



**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta životního prostředí**

**Katedra biotechnických úprav krajiny**

**Metody výpočtu eroze zemědělské půdy ve  
vybrané části k. ú. Trotina a jejich porovnání**

Methods of calculations of the agricultural soil in the certain part of  
the cadaster Trotina and their comparison

Bakalářská práce

Vedoucí práce: **Ing. Jiří Loula**

Vypracoval: **František Štrait**

PRAHA 2018

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem Bakalářskou práci zpracovával samostatně pod vedením Ing. Jiřího Louly a uvedl jsem všechny literární zdroje.

V Praze dne 30.4. 2018

.....

Podpis autora

**Poděkování:**

Ve své práci bych chtěl poděkovat vedoucímu práce panu Ing. Jiřímu Loulovi, dále Ing. Magdaléně Hofmanové a firmě Geodézie Východní Čechy spol. s.r.o. za poskytnutí dat a v neposlední řadě svým rodičům a prarodičům za podporu při studiu.

## Obsah:

1. Úvod.....	1
2. Co jsou pozemkové úpravy.....	1
2.1. Důležité pojmy .....	3
2.2. Zákony, vyhlášky a normy.....	4
2.3. Použitá dokumentace.....	5
2.4. Způsob provádění PÚ .....	5
3. Historie PÚ .....	7
4. Eroze .....	10
4.1. Druhy eroze .....	10
4.2. Příčiny eroze .....	11
4.3. Následky eroze .....	11
4.4. Protierozní opatření.....	11
5. KoPÚ v k. ú. Trotina.....	13
5.1. Základní charakteristika k. ú. Trotina.....	13
5.2. Klimatologické poměry k. ú. Trotina.....	14
5.3. Základní charakteristiky vybrané části území .....	14
5.3.1. Kód BPEJ .....	16
Kód BPEJ je zkratka pro bonitovaně půdně ekologickou jednotku, která za pomoci pětimístného kódu udává kvalitativní vlastnosti půdy a tím udává její cenu (VUMOP ©2016).....	
5.3.2. Klimatický region .....	19
5.3.3. Půdní typ .....	19
5.3.4. Sklonitost a expozice .....	22
5.3.5. Skeletovitost a hloubka.....	25
6. Výpočet erozního smyvu.....	29
6.1. Ztráta půdy v tunách z jednoho hektaru za rok (G).....	31
6.2. Faktor náchylnosti půdy k erozi (K) .....	33
6.3. Faktor délky a sklonu svahu (LS) .....	35
6.4. Faktor délky svahu (L).....	35

6.5.	Faktor sklonu svahu (S) .....	36
6.6.	Faktor ochranného vlivu vegetace (C).....	37
6.7.	Faktor protierozních opatření (P).....	38
6.8.	Shrnutí použitých dat a hodnot.....	38
7.	Použitá data výpočtu dle Atlas DMT .....	40
8.	Metody a diskuze.....	42
9.	Závěr .....	48
10.	Fotodokumentace .....	49
11.	Literatura.....	51

## Seznam obrázků:

Obrázek 1 - Roztroušené pozemky před zahájením PÚ (Vlasák a Bartošková 2007) .....	2
Obrázek 2 - Výsledek po ukončení PÚ, výsledné scelení (Vlasák a Bartošková 2007).....	2
Obrázek 3 - Žlutě vyznačená část řešeného půdního bloku 7007/1 (Lpis © 2017).	15
Obrázek 4 - Vyznačené území daných bonity 5.15.40, 5.20.11, 5.20.41 a 5.41.67 (Eagri ©2017).....	18
Obrázek 5 - Zájmové území obsahující luvizemě a rendziny, parendziny, rozlišené barevnou škálou(VÚMOP © 2018). .....	22
Obrázek 6 - Barevná škála zobrazující sklonitost, řešené území se nachází z největší části v oblasti středního sklonu (VÚMOP © 2018). .....	23
Obrázek 7 - Barevná škála řešeného území s jižní expozicí, malá část bez rozlišení, též se všesměrnou expozicí (VÚMOP © 2018).....	24
Obrázek 8 - Ze škály barev je patrné, že daná část území má charakter bezskeletovitý, z větší části však bezskeletovitý až slabě skeletovitý (VÚMOP © 2018).....	26
Obrázek 9- Ze škály barev na obrázku je patrné, že řešené území je na hlubokých a dále potom hlubokých až středně hlubokých půdách (VÚMOP © 2018).....	27

Obrázek 10 - Mapa z LPIS, dokreslená hranice území a dle odtokových linií stanovené profily pro výpočet rýžkové eroze, začátek a konec profilu značí černé tečky (LPIS ©2018).....	43
Obrázek 11 - Erozně hodnocená plocha v Atlas DMT.....	45
Obrázek 12 - Barevná škála procentuálního zastoupení erozně ohrožených ploch, kdy žlutá značí plochy s nejmenším smyvem 0-4 t.ha-1.rok-1 a fialová větším než 20 t.ha-1.rok-1 .....	46

## Seznam tabulek:

Tabulka 1 - Celková výměra pozemků podle druhů k. ú. Trotina (ČUZK ©2018) ....	13
Tabulka 2 - Údaje o půdním bloku 7001/1 a vyznačené části (Eagri ©2017).....	16
Tabulka 3 - Tabulka popisu rozmezí bodové výnosnosti, červeně vyznačené se týkají konkrétních bonit(VÚMOP ©2018) .....	17
Tabulka 4 - Konkrétní údaje ceny a bodové výnosnosti vztažené k bonitě (VÚMOP ©2018).....	17
Tabulka 5 - Charakteristika klimatického regionu (VÚMOP © 2018) .....	19
Tabulka 6 - Číselný kód pro kombinaci sklonitosti a expozice (Mze ©2009-2018)...	24
Tabulka 7 - Údaje o jednotlivých kódech sklonitosti určených (Mze ©2009-2018) ..	25
Tabulka 8 - Údaje o jednotlivých kódech expozice (Mze ©2009-2018) .....	25
Tabulka 9 - Seznam číselných kódů z bonit, k určení kombinace skeletovitosti a hloubky půdy, červeně vyznačené řešené (Mze ©2009-2018)....	28
Tabulka 10 - Charakteristika půd na řešeném území, z tabulky devět je zjištěn podle páté kódu bonity kód skeletovitosti, červeně vyznačené řešené (Mze ©2009-2018).....	28
Tabulka 11 - Charakteristiky půd na řešeném území, z tabulky devět je zjištěn podle pátého kódu bonity kód hloubky půdy, červeně vyznačené řešené (Mze ©2009-2018).....	29
Tabulka 12- Průměrné procentuální hodnoty R faktoru příválových dešťů v jednotlivých měsících pro ČR(Janeček a kol. 2012) .....	32
Tabulka 13 - Hodnoty K faktoru pro jednotlivé číselné kódy bonit (Janeček, 2012) .	34
Tabulka 14 - Exponent (m) udává závislost sklonu svahu a poměru rýžkové eroze k erozi plošné (Renard a kol., 1997) .....	36
Tabulka 15 - Seznam plodin a jejich průměrný faktor C .....	37
Tabulka 16 - Průměrná hodnota faktoru C dle klimatického regionu (Kadlec a Toman, 2002) .....	38

Tabulka 17 - Červené výsledky značí průměrný smyv daného území, které obsahují dané odtokové linie, je spočítán vážený průměr mezi G a délkou odtokové linie kdy délka zastupuje váhu, následně je udělán průměr všech pěti linií G1-G5 obr. 10.....	44
Tabulka 18 - Protokol výsledků vyexportovaný Atlasem DMT .....	45
Tabulka 19 - Protokol výsledků, barevná škála značí procentuální zastoupení erozně ohrožených ploch z jednotlivých intervalů .....	46
Tabulka 20 - Průměrné hodnoty jednotlivých faktorů .....	47
Tabulka 21 - Porovnání výsledků.....	47

## **Abstrakt**

Eroze zemědělské půdy je závislá na mnohých aspektech, jak přirozených, pozvolných, tak způsobených lidskou činností, jako je její narušování při intenzivním využívání. Při erozi dochází k degradaci půd, nezvratné ztrátě ornice, humusu, živin a ztrátě mikrobiálního života v půdě. Výsledkem těchto negativních vlivů je snižování výnosu zemědělských plodin, ničení pěstovaných kultur, zanášení vodních zdrojů a degradace půdního horizontu. K minimalizaci uvedených negativních vlivů slouží protierozní opatření, která zajišťují snížení půdního smyvu. Celkové objemové ztráty půdy lze zjistit výpočty, za pomoci Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí – USLE nebo využitím počítačového softwaru Atlas DMT. Pro obě tyto varianty jsou důležitá vstupní data, která je nutné získat. Erozní ohrožení se většinou řeší v rámci jednoho velkého celku za pomoci projektu pozemkových úprav (dále jen PÚ). Protierozní opatření jsou jeho nedílnou součástí.

## **Klíčová slova**

Eroze, půda, Usle, Atlas DMT

## **Abstract**

The erosion of agricultural soil is dependent on many aspects, natural and gradual, but also caused by human activity such as disrupting of it during its intensive usage. During erosion the soil is degraded, irreversible loss of tillage, humus and nutrients and the microbial life in soil gets lost. The results of these negative influences are reducing of crop, damaging of grown cultures and depreciating of soil. To prevent this we use variable anti-erosion actions, which secure reducing of soil losses. We can find out the total volume losses by counting equations of losses or using a computer software Atlas DMT. There is important initial data for these both variants. The erosion of a certain locality is usually solved in a frame of one whole large aggregate called land adjustments.

## **Keywords**

Erosion, Soil, Usle, Atlas DMT



## 1. Úvod

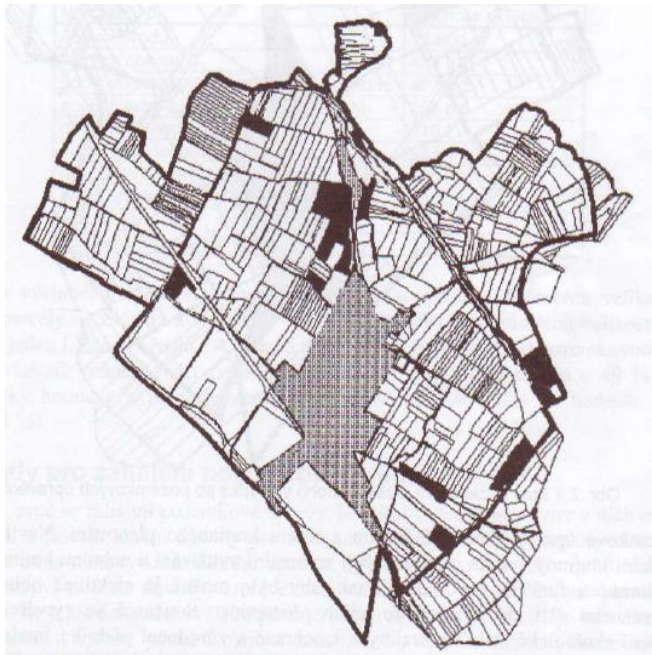
Zhruba polovina půdy v České republice je ohrožena erozí, nejčastěji erozí vodní. Během jednoho erozního smyvu může být odplaveno i několik centimetrů orničního horizontu. Pro představu na tvorbu jednoho centimetru půdní tloušťky je třeba více jak stoleté působení půdotvorných činitelů (Vlasák a Bartošková 2007).

Při tomto poměru úbytku a rychlosti tvorby, nelze tedy počítat s její přirozenou obnovou. Jediné možné řešení je tedy návrh a budování kvalitních protierozních opatření, která byla v minulosti často nedbale a zbytečně odstraňována (Batysta a kol., 2014).

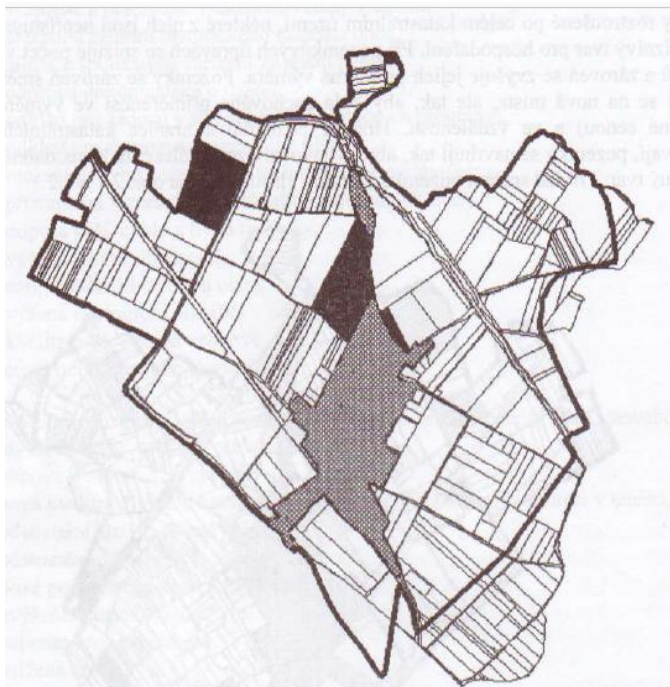
## 2. Co jsou pozemkové úpravy

Úkolem PÚ je uspořádání vlastnických vztahů na zemědělských a lesních pozemcích s ohledem na hospodaření a zároveň musí zajišťovat potřeby dané krajiny. Vznik společných zařízení v rámci PÚ přináší vznik nových polních cest, vodních nádrží, ochrany zástavby šetrným odvodem povrchové vody, zakomponování nové zeleně do krajiny a ochranu proti erozi (Batysta a kol., 2014).

