobním prostředkem umožňujícím zemědělskou výrobu a je jednou z hlavních složek životního prostředí. Ochrana zemědělského půdního fondu, jeho zvelebování a racionální využívání jsou činnosti, kterými je také zajišťována ochrana a zlepšování životního prostředí (Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu).

Zemědělský půdní fond můžeme charakterizovat jako určitý, ohraničený soubor půdních celků zemědělsky obhospodařovaný v daném časovém období. Je funkcí působení člověka na přírodu, krajinu, za účelem získat základní prostředky obživy pro existenci společnosti (Švehla F., a kol., 1987).

Půdní fond pro účely plánování, řízení a pro účely evidence nemovitostí dělíme na:

- zemědělský
- nezemědělský

Do zemědělského půdního fondu patří tyto druhy pozemků (kultur): orná půda, chmelnice, vinice, zahrady, ovocné sady, louky a pastviny. Do

nezemědělského půdního fondu patří: lesní půdní fond, rybníky s chovem ryb, ostatní vodní plochy, zastavěné plochy a nádvoří a ostatní plochy (Jonáš F. a kol., 1990).

Pro zemědělské účely je nutno použít především zemědělskou půdu, zejména nezastavěné a nedostatečně využitě pozemky v zastavěném území nebo na nezastavěných plochách stavebních pozemků staveb mimo toto území, stavební proluky a plochy získané zbořením přežilých budov a zařízení. Musí-li však v nezbytných případech dojít k odnětí zemědělského půdního fondu, nutno zejména:

- a) co nejméně narušovat organizaci zemědělského půdního fondu, hydrologické a odtokové poměry v území a síť zemědělských účelových komunikací,
- b) odnímat jen nejnútnejší plochu zemědělského půdního fondu,
- c) při umístování směrových a liniových staveb co nejméně zatěžovat obhospodařování zemědělského půdního fondu (zákon č., 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu).

### **3. Cíl práce**

Cílem této diplomové práce je navrhnout protierozní opatření v modelovém projektu komplexní pozemkové úpravy. Pro tuto práci bylo vybráno katastrální území Miloňovice.

Druhým cílem je mé výsledky porovnat s výsledky z již vypracovaného protierozního opatření pro ochranu půdního fondu společnosti Geopozem CB s.r.o

## 4. Metodika práce

Pro návrh protierozního opatření bylo vybráno katastrální území Miloňovice. Miloňovice leží 8 km jižně od okresního města Strakonice. Důraz při výběru tohoto území byl kladen zejména na velkou plochu orné půdy pro výpočet erozního ohrožení.

### 4.1 Podklady

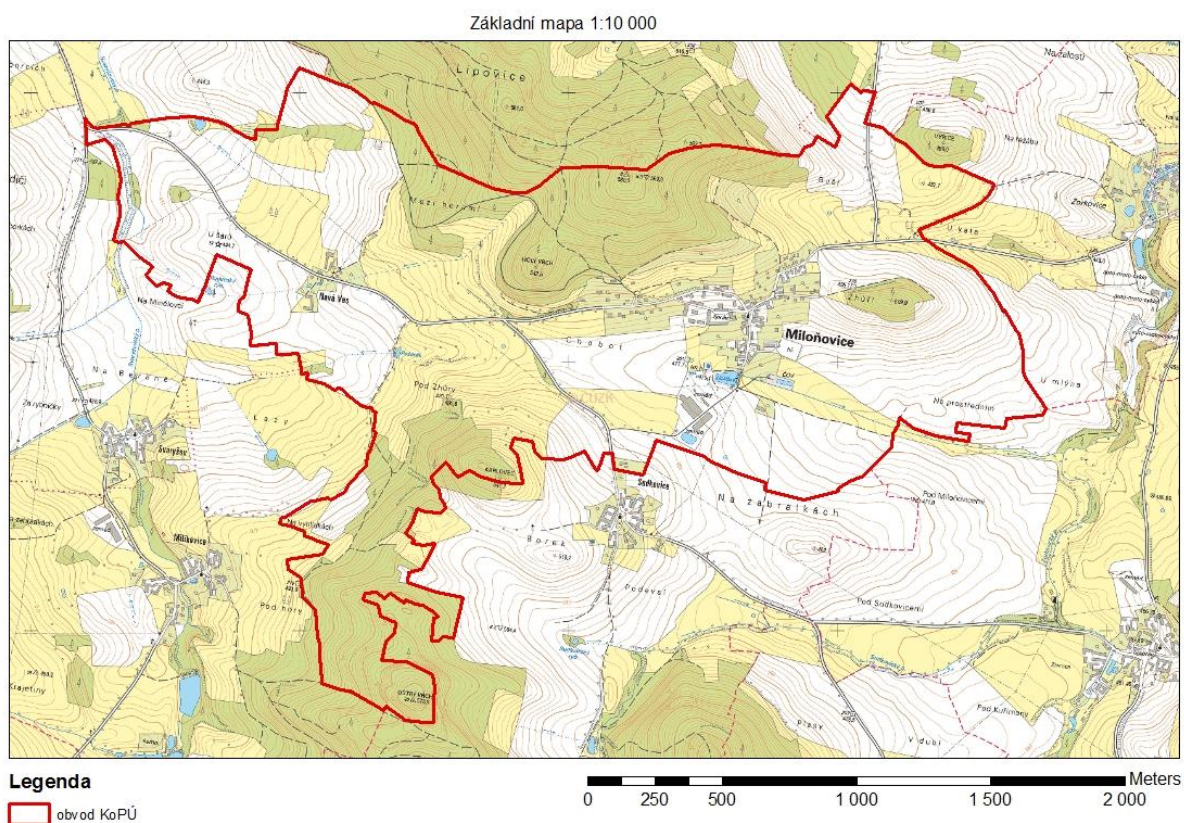
Z projekční firmy GEOPOZEM CB s.r.o. jsem získala všechny potřebné materiály. Jedná se zejména o jejich výpočty erozního ohrožení pozemků a k tomu přiloženou mapu. Pozemková úprava byla zahájena dne 2. 5. 2013 a je ve fázi neukončená. K zahájení pozemkové úpravy došlo na žádost obce.

Ze získané mapy jsem zjistila, že mnoho odtokových drah chybí a dráha č. 3 vede dokonce velkou částí přes trvale travní porost. Dráhy nejsou vymezeny v údolnici, pouze dráha č. 9 je dobře vynesena. Po připojení Ortofoto mapy a základní mapy 1:10 000 jsem navíc zjistila špatné vymezení využití území. Jedná se zejména o plochy TTP, jež byly zaměněny za ornou půdu.





Z důvodu kontroly Ortofotomapy a Základní mapy 1:10 000 jsem provedla průzkum v katastrálním území. Jednalo se o zjištění aktuálního využití území, zejména ploch orné půdy a TTP. Po tomto průzkumu jsem zjistila záměnu TTP za ornou půdu ve střední části území.



Obr. č. 2: Základní mapa 1:10 000

## 4.2 Zpracování dat

Podkladové mapy, které jsem použila:

### 1. Aktuální ortofotomapa

Prohlížečská služba WMS-ORTOFOTO je poskytována jako veřejná prohlížečská služba nad aktuálními daty produktu Ortofoto České republiky. Služba splňuje Technické pokyny pro INSPIRE prohlížečské služby v.3.11 a zároveň splňuje standard OGC WMS 1.1.1. a 1.3.0.

## 2. Prohlížečská služba WMS – ZM 10

Prohlížečská služba WMS-ZM10-P je poskytována jako veřejná prohlížečská služba nad daty Základní mapy ČR 1:10 000. Služba splňuje Technické pokyny pro INSPIRE prohlížečské služby v. 3.11 a zároveň splňuje standard OGC WMS 1.1.1. a 1.3.0.

