

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÉ UNIVERZITA**

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA PLÁNOVÁNÍ KRAJINY A SÍDEL



**Řešení erozní ohroženosti zemědělských pozemků v katastrálních územích Kondrac a Dub u Kondrace (Středočeský kraj)**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Blanka Kottová, Ph.D.

Diplomant: Bc. Josef Pastyřík

2021

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Josef Pastyřík

Krajinné inženýrství  
Voda v krajině

Název práce

**Řešení erozní ohroženosti zemědělských pozemků v katastrálních územích Kondrac a Dub u Kondrace (Středočeský kraj)**

Název anglicky

**Study of erosion vulnerability of an agricultural lands in cadastral areas Kondrac and Dub u Kondrace (Central Bohemian Region)**

### Cíle práce

Cílem práce je zhodnocení erozní ohroženosti zemědělských pozemků s využitím metod USLE a USPED a stanovení protierozních opatření včetně vyhodnocení jejich účinnosti a vyhodnocení finanční náročnosti.

### Metodika

Diplomová práce bude mít charakter studie. Autor zpracuje podrobnou literární rešerši zahrnující danou problematiku (eroze vodní i větrná, metody hodnocení, možnosti protierozních opatření atd.). Na základě vyhodnocení erozní ohroženosti metodami USLE a USPED a terénního šetření budou navržena vhodná protierozní opatření (opatření biotechnického, agrotechnického či organizačního charakteru). Budou stanoveny přesné parametry a vyhodnocena jejich účinnost. V neposlední řadě pak také finanční náročnost realizace těchto opatření a možnosti finančního zabezpečení.

Výsledky budou zpracovány v textové a grafické podobě a doplněny fotodokumentací.

## Doporučený rozsah práce

dle Nařízení děkana č.02/2020 – Metodické pokyny pro zpracování diplomové práce na FŽP

## Klíčová slova

eroze, USLE, USPED, protierozní opatření

---

## Doporučené zdroje informací

- BLANCO-CANQUI, H., LAL R., 2008: Principles of Soil Management and Conservation. Springer.
- BRYCHTA, J., PETRŮ, J., 2016: Základy hodnocení vodní eroze pomocí GIS, Česká zemědělská univerzita, Praha.
- DOSTÁL, T., a kol., 2014: Využití dat a nástrojů GIS a simulačních modelů k navrhování TPEO, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.
- HOLÝ, M., 1994. Eroze a životní prostředí. Vydavatelství ČVUT, Praha.
- JANEČEK, M., a kol., 2008: Základy erodologie, Česká zemědělská univerzita, Praha.
- JANEČEK, M., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika. ČZU v Praze, FŽP. Powerprint, Praha.
- KADLEC, V., a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.
- MORGAN, R. P. C., 2005: Soil erosion and conservation. Blackwell, Oxford.
- SPÚ, 2019: Technický standart plánu společných zařízení v pozemkových úpravách. SPÚ, Praha.
- SPÚ, 2020: Metodický návod k provádění pozemkových úprav. SPÚ, Odbor metodiky pozemkových úprav SPÚ, Praha.
- 

## Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FŽP

## Vedoucí práce

Ing. Blanka Kottová, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra plánování krajiny a sídel

## Konzultant

Ing. Radek Dlouhý

Elektronicky schváleno dne 2. 3. 2021

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 3. 2021

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2021

---

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Řešení erozní ohroženosti zemědělských pozemků v katastrálních územích Kondrac a Dub u Kondrace (Středočeský kraj) vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne

---

Josef Pastyřík

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval všem, co mi byli nápomocni při realizaci této diplomové práce. Především bych poděkoval společnosti Agroplan spol. s.r.o. za poskytnutá data potřebná k vypracování této diplomové práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Tomáši Málkovi a Ing. Radkovi Dlouhému za jejich odborné rady a připomínky a Ing. Blance Kottové, Ph.D. za vedení této diplomové práce.

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce se zabývá analýzou erozní ohroženosti zemědělských pozemků v katastrálních územích Kondrac a Dub u Kondrace. Erozní ohroženost byla hodnocena metodami USLE (Universal soil loss equation) a UPSED (Unit stream power-based erosion/deposition model) v programu ArcMap 10.7.1. Podkladem pro analýzu byla data z Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK) a data z veřejného registru půdy (LPIS). Výsledkem diplomové práce je návrh protierozních opatření, jejichž účinnost byla zjištěna metodou USLE v programu ArcMap 10.7.1.

**Klíčová slova:** eroze, USLE, USPED, protierozní opatření

**Abstrac**

This thesis deals with threats of erosion of agricultural land in the cadastral district area of Kondrac and Dub u Kondrace. The threat of erosion has been evaluated using the USLE (Universal soil loss equation) and USPED (Unit stream power-based erosion/deposition model) methods in the program called ArcMap 10.7.1. The analysis is based on data from the czech Cadastre of Real Estate (ČUZK) and from the public land registry (LPIS). Furthermore the thesis describes a concept of antierosion measures and their benefits which have been evaluated using the USLE method in the program called ArcMap 10.7.1.

**Key words:** erosion, USLE, USPED, antierosion measures

## Obsah

1. Úvod.....	8
2. Cíle práce .....	10
3. Literární rešerše .....	11
3.1. Půdní eroze.....	11
3.1.1. Členění eroze .....	11
3.1.2. Výpočet intenzity eroze .....	16
3.1.3. Faktory eroze .....	18
3.1.4. Protierozní opatření.....	24
3.1.5. Monitoring eroze zemědělské půdy .....	30
3.1.6. Rozšíření eroze v České republice .....	31
3.1.7. Rozšíření eroze ve světě .....	32
3.1.8. Přípustné meze eroze.....	33
3.2. Pozemkové úpravy .....	34
3.2.1. Cíle pozemkových úprav .....	35
3.2.2. Formy pozemkových úprav .....	35
3.2.3. Předmět pozemkových úprav.....	36
3.2.4. Zahájení řízení.....	36
3.2.5. Průběh pozemkových úprav .....	37
3.3. Problémy současné krajiny České republiky .....	40
3.3.2. Fragmentace krajiny a špatná migrační prostupnost.....	41
3.3.3. Degradace půd .....	43
3.3.5. Estetické znehodnocení.....	47
4. Charakteristika zájmového území.....	49
4.1. Hydrologické poměry.....	50
4.2. Klimatické poměry .....	50
4.3. Půdní poměry .....	50
4.4. Využití území .....	51
5. Metodika .....	53
5.1. Metoda USLE.....	54
5.2. Model USPED .....	57
6. Současný stav řešené problematiky.....	59
6.1. Zájmové území.....	59
6.2. Digitální model terénu.....	60
6.5. Faktor ochranného vlivu vegetace .....	63
7. Výsledky .....	64



<b>7.1.</b>	<b>Maximální přípustná ztráta půdy erozí .....</b>	<b>64</b>
<b>7.2.</b>	<b>Dlouhodobá průměrná ztráta půdy dle USLE.....</b>	<b>64</b>
<b>7.3.</b>	<b>Depozice a eroze půdy.....</b>	<b>66</b>
<b>7.4.</b>	<b>Maximální přípustná hodnota ochranného vlivu vegetace.....</b>	<b>68</b>
<b>7.5.</b>	<b>Stupeň ohroženosti půdních bloků vodní erozí.....</b>	<b>69</b>
<b>7.6.</b>	<b>Návrh protierozních opatření .....</b>	<b>71</b>
<b>8.</b>	<b>Diskuse .....</b>	<b>78</b>
<b>9.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>80</b>
<b>10.</b>	<b>Přehled použité literatury.....</b>	<b>81</b>
<b>11.</b>	<b>Přílohy.....</b>	<b>86</b>

## 1. Úvod

Eroze je přirozený proces, při kterém působením činitelů jako je voda, vítr, led a případné další činitelé, dochází k rozrušování půdního povrchu, transportu půdních částic a jejich následnému usazování. Tento proces nelze zcela eliminovat, ale lze je různými metodami výrazně omezit, čímž získáme udržitelně obnovitelné zemědělské pozemky. Erozi základně rozlišujeme na erozi normální (geologickou) a erozi zrychlenou. Díky geologické erozi postupem času vznikala skalní města a krasové oblasti.

Zrychlená eroze vzniká nevhodným působením člověka na (nejen zemědělskou) půdu, přičemž největší škody způsobuje zrychlená eroze právě na půdě zemědělské. Podle ministerstva zemědělství odečte ročně z polí půda v celkové hodnotě přibližně 4,3 miliardy korun, přičemž tato částka odpovídá pouze hodnotě odnesené ornice, nikoli však celkové škodě. (například škody v obcích napáchané odnosem půdy).

Lidstvo využívá zemědělství ke své obživě více než 12 000 let. První zmínky o erozi na zemědělských pozemcích přitom pochází z doby přibližně 5 000 let před naším letopočtem, tudíž lze odvodit, že eroze je do jisté míry spjata právě se zemědělstvím. Za zásadní problém však byla eroze označena až ve 30. letech 20. století, kdy byly vydány první odborné publikace hlouběji se zabývající erozí. V polovině 60. let 20. století pak W. H. Wischmeier představil Univerzální rovnici ztráty půdy (Universal Soil Loss Equation), která je používána k výpočtu průměrné dlouhodobé ztráty půdy vodní erozí.

V České republice je v současnosti půda chráněna zákonem č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů. Dále je půda chráněna i na úrovni Evropské unie. Evropská unie vytvořila v roce 2006 všeobecnou strategii na ochranu půdy v podobě Směrnice na ochranu půdy. Směrnice se zaměřuje na dva hlavní principy. Prvním principem je snaha zabránit další degradaci půdy a chránit její funkce. Druhým principem je snaha obnovit půdu postiženou degradací na úroveň funkčnosti, která by byla slučitelná minimálně se současným a plánovaným využíváním, a tím zohlednit náklady vynaložené na obnovu půdy.

Jedním z praktických nástrojů k zamezení eroze jsou pozemkové úpravy. Cílem pozemkových úprav je přitom jak zamezení eroze, tak realizace v území nezbytných ekologických, půdoochranných a krajinných opatření. Pozemkové úpravy řeší komplexně celé území a při jejich aplikaci dochází ve veřejném zájmu k

prostorovému a funkčnímu uspořádání pozemků – scelování nebo dělení pozemků a zabezpečení jejich přístupnosti, vyrovnání jejich hranic a vytvoření podmínek pro racionální hospodářství vlastníků půd. Současně se zajišťují podmínky pro zlepšení životního prostředí, ochranu a zúrodnění půdního fondu, vodní hospodářství a zvýšení ekologické stability krajiny.

Obecně vzato jsou pozemkové úpravy efektivní nástroj na vyřešení současných problémů v české krajině. Mezi tyto problémy patří především vylidňování venkova, fragmentace krajiny, degradace půdy a estetické znehodnocení krajiny.

V této diplomové práci je analyzována erozní ohroženost v katastrálních územích Kondrac a Dub u Kondrace, které tvoří zájmové území. Na půdních blocích, na kterých dlouhodobá ztráta půdy vodní erozí překračuje dopustnou ztrátu půdy byla navržena protierozní opatření. Zvolené zájmové území bylo zvoleno z důvodu ohroženosti půdních bloků vodní erozí. Také v zájmovém území probíhá komplexní pozemková úprava, která je zpracovávána firmou Agroplan spol. s.r.o.

## **2. Cíle práce**

Cílem práce je zhodnocení erozní ohroženosti zemědělských pozemků s využitím metod USLE a USPED a stanovení protierozních opatření včetně vyhodnocení jejich účinnosti a vyhodnocení finanční náročnosti.

### **3. Literární rešerše**

#### **3.1. Půdní eroze**

Podmínky pro výskyt erozních procesů v naší republice jsou jedinečné, protože při přechodu na velkovýrobní způsob zemědělského hospodaření a při další intenzifikaci zemědělské výroby byl problém eroze v České republice podceňen. Zrychlená eroze zemědělských půd vážně ohrožuje jejich výnosnost, zároveň způsobuje mnohamilionové škody v intravilánu měst a obcí, a to zejména povrchovým odtokem a smyvem půdy ze zemědělských pozemků. Nelze samozřejmě opomenout ani škody způsobené větrnou erozí. Transformace zemědělství, probíhající u nás od počátku devadesátých let, nepřinesla v oblasti protierozní ochrany zatím výraznější zlepšení, neboť transformovaná družstva a nově vzniklé subjekty dále hospodaří na velkých půdních celcích (Vopravil a kol., 2010).

Eroze půdy ochuzuje zemědělské půdy o nejurodnější část – o ornici. V důsledku to znamená menší výnosnost zemědělské půdy, zmenšení mocnosti půdního profilu, zvýšení štěrkovitosti, což vede k poškození plodiny a kultury, znesnadňuje pohyb strojů po pozemcích a způsobuje ztráty osiv a sadby, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin, čím se prodražuje zemědělské hospodaření. Transportované půdní částice a na nich vázané látky znečišťují vodní zdroje, zanášejí nádrže, snižují průtočnou kapacitu vodních toků, vyvolávají zakalení povrchových vod, zhoršují prostředí pro vodní organismy, zvyšují náklady na úpravu vody a těžbu usazenin. V případě větrné eroze jde především o poškozování klíčových rostlin, znečišťování ovzduší a škody způsobené náváním ornice (Audeswald, 2006).

##### **3.1.1. Členění eroze**

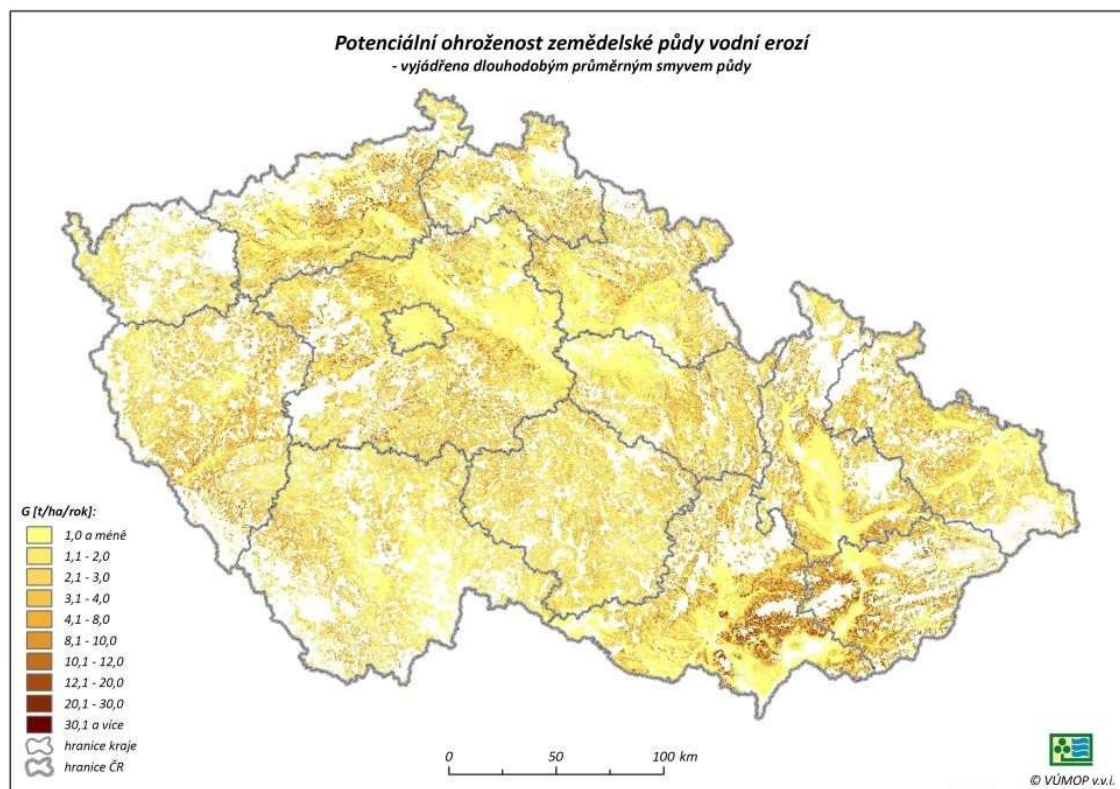
Půdní erozi rozdělujeme podle několika kritérií. Půdní erozi lze rozdělit podle činitele, který způsobuje vznik eroze, podle formy projevu eroze a podle její intenzity (Blanco, Lar R, 2008).

##### **3.1.1.1. Členění eroze podle činitele**

Půdní eroze je zapříčiněna různými činiteli. Rozeznáváme erozi vodní, ledovcovou, sněhovou, větrnou, zemní a antropogenní. Tyto druhy eroze se vyskytují jednotlivě, nebo ve vzájemné kombinaci. V České republice způsobuje největší škody eroze vodní a větrná (Blanco, Lar, 2008).

## Vodní eroze

Vodní eroze je vyvolaná kinetickou energií dopadajících dešťových kapek na půdní povrch a mechanickou silou povrchově stékající vody. Povrchový odtok vzniká z přívalových, nebo dlouho trvajících dešťových srážek. Tento druh eroze je v České republice nejvíce rozšířen. Potenciální ohroženost zemědělské půdy vodní erozí na území České republiky můžeme vidět na obr. č. 1 (Holý, 1978).



Obr. č. 1 –Potenciální ohrožení zemědělské půdy vodní erozí v ČR (VUMOP ©, 2020a)

## Ledovcová eroze

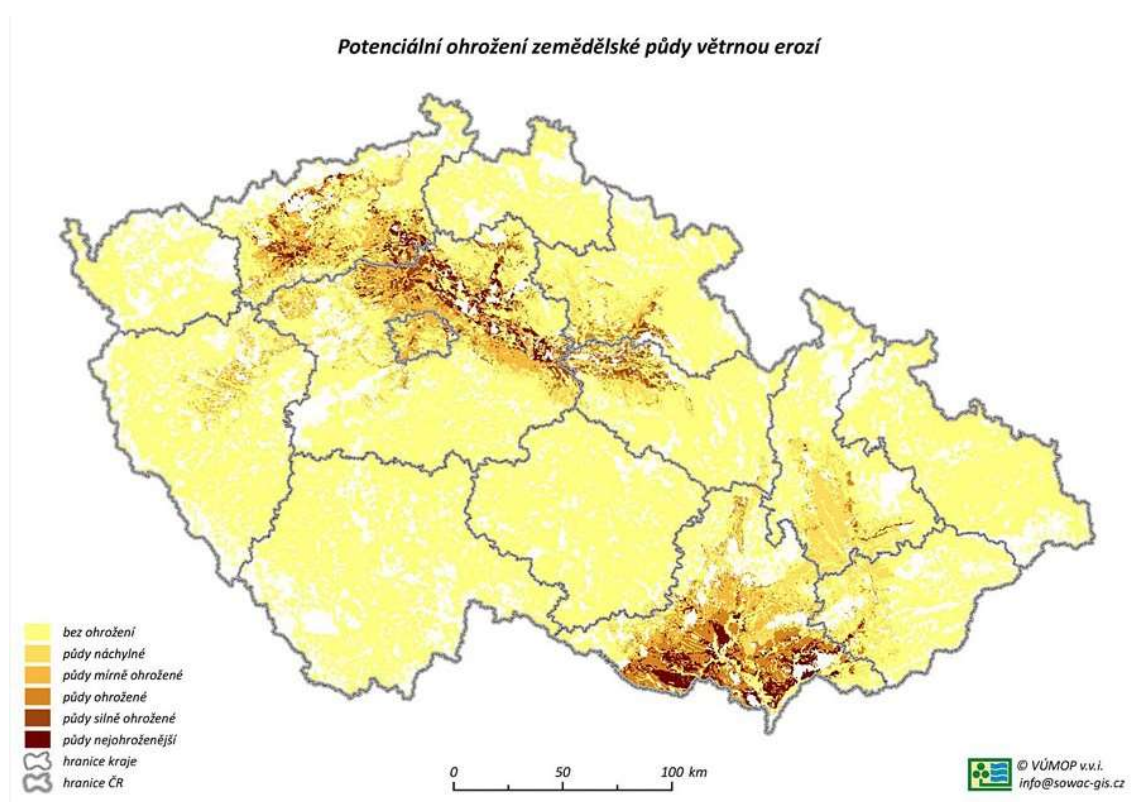
Ledovcovou erozi způsobují ledovce pohybující se působením gravitace do údolí. Při pohybu vynakládá ledovec převážnou část energie na erodování skalního podloží, které obrušuje a vyhlazuje, a také rýhuje valouny zamrzlými v ledu. Ledovec strhuje a unáší do nižších poloh velké množství horninných zvětralin, jenž po uložení, vytvářejí morény. Ledovcová eroze se vyskytuje pouze ve velehorských polohách (například: Alpy, Kavkaz), v České republice se ledovcová eroze nevyskytuje (Holý, 1978).

## Větrná eroze

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

pohybu a přenáší je na různou vzdálenost, kde se po snížení rychlosti větru ukládají (Pivcová, 2000).

Rozhodující složkou větrné eroze je vítr, jeho unášející síla je závislá na rychlosti větrného proudu, době trvání, četnosti výskytu větrů a morfologii terénu. K pohybu půdních částic stačí někdy i malé rychlosti větru, ale nejsilnější erozní účinky nastávají při silných výsušných a dlouhotrvajících větrech na holých plochách. Potenciální ohrožení zemědělské půdy větrnou erozí můžeme vidět na obr. č. 2 (Janeček a kol., 2008).



Obr. č. 2 –Potenciální ohroženost zemědělské půdy větrnou erozí v ČR (VUMOP ©, 2020a)

### Sněhová eroze

Sněhová eroze vzniká pohybem sněhu ve formě lavin, jejichž erozní činnost probíhá při velkých tlacích a rychlostech sněhu. Lavina devastuje zasažený pás území. Sněhová eroze může být vyvolána i pomalým pohybem vrstvy sněhu po neumrzlém půdním povrchu při jarním tání. Projevuje se především v podhorských oblastech. V České republice se prakticky nevyskytuje (Holý, 1978).

### Zemní eroze

Zemní erozí nazýváme erozní činnost suťových proudů, které jsou tvořeny suťovým materiálem prosyceným vodou. Při pohybu do údolí rozrušují suťové proudy

půdu i její podklad a vytvářejí hluboké rýhy. V České republice se nevyskytuje (Zachar, 1970).

### **3.1.1.2. Členění eroze podle formy jejího projevu**

Formy eroze se liší podle erozního činitele. Formy povrchové vodní eroze jsou: plošná eroze, výmolová eroze a proudová eroze. Formy větrné eroze jsou deflace a koraze (Brtnický a kol., 2012).

#### **Plošná vodní eroze**

Plošná vodní eroze je charakterizována rozrušováním a smyvem půdní hmoty na celé ploše území. Jejím prvním stupněm je eroze selektivní, při níž povrchový odtok odnáší jemné půdní částice a na ně vázané chemické látky. Dochází ke změně půdní textury a obsahu živin v půdě. Půdy podléhající selektivní erozi se stávají hrubozrnnější a mají výrazně snížený obsah živin, půdy obohacené smyvem jsou jemnozrnnější a bohaté na živiny (Holý, 1978).

Selektivní eroze probíhá zvolna a nezanechává viditelné stopy. Lze ji zjistit z jemného materiálu akumulovaného v dolních částech svahu po přivalovém dešti. Často jsou jemným materiálem zaneseny příkopy a komunikace (Holý, 1978).

Při působení plošné eroze se postupně snižuje hloubka půdy a v extrémních případech se dostaneme až na skalní podloží. Selektivní plošná vodní eroze způsobuje nestejný vývoj vegetace, projevující se rozdílným růstem, rozdílnou barvou a kvalitou. Spolehlivě lze výskyt selektivní eroze zjistit rozbořením půdy a stanovením změny obsahu živin v průběhu svahu (Gobin et al., 2004).

#### **Výmolová vodní eroze**

U výmolové vodní eroze jsou půdní částice oddělovány smykovým působením vody proudící po povrchu půdy a poklesem bočních stěn. Oddělené částice jsou transportovány kombinací válení, odskakování a suspendování. Výmolová vodní eroze vzniká postupným soustředováním povrchově stékající vody, která vytváří v půdním povrchu mělké zářezy, které se postupně prohlubují (Gobin A., et al., 2004).

První fází výmolové eroze je eroze rýžková a brázdová. Při rýžkové erozi vznikají v půdním povrchu drobné úzké zářezy, které vytvářejí na postiženém svahu hustou síť. Brázdová eroze se vyznačuje mělkými širšími zářezy, jejichž hustota na svahu je menší než u eroze rýžkové. Z rýžek a brázd vznikají pokračujícím soustředěným odtokem hlubší rýhy, které se směrem po svahu postupně prohlubují.



Tato eroze se nazývá rýhová. Ta následně přechází ve vyšší stupeň, a to v erozi výmolovou a ta v nebezpečnou, území devastující erozi stržovou. Výsledkem výmolové a stržové eroze jsou hluboké výmoly a strže (Holý, 1978).

### **Proudová vodní eroze**

Proudová vodní eroze probíhá ve vodních tocích působením vodního proudu. Pokud je erodováno pouze dno, mluvíme o erozi dnové, pokud jsou 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 (Zachar, 1970).

Nejvýrazněji se projevuje proudová eroze v bystřinách, jež nesou obvykle velké množství splavenin (Holý, 1978).

### **Deflace**

Deflace je druh větrné eroze. Deflace znamená odnos uvolněných půdních částic větrem. Výsledkem deflace je transport půdy na různé vzdálenosti a vznik písečných přesypů, především na mořských pobřežích a ve vnitrozemských pouštích (Duff, 1994).

### **Koraze**

Koraze je druh větrné eroze. Koraze spočívá v obroušování hornin půdními částicemi podléhajícími deflaci. Intenzita koraze je dána odolností materiálu, druhem a tvarem částic nesených větrem a rychlostí větru. Nejvíce podléhají korazi lehce opracovatelné horniny, jako je například pískovec. Korazí získávají postižené horniny různé tvary, například skalní sloupy, skalní města, skalní mosty a viklany (Holý, 1978).

#### **3.1.1.3. Třídění eroze podle intenzity**

Erozi dále rozdělujeme podle intenzity na erozi zrychlenou a na erozi geologickou. Eroze geologická neustále přetváří reliéf území, je přirozená a tyto procesy probíhají postupně a jsou z hlediska lidské generace prakticky nepozorovatelné. Mocnost půdního profilu se nesnižuje, eroze půdy se rovná její tvorbě zvětráváním.

Lidská činnost však způsobuje erozi zrychlenou, její intenzita je 10 – 1000x vyšší než intenzita geologické eroze. Půdní částice se touto erozí smývají v takovém rozsahu, že nemohou být nahrazeny z půdního podkladu (Brtnický a kol., 2012).

Intenzita eroze se obvykle vyjadřuje odnosem půdy v hmotnostních nebo objemových jednotkách z plochy za jednotku času. Nejčastěji se setkáváme s jednotkou: tona z hektaru za rok ( $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ) (Morgan, 2005).

Přípustnou mez eroze je velmi obtížné určit, protože se musí zároveň uvažovat důsledky, jež může erozní proces v daných podmínkách způsobit. V zemědělském hospodaření se obvykle pokládá za přípustnou mez eroze intenzita, při níž se projevuje tvorba nové půdy a zároveň se uchovává současná půdní úrodnost (Holý, 1978).

### **3.1.2. Výpočet intenzity eroze**

Hodnocení ohroženosti erozí a vlivu protierozních opatření na snížení intenzity eroze a transportu látek v území je založeno na kvantifikaci intenzity těchto procesů. Pro posouzení erozní ohroženosti je dnes k dispozici řada výpočetních metod. Tradičně se používají empirické modely erozního procesu, které vycházejí z analýzy výsledků dlouhodobého experimentálního sledování eroze a jednotlivých erozních faktorů. Od poloviny sedmdesátých let se rozvíjejí simulační modely eroze, které řeší časový a plošný průběh eroze na základě matematického vyjádření fyzikálních zákonitostí erozního procesu (Váška a kol., 2000).

#### **3.1.2.1. Metody pro hodnocení vodní eroze – Simulační metody**

Pro výpočet eroze na zemědělském pozemku se hojně využívají různé simulační modely. Vzhledem ke složitosti erozního procesu se pro matematické vyjádření erozního procesu rozděluje na 4 procesy. Jedná se o uvolnění půdních částic deštěm, přemístění půdních částic deštěm, uvolnění půdních částic povrchovým odtokem a transport půdních částic povrchovým odtokem. Výhodou simulačních metod je hlavně schopnost posuzovat několik scénářů využití a ochrany území pro různé návrhové hydrologické situace. Obecně platí, že nelze žádný simulační model používat univerzálně a musí se vždy volit s ohledem na účel a cíl, které mají být simulací procesů dosaženy (Janeček a kol., 2012).

V České republice byly testovány modely HydroCAD, AGNPS, EPIC, SMODERP, modely Erosion 2D a 3D, KINFIL a WEPP.

HydroCAD je hydrologický model založený na principu CN-křivek, který lze využít pro simulaci významných srážkoodtokových epizod na malém povodí, včetně výsledného hydrografu. Uživatel může verifikovat, zda odtokový systém povodí je kapacitně dostatečný i předpovídat výskyt povodňových nebo erozních událostí.

Dokáže vyhodnotit různé alternativy návrhu řešení hydraulických objektů a vybrat tak řešení nejvhodnější z hlediska bezpečnosti, ochrany životního prostředí a finanční náročnosti (Janeček a kol., 2012).