Při PÚ dochází dále ke scelování jednotlivých dílčích pozemků jednoho majitele, který má pozemky rozdrobené v řešeném území viz obr. 1, snaha o scelení do jednoho pozemku, následně dochází k narovnání hranic a zpřístupnění pozemku. Výsledkem nových pozemků PÚ by tedy měl být snížený počet pozemků ve vlastnictví fyzických a právnických osob a zároveň zvýšení jejich průměrné výměry viz obr. 2. Důležité při směně jednotlivých pozemků je zachování původní výměry - v rámci limitů daných zákonem o pozemkových úpravách (nikdy není možné dosáhnout úplně stejné výměry, pouze se co nejvíce blížit), dále pak zachování kvality směněné půdy a polohy od referenčních bodů (Vlasák a Bartošková 2007).



**Obrázek 1 - Roztroušené pozemky před zahájením PÚ**  
(Vlasák a Bartošková 2007)



**Obrázek 2 - Výsledek po ukončení PÚ, výsledné scelení**  
(Vlasák a Bartošková 2007)

## 2.1. Důležité pojmy

BPEJ - Bonitovaná půdně ekologická jednotka

ČHMÚ - Český hydrometeorologický ústav

ČSN - Česká státní norma

ČÚZK - Český úřad zeměměřičský a katastrální

ČZU - Česká zemědělská univerzita

DKM - Digitální katastrální mapa

DOSS – Dotčené orgány státní správy

JPÚ - Jednoduché pozemkové úpravy

KN - Katastr nemovitostí

k.ú. - Katastrální území

KoPÚ - Komplexní pozemkové úpravy

LPIS - Land Parcel Identification System (Registr evidence půdy)

ME - Monitoring eroze

MEO - Mírně erozně ohrožené půdy

MZe - Ministerstvo zemědělství

MŽP - Ministerstvo životního prostředí

PB/DPB - Půdní blok/dílčí půdní blok

EN - Evidence nemovitostí

PK - Pozemkový katastr

PRV - Program rozvoje venkova

PSZ - Plán společných zařízení

PÚ - Pozemková úprava

Sb. - Sbírka zákonů

SEO - Silně erozně ohrožené půdy

SGI - Soubor geodetických informací

SPI - Soubor popisných informací

SPÚ - Státní pozemkový úřad

TTP - Trvalé travní porosty

USLE - Universal Soil Loss Equation (Univerzální rovnice ztráty půdy)

ÚSES - Územní systém ekologické stability

VÚMOP - Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy (SPÚ ©2017)

## 2.2. Zákony, vyhlášky a normy

- Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 256/2013 Sb., o katastru nemovitostí (katastrální zákon), ve znění pozdějších předpisů + vyhláška ČÚZK č. 357/2013 Sb. (katastrální vyhláška), ve znění pozdějších předpisů pozemkových úprav
- Zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů + vyhláška 443/2016 Sb. (oceňovací vyhláška)
- 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství, ve znění pozdějších předpisů
- Metodický a organizační pokyn k aktualizaci místního a pomístního názvosloví při obnově katastrálního operátu ze dne 27.1.2011, č.j. ČÚZK 550/2011-22
- ČSN 736109 – Projektování polních cest
- Metodický návod k provádění pozemkových úprav Mze – Ústředního pozemkového úřadu č. 10747/2010-13300 ve znění dodatku č. 2 (č.j. SPU 232335/2017) a technický standard dokumentace plánu společných zařízení v pozemkových úpravách (2016)
- Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod ze dne 30.1.2015 č.j.: ČÚZK 01500/2015-22, ve znění pozdějších dodatků
- Návod pro správu a vedení katastru nemovitostí, č.j ČÚZK-03030/2016-22
- Struktura výměnného formátu informačního systému katastru nemovitostí ČR, č.j. 5598/2002-24, ve znění pozdějších dodatků
- Vyhláška č. 327/1998 Sb., kterou se stanoví charakteristika bonitovaných půdně ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci, ve znění vyhlášky č. 546/2002 Sb.
- Vyhláška č. 142/2005 Sb., o plánování v oblasti vod, ve znění pozdějších předpisů
- Nařízení vlády č. 309/2014 Sb., o stanovení důsledků porušení podmíněnosti poskytování některých podpor, ve znění pozdějších předpisů.
- vyhláška č. 13/2014 Sb., o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu
- vyhlášky o stanovení tříd ochrany č. 48/2011 Sb

- vyhlášky k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhlášky) č. 441/2013 Sb. (KN ©2017).

### 2.3. Použitá dokumentace

- Lokální územní systém ekologické stability (dále jen ÚSES) Trotina, vypracovaný Ing. Zuzanou Baladovou
- Digitální mapa průběhu izolinií BPEJ od VÚMOPU Brno
- Mapy SMO 5
- Historická data meliorací pořízené zemědělskou vodohospodářskou správou (dále ZVHS) ze zdroje ZVHS/ Ministerstvo zemědělství ČR
- Výpis a mapa z LPISu - mapa i databáze uživatelů (SW systém pro vedení a aktualizaci registru půdních bloků)
- Ortofotomapy z r. 2012
- Vektor vrstevnic Základní mapy ČR 1:10 000 (ze ZABAGED) (SPÚ ©2017).

### 2.4. Způsob provádění PÚ

PÚ jsou nejčastěji prováděny formou komplexních pozemkových úprav (KoPÚ), ale někdy se mohou provádět jako jednoduché pozemkové úpravy (JPÚ). JPÚ se provádějí při menších hospodářských potřebách jako je například urychlené scelení pozemků, zpřístupnění pozemků apod. Obě formy jsou prováděny zákonem č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů, dále už jen zákonem o PÚ (SPÚ ©2017).

Vše začíná výběrem k. ú., které je základní územní jednotkou při řešení PÚ. Kritéria výběru PÚ, v jakém k. ú. budou probíhat a kdy, není možné určit. Dále se musí rozlišovat zahájení a zpracování PÚ, které se řídí zákonem o PÚ. Zahájení je vždy před zpracováním, zpracovávají se tedy zahájené PÚ. Při zahájení PÚ je také nutno počítat s dotčenými územími a tak zpravidla v ročním předstihu se upozorňují dotčené obce a organizace spravující majetek státu. Je-li k.ú. vhodné pro PÚ, lze

do ObPÚ zahrnout sousední pozemky z jiného k. ú., pokud je rozhodnuto dle zákona. Při provádění se postupuje dle zákona o PÚ (SPÚ ©2017).

Další důležitou součástí PÚ jsou účastníci, kteří budou písemně obeznámeni při zahájení PÚ a později přizváni k vlastnickému řešení jejich dotčené hranice. Zde lze uvést dva základní pilíře a tím je státní správa, v čele se Státním pozemkovým úřadem a dalšími orgány státní správy. V druhém pilíři se nachází samotní účastníci (vlastníci, obec, správci lesů, vodních toků, komunikací apod.) (SPÚ ©2017).

Na zpracování se podílí mnoho zpracovatelů, geodetická firma, projekční firma a další specialisté. Získání zakázek probíhá formou výběrového řízení. Délka a rozpočet projektu pozemkových úprav je zřejmá z uzavřené smlouvy mezi Státním pozemkovým úřadem a zhotovitelem. Předem je však těžce odhadnutelná (SPÚ ©2017).

Etap PÚ je několik a navzájem se prolínají. První etapou je etapa programová, kde příslušný SPÚ shromažďuje informace o území a vyhodnocuje naléhavost PÚ. Ve druhé etapě se jedná o přípravnou fázi, zde SPÚ vyrozumí DOSS a zpracovatelé, což jsou geodeti a projektanti, kteří začínají shromažďovat podklady. Ve třetí projektové etapě dochází k projednávání s jednotlivými vlastníky a SPÚ vydá závěrečné rozhodnutí k návrhu PÚ. Ve čtvrté realizační etapě dodává projektant projekty společných zařízení, geodeti zajišťují vytyčení hranic pozemků a podklady pro zápis do KN (DKM a SPI), SPÚ provádí zápis do KN a probíhá realizace společných zařízení. Závěrečnou etapou se stává etapa kontrolní, kde Pozemkový úřad kontroluje čerpání financí a funkci společných zařízení (SPÚ ©2017).

### 3. Historie PÚ

Historie PÚ sahá až do starověkého Babylonu a Egypta, avšak z hlediska právního a technického o jednotném uspořádání půdy je známo až ze starověkého Říma. Ze starověkého Říma jsou dochovány právní a technické normy, dále způsob vytyčování, vyhotovení polohopisných plánů a písemných operátů, tvary pozemků, sítě polních cest, ohledy na kvalitu půdy při jejím přidělování a stabilizaci hranic, toto vše bylo na vysoké úrovni a velmi podrobně propracované (Němčenko 1967-1976).

V Českých zemích všechno začalo tzv. velkou kolonizací též známou jako Německá kolonizace, která probíhala v období 12-14. století. V tomto období vzniká mnoho nových vesnic, které se dochovaly do dnešní doby. Pro nové kolonisty se zavádí zákupní právo, což byla feudální forma dědičného nájmu půdy. Zakládání nových vesnic prováděli tzv. lokátoři, což byla profese, která se nejvíce blíží dnešním krajinným inženýrům. Lokátor měl za úkol budovat a přetvářet krajinu, to znamenalo, určit místo a způsob zastavění vsi, dále určení hranice mýcení lesa, rozvržení půd podle účelu, zpřístupnění cestních sítí a v záplavových oblastech navrhnout způsob odvodnění. Tvar pozemků se lišil podle způsobu, jakým byl obděláván. Tak například při používání rádla byl nejvýhodnější čtvercový tvar půdy, později při používání pluhu byla zemědělská půda spíše protáhlého tvaru. Na územích s nižší produkcí půdy, kde byl členitý terén zejména v horských oblastech, se v polovině 20. století nestaly výraznější změny a z tohoto důvodu se dodnes dochovaly původní středověké plužiny. Stav historických plužin, je zachován na starých mapách (Němčenko 1967-1976).

V polovině 18. století dochází k častým rozporům a rostoucímu napětí mezi feudály a poddanými. Dochází k útlaku ze stran feudálů na poddané a k nezákonnému zabírání půdy. Odpovědí na toto jednání je pověření F. A. Raaba tento problém vyřešit a přichází proto s návrhem na aboliční soustavu na území Čech a Moravy. Principem Raabovi aboliční soustavy bylo statky a dobytek převést do majetku poddaných, poddaný se tedy stával dědičným nájemcem. Půda zůstávala v rukou původního majitele. Raabizace probíhala do roku 1785, kdy byla císařem Josefem II. zrušena (Němčenko 1967-1976).

Rok 1848 přináší velké rozptýlení pozemků vlastníků, jejich nepřístupnost a nevhodný tvar. Po roce 1848 se tato situace ještě zhoršuje. Tyto hranice v letech 1824-1843 přebírá stabilní katastr a později roku 1927 i katastr pozemkový. Při

dobrovolném scelování na Moravě v letech 1856-1883, si rolníci začínají uvědomovat nevýhodnost tvarů pozemků, a proto se scelování ujímá František Skopalík tehdy pokrokový rolník a pozdější starosta a poslanec. Výsledkem jeho prací bylo zmenšení rozptýlenosti o 85%, průměrná výměra parcely se zvětšila 6.5 krát a doprava se zkrátila o 40%. Toto scelování se týkalo pouze území Moravy a týkalo se sedmnácti obcí. Následovalo scelování úřední v letech 1883-1939, kvůli nesprávnému řešení scelování dobrovolného (Němčenko 1967-1976).

7. 6. 1883 byl vydán říšský rámcový zákon, který byl přejet ze sousedního Rakouska od tamních odborníků. Zde byl podrobně popsán postup při scelovacích pracích. První komasace jak se tehdy nazývaly scelovací práce a byly provedeny v obcích Bochoř a Němčice v letech 1890-1892. Oproti Moravě se v Čechách žádné scelování nekonalo, říšský rámcový zákon se na Čechy zkrátka nevztahoval. (Němčenko 1967-1976).

Vrcholem scelovacích prací u nás byly agrární operace, které probíhaly po roce 1900 a následně po roce 1918. Jednalo se o scelování s kompletnější náplní ve smyslu technických i hospodářských opatření a řešili delimitaci zemědělské a lesní půdy. Na pracích se podílelo větší množství odborníků, jako byli geometři, vodohospodáři, lesní a zemědělské inženýři, ekonomové apod. Výsledkem byly mapy v měřítku 1:2500 (Němčenko 1967-1976).