## 3. Katastrální mapy

Prohlížečská služba WMS KN poskytuje možnost prohlížet obraz katastrální mapy složený z DKM, KMD, KM-D a OMP. Služba splňuje standard OGC WMS 1.1.1. a 1.3.0.

Mapy jsem vytvořila v programu ArcGIS. Nejprve jsem do programu připojila ortofoto České republiky a to běžným způsobem, přes funkci „přidat WMS server“ a nastavila jsem koordinační systém S-JTSK EastNorth. Pro vymezení katastrálního území jsem opět přes funkci „přidat WMS server“ připojila katastrální mapu a v nabídce vrstev jsem vybrala vrstvu „Hranice Katastrálního území“. Vytvořila jsem shapefile s názvem Obvod KoPÚ a obtáhla jsem polygonem katastrální území. Pro vytvoření půdních bloků jsem pro kontrolu připojila základní mapu České republiky v měřítku 1:10 000, mapu poskytuje geoportál ČÚZK. V této mapě je orná půda znázorněna bíle. Vytvořila jsem další shapefile s názvem Půdní bloky a polygonem jsem podle mapy ZM10 obtáhla všechny orné plochy. Jako další jsem vytvořila shapefile Vrstevnice. Ty jsou obsaženy v základní mapě 1:10 000 a jsou od sebe v rozmezí 2 metry. Každá pátá vrstevnice je celého čísla a je zvýrazněna silněji. Linií jsem obkreslila všechny vrstevnice, jejichž výšku jsem zaznamenala do atributové tabulky. Jako předposlední shapefile jsem vytvořila Vodní tok. V mapě jsem linií znázornila vodní tok do 5 m šířky, tok občasný a podzemní.

Jako poslední a nejdůležitější shapefile jsem vytvořila Odtokové dráhy. Vymezila jsem jich celkem 16 a to pomocí linie. Odtokové dráhy vedou v údolnici a vždy kolmo na vrstevnici.

U všech 16 drah jsem v programu ArcGIS odměřila jejich délku. Spočítala jsem převýšení pomocí počtu vrstevnic a z těchto dvou hodnot jsem vypočítala sklon odtokové dráhy.

Zatím nejdokonaleji vyjadřuje množstevní účinek hlavních faktorů, které ovlivňují vodní erozi způsobovanou přivalovými dešti tzv. „Univerzální rovnice pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy z pozemků – USLE“ dle Wischmeiera a Smithe:

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

kde:

G – měrná dlouhodobá ztráta půdy (t/ha za rok)

R – faktor erozní účinnosti deště – vyjádřený v závislosti na četnosti výskytu, úhrnu, intenzitě a kinetické energii deště

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

L – faktor délky svahu – vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty půdy erozí

S – faktor sklonu svahu – vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí

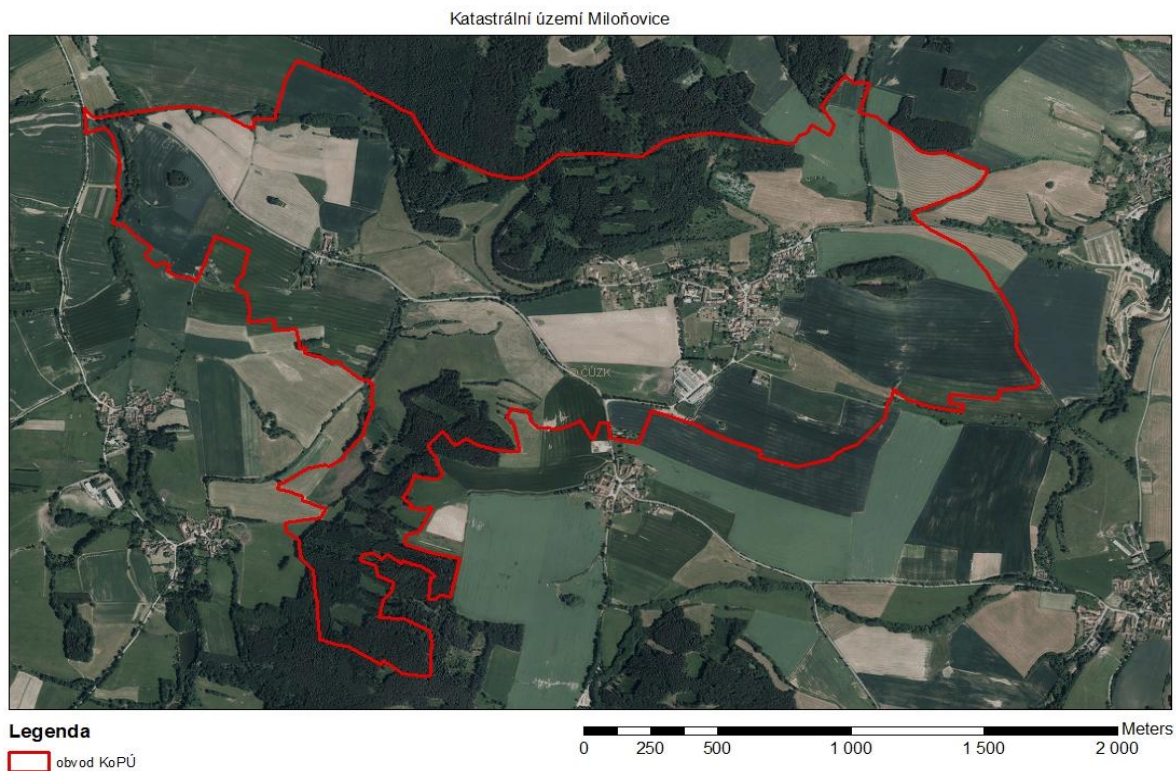
C – faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu – vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice

P – faktor účinnosti protierozních opatření (Janeček M. a kol., 2005).

Podle hodnot, které mi vycházely, jsem navrhovala taková protierozní opatření, která jsou nejvhodnější.



## 5. Katastrální území Miloňovice



Obr. č. 3: Katastrální území Miloňovice

ZUJ: 551414

Kraj: Jihočeský

Okres: Strakonice

První písemná zmínka: z roku 1243

Počet částí: 3

Části obce: Miloňovice, Nová Ves a Sudkovice

Katastrální výměra: 6,28 km<sup>2</sup>

Počet obyvatel: 276

GEO souřadnice: 49°13'2''s.š., 13°57'17''v.d.

Nadmořská výška: 480 m.n.m.