AGNPS (Agricultural Non-Point Source Pollution Model) – tento model je určen pro simulaci odtoku, eroze a transportu chemických látek z jednotlivé srážky z nehomogenního povodí do velikosti 200 km<sup>2</sup> (Váška a kol., 2000).

EPIC (Erosion/Productivity Impact Calculator) – tento model je obsáhlý simulační model, vyvinutý pro určení vztahů mezi vodní erozí a úrodností pozemku. Model se skládá z několika různých modulů, které řeší vliv eroze, režimů odtoku, transportu živin a způsobu hospodaření na růst a výnosy plodin (Váška a kol., 2000).

SMODERP (Simulační model povrchového odtoku a erozního procesu) umožňuje stanovit míru erozního ohrožení pozemků, určit přípustnou délku pozemku a odtokové charakteristiky plošného povrchového odtoku (objem odtoku, kulminační průtok) pro navrhovaný déšť různé pravděpodobnosti výskytu. SMODERP dává podklady protierozní ochrany na pozemky do velikosti přibližně 100 ha (Janeček a kol., 2012).

KINFIL je původně hydrologický model, který byl doplněn o řešení limitních podmínek vodní eroze. Je založen na kombinaci teorie infiltrace a transformace povrchového odtoku kinematickou vlnou. Je fyzikálně založený a používá fyzikálně-geometrické, hydraulické a hydrologické parametry malého povodí a je přednostně určen pro stanovení návrhových průtoků pro různé situace, ale i podmínky začátku erozního procesu. Aktuální verze vyžaduje kombinaci s GIS, založené na fragmentaci povodí dle říční sítě a její členění na subpovodí ve formě kaskád odtokových ploch (Kovář, Vaššová, 2010).

Modely Erosion 2D a 3D byly vytvořeny s cílem sestavit praktický využitelný model pro podmínky střední Evropy. Modely EROSION 2D i 3D mají stejný teoretický základ a simulují erozi a povrchový odtok z jednotlivého svahu nebo malého povodí ze srážky proměnné intenzity. Model 2D pracuje s podélným profilem řešeného svahu, děleným na homogenní elementy, model 3D nahrazuje řešené povodí pravidelnou čtvercovou sítí (Váška a kol., 2000).

WEPP (Water Erosion Prediction Project, USA), model WEPP poskytuje informace o polohovém a časovém rozložení ztrát půdy o její depozici, včetně přesné lokalizace s vyznačením místa a doby výskytu na povodí. Simulace procesu eroze rozlišuje kinetické rozrušování půdy dešťovými kapkami, plošnou a rýžkovou erozi i erozi rýhovou vyvolanou soustředěným odtokem (Janeček a kol., 2012).

### 3.1.2.2. Metody pro hodnocení vodní eroze – empirické metody

Nejčastěji používanou empirickou metodou v České republice pro hodnocení eroze je Univerzální rovnice ztráty půdy. Tato Univerzální rovnice také nazývaná Univerzální rovnice Wichmaister – Smith byla vytvořena pro území USA za účelem mapování dlouhodobé ztráty půdy vodní erozí na jednotlivých pozemcích. Je využívána především díky své jednoduchosti.

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

Kde **G** je dlouhodobá průměrná roční ztráta půdy ( $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ), **R** je faktor erozní účinnosti deště ( $MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1} \cdot rok^{-1}$ ), **K** určuje náchylnost půdy k erozi ( $t \cdot h \cdot MJ^{-1} \cdot cm^{-1}$ ), **L** je faktor délky svahu (bezrozměrné číslo), **S** je faktor sklonu svahu (bezrozměrné číslo), **C** je faktor ochranného vlivu vegetace (bezrozměrné číslo) a **P** je faktor účinnosti protierozních opatření (bezrozměrné číslo) (Blanco, Lar, 2008).

### 3.1.2.3. Metody pro vyhodnocení větrné eroze

Pro výpočet intenzity větrné eroze se za nejvhodnější metodu výpočtu považuje rovnice Woodrufa a Siddowaye.

$$E = I * K * C * L * V$$

Kde **E** je potenciální ztráta půdy větrnou erozí ( $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ), **I** je faktor erodibility půdy. Jeho hodnota závisí na obsahu neerodovatelných částic v půdě a určuje se rozbořem vzorku půdy. **K** je faktor drsnosti půdního povrchu, **C** je klimatický faktor, který se odvozuje na základě hodnot rychlosti větru a vlhkosti území, **L** je faktor délky pozemku – je to délka nechráněného pozemku ve směru větru – a **V** je faktor vegetačního pokryvu půdy (Pivcová, 2000).

### 3.1.3. Faktory eroze

Eroze v krajině je ovlivněna několika faktory. Jednotlivé faktory jsou závislé na činitelích způsobující erozi. Odlišujeme tedy faktory ovlivňující erozi vodní a faktory ovlivňující erozi větrnou.

#### 3.1.3.1. Faktory vodní eroze

Vznik a rozvoj procesů vodní eroze je ovlivněn řadou přírodních a lidskou činností ovlivněných faktorů. Jedná se o: klimatický faktor, morfologický faktor, půdní a geologický faktor, vegetační faktor a hospodářsko-technický faktor (Holý, 1994).

### Klimatický a hydrologický faktor

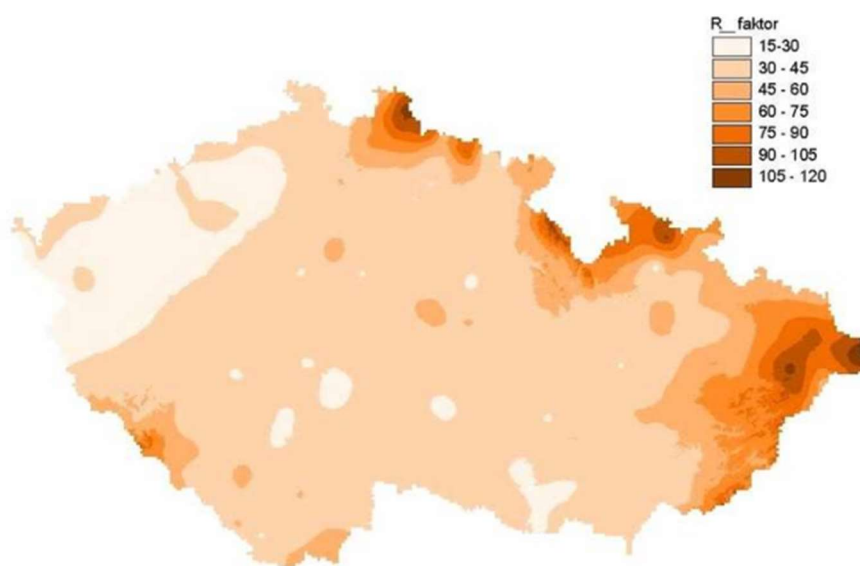
Vliv hydrologických podmínek je dán velikostí, časovým průběhem a formou povrchového odtoku ze srážek. Stanovení konkrétní kinetické energie srážek je velmi obtížné, a to zejména kvůli časové a prostorové variabilitě struktury a pádové rychlosti srážek (Blanco, Lar, 2008).

Vztah pro faktor erozní účinnosti deště  $R$  byl v USA odvozen na základě velkého množství dat o dešťových srážkách. Data ukazují, že jsou-li ostatní faktory USLE konstantní, je ztráta půdy z obdělávaného pozemku přímo úměrná součinu celkové kinetické energie přívalového deště  $E$  a jeho maximální 30minutové intenzity ( $i_{30}$ ):

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

kde  $R$  je faktor erozní účinnosti deště ( $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$ ),  $E$  je celková kinetická energie deště ( $\text{J}\cdot\text{m}^{-2}$ ),  $i_{30}$  je maximální 30minutová intenzita deště ( $\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$ ) (Janeček a kol., 2008).

Roční hodnota  $R$  faktoru se určuje z dlouhodobých záznamů o srážkách a představuje součet erozní účinnosti jednotlivých přívalových dešťů, které se v daném roce vyskytly. Neuvažují se deště s úhrnem menším než 12,5 mm a pokud v průběhu 15 minut nepadlo alespoň 6,25 mm. Deště musí být oddělené od ostatních dešťů s dobou delší než 6 hodin. Pro Českou republiku byla průměrná hodnota faktoru erozní účinnosti deště  $R = 40 \text{ MJ}\cdot\text{ha}\cdot\text{cm}/\text{hod}\cdot\text{rok}^{-1}$ . Přibližně 80 % erozně nebezpečných dešťů v České republice připadá na období červen až srpen. Průměrné hodnoty  $R$  faktoru na území České republiky můžeme vidět na obr. č. 3 (Janeček a kol., 2012).



Obr. č. 3 - Upravené průměrné hodnoty  $R$ -faktoru v  $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$  na území ČR (Janeček a kol. – 2012)

### **Morfologický faktor**

Morfologický faktor zahrnuje sklon a délku svahu, jeho tvar a expozici. Sklon a délka území je rozhodujícím faktorem pro vznik a průběh eroze. Jeho vliv může být ostatními faktory (např. vegetačním pokryvem, stavem půdního povrchu apod.) zeslaben, avšak nikdy nebude zcela vyrušen (Gobin et al., 2004).

Délka svahu má významný vliv na intenzitu vodní eroze. Při hodnocení erozní ohroženosti a návrhu protierozní ochrany se uplatňuje tzv. "přípustná délka svahu", která představuje vzdálenost od počátku svahu, při které ještě není překročena přípustná ztráta půdy erozí. Nedochází k přechodu plošného povrchového odtoku na odtok soustředěný (Váška a kol., 2000).

Morfologický faktor představuje poměr ztráty půdy na vyšetřovaném pozemku ke ztrátě půdy na standardním pozemku o délce 22 m a sklonu 9 %. Morfologický faktor se určuje pro dráhy plošného povrchového odtoku, které charakterizují odtokové poměry na pozemku (Janeček a kol., 2012).

Hodnota tohoto faktoru se určuje ze vztahu:

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

Kde:  $l_d$  je nepřerušovaná délka svahu (m) a  $s$  je sklon svahu (%).

Za účinné přerušení pozemku se považují průlehy, příkopy a hrázky (opatření, přes která povrchový odtok z pozemku nepřeteče). Za účinné se naopak nepovažují meze ani opatření ochranou plodinou (Dostál a kol., 2014).

### **Půdní a geologický faktor**

Z fyzikálních vlastností určujících náchylnost půdy k erozi je velmi důležitá především textura a struktura půdy, obsah organické hmoty a infiltrační vlastnosti půdy (Blanco, Lar, 2008).

Náchylnost půdy k erozi je v univerzální rovnici definována jako odnos půdy ( $t \cdot ha^{-1}$ ) na jednotku dešťového faktoru  $R$  ze standardního pozemku o délce 22,13 m a o sklonu 9 %, který je udržován jako kypřený černý úhor kultivací ve směru sklonu (Janeček a kol., 2008).

Tento faktor je označován jako faktor  $K$  a lze ho stanovit buď: podle vztahu odvozeného pro faktor  $K$ , podle normogramu sestrojeného na základě uvedeného vztahu, anebo přibližně podle kódu BPEJ, který je obsahuje hodnotu hlavní půdní jednotky (druhé a třetí číslo kódu BPEJ). Konkrétní hodnoty  $K$  faktoru pro konkrétní hodnotu hlavní půdní jednotky jsou zobrazeny v tab. č. 1. 29, 40, 41, 50, 58, 64, 67 a 68.

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

Tab. č. 1–Hodnoty K faktoru jednotlivých druhů HPJ (Janeček a kol. – 2012)

### Vegetační faktor

Faktor ochranného vlivu vegetace je velmi důležitý faktor v rovnici USLE. Je důležitý zejména proto, že je velmi snadno ovlivnitelný. Hodnoty C faktoru by měly být v rozsahu od 0 do 1. Výsledná hodnota vyšší než 1 by totiž znamenala ještě horší způsob hospodaření, než popisují podmínky standardního pozemku (Renard et al., 2010).

Vegetační pokryv může pozitivně ovlivňovat intenzitu eroze tím, že přímo ochrání půdu před dopadajícími kapkami, zpomaluje a snižuje povrchový odtok, zvyšuje však srážkové vody do půdy, zlepšuje fyzikální a chemické vlastnosti půdy a zpevňuje půdu kořenovým systémem (Kadlec, Toman, 2002).

Vegetace má největší vliv v období výskytu přívalových dešťů (duben až září). Nejlepší protierozní ochranu mají porosty trav a jetelovin, nejhorší protierozní

ochranu mají širokořádkové plodiny, jako jsou okopaniny, kukuřice a sady a vinice (Janeček a kol., 2008).

Pro řešení protierozní ochrany pozemků a posouzení jejich dlouhodobé erozní ohroženosti se faktor C stanoví pro jednotlivé po sobě pěstované plodiny, včetně období mezi střídáním plodin, při zohlednění nástupu a způsobu agrotechnický prací v 5 základních obdobích: 1. období podmítky a hrubé brázdy, 2. období od přípravy pozemku k setí do jednoho měsíce po zasetí nebo sázení, 3. období po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí či sázení ozimů do 30.4., 4. období od konce 3. období do sklizně a 5. období strniště (Janeček a kol., 2012).

Pokud nelze zjistit strukturu a střídání plodin v zájmovém území, je ale zjištěn alespoň seznam vysazených plodin, lze C faktor určit podle průměrného zastoupení plodin v zájmovém území. K tomuto se využívají hodnoty C faktoru uvedené v tab. 2 (Janeček a kol., 2012).

<b>Plodina</b>	<b>C faktor</b>	<b>Plodina</b>	<b>C faktor</b>
pšenice ozimá	0,12	chmelnice	0,8
žito ozimé	0,17	řepka ozimá	0,22
ječmen jarní	0,15	slunečnice	0,6
ječmen ozimý	0,17	mák	0,5
oves	0,1	ostatní olejniny	0,22
kukuřice na zrno	0,61	kukuřice na siláž	0,72
luštěniny	0,05	ostatní píceiny jednoleté	0,02
brambory rané	0,6	ostatní píceiny víceleté	0,01
brambory pozdní	0,44	zelenina	0,45
louky	0,005	sady	0,45

Tab. č. 2 – Hodnoty C faktoru pro jednotlivé plodiny (Janeček a kol., 2012)

Pokud nejsou k dispozici žádné údaje o pěstovaných plodinách, lze faktor C určit podle klimatického regionu obsaženého v kódu BPEJ, uvedené v tab. 3. Takto získaný faktor je nejméně přesný (Kadlec, Toman, 2002).



Klimatický region	Orná půda	Ostatní plocha ZPF
0	0,291	0,307
1	0,278	0,286
2	0,266	0,264
3	0,254	0,243
4	0,241	0,221
5	0,229	0,199
6	0,216	0,178
7	0,204	0,156
8	0,192	0,135
9	0,179	0,113

Tab.č. 3 – Hodnoty C faktrou podle klimatického regionu (Kadlec, Toman, 2002)

### Hospodářsko-technický faktor

Hospodářsko-technické poměry udávají především způsob využívání a obhospodařování půdy, volbu a polohové rozmístění kultur a návrh realizace různých typů protierozních opatření (Váška a kol., 2000).

Pokud nejsou protierozní opatření navržena, nebo pokud není jistota dodržování protierozních opatření. Počítá se hodnota faktoru P jako 1 (Janeček a kol., 2012).

#### 3.1.3.2. Faktory větrné eroze

Pro posouzení ohroženosti území větrnou erozí a návrh účinných opatření je nutné vyhodnotit jednotlivé faktory, které na vznik a průběh větrné eroze působí. Mezi faktory větrné eroze patří: klimatický faktor, půdní faktor, územní faktor a vegetační faktor (Duff, 1994).

#### Klimatický faktor

Do klimatického faktoru zahrnujeme vítr, atmosférické srážky, teplotu ovzduší a evapotranspiraci.

U větru je klíčová jeho rychlost a doba trvání v převládajícím směru. Kritická rychlost větru potřebná pro uvedení částic do pohybu se pohybuje mezi 21 až 48 km/h. Pro deflační činnost větru je také rozhodující jeho směr působení a rychlost větru naměřená při zemi, která je přibližně 30 % rychlosti větru naměřené ve výšce 10 m (Holý, 1994).

Další klimatické faktory (atmosférické srážky, teplota, proudění vzduchu, vlhkost vzduchu a výpar) ovlivňují půdní vlhkost. U těžkých půd pak hraje podstatnou

roli též průběh počasí v zimním období (cykly zamrznání a rozmrznání půdy). Těžké půdy tak vykazují určitá specifika (Doležal a kol., 2017).

### **Půdní faktor**

Pro odolnost půdy vůči působení větru jsou důležité zejména struktura půdy, velikost a tvar půdních částic, vlhkost půdy a drsnost půdního povrchu (Váška a kol., 2000).

Čím větší je rozměr půdních částic, tím vyšší rychlost větru při zemi je potřebná, aby nastal odnos půdních částic. Čím delší je území ve směru vzdušného proudu, tím větší je abraze půdními částicemi. Odnos půdy je ovlivňován dalšími faktory, jako je vazkost, či odpor částic proti odnosu, ovlivňovaný především strukturou a vlhkostí půdy, množstvím organické hmoty, ale i kořenovým systémem rostlin (Doležal a kol., 2017).

### **Územní faktor**

Pro určení náchylnosti pozemku k odnosu půdy větrem je rozhodující délka pozemku ve směru převládajících větrů a sklonitost pozemku. Větrná eroze je obecně vzato větší na sklonitých pozemcích než na vodorovných pozemcích, protože rychlost větru se nad terénními vlnami zvyšuje, a tím se zvyšuje i odnosná síla větru (Duff, 1994).

### **Vegetační faktor**

Vegetace snižuje rychlost větru při půdním povrchu, pohlcuje značnou část jeho síly a chrání půdní částice před přímým nárazem větru. Kromě toho dochází ke zpevnění povrchu půdy kořenovým systémem rostlin. Zastínění povrchu půdy vegetací zvyšuje jeho vlhkost (Váška a kol., 2000).

## **3.1.4. Protierozní opatření**

Protierozní opatření závisí na činiteli, který erozi způsobuje. Níže proto popisují možná opatření proti vodní erozi, následně pak opatření proti větrné erozi.

### **3.1.4.1. Opatření proti vodní erozi**

Protierozní ochranu je třeba realizovat jako komplexní systém a vybírá se v závislosti na nutnosti ochrany půdy samotné, ochrany přilehlých obcí, ochrany vodních toků a finanční náročnosti. Protierozní ochrana kombinuje organizační, agrotechnické a technické prvky (Morgan, 2005).

Obecně lze říci, že účinný systém protierozní ochrany musí spočívat v přímé ochraně povrchu půdy před dopadem dešťových kapek, v udržení povrchového odtoku ve fázi plošného odtoku nepřekročením přípustných délek svahu na pozemcích a ve stabilizaci drah přirozené koncentrace povrchového odtoku.

Z ekonomického hlediska návrhu je nutno zvážit pravděpodobnost výskytu a dobu trvání návrhové srážky a při návrhu protierozní ochrany postupovat od finančně i realizačně nejjednodušších organizačních a agrotechnických opatření k opatřením technického charakteru, která jsou finančně náročnější a technicky složitější. Při řešení protierozní ochrany v rámci komplexních pozemkových úprav je třeba v přípravném i projektovém řešení zohlednit skutečnost, že řada protierozních prvků je součástí polyfunkční kostry pozemkové úpravy, a kromě protierozní funkce, plní i funkci vodohospodářskou, ekologickou, krajinnotvornou apod. (Váška a kol., 2000).

### **Organizační opatření**

Základem organizačních protierozních opatření je situování pozemků delší stranou ve směru vrstevnic, zvolení vhodné velikosti a tvaru pozemku a vymezení parcel vhodných ke změně druhu pozemku. Organizační opatření jsou na orné půdě navrhována v součinnosti s ostatními protierozními opatřeními a předpokládají dobrou spolupráci a zainteresovanost hospodařících subjektů (Morgan, 2005).

### Tvar a velikost pozemku

Z hlediska protierozní ochrany je žádoucí, aby rozměr pozemků orné půdy ve směru sklonu svahu nepřevyšoval přípustnou délku svahu. Tato podmínka platí pro pozemek obdělávaný jako celek i pro skupinu pozemků, které od sebe nejsou odděleny hranicemi. Při novém návrhu tvaru a velikosti pozemků je nutné respektovat i jeho homogenitu půdních vlastností. Při návrhu je nutno optimálním způsobem spojit protierozní, vodohospodářské a dopravní limity, které vytvářející funkční kostru ekologické stability krajiny (Janeček a kol., 2012).

Ideálním tvarem pozemku je obdélník o poměru délky a šířky 1:2 až 1:3, situovaný delší stranou podél vrstevnic. Není vhodné vytvářet pozemky menší než 4 až 5 ha. Takto malé pozemky jsou z hlediska mechanizovaného obdělávání málo efektivní. Ideální velikost pozemku je přibližně 30 ha, kdy jsou všechny mechanizační prostředky dostatečně využity a ani z ekonomického hlediska nemá vytváření větších pozemků význam (Váška a kol., 2000).

### Protierozní rozmístění plodin

Dalším organizačním opatřením je umístění plodin s nedostatečným ochranným účinkem (širokořádkové plodiny) na rovinné nebo mírně svažité pozemky do sklonu nejvýše 8 %. Na svažitéjších pozemcích se sklony 8 % až 15 % je nutno nedostatečný protierozní ochranný účinek širokořádkových plodin zvýšit střídáním s vrstevnicovými pásy obilovin, obilovin s podsevem nebo víceletých pícnin či speciálními agrotechnickými postupy (Váška a kol., 2000).

### Pásové střídání plodin

Při pásovém pěstování plodin se střídají pásy plodin s malým protierozním účinkem s pásy plodin s vyšším protierozním účinkem. Toto opatření je vhodné u pozemků, které mají sklon 5 % až 20 %. Při sklonech nad 12 % je doporučeno používat jako meziplodinu víceleté pícniny. Šířka pásů se stanovuje výpočtem v závislosti na sklonu a délce svahu, propustnosti a erodovatelnosti půdy, návrhové srážce, druhu a střídání plodin v osevním postupu a používané mechanizaci. Minimální šířka pásů je z mechanizačního hlediska 20 m (Janeček a kol., 2008).

### Delimitace druhu pozemků a ochranné zatravnění a zalesnění

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

Hlavním kritériem pro delimitaci kultur je z hlediska protierozní ochrany sklonitost území. Svahy se sklonem vyšším než 50 % se vyčleňují pro zalesnění. Trvalými travními porosty by měly být chráněny plochy svahových luk a pastvin v půdních poměrech vylučujících orbu při svažitosti 25–50 % (Váška a kol., 2000).

### **Agrotechnická opatření**

Protierozní agrotechnická opatření se používají ke zlepšení vsakovací schopnosti půdy, zvýšení její protierozní odolnosti a k vytvoření ochrany povrchu půdy v období výskytu přívalových srážek. Především širokořádkové plodiny svým vzrůstem a stupněm zapojení nedostatečně kryjí půdu. Mezi obecná agrotechnická opatření řadíme: časný termín výsevu plodin, výsev víceletých pícnin do krycí plodiny a posun podmínky do období s nižším výskytem přívalových dešťů. Dále se používají speciální nebo opravené mechanizační prostředky k protierozní orbě, kultivace půdy (prováděná otočnými pluhy s obrácením brázdy proti svahu), bezorebné setí do

nezpracované půdy speciálními secími stroji, hrázkování, důlkování a mulčování (Janeček a kol., 2012).

### **Technická opatření**

Technická opatření se navrhuje jako základní prvek komplexního systému protierozních opatření zejména na pozemcích, kde nepříznivé důsledky povrchového odtoku ohrožují zastavěnou část obce. Jejich základní účinnost se zvyšuje v kombinaci s protierozními opatřeními organizačního a agrotechnického charakteru. Optimálním návrhem prostorového rozmístění liniových záchytných prvků technických opatření dojde ke snížení hodnoty faktoru délky svahu. Jsou navrhovány tak, aby svou lokalizací přerušily délku svahu a usměřňovaly směr obdělávání pozemků a způsob hospodaření zemědělských subjektů (Janeček a kol., 2008).

Vedle uvedených základních funkcí mají spolu s doprovodnou zelení význam i z hlediska krajiny estetického a ekologického. Systém liniových technických protierozních prvků v kombinaci se zelení může fungovat v krajině i jako významná součást územních systémů ekologické stability krajiny. Komplexní systém ochranných opatření v povodí se navrhuje a realizuje zpravidla v rámci procesu pozemkových úprav. Mezi technická protierozní opatření řadíme: protierozní průlehy, příkopy, hrázky, meze, ochranné nádrže, stabilizování drah soustředěného odtoku a terasování (Kadlec a kol., 2014).

#### Protierozní průlehy

Průlehy se navrhuje k zachycení, infiltraci a odvádění povrchového odtoku. Průleh je mělký, široký příkop s mírným sklonem svahů (1:5 až 1:10). Průlehy jsou použitelné na svazích s hlubšími půdami do sklonů nejvýše 15 %. Navrhují se jako jednotlivé protierozní prvky nebo v soustavě. Z funkčního hlediska se průlehy navrhuje jako záchytné, odváděcí, kombinované a svodné (Váška a kol., 2000).

#### Protierozní příkopy

Protierozní příkopy doplňují hydrografickou síť pro zachycování a odvádění povrchového odtoku a splavenin. Z hlediska funkce se příkopy navrhuje jako: záchytné obvodové k ochraně území před přítokem vnějších vod, sběrné pro zachycování vnitřních vod a svodné pro odvádění vnitřních vod do recipientů (Kadlec a kol., 2014).

### Protierozní hrázky

Protierozní hrázky se budují na pozemcích ve směru vrstevnic a na úpatí svahů především k ochraně důležitých objektů před zatopením povrchovou vodou z přívalových srážek. Hrázky se budují převážně jako zemní, nejvýše 1 m až 1,5 m vysoké, opevněné zatravněním. Hrázky musí být vybaveny vypouštěcím zařízením, které zajistí odtok relativně čisté vody po usazení půdních částic před hrázkou. Ochranné hrázky je výhodnější budovat tam, kde docházelo k zanášení příkopů a průlehů (Kadlec a kol., 2014).

### Protierozní meze

Protierozní meze jsou složeny ze tří částí: zasakovacího pásu nad mezí, vlastního tělesa meze a odváděcího průlehu pod mezí. Protierozní mez by měla být podle sklonu svahu vysoká nejvýše 1–1,5 m, ve sklonu 1:1,5, zatravněna a případně osázena doprovodnou zelení. Protierozní meze musí být napojené na svodný prvek (příkop, průleh, stabilizovanou dráhu soustředěného odtoku). Doprovodný průleh pod tělesem meze se provádí ve sklonu 20 % k mezi. Je dimenzován podle potřeby na zvolený N-letý návrhový průtok. Zasakovací a sedimentační pás nad mezí by měl být zatravněný a široký minimálně 6 m (Váška a kol., 2000).

### Stabilizace drah soustředěného odtoku

Přírozené nebo upravené dráhy soustředěného povrchového odtoku jsou stabilizovány vegetačním krytem. Jsou schopny bez projevů eroze odvést povrchový odtok, ke kterému dochází v důsledku morfologické rozmanitosti krajiny. Jsou to především místa, kde při přívalových deštích nebo při jarním tání dochází k soustředěnému odtoku a vytvářejí se tam erozní rýhy (Kadlec a kol., 2014).

### Ochranné nádrže

Ochranné protierozní nádrže se navrhují jako účinná opatření k akumulaci, retenci, retardaci a infiltraci povrchového odtoku a k usazování splavenin. Tyto nádrže mohou být navrhovány jako suché ochranné protierozní nádrže, které slouží ke krátkodobému zachycení povrchového odtoku a splavenin nebo se stálým vodním obsahem a vymezeným sedimentačním a retenčním prostorem. Hlavními objekty zpravidla jsou: hráz, výpustné zařízení, výpust', bezpečnostní přeliv a nápuštný objekt (Patera, 2002).

## Terasování

Terasování umožňuje využívat pozemky, které by pro velký sklon a členitost území nebylo možné současnými formami zemědělské výroby efektivně využívat. Terasování na svažitéch pozemcích slouží ke zmenšení jejich velkého sklonu terénními stupni, k rozdělení svahu na úseky, aby povrchový odtok nedosáhl nebezpečného erozního účinku a ke zlepšení využití mechanizace. Terasy jsou vždy obrovským zásahem do geologie, geomorfologie, pedologie i biologie krajiny a mohou narušit přirozené ekologické mechanismy, jejichž rozsah lze i dnes těžko předvídat. Z toho důvodu je nutno brát terasy jako krajní řešení protierozní ochrany (Kadlec a kol., 2014).

### **3.1.4.2. Opatření proti větrné erozi**

Ochrana pozemků před větrnou erozí se navrhuje jako systém organizačních, agrotechnických a technických opatření. Při návrhu protierozní ochrany se používají především organizační a agrotechnická opatření. Technická opatření tvořící kostru protierozního systému slouží především ke snížení rychlosti větru a omezení jeho erozního působení. Do protierozní ochrany se začleňují stávající a navrhované biokoridory, které mají protierozní účinnost (Duff, 1994).

#### **Organizační opatření**

Organizační opatření proti větrné erozi využívají především vlivu vegetace na ochranu povrchu půdy před účinky větrné eroze. Organizační opatření zahrnují protierozní rozmístění plodin, pásové pěstování plodin, osevní postupy, tvar a velikost pozemků (Váška a kol., 2000).