V roce 1947 se k moci dostává komunistická strana a prosazuje zákon č. 142/47 sb. o revizi první pozemkové reformy. Jednalo se o hromadné zestátnění nad 150ha zemědělské půdy. V roce 1948 po nástupu komunistické strany, byl přijat zákon č. 46/48 sb. o trvalé úpravě vlastnictví k zemědělské a lesní půdě. Tento zákon zpečetil a zlikvidoval hospodářství nad 50ha a uvolnil tak přijetí zákona č. 47/48 sb. o některých technicko-hospodářských úpravách pozemků (scelovací zákon), který byl další scelovací etapou nazývanou Technicko-hospodářské úpravy pozemků. Pozemkové úpravy byly v této době prováděny prostřednictvím scelovacích družstev a účastnili se jich všichni účastníci THPÚ a zástupce obce. THPÚ byly rozděleny do třech řízení a to předběžného, hlavního a závěrečného. V roce 1949 je přijat zákon č. 69/49 sb. o jednotných zemědělských družstvech a týkal se organizace ZPF co nejvíce podpořit velkovýroby. Vzorem byla kolektivizace známá z třicátých let ze SSSR. V letech 1950-1989 jsou pro PÚ typické tři fáze a to přípravná, konsolidační a hlavní fáze a to komplexní přetváření. Bohužel musela vzniknout ještě korekční fáze, která řešila pouze často drastické zásahy do krajiny. V následujících letech byl scelovací zákon nahrazen vládním nařízením



č. 27/58 sb. a zvýhodňoval zde v plném rozsahu zemědělská družstva. Právní normy platily až do roku 1991. Souhrný projekt HTÚP uplatňovaný v tomto období řešil další scelování, reorganizaci sítě společných zařízení na nové uspořádání dopravních, vodohospodářských, rekultivačních či půdoochranných opatření. Výsledkem snažení za dob komunistické strany 1948-1989 mělo za následek těžké morální a ekonomické újmy způsobené zemědělcům, výrazné narušení zemědělské krajiny zejména **erozní činností**, jako pozitivum lze uvést celkové sjednocení a zmírnění roztříštěnosti pozemků (Švehla a Vaňous, 1995). V současné době jsou PÚ prováděny podle zákona č. 139/2002 sb. o PÚ a pozemkových úradech, který nabyl právní moci 1. ledna 2003 a o změně zákona č. 229/1991 sb. o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku. K tomuto byl v roce 2004 vydán metodický návod na provádění PÚ (KN ©2017).

## 4. Eroze

Monitoring eroze zemědělské půdy je společným projektem SPÚ a VÚMOP, který je zajišťován na základě příkazu č. 15/2012 (č. j. 70615/2012-MZE-13311) ministra zemědělství (SPÚ a VÚMOP ©2016).

Půda je nenahraditelný přírodní zdroj a v případě její ztráty, bude mít pro lidstvo fatální následky ( Definice OSN).

Eroze je z latinského slova erodere-rozhlodávat. Jedná se o přírodní jev, který způsobuje činnost vody a větru, dochází v něm k transportu půdních částic a narušování půdní struktury. První známky zrychlené eroze jsou datovány zhruba 5000 let př. n. l., to znamená při prvním zásahu člověka do půdy. Na území naší republiky je cca 50 % orné půdy ohroženo vodní erozí a téměř 10 % větrnou. Zrychlená eroze ohrožuje v České republice nejčastěji zemědělskou půdu a též způsobuje mnohamilionové škody v intravilánech měst a obcí.

Eroze se považuje za celosvětový problém z důvodu každoročního ubývání produkční zemědělské půdy. České republice není prozatím eroze tak vážný problém jako v rozvojových zemích, avšak i zde představují eroze velký problém pro okolní krajinu (Janeček a kol., 2002).

### 4.1. Druhy eroze

Nejvýraznější a nejvíce nebezpečnou erozí v České republice je eroze vodní. Vodní erozi lze rozdělit na plošnou, výmolovou a proudovou. Plošnou erozi lze dále rozdělit na selektivní, která způsobuje odplavení jemných částic z půdy a půda tak ztrácí důležité živiny a vrstevnatou, která odplavuje půdu ve vrstvách a dlouhých pruzích. Výmolová vodní eroze do povrchu vyrývá brázdy a odtokem odnáší půdu. Proudová eroze potom probíhá působením vodního proudu a dochází tak často k odplavení velkých částí půdy (Janeček a kol., 2002).

U větrné eroze dochází k mechanickému přemístění za pomoci síly větru na jiné místo. Větrnou erozi lze rozdělit na erozi saltací, kde dochází k přesunu částic pouze po zemském povrchu, naproti tomu prašná bouře způsobuje volné vznášení půdních částic a odnáší je mnohdy do velkých vzdáleností. Větrná eroze není

zpravidla tak invazivní jako eroze vodní a v České republice nepatří k významným (VÚMOP, 2014).

## **4.2. Příčiny eroze**

Příčina eroze zemědělské půdy v českých zemích je dána už z minulosti v důsledku intenzifikace. V minulosti docházelo ke kolektivizacím jednotlivých pozemků a vznikaly velké půdní bloky. Došlo tak k odstranění mnoha cest, mezí a dalších protierozních zábran. Nejčastějšími příčinami vodní eroze jsou příkré svahy a jejich velká délka po spádnicí, dále potom vlastnosti půdy, tamní vegetace, náchylnost k erozi a narušování formou střídání srážek a sucha. U větrné eroze se jedná zejména o narušování klimatickými jevy jako je síla, směr a vlhkost větru a také závisí na vlastnostech půdy a to je struktura, vlhkost a zrnitost. Větrná eroze není v České republice příliš častým jevem, objevuje se nejvíce v pouštních a polopouštních krajinách. V ČR větrné erozi napomáhají velké plochy a suché písčité podloží s absolutní absencí větrolamů (Batysta a kol., 2014).

## **4.3. Následky eroze**

Při erozi dochází ke ztrátě půdy a ochuzení zemědělské půdy o její nejurodnější část a to ornici. Z hlediska chemického dochází ke ztrátě minerálních živin, organismů a humusu z půdy. Eroze degraduje půdu a snižuje produktivitu pěstovaného druhu a zároveň zvyšuje náklady na hnojení, erozí zasažená půda má dále za následek horší dostupnost strojů což se opět projeví vyššími náklady jak při výsevu tak při sklizni. Dalším problémem je znečišťování vodních toků, nádrží a rybníků, kam se erozí splavená půda dostává. Jedná se zejména o znečištění hnojiv, které se do vod dostanou a následně zanášení vod naplavenou půdou (Janeček a kol., 2002).

## **4.4. Protierozní opatření**

Základní protierozní opatření jsou opatření organizačního, agrotechnického a technického rázu. Tyto opatření se vzájemně prolínají

a zohledňují potřeby zemědělské výroby. Konkrétně se jedná o ochranu před padajícími kapkami, zlepšení vsaku do půdy, zajištění odtoku bez splavování půdy apod. Při PÚ se postupuje při řešení protierozních opatření nejčastěji od organizačních přes agrotechnické až po technické. Poslední zmiňované patří mezi opatření většího rázu a tím je i finančně náročnější. Do organizačních opatření se řadí například návrh optimálního tvaru a velikosti půdního bloku, návrh vhodného umístění pěstovaných plodin, včetně ochranného zatravnění a návrh pásového pěstování plodin. Mezi agrotechnická opatření lze zahrnout setí (sázení) po vrstevnici, ochranné obdělávání, hrázkování a důlkování. Technická opatření zahrnují terénní urovnávky, protierozní meze a příkopy, průlehy, zatravněné dráhy soustředěného odtoku, polní cesty s protierozní funkcí, ochranné hrázky, protierozní nádrže a terasy. Důležitým základem protierozní ochrany zůstává návrh optimálního tvaru půdního bloku, který je mnohdy rozhodující. Aby bylo co nejlépe zabráněno půdní erozi, půdní bloky se situují delší stranou ve směru vrstevnic, což vede k obdělávání po vrstevnici a dochází ke zkrácení půdního bloku ve směru odtoku. Je zde však pravidlo podle USLE a to v maximální přípustné délce, délka půdního bloku nesmí překročit délku odtokové linie procházející přes více půdních bloků bez účinného přerušení odtoku mezi nimi (Mze ©2014, VUMOP ©2014).

## 5. KoPÚ v k. ú. Trotina

### 5.1. Základní charakteristika k. ú. Trotina

Zájmové území se nachází v Královéhradeckém kraji (okres Trutnov) jihozápadně od města Miletín a severovýchodně od města Dvůr Králové. Trotina je málo obydlená obec. Převažuje zde zemědělská výroba.

#### **Identifikační údaje:**

a) Název pozemkového úřadu: Státní pozemkový úřad, Krajský pozemkový úřad pro Královéhradecký kraj, Pobočka Trutnov, Horská 5, 541 01 Trutnov

b) Název pozemkových úprav: Komplexní pozemkové úpravy v katastrálním území Trotina

c) Kraj: Královéhradecký

d) Obec Trotina

e) Katastrální území: Trotina

#### **Údaje při zahájení KoPÚ (10/2017) dle KN:**

druh pozemku	výměra [m <sup>2</sup> ]
orná půda	1018538
zahrada	99094
travní p.	163840
lesní poz.	188453
vodní pl.	2231
zast. pl.	29464
ostat.pl.	81600
<b>zájmové území celkem</b>	<b>1583553</b>

Zornění celkem [%]:	64,32
Zeměd. zornění celkem [%]:	79,48

**Tabulka 1 - Celková výměra pozemků podle druhů k. ú. Trotina (ČUZK ©2018).**

## 5.2. Klimatologické poměry k. ú. Trotina

Území se nachází v mírně členitém reliéfu na rozvodí toků Labe a Bystřice. Celé území se svažuje směrem k jihu, pouze severní část k západu.

Zájmové území se nachází v průměrné nadmořské výšce cca 370 - 390 m n.m., převýšení okolního terénu je mírné, výraznější je k severu (Čeperka 466 m n.m.). Severní hranici údolí (tzv. Miletínská synklinála) tvoří od území dominanta tohoto kraje, hřeben Zvičina s nejvyšší horou Podkrkonoší - Zvičiny, vysoké 671 metrů. K jihu se otevírá výhled přes hřeben Vešťovského Chlumu až k Hradci Králové.

### Klimatologické charakteristiky (klimatologická stanice Hořice):

Průměr za rok	
Teplota vzduch	8,0 °C
Počet tropických dnů	5,6
Počet letních dnů	37,6
Počet mrazových dnů	104,6
Počet arktických dnů	2,1
Počet jasných dnů	55,3
Počet zamračených dnů	129,9
Počet dnů s mlhou	38,1
Počet dnů s bouřkou	27,0
Počet hodin slunečního svitu	1785
Úhrn srážek v mm	700
Počet dnů se sněžením	40,9
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	57,5

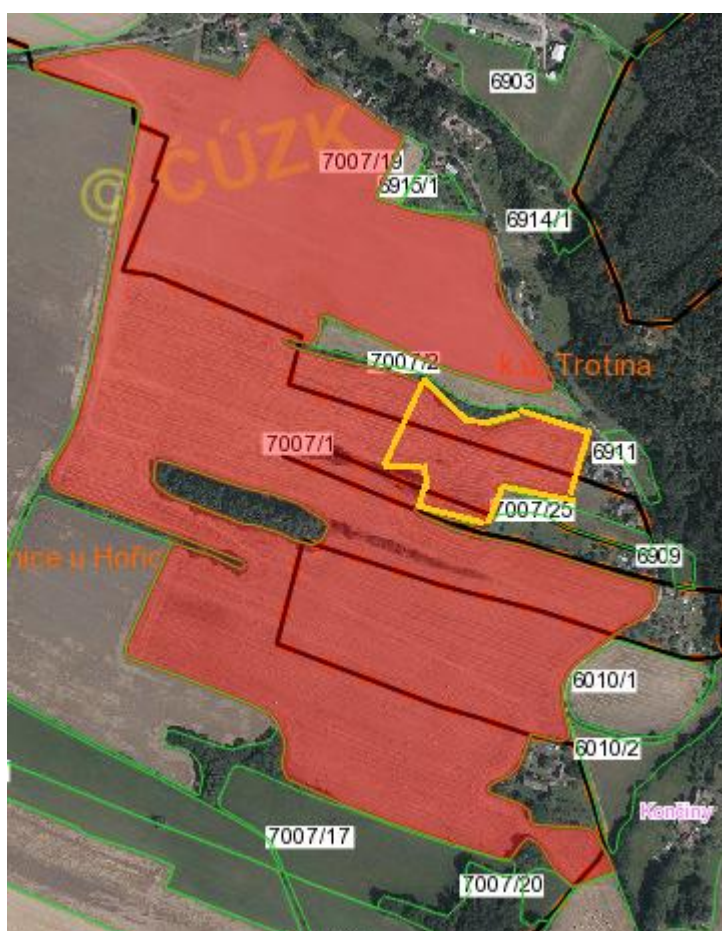
(ČHMU ©2016).

## 5.3. Základní charakteristiky vybrané části území

Obec Trotina leží v zemědělsky obhospodařované krajině, po obvodu katastru se nachází lesní komplexy (Čeperka, Jedlina, Březina), zasahující částečně do řešeného území. Terén se zvedá od jihu (300m) k severu (426m). Největším hospodářským subjektem v katastrálním území Trotina je Karsit Agro, a.s.. Dalšími vlastníky jsou Ing. Lucie Čtrnáctá Saifrtová, Darina Štěpánová,

Oto Čtrnáctý, Petr Jukl, Lukáš Fof, Ladislav Fof a Zemědělské družstvo Miletín. Lesní pozemky se zde nachází v jihovýchodní části území a jsou ve vlastnictví Města Dvůr Králové a soukromých fyzických osob (LPIS ©2017).

Řešená část území se nachází přibližně ve výšce 347m. n. m. Díl půdního bloku 7007/1 obr.3 je vlastnictví Karsit Agro, a.s. a jedná se rozlohou o největší půdní blok v území k. ú. Trotina a k. ú. Rohoznice u Hořic (LPIS ©2017).