Památky:

-štit na bývalé hospodě

-špýchar

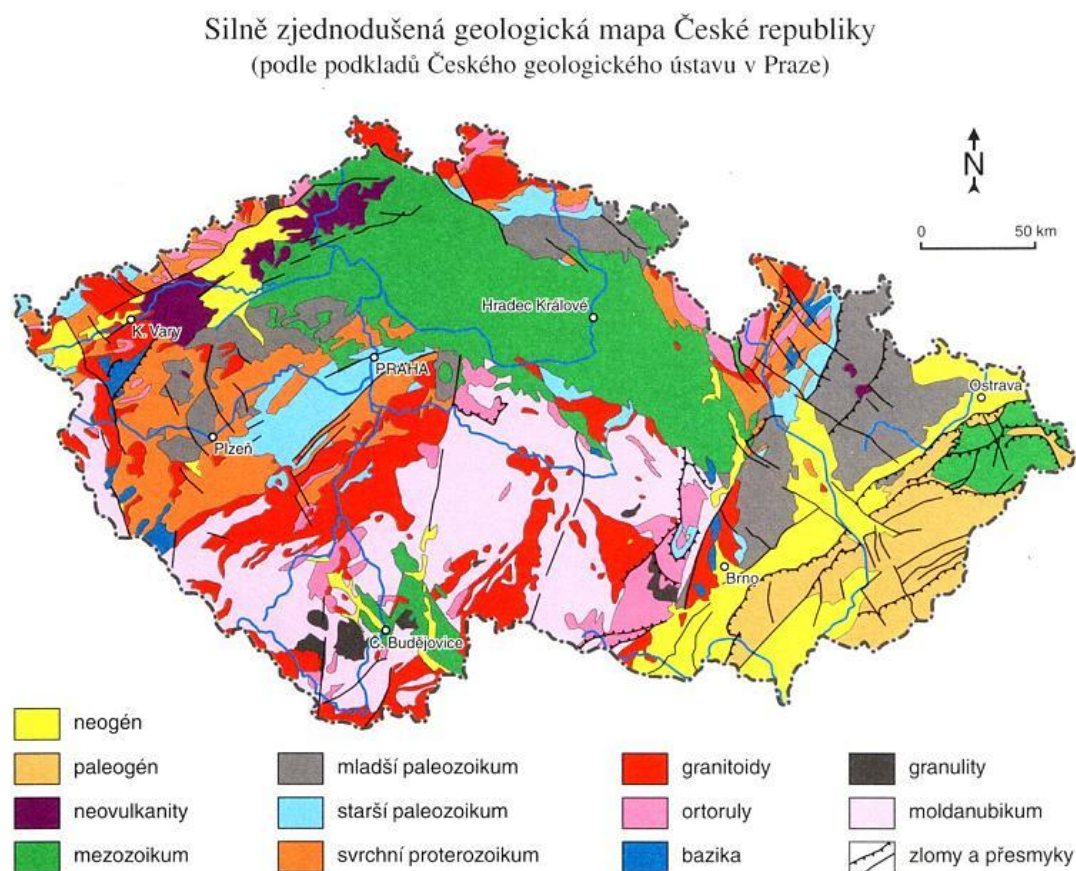
- na návsi kaple Panny Marie postavená na počátku 19. století

- u usedlosti č. p. 18 se nachází výklenková kaplička sv. Anny pocházející z první

poloviny 18.století

- boží muka - u Miloňovic na rozcestí do Nové vsi a Sudkovic, postavená v 18. století (Kašička F. a kol., 2014).

## 5.2 Geomorfologie a geologie území



Obr. č. 4: *Geologická mapa*

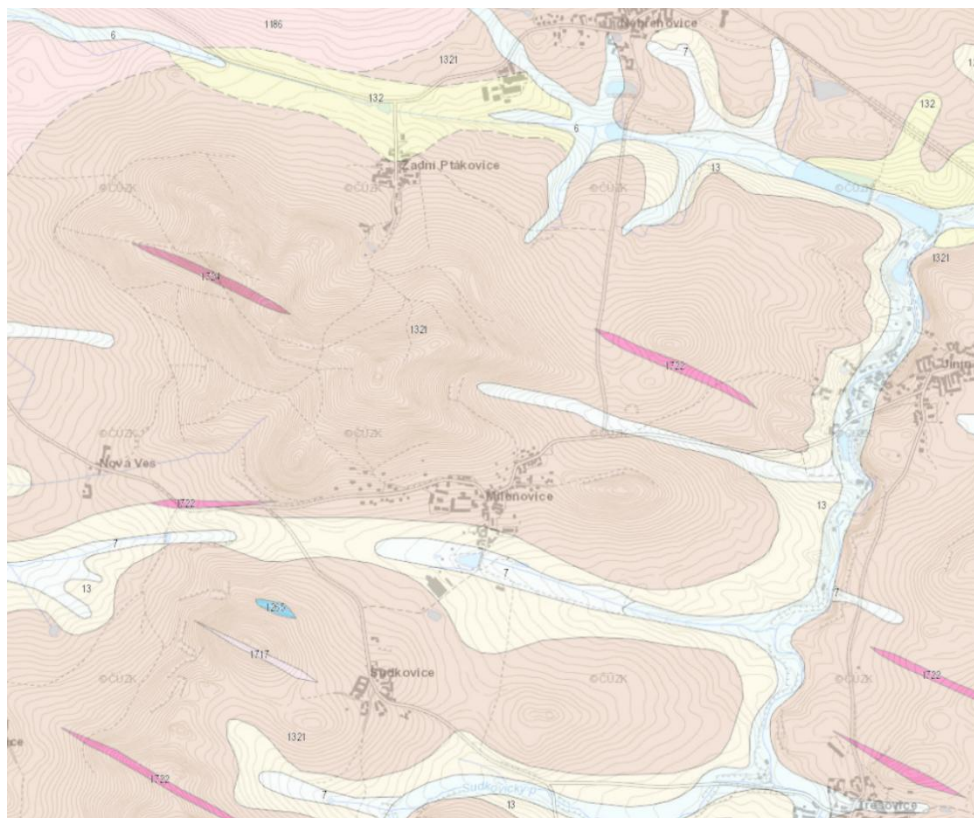
Celé řešené území náleží k Českému masívu, který je geologicky jednou z nejstarších částí evropské pevniny. V nejstarší době byla tato oblast zalita mořem, na jehož dně se hromadily mohutné vrstvy usazenin z okolní pevniny. Intenzita sedimentace byla velmi různá, proces usazování několikrát přerušil ústup moře. Původní měkké a sypké sedimenty se zpevňovaly a vlivem horotvorných procesů se

dostávaly do větších hloubek, kde vlivem vysokých teplot a tlaku zbřidličnatěly, (krystalické břidlice).

Krystalické moldanubikum tvoří převážně skalní podklad řešeného území. Jeho jednotvárná série, jejíž původní horniny dosahují několikakilometrové mocnosti, se usazovala v hlubokých částech mořské prohlubně za poměrného tektonického klidu a značného nanášení jílovitého a písčitého materiálu. Z toho pak vznikaly opakovanou přeměnou především biotitické pararuly a migmatity rozličného typu. Příznačné je pro tuto jednotvárnou sérii nepatrný podíl hornin odlišného složení, např. krystalických vápenců, dolomitů a ojediněle též amfibolitů.

Pestrá série, jež se od jednotvárné odlišuje četnými vložkami krystalických vápenců spolu s přechodnými polohami dolomitů, erlanů, eklogitů a amfibolitů, grafitických hornin a křemenců, je zastoupena v území jen v malé míře západně a jižně od Strakonice.

Jižní část vymezené oblasti zabírá šumavská větev moldanubického plutonu. Nejstaršími horninami jsou zde diority, k mladším patří granodiority, k nejmladším žuly s bohatým žilným doprovodem. Severozápadní část (mezi Horažďovicemi a Strakonice) sem proniká středočeský pluton se zastoupením především biotitickým granodioritem a křemitým dioritem červenského typu.



Obr. č. 5: *Geologická mapa – Miloňovice*

Z geologické mapy a z její legendy je patrné, že v okolí Miloňovic převládají půdní typy kambizemědystrické, kambizemědystricképodzolované, pseudogleje a oglejené a půdní typy modální. V malém množství se zde vyskytují rankerykambické, kambizemě tankerové a antropozemě. V nivách podél vodních toků se vyskytují gleje modální, modální fluvizemě a gleje.