#### **Agrotechnická opatření**

Agrotechnická opatření proti větrné erozi jsou zaměřena zejména na udržení povrchu ve správném strukturálním stavu používáním organických hnojiv, zvyšováním obsahu jílovitých částic a aplikací stabilizujících látek. Mezi agrotechnická opatření řadíme kultivaci půdy, zvýšení vlhkosti půdy a stabilizaci povrchu půdy chemickými prostředky (Doležal a kol., 2017).

#### **Technická opatření**

Technická opatření proti větrné erozi slouží zejména ke snížení rychlosti větru. Umísťují se kolmo na směr převládajícího větru. Technická opatření zahrnují přenosné zábrany a ochranné lesní pásy (Váška a kol., 2000).

Ochranné lesní pásy snižují rychlost větru v určité vzdálenosti před a za větrolamem. Jejich pozitivní vliv na krajinu a její mikroklima se projevuje především v klimaticky suchých oblastech. Podle propustnosti pro vítr se větrolamy rozdělují na typ prodouvavý, neprodouvavý a poloprodouvavý (Pivcová, 2000).

Z funkčního hlediska se za nejvhodnější považuje poloprodouvavý typ větrolamu. U tohoto typu se projevuje snížení rychlosti větru až o 40 % na návětrné straně do vzdálenosti cca desetinásobku výšky větrolamu. Na závětrné straně snižuje větrolam rychlost větru o 80–90 % do vzdálenosti 20 až 30 násobku své výšky větrolamu. Šířka větrolamu by se měla pohybovat v rozmezí 5–7 m. Výška vzrostlých dřevin při plné účinnosti větrolamu je 20–25 m. Důležitým předpokladem účinnosti větrolamů je správná volba dřevin, která musí odpovídat přírodním podmínkám daného regionu a současně musí být vhodná pro konstrukci větrolamu. Musí zaručit vzrůst do požadované výšky a zajistit potřebnou propustnost (Pivcová, 2000).

### **3.1.5. Monitoring eroze zemědělské půdy**

V České republice v rámci monitoringu eroze půdy dochází ke sběru informací a dat o erozních událostech a jejich příčinách od roku 2012. Na monitoringu eroze spolupracuje Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. (VÚMOP) a Státní pozemkový úřad (SPÚ). Pro evidenci a správu informací o monitorovaných událostech byl vyvinut webový portál „Monitoring eroze zemědělské půdy“ (<http://me.vumop.cz>). Portál slouží k nahlašování erozních událostí (Kapička, Žížala a kol., 2020).

Hlavním cílem monitoringu eroze zemědělské půdy je zajistit relevantní data o rozsahu problémů eroze zemědělské půdy, o příčinách tohoto stavu, o správnosti zacílení stávajících politik v boji proti erozi a o účinnosti a neúčinnosti některých protierozních opatření. Následně se data využívají k navrhování účinných protierozních opatření při přípravě nových politik v této oblasti. Hlavním cílem monitoringu je tedy zajištění efektivnější ochrany zemědělského půdního fondu. (VUMOP ©, 2021b)

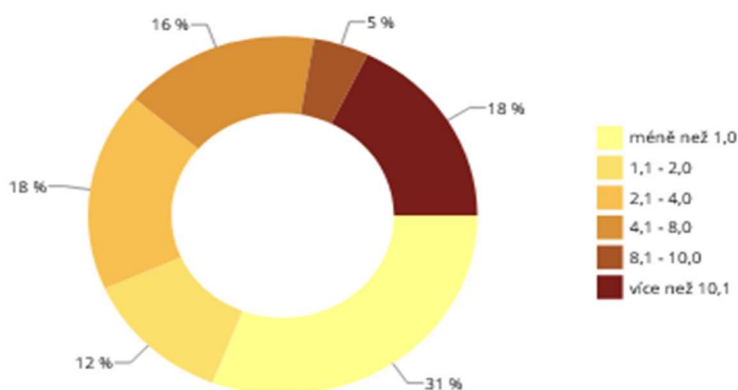
Na základě nasbíraných dat vydal VÚMOP metodiku, jejímž cílem je zpřísnění podmínek hospodaření pro ty zemědělce, kteří opakovaně a prokazatelně svojí činností způsobují erozi půdy. Cílem metodiky je zejména přecházet vzniku škod v intravilánu obcí či na jiném majetku (komunikace, železnice apod.) (Kapička, Žížala a kol., 2020).



### 3.1.6. Rozšíření eroze v České republice

#### Rozšíření vodní eroze

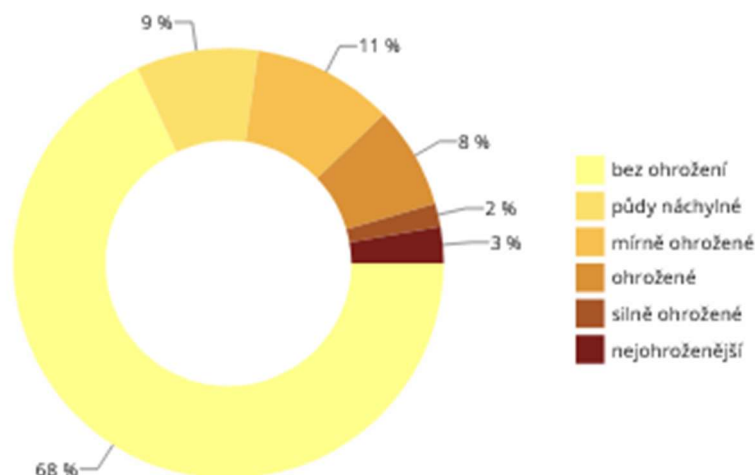
Vodní eroze je v České republice poměrně rozšířená a překračuje doporučenou roční ztrátu orné půdy na více než polovině rozlohy zemědělské půdy. Jsou to půdy rozprostřené po celém území České republiky, ale nejvíce ohrožených půd je v oblasti Jihomoravského kraje a v Polabí. V České republice je výskyt vodní eroze specifický, a to díky tomu, že při přechodu na velkovýrobní způsob zemědělského obhospodařování a další intenzifikaci zemědělské výroby, byl problém vodní eroze velmi podceňen. Následky eroze zemědělských půd znamenají vážné ohrožení úrodnosti a mnohamilionové škody v intravilánech měst a obcí, způsobených povrchovým odtokem a smyvem půdy ze zemědělských pozemků. Na obr. č. 5 můžeme vidět příslušnou ztrátu půdy na zemědělských pozemcích vodní erozí (Vopravil a kol., 2010).



Obr. č. 5 – Procentuální ohroženost zemědělské půdy vodní erozí v České republice (Vopravil a kol., 2010)

### Rozšíření větrné eroze

Větrnou erozí je v České republice ohroženo 24% zemědělské půdy, což je výrazně méně než erozí vodní. Jsou to především rovinnaté oblasti. V České republice je větrnou erozí ohrožena především zemědělská půda v Podyjí a Polabí. Většina území, která je ohrožena větrnou erozí, není výrazně ohrožena erozí vodní. Na obr. č. 6 můžeme vidět ohroženost zemědělské půdy větrnou erozí (Vopravil a kol., 2010).

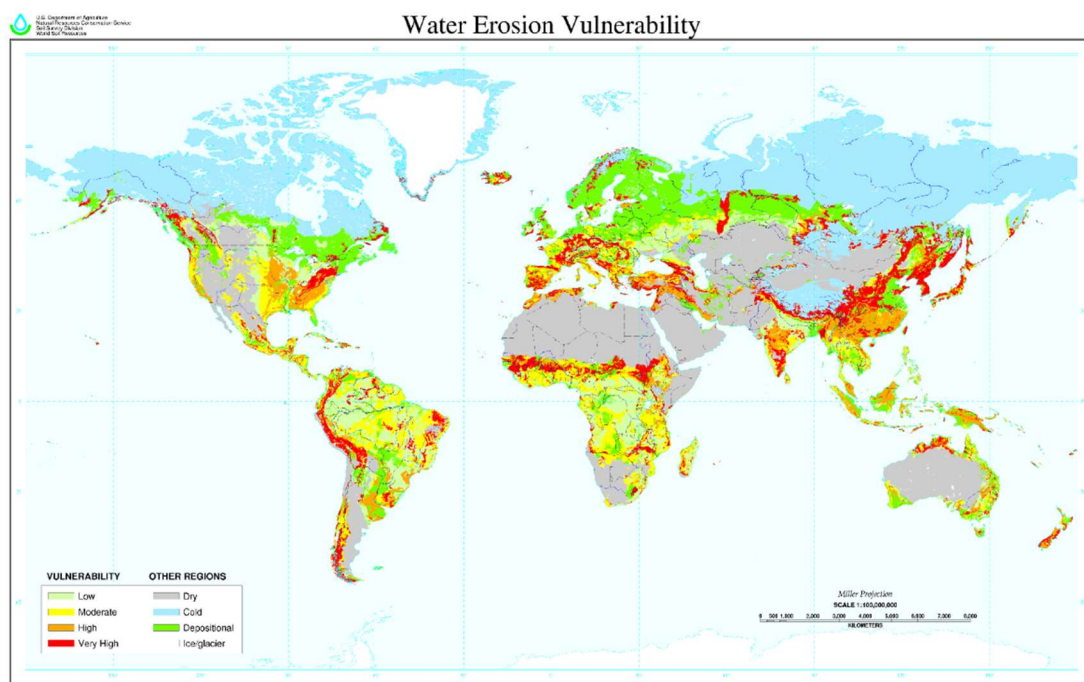


Obr. č. 6 – Procentuální ohroženost zemědělské půdy větrnou erozí v České republice (Vopravil a kol., 2010)

### 3.1.7. Rozšíření eroze ve světě

Na světě je přibližně 14,7 milionů km<sup>2</sup> zemědělské půdy. Z toho je více než 9 milionů km<sup>2</sup> ohroženo plošnou vodní erozí, přičemž 1,7 milionů km<sup>2</sup> je vážně poškozeno odnosem půdy s následnými deformacemi povrchu včetně tvorby erozních rýh a strží. Každoročně je ve světě odplaveno přibližně 30–40 miliard tun úrodné orné půdy (Moldan, 2015).

Největší příčinou vodní eroze je odlesnění, které působí asi 40 % všech potíží, dále nadměrná pastva (29 %) a také nevhodné zemědělské postupy (24 %). V globálním měřítku je větrná eroze méně výrazná oproti erozi vodní, avšak existují oblasti, kde může být větrná eroze stejně závažná jako eroze vodní (Jeníček, Foltýn, 2010).



Obr. č. 7 – Erozní ohroženost půd ve světě (USDA ©, 2021)

### 3.1.8. Přípustné meze eroze

Hodnoty přípustné ztráty půdy erozí jsou stanoveny především z hlediska dlouhodobého zachování funkcí půdy a její úrodnosti. V současné době je zapotřebí chránit jak půdy mělké (půdy s hloubkou do 30 cm), tak půdy středně hluboké (půdy s hloubkou půdy 30 až 60 cm) a hluboké (půdy s hloubkou nad 60 cm). Hloubka půdy je charakterizována mocností půdního profilu, kterou omezuje skalní podklad, rozpad půdy nebo vysoká skeletovitost. Hloubka půdy se určí terénním průzkumem v místech nejsvažitéjší části pozemku. Přibližně lze určit hloubku půdy podle kódu BPEJ, kde je hloubka vyjádřena 5. číslicí (Janeček a kol., 2012).

U mělkých půd je doporučená přípustná průměrná roční ztráta půdy 1 ( $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ). Tato hodnota představuje přibližně výšku 1 mm půdy. Proto je doporučeno, aby mělké půdy nebyly používány pro polní výrobu, a je doporučeno je převést do kategorie trvalých travních porostů nebo je zalesnit. U středních hlubokých půd je doporučená přípustná průměrná roční ztráta půdy 4 ( $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ). U hlubokých půd je také doporučená přípustná průměrná roční ztráta půdy 4 ( $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ) (Dostál a kol., 2014).

Podle dat vyhodnocených H. H. Bennetem vyplývá, že vrstva půdy o mocnosti 2 až 3 centimetry, vytvořená z matečního substrátu potřebuje pro svůj vznik za příznivých podmínek při dobrém vegetačním pokryvu a účinné ochraně půdy 200 až 1000 let (Bennet, 1947).

Z. Kukul na základě literárních údajů o zvětrávání v různých podmínkách dochází k závěru, že průměrná rychlost tvorby půd se na celém zemském povrchu pohybuje okolo hodnoty 10 cm za 1000 let, což znamená 0,1 mm za rok respektive  $1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (Kukul, 1964).

### **3.2. Pozemkové úpravy**

Pozemkové úpravy jsou efektivní nástroj k vytváření podmínek pro racionální uspořádání vlastnických vztahů k zemědělským a lesním pozemkům s ohledem na hospodaření a na potřeby krajiny. Při realizaci pozemkových úprav se vytváří plány společných zařízení. V rámci společných zařízení dochází k budování nových polních cest, vodních nádrží, ochraně zastavěných území neškodným odvedením povrchových vod, doplnění zeleně v krajině a vytvoření opatření na omezení eroze. Komplexní pozemková úprava trvá v České republice běžně 3–7 let (Toman, 1995).

Pozemkové úpravy mají pozitivní dopady pro obce. Pozemkové úpravy, mimo jiné, vyjasní vlastnické vztahy k pozemkům, vedou k dohledání doposud nezapsaného obecního majetku a jeho optimální rozmístění v souladu s veřejně prospěšnými záměry v krajině. Pozemkové úpravy dále umožní převedení pozemků pod navrženými společnými zařízeními do vlastnictví obce, což vede ke zjednodušení jejich budoucí realizace.

V důsledku pozemkových úprav též dojde ke snížení pohybu zemědělské techniky uvnitř obce v důsledku vybudování nových polních cest v extravilánu a ke zvýšení ekologické stability, pestrosti a retenční schopnosti krajiny realizací místních prvků ÚSESa. V neposlední řadě dojde k novému uspořádání pozemků tak, aby byly přístupné (Ministerstvo Zemědělství ©2016).

Pozemkové úpravy mají pozitivní význam i pro vlastníky pozemků v dotčeném katastrálním území. Pozemkové úpravy vedou k upřesnění vlastnictví pozemků co do výměry i polohy, úpravě tvaru pozemků, ke scelení pozemků jednoho vlastníka do jednoho pozemku, k bezplatnému prvnímu vytyčení nových pozemků v terénu a k trvalé stabilizaci nových lomových bodů, k zpřístupnění pozemků vytvořením sítě polních cest a k uzavření nových nájemních smluv na již zcela přesnou výměru jednotlivých parcel (Ministerstvo zemědělství, ©2016).

Pozemkové úpravy mají také význam pro katastr nemovitostí. Konkrétně při nich dochází k obnově katastrálního operátu, vzniku digitální katastrální mapy, přesnému výměru jednotlivých parcel, promítnutí skutečného stavu do katastru

nemovitosti a odstranění nesouladů. Při pozemkových úpravách dojde též k zahuštění polohového bodového pole, k dohledání dosud neznámých vlastníků, případně dědiců zemřelých vlastníků a k opravě případných nesprávných údajů o vlastnicích nemovitostí. Ale může vzniknout nesoulad v kvalitě katastrální mapy mezi intravilánem a extravilánem obce. V praxi se nestává, aby se současně s pozemkovou úpravou vytvořila nová digitální katastrální mapa intravilánu obce. V lepším případě zůstane v intravilánu obce původní zdigitalizovaná katastrální mapa (SPÚ, ©2020).

Účastníky pozemkových úprav jsou vlastníci pozemků v obvodu pozemkové úpravy, příslušný pozemkový úřad, obec a další orgány státní správy (správci komunikací, vodních toků) (Toman, 1995).

### **3.2.1. Cíle pozemkových úprav**

Pozemkové úpravy mají dva stěžejní cíle. Prvním cílem je vytvoření územních předpokladů pro zpřístupnění, racionální využívání a ochranu zemědělského půdního fondu. Druhým cílem je ochrana a obnova krajiny a přírodních zdrojů. Konkrétní cíle jsou definovány v § 2 zákona č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech, ve znění pozdějších předpisů (dále „zákon o pozemkových úpravách“). Jde především o zpřístupnění pozemků jejich vlastníků a celkové zvýšení prostupnosti krajiny, vytvoření podmínek pro racionální hospodaření na zemědělských pozemcích, důsledná ochrana zemědělské půdy, ochrana kvality vody, zvýšení její retence v krajině a minimalizace povodňových škod, obnovení osobního vztahu lidí k zemědělské půdě a krajině s důrazem na zvýšení kvality života na venkově, obnovení struktury krajiny, zvýšení její biodiverzity a celkové ekologické stability (Sklenička, 2003).

### **3.2.2. Formy pozemkových úprav**

#### **Komplexní pozemkové úpravy**

Komplexní pozemkové úpravy jsou prováděny plně v souladu s vyhláškou č. 13/2014 Sb, o postupu při provádění pozemkových úprav a o náležitostech návrhu pozemkových úprav (dále „vyhláška o postupu při provádění pozemkových úprav“). Tato forma pozemkových úprav je komplexní, nikoliv jednoúčelová. Řeší provázanost území, ÚSES, vytváří funkční uspořádání pozemků a vlastnických práv, řeší vodohospodářské poměry a k nim případná protierozní opatření (Sklenička, 2003).

### **Jednoduché pozemkové úpravy**

Jednoduché pozemkové úpravy se používají, pokud je potřeba vyřešit pouze některé hospodářské potřeby (urychlené scelení pozemků, zpřístupnění některých pozemků) nebo ekologické potřeby v krajině (lokální protierozní nebo protierozní opatření) nebo v případě, kdy se pozemkové úpravy mají týkat jen části katastrálního území (Ministerstvo zemědělství, ©2016).

#### **3.2.3. Předmět pozemkových úprav**

Předmětem pozemkových úprav jsou všechny pozemky v obvodu pozemkových úprav bez ohledu na dosavadní způsob využívání a existující vlastnické a užívací vztahy k nim (Sklenička, 2003).

Obvod pozemkové úpravy stanoví pozemkový úřad, který při jeho určení postupuje tak, že do něj zahrne pozemky, které posoudil jako nezbytné pro dosažení cílů pozemkových úprav a pro obnovu katastrálního operátu s přihlédnutím k požadavkům vlastníků pozemků, příslušné obce (obcí) a katastrálního úřadu (SPÚ, ©2017).

Obvod pozemkové úpravy je tvořen jedním, ale někdy i více celky. Navrhovatel obvodu může do obvodu zahrnout i pozemky, které se mají zaměřovat pouze pro obnovu souboru geodetických informací. Je-li to k dosažení cílů pozemkových úprav vhodné, lze do obvodu pozemkových úprav zahrnout také pozemky v navazující části sousedícího katastrálního území. Mimo obvod pozemkové úpravy jsou zařazeny nejčastěji pozemky v zastavěném území obce a komplexy lesních pozemků. Tyto pozemky nejsou předmětem řízení o pozemkových úpravách, takže se neoceňují, nezpřístupňují, nesměňují a ani se nezaměřují. Pozemkový úřad o takovýchto pozemcích nerozhoduje (SPÚ, ©2017).

#### **3.2.4. Zahájení řízení**

Řízení o pozemkových úpravách se vždy zahajuje z podnětu pozemkového úřadu. Existují tři důvody k zahájení řízení. První důvod k zahájení řízení může být na požadavek vlastníků. Jestliže požádají o pozemkovou úpravu vlastníci většiny výměry zemědělské půdy v příslušném katastrálním území, pozemkový úřad musí vždy zahájit řízení o pozemkových úpravách. Pokud požádají vlastníci méně než polovinu výměry zemědělské půdy, pozemkový úřad posoudí naléhavost, účelnost a opodstatněnost pozemkových úprav. Pokud dojde pozemkový úřad k závěru, že

důvody pro pozemkové úpravy jsou opodstatněné, řízení o pozemkových úpravách zahájí (SPÚ, ©2017).

Dalším důvodem zahájení řízení o pozemkových úpravách může být záměr stavební činnosti. Nejčastěji se jedná o liniovou dopravní stavbu (dálnice, obchvat města, železnice). U těchto staveb dochází k výraznému ovlivnění dopravního systému, vodohospodářských poměrů a systému ekologické stability, a proto pozemkový úřad zahajuje řízení. Dále pozemkový úřad rozhodne, zda bude vypracována studie, na jejímž základě bude stanoven rozsah území dotčeného činností stavebníka a jeho podíl na nákladech pozemkových úprav (Ministerstvo zemědělství, ©2016).

Třetím důvodem pro zahájení řízení jsou tzv. „další důvody k zahájení“. Jedná se o takové případy, kdy pozemkový úřad uzná za nutné zahájit pozemkovou úpravu. Zejména půjde o případy, kdy nastane nutnost vyřešení protipovodňových a protierozních opatření, která napomáhají zmírnění škod na životech, majetku a na životním prostředí (Sklenička, 2003).

### **3.2.5. Průběh pozemkových úprav**

#### **Podklady pro pozemkovou úpravu**

Zásadním podkladem pro pozemkové úpravy jsou podklady z katastru nemovitostí. Konkrétně se jedná o data SGI (soubor geodetických informací), SPI (soubor popisných informací), sbírka listin (ta obsahuje rozhodnutí orgánů veřejné moci, smlouvy a jiné listiny, na jejichž podkladě byl proveden zápis do KN, úplná znění prohlášení vlastníka domu a dohody spoluvlastníků o správě nemovitosti) a historické údaje (údaje z pozemkové knihy, bývalého pozemkového katastru, údaje ze scelovacího řízení, přidělového řízení a evidence nemovitostí). Dalším důležitým podkladem jsou data ze zeměměřického úřadu. Konkrétně se jedná o ZABAGED, RÚIAN, ortofoto, Mapy 1:5000 a 1:10000 a bodová pole. V neposlední řadě tvoří podklady mapy BPEJ, územní plán, mapa plánu ÚSES a polohopisné a výškopisné geodetické zaměření terénu (Ministerstvo zemědělství, ©2016).

#### **Úvodní jednání**

Na úvodní jednání jsou sezváni účastníci pozemkových úprav v souladu s ust. §5 zákona o pozemkových úpravách. Účastníkům je představen zpracovatel pozemkové úpravy a jsou seznámeni s účelem, významem, formou, předpokládaným

obvodem a harmonogramem pozemkových úprav. Dále se na úvodním jednání volí sbor zástupců a zvolí se vztažný bod pro určení vzdálenosti pozemků. Sbor zástupců zastupuje vlastníky pozemků v řízení o pozemkových úpravách. Počet členů je vždy lichý a mezi nevolené členy patří ředitel pozemkového úřadu nebo jím pověřená osoba, zástupce obce a dále vlastníci, jejichž výměra pozemků přesahuje 10 % celkové výměry dotčených pozemků. Zbytek členů je volen (Sklenička, 2003).

### **Zeměměřická činnost**

Zeměměřická činnost probíhá v celém obvodu pozemkových úprav. Dochází k zaměření polohopisu a výškopisu, revizi a případně dobudování nových bodů podrobného polohového bodového pole, zjišťování hranic obvodů pozemkové úpravy a k tvorbě digitální katastrální mapy (SPÚ, ©2020).

Při podrobném měření polohopisu se zaměřují prvky potřebné pro návrh pozemkových úprav (drenážní šachty, studně, závlahové hydranty, vodní prameny, povrchová odvodnění, meze, nadzemní a podzemní vedení, dřeviny rostoucí mimo les, polní a lesní cesty, sjezdy, propustky, dráhy soustředěného odtoku povrchové vody, oplocení a konstrukce trvalých porostů, rozhraní druhů pozemků, budovy a drobné stavby) (§10 odst. 7 vyhlášky o postupu při provádění pozemkových úprav).

### **Zpracování soupisu nároků vlastníků pozemků**

Soupis nároků vlastníka určuje, se kterými parcelami vlastník vstupuje do pozemkových úprav, s jakou výměrou těchto parcel, s jakou cenou a s jakou vzdáleností od vztažného bodu, který se určil na úvodním jednání. Cena zemědělských pozemků se pro potřeby pozemkových úprav určuje podle kódu BPEJ bez přírážek a srážek. Nárokový list je vlastníkům pozemků písemně zaslán a vlastníci mají možnost vznést připomínky, které jsou pak předmětem řešení (Ministerstvo zemědělství, ©2016).

### **Plán společných zařízení**

Plán společných zařízení je stěžejní dokument pozemkových úprav. Právě v něm je možné navrhnout celou řadu prvků a opatření plnících veřejný zájem, která lze rozdělit na opatření ke zpřístupnění pozemků, protierozní a vodohospodářská opatření a opatření k ochraně a tvorbě životního prostředí. Plán společných zařízení musí být v souladu s územně plánovací dokumentací. Není-li návrh plánu společných zařízení v souladu s územně plánovací dokumentací, je návrhem na její aktualizaci



nebo změnu. Je-li nutno pro společná zařízení vyčlenit nezbytnou výměru půdního fondu, použijí se nejprve pozemku ve vlastnictví státu a potom ve vlastnictví obce. Zpracovaný plán společných zařízení je předložen zastupitelstvu obce ke schválení a dotčeným orgánům státní správy k uplatnění připomínek.

Zastupitelstvo obce si také definuje prioritu následných realizací navržených opatření. Výchozím podkladem je veškerá dostupná územně plánovací dokumentace. Dalšími podklady jsou názory vlastníků, uživatelů, místních znalců a pamětníků (SPŮ, ©2019).

Návrh plánu společných zařízení sestává ze čtyř kroků. Prvním krokem je stanovení obvodu pozemkové úpravy, dalším je plošná zonace území, následuje návrh delimitace kultur a na konec vymezení a návrh společných zařízení (Sklenička, 2003).

#### **Návrh nového uspořádání pozemků**

Pozemky jsou nově uspořádány tak, aby odpovídaly zásadám při tvorbě pozemkových úprav, tj. přizpůsobení se tvarem terénu, odpovídající optimálním podmínkám pro hospodaření na nich. Všechny nové pozemky musí být zpřístupněné. Nové pozemky jsou navrženy tak, aby odpovídaly původním pozemkům přiměřenou výměrou, vzdáleností, cenou a druhem pozemku. Cena pozemku se může maximálně lišit oproti původní ceně o 4 %, rozdíl výměr pozemků nesmí překročit 10%, vzdálenost od vztažného bodu se nesmí lišit o více než 20%. S výsledným uspořádáním jsou seznámeni vlastníci pozemků, minimálně 60% vlastníků výměry zemědělské půdy musí souhlasit s navrženým řešením pozemků, aby mohlo dojít ke schválení tohoto návrhu (Ministerstvo zemědělství, ©2016).

Schválený návrh pozemkových úprav je závazným podkladem pro rozhodnutí pozemkového úřadu o výměně nebo přechodu vlastnických práv, určení výše úhrady a lhůty podle § 10 odst. 2, popřípadě o zřízení nebo zrušení věcného břemene k dotčeným pozemkům.

Rovněž je závazným podkladem pro rozhodnutí o přechodu vlastnických práv k pozemkům, na nichž se nacházejí společná zařízení. (zákon o pozemkových úpravách)

### **Vytyčení nově navržených pozemků**

Vlastníci mají nárok na vytyčení hranic nových pozemků. Realizace vytyčení probíhá na podkladě žádostí vlastníků pozemků. Z veřejných zdrojů je hrazeno pouze první vytyčení (Sklenička, 2003)

### **Realizace společných zařízení vyplývajících ze schváleného návrhu.**

Na základě schváleného návrhu pozemkových úprav stanoví pozemkový úřad po dohodě se sborem zástupců, místní samosprávou, a se zřetelem na finanční zajištění postup realizace pozemkových úprav. Společná zařízení jsou nejčastěji realizována z prostředků Programu rozvoje venkova, Operačního programu Životní prostředí, případně i z vlastních zdrojů obce. Údržbu zeleně po realizaci úprav provádí po dobu 3 let pozemkový úřad a teprve po 3 letech přechází do správy obce (Sklenička, 2003).

## **3.3. Problémy současné krajiny České republiky**

Krajina na území dnešní České republiky je od pravěku ovlivňována člověkem. Člověk krajinu dokáže ovlivňovat jak pozitivně, tak negativně. Je důležité, aby člověk měl pozitivní vztah ke krajině, ve které žije. Po člověku zůstávají v krajině stopy po dlouhé roky, ať to jsou staré cesty, upravená koryta řek nebo terénní úpravy od nejstarších opevnění. Na současnou českou krajinu měly největší vliv události předminulého a minulého století. V 19. století to byla průmyslová revoluce a její důsledek, mezi které patří stěhování do měst a tím významný rozvoj měst, rozvoj průmyslu a rozvoj infrastruktury (Malá, 2010).

Ve 20. století byl zásadní vliv poválečného odsunu německého obyvatelstva, který osídloval především okresy v pohraničí dnešní České republiky. Bylo odsunuto přibližně 2,7 milionu Němců. I přes pozdější doosídlování nebylo toto území doosídleno úplně a noví obyvatelé si nevytvořili ke krajině vztah. Další dějinnou událostí, která významně ovlivnila českou krajinu, byla kolektivizace zemědělství. Důsledkem kolektivizace byla ztráta vztahu mezi lidmi (původními vlastníky půdy) a půdou, rozorání mezí a zrušení historických polních cest, vykácení doprovodné zeleně a remízků (Semotanová, 2017).

V dnešní době člověk ohrožuje krajinu především degradací půdy a vytvářením nových migračních bariér v krajině. Vlivem člověka dochází též k estetickému znehodnocení krajiny a vyliďňování venkova. Samozřejmě se v České

republiky vyskytují různé regionální problémy, které souvisí s místními specifiky (Malá, 2010).