**Obrázek 3** - Žlutě vyznačená část řešeného území ,který leží v červeném půdním bloku 7007/1 (LPIS © 2017).

<b>půdní blok</b>	<b>výměra dle LPIS</b>	<b>kultura dle LPIS</b>	<b>uživatel</b>
7007-0 (640-1020)	41.25 ha	standardní orná půda	Karsit Agro, a.s. (8446)
Žlutá část	2.5 ha	Standartní orná půda	Karsit Agro, a.s. (8446)

**Tabulka 2** - Údaje o půdním bloku 7001/1 a vyznačené části (LPIS ©2017).

### 5.3.1. Kód BPEJ

Kód BPEJ je zkratka pro bonitovaně půdně ekologickou jednotku, která za pomoci pětimístného kódu udává kvalitativní vlastnosti půdy a tím udává její cenu (VUMOP ©2016).

První číslo kódu - klimatický region

Druhé a třetí číslo kódu - hlavní půdní jednotky

Čtvrté číslo kódu – kombinace svažitosti pozemku a jeho expozice ke světovým stranám

Páté číslo kódu – kombinace skeletovitosti a hloubky půdního profilu

Část řešeného území má kódy BPEJ **5.15.40**, **5.20.11**, **5.20.41**, **5.41.67** obr. 4.

Bonitované půdně ekologické jednotky legislativně spadají dle Vyhlášky o stanovení tříd tab. 4 ochrany č. 48/2011 Sb. do I. až V. třídy ochrany zemědělského půdního fondu, z čehož do první třídy patří půdy bonitně nejcennější a do páté třídy spadají půdy s nejnižší produkční schopností (VÚMOP ©2018). Tržní cena pozemků se pohybuje v rozmezí 21-33 Kč tab. 4 (Cenová mapa půdy ©2018). Bodová výnosnost dle kategorií:

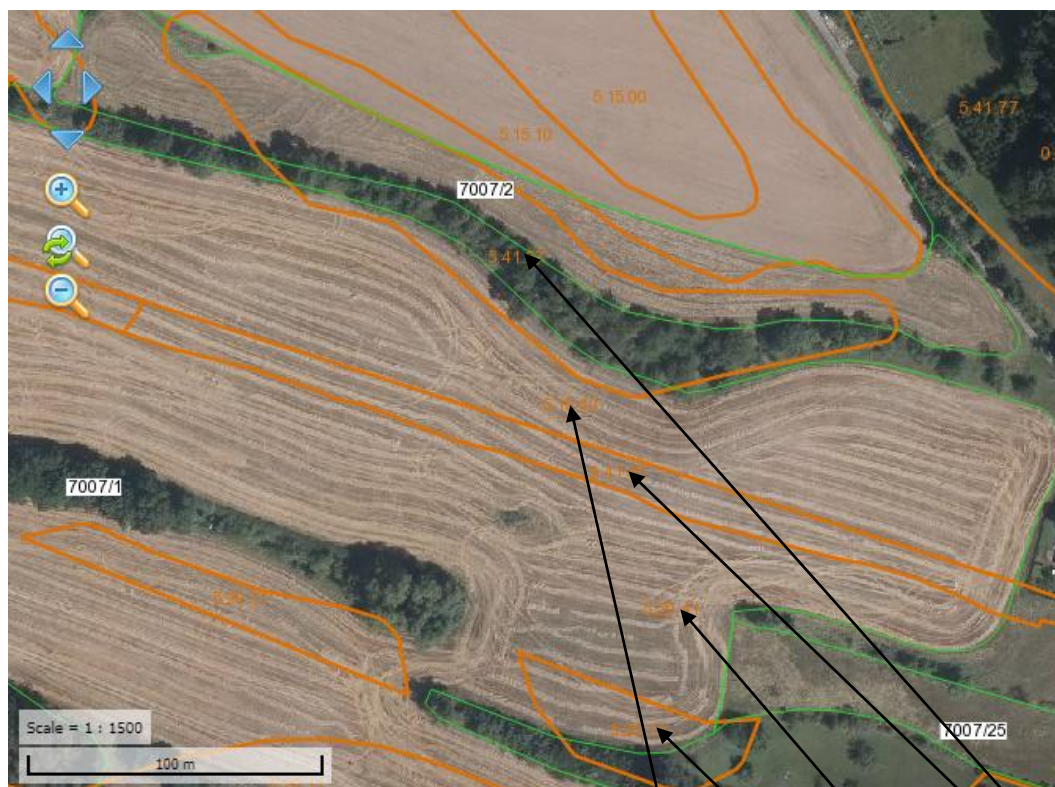


<b>Bodová výnosnost</b>	<b>Popis bodové výnosnosti</b>
6 - 11	produkčně nevýznamné
11 - 28,2	produkčně málo významné
28,2 - 43,7	velmi málo produkční
43,7 - 58,4	málo produkční
58,4 - 65,3	méně produkční
65,3 - 73,1	středně produkční
73,1 - 81,0	produkční
81,0 - 89,0	velmi produkční
89,0 - 97,0	vysoce produkční
97,0 - 100	vysoce produkční se stabilizovanými výnosy

**Tabulka 3** - Tabulka popisu rozmezí bodové výnosnosti, červeně vyznačené se týkají konkrétních bonit(VÚMOP ©2018).

BPEJ	Třída	Cena m2 v Kč	Bodovaná výnosnost 6-100 bodů
5.15.40	III.	8.76	48
5.20.11	IV.	6.26	47
5.20.41	IV.	5.40	36
5.41.67	V.	1.24	22

**Tabulka 4** - Konkrétní údaje ceny a bodové výnosnosti vztahované k bonitě (VÚMOP ©2018).



**Obrázek 4** - Vyznačené území daných bonity 5.15.40, 5.20.11, 5.20.41 a 5.41.67 (LPIS ©2017).

Řešené bonity se nachází v České republice na těchto regionech: v Čechách je to západní, jižní a východní část Plzeňské pahorkatiny, severní a východní část České křídové tabule, značnou část Středočeské pahorkatiny, Chebskou, Sokolovskou a Budějovickou pánev a na Moravě je to jihovýchodní část Českomoravské vrchoviny, vyšší polohy boskovické brázdy a pahorkatiny Opavsko-Hlučínské. K. ú. Trotina se nachází ve východní části křídové tabule (VÚMOP © 2018).

### 5.3.2. Klimatický region

Klimatických regionů je v České republice celkem deset v rozmezí 0-9, u kódu BPEJ se jedná o první číslici. Zájmové území Trotina, stejně jako řešená část zastupuje klimatický region pět, jehož vlastnosti jsou v následující tabulce:

<b>Kód regionu</b>	5
<b>Symbol regionu</b>	MT 2
<b>Charakteristika regionu</b>	mírně teplý, mírně vlhký
<b>Suma teplot nad 10°C</b>	2200-2500
<b>Průměrná roční teplota °C</b>	7-8
<b>Průměrný roční úhrn srážek v mm</b>	550-650
<b>Pravděpodobnost suchých vegetačních období</b>	15-30%
<b>Vláhová jistota ve vegetačním období</b>	4-10

Tabulka 5 - Charakteristika klimatického regionu (VÚMOP © 2018).

### 5.3.3. Půdní typ

Půdních typů je v České republice zaznamenáno a popsáno celkem 78 a jedná se o kombinaci druhé a třetí číslice.

#### **Půdní typy pro vybranou část území v k.ú. Trotina:**

**15** – Luvizemě modální a hnědozemě luvické, včetně oglejených variet

na svahových hlínách s eolickou příměsí, středně těžké až těžké, až středně skeletovité, vláhově příznivé pouze s krátkodobým převlhčením

**20** - Pelozemě modální, vyluhované a melanické, regozemě pelické, kambizemě pelické i pararendziny pelické, vždy na velmi těžkých substrátech, jílech, slínech, flyši, tercierních sedimentech a podobně, půdy s malou vodopropustností, převážně bez skeletu, ale i středně skeletovité, často i slabě oglejené

**41** - Půdy se sklonitostí vyšší než 12 stupňů, kambizemě, rendziny, pararendziny, rankery, regozemě, černozemě, hnědozemě a další, zrnitostně středně těžké až velmi těžké s poněkud příznivějšími vláhovými poměry

## Hlavní představitelé u jednotlivých kódů půdních typů:

**Luvizemě** dříve illimerizované půdy jsou značně rozšířené ve středních výškových stupních, zvláště pak v pahorkatinách a vrchovinách. Podnebí bývá značně humidnější: roční úhrn srážek se obvykle pohybuje v rozmezí 550-900mm, průměrná roční teplota se pohybuje 6 až 8 °C. Tyto půdy vznikaly převážně pod kyselými doubravami a bučinami. Matečným substrátem jsou nejčastěji sprašové hlíny, středně těžké glaciální sedimenty, smíšené svahoviny, někdy i hluboké zvětralinové pevných hornin. Luvizemě jsou nejhojněji zastoupeny ve výšce mezi 250 až 500m ojedinele 600m. n. m. v terénu s ploššími úseky, někdy jen mírně, jindy i výrazně zvlňeného reliéfu. Hlavním půdotvorným procesem je opět illimerizace, která se zde uplatňuje velmi výrazně (illimerizace je posun koloidního jílu a sloučenin železa (působením vsakujících se vodních srážek) do hlubších poloh půdního profilu a jejich koncentrování v puklinách a hrubších pórech). Tyto půdy kdysi nebyly odlišovány od podzolovaných půd, případně od podzolů, i když rozdíl je velmi podstatný. Pod humusovým horizontem leží několik decimetrů mocný eluviální horizont, který je na rozdíl od hnědozemí nikoli jenom zesvětlen, ale zpravidla silně vybělen. Postupně přechází v rezivohnědý iluviální horizont, který zasahuje velmi hluboko do matečného substrátu. Vybělený ochuzený horizont se vyznačuje často nápadnou deskovitou až lískovitou strukturou, zatímco horizont obohacený se rozpadá na kostky a prizmata. U illimerizovaných půd, se setkáváme s další charakteristickou vlastností, s oglejením. Zhutnělý, tudíž málo vodopropustný horizont obohacený o jíl na svém povrchu dočasně zadržuje srážkovou vodu, která způsobuje koncentraci hydratovaných oxidů železa a manganu do malých tmavě rezavých kongregací, tzv. bročků, které jsou hojně zastoupeny ve vyběleném eluviálním horizontu. Tento velmi charakteristický znak, podobně jako přítomnost bělošedých jazyků v profilu, je i v období sucha jasným dokladem občasného zamokření půdy. V hlubších horizontech půdního profilu se oglejení může projevovat přítomností tmavých povlaků sloučenin železa a manganu. Zrnitostně jde o středně těžké až těžší půdy zejména ve spodních částech profilu půdy. Jen zřídka se jedná o lehčí půdy. Obsah humusu je střední, jeho kvalita je méně příznivá. Půdní reakce je obvykle kyselá, sorpční vlastnosti jsou již silně zhoršené. Fyzikální vlastnosti, zejména v zhutnělém iluviálním horizontu, jsou značně nepříznivé (malé provzdušnění). V rámci tohoto půdního typu se rozlišují subtypy: Illimerizovaná půda typická-se slabším uplatněním procesu oglejení, který někdy i chybí. Illimerizovaná půda oglejená-s výrazným uplatněním tohoto procesu.

Zemědělsky jsou tyto půdy podstatně nižší kvality než předešlé, zejména k občasnému převlhčení. Výhodou však zůstává značná hloubka a slabá skeletovitost půdního profilu. Možnost podstatného zlepšení skýtají meliorační úpravy. Vhodnými plodinami jsou zejména obiloviny (pšeničné a ječné půdy vyšších poloh), jetel, místy v nižších polohách i vojtěška s cukrovkou (Tomášek, 1995).

**Rendziny** se vytvářejí na silně karbonátových horninách (vápencích a dolomitech). Vyskytují se ve všech klimatických pásmech, pokud se tam nachází hornina s dostatečnou vápnitostí. Tyto půdy jsou nejrozšířenější v českém masívu a to nejvíce v pahorkatinách. Původní porosty rendzinových půd byly šípákové a teplomilné doubravy a někdy i skalní stepi. Co se týče vyšších poloh, tak zde byly vápnomilné bučiny až reliktní bory. Uspořádání terénu bývá zpravidla členité.

Hlavním půdotvorným procesem u rendzin je humifikace a méně časté zvětrávání.

Pod humusovým horizontem se velmi často nachází rozpadlá hornina. Rendziny se vyznačují mělkou a kamenitou strukturou, často s těžkým zrnitostním složením, se středním až vyšším obsahem humusu průměrné kvality. Typickými znaky rendzin je přítomnost uhličitane vápenatého a hořečnatého, které lze nalézt v celém profilu (výjimečně u některých subtypů je vrchní část odvápněna), z tohoto je půdní reakce neutrální až slabě zásaditá. U těchto půd jsou sorpční vlastnosti příznivé, avšak fyzikální méně, půdy rychle vysychají a neudrží si vláhu.

U rendzin se rozeznávají dva hlavní typy:

Rendzina (typická) – obsah uhličitane se rozkládá po celém profilu

Rendzina hnědá – svrchní část bez uhličitane, vznikl zde horizont pro vnitropůdní zvětrávání

Rendziny z důvodu vysoké skeletovitosti jsou jen málo zemědělsky hodnotné půdy. Dalším hodnotu snižující faktor je zde členitý terén. Rendzin je ideální půdou pro ovocné sady a též pro vinice (Tomášek, 1995).

**Pararendziny** jsou určitou obdobou hnědých půd na zvětralinách karbonátově-silikátových hornin: vápničitých břidlicích, pískovcích, opukách, ale také na karbonátových zvětralinách čedičů a jejich pyroklastik. Rozšíření u pararendzin je podobně jako u rendzin nezávislé na klimatických podmínkách a také na nadmořské výšce, avšak do vyšších poloh zasahují jen okrajově. Původně půdu pokrývaly teplomilné doubravy. Reliéf bývá členitější. Dominantní půdotvorný proces u pararendzin je proces humifikace.