### 5.3 Klima

Průměrná roční teplota 6,5 °C, v období vegetace 12,5 °C. Oblast je dále charakterizována:

- průměrný počet letních dní v roce 30 – 40
- průměrný počet ledových dní v roce 40 – 50
- průměrný počet mrazových dnů 120 – 130
- Počet dní s teplotou nad 0°C 270
- Počet dní nad 5°C 210
- Počet dní nad 10°C 150
- Počet dní nad 15°C 65



- Průměrný počet jasných dnů 40, zamračených dnů 145, dnů s mlhou 57
- Průměrné datum prvního mrazivého dne 1.10. a posledního mrazivého dne 1.5.
- Průměrná relativní vlhkost vzduchu v červenci ve 14,00 hodin: 60% a v prosinci ve 14,00 hodin: 87%

Průměrná teplota vzduchu v jednotlivých měsících (°C):

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-2	-1	3	6	12	15	17	17	12	7	3	-2

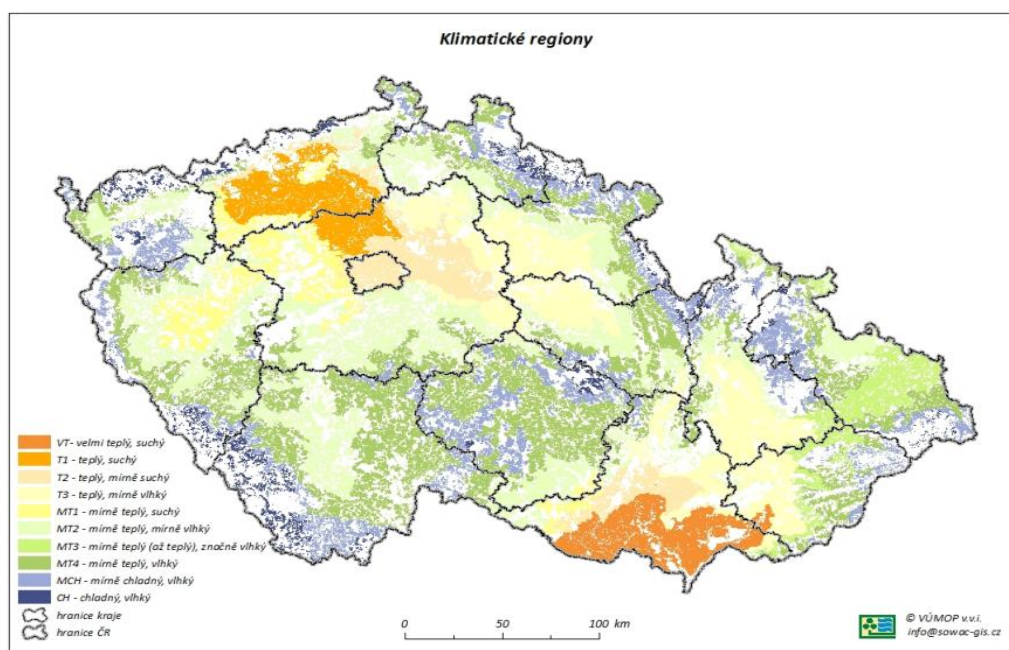
Tab. č. 5: Průměrná teplota vzduchu

Dlouhodobý průměrný úhrn srážek v jednotlivých měsících (mm):

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
30	27	30	45	70	85	90	65	50	45	35	35

Tab. č. 6: Průměrný úhrn srážek

Průměrný roční úhrn srážek dosahuje 550 – 600 mm, v období vegetace 400 mm.



Obr. č. 6: Klimatická mapa

## 5.4 Hydrologie

Obec Miloňovice patří k úmoří Severního moře a do povodí Horní Vltavy.

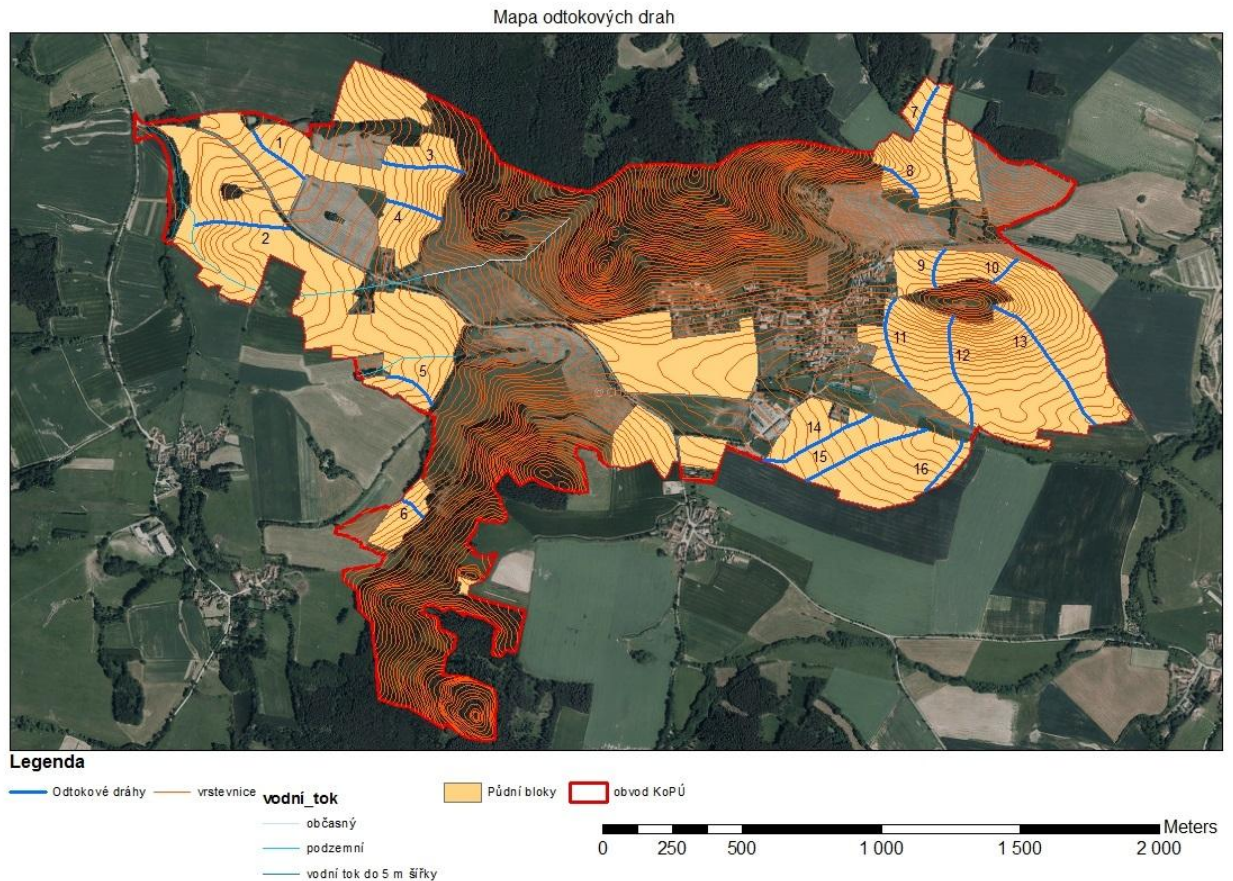
Západní částí území protéká Svaryšovský potok

V jižní části obce se nachází rybník Doliška, z něhož vytéká vodoteč IDVT: 10272429, která odtéká z tohoto katastru a vtéká do Zorkovického potoka. V severní části území se při větších deštích zaplňuje již vymleté koryto. V období sucha se zde vodoteč nevyskytuje.