### **3.3.1. Vylidňování venkova**

K procesu vylidňování venkova docházelo na území dnešní České republiky téměř po celé 20. století. Tento trend začal již v druhé polovině 19. století. Jako hlavní příčinu tohoto jevu můžeme považovat zrušení poddanství a průmyslovou revoluci. K tomuto trendu přispěl i poválečný odsun německého obyvatelstva. Další událost, která přispěla k tomuto trendu v druhé polovině 20. století, byl centrálně řízený komunistický režim, který podporoval výstavbu panelákových sídlišť ve městech a nabízel množství pracovních příležitostí v průmyslových oblastech. Na venkově byly podporovány větší obce, naopak menší obce byly administrativně přiřčeny k jedné větší – střediskové. Občanská vybavenost fungovala pouze ve střediskových obcích, zatímco menší obce byly určeny „k dožití“ (Jirásek, 2014).

Po roce 1989 trend vylidňování venkova v některých oblastech ustal. V obcích v okolí velkých měst dochází k výrazným nárůstům počtu obyvatel, a to ve všech velikostních kategoriích. Na ostatním území republiky je situace více rozlišná. K vylidňování nejmenších obcí dochází na většině území (ve 47 okresech), nejvíce však v oblasti Vysočiny a jihozápadního pohraničí. Odliv obyvatel z větších venkovských obcí (od 500 do 999 obyvatel a od 1 000 do 1 999 obyvatel) se projevuje nejvíce v některých příhraničních okresech, například Klatovy, Jindřichův Hradec, Břeclav, Hodonín, Bruntál, Šumperk či Děčín, a dále také ve „vnitrozemí“ – například v okresech Strakonice, Žďár nad Sázavou či Jičín (Maříková, 2007).

Důsledky vylidňování venkova mají několik projevů. Prvním a nejviditelnějším projevem je chátrání opuštěných vesnických chalup a domků, které mohou být zachráněny pravděpodobně již jen chalupařením. Méně viditelně působí vylidňování na úpadek tradic, historických vazeb, kulturního dědictví a vůbec vztah k venkovu, půdě a krajině. Z hlediska demografických a sociálních znaků se kvůli selektivní migraci mladých lidí zhoršuje věková a vzdělanostní struktura venkova. (Maříková, 2007).

### **3.3.2. Fragmentace krajiny a špatná migrační prostupnost**

V České republice je krajina fragmentovaná působením lidí na krajinu. Fragmentace krajiny začala být pozorovaným problémem teprve v 80. letech 20. století. Následky tohoto problému jsou postupné omezování prostoru pro populace

fauny a flóry a snížení možností jejich migrace. Mezi nejvíce rozdělující bariéry patří dálnice, vícekolejné železnice, přeprady a jiné bariéry na tocích, urbanizovaná území a velké zemědělské lány, na kterých se pěstují monokultury.

Nefragmentovaná oblast je definována jako území, které splňuje současně tyto podmínky: (a) je ohraničeno silnicemi s intenzitou dopravy větší než 1 000 vozidel/den, nebo vícekolejnými železnicemi, (b) má rozlohu větší než 100 km<sup>2</sup> (Anděl a kol., 2010).

### **3.3.2.1. Důsledky fragmentace krajiny**

Hlavními důsledky fragmentace krajiny je bariérový efekt, kdy živočichové nejsou schopni překonat určitou bariéru. Pokud je taková bariéra nepřekonaná po delší dobu, může se vytvořit takzvaná ostrovní populace. Ostrovní populace bývají náchylnější k vymření z důvodů nedostatku potravin a existence nemocí, nadto bývají geneticky chudší (Mowat, McLellan, 2013).

Dalším důsledkem fragmentace je ztráta lokalit a jejich propojení, kdy dochází ke ztrátě biotopů a biokoridorů. Ztráta biotopů bývá fatální především pro endemické druhy jak fauny, tak flory. Ke ztrátě biotopů nadto dochází i v důsledku zastavování, ale i například sečením luk či vysušením mokřadu. Následek ztráty biotopů bývá obdobný jako u bariérového efektu (Anděl, 2013).

Dalším důsledkem jsou střety se zvěří. Střety zvěře s automobilem bývají zpravidla smrtící pro zvěř a zároveň jsou rizikové i pro pasažéry v automobilu. Střety nebývají jen s automobily, ale i s vlaky a v okolí letišť jsou velmi rizikové střety letadel s ptáky. Střety se týkají všech druhů zvěře nejčastěji však spárkaté zvěře, obojživelníků a hmyzu. (Mowat, McLellan, 2013).

### **3.3.2.2. Současný stav**

V Evropě je fragmentace krajiny největší problém například v Belgii, Holandsku, Francii a Německu. Česká republika je z evropského hlediska zasažena fragmentací krajiny středně. Nejmenší problém s fragmentací krajiny v Evropě je v Rumunsku, na severu Skandinávie a v Alpách (Anděl, 2011).

Mezi lety 1980 a 2010 se podíl nefragmentované krajiny v České republice snížil z 81% na 63,4% z celkové rozlohy státu. Ačkoliv se rychlost poklesu v posledních letech snižuje, fragmentace stále narůstá a nepředpokládá se žádný větší útlum tohoto negativního efektu. Společnost CityPlan vypracovala prognózu, podle

kteře by současným tempem klesl poměr nefragmentovaného území do roku 2040 až na 53 % (Anděl, 2013).

V České republice je upraveno tisíce kilometrů vodních toků, a to z nejrůznějších důvodů. Při úpravě vodních toků docházelo například k jejich narovnávání, zabraňování toku splavenin, přehrazování a opevňování. Kvůli tomu byly na tocích postaveny různé stavby, jako jsou například přehrážky, stupně, skluzy, přehrady a jezy, které zabraňovaly migraci ryb, což je nežádoucí následek těchto staveb. Aby bylo možné tomuto nežádoucímu následku zabránit, je nutné při návrhu shora uvedených staveb brát v potaz potenciální migraci ryb. Proto je důležité navrhovat buď stavby migračně propustné, nebo stavět stavby, které umožní migraci vodních živočichů. Příkladem takové stavby je rybí přechod (Hanel, Lusk, 2005).

V české krajině se dále mnohonásobně zvětšila průměrná velikost zemědělského pozemku. V dnešní době nejsou výjimečné ani pozemky o rozloze 100 ha a větší. Takovéto monokulturní zemědělské plochy jsou špatně migračně průchozí pro zvěř, zvláště je-li vykácena doprovodná zeleň, případně jsou-li vykáceny původní remízky a solitérní zeleň. Takovéto plochy jsou špatně průchozí zejména z důvodu zhoršené orientace zvěře v krajině (Kopečný, Trošok, Kotecký, 2021).

### **3.3.2.3. Opatření proti fragmentaci krajiny**

Opatření proti fragmentaci krajiny a jejím důsledkům je několik. Prvořadě je to kvalitní plánování v krajině a to tak, aby se plánované komunikace vyhýbaly současným migračním koridorům. Zároveň je nutné budovat v plánované komunikaci průchody, ekodukty a mimo migrační trasy budovat mechanické ohradníky (ploty) nebo alespoň využívat pachové ohradníky. Nestačí však jen výstavba ekoduktů, je třeba využívat všech reálných možností a zvyšovat průchodnost komunikací i formou dalších opatření, jako jsou drobné úpravy na malých mostech silnic nižších kategorií, realizace propustků, začleňování objektů do okolní krajiny aj (Anděl a kol., 2011).

### **3.3.3. Degradace půd**

Asi největším problémem české krajiny je degradace půd. Půda je degradována různými způsoby o různé intenzitě s různou závažností. Nejrozšířenější způsob degradace půd je eroze, která byla popsána v první kapitole (Vopravil a kol., 2010).

### 3.3.3.1. Zábor zemědělské půdy

Pro tento jev se také používá termín soil sealing a je definován jako zakrytí půdy nepropustným materiálem, kvůli čemuž ztrácí půda své přirozené vlastnosti. Rozlišujeme zábor zemědělské půdy na rezidenční a komerční. Tento jev je do jisté míry přirozený, ale při nekontrolovaném průběhu tohoto jevu může dojít k výrazným ztrátám půdy. Soil Sealing patří k největšímu nebezpečí pro naše půdy, protože při něm dochází k totální ztrátě půdy s dalšími důsledky na celý ekosystém. Jelikož největší tlak na výstavbu je především v okolí velkých měst, jsou ohroženy převážně nejhodnotnější půdy, jejichž ztráta je nenahraditelná. V poslední době jsou i diskutovány názory, že by se půda (humusová vrstva) před výstavbou hal, u kterých se nepředpokládá dlouhodobé trvání, neskrývala, ale ponechala z důvodu následné jednodušší rekultivace na místě. Primárním opatřením by mělo být zejména situování výstavby do stávajících objektů zejména typu brownfields, případně nástaveb. Tato opatření by měla souviset s finanční podporou, či naopak výrazně vyšší platbou za výstavbu na „zelené louce“ (Vopravil a kol., 2010).

Soil sealing se týká i České republiky. V letech 2001–2006 ubylo v České republice 20396 hektarů zemědělské půdy, tj. 11,2 ha/den. V roce 2006 byl úbytek půd pro osídlování a dopravní infrastrukturu odhadován na 16 ha/den. V roce 2007 ubylo 5226 ha a v roce 2008 ubylo 5096 ha tj. 14 ha/den. Množství zakrytého povrchu za rok 2006 bylo 243 m<sup>2</sup>/1 obyvatele, což je nad průměrem hodnot zemí Evropské unie. V České republice bylo doposud vystavěno 229 tisíc m<sup>2</sup> moderních logistických parků s tím, že se díky výhodné geografické poloze státu plánuje jejich rozšíření o dalších 265 tisíc m<sup>2</sup> (Brtnický a kol., 2012).

Důsledkem tohoto jevu je ztráta cenné orné půdy, která je z hlediska lidského života neobnovitelným zdrojem. Často bývá zabírána bonitně kvalitní orná půda. Dalším jevem bývá ovlivnění hydrologických poměrů v okolí stavby, protože zastavěná půda neinfiltuje žádnou srážkovou vodu. Srážková voda je tak místo zadržení odvedena do vodotečí a přispívá tak k urychlení odtoku vody z krajiny s negativními dopady při extrémních situacích jako jsou sucho a povodně. Pro představu, z území zarostlého vegetací odeče jen asi 5 % srážkové vody, zatímco u zpevněných ploch je míra vsaku téměř nulová. Z území tak musí odtéci více než 90 % srážkové vody. Navíc voda odtékající ze zastavěných území bývá běžně znečištěna prachem, zbytky obrušovaných pneumatik a těžkými kovy s dalšími důsledky na okolí (degradace půd). V neposlední řadě pak bývají důsledkem i změny ve tvaru reliéfu, když dochází ke změně objemů hmoty a vznikají nové terénní tvary, jako jsou násypy, haldy, příkopy a protihlukové valy. (Brtnický a kol., 2012).

## **Analýza Středočeského kraje**

Pro konkrétní příklad byl vybrán Středočeský kraj a vývoj jeho půdního pokryvu mezi lety 1990 a 2018. Zdroj dat byl použit Corine Land Cover, který má rozlišení dat 100x100 m. Minimální udávaná přesnost těchto dat je 85 %. Data pocházejí ze satelitního snímkování (CENIA ©, 2013).

V roce 1985 zahájila Evropská komise program CORINE (COoRdination of INformation on the Environment) s cílem zajistit sběr, koordinaci a přístup ke kvalitním informacím o životním prostředí a přírodních zdrojích, které jsou srovnatelné v rámci Evropského společenství. Program má několik částí: Land Cover (krajinný pokryv), Biotopes (biotopy) a Air (ovzduší) (COPERNICUS ©, 2020).

Na území Středočeského kraje data rozlišují 41 druhů krajinného pokryvu. Data byla agregována do 5 základních tříd, a to Urbanizovaná území (kam bylo zařazeno: Continuous urban fabric, Discontinuous urban fabric, Industrial or commercial units, Road and rail networks and associated land, Port areas, Airports, Mineral extraction sites, Dump sites, Construction sites, Green urban areas, Sport and leisure facilities, Complex cultivation patterns), Ostatní zemědělské půda (kam bylo zařazeno: Vineyards, Fruit trees and berry plantations, Pastures), Lesní půda (kam bylo zařazeno: Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation, Broad-leaved forest, Coniferous forest, Mixed forest, Natural grasslands, Transitional woodland-shrub), Vodní plochy a toky (kam bylo zařazeno: Inland marshes, Peat bogs, Water courses, Water bodies) a Orná půda (CENIA ©, 2013).

Původně v roce 1990 bylo na území Středočeského kraje 6 094 km<sup>2</sup> orné půdy, v roce 2018 to bylo 5 471 km<sup>2</sup> orné půdy. To znamená úbytek přibližně 10%. Jak vyplývá z vyhodnocení dat, přibylo v sledovaném období na území Středočeského kraje 28 600 ha lesní půdy a 16 400 ha urbanizovaných území, a to právě na úkor půdy orné. Plocha o výměře 32 600 ha se změnila z orné půdy na ostatní zemědělskou půdu, což pravděpodobně bude z velké části způsobeno nepřesností použitých dat (COPERNICUS ©, 2020).

To znamená, že úbytek orné půdy do roku 2018 na úkor lesních a urbanizovaných území byl přibližně 5% oproti výměře orné půdy ve Středočeském kraji v roce 1990.

### **3.3.3.2. Úbytek organické hmoty v půdě**

Půdní organická hmota je soubor organických látek akumulovaných v půdě nebo na půdě promíchaných či nepromíchaných s minerálním podílem. V přírodních podmínkách patří hromadění organických látek v půdě a jejich přeměna na humus k přirozeným půdotvorným pochodům (Vopravil a kol., 2010).

Akumulace organické hmoty v půdě záleží na několika faktorech, a to na klimatu, vegetaci, půdotvorném substrátu, vodním a vzdušném režimu. Při intenzivním hospodaření na půdě je potřeba organickou hmotu do půdy přidávat.

Důsledkem nedostatečného množství organické hmoty v půdě je především snížení produkční schopnosti půdy. Dalšími důsledky jsou ztráta stability půdních agregátů, větší zranitelnost erozí, snížení filtrační schopnosti a retenční kapacity půdy, snížení poutání živin a snížení odolnosti proti půdní kompakci v orničních horizontech i horizontech spodin (Šarapatka a kol., 2002).

### **3.3.3.3. Acidifikace půd**

Acidifikace, česky řečeno okyselování půd, je přirozený degradační proces. Definujeme jej jako snížení pufrční schopnosti půdy. Obecně je to výsledek tvorby kyselin v půdě, případně jejich přísun zvenčí. Výsledkem okyselování je především ztráta bazických kationtů a uvolňování hliníku a železa. Téměř všechny půdy v ČR vykazují v poslední době mírný pokles hodnot pH, tedy mírnou aktuální acidifikaci (Vopravil a kol., 2010).

Prevencí proti acidifikaci je omezení kyselých vstupů – průmyslových a organických hnojiv. Dalšími preventivními opatřeními jsou pravidelné střídání plodin a omezení monokultur, větší zastoupení víceletých píceň a pravidelné vápnění půd udržovacími dávkami (Matula, 2007).

Důsledky acidifikace jsou snížení výnosů většiny kulturních rostlin, které zpravidla vyžadují slabě kyselou reakci půd, zhoršení kvality humusu s převahou fulvokyselin, zpomalení uvolňování minerálního dusíku z humusu, zvýšení mobility většiny rizikových prvků a jejich zvýšená akumulace v rostlinách a snížení odolnosti proti rozpadu strukturních agregátů s následnou vyšší zranitelností kompakcí a erozí (Vopravil a kol., 2010).

### **3.3.3.4. Utužení půdy**

Utužení půd se také nazývá pedokompakce a jedná se o nepříznivé změny půdní struktury, mající za následek změny pórovitosti, objemové hmotnosti,



schopnosti infiltrace, propustnosti a snížení retenční kapacity. Utužením je v ČR ohroženo kolem 49 % zemědělských půd. Z toho asi 30 % je zranitelných genetickým utužením, které je typické pro půdy těžšího zrnitostního složení. 70 % je vystaveno technogennímu (antropogennímu) utužení. Antropogenní utužení vzniká jako důsledek působení mechanizačních prostředků na půdu, může postihnout půdy jakéhokoliv zrnitostního složení, tedy i půdy lehké. Na těžkých půdách se potom obě formy utužení kombinují (Javůrek, Vach, 2008).

Utužení půdy není nevratný proces. Do značné míry se tento degradační jev ruší přirozeným přírodním procesem – hlubokým promrznutím půdy až do hloubek přibližně 0,6 – 0,8 m, kde led přirozeně utužení uvolní. Utužení se dá také uvolnit mechanicky. Podle mocnosti půdy, hloubky a míry škodlivosti zjištěného utužení půdy se uplatňují tyto mechanické zásahy: dlátování pro nakypření zhutnělé podorniční vrstvy půdy do hloubky 0,45 m, hloubkové meliorační kypření zhutnělých podorničních vrstev přesahující hloubku 0,45 m a následná stabilizující opatření nakypřené zhutnělé půdy (Brtnický a kol., 2012).

Následky utužení půd jsou především snížená retenční kapacita, infiltrace a zrychlený povrchový odtok a současně i zvýšená eroze. Také je omezena účinná hloubka půdního profilu pro rostliny a potlačena biologická aktivita půdy zhoršením vzdušného, vodního a termického režimu půdy (Javůrek, Vach, 2008).

### **3.3.5. Estetické znehodnocení**

Estetické hodnocení krajiny je pro každého relativní, jelikož každý chápe různé aspekty krajiny různě. Jsou i rozdíly ve vnímání krajiny mladšími a staršími lidmi, rozdíl je také ve vnímání krajiny městským obyvatelstvem a obyvatelstvem vesnic. Genderové rozdíly ve vnímání krajiny byly minimální. Pro udržení vztahu mezi lidmi a krajinou je potřeba, aby lidé měli kladné pouto ke krajině a našli si v ní pozitivní prvky, protože lidé s pozitivním vnímáním krajiny, ve které žijí, budou mít potřebu o ni pečovat (Sklenička, 2012).

Lidé nejpozitivněji v krajině vnímají lesní porosty, druhé nejlépe vnímané prvky krajiny byly vodní plochy a vodní toky. Dále kladně působí kopce, vrchy, výhledová místa, hrady a zříceniny. Obecně lze tvrdit, že zámky a hrady lidé považují za důležitá místa, která je potřeba zachovat pro další generace. Také je rozdíl ve vnímání krajiny staršími lidmi, kteří vnímají pozitivněji drobné sakrální stavby, a to na rozdíl od lidí mladších. Také je rozdíl ve vnímání zemědělské půdy městským obyvatelstvem a vesnickým obyvatelstvem. Negativně byla vnímána hustá zástavba

v krajině, a to především krajina s několika patrovými panelovými domy. Dále byly negativně vnímány velké liniové stavby, jako jsou dálnice a železniční koridory (Svobodová, 2011).

I profesor Sklenička ve své knize Pronajatá krajina dále uvádí, že vnímání krajiny je předmětem generačního nesouladu. V této souvislosti odkazuje profesor Sklenička na generaci svého otce a dědy s tím, že tyto generace považovaly nevyčištěné, respektive neupravené lesy za známku nepořádku. Takové lesy jejich generace pokládaly za negativní krajinný prvek (Sklenička, 2012).



#### **4.1. Hydrologické poměry**

Zájmovým územím protéká řeka Blanice (1-09-03-022), někdy též zvaná jako Vlašimská Blanice. Řeka Blanice je druhý největší přítok řeky Sázavy. Její celková délka je 66 km a její celkové povodí je 543,7 km<sup>2</sup>. Zájmovým územím protéká přibližně v polovině svého toku. Dále prochází zájmovým územím Částrovický potok (1-09-03-059), který se na hranici zájmového území vlévá do Vlašimské Blanice. Délka potoka je 6,9 km a jeho plocha je 12,9 km<sup>2</sup>. Také se v zájmovém území nachází soustava rybníků. Konkrétně se nachází v jižní části katastrálního území Kondrac, kdy největší z rybníků je Kondracký rybník. Soustava rybníků je propojena Částrovickým potokem (DIBAVOD ©,2021).

#### **4.2. Klimatické poměry**

Zájmové území se nachází na rozhraní 5. a 7. klimatického regionu podle hodnot BPEJ zemědělské půdy spadající do zájmového území. Převážně se však území nachází v 5. klimatickém regionu. To znamená, že klimatické poměry jsou mírně teplé a mírně vlhké. Z definice vychází, že suma teplot nad 10 °C je 2200–2500, průměrná roční teplota je 7 – 8 °C, průměrný úhrn srážek je 550 – 650 mm, pravděpodobnost suchých vegetačních období je 15 – 30 % a vláhová jistota ve vegetačním období je 4 – 10 (VUMOP ©, 2021c).

#### **4.3. Půdní poměry**

V zájmovém území se nachází především kambizem modální a pseudoglej modální. Další půdy, které se nachází v zájmovém území jsou glej modální, glej kambická, kambizem mesobazická, kambizem oglejná, kambizem oglejnámesobazická a kambizem luvická.

#### **Popis hlavních půdních jednotek**

29 - Kambizemě modální eubazické až mezobazické včetně slabě oglejených variant, na rulách, svorech, fylitech, popřípadě žulách, středně těžké až středně těžké lehčí, bez skeletu až středně skeletovité, s převažujícími dobrými vláhovými poměry

40 - Půdy se sklonitostí vyšší než 12 stupňů, kambizemě, rendziny, pararendziny, rankery, regozemě, černozemě, hnědozemě a další, zrnitostně středně těžké lehčí až lehké, s různou skeletovitostí, vláhově závislé na klimatu a expozici

41 - Půdy jako u HPJ 40 avšak zrnitostně středně těžké až velmi těžké s poněkud příznivějšími vláhovými poměry

50 - Kambizemě oglejené a pseudogleje modální na žulách, rulách a jiných pevných horninách (které nejsou v HPJ 48,49), středně těžké lehčí až středně těžké, slabě až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému zamokření

58 - Fluvizemě glejové na nivních uloženinách, popřípadě s podloží teras, středně těžké nebo středně těžké lehčí, pouze slabě skeletovité, hladina vody níže 1 m, vláhové poměry po odvodnění příznivé

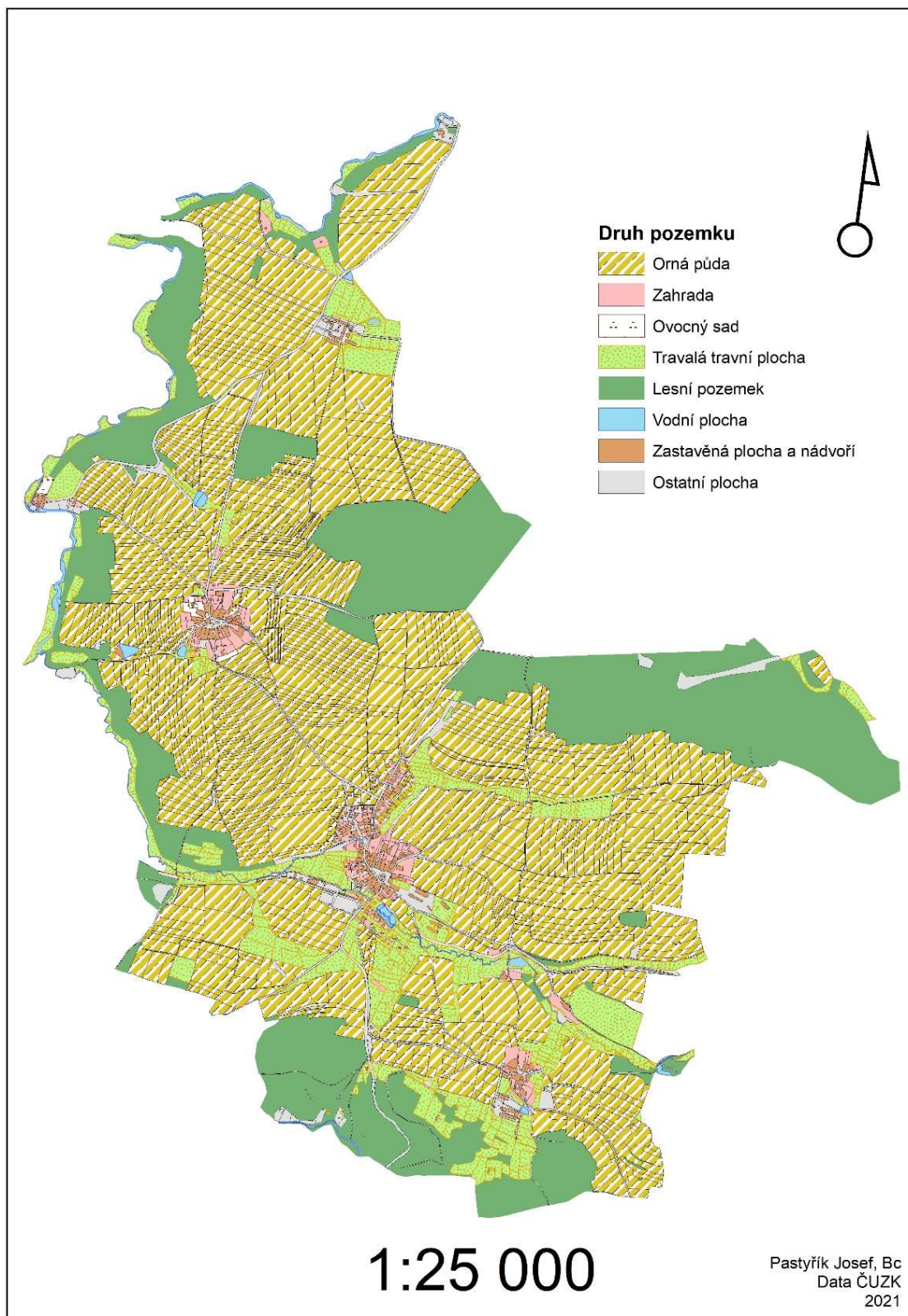
64 - Gleje modální, stagnogleje modální a gleje fluvické na svahových hlínách, nivních uloženinách, jílovitých a slinitých materiálech, zkulturněné, s upraveným vodním režimem, středně těžké až velmi těžké, bez skeletu nebo slabě skeletovité

67 - Gleje modální na různých substrátech často vrstevnatě uložených, v polohách širokých depresí a rovinných celků, středně těžké až těžké, při vodních tocích závislé na výšce hladiny toku, zaplavované, těžko odvodnitelné

68 - Gleje modální i modální z rašelinělé, gleje histické, černice glejové z rašelinělé na nivních uloženinách v okolí menších vodních toků, půdy úzkých depresí včetně svahů, obtížně vymezitelné, středně těžké až velmi těžké, nepříznivý vodní režim (VUMOP ©, 2021c).

#### **4.4. Využití území**

Z dat, které registruje Katastrální úřad vyplývá, že v zájmovém území převažuje orná půda, která se nachází na 56,6 % (722,5 ha) území, dále se na území nachází lesní půda na 24,5 % (313,0 ha), zahrada na 1,4 % (18,3 ha), ovocný sad na 0,1 % (1,7 ha) trvalá travní plocha na 10,3 % (131,8 ha), vodní plocha na 0,8 % (10,6 ha), zastavěná plocha na 1,0 % (13,0 ha) a ostatní plocha na 5,2 % (65,9 ha). Na obr. č. 9 můžeme vidět přehlednou katastrální mapu zájmového území (CUZK ©, 2020).



Obr. č. 9 – Katastrální mapa zájmového území (ČUZK ©, 2020)

## 5. Metodika

K výpočtu erozní ohroženosti zemědělských pozemků v zájmovém území byla využita metodika výpočtu USLE a byl vytvořen model USPED. Všechny výpočty byly prováděny v programu ArcMap 10.7.1, ArcCatalog, ArcToolbox a Excel. Všechny mapové výstupy jsou v souřadnicovém systému S-JTSK, hodnoty nadmořských výšek jsou ve výškovém systému Balt po vyrovnání. Podkladem pro výpočet eroze byly podklady z katastrálního úřadu (katastrální mapa Kondrace a Dub u Kondrace ve formátu shp) a dále vrstvy půdních bloků ve formátu shp, vrstva hodnot BPEJ ve formátu shp ("*BPEJ\_zu.shp*") a vrstva mračna bodů DMR5g ve formátu txt, které byly poskytnuty firmou Agroplan spol. s.r.o.

### Zájmové území

Základním podkladem pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy je rastrová vrstva zájmového území. Ta byla vytvořena katastrálních map ve formátu shp. Vrstvy katastrálních map byly spojeny nástrojem Union. Výsledkem je obvod zájmového území, který je tvořen katastrálními územími Kondrac a Dub u Kondrace. Tato vrstva byla pojmenována "*zajm\_uz.shp*".

### Digitální model terénu

Digitální model terénu je základním podkladem pro výpočet LS faktoru. Digitální model terénu byl vytvořen z dat ČUZK, konkrétně DMR5g. Mračno bodů bylo nástrojem Clip oříznuto vrstvou "*zajm\_uz.shp*". Následně pomocí interpolačního nástroje Spline byl vytvořen digitální model terénu. Jediným vstupem do tohoto nástroje bylo oříznuté mračno bodů. Nástroj Spline byl použit, protože prochází přesně vstupními body při minimální křivosti. Výsledný digitální model terénu byl vyhlazen nástrojem funkcí Fill. Funkce Fill vyhlazuje povrch a odstraňuje zjevné chyby v interpolaci. Výsledný model terénu má rozlišení 5x5 m a to především z důvodu, že větší rozlišení by bylo velmi náročné na výpočet a zároveň je to dostatečná přesnost pro výpočet ztráty půdy erozí v zájmovém území. Výsledná rastrová vrstva byla pojmenována "*DMT\_fill*".