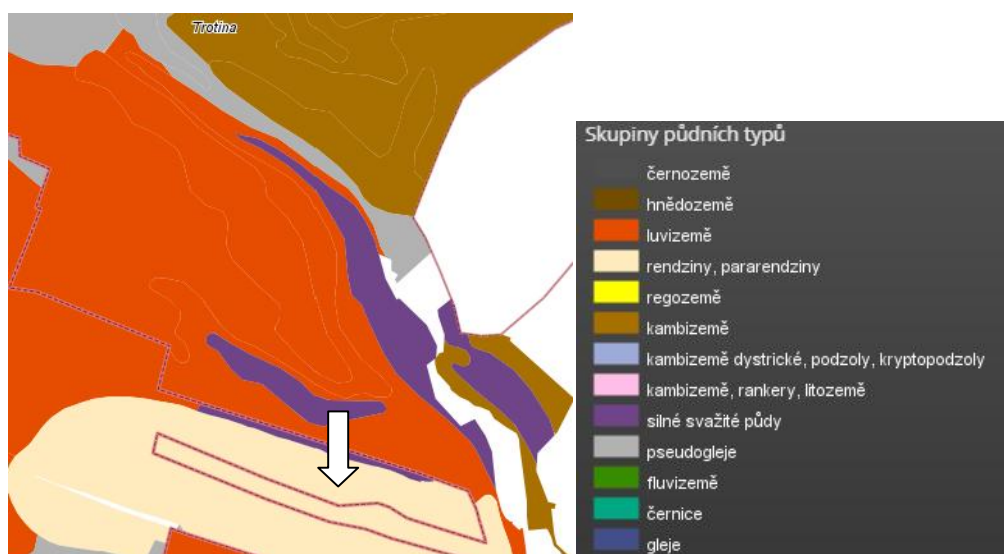
Pararendziny se řadí mezi mělčí středně až vysoce skeletovité půdy. Přítomnost karbonátů je typickým znakem pro pararendziny a to v celém půdním profilu nebo alespoň v jeho spodní části. Reakce půdy je většinou neutrální, u některých odvápněných horizontů však dochází k poklesu vláh. Sorpční podmínky jsou závislé na konkrétním zrnitostním složení. Nasycení sorpčního komplexu je většinou kladné, avšak u silně skřetovitých profilů dochází k vysychání (Tomášek, 1995).

#### **U pararendzin jsou dva půdní subtypy:**

Pararendzina (typická) – obsah uhličitánů v celém profilu půdy.

Pararendzina hnědá – u povrchu odvápněná, vznik horizontu pro půdní zvětrávání, tento subtyp tvoří přechod k hnědým půdám

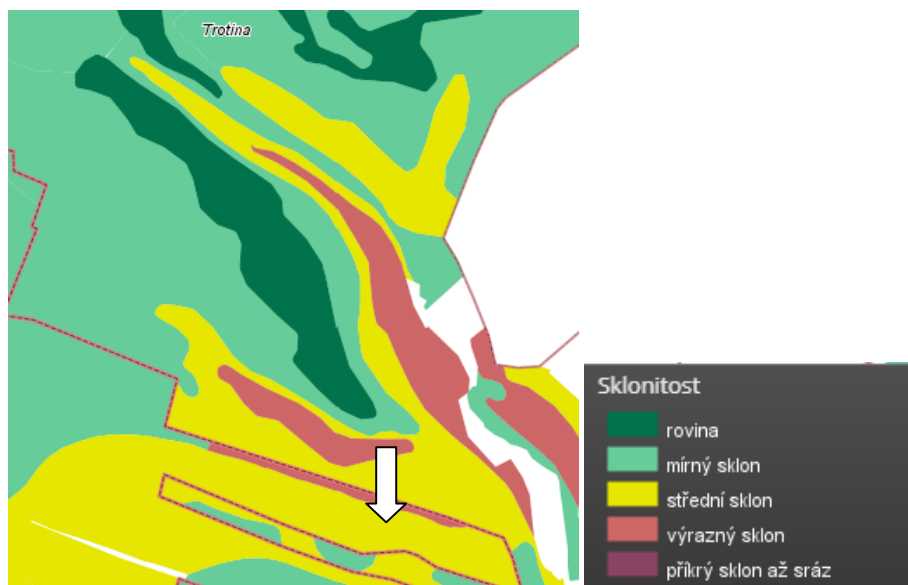
Z hlediska zemědělské produktivity, jsou půdy vhodné kvůli své vysoké skeletovitosti pouze pro ovocné stromy. Pro lesnické účely jsou podmínky spíše průměrné až podprůměrné (Tomášek, 1995).



**Obrázek 5 - Zájmové území obsahující luvizemě a rendziny, pararendziny, rozlišené barevnou škálou(VÚMOP © 2018).**

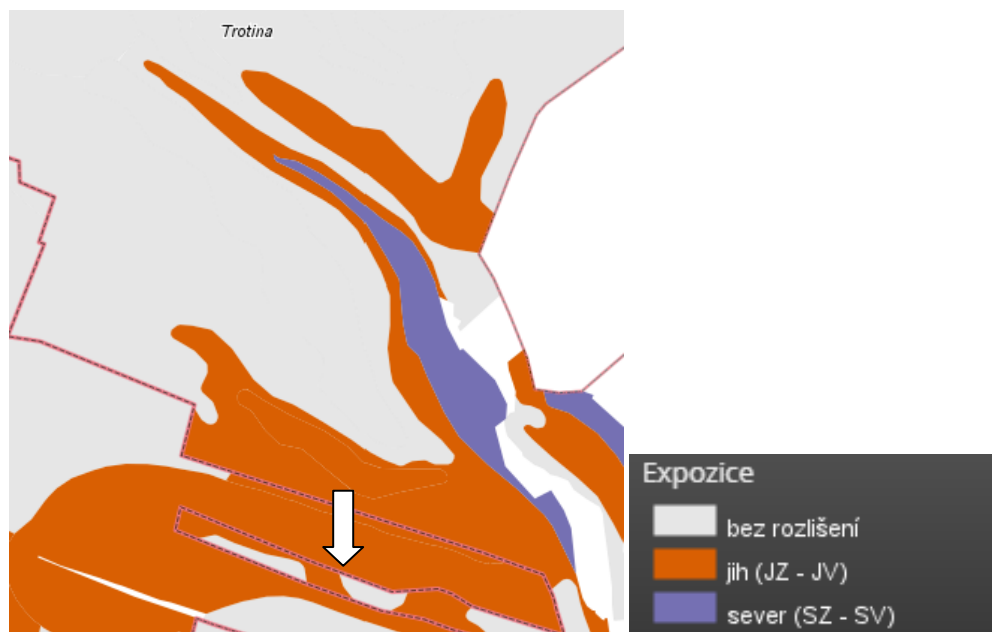
#### **5.3.4. Sklonitost a expozice**

**Sklonitost** se v terénu určuje sklonoměrem a je označována ve stupních kvadrantu, to znamená, že sklonitost 100% se rovná úhlu 45°, znamená to, že vzdálenost a převýšení jsou ve stejném poměru.



**Obrázek 6** - Barevná škála zobrazující sklonitost, řešené území se nachází z největší části v oblasti středního sklonu (VÚMOP © 2018).

**Expozice** vyjadřuje polohu bonitní lokality vůči světovým stranám. Při praktickém rozlišování expozice byl zjištěn vliv expozice na produkční schopnost půd až od třetího stupně sklonitosti ( $> 7^\circ$ ), pouze v některých případech (lehké půdy, velmi těžké půdy a další) je uvažován vliv expozice od druhého stupně sklonitosti. Samostatně se hodnotí expozice jižní v klimatických regionech 0, 1, 2, 3, 4, a 5 jako negativní a zbývající expozice se slučují bez rozlišení. V klimatických regionech 6, 7, 8, a 9 se samostatně hodnotí expozice severní jako negativní a zbývající expozice východní, západní a jižní se opět slučují a hodnotí jako celek (VÚMOP © 2018).



**Obrázek 7** - Barevná škála řešeného území s jižní expozicí, malá část bez rozlišení, též se všesměrnou expozicí (VÚMOP © 2018).

**Sklonitost a expozice je zastoupena čtvrtou číslicí, jedná se tedy o její kombinaci, kterou nejlépe popisuje následující tabulka:**

Číselný kód	Kód sklonitosti	Kód expozice
0	0-1	0
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
2	2	1
3	2	3
<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
5	3	3
<b>6</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
7	4	3
8	5-6	1
9	5-6	3

**Tabulka 6** - Číselný kód pro kombinaci sklonitosti a expozice (Mze ©2009-2018).

Ze čtvrté číslice kódu bonity, v tomto případě 1, 4, 6 viz níže, určím charakteristiky sklonitosti a expozice.



Kód	Kategorie	Charakteristika
0	0-1 st.	úplná rovina
1	1-3 st.	rovina
<b>2</b>	<b>3-7 st.</b>	<b>mírný sklon</b>
<b>3</b>	<b>7-12 st.</b>	<b>střední sklon</b>
<b>4</b>	<b>12-17 st.</b>	<b>výrazný sklon</b>
5	17-25 st.	příkrý sklon
6	25 st.	sráz

**Tabulka 7** - Údaje o jednotlivých kódech sklonitosti určených (Mze ©2009-2018).

Kód	Charakteristika
<b>0</b>	<b>se všesměrnou expozicí</b>
<b>1</b>	<b>jih (jihozápad až jihovýchod)</b>
2	východ a západ (jihozápad až severozápad, jihovýchod až severovýchod)
3	sever (severozápad až severovýchod)

**Tabulka 8** - Údaje o jednotlivých kódech expozice (Mze ©2009-2018).

Jednotlivé údaje z tabulek lze porovnat s výřezy z map viz výše.

**Z následujících tabulek jsou získány tyto charakteristické údaje:**

**1** – sklonitost 3 – 7° mírný sklon, expozice – všesměrná

**4** - sklonitost 7 – 12° střední sklon, expozice – jihozápad až jihovýchod

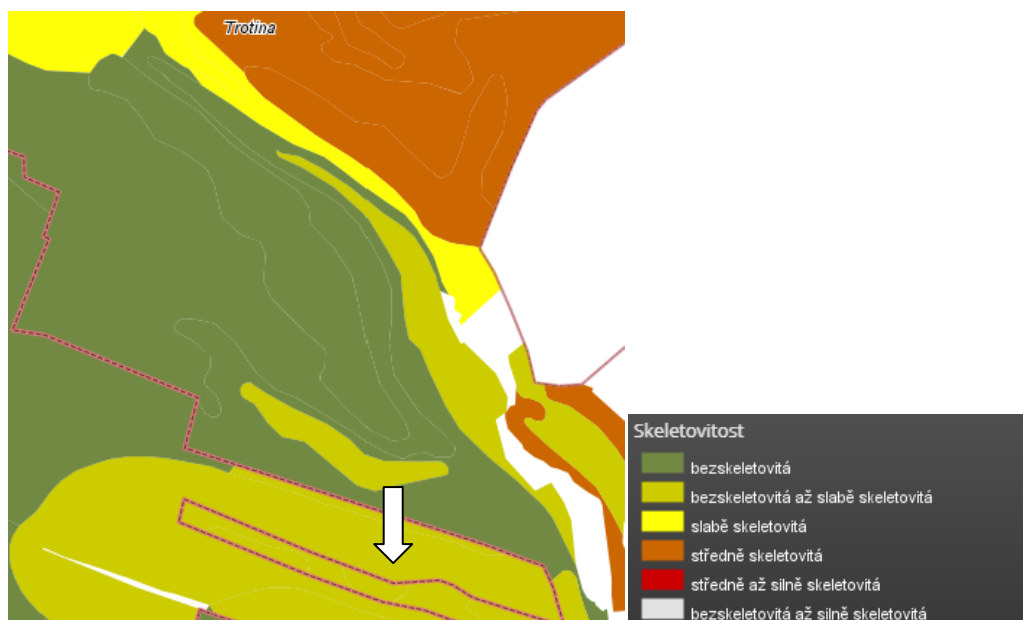
**6** – sklonitost 12 – 17° výrazný sklon, expozice – jihozápad až jihovýchod

(Mze ©2009-2018).