## 6. Výsledky a diskuze

### Výsledky

Na daném území jsem vymezila 16 drah soustředěného odtoku. Zjistila jsem jejich délky a převýšení. Vypočítala jsem sklon podle vzorečku  $I = (\text{převýšení}/\text{délka}) \cdot 100\%$  a vyhledala jsem v tabulkách hodnoty parametru L a S. Podle BPEJ (HPJ = 2. a 3. číslo) jsem určila hodnoty K faktoru.



Obr. č. 7: Mapa odtokových drah

dráha č.	délka [m]	převýšení [m]	sklon [%]	R faktor	K faktor	L faktor	S faktor
1	257	11	4,28	40	0,33	3,41	0,37
2	397	21	5,28	40	0,3	4,23	0,48
3	295	22	9,58	40	0,33	3,12	1,19
4	209	20	7,45	40	0,3	3,6	0,78
5	197	11	5,59	40	0,3	2,98	0,52
6	95	10	10,51	40	0,3	2,07	1,23
7	182	10	5,5	40	0,3	2,83	0,51
8	168	20	11,9	40	0,34	2,75	1,53
9	150	15	9,99	40	0,34	2,61	1,17
10	120	17	14,1	40	0,34	2,31	1,97
11	350	26	7,4	40	0,34	3,99	0,75
12	411	41	9,97	40	0,34	4,35	1,17
13	569	52	9,14	40	0,34	5,02	1,07
14	427	17	3,9	40	0,26	4,38	0,33
15	466	17	3,6	40	0,26	4,59	0,31
16	219	12	5,47	40	0,26	3,16	0,5

Tab. č. 7: Ohrožení vodní erozí - 1

Osevní postup jsem použila stejný jako projektanti společnosti Geopozem CB s.r.o., jedná se o osevní postup s kukuřicí, který je typický pro jihočeský region.

Plodina	Prům. roční faktor C
1. jetel luční na píci	0,015
2. pšenice ozimá	0,103
3. kukuřice na siláž	0,538
4. pšenice ozimá	0,12
5. ječmen ozimý	0,17
6. řepka ozimá	0,22
7. pšenice ozimá	0,123
8. ječmen jarní s podsevem	0,17
Celkem	1,459

Tab. č. 8: Osevní postup

Průměrný faktor C =  $1,459/8 = 0,183$



dráha č.	R	K	L	S	C	P	G t/ha/rok
1	40	0,33	3,41	0,37	0,183	1	3,047
2	40	0,3	4,23	0,48	0,183	1	4,459
3	40	0,33	3,12	1,19	0,183	1	8,968
4	40	0,3	3,6	0,78	0,183	1	6,166
5	40	0,3	2,98	0,52	0,183	1	3,402
6	40	0,3	2,07	1,23	0,183	1	5,591
7	40	0,3	2,83	0,51	0,183	1	3,169
8	40	0,34	2,75	1,53	0,183	1	10,471
9	40	0,3	2,61	1,17	0,183	1	6,705
10	40	0,34	2,31	1,97	0,183	1	11,325
11	40	0,34	3,99	0,75	0,183	1	7,447
12	40	0,34	4,35	1,17	0,183	1	12,666
13	40	0,34	5,02	1,07	0,183	1	13,368
14	40	0,26	4,38	0,33	0,183	1	2,75
15	40	0,26	4,59	0,31	0,183	1	2,708
16	40	0,26	3,16	0,5	0,183	1	3,007

Tab. č. 9: Ohrožení vodní erozí - 2

Povolený smyv, který činí 4 t/ha/rok splňují pouze dráhy č. 1, 5, 7, 14, 15 a 16. U drah č. 2 a 6 navrhuji vrstevnicové obdělávání. Hodnota P faktoru je pro dráhu č. 2, která má sklon 5,28% je 0,6 a u dráhy č. 6 se sklonem 10,51% je hodnota P faktoru 0,7.

dráha č.	R	K	L	S	C	P	G t/ha/rok
2	40	0,3	4,23	0,48	0,183	0,6	2,675
6	40	0,3	2,07	1,23	0,183	0,7	3,913

Tab. č. 10: Ohrožení vodní erozí - 3

Po využití tohoto protierozního opatření klesl smyv pod povolenou hranici 4 t/ha/rok. U drah číslo 3, 4, 9 a 11 jsem jako protierozní opatření zvolila hrázkování. Všechny půdní bloky mají sklon od 7 do 12%, proto hodnota P faktoru je 0,3.

dráha č.	R	K	L	S	C	P	G t/ha/rok
3	40	0,33	3,12	1,19	0,183	0,3	2,69
4	40	0,3	3,6	0,78	0,183	0,3	1,849
9	40	0,3	2,61	1,17	0,183	0,3	2,012
11	40	0,34	3,99	0,75	0,183	0,3	2,234

Tab. č. 11: Ohrožení vodní erozí - 4

Díky hrázkování jsem snížila hodnoty ztráty půdy pod dovolenou hranici půdního smyvu 4 t/ha/rok.

U zbývajících drah č. 8,10,12 a 13 je povrchový odtok příliš veliký a proto jsem se rozhodla navrhnout průleh. Tím rozdělím půdní blok na 2 části, tj. na další 2 odtokové dráhy.

dráha č.	délka [m]	převýšení [m]	sklon [%]	R faktor	K faktor	L faktor	S faktor
8a	83	11	13,27	40	0,34	1,93	1,81
8b	85	9	10,57	40	0,34	1,97	1,27
10a	61	8	13,17	40	0,34	1,67	1,78
10b	59	9	15,13	40	0,34	1,66	2,23
12a	147	26	17,68	40	0,34	2,58	2,89
12b	264	15	5,67	40	0,34	3,43	0,53
13a	246	33	13,41	40	0,34	3,35	1,83
13b	322	19	5,89	40	0,34	3,83	0,54

Tab. č. 12: Ohrožení vodní erozí – 5

dráha č.	R	K	L	S	C	P	G t/ha/rok
8a	40	0,34	1,93	1,81	0,183	1	8,695
8b	40	0,34	1,97	1,27	0,183	1	6,226
10a	40	0,34	1,67	1,78	0,183	1	7,398
10b	40	0,34	1,66	2,23	0,183	1	9,21
12a	40	0,34	2,58	2,89	0,183	1	18,557
12b	40	0,34	3,43	0,53	0,183	1	4,52
13a	40	0,34	3,35	1,83	0,183	1	15,258
13b	40	0,34	3,83	0,54	0,183	1	5,147

Tab. č. 13: Ohrožení vodní erozí - 6

Povolenou hranici 4 t/ha/rok překročily všechny odtokové dráhy. U drah č. 10b, 12a a 13a je odtok tak veliký, že navrhuji zatravnění údolnice a tím eliminuji odnos orné půdy z půdních bloků. U drah č. 8a, 8b a 10a jsem navrhla hrázkování. Dráhy 8a a 10a mají sklon mezi 12 – 18% a proto je hodnota P faktoru 0,4, dráha číslo 8b má sklon mezi 7 - 12% a hodnota P faktoru je 0,3. U drah č. 12b a 13b jsem navrhla vrstevnicové obdělávání. Obě dráhy mají sklon mezi 2 - 7%, hodnota P faktor je tudíž 0,6.

dráha č.	R	K	L	S	C	P	G t/ha/rok
8a	40	0,34	1,93	1,81	0,183	0,4	3,478
8b	40	0,34	1,97	1,27	0,183	0,3	1,868
10a	40	0,34	1,67	1,78	0,183	0,4	2,959
10b	40	0,34	1,66	2,23	0,183	-	-
12a	40	0,34	2,58	2,89	0,183	-	-
12b	40	0,34	3,43	0,53	0,183	0,6	2,712
13a	40	0,34	3,35	1,83	0,183	-	-
13b	40	0,34	3,83	0,54	0,183	0,6	3,088

Tab. č. 14: Ohrožení vodní erozí - 7

Díky těmto protierozním opatření jsem na všech drahách získala hodnoty nižší než povolený smyv 4 t/ha/rok. Zatravněním údolnice jsem povrchový odtok naprosto eliminovala.