### Vrstva půdních bloků

Vrstva půdních bloků byla získána spojením vrstev půdních bloků nástrojem Union. Výsledná vrstva byla dále upravena nástrojem Edit podle podkladů z geodetického zaměření, které probíhalo v zájmovém území v roce 2020 jako jedna z fází pozemkových úprav. Zeměměřické zaměření bylo prováděno zaměstnanci firmy Agroplan spol. s.r.o. Výsledná vrstva byla pojmenována "*pudni\_bloky*".

## 5.1. Metoda USLE

Tato metoda výpočtu erozní ohroženosti byla podrobně popsána v Literární rešerši. K výpočtu byly použity rastrové vrstvy jednotlivých faktorů.

### Faktor erozní účinnosti deště

Hodnota faktoru erozní účinnosti deště byla zvolena 40 MJ\*ha<sup>-1</sup>\*cm\*h<sup>-1</sup>. Tato hodnota je doporučovaná platnou metodikou pro území České republiky. Při určování této hodnoty bylo přihlédnuto k obr. č. 3, ze kterého vyplývá, že se zájmové území nenachází v lokalitě s extrémní hodnou R faktoru.

### Faktor erodovatelnosti půdy

Faktor erodovatelnosti půdy byl získán z hodnot hlavní půdní jednotky, která je registrovaná v kódu BPEJ. Každé příslušné hodnotě hlavní půdní jednotky byla zvolena příslušná hodnota K faktoru podle tab. č. 1.

Vrstva erodovatelnosti půdy byla vytvořena pomocí programu Excel. V tomto počítačovém programu byla upravena atributová tabulka vrstvy "BPEJ\_zu". Byl vytvořen nový sloupec, který byl pojmenován Kfaktor. Pomocí funkce zleva bylo každé hodnotě HPJ přiřazena hodnota K faktoru. V zájmovém území se nachází HPJ 29, 40, 41, 50, 58, 64, 67 a 68. Těmto HPJ byla přiřazena hodnota dle tab. č. 1. Následně v programu ArcMap byla tato vrstva pomocí nástroje Polygon to Raster převedena na rastrovou vrstvu. Výsledná vrstva byla pojmenována "K\_faktor".

### Faktor délky a sklonu svahu

Faktor délky a sklonu svahu byl získán metodou Unit Contribution Area (UCA). Metoda vychází z rovnice:

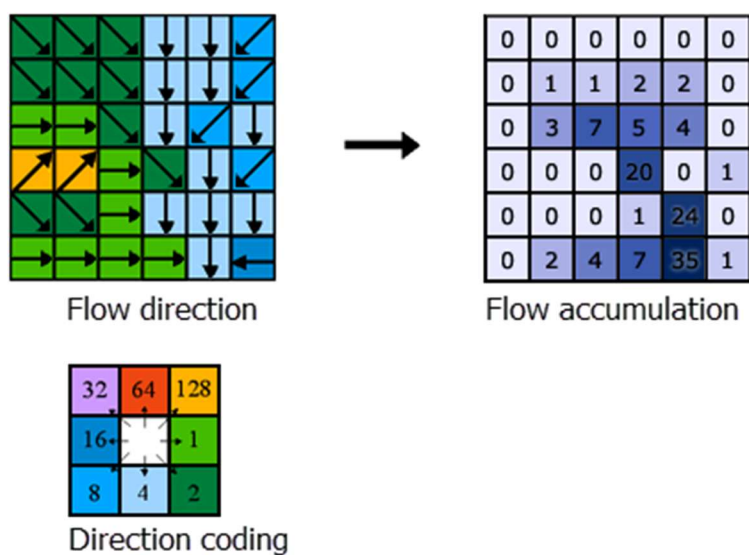
$$LS = \left( \frac{A_s}{22,13} \right)^m \cdot \left( \frac{\sin \alpha}{0,09} \right)^n$$

Kde: **LS** je topografický faktor, **A<sub>s</sub>** je jednotková zdrojová plocha odtoku,  $\alpha$  je sklon svahu v radiánech, **m** je kalibrační faktor (0,4 – 0,56), **n** je klíbrační faktor (1,2 – 1,3) (Brychta, Petrů, 2016).

K vytvoření vrstvy toho faktoru byla použita vrstva "DMT\_fill". Nejdříve se pomocí algoritmu D8 v nástroji Flow direction získala vrstva směru povrchového odtoku. Jediným vstupním parametrem této funkce je vrstva "DMT\_fill". Nástroj Flow direction nám pomůže určit směr povrchového odtoku z každé buňky rastru DMT.



Tok může ztékat z centrální buňky do jedné z osmi přilehlých buněk. Směr proudu je určen dle nejstrmějšího svahu nebo maximálního poklesu z každé buňky a výstupní rastr je kódovaný pomocí hodnot reprezentující směr toku, viz obr. č. 13



Obr. č. 13 – Schéma popisující princip nástrojů Flow direction a Flow accumulation (ESRI ©, 2021)

Rastr akumulace povrchového odtoku je generován pomocí nástroje FlowAccumulation. Jediný vstupním parametrem tohoto nástroje je výsledná vrstva z nástroje FlowDirection. Nástroj FlowAccumulation načítá rastrové buňky odtékající do nižších buněk rastru. Hodnota jednotlivých buněk rastru je tvořena součtem věch buněk, které do ní přitékají. Výsledná vrstva byla pojmenována "Flow\_acc".

Vrstva sklonitosti terénu byla vytvořena pomocí nástroje Slope. Jediným vstupem do tohoto nástroje je rastr "DMT\_fill". Výstupní jednotkou tohoto nástroje byla zvolena degree (stupně). Výsledná vrstva byla pojmenována "Slope".

K výpočtu LS faktoru byl použit nástroj RasterCalculator. Výpočet byl prováděn vzorcem:

$$LS = \text{Power} ("Flow\_acc" * \text{rozliseni} / 22.13, 0.56) * \text{Power}(\text{Sin}("Slope" * 3.14 / 180) / 0.0896, 1.3) * (1 + 0.56)$$

Kde: **Flow\_acc** je rastr akumulace odtoku, **rozliseni** je 5 (cell size<sup>2</sup> / cell size), **Sklon** je rastr sklonitosti (°), 22.12 je délka standartního pozemku (rad), 0.56 a 1.3 jsou kalibrační parametry (Brychta, Petrů, 2016).

Výsledná rastrová vrstva byla pojmenována "LS\_faktor".

### Faktor ochranného vlivu vegetace

Pro zájmové území nebyla možnost získat strukturu a střídání plodin. Byl pouze zjištěn seznam pěstovaných plodin. Každé zjištěné pěstované plodině byla přiřazena hodnota C faktoru podle tab. č. 2.

Pro pozemky, které jsou trvale zatravněny byla zvolena hodnota C faktoru 0,005. Pro ostatní pozemky orné plochy byla zvolena hodnota C faktoru 0,154. Tato hodnota byla vypočtena podle metodiky podle kapitoly 3.1.3.1. Přehled pěstovaných plodin a výsledná hodnota jsou v tab. č. 4.

Plodina	Výměra	%	C faktor
Oz. Řepka	494	21	0,22
Oz. Ječmen	281	12	0,17
Oz. Pšenice	647	27	0,12
Oz. Žito	15	0,6	0,17
J. Ječmen	60	2,5	0,15
J. Pšenice	30	1,3	0,12
Oves	8	0,3	0,1
Trávy na semeno	45	2	0,005
Svazenka na semeno	17	0,7	0,01
Vojtěška	28	1,2	0,02
Jetel	324	13,8	0,015
Brambory	5	0,2	0,44
Kukuřice	350	14,9	0,61
TTP	59	2,5	0,005
Výsledná hodnota C faktoru			0,154

Tab č. 4 – Výpočet C faktoru pro zájmové území

Podkladem pro C faktor byla vrstva "pudni\_bloky". Byl vytvořen nový sloupeček, který byl pojmenován C faktor. Každému půdnímu bloku byla přiřazena hodnota podle využití půdního bloku. Využití půdního bloku bylo zjištěno terénním průzkumem kombinovaným s hodnotou registrovanou v LPISu. Nástrojem Field Calculator byla každému půdnímu bloku přiřazena konkrétní hodnota C faktoru. Následně byla půdních bloku převedena nástrojem Polygon to Raster na rastrovou vrstvu. Výsledná vrstva byla pojmenována "C\_faktor".

### Výsledná dlouhodobá ztráta půdy

Rastr hodnot dlouhodobé průměrné ztráty půdy vodní erozí byl získán postupným vynásobením jednotlivých rastrových vrstev faktorů K, LS, C. K tomuto byl využit nástroj v Raster calculator v programu ArcMap. Byl použit vzorec:

$$G = 40 * "K\_faktor" * "LS\_faktor" * "C\_faktor"$$

Výsledná vrstva byla pojmenována "G\_USLE".

Dále bylo potřeba zjistit průměrnou hodnotu dlouhodobé ztráty půdy pro jednotlivý půdní blok. To bylo zjištěno nástrojem Zonal Statistic. Rastrovým vstupem do tohoto nástroje byla vrstva "G\_USLE" a vrstva zón byla vrstva "pudni\_bloky". V tomto nástroji byla zvolena metoda MEAN, kterou byly získány průměrné hodnoty dlouhodobé ztráty půdy vodní erozí. Výsledná vrstva byla pojmenována "G\_zonal".

## 5.2. Model USPED

Tento model je založen na rovnici USLE. Je zaměřen na prostorové rozmístění oblastí s topografickým potenciálem pro vznik eroze a sedimentace. Model byl vyvinut v USA ve spolupráci odborníků z U. S. Army Construction Engineering Laboratories, Přírodovědecké fakulty Komenského Univerzity v Bratislavě a Illinois Natural History Survey (Mitášová a kol., 1996).

Model USPED se odlišuje od USLE ve výpočtu topografického faktoru. Faktory ochranného vlivu vegetace, erozní účinnosti deště a erodibility půdy přebírá z USLE. Model počítá změnu indexu transportní kapacity (náchylnost půdy k erozi). Počítá se rovnicí:

$$T = R \cdot A^m (\sin b)^n \cdot K \cdot C \cdot P$$

Kde: **T** je index transportní kapacity, **R** je faktor erozní účinnosti srážek, **A** je odvodňovaná plocha, **b** je sklon svahu (°), **m** a **n** jsou empirické koeficienty ( $m = 1,6$  a  $n = 1,3$ ), **K** je faktor erodovatelnosti půdy, **C** je faktor ochranného vlivu vegetace a **P** je faktor účinnosti protierozních opatření (Brychta, Petrů, 2016).

Dále se určuje poměr mezi množstvím půdy odnesené a usazené ( $\Delta T$ ). Převažuje-li nově usazená půdy nad odnesenou půdou, tak je hodnota ED kladná. Hodnota ED se stanovuje rovnicí:

$$ED = d (T \cdot \cos (a)) / dx + d (T \cdot \sin (a)) / dy$$

Kde: **ED** je poměr odnosu/usazení půdy, **a** je orientace svahu (°), **T** je index transportní kapacity (Brychta, Petrů, 2016).

Pro vytvoření modelu USPED byla vytvořena nová vrstva LS faktoru. LS faktor byl získán nástrojem Raster calculator. Byl získán vzorcem:

$$LS = \text{Power} ("Flow\_acc" * \text{rozliseni} / 22.13, 1.6) * \text{Power} (\text{Sin} ("Slope" * 3.14 / 180), 1.3)$$

Výsledná vrstva byla pojmenována "LS\_USPED". Dále byl použit nástroj Aspect, kterým byla získána rastrová vrstva expozice ke světovým stranám. Jediným vstupem do tohoto nástroje raster "DMT\_fill". Pomocí nástroje Raster calculator byly vypočítány rastry transportní kapacity:

$$q_{sx} = \text{"LS\_USPED"} * \text{"K\_faktor"} * \text{"C\_faktor"} * 56 * \cos((\text{Aspect} * (-1) + 450) * 0,01745)$$

$$q_{sy} = \text{"LS\_USPED"} * \text{"K\_faktor"} * \text{"C\_faktor"} * 56 * \sin((\text{Aspect} * (-1) + 450) * 0,01745)$$

V dalším kroku pomocí nástrojů Slope a Aspect vytvoříme vrstvy sklonitosti a orientaci vůči světovým stranám vrstev  $q_{sy}$  a  $q_{sx}$ . V předposledním kroku byly vytvořeny derivace vrstev transportní kapacity. Byly vypočteny pomocí nástroje Raster calculator:

$$Q_{sx\_dx} = \cos((\text{"qsx\_aspect"} * (-1) + 450) * 0,01745) * \tan(\text{"qsx\_slope"} * 0,01745)$$

$$Q_{sy\_dy} = \sin((\text{"qsy\_aspect"} * (-1) + 450) * 0,01745) * \tan(\text{"qsy\_slope"} * 0,01745)$$

V posledním kroku byly derivované vrstvy "Qsx\_dx" a "Qsy\_dy" sečteny v nástroji Raster calculator. Výsledná vrstva byla pojmenována "USPED".

### 5.3. Maximální přípustná hodnota ochranného vlivu vegetace

Tato metoda vznikla upravením rovnice USLE. Výpočet byl proveden rovnicí:

$$C_p = G_{\max} / (R * K * L * S * P)$$

Kde:  $C_p$  je hodnota maximální hodnoty C faktoru,  $G_{\max}$  je maximální přípustná ztráta půdy a  $R, K, L, S, P$  jsou faktory rovnice USLE.

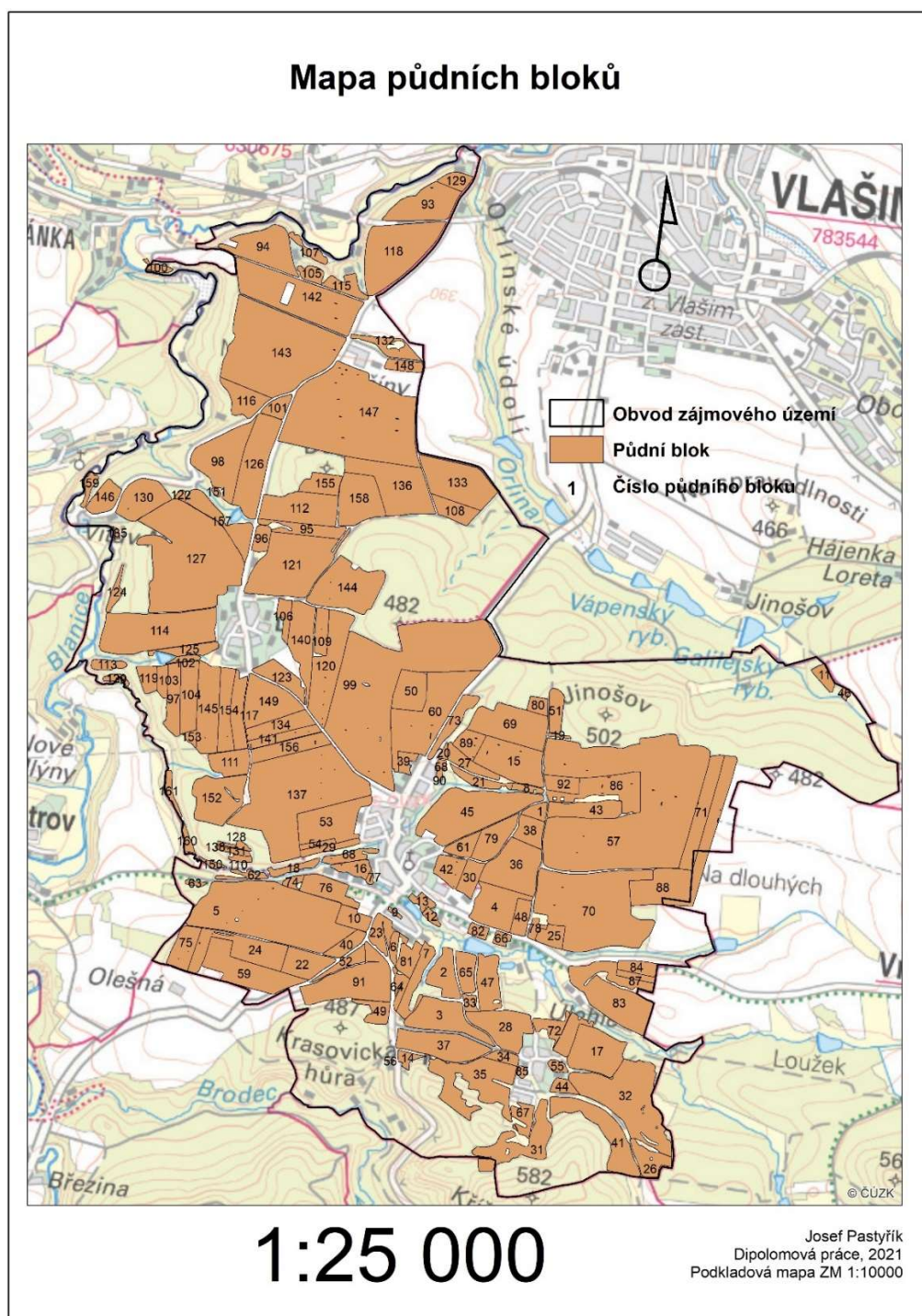
V programu ArcMap byl vypočítán nástrojem Raster calculator. Vstupem do tohoto nástroje jsou rastry vypočtené pro metodu USLE. Vzorec pro výpočet byl:

$$C_p = 4 / 40 * \text{"K\_faktor"} * \text{"LS\_faktor"} * \text{"C\_faktor"}$$

## 6. Současný stav řešené problematiky

### 6.1. Zájmové území

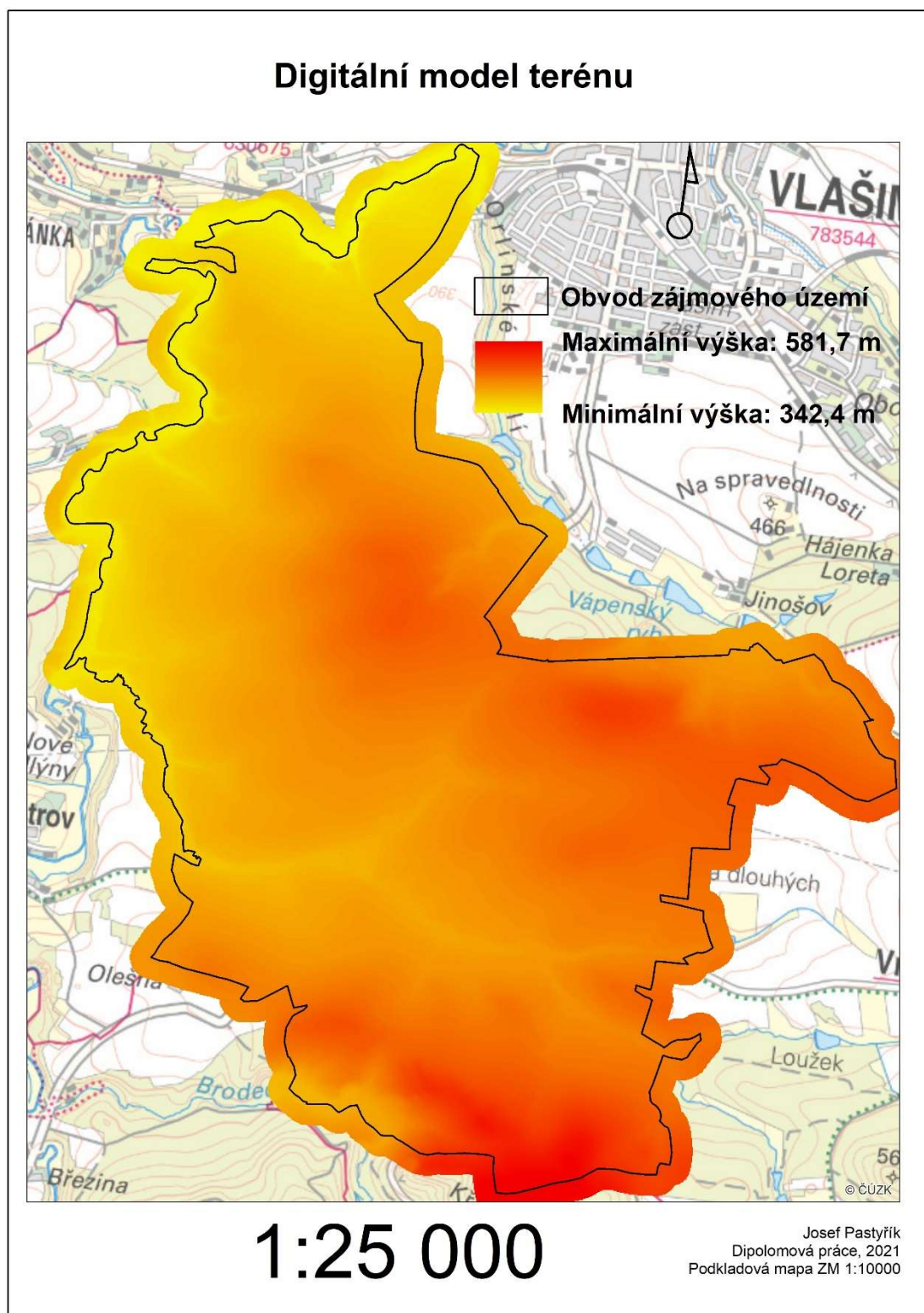
V zájmovém území se nachází 161 půdních bloků na kterých bude hodnocena erozní ohroženost. Z 161 půdních bloků je 85 půdních bloků trvale zatravněno. Na obr. č. 10 můžeme vidět rozmístění půdních bloků v zájmovém území na podkladu ZM 1 : 10 000.



Obr. č. 10 – Umístění půdních bloků v zájmovém území

## 6.2. Digitální model terénu

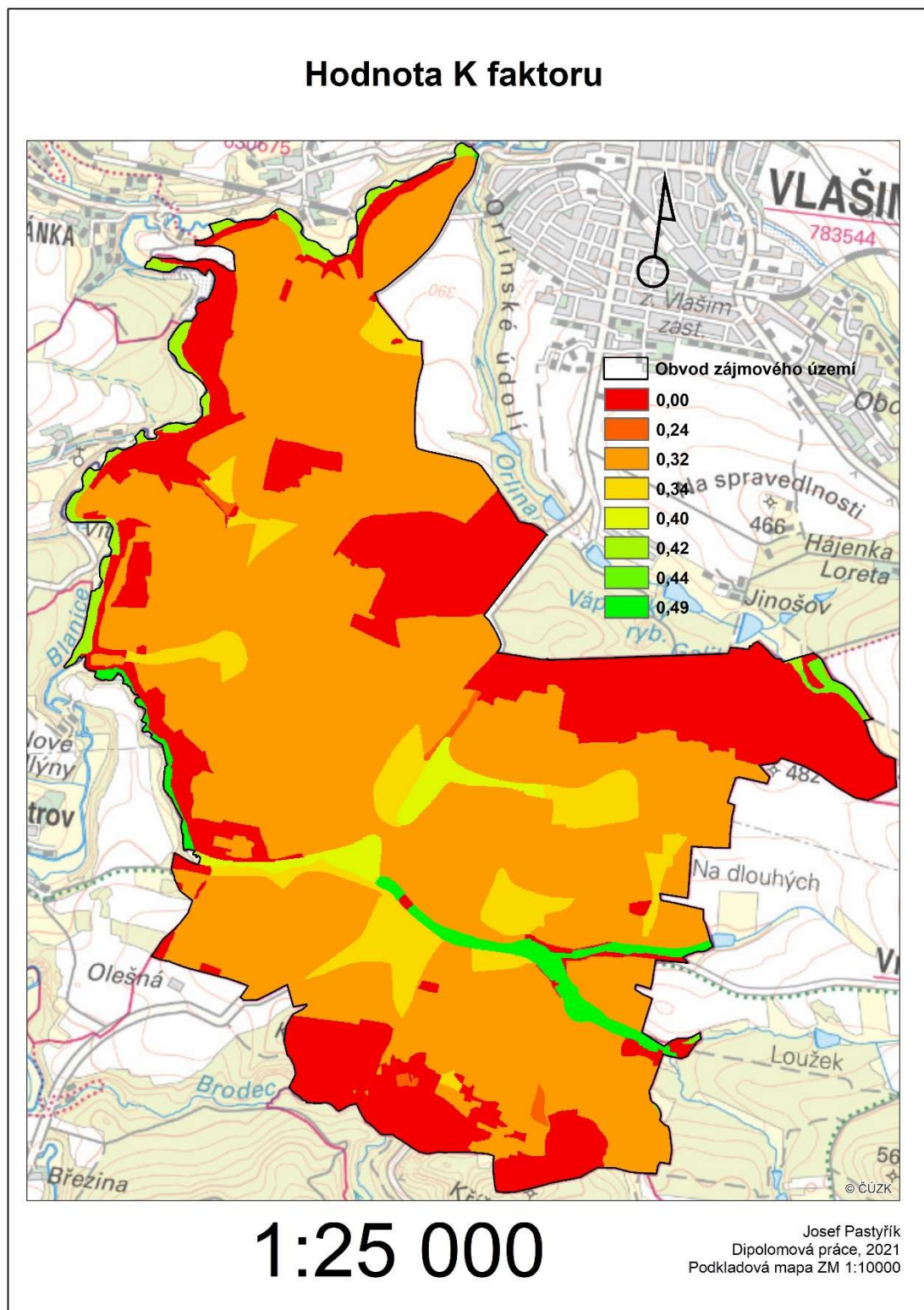
Na obr. č. 11 můžeme vidět digitální model terénu zájmového území. Nejvyšší bod v zájmovém území je 581 m. n. m. a nejnižší bod je 342 m. n. m. To ukazuje na relativně velkou členitost zájmového území.



Obr. č. 11 – Digitální model terénu zájmového území

### 6.3. Faktor erodovatelnosti půdy

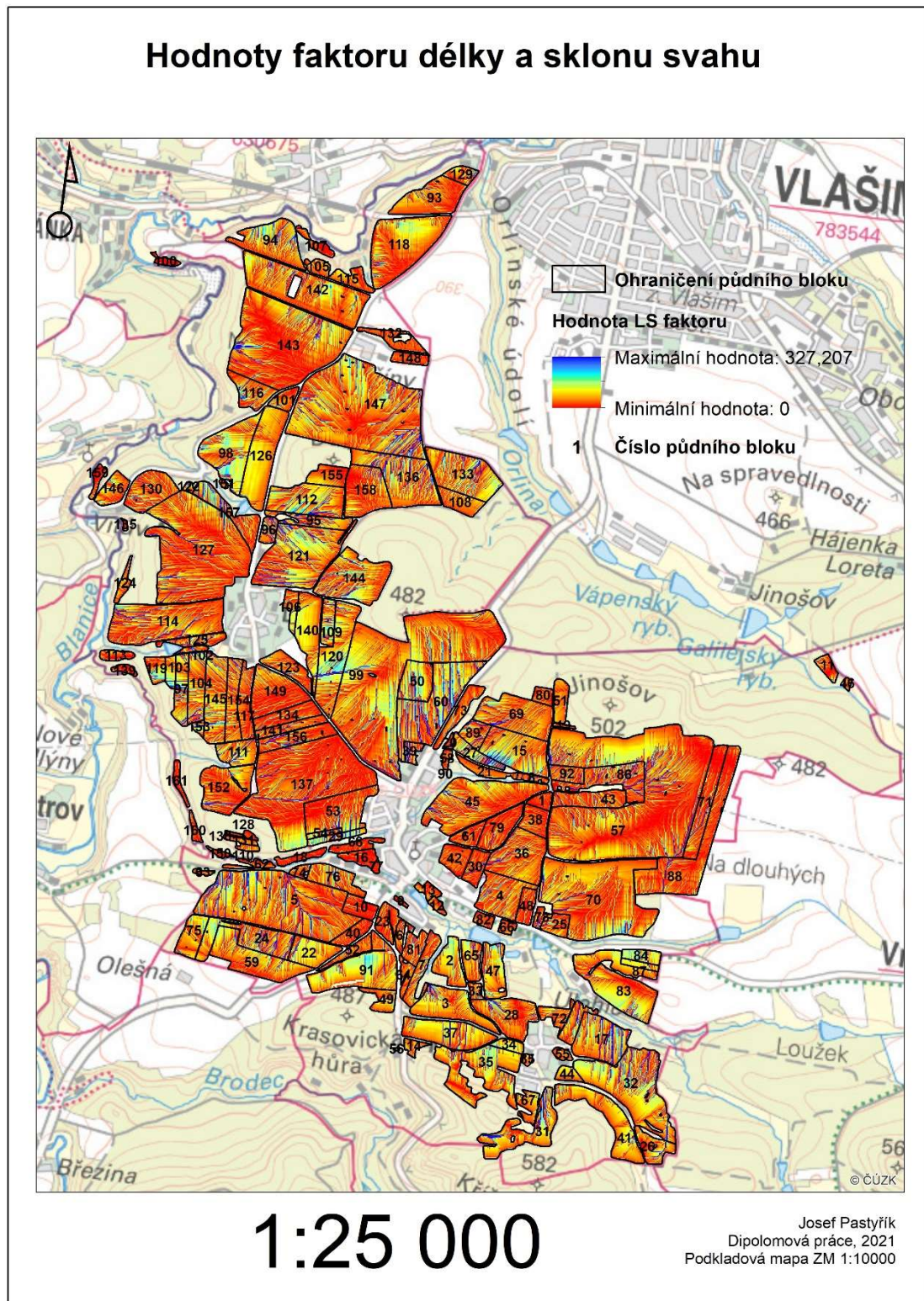
Na obr. č. 12 můžeme vidět rozmístění K faktoru v zájmovém území. Hodnoty K faktoru nabývají hodnot 0,00 – 0,49. Hodnota 0,00 je především v zalesněných částech zájmového území.