### 5.3.5. Skeletovitost a hloubka

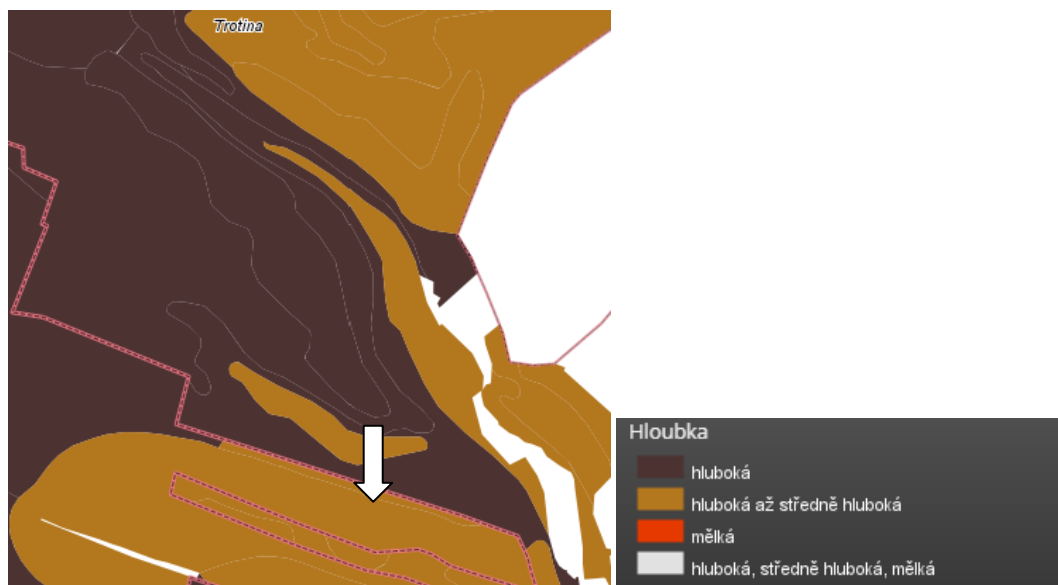
Skeletovitost vyjadřuje celkový obsah šterkovitosti a kamenitosti v ornici a podorničí. Obsah skeletu se uvádí v procentech objemových v půdní hmotě formou zlomku, kde skeletovitost v ornici se značí v čitateli a v podorničí ve jmenovateli. Za šterk

jsou považovány částice hornin velikosti 4-30 mm a kamenem jsou myšleny pevné částice velikosti 30-300 mm. Nad 300 mm se jedná o balvany. Skeletovitost dělíme do 6 skupin.



**Obrázek 8** - Ze škály barev je patrné, že daná část území má charakter bezskeletovitý, z větší části však bezskeletovitý až slabě skeletovitý (VÚMOP © 2018).

Hloubka půdy je důležitým půdním faktorem. Je definována jako mocnost půdního profilu, kterou omezuje v určité hloubce buď pevná skála, nebo její rozpad, silná skeletovitost (>50 %), nebo ustálená hladina podzemní vody. Za hloubku lze též považovat prostor, kde mohou růst rostliny. Hloubku půdy lze zjistit nejlépe na profilu kopané, ale i vpichované půdní sondy (větší počet vpichů). Hloubka půdy je posuzovaná ve 4 kategoriích.



**Obrázek 9-** Ze škály barev na obrázku je patrné, že řešené území je na hlubokých a dále potom hlubokých až středně hlubokých půdách (VÚMOP © 2018).

K určení charakteristik z páté číslice kódu bonity je nutné použití následujících tabulek:

Číselný kód regionů	Kód skeletovitosti	Charakteristika kódu skeletovitosti	Kód hloubky půdy	Charakteristika hloubky půdy
0	0	bezskeletovitá, s příměsí	0	hluboká
1	0-1	slabě skeletovitá	0-1	hluboká, středně hluboká
2	1	slabě skeletovitá	0	hluboká
3	2	středně skeletovitá	0	hluboká
4	2	středně skeletovitá	0-1	hluboká, středně hluboká
5	1	slabě skeletovitá	2	mělká
6	2	středně skeletovitá	2	mělká
7	0-1	bezskeletovitá, s příměsí, slabě skeletovitá	0-1	hluboká, středně hluboká
8	2-3	středně skeletovitá, silně skeletovitá	0-2	hluboká, středně hluboká, mělká
9	0-3	bezskeletovitá, s příměsí, slabě skeletovitá, středně skeletovitá, silně skeletovitá	0-2	hluboká, středně hluboká, mělká

**Tabulka 9** - Seznam číselných kódů z bonit, k určení kombinace skeletovitosti a hloubky půdy, červeně vyznačené řešené (Mze ©2009-2018).

Kód	Charakteristika
0	bezskeletovitá, s příměsí s celkovým obsahem skeletu do 10%
1	slabě skeletovitá s celkovým obsahem skeletu 10-25%
2	středně skeletovitá s celkovým obsahem skeletu 25-50%
3	silně skeletovitá s celkovým obsahem skeletu nad 50%

**Tabulka 10** - Charakteristika půd na řešeném území, z tabulky devět je zjištěn podle páté kódu bonity kód skeletovitosti, červeně vyznačené řešené (Mze ©2009-2018).

Kód	Charakteristika
0	>60 cm půda hluboká
1	30-60 cm půda středně hluboká
2	<30 cm půda mělká

**Tabulka 11** - Charakteristiky půd na řešeném území, z tabulky devět je zjištěn podle pátého kódu bonity kód hloubky půdy, červeně vyznačené řešené (Mze ©2009-2018)

**Z následujících tabulek jsou získány tyto charakteristické údaje:**

**0** – skeletovitost- bezskeletovitá s příměsí s celkovým obsahem skeletu do 10%, charakteristika – hluboká půda >60 cm

**1** - skeletovitost - slabě skeletovitá s celkovým obsahem skeletu 10-25%, charakteristika - 30-60 cm půda středně hluboká až hluboká >60 cm

**7** – skeletovitost- bezskeletovitá s příměsí s celkovým obsahem skeletu do 10%, slabě skeletovitá s celkovým obsahem skeletu 10-25% , charakteristika – hluboká půda >60 cm, 30-60 cm půda středně (Mze ©2009-2018).

## 6. Výpočet erozního smyvu

K určování ohroženosti zemědělských půd vodní erozí a k hodnocení účinnosti navrhovaných protierozních opatření se podobně jako v jiných zemích i v České republice nejvíce používá tzv. „Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí – USLE“ dle WISCHMEIERA a SMITHE (1978) vycházející z principu přípustné ztráty půdy na jednotkovém pozemku, jehož parametry jsou definovány a odvozeny z rozměrů standardních elementárních odtokových ploch o délce 22,13 m a sklonu 9 %, jejichž povrch je po každém přivalovém dešti mechanicky kypřen ve směru sklonu svahu jako úhor bez vegetace. (Janeček a kol. 2012)

Základním kamenem pro výpočet vodní eroze se stala rovnice univerzální ztráty půdy (The Universal Soil Loss Equation) zkráceně USLE, kterou v roce 1965 ve Spojených státech odvodili pánové D. Smith & W. Wischmeier. Později se rovnice dočkala určitých změn formou rovnice revidované ztráty půdy (The

Revised Universal Soil Loss Equation), zkráceně RUSLE , jednalo se zejména o změnu rovnice pro faktor S, která byla zdokonalena Renardem v roce 1997.

Stanovení intenzity erozního procesu je možné několika způsoby, které vycházejí z rozboru jednotlivých erozních faktorů a ovlivňují erozní proces. Vzájemné propojení jednotlivých činitelů se sleduje pomocí aplikace modelů vodní eroze. Jsou známy dva typy modelů a to konceptuální a empirické (Váška, 1977; Holý, 1978).

**Konceptuální modely** uskutečněné za pomoci počítačů, jsou vyjádřeny matematickými vztahy dynamiky jednotlivých fází erozního procesu, a tím pohyb vody a půdních částic v jednotlivých vrstvách půdního profilu svahu. Vycházejí ze závislosti z hydrologie, hydrauliky, hydropedologie apod. (Kolektiv, 1985).

**Empirický model** je vyjadřován vztahem erozních faktorů a hmotnostními nebo objemovými ztrátami půdy z plošné jednotky nejčastěji hektar na jednotku času (nejčastěji rok). Hodnoty jednotlivých faktorů jsou stanovovány experimentálně na základě dlouhodobého pozorování. Jsou tedy vázány určitou dobou platnosti a různé podmínky vyžadují úpravy jejich hodnot (Kolektiv, 1985).

Pro výpočet vodní eroze je v České republice používán model WISCHMEIERA a SMITHA upravený pro naše podmínky ve znění:

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

**G** – ztráta půdy v tunách z jednoho hektaru za rok (t/ha/a), a = značka pro rok

**R** – faktor erozní účinnosti deště (%)

**K** – faktor náchylnosti půdy k erozi (t/ha/R)

**L** – faktor délky svahu (m)

**S** – faktor sklonu svahu (%)

**C** – faktor ochranného vlivu vegetace

**P** – faktor účinnosti protierozního opatření (Wischmeier a Smith, 1978; Janeček a kol., 2012).

### 6.1. Ztráta půdy v tunách z jednoho hektaru za rok (G)

Dosazením odpovídajících hodnot faktorů šetřeného svahu do univerzální rovnice se určí dlouhodobá průměrná ztráta půdy vodní erozí v t.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup> z pozemku při uvažovaném způsobu jeho využívání. Porovnává se s přípustným půdním smyvem. Toto porovnání slouží jako výchozí podklad pro návrh druhu protierozního opatření.

Vypočtená hodnota představuje dlouhodobou průměrnou roční ztrátu půdy a udává množství půdy, které se z pozemku uvolňuje vodní erozí, nezahrnuje však její ukládání na pozemku či na plochách ležících pod ním. (Janeček a kol. 2012)

#### Přípustný půdní smyv

Hodnota přípustné ztráty půdy slouží ke stanovení míry erozního ohrožení pozemku a je definována jako maximální velikost eroze půdy, která dovoluje dlouhodobě a ekonomicky postupně udržovat dostatečnou úroveň úrodnosti půdy.

Jestliže vypočtená průměrná ztráta půdy přesáhne přípustnou hodnotu půdního smyvu, je nutno ochranu pozemku zajistit protierozními opatřeními. Z hlediska úrodnosti půdy byla dlouhodobá průměrná hodnota přípustného půdního smyvu  $G_{přip}$  stanovena u hlubokých půd na  $10t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ , ale lze též použít hodnotu  $4t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ , která byla použita zde (Janeček a kol. 2012).

Faktor erozní účinnosti deště (R)

Faktor R je výsledek celkové energie deště za dobu jeho třicetiminutové intenzity ze vzorce  $R = E \cdot i_{30} / 100$

R – faktor erozní účinnosti deště (MJ/ha\*cm/h)

E – celková kinetická energie deště (J/m<sup>2</sup>)

$i_{30}$  – maximální 30 minutová intenzita deště (cm/h)

Průměrná hodnota R faktoru se často mění a pro České území byla v minulosti stanovena na hodnotu  $R = 20$  (MJ/ha\*cm/h). V současnosti má R faktor hodnotu dvojnásobnou a to **40** (MJ/ha\*cm/h). Tato hodnota pro USLE lze zahrnout téměř pro celou zemědělskou půdu ČR. V našich klimatických podmínkách přicházejí přívalové deště vyvolávající povrchový odtok a smyv půdy od dubna do října při následujícím rozdělení průměrné roční hodnoty:

Měsíc	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
% faktoru R	1	11	22	30	26	8	2

**Tabulka 12-** Průměrné procentuální hodnoty R faktoru přívalových dešťů v jednotlivých měsících pro ČR (Janeček a kol. 2012).



## 6.2. Faktor náchylnosti půdy k erozi (K)

Faktor náchylnosti půdy k erozi je definován v rovnici USLE jako ztráta půdy z pozemku v t/ha na jednotku faktoru erozní účinnosti  $R \text{ MJ/ha} \cdot \text{cm/h}$  (Janeček a kol., 2012).

Tento faktor může být ovlivněn několika skutečnostmi, jako je sklon svahu, vlastnosti půdy apod. Nicméně existují případy, kdy půdy s erodovatelností nižší, erodují více než půdy s erodovatelností vyšší. Obecně tedy platí, že účinky faktoru **K** musí být hodnoceny nezávisle na účincích jiných faktorů (Wischmeier a Smith, 1978).

### **Faktor náchylnosti půdy k erozi lze stanovit třemi způsoby:**

1. Podle vztahu odvozeného pro faktor K
2. Podle nomogramu sestrojeného na základě uvedeného vztahu
3. Podle bonitované půdně ekologické jednotky a to druhého a třetího čísla bonitního kódu

Nejjednodušší metodou je metoda třetí, určení hodnoty dle druhé a třetí číslice bonitního kódu, avšak je zde nevýhoda neúplnosti dat ke všem bonitám a stane-li se tak je třeba postupovat dle metody 1. a 2. (Janeček a kol, 2012). Nevýhoda třetí metody je její menší přesnost, lze ji spíše považovat za orientační, pro výpočet erozního smyvu je dostačující (Podhrázká a Dufková, 2005).

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

**Tabulka 13** - Hodnoty K faktoru pro jednotlivé číselné kódy bonit (Janeček a kol. 2012).

### 6.3. Faktor délky a sklonu svahu (LS)

Součin faktoru délky a sklonu svahu nazývá topografický faktor, vyjadřuje poměr ztráty půdy na jednotku plochy na standardním pozemku o délce 22,13m a sklonu 9%. Je nutno říci, že délka pozemku musí být nepřerušovaná, tzv. délku nesmí přerušit příkop, hrázka, cesta s příkopem apod. Délka je měřena od rozvodnice nebo horní hrany, nulou se stává vždy místo přerušující povrchový odtok ve směru spádu. Profily pro výpočet povrchového odtoku mají být stanoveny v drahách tak, aby byly ve směru plošného povrchového odtoku, lze zjistit za pomoci odtokových linií. Je nutné podotknout, že změna kultury nebo plodiny není důvod pro přerušení délky svahu (Janeček a kol.,2012).

### 6.4. Faktor délky svahu (L)

Výše intenzity erozního smyvu je přímo úměrná délce svahu, to znamená čím delší svah je, tím je intenzita erozního smyvu větší. Délka svahu je definována jako horizontální vzdálenost od místa erozního smyvu a konec se nachází tam, kde se erozní smyv začne shromažďovat (tam kde se svah vyrovná nebo se nachází příkop, mez, cesta, zatravněná plocha, zalesněná plocha apod.) (Renard a kol., 1997).