Dráha č.	Protierozní opatření	R	K	L	S	C	P	G t/ha/rok
1	-	40	0,33	3,41	0,37	0,183	1	3,047
2	Vrstevnicové obdělávání	40	0,3	4,23	0,48	0,183	0,6	2,675
3	Hrázkování	40	0,33	3,12	1,19	0,183	0,3	2,69
4	Hrázkování	40	0,3	3,6	0,78	0,183	0,3	1,849
5	-	40	0,3	2,98	0,52	0,183	1	3,402
6	Hrázkování	40	0,3	2,07	1,23	0,183	0,7	3,913
7	-	40	0,3	2,83	0,51	0,183	1	3,169
8a	Hrázkování	40	0,34	1,93	1,81	0,183	0,4	3,478
8b	Hrázkování	40	0,34	1,97	1,27	0,183	0,3	1,868
9		40	0,3	2,61	1,17	0,183	0,3	2,012
10a	Hrázkování	40	0,34	1,67	1,78	0,183	0,4	2,959
10b	Zatravnění údolnice	40	0,34	1,66	2,23	0,183	-	-
11	Hrázkování	40	0,34	3,99	0,75	0,183	0,3	2,234
12a	Zatravnění údolnice	40	0,34	2,58	2,89	0,183	-	-
12b	Vrstevnicové obdělávání	40	0,34	3,43	0,53	0,183	0,6	2,712
13a	Zatravnění údolnice	40	0,34	3,35	1,83	0,183	-	-
13b	Vrstevnicové obdělávání	40	0,34	3,83	0,54	0,183	0,6	3,088
14	-	40	0,26	4,38	0,33	0,183	1	2,75
15	-	40	0,26	4,59	0,31	0,183	1	2,708
16	-	40	0,26	3,16	0,5	0,183	1	3,007

Tab. č. 15: Ohrožení vodní erozí - 8

V této tabulce jsem shrnula všechna protierozní opatření a výsledky, které mi díky jejich použití vyšly. Dráhu č. 8, 10, 12 a 13 jsem rozdělila průlehem na 2 odtokové dráhy.

Velmi dobré rozdělení pozemků je po vrstevnici. Tím se změní délka svahu a omezí eroze.

## **Diskuze**

Půdu ohroženou vodní erozí je potřeba chránit protierozními opatřeními. Hlavním účelem těchto opatření je chránit půdu před účinky deště, podpora vsakování vody do půdy, zlepšování soudržnosti půdy, omezování unášecí síly vody a soustředěného povrchového odtoku, neškodné odvádění povrchově odtékající zeminu a zachycování smyté zeminy. Ve většině případů jde o komplex agrotechnických, organizačních a technických opatření.

Jako nejjednodušší pro zemědělce jsem navrhovala vrstevnicové obdělávání. Pasák a kol. (1984) ve své publikaci uvádí, že toto opatření je jednou ze zásad pro tvorbu bloků orné půdy. V ohrožených místech je nutno navrhovat agrotechnická opatření, a pokud by tato opatření nestačila nebo nemohla být zrealizována, přistoupit k návrhu protierozních technických opatření. S tímto tvrzením souhlasí ve své publikaci i Janeček a kol. (2005).

Dumbrovský (2005) ve své publikaci uvádí, že před návrhem opatření musí být podrobně analyzovány faktory ovlivňující erozní odtokové poměry, na podkladě kterých jsou následně vytipovány v řešených povodích plochy a pozemky, které jsou zdrojem eroze a povrchového odtoku. Na základě této podrobné analýzy faktorů ovlivňujících odtok z povodí je následně v řešených povodích navržen celý systém komplexní ochrany. Tato opatření budou mít významnou funkci v redukci erozního smyvu a transportu splavenin, eliminující nepříznivé účinky povrchového odtoku při lokálních (přívalových) srážkách s vysokou intenzitou.

Janeček a kol. (2005) dále uvádí, že návrhy a realizace protierozních opatření by vždy měly vycházet z odborně zpracovaných projektů pozemkových úprav, které respektují základní principy k ochraně půdy před erozí.

Podhrázská (2010) ve svém článku uvádí Při návrhu plánů společných zařízení je žádoucí navrhovat opatření tak, aby při minimálním záboru zemědělské

půdy jejich účinnost byla co nejvyšší. Vzhledem k výše zmíněnému požadavku multifunkčnosti (komplexnosti) navrhovaných opatření v plánech společných zařízení lze říci, že všechna opatření směřují k ochraně přírodních zdrojů – ke komplexní ochraně půdy a vody v řešeném území. Podíváme-li se na účinnost opatření vzhledem k ochraně půdy, má nejvyšší účinnost ochranné zatravnění nebo zalesnění. Na takových plochách dále nedochází k nežádoucímu eroznímu smyvu. Protože však tento systém není možné uplatnit na veškeré orné půdě, jsou volena opatření agrotechnická, kdy je podpořeno zasakování vody do půdy a omezení erozních projevů. Z hlediska čisté ochrany půdy před erozí na pozemku je tedy nejméně účinné budování protierozních průlehů, příkopů a mezí, které pouze rozdělí pozemek na menší díly, tím zabrání rozvinutí erozních jevů ve spodních částech pozemku a odvedou srážkovou vodu mimo kritické profily. Půda nad a pod prvky však není chráněna proti erozi, pokud není uplatněno další protierozní opatření.

Toto tvrzení dokazují i mé výsledky. Průlehem jsem rozdělila plochu na dvě části, ale jen tím jsem erozi nezamezila. Proto jsem ve vrchní části zvolila zatravnění údolnice a ve spodní části jsem navrhla vrstevnicové obdělávání.

Podhrázká (2005) dále uvádí, že při řešení protierozní ochrany v určitém povodí nejsou samostatně použita agrotechnická a organizační opatření schopna ve většině případů podstatně omezit povrchový odtok. Proto je nezbytné rozdělit svažité, plošně značně rozsáhlé pozemky s neúměrnou délkou svahu, protierozními opatřeními a spolu s realizací nových svodných prvků vytvořit v povodí odpovídající síť nových hydrolinií.

Vopravil (2013) ve své publikaci uvádí, že eroze půdy je v České republice dlouhodobým problémem, který nelze jednorázově vyřešit. Snižování rychlosti tohoto procesu je však pro trvale udržitelný rozvoj zemědělské produkce nezbytný. Je nutné podporovat půdoochranné technologie, které jsou schopné snížit množství zrychlené eroze. Zároveň je přinejmenším vhodné udržovat úrodnost půdy a omezit její znehodnocování.

## 7. Závěr

Mým hlavním cílem této diplomové práce bylo spočítat míru erozního ohrožení a navrhnout vhodná protierozní opatření. Pro tento účel byla vybrána pozemková úprava katastrálního území Miloňovice. Nejčastěji jsem jako protierozní opatření využívala opatření agrotechnická – vrstevnicové obdělávání a hrázkování. 4 odtokové dráhy jsem předělila průlehem, vzniklé dráhy jsem znovu přepočítala a navrhla horní část nad průlehem zatravnit a u spodní části hrázkování a vrstevnicové obdělávání.

Za druhý cíl jsem si stanovila porovnání mých výsledků s prací návrhu komplexní pozemkové úpravy společnosti GEOPOZEM CB s.r.o. Naše výsledky se radikálně liší, neboť z přiložené mapy vyplývá, že odtokové dráhy nejsou vymezeny v údolnici a některé dráhy dokonce chybí. Odtokové dráhy jsem tedy navrhla nové a neměla jsem je s čím porovnat.