Obr. č. 12 – Hodnoty K faktoru v zájmovém území

## 6.4. Faktor délky a sklonu svahu pro metodu USLE

Faktor délky a sklonu svahu nabývá největších hodnot na místech dlouhých, nepřerušovaných prudkých svazích. V zájmovém území nabývá největších hodnot na půdních blocích 95, 5, 60 a 15.

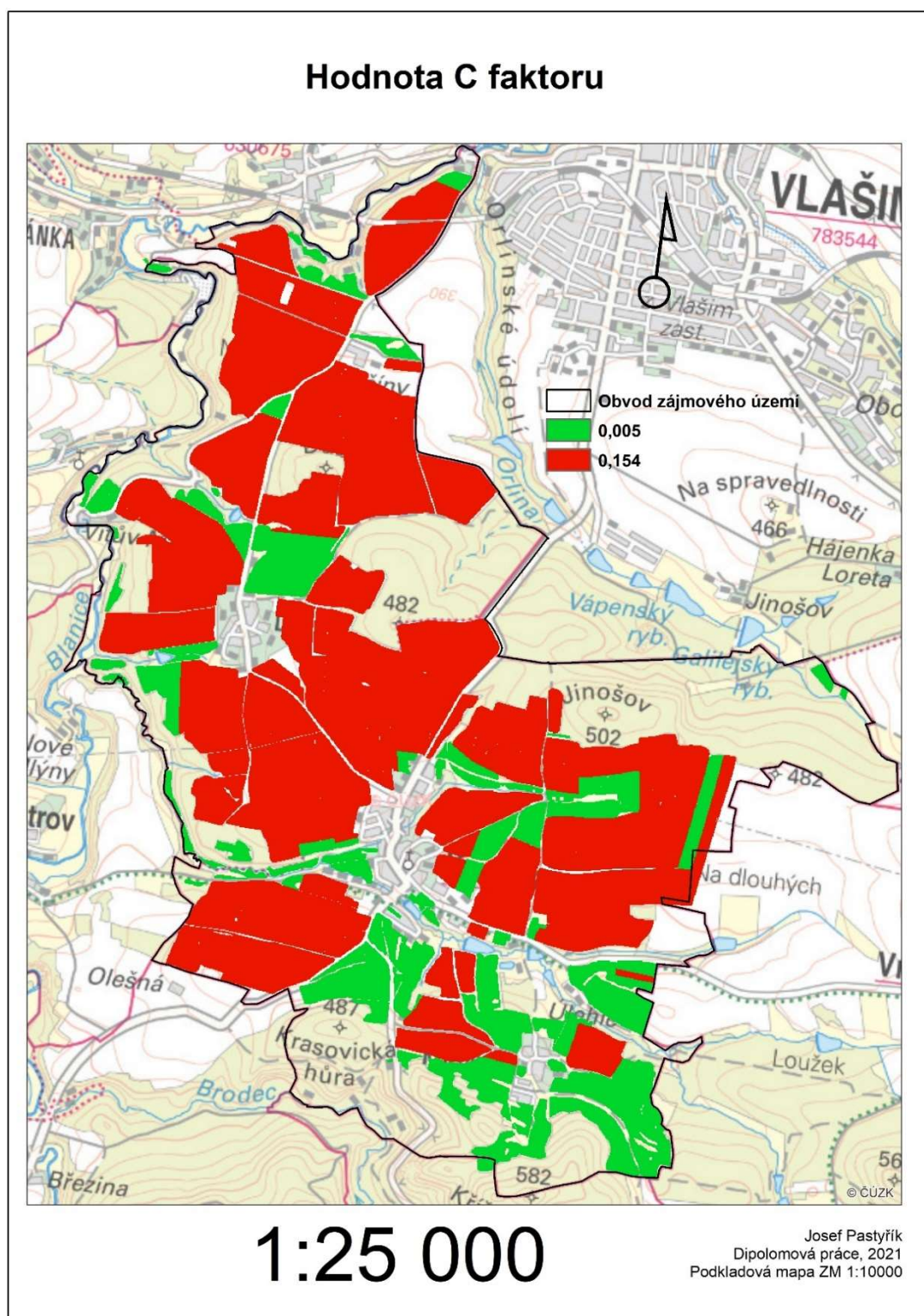


Obr. č. 14 – Hodnoty LS faktoru v zájmovém území



## 6.5. Faktor ochranného vlivu vegetace

Na obr. č. 15 můžeme vidět rozložení C faktoru v zájmovém území. Půdní bloky s hodnotou 0,005 jsou trvale zatravněny a na půdních blocích s hodnotou 0,154 je orná půda.



Obr. č. 15 – Rozložení C faktoru na půdních blocích v zájmovém území

## 7. Výsledky

### 7.1. Maximální přípustná ztráta půdy erozí

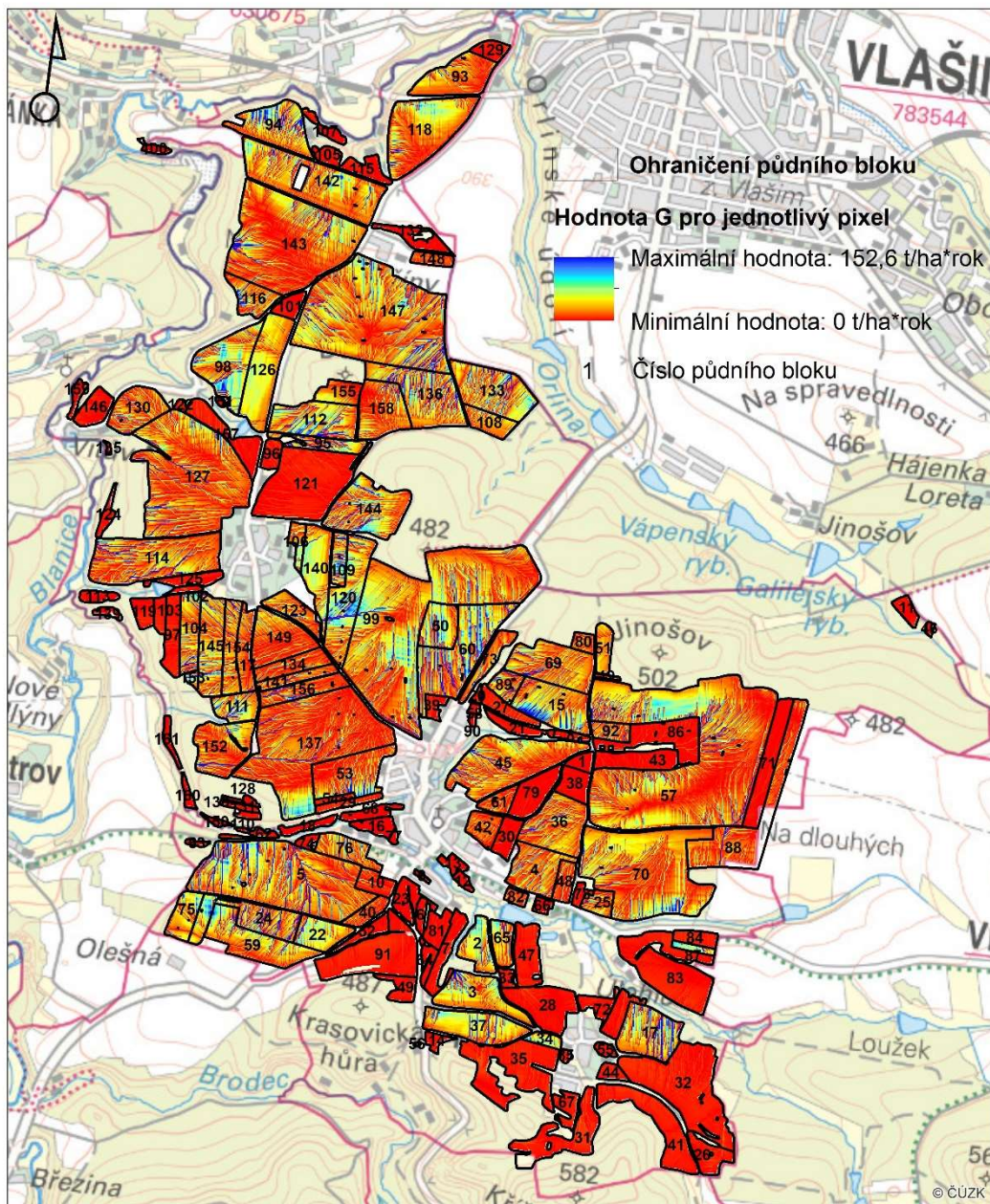
Maximální přípustná ztráta půdy je dána hloubkou půdy. Hloubka půdy je obsažena v kódu BPEJ. Je vyjádřena 5. číslicí. Pro půdy mělké (půdy s hloubkou do 30 cm) je maximální přípustná ztráta stanovena na  $0 \text{ t*ha}^{-1}\text{*rok}^{-1}$ . Pro středně hluboké a hluboké půdy je stanovena maximální ztráta půdy na  $4 \text{ t*ha}^{-1}\text{*rok}^{-1}$ . Konkrétní hodnota byla zjištěna pomocí programu Excel v atributové tabulce vrstvy "BPEJ\_zu". V programu Excel se pomocí funkcí zprava získá v novém sloupečku hodnota na 5. místě kódu BPEJ. Pro hodnoty 0, 1, 2, 3, 4 a 7 je maximální přípustná ztráta půdy  $4 \text{ t*ha}^{-1}\text{*rok}^{-1}$ . Pro hodnoty 5, 6, 8 a 9 je maximální přípustná ztráta stanovena na  $0 \text{ t*ha}^{-1}\text{*rok}^{-1}$ . Z dat vychází, že se v zájmovém území nevyskytují žádné půdní bloky, na kterých by byla většinově mělká půda. Mělká půda se vyskytuje v menších plochách na půdních blocích č. 31, 35 a 73 a proto je počítáno, že v zájmovém území je na všech půdních blocích je maximální přípustná ztráta půdy  $4 \text{ t*ha}^{-1}\text{*rok}^{-1}$ .

### 7.2. Dlouhodobá průměrná ztráta půdy dle USLE

Rastr hodnot dlouhodobé průměrné ztráty půdy vodní erozí byl získán postupným vynásobením jednotlivých rastrových vrstev faktorů R, K, LS, C. K tomuto byl využit nástroj v Raster calculator v programu ArcMap. Výsledek tohoto kroku můžeme vidět na obr. č. 16. Výsledné hodnoty udávají hodnotu G pro každý jeden pixel zvlášť, nelze je však brát za skutečné hodnoty ztráty půdy. I v případě využití plně distributivní přístupu vychází metoda USLE z originální metodiky určené pro výpočet hodnot G z pozemku nebo jeho části. Proto bylo potřeba vytvořit rastr průměrných hodnot na jednotlivý půdní blok. K tomuto byl využit nástroj Zonal statistic. Vstupem do tohoto nástroje byl rastr hodnot průměrné roční ztráty půdy za rok pro jednotlivý pixel (obr. č. 16) a vektorová vrstva půdních bloků. Výsledné hodnoty průměrné roční ztráty půdy můžeme vidět na obr. č. 17 (Brychta, Petruš, 2016).

Z analýzy dlouhodobá průměrná ztráta půdy vychází, že nejvyšších hodnot eroze nabývá na půdních blocích 87 ( $8,0 \text{ t/ha/rok}$ ), 153 ( $8,8 \text{ t/ha/rok}$ ) a 95 ( $8,2 \text{ t/ha/rok}$ ).

## Dlouhodobá průměrná ztráta půdy vodní erozí pro jednotlivý pixel

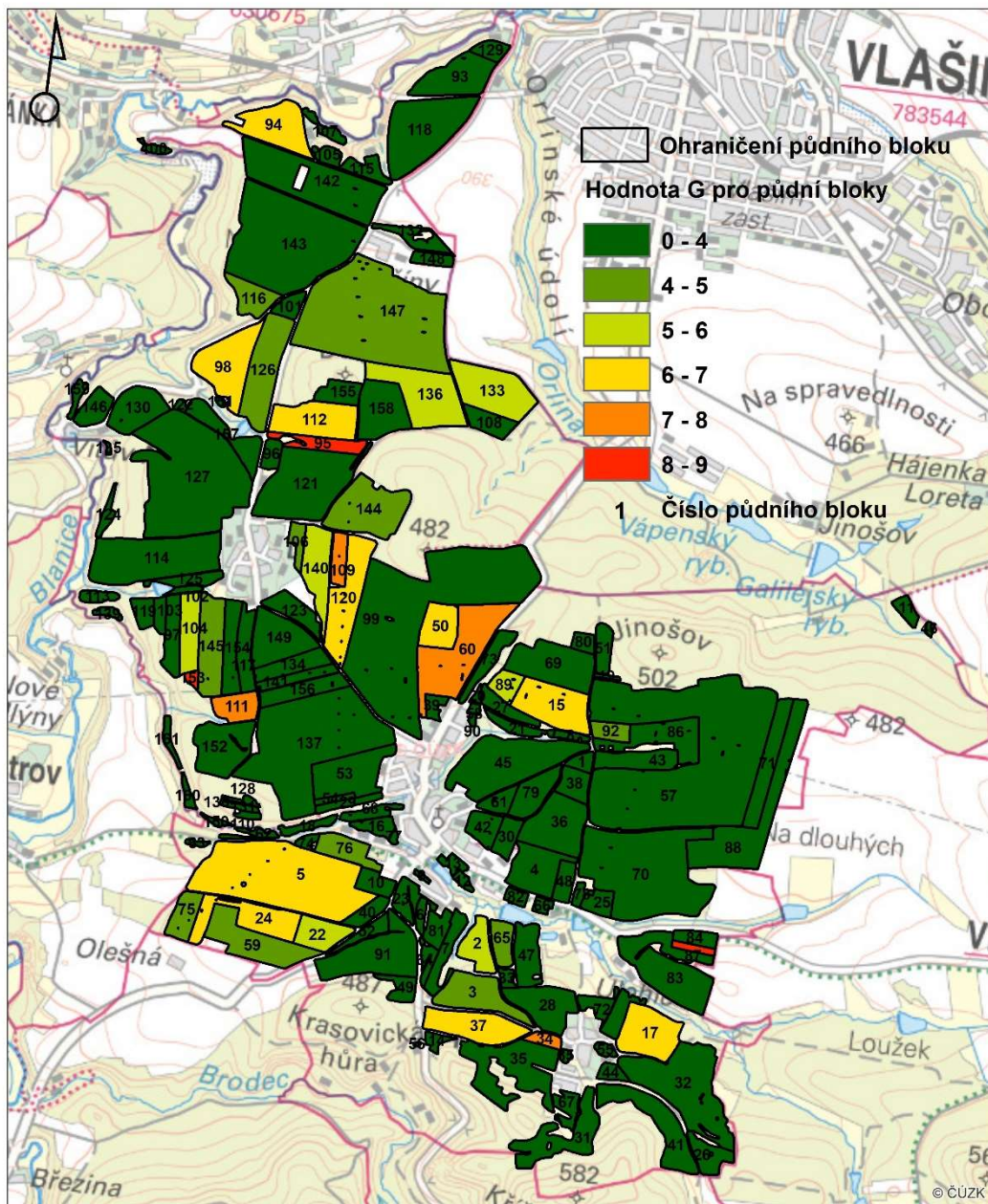


1:25 000

Josef Pastyřík  
Díplomová práce, 2021  
Podkladová mapa ZM 1:10000

Obr. č. 16 – Dlouhodobá průměrná ztráta půdy vodní erozí pro jednotlivý pixel

## Dlouhodobá průměrná ztráta půdy vodní erozí pro jednotlivé půdní bloky

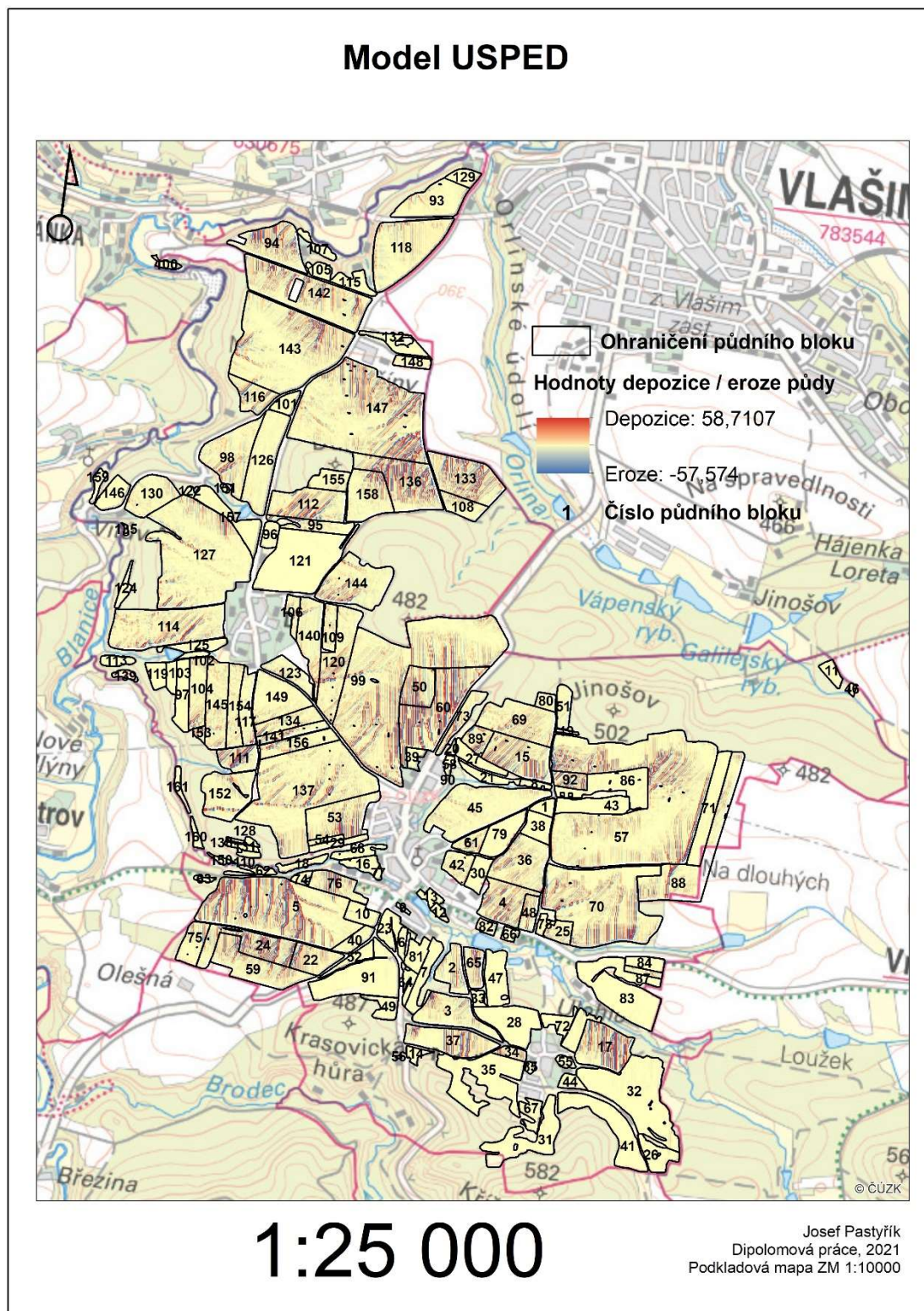


Obr. č. 17 – Dlouhodobá průměrná ztráta půdy vodní erozí pro jednotlivé půdní bloky

### 7.3. Depozice a eroze půdy

Model zobrazující místa usazení a odnosu půdy v zájmovém území byl vytvořen modelem USPED. Je-li výsledná transportní kapacita kladná, tak převažuje

usazená půda na množství odnesené půdy. Je-li hodnota záporná, tak převládá odnos půdy nad usazováním. Vstupem do modelu USPED je model DTM, K faktor, C faktor a R faktor. Na obr. č. 18 můžeme vidět mapu depozice a eroze v zájmovém území.

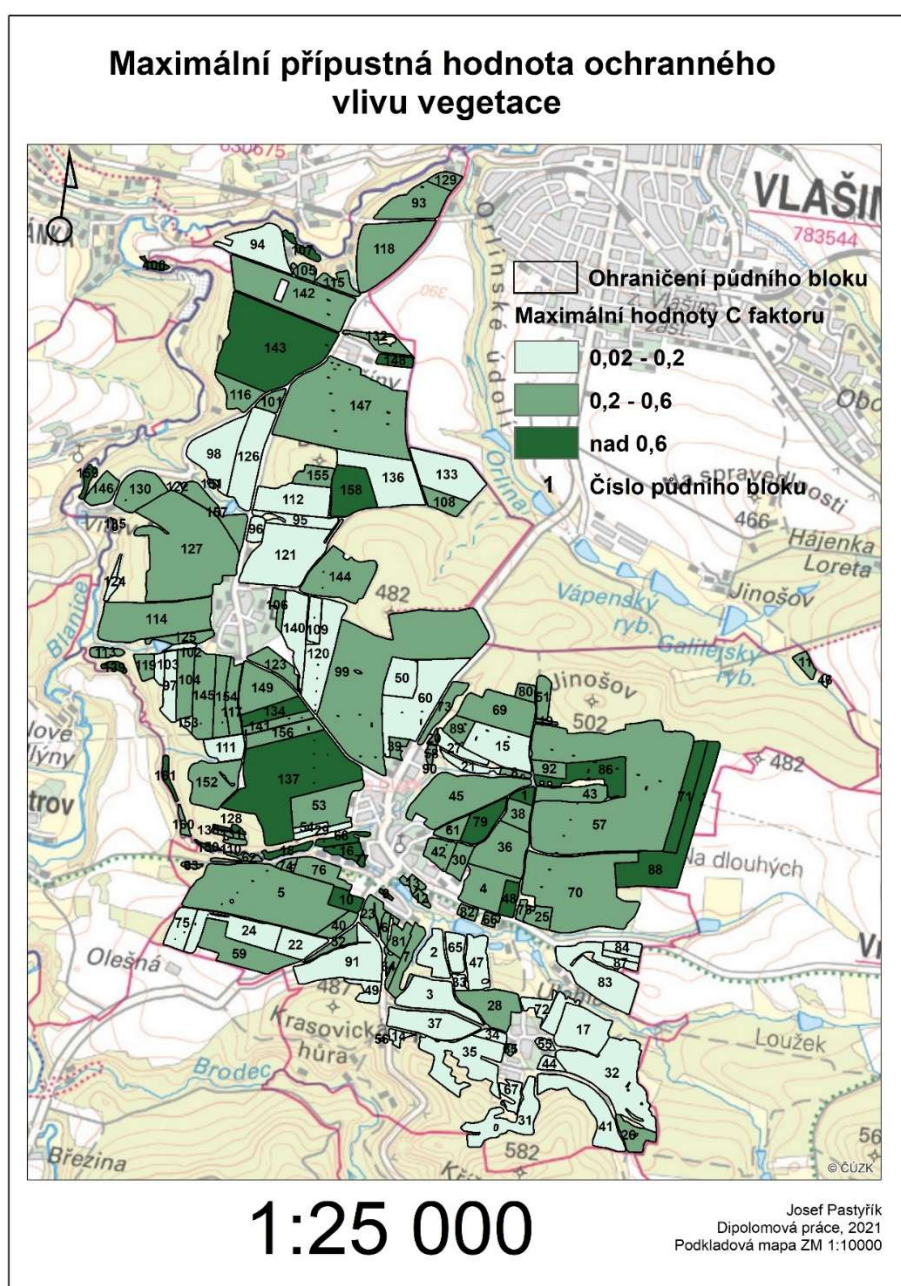


Obr. č. 18 – Model depozice a eroze půdy v zájmovém území

#### 7.4. Maximální přípustná hodnota ochranného vlivu vegetace

Výstupem modelu jsou hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace. Pro hodnoty 0 – 0,005 je potřeba půdní blok trvale zatravnit, pro hodnoty 0,005 – 0,02 je vhodné pěstovat jen pícniny, pro hodnoty 0,02 – 0,2 je vhodné pěstovat úzkořádkové plodiny neomezeně, širokořádkové s protierozním opatřením, pro hodnoty 0,2 – 0,6 je vhodné pěstovat úzkořádkové plodiny s protierozním opatřením a pro hodnoty větší než 0,6 je pěstování neomezené (Brychta, Petřů, 2016).

Jak je patrné na obr. č. 19, tak na zájmovém území se nenachází žádný půdní blok, který by byl potřeba zatravnit. V zájmovém území se nachází jen půdní bloky s maximální hodnotou C faktoru 0,02.

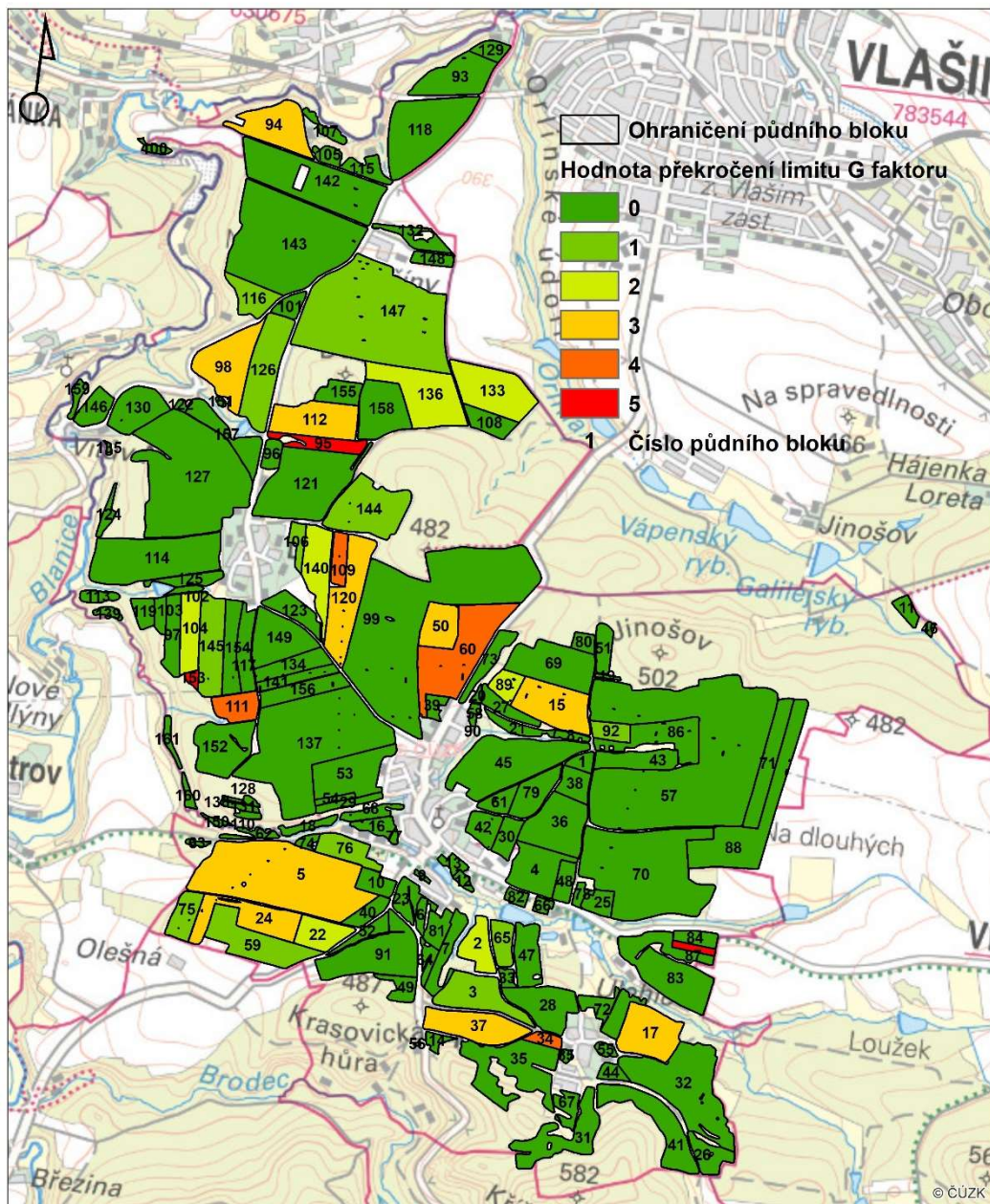


Obr. č. 19 - Maximální přípustná hodnota ochranného vlivu vegetace

### **7.5. Stupeň ohroženosti půdních bloků vodní erozí**

Míra ohroženosti půdních bloků vodní erozí byla získána porovnáním rastrů průměrné ztráty půdy vodní erozí pro jednotlivé půdní bloky (obr. č. 17) a rastru maximální přípustné ztráty půdy vodní erozí. Výsledný rastr byl získán nástrojem Raster calculator v kterém se od rastru průměrné ztráty půdy vodní erozí pro jednotlivé půdní bloky odečetl rastr maximální přípustné ztráty půdy vodní erozí. Výsledný rastr můžeme vidět na obr. č. 20. Z analýzy vyplívá, že eroze překračuje maximální přípustnou hodnotu na půdních blocích nejvíce na těch blocích, kde je největší míra eroze (půdní bloky 95, 153 a 87)

## Hodnota překročení maximální ztráty půdy vodní erozí



1:25 000

Josef Pastyřík  
Díplomová práce, 2021  
Podkladová mapa ZM 1:10000

Obr. č. 20 – Hodnota překročení maximální ztráty půdy vodní erozí



## 7.6. Návrh protierozních opatření

V zájmovém území se nachází celkem 161 půdních bloků. Na 124 z nich dlouhodobá ztráta půdy nepřesahuje doporučený limit. A proto není potřeba na nich provádět žádná protierozní opatření. Úplná tabulka s příslušnými hodnotami dlouhodobé ztráty půdy vodní erozí před návrhem protierozních opatření i po návrhu protierozních opatření pro každý půdní blok je v příloze této diplomové práce.