Hodnota L se stanoví ze vztahu Wischmeiera a Smithe (1978), avšak modifikována dle rovnice RUSLE (Renard a kol., 1997) ve znění:

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

**22,13** – délka standardního pozemku (m)

**l** – horizontální projekce délky svahu, nejedná se o vzdálenost rovnoběžnou s povrchem půdy

**m** – exponent sklonu svahu, který vyjadřuje náchylnost svahu k tvorbě rýžkové eroze (Renard a kol., 1997).

K přesnější korekci je nutné použití korekce závislosti sklonu svahu a poměru rýžkové eroze k erozi plošné tab. 14.

Sklon svahu (%)	Poměr mezi rýžkovou a plošnou erozí			Sklon svahu (%)	Poměr mezi rýžkovou a plošnou erozí		
	Nizký	Střední	Vysoký		Nizký	Střední	Vysoký
0,2	0,02	0,04	0,07	12,0	0,37	0,55	0,71
0,5	0,04	0,08	0,16	14,0	0,40	0,57	0,72
1,0	0,08	0,15	0,26	16,0	0,41	0,59	0,74
2,0	0,14	0,24	0,39	20,0	0,44	0,61	0,76
3,0	0,18	0,31	0,47	25,0	0,47	0,64	0,78
4,0	0,22	0,36	0,53	30,0	0,49	0,66	0,79
5,0	0,25	0,40	0,57	40,0	0,52	0,68	0,81
6,0	0,28	0,43	0,60	50,0	0,54	0,70	0,82
8,0	0,32	0,48	0,65	60,0	0,55	0,71	0,83
10,0	0,35	0,52	0,68				

**Tabulka 14** - Exponent (*m*) udává závislost sklonu svahu a poměru rýžkové eroze k erozi plošné (Renard a kol., 1997).

Nizký poměr lze použít u zatravněných ploch, jako jsou louky pastviny a podobě. Střední hodnoty se používají u zemědělské půdy s řádkovými plodinami a pro svahy se sklonem nad 15% jsou používány hodnoty pro vysoký poměr mezi rýžkovou a plošnou erozí (Renard a kol., 1997).

## 6.5. Faktor sklonu svahu (S)

Oproti délce svahu, je sklon ještě nebezpečnějším faktorem pro tvorbu eroze. Vztah podle Wischmeiera a Smithe:

$$S = (0,43 + 0,3 \cdot s + 0,043 \cdot s^2) / 6,613$$

později upraven McCoollem (1987) na verzi:

$$S = 10,8 \cdot \sin(i) + 0,03 \text{ pro } S \text{ pod } 9\%$$

$$S = 16,8 \cdot \sin(i) - 0,5 \text{ pro } S \text{ nad } 9\%$$

*i* = úhel sklonu svahu v radiánech

Zásadní rozdíl je zde v rozlišení sklonu nad a pod 9%. Takto je spočítáno všech deset úseků zvlášť a dosazeno do rovnice :

$$S_x = 0,03S_1 + 0,06S_2 + 0,07S_3 + 0,09S_4 + 0,10S_5 + 0,11S_6 + 0,12S_7 + 0,13S_8 + 0,14S_9 + 0,15S_{10}$$

Vrchol svahu je začátek prvního z deseti úseků, koeficienty 0,3-0,15 simulují stále narůstající intenzitu erozního smyvu, který vrcholí desátým konečným úsekem (McCool 1987, Janeček a kol. 2007).

## 6.6. Faktor ochranného vlivu vegetace (C)

Faktor C patří k jednomu z nejdůležitějších faktorů rovnic USLE/RUSLE, z důvodu nastolení podmínek, kterými lze nejlépe zvládnout a regulovat erozní smyv. Hodnoty C se mohou lišit v rámci rozmezí pohybující se od čísla blízcímu se k nule, což značí velmi dobře chráněnou půdu, až po hodnotu 1,5, půda s touto hodnotou značí vysokou náchylnost k vodní erozi (Laflen et al., 1985; McCool 1987).

Jako ideální pokryv se proti eroznímu smyvu jeví jeteloviny a traviny, naopak širokořádkové běžně pěstované plodiny nejsou z hlediska protierozního ideálními (Janeček a kol., 2012).

Hodnoty faktoru C pro plodiny vyjadřují poměr smyvu na pozemku spolu s pěstovanými plodinami ke ztrátě půdy ze standardního pozemku, který je udržován jako úhor, to znamená po každém dešti kypřený (Janeček a kol., 2012).

Plodina	C faktor	Plodina	C faktor
pšenice ozimá	0,120	chmelnice	0,800
žito ozimé	0,170	řepka ozimá	0,220
ječmen jarní	0,150	slunečnice	0,600
ječmen ozimý	0,170	mák	0,500
oves	0,100	ostatní olejniny	0,220
kukuřice na zrno	0,610	kukuřice na siláž	0,720
luštěniny	0,050	ostatní píceiny jednoleté	0,020
brambory rané	0,600	ostatní píceiny víceleté	0,010
brambory pozdní	0,440	zelenina	0,450
louky	0,005	sady	0,450

**Tabulka 15 - Seznam plodin a jejich průměrný faktor C**

Byla zjištěna závislost faktoru C na klimatickém regionu.

	Hodnoty faktoru C	
	orná půda	zemědělská půda
<b>0</b>	0,291	0,307
<b>1</b>	0,278	0,286
<b>2</b>	0,266	0,264
<b>3</b>	0,254	0,243
<b>4</b>	0,241	0,221
<b>5</b>	0,229	0,199
<b>6</b>	0,216	0,178
<b>7</b>	0,204	0,156
<b>8</b>	0,192	0,135
<b>9</b>	0,179	0,113

**Tabulka 16** - Průměrná hodnota faktoru C dle klimatického regionu (Kadlec a Toman, 2002)

## 6.7. Faktor protierozních opatření (P)

Nejčastější hodnota protierozních opatření, je **P = 1**. Znamená to, že na území nejsou použita žádná protierozní opatření a orba je prováděna po spádnicí (Wischmeier a Smith, 1978).

## 6.8. Shrnutí použitých dat a hodnot

Hodnota R faktoru byla použita **40** (MJ/ha\*cm/h) (Janeček a kol., 2012).

Hodnota K faktoru byla použita trojího typu podle druhého a třetího čísla kódu bonity tab. 13, hodnoty jsou **0.51**, **0.33** a **0.28** (Janeček, 2007).

Faktory L byl změřen z odtokových linií z mapy v LPIS, výsledky kapitola 8. (LPIS ©2017).

Faktor S byl zjištěn z mapy v portálu LPIS z vrstevnic po 2m, úsek byl rozdělen na deset dílčích úseků a z vrstevnic dopočítán jejich sklon, u výpočtu sklonu je nejprve nutné získat výšky jednotlivých rozhraní úseků, u těchto výšek vypočteme rozdíl výšek, kterými dělíme vzdálenosti úseků, výsledné hodnoty násobíme stem a dostáváme výsledné sklony jednotlivých úseků v %, výsledné hodnoty viz. kapitola 8. Výsledky a diskuze (Vojenská topografie, 1995, Lpis ©2017).

Podle vyjádření hospodařícího subjektu se osevní plán mění v závislosti na rentabilitě jednotlivých plodin. Z tohoto důvodu byl faktor C určen jako průměrná hodnota pro daný klimatický region dle tab. 16 a výsledná hodnota činí **0.229** (Kadlec a Toman, 2002).

Hodnota faktoru P byla použita **1**, bez protierozních opatření.

## 7. Použitá data výpočtu dle Atlas DMT

Software Atlas DMT slouží primárně k výpočtu erozního smyvu, který je u novějšího Atlasu DMT řešen v rámci plochy oproti starším verzím, které poskytovaly pouze liniové řešení erozního smyvu. Jako vedlejší produkty lze zařadit ochranu proti vodní erozi na zemědělské půdě pro KoPÚ a další projekční činnosti krajinného inženýrství. Atlas DMT může též sloužit, jako kontrolní nástroj pro posuzování stávajícího stavu nebo navrhovaných řešení. Nejnovější softwaru Atlas vyhodnocují erozní smyv, jak už bylo zmíněno v rámci plochy, oproti minulému liniovému řešení. Plošné řešení je elegantnější v rámci vysoké členitosti terénu oproti řešení liniovému, které v případě vysoké členitosti a proměnlivosti terénu může produkovat zkreslené informace. Základem pro výpočet eroze v Atlasu DMT je rovnice USLE, která je do jisté míry modifikována o nejnovější poznatky (RUSLE), aktualizace a vylepšení (VÚMOP ©2014).

Důležitým faktorem pro výpočet erozního smyvu v programu Atlas DMT jsou použitá data. Základní dělení dat pro výpočet v Atlas DMT jsou data výškopisná, data polohopisná a v neposlední řadě data erodovatelnosti půdy (VÚMOP ©2014).

**Výškopisná** – Jako vstupní výškopisná data byla použita data ZABAGED (vrstevnice po 2m),

Lze též použít data DMR 4G a 5G

**Polohopisná** – Jako vstupní data byla použita data ZABAGED, lze též použít data LPIS a DKM

**Erodovatelnosti půdy** – Data lze stejně jako při manuálním výpočtu použít na základě BPEJ (VÚMOP © 2014) nebo půdní typologie a pro určení ostatních parametrů (erozní účinnost srážek, osevní postupy, protierozní opatření) může vybírat z přednastavených nabídek programu nebo detailněji editovat vstupy, např. technická protierozní opatření (TPEO).

**ZABAGED** je komplexní digitální model terénu zpravovaný Zeměměřickým úřadem, jeho součástí je 122 typů geografických objektů, které jsou zařazeny jak do polohopisné tak do výškopisné části (CUZK ©1994).

**Data 4G** jsou tvořena pravidelnou čvercovou sítí 5x5m, kdy každý čtverec má nadmořskou výšku Bpv, vznikla za pomoci leteckého laserového skenování, střední chyba výšky je 0,3m v otevřeném terénu a 1m v zalesněném terénu,



zatímco **data 5G** jsou tvořena trojúhelníkovou sítí TIN a střední chyba výšky je zde 0,18m v odkrytém a 0,3 v zalesněném terénu. I přes vyšší přesnost mají data 5G jisté nevýhody, jako je vysoký objem dat a dále jsou zde problémy s body, které vznikly interpolací zejména v hustém porostu, kde mohou být data značně zkreslena (CUZK ©2012).

**Data LPISU** se rozdělují na geografická (katastrální území, okresní členění), obsahové (entita – díl půdního bloku, ekologicky významný prvek, osazená plocha vinic, půdní blok, typ – soubor obsahující geoprostorovou definici SHP, aktuální data XML, historická data XML) (Lpis ©2017).

**Mapa DKM** se zpracovává v S-JTSK v měřítku 1:1000, jedná se o spojitou bezešvou mapu pro celé území České republiky, které je uspořádané dle katastrálních území, obsahuje data informačního systému katastru nemovitostí.

Použitá data dle VÚMOP jsou stejná jako při manuálním výpočtu, liší se pouze faktor LS, který je zde počítán automaticky ze zvolených výškopisných a polohopisných dat ze vztahu

$$LS = \left( \frac{f}{22,13 \cdot r \cdot (|\sin(a)| + |\cos(a)|)} \right)^{\frac{b}{b+1}} \left( -1,5 + \frac{17}{1 + e^{2,3 - 6,1 \cdot \sin(s)}} \right),$$

$$b = \frac{\sin(s)}{0,0896 \cdot (3 \cdot \sin^{0,8}(s) + 0,56)}$$

, kde:

**LS** - je výsledný topografický faktor

**f** - je plocha povodí k řešenému pixelu (bodů) [m<sup>2</sup>]

**a** - je azimut ve směru odtokové linie (maximálního sklonu) [°]

**r** - je rozlišení vstupního rastru (délka hrany pixelu) [m]

**s** - úhel sklonu odtokové linie (lokální maximální sklon) [°]

**b** - parametr sklonu pro výpočet L-faktoru

K výstupům programu Atlas DMT patří vygenerované mapové výstupy ve formátu Atlas DMT a DMT a ASCII grid, včetně výstupních protokolů shrnující výsledky řešeného území a samotné výstupní protokoly pro každý EUC, výstupní protokoly jsou ve MS Excel (Mitášová a kol., 1998).

## 8. Metody a diskuze

K výpočtu erozního smyvu bylo použito manuálního výpočtu dle rovnice USLE a softwaru Atlas DMT. Rozdíl je zejména v přístupu k faktorům L a S. Zatímco u základní rovnice USLE je faktor L a S v rámci linií, v softwaru Atlas DMT je tvořen rastrem, který si program spočítá z vymezené plochy sám a nejedná se tedy o vstupní parametr, jak je tomu u manuálního výpočtu USLE (McCool a kol., 1987, 1989). Ostatní hodnoty z rovnice USLE přitom zůstanou zachovány. Je třeba zmínit, že vstupem pro výpočet topografického faktoru LS je mapa pozemku a mapa digitálního modelu terénu, jak už z názvu DMT vyplývá. Topografický faktor vztažený k určité oblasti napovídá, že daný smyv je počítán z plochy, zatímco základní výpočet dle rovnice USLE je vztažen k určité linii, rýžce proto také rýžková eroze (Mitášová a kol., 1998).

Výsledky dle manuálního výpočtu byly dvojího typu a to podle starších (USLE 1) a novějších (USLE 2) vzorců. U vzorců se jedná o rozdíl při výpočtu faktorů L a S. Výsledky podle vzorců

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

m = 0,5 pro všechny hodnoty stejná viz. tab. 14 Renard (1997) a

$$S = (0,43 + 0,3 \cdot s + 0,043 \cdot s_2) / 6,613,$$

s = sklon v % dle Wischmeiera a Smithe (1978), byly tyto:

$G_{1-10}$  je zde bráno nejen jako výsledek erozního smyvu, ale i jako název odtokové linie.