Snažila jsem se navrhnout co nejméně náročné opatření pro uživatele orné plochy, avšak ta nejlepší pro zamezení povrchového odtoku. Je na každém uživateli, zda protierozní opatření zůstanou jen návrhem nebo se budou realizovat. Myslím si však, že je důležité věnovat této problematice zvýšenou pozornost, jinak se může stát, že přijdeme o to nejcennější bohatství – půdu – jakožto jednu ze složek životního prostředí a výrobní prostředek potravního řetězce.

## 8. Seznam použitých zdrojů

- 1) BUZEK, L., *Eroze půdy*, Pedagogická fakulta v Ostravě, 1983, 257 s.
- 2) DOLEŽAL, P., DUMBROVSKÝ, M., MARTÍNEK, J., PAVLÍK, M., STRÍTECKÝ, L., *Metodický návod k provádění pozemkových úprav*, Ministerstvo zemědělství – Ústřední pozemkový úřad, 2010, 170 s.
- 3) DUMBROVSKÝ, M., *Pozemkové úpravy*, Akademické nakladatelství CERM, 2004
- 4) DUMBROVSKÝ, M., *Příspěvek k řešení vodního hospodářství krajiny v pozemkových úpravách*, Brno, 2005, Habilitační práce, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební
- 5) FUČÍK, P., KAPLICKÁ, M., KVÍTEK, T., NOVÁK, P., NOVOTNÝ, I., ŽÍŽALA, D., *Identifikace kritických zdrojových lokalit plošného zemědělského znečištění – standardizovaný podklad pro projektování komplexních pozemkových úprav*, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 2008, 34 s.
- 6) HAUPTMAN, I., ZIMOVÁ, M., *Koncepce ochrany půdy – stávající a připravovaná legislativa*, 2009, 40 s., [http://www.zeraagency.eu/dokumenty/008003/15\\_koncepce\\_ochrany\\_pudy\\_stavajici\\_a\\_pripavovana\\_legislativa.pdf](http://www.zeraagency.eu/dokumenty/008003/15_koncepce_ochrany_pudy_stavajici_a_pripavovana_legislativa.pdf)[online] [cit. 14.3.2016]
- 7) HOLÝ, M., *Protierozní ochrana*, Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 1978, 283 s.
- 8) HOVORKA, V., *Projektová příprava protierozních opatření*, Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd Praha, 1990, 26 s.
- 9) HŮLA, J., JANEČEK, M., KOVAŘÍČEK, P., BOHUSLÁVEK, J., *Agrotechnical erosion control measures*, Výzkumný ústav pro ochranu půdy a vod Praha, 44 s.
- 10) JANEČEK, M., *Vliv eroze půdy na znečištění povrchových vod*, Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1978, 72 s.
- 11) JANEČEK, M., BOHUSLÁVEK, J., DUMBROVSKÝ, M., GERGEL, J., HRÁDEK, F., KOVÁŘ, P., KUBÁTOVÁ, E., PASÁK, V., PIVCOVÁ, J., TIPPL, M., TOMAN, F., TOMANOVÁ, O., VÁŠKA, J., *Ochrana zemědělské půdy před erozí*, ISV nakladatelství, 2005, 195 s.

- 12) JANEČEK, M., BEČVÁŘ, M., BOHUSLÁVEK, J., DUFKOVÁ, J., DUMBROVSKÝ, M., DOSTÁL, T., HŮLA, J., JAKUBÍKOVÁ, A., KADLEC, V., KRÁSA, J., KUBÁTOVÁ, E., NOVOTNÝ, I., PODHRÁZSKÁ, J., TOMAN, F., VOPRAVIL, J., VRÁNA, K., *Ochrana zemědělské půdy před erozí*, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 2007, 76 s.
- 13) JEŽEK, S., *Protierozní ochrana zemědělských půd*, ČV zemědělské společnosti ČSVTS, 1987, 144 s.
- 14) JONÁŠ, F., DOBIÁŠ, J., KARLUBÍKOVÁ, E., URBANOVÁ, M., *Pozemkové úpravy*, Státní zemědělské nakladatelství Praha, 1990, 512 s.
- 15) JŮVA, K., HRABAL, A., TLAPÁK, V., *Ochrana půdy, vegetace, vod a ovzduší*, Státní zemědělské nakladatelství Praha, 1977, 180 s.
- 16) KALINA, M., *Kompostování a péče o půdu*, Gradapublishing, 2004, 116 s.
- 17) KAŠIČKA, F., NECHVÁTAL, B., *Hrady, hrádky a tvrze na Strakonicku, Blatensku a Vodňansku*, Muzeum středního Pootaví Strakonice, 2. doplněné a rozšířené vydání, 2014, 630 s.
- 18) KOKOLIA, V., KOS, M., RASZKA, P., *Protierozní osevňovací postupy*, Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha, 1989, 32s.
- 19) KONEČNÁ, J., PRAŽAN, J., PODHRÁZSKÁ, J., KUČERA, J., KOUTNÁ, K., FIALA, R., *Hodnocení ekonomických aspektů protierozní ochrany zemědělské půdy*, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 2014, 52s.
- 20) KONVIČKOVÁ, M., *Povrchové vody a pozemkové úpravy*, Sdružení vodohospodářů ČR, Oblastní sdružení Kutná Hora, 1996, 237 s.
- 21) KREŠL, J., SEREDA, O., *Inženýrské stavby lesnické a protierozní ochrana půdy*, Vysoká škola zemědělská v Brně, 1989, 254 s.
- 22) KYSELKA, I., HURNÍKOVÁ, J., ROZMANOVÁ, N., STEJSKALOVÁ, D., PODHRÁZSKÁ, J., *Koordinace územních plánů a pozemkových úprav*, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 2011, 61 s.
- 23) MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, *Příručka ochrany proti vodní erozi*, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 2008, 56s.
- 24) MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, *Pozemkové úpravy, nástroj pro udržitelný rozvoj venkovského prostoru*, Ministerstvo zemědělství, 2011, 28 s.
- 25) MORGAN, R.P.C., *Soil erosion and conservation*, BlackwellPublishing, 2005, 304 s.