U půdních bloků, u kterých došlo k překročení dlouhodobé ztráty půdy vodní erozí byl vytvořen nový protierozní osevní postup. U půdních bloků 34, 17, 37, 2, 136, 133, 3, 126, 147, 65, 116, 76 a 92 stačil nový osevní postup jako jediné protierozní opatření. Tento protierozní postup je popsán v tab. č. 4. U dalších půdních bloků byl kombinován nový protierozní postup s dalšími protierozními opatřeními. Nový protierozní osevní postup má hodnotu C faktoru 0,117.

Půdní blok číslo 87 na kterém je dlouhodobá ztráta půdy 8,2 t/ha/rok jsem se rozhodl zatravnit. Tento půdní blok je obklopen trvale zatravněnými půdními bloky, a proto jsem se ho rozhodl celý zatravnit, čímž by mohla vzniknout jedna ucelená plocha travního porostu. Přibližná cena protierozních opatření u toho půdní bloku by byla 5 000 Kč.

Půdní bloky 112 (ztráta půdy 6,9 t/ha/rok) a 95 (ztráta půdy 8,2 ha/t/rok) jsem se rozhodl rozdělit a vytvořit mezi nimi zasakovací pás. Východní část těchto bloků byla spojena v jeden půdní blok a dlouhodobá ztráta půdy po návrhu je 3,2 t/ha/rok. Západní část půdního bloku 112 byla připojena k půdnímu bloku 155 a výsledná ztráta půdy je 3,3 t/ha/rok. Západní část půdního bloku 95 byla ponechána samostatně a výsledná dlouhodobá ztráta půdy je 2,6 t/ha/rok. Přibližná cena protierozních opatření u toho půdní bloku by byla 3 500 Kč.

Na půdním bloku 111 byla původně ztráta půdy 7,9 t/ha/rok. Tento půdní blok jsem se rozhodl rozdělit na tři části (111A, 111B a 111C). V prostřední části 111C jsem se rozhodl navrhnout zasakovací pás. Východní část 111A má po návrhu dlouhodobou ztrátu půdy 2,8 t/ha/rok a západní část 111B má po návrhu dlouhodobou ztrátu půdy 3,4 t/ha/rok. Přibližná cena protierozních opatření u toho půdní bloku by byla 500 Kč.

Půdní bloky 120 (6,8 t/ha/rok), 99 (3,9 t/ha/rok), 50 (6,8 t/ha/rok) a 60 (7,6 t/ha/rok) byly rozděleny na části. Byla vytvořena prostřední část, v které byl navržen zatravněvací pás. Pás kopíruje vrstevnice a je široký přibližně 20 m. Dále byl v půdním bloku 99 vytvořena další zasakovací pás kopírující vrstevnice a je široký přibližně 20 m. Tato soustava zasakovacích pásů také ochrání níže položenou obec

Kondrac před zaplavením orné půdy z výše položených půdních bloků. U všech nově uspořádaných půdních bloků nepřesahuje dlouhodobá ztráta půdy vodní erozí doporučenou hodnotu (120A – 3,3 t/ha/rok; 120B – 3,9 t/ha/rok; 99A – 2,8 t/ha/rok; 99B – 2,6 t/ha/rok; 99D – 3,5 t/ha/rok; 50 – 3,8 t/ha/rok; 60A – 2,7 t/ha/rok; 60B – 3,9 t/ha/rok). Přibližná cena protierozních opatření u toho půdní bloku by byla 23 000 Kč.

Mezi půdními bloky 120B a 109 byl navrhnout záchytný protierozní příkop. Tento zasakovací příkop je dlouhý přibližně 270 m. Půdní blok 109 měl před návrhem protierozních opatření dlouhodobou ztrátu půdy 7,4 t/ha/rok. Po navržnutí tohoto příkopu má půdní blok dlouhodobou ztrátu půdy 3,2 t/ha/rok.

Tento záchytný příkop byl navržen na desetiletou srážku. Desetiletá srážka v tomto zájmovém území podle Kavka P., Muller M., a kol. má úhrn 62,2 mm. Povodí pro tento záchytný příkop je 7,1 ha. Rozloha povodí byla zjištěna v programu ArcMap nástrojem Watershed. Vstupem do tohoto nástroje byla vrstva "Flow\_direction" a plygonová vrstva příkopů "prikopy.shp". Aby příkop dokázal bez problému zachytit tuto srážku musí mít parametry stačí aby měl minimální parametry pro protierozní příkopy, a to šířku dna 0,3 m a hloubku 0,4 m. Tento protierozní příkop dokáže pojmout 7 560 m<sup>3</sup>. Padesátiletá srážka v tomto povodí má objem 4 444 m<sup>3</sup>. Přibližná cena protierozních opatření u toho půdní bloku by byla 400 000 Kč.

Půdní bloky 75 (4,4 t/ha/rok), 59 (4,7 t/ha/rok), 24 (6,4 t/ha/rok) a 22 (5,8 t/ha/rok) byly rozděleny a byl vytvořen zasakovací pás, který kopíruje vrstevnice a je široký přibližně 20 m. Zmenšený půdní blok 75 má nově dlouhodobou ztrátu půdy 2,7 t/ha/rok. Nově upravený půdní blok 59 má dlouhodobou ztrátu půdy 2,6 t/ha/rok. Nově zmenšený půdní blok 24 má dlouhodobou ztrátu půdy 2,9 t/ha/rok. Půdní blok 22 má po návrhu dlouhodobou ztrátu půdy 3,4 t/ha/rok. Přibližná cena protierozních opatření u toho půdní bloku by byla 12 000 Kč.

Půdní blok 5 (6,0 t/ha/rok), který celkovou rozlohu 245 ha byl rozdělen 3 částí (5A, 5B a 5C). V prostřední části byl vytvořen zasakovací pás kopírující sklon svahu a rozděluje půdní blok na 3 části. Zároveň tento zasakovací pás spojuje dvě polní cesty a mohl by být doplněn dřevinami a vytvořit alej spojující cesty. Nově navržený půdní blok 5A má dlouhodobou ztrátu půdy 3,2 t/ha/rok a nově navržený půdní blok 5B má dlouhodobou ztrátu půdy 2,3 t/ha/rok. Přibližná cena protierozních opatření u toho půdní bloku by byla 7 800 Kč.

Půdní blok 145 (4,7 t/ha/rok) byl rozdělen protierozním příkopem. Tento protierozní příkop bude chránit především chránit půdní bloky v nižších částech

svahu. Jedná se o půdní bloky 153 (8,8 t/ha/rok) a 104 (5,1 t/ha/rok). Protierozní příkop by byl sveden do blízké malé vodní nádrže Pilák. Tento protierozní příkop by byl dlouhý přibližně 500 m. Nově vzniklý půdní blok pod protierozním příkopem, který by se skládal z půdních bloků 104, 153 a části půdního bloku 145 by byl měl označení 104 a jeho nová dlouhodobá ztráta půdy by byla 2,6 t/ha/rok. Nově zmenšený půdní blok 145 by měl dlouhodobou ztrátu půdy 3,5 t/ha/rok.

Tento záchytný příkop byl navržen na desetiletou srážku. Desetiletá srážka v tomto zájmovém území podle Kavka P., Muller M., a kol. má úhrn 62,2 mm. Povodí pro tento záchytný příkop je 9,2 ha. Rozloha povodí byla zjištěna v programu ArcMap nástrojem Watershed. Vstupem do tohoto nástroje byla vrstva "Flow\_direction" a plygonová vrstva příkopů "prikopy.shp". Aby příkop dokázal bez problému zachytit tuto srážku musí mít parametry stačí aby měl minimální parametry pro protierozní příkopy, a to šířku dna 0,3 m a hloubku 0,4 m. Tento protierozní příkop dokáže pojmout 14 140 m<sup>3</sup>. Padesátiletá srážka v tomto povodí má objem 5 770 m<sup>3</sup>. Přibližná cena protierozních opatření u toho půdní bloku by byla 750 000 Kč.

Mezi půdními bloky 98 (6,3 t/ha/rok) a 126 (4,7 t/ha/rok) byl navrhnout protierozní příkop, který by byl sveden do blízké malé vodní nádrže a dlouhý by byl přibližně 400 m. Půdní bloky 98 byl rozdělen 3 části (98A, 98B a 98C). V prostřední části byl vytvořen zasakovací pás kopírující sklon svahu a rozděluje půdní blok na 3 části. Západní část půdního bloku 98 by se spojila s půdním blokem 126 a vznikl by půdní blok 98A. Nově navržený půdní blok 98A má dlouhodobou ztrátu půdy 2,9 t/ha/rok a nově navržený půdní blok 98C má dlouhodobou ztrátu půdy 2,0 t/ha/rok.

Tento záchytný příkop byl navržen na desetiletou srážku. Desetiletá srážka v tomto zájmovém území podle Kavka P., Muller M., a kol. má úhrn 62,2 mm. Povodí pro tento záchytný příkop je 17,8 ha. Rozloha povodí byla zjištěna v programu ArcMap nástrojem Watershed. Vstupem do tohoto nástroje byla vrstva "Flow\_direction" a plygonová vrstva příkopů "prikopy.shp". Aby příkop dokázal bez problému zachytit tuto srážku musí mít parametry stačí aby měl minimální parametry pro protierozní příkopy, a to šířku dna 0,3 m a hloubku 0,4 m. Tento protierozní příkop dokáže pojmout 11 200 m<sup>3</sup>. Padesátiletá srážka v tomto povodí má objem 11 071 m<sup>3</sup>. Přibližná cena protierozních opatření u toho půdní bloku by byla 606 000 Kč.

Na půdním bloku 94 byla původně ztráta půdy 6,1 t/ha/rok. Tento půdní blok jsem se rozhodl rozdělit na tři části (94A, 94B a 94C). V prostřední části 94C jsem se rozhodl navrhnout zasakovací pás. Zasakovací pás by byl široký přibližně 20m a kopíroval by vrstevnice. Severní část 94A má po návrhu dlouhodobou ztrátu půdy 3,6

t/ha/rok a jižní část 94B má po návrhu dlouhodobou ztrátu půdy 2,0 t/ha/rok. Přibližná cena protierozních opatření u toho půdní bloku by byla 3 500 Kč.

Na půdním bloku 144 byla původně ztráta půdy 5,0 t/ha/rok. Tento půdní blok jsem se rozhodl rozdělit na tři části (144A, 144B a 144C). V prostřední části 94C jsem se rozhodl navrhnout zasakovací pás. Zasakovací pás by byl široký přibližně 20m a kopíroval by vrstevnice. Východní část 144A má po návrhu dlouhodobou ztrátu půdy 3,2 t/ha/rok a západní část 144B má po návrhu dlouhodobou ztrátu půdy 2,8 t/ha/rok. Přibližná cena protierozních opatření u toho půdní bloku by byla 4 000 Kč.

Mezi půdní bloky 69 (3,5 t/ha/rok) a 15 (6,3 t/ha/rok) a 89 (5,7 t/ha/rok) byl vytvořen protierozní příkop. Tento protierozní příkop je dlouhý přibližně 380 m a je sveden do blízkého již vybudovaného příkopu. Půdní blok 15 má po návrhu protierozních opatření dlouhodobou ztrátu půdy 3,4 t/ha/rok a půdní blok 89 má po návrhu protierozních opatření dlouhodobou ztrátu půdy 3,1 t/ha/rok.

Tento záchytný příkop byl navržen na desetiletou srážku. Desetiletá srážka v tomto zájmovém území podle Kavka P., Muller M., a kol. má úhrn 62,2 mm. Povodí pro tento svodný příkop je 4,1 ha. Rozloha povodí byla zjištěna v programu ArcMap nástrojem Watershed. Vstupem do tohoto nástroje byla vrstva "*Flow\_direction*" a plygonová vrstva příkopů "*prikopy.shp*". Aby příkop dokázal bez problému zachytit tuto srážku musí mít parametry stačí aby měl minimální parametry pro protierozní příkopy, a to šířku dna 0,3 m a hloubku 0,4 m. Tento protierozní příkop dokáže pojmout 13 720 m<sup>3</sup>. Padesátiletá srážka v tomto povodí má objem 2 550 m<sup>3</sup>. Přibližná cena protierozních opatření u toho půdní bloku by byla 570 000 Kč.

Mezi půdní bloky 140 (5,6 t/ha/rok) a 106 (4,7 t/ha/rok) byl vytvořen zasakovací protierozní příkop. Tento protierozní příkop je dlouhý přibližně 130 m. Tento zasakovací protierozní příkop nechrání jen půdní blok 106, ale i obec Dub, která se nachází pod ním. Půdní blok 140 má po návrhu protierozních opatření dlouhodobou ztrátu půdy 3,9 t/ha/rok a půdní blok 106 má po návrhu protierozních opatření dlouhodobou ztrátu půdy 2,8 t/ha/rok.

Tento záchytný příkop byl navržen na padesátiletou srážku. Padesátiletá srážka v tomto zájmovém území podle Kavka P., Muller M., a kol. má úhrn 62,2 mm. Povodí pro tento záchytný příkop je 2,8 ha. Rozloha povodí byla zjištěna v programu ArcMap nástrojem Watershed. Vstupem do tohoto nástroje byla vrstva "*Flow\_direction*" a plygonová vrstva příkopů "*prikopy.shp*". Aby příkop dokázal bez problému zachytit tuto srážku musí mít parametry stačí aby měl minimální parametry pro protierozní příkopy, a to šířku dna 0,3 m a hloubku 0,4 m. Tento protierozní příkop

dokáže pojmout 3 640 m<sup>3</sup>. Padesátiletá srážka v tomto povodí má objem 1 741 m<sup>3</sup>. Přibližná cena protierozních opatření u toho půdní bloku by byla 195 000 Kč.

Půdní bloky 136 (5,7 t/ha/rok) a 158 (2,6 t/ha rok) byly rozděleny zasakovacím pásem. Zasakovací pás by byl široký přibližně 20 m. Jižní část původního půdního bloku 136 by byl spojen se zbytkem půdního bloku 158. Půdní blok 136 má po návrhu protierozních opatření dlouhodobou ztrátu půdy 1,9 t/ha/rok a půdní blok 158 má po návrhu protierozních opatření dlouhodobou ztrátu půdy 2,4 t/ha/rok. Přibližná cena protierozních opatření u toho půdní bloku by byla 4 000 Kč.

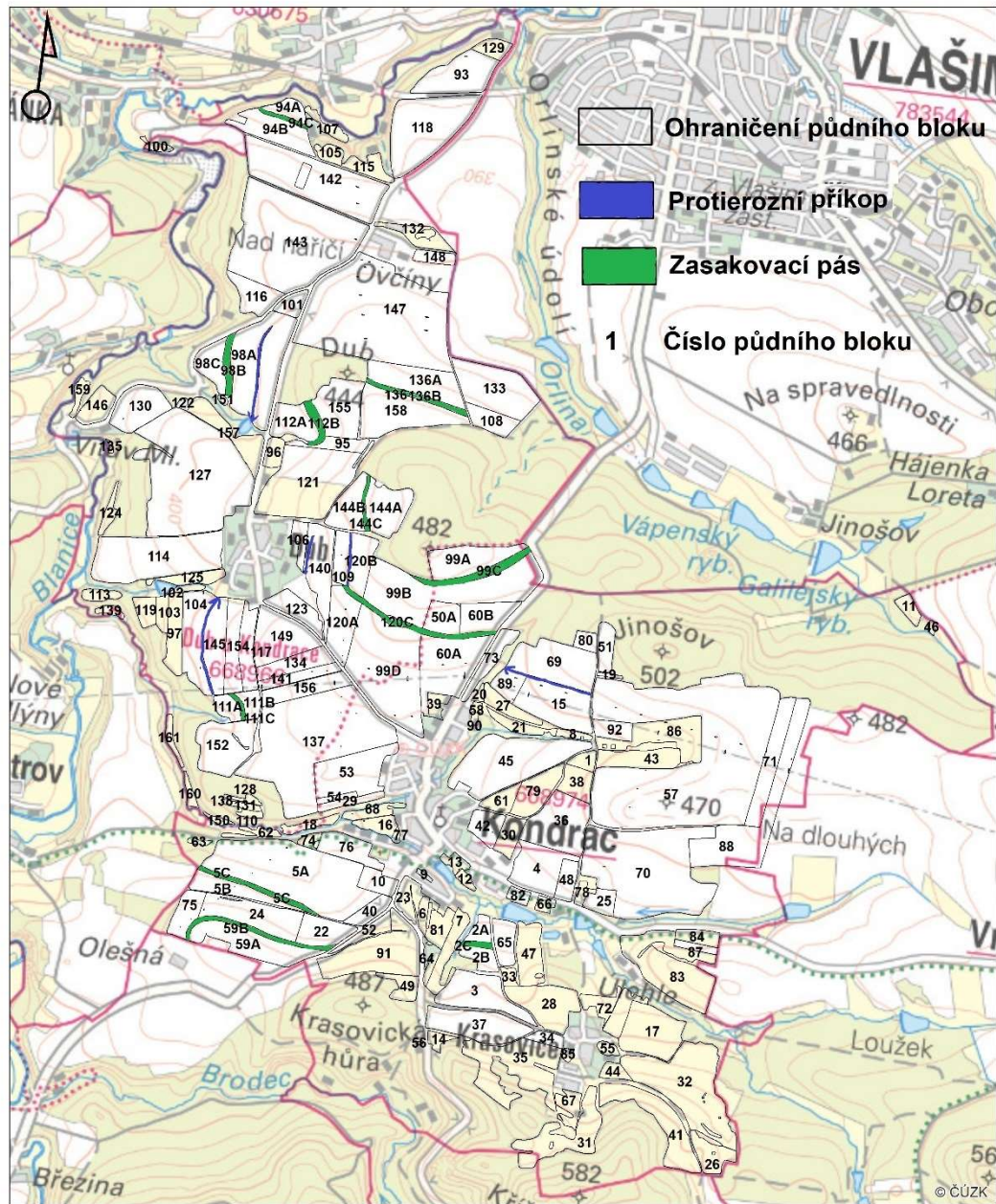
Přibližná cena všech protierozních opatření v zájmovém území je 2 500 000 Kč. Na obr. č. 21 můžeme vidět dlouhodobou ztrátu půdy vodní erozí po návrhu protierozních opatření. Na obr. č. 22 můžeme vidět mapu s vyznačením technických protierozních opatření. V příloze je příčný řez vzorového protierozního příkopu.

Plodina	období	datum	c	R (%)	c*R
2x jetel luční		16.8. - 31.8.	0,015	2,311	<b>0,035</b>
pšenice ozimá	1	1.9. - 20.9.	0,500	0,013	0,007
	2	21.9. - 31.10.	0,550	0,011	0,006
	3	1.11. - 30.4.	0,300	0,005	0,002
	4	1.5. - 31.7.	0,050	0,660	0,033
	5	1.8. - 15.8.	0,200	0,156	0,031
					<b>0,078</b>
kukuřice siláž	1	16.8. - 15.4.	0,700	0,182	0,127
	2	16.4. - 31.5.	0,900	0,073	0,066
	3	1.6. - 30.6.	0,700	0,268	0,188
	4	1.7. - 30.9.	0,350	0,653	0,229
	5	1.10. - 15.10.	0,700	0,200	0,140
					<b>0,649</b>
ječmen jarní s podsevem	1	16.10. - 20.3.	0,700	0,002	0,001
	2	21.3. - 30.4.	0,750	0,005	0,004
	3	1.5. - 31.5.	0,500	0,070	0,035
	4	1.6. - 15.8.	0,080	0,740	0,059
					<b>0,099</b>
<b>Průměrný C faktor - 0,117</b>					

Tab. č. 5 – Tabulka nového osevního postupu



## Mapa protierozních opatření



1:25 000

Josef Pastyřik  
Díplomová práce, 2021  
Podkladová mapa ZM 1:10000

Obr. č. 22 – Přehledná mapa technických protierozních opatření v zájmovém území

## 8. Diskuse

Půda má mnoho nenahraditelných funkcí. Je to především obrovská zásobárna vody, je nenahraditelná pro růst rostlin, je to genetická banka mikroorganismů, je důležitá pro stavební materiály a suroviny, je to základní článek potravního řetězce. Jelikož je z pohledu lidského života neobnovitelným zdrojem je velmi důležité ji chránit (Vopravil a kol., 2010)

Půdní eroze je jedním z největších faktorů degradace půdy vyvolaných lidskou činností, a proto je důležité ji zabraňovat protierozními opatřeními. Protierozní opatření zvolená v zájmovém území této diplomové práce byli příkop, zasakovací pásy, nový protierozní osevní postup a návrh nového vhodného tvaru a velikosti pozemku.

Nový protierozní postup a nový tvar a velikost pozemku mají podle VÚV © (2018) výhody krátké přípravy a realizace, a i rychlého efektu snížení eroze. Nevýhoda nového protierozního postupu je podle Janečka a kol. (2012) nerespektování postupu zemědělcem hospodařícím na půdním bloku. Další nevýhodou mohou být podle Doležal a kol. (2015) při změně tvaru a velikosti pozemků možný střet s LPIS a s hranicemi pozemků jednotlivých vlastníků. Změna a tvar velikosti pozemku se nejlépe mění podle SPÚ © (2020) při realizaci v rámci realizačních projektů pozemkových úprav, kde lze předejít nesouladu mezi tvarem půdního bloku a hranicemi pozemků. Velkým pozitivem podle Anděl a kol. (2011) změny tvaru a velikosti pozemku může být vliv na fragmentaci a estetickou hodnotu krajiny.

Podle VÚV © (2018) mají příkopy výhodu, malého záboru množství zemědělské půdy. Další výhodou podle Janeček a kol. (2012) příkopy efektivně zadržují stékající vodu ze svahu a rychlost efektu po vybudování. Protierozní příkopy mají také podle Skleničky (2003) výhody zadržení vody v krajině a díky tomu napomáhají zadržet vodu v krajině. Mezi jeho největší nevýhody podle SPÚ © 2019 patří to, že není průjezdný pro zemědělskou techniku, a proto se musí budovat s ohledem na tuto skutečnost. Případně budované propustky pro příkopy dosahují podle Kavka P., Muller M. a kol (2018) dosahují částek desítek až stovek tisíc korun. Další nevýhodou jsou je náročná příprava a realizace, která podle VÚV © 2018 dosahuje 7 a více let a náklady na příkopy jsou přibližně 1500 Kč/m.

Podle VÚV © (2018) patří mezi výhody zasakovacích pásů snadná příprava a realizace, která trvá do tří let, stejně jako rychlost protierozního efektu, která je také krátkodobá. Další výhodou podle Kadlec a kol. (2014) je kombinace protierozní funkce a ekologické funkce, kdy efektivně rozčleňuje krajinu. Podle VÚV © (2018) je



nevýhodou zasakovacích pásů zábor orné půdy a tím snížení výnosů z orné půdy. Náklady na zasakovací pásy závisí na zvolené travní směsi aktuální cena se pohybuje okolo 6500 Kč.

Ve výpočtu vodní eroze rovnicí USLE můžeme zvolit různou metodiku výpočtu LS faktoru. Je to například stanovení LS pomocí USLE2D volbou algoritmu dle McCoola, stanovení LS pomocí nadstavby USLE2D volbou algoritmu výpočtu podle Goverse, stanovení LS podle Mitášové pro plošnou erozi, LS podle Mitášové pro rýhovou erozi, stanovení LS podle Wischmeiera a Smithe, stanovení LS v programu ATLAS DMT kombinace rovnic dle Mitášové (1996), Desmeta a Goverse (1996) a Nearinga (1997). V této diplomové práci byla použita k výpočtu metoda stanovení LS podle Mitášové pro rýhovou erozi. Tato metoda byla zvolena s ohledem na náročnost výpočtu a převládající druh eroze v zájmovém území. Mnou zvolená metoda z těchto metod má průměrně hodnotí LS faktor. Podle Sobotková (2018) má například metoda stanovení LS podle Goverse má výsledné hodnoty LS faktoru průměrně dvakrát větší, než mnou zvolená metoda. A naopak má mnou zvolená metoda vyšší hodnoty LS faktoru než hodnoty stanovené podle McCoola.

Půdní eroze má také vliv na vysychání české krajiny. Suchov je v České republice aktuální problém. Vytvářením protierozních opatření jako jsou zasakovací pásy, retenční nádrže, vsakovací příkopy zadržíme vodu v krajině a snížíme sucho v České republice. Díky tomu je eroze vnímána i širokou veřejností jako zásadní problém. I díky tomu je v současné době připravována protierozní vyhláška, která by měla definovat maximální přípustnou ztrátu půdy vodní erozí a případné sankce pro porušení vyhlášky.

## 9. Závěr

V rámci této práce je popsána půdní eroze. Je popsáno její členění, možnosti výpočtu, její faktory, možnosti protierozních opatření a rozšíření půdní eroze v České republice a ve světě. Dále tato diplomová práce popisuje komplexní pozemkové úpravy v rámci nichž se nejjednodušeji navrhuje protierozní opatření v návaznosti na okolní katastrální území a na budoucí rozvoj obce. Tato diplomová práce také popisuje problémy současné české krajiny.

Praktická část této diplomové práce se zabývala analýzou erozního ohrožení půdy v katastrálních území Kondrac a Dub u Kondrace. Analýza ukázala, že na čtvrtině půdních bloků překračuje vodní eroze maximální přípustnou ztrátu půdy vodní erozí. Posouzení ohroženosti zemědělské půdy vodní erozí bylo vyhodnoceno v programu ArcMap 10.7.1. metodami USLE a USPED.

Byl vypracován návrh protierozních opatření. Byla navržena organizační protierozní opatření – byl změněn tvar a velikost některých pozemků, bylo navrženo ochranné zatravnění některých pozemků. Dále byla navržena agrotechnická opatření, a to nový protierozní osevní postup. Dále byla navržena technická protierozní opatření, a to konkrétně zasakovací protierozní příkopy a svodné protierozní příkopy. Pokud by došlo k realizaci navržených protierozních opatření, tak by došlo ke snížení vodní eroze pod maximální přípustnou ztrátu půdy vodní erozí.

Obvykle se protierozní opatření navrhuje v rámci provádění komplexních pozemkových úprav. Kdy se všechna protierozní opatření vytvářejí v rámci plánu společných zařízení. To dává například možnosti vyřešit výkup pozemků k návrhu technických opatření v rámci komplexních pozemkových úprav, nová velikost a tvar pozemků se vytvoří v rámci návrhu nového upořádání pozemků, vytvářet protierozní opatření společně s návrhem nové cestní sítě a zatravněvací vsakovací pásy společně s návrhem ÚSES. Proto budovat protierozní opatření mimo průběh komplexních pozemkových úprav je jak finančně, tak i technicky náročnější.

Protierozní opatření mají více funkcí. Nejen protierozní funkci, ale také dokážou zadržet vodu v krajině a tím bojovat proti suchu. Také zvyšují biodiverzitu krajiny, když nabízí nové habitáty pro hmyz a jinou zvěř.

## 10. Přehled použité literatury

### Odborné publikace

- Anděl a kol., 2010: Ochrana průchodnosti krajiny pro velké savce, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i, Liberec, 144 s.
- Anděl a kol., 2011: Průchodnost silnic a dálnic pro volně žijící živočichy, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i, Liberec, 161 s.
- Anděl P., 2013: Fragmentace krajiny dopravní infrastrukturou a její vliv na migrační podmínky živočichů
- Auerswald K. 2006: Germany. In: Boardman J, Poesen J, editors. Soil erosion in Europe. Chichester: John Wiley & Sons Ltd,
- Bennet H. H., 1947: Elements of Soil Conservation, McGraw-Hill Company, New York, 406 s.
- Blanco-Canqui, H., Lar R., 2008: Principles of Soil Management and Conservation. Springer.
- Brtnický M. a kol., 2012: Degradace půdy v České republice, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Brno, 91 s.
- Doležal P. a kol., 2017: Řízení rizika větrné eroze, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha, 53 s.
- Dostál T. a kol., 2014: Využití dat a nástrojů GIS a simulačních modelů knavrhování TPEO, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., ČVUT, Praha, 69 s.
- Duff D, 1994: Holmes' principles of physical geology, London, 791 s.
- Gobin A. et al. 2004: Indicators for pan-European assessment and monitoring of soil erosion by water. Environmental Science & Policy
- Hanel, Lusk, 2005: Ryby a mihule České republiky – Rozšíření a ochrana
- Holý M., 1978: Protierozní ochrana, Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 283 s.
- Holý M., 1994: Eroze a životní prostředí, ČVUT, Praha, 383 s.
- Janeček M. a kol., 2008: Základy erodologie, Česká zemědělská univerzita, Praha, 165 s.
- Janeček M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí, Česká zemědělská univerzita, Praha, 117 s.