**USLE1** (starší vzorec pro LS):

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

$$G1 = 40 * 0,3432 * 2,042 * 3 * 0,229 * 1 = 19,258 \text{ t*ha}^{-1}\text{*rok}^{-1}$$

$$G2 = 40 * 0,3021 * 2,418 * 2,04 * 0,229 * 1 = 13,650 \text{ t*ha}^{-1}\text{*rok}^{-1}$$

$$G3 = 40 * 0,3042 * 2,380 * 1,17 * 0,229 * 1 = 7,750 \text{ t*ha}^{-1}\text{*rok}^{-1}$$

$$G4 = 40 * 0,3841 * 1,935 * 2,855 * 0,229 * 1 = 19,437 \text{ t*ha}^{-1}\text{*rok}^{-1}$$

$$G5 = 40 * 0,4205 * 2,020 * 2,72 * 0,229 * 1 = 21,163 \text{ t*ha}^{-1}\text{*rok}^{-1}$$

Rozdílné výsledky byly zjištěny u novějších typů vzorců, které se lišili o korekci exponentu  $m$  ze vzorce  $L = (l/22,13)^m$  dle tab. 14 Renard (1997) a vzorců  $S = 10,8 * \sin(i) + 0,03$  pro  $S$  pod 9% a  $S = 16,8 * \sin(i) - 0,5$  pro  $S$  nad 9%, výsledné sklony byly importovány do vzorce

$S = 0,03S_1 + 0,06S_2 + 0,07S_3 + 0,09S_4 + 0,10S_5 + 0,11S_6 + 0,12S_7 + 0,13S_8 + 0,14S_9 + 0,15S_{10}$  a byl zjištěn faktor sklonu určité odtokové linie  $G_i$ .



**Obrázek 10** - Mapa z LPIS, dokreslená hranice území a dle odtokových linií stanovené profily pro výpočet rýžkové eroze, začátek a konec profilu značí černé tečky (LPIS ©2018).

**USLE2** (novější vzorec pro LS):

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

$$G1 = 40 * 0,3432 * 2,87 * 2,5327024 * 0,229 * 1 = 22,852 \text{ t*ha}^{-1}\text{*rok}^{-1}$$

$$G2 = 40 * 0,3021 * 2,74 * 1,9008376 * 0,229 * 1 = 14,429 \text{ t*ha}^{-1}\text{*rok}^{-1}$$

$$G3 = 40 * 0,3042 * 2,56 * 1,3894022 * 0,229 * 1 = 9,900 \text{ t*ha}^{-1}\text{*rok}^{-1}$$

$$G4 = 40 * 0,3841 * 2,69 * 2,4672928 * 0,229 * 1 = 23,388 \text{ t*ha}^{-1}\text{*rok}^{-1}$$

$$G5 = 40 * 0,4205 * 2,85 * 2,365072 * 0,229 * 1 = 25,966 \text{ t*ha}^{-1}\text{*rok}^{-1}$$

	Hodnota Gi (t*ha-1*rok-1)		Délka linií v m	sklon linií v %
	USLE1	USLE2		
<b>G1</b>	19,258	22,851	90,28	18,052
<b>G2</b>	13,650	14,413	129,17	14,291
<b>G3</b>	7,750	9,911	127,78	10,914
<b>G4</b>	19,437	23,351	83,33	17,597
<b>G5</b>	21,163	25,966	90,28	17,054
	<b>15,40</b>	<b>18,20</b>		

**Tabulka 17** - Červené výsledky značí průměrný smyv daného území, které obsahují dané odtokové linie, je spočítán vážený průměr mezi G a délkou odtokové linie kdy délka zastupuje váhu, následně je udělán průměr všech pěti linií G1-G5 obr. 10.

### Výstupy Atlas DMT:

Protokol výsledků modelu Atlas EROZE. © Atlas s.r.o., ČVUT v Praze, VÚMOP, v.v.i, TA ČR TA02020647				
Nastavení modelu:	Vyjmutí ploch	Sedimentace	sklon menší než	1
Rozlišení			akumulace větší než	1700
5	ano	Výmolvá eroze	akumulace větší než	1700
<b>Souhrnné výsledky pro erozně uzavřený celek:</b>				
Průměrný R-faktor	40	Celková plocha EHP	24 899	[m <sup>2</sup> ]
Průměrný K-faktor	0,38491	Průměrný sklon EHP	8,84	[°]
Průměrný C-faktor	0,229	Plocha oblastí bez eroze	0	[m <sup>2</sup> ]
Průměrný P-faktor	1	Plocha výmolvé eroze	0	[m <sup>2</sup> ]
Přípustný smyv	4 [t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	Plocha sedimentace	0	[m <sup>2</sup> ]
<b>Průměrný smyv</b>	<b>15,36</b> [t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	Řešená plocha EHP	24 975	[m <sup>2</sup> ]

Dílčí plochy jednotlivých hodnot erozních faktorů v rámci EHP

K-faktor	plocha [m <sup>2</sup> ]	C-faktor	plocha [m <sup>2</sup> ]	P-faktor	plocha [m <sup>2</sup> ]
0,28	11 450	0,229	24 975	1,00	24 975
0,33	2 725				
0,51	10 800				

Tabulka 18 - Protokol výsledků vyexportovaný Atlasem DMT.



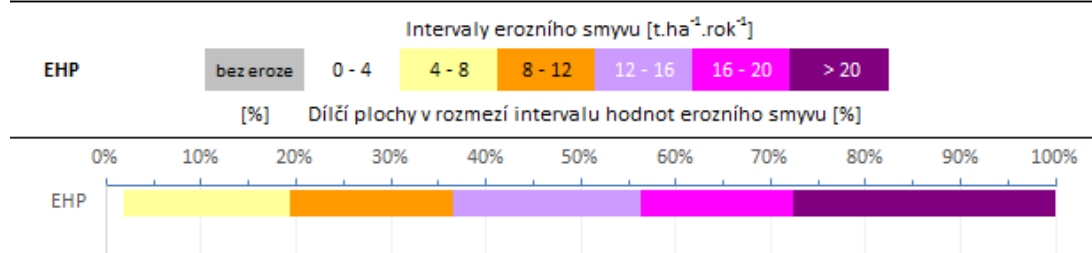
Obrázek 11 - Erozně hodnocená plocha v Atlas DMT.

Protokol výsledků modelu Atlas EROZE. © Atlas s.r.o., ČVUT v Praze, VÚMOP, v.v.i,  
Model byl vytvořen v rámci projektu TA ČR TA02020647.

Souhrnná tabulka výsledků pro všechny erozně hodnocené plochy

EHP	Plocha výpočtu [m <sup>2</sup> ]	bez eroze [m <sup>2</sup> ]	Intervaly erozního smyvu [t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]						Průměrný smyv [t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	Přípustný smyv [t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]
			0 - 4	4 - 8	8 - 12	12 - 16	16 - 20	> 20		
Σ	24 975	0	475	4 375	4 275	4 925	4 000	6 925	15,4	4,0
EHP	24 975	0	475	4 375	4 275	4 925	4 000	6 925	15,4	4,0

**Grafický přehled rozsahu dílčích ploch v rámci EHP dle míry erozního ohrožení:**



**Tabulka 19** - Protokol výsledků, barevná škála značí procentuální zastoupení erozně ohrožených ploch z jednotlivých intervalů.



**Obrázek 12** - Barevná škála procentuálního zastoupení erozně ohrožených ploch, kdy žlutá značí plochy s nejmenším smyvem  $0-4 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$  a fialová větším než  $20 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ .

Průměrné hodnoty jednotlivých faktorů rovnice RUSLE					
EHP	R faktor	K faktor	LS faktor	C faktor	P faktor
(uvedeno v příslušných jednotkách RUSLE)					
EHP	40,00	0,385	4,724	0,229	1

**Tabulka 20** - Průměrné hodnoty jednotlivých faktorů.

**Porovnání výsledků:**

	<b>G</b> $t.ha^{-1}.rok^{-1}$	<b>Gp</b> (přípustný smyv) $t.ha^{-1}.rok^{-1}$
Výsledek <b>USLE 1:</b>	<b>15,40</b>	<b>4</b>
Výsledek <b>USLE 2:</b>	<b>18,20</b>	<b>4</b>
Výsledek <b>Atlas DMT:</b>	<b>15,36</b>	<b>4</b>

**Tabulka 21** - Porovnání výsledků.

Z konečných dosažených výsledků vyplývá, že výpočet dle starších vzorců je totožný s výpočtem za pomoci Atlasu DMT, a lze se domnívat, že Atlas DMT počítá se staršími vzorci faktoru L a S. Rozdíl tří tun není zanedbatelný, což dokazuje důležitost faktorů L a S a může být rozhodující při vhodném návrhu řešení protierozních opatření. Přípustný smyv zde byl překročen rovnou několikanásobně, což značí vysoké nebezpečí eroze.

V rámci KoPÚ Trotina je řešení protierozních opatření přinejmenším velice složité, jelikož ohrožená oblast zasahuje do sousedního katastrálního území Rohoznice u Hořic, které není součástí procesu pozemkových úprav.

Z hlediska protierozního opatření v zájmové lokalitě, je nejvhodnější celé území zatravnit, protože toto opatření se jeví v návaznosti na poměrně vysoké hodnoty ztráty půdy G jako nejúčinnější.

## 9. Závěr

Práce je rozdělena do několika rovin, od informací po konkrétní výpočty. Je zde rozebrána práce s internetovými zdroji, důležité pro charakterizování daného území, což je důležitý podklad pro budoucí výpočet eroze. Při počítání eroze je nutné znát mnoho aspektů, jako jsou hydrologické vlastnosti, půdní vlastnosti apod. Těchto dat není mnoho a většinou jsou vztahovány k větším územním subjektům a počítány z dlouhodobých horizontů. Pro zjištění důležitých informací proto slouží pěti číselný kód BPEJ, ze kterého lze nejsnáze získat mnoho důležitých informací k výpočtu. Příkladem je zde průměrný osevní postup z Kadlec a Toman (2002), který se získá z první číslice bonitního kódu tedy klimatického regionu. Dále zde je použití hodnoty faktoru K z druhé a třetí číslice bonitního kódu z Janeček (2007). V případě faktoru R je použití z metodiky Janeček a kol. (2012). Faktor P je zde získán z metodiky Wischmeier a Smith (1978). Nejvíce je zde brána zřetel na faktory L a S, které jsou zde počítány podle nových a starých vzorců.



## 10. Fotodokumentace





Fota řešeného území představují vysokou míru svažitosti.

## 11. Literatura

**BATYSTA, M., 2014:** Nástroj pro udržitelný rozvoj venkovského prostoru

**HOLÝ, M., 1978:** Protierozní ochrana. SNTL, Praha.

**JANEČEK, M., 2012:** Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika, Praha, Česká zemědělská univerzita, 108 s.

**JANEČEK, M. A KOL., 2007:** Ochrana zemědělské půdy před erozí. Praha: VÚMOP

**JANEČEK, M. A KOL. 2002:** Ochrana zemědělské půdy před erozí. Praha, ISV nakladatelství Praha.

**KADLEC, M., TOMAN, F., 2002:** Regionalization of the vegetative cover C factor for predominate structure of the growing crops.

**KOLEKTIV, 1985:** Protierozní ochrana zemědělských pozemků (typizační směrnice). Hydroprojekt, Praha.

**MCCOOL, D. K., BROWN, L. C., FOSTER, G.R., MUTCHLER,C.K., MEYER, L.D., 1987:** Revised slope steepness factor for the universal soil loss equation. Transactions of the ASAE 30, s. 1387-1396.

**NĚMČENKO, N., 1967-1976:** Dějiny pozemkových úprav I-IV. ČVUT, Praha.

**MITASOVA, H., HOFIERKA, J., ZLOCHA, M., IVERSON, L.R., . 1996:** Modelling topographic potential for erosion and deposition using GIS. Int. J. Geogr. Inf. Syst. 10, 629– 641.

**PODHRÁZSKÁ, J., DUFKOVÁ, J., 2005:** Protierozní ochrana půdy. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, ISBN 80-7157-856-8.

**RENARD, K. G. Et al., 1997:** Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Agr. Handbook 703, USDA-ARS.

**TOMÁŠEK, 1995:** Atlas půd České republiky. Vydavatelství českého geologického ústavu

**ÚPLNÉ ZNĚNÍ, 2017:** Katastr nemovitostí, zeměměřictví, pozemkové úpravy

**VÁŠKA, J. 1977:** Kandidátská práce. ČVUT, Praha.

**VLASÁK A BARTOŠOVÁ, 2006:** Skripta pozemkové úpravy, ČVUT Praha.

**VÚMOP, 2014:** Příručka ochrany proti vodní erozi

**WISCHMEIER, W. H., SMITH, D. D., 1978:** Predicting Rainfall Erosion Losses – A Guide Book to Conservation Planning. Agr. Handbook No. 537, US. Dept. Of Agriculture, Washington.

**Internetové zdroje:**

**EAGRI, 2017-2018:** Portál farmáře. Veřejný registr půdy LPIS

**EAGRI, 2009-2018:** Ministerstvo zemědělství Mze

**VÚMOP, 2017-2018:** Půda v mapách

**ČUZK, 2018:** Nahlížení do Katastru nemovitostí, K.ú. Trotina

**ČHMÚ, 2016:** Klimatologické poměry