- 26) NOVOTNÝ, I., *Příručka ochrany proti vodní erozi*, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 2014, 56 s.
- 27) PASÁK, V., JANEČEK, M., ŠABATA, M., DÝROVÁ, E., HEJL, R., ŠVEHLA, F., TINTĚRA, J., ASINGR, J., ŠROT, R., *Ochrana půdy před erozí*, Státní zemědělské nakladatelství, 1984, 160 s.
- 28) PENK, J., *Vápnění zemědělských půd*, Ministerstvo zemědělství ČR, 1991, 105 s.
- 29) PODHRÁZSKÁ, J., *Opatření na ochranu půdy a vody v pozemkových úpravách, Voda v krajině*, 2010, 12 s.
- 30) PODHRÁZSKÁ, J., DUFKOVÁ, J., *Protierozní ochrana půdy*, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2005, 95s.
- 31) PODHRÁZSKÁ, J., NOVOTNÝ, I., ROŽNOVSKÝ, J., HRADIL, M., TOMAN, F., DUFKOVÁ, J., MACKŮ, J., KREJČÍ, J., POKLADNÍKOVÁ, H., STŘEDA, T., *Optimalizace funkcí větrolamů v zemědělské krajině*, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 2008, 35s.
- 32) PODHRÁZSKÁ, J., KARÁSEK, P., KUČERA, J., KONEČNÁ, J., *Systém analýzy území a návrhu opatření k ochraně půdy a vody v krajině*, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 2014, 52 s.
- 33) REINÖHLOVÁ, E., *Koordinace postupu zpracování územně plánovací dokumentace a návrhu komplexních pozemkových úprav*, výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 1999, 36 s.
- 34) RYBÁRSKY, I., ŠVEHLA, F., GEISSÉ, E., *Pozemkové úpravy*, Vydavatelství ALFA, 1991, 360 s.
- 35) SANETRŇÍK, J., FILIP, J., SEDLÁK, L., *Meliorace*, Vysoká škola zemědělská v Brně, 1991, 177 s.
- 36) SKLENIČKA, P., *Základy krajinného plánování*, Praha, Naděžda Skleničková, 2003, 321 s.
- 37) SOUČEK, J., KRIEGEL, H., NÁROVEC, V., ŠACH, F., *Obnova lesa na lokalitách ohrožených intorskeletovou erozí*, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., 2010, 35 s.
- 38) SOUKUP, M., DOLEŽAL, F., FUČÍK, P., GERGEL, J., KULHAVÝ, Z., KVÍTEK, T., PODHRÁZSKÁ, J., TIPPL, M., UHLÍŘOVÁ, J., VLČKOVÁ, M., ZAVADIL, J., *Opatření v zemědělské krajině pro zlepšení vodních útvarů*, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 2006, 108 s.

- 39) ŠVEHLA, F., VAŇOUS, M., *Pozemkové úpravy*, České vysoké učení technické, 1987, 120 s.
- 40) ŠVEHLÍK, R., *Větrná eroze půdy na jihovýchodní Moravě*, Česká státní pojišťovna ve Státním zemědělském nakladatelství v Praze, 1985, 80 s.
- 41) TLAPÁK, V. ŠÁLEK, J., LEGÁT, V., *Voda v zemědělské krajině*, Zemědělské nakladatelství Brázda, 1992, 320 s.
- 42) TOMÁŠEK, M., *Půdy České republiky*, Česká geologická služba, 2003, 67s.
- 43) VLASÁK, J., BARSTOŠOVÁ, K., *Pozemkové úpravy*, České vysoké učení technické, 2007, 168 s.
- 44) ZACHAR, D., *Erózia pôdy*, Vydavateľstvo Slovenskej akademie vied, 1970, 526 s.

### **Seznam zákonů**

Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech

Zákon č. 256/2013 Sb., o katastru nemovitostí České republiky

Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu

### **www stránky**

Ministerstvo zemědělství, [online], [cit. 11.2.2016]

<http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/ochrana-pudy/>

Směrnice evropského parlamentu a rady o zřízení pro ochranu půdy a o změně směrnice 2004/35/ES, [online] [cit. 11.2.2016]

[http://eagri.cz/public/web/file/17642/com\\_2006\\_0232\\_cs.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/17642/com_2006_0232_cs.pdf)

Renard, et. al., 1997 [online] [cit. 19.2.2016]

<http://www.iwr.msu.edu/rusle/about.htm>

## 9. Seznam tabulek

### **Tabulka 1 – Pásové hospodaření**

Zdroj - JANEČEK, M., BOHUSLÁVEK, J., DUMBROVSKÝ, M., GERGEL, J., HRÁDEK, F., KOVÁŘ, P., KUBÁTOVÁ, E., PASÁK, V., PIVCOVÁ, J., TIPPL, M., TOMAN, F., TOMANOVÁ, O., VÁŠKA, J., *Ochrana zemědělské půdy před erozí*, ISV nakladatelství, 2005, 195 s.

### **Tabulka 2 – Hodnoty faktoru délky svahu L pro přímé svahy**

Zdroj - JANEČEK, M., BOHUSLÁVEK, J., DUMBROVSKÝ, M., GERGEL, J., HRÁDEK, F., KOVÁŘ, P., KUBÁTOVÁ, E., PASÁK, V., PIVCOVÁ, J., TIPPL, M., TOMAN, F., TOMANOVÁ, O., VÁŠKA, J., *Ochrana zemědělské půdy před erozí*, ISV nakladatelství, 2005, 195 s.

### **Tabulka 3 – Hodnoty faktoru sklonu svahu S**

Zdroj - JANEČEK, M., BOHUSLÁVEK, J., DUMBROVSKÝ, M., GERGEL, J., HRÁDEK, F., KOVÁŘ, P., KUBÁTOVÁ, E., PASÁK, V., PIVCOVÁ, J., TIPPL, M., TOMAN, F., TOMANOVÁ, O., VÁŠKA, J., *Ochrana zemědělské půdy před erozí*, ISV nakladatelství, 2005, 195 s.

### **Tabulka 4 – Hodnoty faktoru protierozních opatření P**

Zdroj - JANEČEK, M., BOHUSLÁVEK, J., DUMBROVSKÝ, M., GERGEL, J., HRÁDEK, F., KOVÁŘ, P., KUBÁTOVÁ, E., PASÁK, V., PIVCOVÁ, J., TIPPL, M., TOMAN, F., TOMANOVÁ, O., VÁŠKA, J., *Ochrana zemědělské půdy před erozí*, ISV nakladatelství, 2005, 195 s.

### **Tabulka 5 – Průměrná teplota vzduchu**

Zdroj – Vlastní

### **Tabulka 6 – Průměrný úhrn srážek**

Zdroj – Vlastní

### **Tabulka 7 – Ohrožení vodní erozí – 1**

Zdroj – Vlastní

### **Tabulka 8 – Osevní postup**

Zdroj – GEOPOZEM CB s.r.o.

### **Tabulka 9 – Ohrožení vodní erozí – 2**

Zdroj - Vlastní

### **Tabulka 10 – Ohrožení vodní erozí – 3**

Zdroj - Vlastní

**Tabulka 11 – Ohrožení vodní erozí – 4**

Zdroj - Vlastní

**Tabulka 12 – Ohrožení vodní erozí – 5**

Zdroj - Vlastní

**Tabulka 13 – Ohrožení vodní erozí – 6**

Zdroj - Vlastní

**Tabulka 14 – Ohrožení vodní erozí – 7**

Zdroj - Vlastní

**Tabulka 15 – Ohrožení vodní erozí – 8**

Zdroj - Vlastní

## 10. Seznam obrázků

### **Obrázek 1 – Mapa eroze**

Zdroj – GEOPOZEM CB s.r.o.

### **Obrázek 2 – Základní mapa 1:10 000**

Zdroj – Vlastní

### **Obrázek 3 – Katastrální území Miloňovice**

Zdroj – Vlastní

### **Obrázek 4 – geologická mapa**

Zdroj – [online][cit. 25.3.2016] [www.geology.cz](http://www.geology.cz)

### **Obrázek 5 – Geologická mapa Miloňovice**

Zdroj – [online][cit. 25.3.2016] [www.geology.cz](http://www.geology.cz)

### **Obrázek 6 – Klimatická mapa**

Zdroj – [online][cit. 25.3.2016] [www.vumop.cz](http://www.vumop.cz)

### **Obrázek 7 – Mapa odtokových drah**

Zdroj – Vlastní

## 11. Přílohy



*Příloha č. 1: fotodokumentace terénního průzkumu*



*Příloha č. 2: Fotodokumentace terénního průzkumu*





*Příloha č. 3: Fotodokumentace terénního průzkumu*



*Příloha č. 4: Fotodokumentace terénního průzkumu*





*Příloha č. 5: Fotodokumentace terénního průzkumu*



*Příloha č. 6: Fotodokumentace terénního průzkumu – občasný vodní tok*