- Javůrek, M., Vach. M., 2008: Negativní vlivy zhutnění půd a soustava opatření k jejich odstranění. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha, 26 s
- Jeníček V., Foltýn J., 2010: Globální problémy světa v ekonomických souvislostech, Praha, 324 s.
- Jirásek P., 2014: Územní plánování, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, Ústí nad Labem, 140 s.
- Kadlec M., Toman, F., 2002: Závislost faktoru protierozní účinnosti vegetačního pokryvu C na klimatickém regionu, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha, 550 s.
- Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha, 101 s.
- Kapička J., Žížala D. a kol., 2020: Monitoring eroze zemědělské půdy, závěrečná zpráva, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha, 196 s.
- Kavka P., Muller M. a kol., 2018: Krátkodobé srážky pro hydrologické modelování a navrhování drobných vodohospodářských staveb v krajině, ČVUT, Praha, 82 s.
- Kovář P., Vaššová D., 2010: Impact of Arable Land to Grassland Conversion on the Vegetation-period Water Balance of a Small Agricultural Catchment (Němčický Stream). *Soil & Water Res.*, 5: 128-138.
- Kukal Z., 1964: Geologie recentních sedimentů, Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 441 s.
- Matula J., 2007: Půdní kyselost a potřeba vápnění – optimalizace výživného stavu půd pomocí diagnostiky KVK-UF, Výzkumný ústav rostlinné výroby Dostupná: <http://www.vurv.cz/sites/File/Publications/ISBN978-80-87011-16-4.pdf>. Strana 15-20.
- Moldan B., 2015: Podmaněná planeta, Karolionum, Praha, 2015
- Morgan, 2005: R.P.C. Soil Erosion and Conservation, 3rd edition. Blackwell Publishing, Oxford, 304 s.
- Patera A., 2002: Nádrže a vodohospodářské soustavy 20: malá antologie environmentálních textů ve vodním hospodářství. Praha, 243 s.
- Pivcová J., 2000: Větrná eroze půdy, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha

Renard et al., 2010: Towards a reliable decomposition of predictive uncertainty in hydrological modeling: Characterizing rainfall errors using conditional simulation, *Water Resources Research*, American Geophysical Union, 47 s.

Semotanová E., 2017: Česko, Ottův historický atlas, Ottovo nakladatelství s.r.o., Praha, 408 s.

Sklenička P., 2003: Základy krajinného plánování, Naděžda Skleničková, Praha, 321 s.

Sklenička P., 2011: Pronajaté krajina, Centrum pro krajinu s.r.o., Praha, 144 s.

Strauss P., Klanghofer E., 2001: Effects of soil erosion on soil characteristics and productivity. *Bodenkultur*, 153 s.

Svobodová K., 2011: Percepce krajiny, Výzkum a využití ve strategickém plánování, ČVUT, PRAHA, 31 s.

ŠARAPATKA, Bořivoj, Pavel DLAPA a Zoltán BEDRNA. Kvalita a degradace půdy. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2002, 246 s. ISBN 8024405849

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

Váška J. a kol., 2000: Hydromeliorace, Český svaz stavebních inženýrů, Praha, 220 s.

Vopravil J a kol., 2010: Půda a její hodnocení v ČR, Výzkumný ústav meliorací a půdy, v.v.i., Praha, 147 s.

Zachar D., 1970: Erózie půdy, Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava, 307 s.

### **Legislativní zdroje**

Zákon č. 139/2002 Sb., zákon 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

Vyhláška č. 13/2014 Sb., vyhláška o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav, ve znění pozdějších předpisů

## Internetové zdroje

Anděl P., 2013: Fragmentace krajiny dopravní infrastrukturou a její vliv na migrační podmínky živočichů (online) [cit. 2020.06.14] dostupné z [http://publikacie.uke.sav.sk/sites/default/files/2013\\_2\\_090\\_094\\_andel.pdf](http://publikacie.uke.sav.sk/sites/default/files/2013_2_090_094_andel.pdf)

CENIA ©, 2013: Vývoj krajinného pokryvu dle CORINE Land Cover na území ČR v letech 1990–2012 (online) [cit. 2020.12.19] dostupné z [https://www.cenia.cz/wp-content/uploads/2019/04/Vyvoj\\_krajinneho\\_pokryvu\\_CORINE\\_Land\\_Cover\\_CR\\_1990-2012.pdf](https://www.cenia.cz/wp-content/uploads/2019/04/Vyvoj_krajinneho_pokryvu_CORINE_Land_Cover_CR_1990-2012.pdf)

COPERNICUS ©, 2020: <https://land.copernicus.eu> (online) [cit. 2020.12.19] dostupné z <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/#>

CUZK ©, 2020: Český úřad zeměměřický a katastrální (online) [cit. 2020.12.02] dostupné z <https://services.cuzk.cz/shp/ku/epsg-5514/>

DIBAVOD ©, 2021: Digitální báze vodohospodářských dat (online) [cit. 2021.01.06] dostupné z <https://www.dibavod.cz/index.php?id=27>

Dumbrovský M., Podhrázská J., Gebhart M.: Návrh postupu při výpočtu máry erozního ohrožení v pozemkových úpravách (online) [cit. 2021.01.28], dostupné z [https://www.spucr.cz/frontend/webroot/uploads/files/2018/06/navrh\\_vypoctu\\_miry\\_erozniho\\_ohrozeni8150.pdf](https://www.spucr.cz/frontend/webroot/uploads/files/2018/06/navrh_vypoctu_miry_erozniho_ohrozeni8150.pdf)

ESRI ©, 2021: (online) [cit. 2021.03.10] dostupné z <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/tools/spatial-analyst-toolbox/how-flow-accumulation-works.htm>

Malá L., Současné problémy kulturní krajiny (online) [cit. 2019.10.30], dostupné z [http://http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=priloha\\_c\\_7\\_odborne\\_texty&site=krajina\\_moduly%20Ma%C3%A1%20L.,%20Sou%C4%8Dasn%C3%A9%20probl%C3%A9my%20kulturn%C3%AD%20krajiny](http://http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=priloha_c_7_odborne_texty&site=krajina_moduly%20Ma%C3%A1%20L.,%20Sou%C4%8Dasn%C3%A9%20probl%C3%A9my%20kulturn%C3%AD%20krajiny)

MAPY.CZ ©, 2021: (online) [cit. 2021.01.04] dostupné z <https://mapy.cz/zakladni?x=14.8475671&y=49.7002245&z=12>

Maříková P., 2007: Vylidňování českého venkova – minulost a současnost (online) [cit. 2020.10.26], dostupné z [http://www.agris.cz/Content/files/main\\_files/73/151543/993Marikova.pdf](http://www.agris.cz/Content/files/main_files/73/151543/993Marikova.pdf)

Sobotková V., 2018: Stanovení LS faktoru – srovnání výpočtu MEO při použití variantních metod (online) [cit. 2021.02.22], dostupné z [http://uvhk.fce.vutbr.cz/sites/default/files/aktuality/seminar-2018/01\\_Sobotkov%C3%A1\\_Stanoven%C3%AD%20LS%20faktoru%20.pdf](http://uvhk.fce.vutbr.cz/sites/default/files/aktuality/seminar-2018/01_Sobotkov%C3%A1_Stanoven%C3%AD%20LS%20faktoru%20.pdf)

USDA ©, 2021: United States Department of Agriculture (online) [cit. 2021.02.13] dostupné z [https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/use/worldsoils/?cid=nrcs142p2\\_054005](https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/use/worldsoils/?cid=nrcs142p2_054005)

VUMOP ©, 2021a: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. (online) [cit. 2021.02.12] dostupné z <https://statistiky.vumop.cz/?core=account>

VUMOP ©, 2021b: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. (online) [cit. 2021.01.20] dostupné z <https://me.vumop.cz/app/>

VUMOP ©, 2021c: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. (online) [cit. 2021.01.20] dostupné z <https://bpej.vumop.cz/57641>

VÚV ©, 2018: Katalog přírodně blízkých opatření pro zadržení vody v krajině (online) [cit. 2021.03.17] dostupné z [http://www.suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1\\_katalog\\_opatreni\\_0.pdf](http://www.suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1_katalog_opatreni_0.pdf)

### **Ostatní zdroje**

Ministerstvo zemědělství, 2016: POZEMKOVÉ ÚPRAVY “krok za krokem”, Ministerstvo zemědělství, Praha, 20 s.

SPÚ, 2017: Metodický návod k provádění pozemkových úprav ve znění změny č. 3, Státní pozemkový úřad, Praha, 142 s.

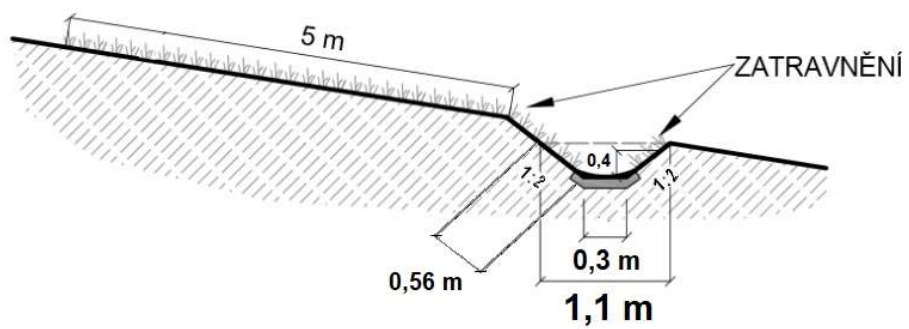
SPÚ, 2019: Technický standard dokumentace plánu společných zařízení v pozemkových úpravách, Státní pozemkový úřad, Praha, 66 s.

SPÚ, 2020: Metodický návod k provádění pozemkových úprav. SPÚ, Odbor metodiky pozemkových úprav SPÚ, Praha.

Doležal a kol., 2015: Metodický návod k provádění vybraných činností v procesu pozemkových úprav, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i, Brno, 56 s.

## 11. Přílohy

Vzorový protierozní příkop





Číslo půdního bloku	Rozloha [ha]	Hodnota K faktoru	Hodnota původního C faktoru	Maximální přípustná ztrátata půdy [t/ha/rok]	Původní ztráta půdy [t/ha/rok]	Hodnota C faktoru po návrhu	Rozloha po návrhu [ha]	Ztráta půdy po návrhu	Navržené protierozní opatření
1	1,0	0,32	0,005	4,0	0,03	0,005	1,0	0,03	ŽÁDNÉ
2	3,3	0,32	0,154	4,0	5,73	---	---	-----	ZATR. PÁS
2A	---	---	---	---	---	0,117	1,4	3,15	
2B	---	---	---	---	---	0,117	1,6	3,57	
2C	---	---	---	---	---	0,005	0,3	0,23	
3	6,0	0,33	0,154	4,0	4,96	0,117	6,0	3,98	NOVÉ C
4	5,5	0,33	0,154	4,0	3,37	0,153	5,5	3,37	ŽÁDNÉ
5	24,5	0,33	0,154	4,0	6,04	---	---	-----	ZATR. PÁS
5A	---	---	---	---	---	0,117	19,9	3,21	
5B	---	---	---	---	---	0,117	3,5	2,30	
5C	---	---	---	---	---	0,005	1,1	0,27	
6	0,8	0,33	0,005	4,0	0,10	0,005	0,8	0,10	ŽÁDNÉ
7	2,8	0,33	0,005	4,0	0,15	0,005	2,8	0,15	ŽÁDNÉ
8	0,6	0,40	0,005	4,0	0,18	0,005	0,6	0,18	ŽÁDNÉ
9	0,2	0,33	0,005	4,0	0,02	0,005	0,2	0,02	ŽÁDNÉ
10	1,9	0,32	0,154	4,0	1,09	0,154	1,9	1,09	ŽÁDNÉ
11	1,1	0,44	0,005	4,0	0,12	0,005	1,1	0,12	ŽÁDNÉ
12	0,5	0,49	0,005	4,0	0,07	0,005	0,5	0,07	ŽÁDNÉ
13	0,8	0,32	0,005	4,0	0,08	0,005	0,8	0,08	ŽÁDNÉ
14	0,8	0,32	0,005	4,0	0,12	0,005	0,8	0,12	ŽÁDNÉ
15	7,3	0,32	0,154	4,0	6,28	0,117	7,3	3,48	PŘÍKOP
16	1,5	0,40	0,005	4,0	0,02	0,005	1,5	0,01	ŽÁDNÉ
17	6,6	0,49	0,154	4,0	6,94	0,117	6,6	3,90	NOVÉ C
18	1,1	0,40	0,005	4,0	0,02	0,005	1,1	0,02	ŽÁDNÉ
19	0,2	0,32	0,005	4,0	0,05	0,005	0,2	0,05	ŽÁDNÉ
20	0,3	0,40	0,005	4,0	0,25	0,005	0,3	0,25	ŽÁDNÉ
21	1,5	0,40	0,005	4,0	0,11	0,005	1,5	0,11	ŽÁDNÉ
22	3,5	0,33	0,154	4,0	5,80	0,117	3,3	3,35	ZATR. PÁS
23	2,1	0,33	0,005	4,0	0,06	0,005	2,1	0,06	ŽÁDNÉ
24	6,4	0,32	0,154	4,0	6,43	0,117	6,3	2,88	ZATR. PÁS
25	1,7	0,33	0,154	4,0	3,07	0,154	1,7	3,07	ŽÁDNÉ
26	2,5	0,32	0,005	4,0	0,20	0,005	2,5	0,20	ŽÁDNÉ
27	2,0	0,40	0,005	4,0	0,44	0,005	2,0	0,44	ŽÁDNÉ
28	5,6	0,32	0,005	4,0	0,12	0,005	5,6	0,12	ŽÁDNÉ
29	1,2	0,32	0,005	4,0	0,47	0,005	1,2	0,47	ŽÁDNÉ
30	2,0	0,32	0,005	4,0	0,09	0,005	2,0	0,09	ŽÁDNÉ
31	6,4	0,32	0,005	4,0	0,31	0,005	6,4	0,31	ŽÁDNÉ
32	14,0	0,44	0,005	4,0	0,27	0,005	14,0	0,27	ŽÁDNÉ
33	0,7	0,32	0,005	4,0	0,15	0,005	0,7	0,15	ŽÁDNÉ
34	1,0	0,32	0,154	4,0	4,90	0,117	1,0	3,72	NOVÉ C
35	9,7	0,33	0,005	4,0	0,26	0,005	9,7	0,26	ŽÁDNÉ
36	7,4	0,33	0,154	4,0	3,25	0,154	7,4	3,25	ŽÁDNÉ
37	6,4	0,32	0,154	4,0	5,00	0,117	6,3	3,80	NOVÉ C
38	2,2	0,32	0,005	4,0	0,05	0,005	2,2	0,05	ŽÁDNÉ
39	1,0	0,33	0,005	4,0	0,25	0,005	1,0	0,25	ŽÁDNÉ

40	1,7	0,33	0,154	4,0	1,31	0,154	1,7	1,31	ŽÁDNÉ
41	6,8	0,32	0,005	4,0	0,25	0,005	6,8	0,25	ŽÁDNÉ
42	2,3	0,32	0,154	4,0	1,59	0,154	2,3	1,59	ŽÁDNÉ
43	3,7	0,33	0,005	4,0	0,10	0,005	3,7	0,10	ŽÁDNÉ
44	1,0	0,32	0,005	4,0	0,21	0,005	1,0	0,21	ŽÁDNÉ
45	12,4	3,93	0,154	4,0	3,38	0,154	12,4	3,38	ŽÁDNÉ
46	0,2	0,44	0,005	4,0	0,11	0,005	0,2	0,11	ŽÁDNÉ
47	3,7	0,49	0,005	4,0	0,22	0,005	3,7	0,22	ŽÁDNÉ
48	1,7	0,33	0,154	4,0	1,61	0,154	1,7	1,61	ŽÁDNÉ
49	1,7	0,32	0,005	4,0	0,16	0,005	1,7	0,16	ŽÁDNÉ
50A	3,8	0,32	0,154	4,0	6,75	0,117	2,6	3,76	ZATR. PÁS
51	1,8	0,32	0,154	4,0	2,99	0,154	1,8	2,99	ŽÁDNÉ
52	1,5	0,33	0,005	4,0	0,11	0,005	1,5	0,11	ŽÁDNÉ
53	7,1	0,32	0,154	4,0	3,40	0,154	7,1	3,40	ŽÁDNÉ
54	0,6	0,32	0,005	4,0	0,31	0,005	0,6	0,31	ŽÁDNÉ
55	0,6	0,32	0,005	4,0	0,12	0,005	0,6	0,12	ŽÁDNÉ
56	0,1	0,32	0,005	4,0	0,07	0,005	0,1	0,07	ŽÁDNÉ
57	48,7	0,33	0,154	4,0	3,45	0,154	48,7	3,45	ŽÁDNÉ
58	0,3	0,40	0,005	4,0	0,06	0,005	0,3	0,06	ŽÁDNÉ
59	7,7	0,32	0,154	4,0	4,69	---	---	----	ZATR. PÁS
59A	---	---	---	4,0	---	0,117	6,4	2,55	
59B	---	---	---	4,0	---	0,005	1,3	0,78	
60	11,7	0,33	0,154	4,0	7,58	---	---	----	ZATR. PÁS
60A	---	---	---	4,0	---	0,117	8,4	2,72	
60B	---	---	---	4,0	---	0,117	3,5	3,92	
61	1,6	0,32	0,154	4,0	1,76	0,154	1,6	1,76	ŽÁDNÉ
62	0,9	0,40	0,005	4,0	0,07	0,005	0,9	0,07	ŽÁDNÉ
63	0,3	0,32	0,005	4,0	0,08	0,005	0,3	0,08	ŽÁDNÉ
64	1,1	0,33	0,005	4,0	0,10	0,005	1,1	0,10	ŽÁDNÉ
65	2,3	0,33	0,154	4,0	4,55	0,117	2,3	3,69	NOVÉ C
66	0,6	0,33	0,005	4,0	0,05	0,005	0,6	0,05	ŽÁDNÉ
67	1,6	0,32	0,005	4,0	0,21	0,005	1,6	0,21	ŽÁDNÉ
68	1,4	0,40	0,005	4,0	0,04	0,005	1,4	0,04	ŽÁDNÉ
69	7,9	0,32	0,154	4,0	3,52	0,154	7,9	3,52	ŽÁDNÉ
70	23,1	0,33	0,154	4,0	3,73	0,154	23,1	3,73	ŽÁDNÉ
71	5,1	0,33	0,005	4,0	0,07	0,005	5,1	0,07	ŽÁDNÉ
72	3,6	0,49	0,005	4,0	0,17	0,005	3,6	0,17	ŽÁDNÉ
73	2,4	0,32	0,154	4,0	2,50	0,154	2,4	2,50	ŽÁDNÉ
74	0,6	0,33	0,005	4,0	0,10	0,005	0,6	0,10	ŽÁDNÉ
75	2,9	0,32	0,154	4,0	4,39	0,117	2,6	2,71	ZATR. PÁS
76	3,3	0,33	0,154	4,0	4,14	0,117	3,3	3,36	NOVÉ C
77	0,2	0,40	0,005	4,0	0,02	0,005	0,2	0,02	ŽÁDNÉ
78	0,7	0,33	0,005	4,0	0,15	0,005	0,7	0,15	ŽÁDNÉ
79	3,6	0,32	0,005	4,0	0,05	0,005	3,6	0,05	ŽÁDNÉ
80	1,0	0,32	0,154	4,0	1,80	0,154	1,0	1,80	ŽÁDNÉ
81	2,0	0,33	0,005	4,0	0,12	0,005	2,0	0,12	ŽÁDNÉ
82	0,8	0,33	0,154	4,0	1,50	0,154	0,8	1,50	ŽÁDNÉ
83	10,6	0,32	0,005	4,0	0,21	0,005	10,6	0,21	ŽÁDNÉ
84	1,5	0,32	0,005	4,0	0,33	0,005	1,5	0,33	ŽÁDNÉ
85	0,3	0,32	0,005	4,0	0,11	0,005	0,3	0,11	ŽÁDNÉ

86	5,9	0,33	0,005	4,0	0,16	0,005	5,9	0,16	ŽÁDNÉ
87	0,8	0,32	0,154	4,0	8,03	0,005	0,8	0,08	ZATRAVNĚNÍ
88	11,6	0,33	0,154	4,0	2,26	0,154	11,6	1,97	ŽÁDNÉ
89	1,9	0,32	0,154	4,0	5,65	0,117	1,8	3,11	PŘÍKOP
90	0,2	0,40	0,005	4,0	0,06	0,005	0,2	0,06	ŽÁDNÉ
91	9,3	0,33	0,005	4,0	0,24	0,005	9,3	0,24	ŽÁDNÉ
92	1,7	0,33	0,154	4,0	4,02	0,117	1,7	2,89	NOVÉ C
93	6,0	0,32	0,154	4,0	2,43	0,154	6,0	2,43	ŽÁDNÉ
94	6,6	0,32	0,154	4,0	6,08	---	---	----	ZATR. PÁS
94A	---	---	---	---	---	0,117	4,5	3,60	
94B	---	---	---	---	---	0,117	1,4	2,54	
94C	---	---	---	---	---	0,005	0,6	0,63	
95	1,8	0,33	0,154	4,0	8,16	0,117	1,8	2,63	ZATR. PÁS
96	1,3	0,33	0,005	4,0	0,26	0,005	1,3	0,26	ŽÁDNÉ
97	3,0	0,33	0,005	4,0	0,23	0,005	3,0	0,23	ŽÁDNÉ
98	16	0,33	0,154	4,0	6,26	---	---	----	ZATR. PÁS
98A	---	---	---	---	---	0,117	11,7	2,92	
98B	---	---	---	---	---	0,005	0,9	0,30	
98C	---	---	---	---	---	0,117	3,0	1,99	
99	39	0,33	0,154	4,0	3,91	---	---	----	ZATR. PÁS
99A	---	---	---	---	---	0,154	5,4	2,81	
99B	---	---	---	---	---	0,154	14,8	2,65	
99C	---	---	---	---	---	0,005	2,0	0,22	
99D	---	---	---	---	---	0,154	16,3	3,52	
100	0,5	0,42	0,005	4,0	0,00	0,005	0,5	0,00	ŽÁDNÉ
101	1,3	0,32	0,005	4,0	0,09	0,005	1,3	0,09	ŽÁDNÉ
102	0,5	0,33	0,005	4,0	0,30	0,005	0,5	0,30	ŽÁDNÉ
103	1,0	0,33	0,005	4,0	0,27	0,005	1,0	0,27	ŽÁDNÉ
104	5,6	0,33	0,154	4,0	5,05	0,117	5,6	2,45	PŘÍKOP
105	1,0	0,32	0,005	4,0	0,12	0,005	1,0	0,12	ŽÁDNÉ
106	1,3	0,32	0,154	4,0	4,68	0,117	1,3	2,81	PŘÍKOP
107	1,0	0,42	0,005	4,0	0,12	0,005	1,0	0,12	ŽÁDNÉ
108	10,4	0,32	0,154	4,0	3,11	0,154	10,4	3,11	ŽÁDNÉ
109	1,9	0,32	0,154	4,0	7,40	0,117	1,9	3,20	PŘÍKOP
110	0,4	0,32	0,005	4,0	0,10	0,005	0,4	0,10	ŽÁDNÉ
111	2,9	0,32	0,154	4,0	7,88	---	---	----	ZATR. PÁS
111A	---	---	---	---	---	0,117	1,3	2,80	
111B	---	---	---	---	---	0,117	1,2	3,38	
111C	---	---	---	---	---	0,005	0,3	0,31	
112	7,0	0,32	0,154	4,0	6,88	---	---	----	ZATR. PÁS
112A	---	---	---	---	---	0,117	4,9	3,25	
112B	---	---	---	---	---	0,005	1,0	0,34	
113	0,9	0,33	0,005	4,0	0,07	0,005	0,9	0,07	ŽÁDNÉ
114	13,0	0,33	0,154	4,0	3,96	0,117	13,0	3,26	NOVÉ C
115	1,7	0,32	0,005	4,0	0,11	0,005	1,7	0,11	ŽÁDNÉ
116	3,0	0,32	0,154	4,0	4,26	0,117	3,0	3,67	NOVÉ C
117	3,0	0,33	0,154	4,0	2,42	0,154	3,0	2,42	ŽÁDNÉ
118	11,2	0,32	0,154	4,0	3,54	0,154	11,2	3,54	ŽÁDNÉ
119	1,4	0,33	0,005	4,0	0,17	0,005	1,4	0,07	ŽÁDNÉ
120	9,6	0,32	0,154	4,0	6,81	---	---	----	ZATR. PÁS

120A	---	---	---	---	---	0,117	4,5	3,30	
120B	---	---	---	---	---	0,117	3,1	3,94	
120C	---	---	---	---	---	0,005	2,0	0,45	
121	13,2	0,33	0,005	4,0	0,21	0,005	13,2	0,21	ŽÁDNÉ
122	0,3	0,32	0,005	4,0	0,25	0,005	0,3	0,25	ŽÁDNÉ
123	2,7	0,32	0,154	4,0	2,85	0,154	2,7	2,85	ŽÁDNÉ
124	0,9	0,33	0,005	4,0	0,12	0,005	0,9	0,12	ŽÁDNÉ
125	1,6	0,33	0,005	4,0	0,19	0,005	1,6	0,19	ŽÁDNÉ
126	8,3	0,33	0,154	4,0	4,67	---	---	---	PŘÍKOP
127	26,2	0,32	0,154	4,0	2,92	0,154	26,2	2,92	ŽÁDNÉ
128	0,4	0,32	0,005	4,0	0,03	0,005	0,4	0,03	ŽÁDNÉ
129	1,3	0,32	0,005	4,0	0,13	0,005	1,3	0,13	ŽÁDNÉ
130	4,8	0,32	0,154	4,0	2,85	0,154	4,8	2,85	ŽÁDNÉ
131	0,5	0,32	0,005	4,0	0,09	0,005	0,5	0,09	ŽÁDNÉ
132	2,0	0,33	0,005	4,0	0,06	0,005	2,0	0,06	ŽÁDNÉ
133	8,1	0,32	0,154	4,0	5,05	0,117	8,1	3,84	NOVÉ C
134	3,1	0,32	0,154	4,0	1,68	0,005	3,1	1,68	ŽÁDNÉ
135	0,1	0,42	0,005	4,0	0,02	0,154	0,1	0,02	ŽÁDNÉ
136	7,7	0,32	0,154	4,0	5,71	---	---	---	ZATR. PÁS
136A	---	---	---	---	---	0,154	7,7	1,90	
136B	---	---	---	---	---	0,005	2,3	0,37	
137	25,9	0,32	0,154	4,0	2,37	0,154	25,9	2,37	ŽÁDNÉ
138	0,1	0,32	0,005	4,0	0,08	0,005	0,1	0,08	ŽÁDNÉ
139	0,4	0,49	0,005	4,0	0,02	0,005	0,4	0,02	ŽÁDNÉ
140	5,2	0,32	0,154	4,0	5,56	0,117	5,2	3,87	PŘÍKOP
141	1,9	0,32	0,154	4,0	2,52	0,154	1,9	2,52	ŽÁDNÉ
142	13,4	0,32	0,154	4,0	3,87	0,154	13,4	3,87	ŽÁDNÉ
143	24,5	0,32	0,154	4,0	2,85	0,154	24,5	2,85	ŽÁDNÉ
144	8,8	0,32	0,154	4,0	4,98	---	---	----	ZATR. PÁS
144A	---	---	---	---	---	0,117	4,6	3,19	
144B	---	---	---	---	---	0,117	3,5	2,77	
144C	---	---	---	---	---	0,005	0,6	0,56	
145	6,1	0,32	0,154	4,0	4,72	0,117	4,4	3,52	PŘÍKOP
146	2,2	0,33	0,005	4,0	0,14	0,005	2,2	0,14	ŽÁDNÉ
147	31,1	0,32	0,154	4,0	4,59	0,117	31,1	3,33	NOVÉ C
148	1,2	0,32	0,154	4,0	1,17	0,154	1,2	1,17	ŽÁDNÉ
149	6,3	0,32	0,154	4,0	1,85	0,154	6,3	1,85	ŽÁDNÉ
150	0,3	0,40	0,005	4,0	0,02	0,005	0,3	0,02	ŽÁDNÉ
151	0,2	0,33	0,005	4,0	0,09	0,005	0,2	0,09	ŽÁDNÉ
152	6,4	0,32	0,154	4,0	3,94	0,154	6,4	3,94	ŽÁDNÉ
153	0,4	0,32	0,154	4,0	8,80	---	---	---	
154	3,6	0,32	0,154	4,0	3,87	0,154	3,6	3,87	ŽÁDNÉ
155	2,3	0,32	0,154	4,0	2,45	0,154	2,3	2,45	ŽÁDNÉ
156	3,4	0,32	0,154	4,0	2,95	0,154	3,4	2,95	ŽÁDNÉ
157	3,8	0,33	0,005	4,0	0,20	0,005	3,8	0,20	ŽÁDNÉ
158	6,2	0,32	0,154	4,0	2,48	0,154	5,3	2,38	ZATR. PÁS
159	0,7	0,42	0,005	4,0	0,03	0,005	0,7	0,03	ŽÁDNÉ
160	0,5	0,49	0,005	4,0	0,06	0,005	0,5	0,06	ŽÁDNÉ
161	0,7	0,49	0,005	4,0	0,03	0,005	0,7	0,03	ŽÁDNÉ