ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA BIOTECHNICKÝCH ÚPRAV KRAJINY

POSOUZENÍ MÍRY EROZNÍHO OHROŽENÍ ZEMĚDĚLSKÝCH PLOCH V K. Ú. ŽITENICE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Jan Petrů

Bakalant: Jiří Černý

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jiří Černý

Krajinářství
Vodní hospodářství

Název práce

Posouzení míry erozního ohrožení zemědělských ploch v k. ú. Žitenice

Název anglicky

Erosion exposure assessment of agricultural areas in cadastral area of Žitenice

---

Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je popsat problematiku eroze půdy, charakterizovat zájmové území a jednotlivé erozní faktory. Hlavním cílem práce je posouzení míry erozního ohrožení zemědělských ploch v katastrálním území Žitenice.

Metodika

Na základě studia odborné literatury bude zpracována rešerše zaměřená na problematiku eroze půdy. Další část práce bude věnována charakteristice zájmového území a popisu jeho současného využití. Součástí vypracování této části bude terénní průzkum území včetně jeho fotodokumentace. Následně budou popsány a vyhodnoceny jednotlivé erozní faktory. Využitím Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy bude vyhodnoceno ohrožení zemědělských pozemků vodní erozí. Součástí práce budou také mapové výstupy vytvořené pomocí GIS.

Doporučený rozsah práce

40

Klíčová slova

půda, eroze, USLE, GIS

Doporučené zdroje informací

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, – JANEČEK, M. *Ochrana zemědělské půdy před erozí : metodika.* Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.
ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, – JANEČEK, M. *Základy erodologie.* V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2008. ISBN 978-80-213-1842-7.
JŮVA, K. – CABLÍK, J. *Protierozní ochrana půdy : Celost. vysokošk. učebnice : Určeno stud. vys. škol zeměd. a techn.* Praha: SZN, 1963.
ZACHAR, D. *Erózia pôdy.* Bratislava: Vyd. Slovenskej akadémie vied, 1970.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jan Petrů

Garantující pracoviště

Katedra biotechnických úprav krajiny

Elektronicky schváleno dne 6. 3. 2020

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 3. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 09. 03. 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Posouzení míry erozního ohrožení v k. ú. Žitenice“ 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 bakalářskou 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 bakalářské 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.

Dále prohlašuji, že data poskytnutá Českým úřadem zeměměřičským a katastrálním budou použita ke zpracování této bakalářské práce a nebudou použita ke komerčním a jiným účelům a také nebudou poskytnuta jiné osobě.

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 Žitenicích dne 12. 6. 2020 …….

Jiří Černý

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Janu Petrů za skvělé vedení, cenné rady a připomínky. Také bych chtěl poděkovat své rodině za podporu po celou dobu mého studia a při tvorbě této práce.

V Žitenicích dne 12. 6. 2020 …….

Jiří Černý

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá ohrožením zemědělských pozemků vodní erozí v katastrálním území Žitenice. V teoretické části je popsána půda a její degradace. Z degradace půdy je detailněji rozebrána eroze půdy, její druhy, příčiny a následky. Dále se práce zabývá metodou vyhodnocení erozního ohrožení půdy, jedná se o Univerzální rovnici (USLE) pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy dle Wischmeiera a Smithe (1978). Následně jsou představeny jednotlivé erozní faktory Univerzální rovnice a způsoby jejich výpočtu. Závěr teoretické části se zabývá protierozními opatřeními a veřejným registrem půdy. V praktické části je charakterizováno zájmové území a pomocí Univerzální rovnice USLE a programu ArcGIS jsou vypočteny jednotlivé erozní faktory. Nakonec je určena míra erozního ohrožení pro každý pozemek. Z výsledků práce plyne, že necelá polovina pozemků v zájmovém území je ohrožena vodní erozí.

Klíčová slova: půda, eroze, USLE, GIS

Abstract

This bachelor thesis deals with the threat to agricultural land by water erosion in the cadastral area of Žitenice. The theoretical part delineated soil and soil degradation, of which soil erosion is analysed in more detail. Further types of erosion, causes and consequences of erosion are introduced. Then the method of evaluation of soil erosion threat is described, it is a Universal Soil Loss Equation (USLE) according to Wischmeier and Smith (1978). Next the factors of the Universal Soil Loss Equation and ways of their calculation are presented. The end of the theoretical part deals with the erosion control and the public land register. In the practical part, the area of interest is characterized and using the USLE and ArcGIS program, the individual erosion factors are calculated. At the end, the erosion exposure assessment for each land is done. The results of the work show that less than half of the lands in the area of interest are at the risk of water erosion.

Keywords: soil, erosion, USLE, GIS

Obsah

1. Úvod 9
2. Cíl práce 10
3. Teoretická část 11
3.1 Půda a historie vlastnických vztahů 11
3.1.1 Zemědělský půdní fond 12
3.1.2 Bonitovaná půdně ekologická jednotka 12
3.2 Degradace půdy 16
3.2.1 Eroze půdy 17
3.2.2 Zastavování území 17
3.2.3 Acidifikace půdy 17
3.2.4 Ztráta organické hmoty v půdě 17
3.2.5 Utužení půdy 18
3.2.6 Podmáčení půdy 18
3.2.7 Zasolování půdy 18
3.2.8 Kontaminace půdy 19
3.3 Eroze půdy a její druhy 19
3.3.1 Vodní eroze 20
3.3.2 Větrná eroze 21
3.3.3 Ledovcová eroze 23
3.3.4 Sněhová eroze 23
3.4 Příčiny eroze 24
3.4.1 Klimatické a hydrologické faktory 24
3.4.2 Morfologické faktory 24
3.4.3 Geologické a půdní faktory 25
3.4.4 Vegetační faktory 26
3.4.5 Faktory využívání a obhospodařování půdy 26
3.5 Následky eroze 26
3.6 Vyhodnocování eroze – Univerzální rovnice ztráty půdy 27
3.6.1 Faktor R – faktor erozní účinnosti deště 28
3.6.2 Faktor K – faktor erodovatelnosti půdy 29

3.6.3 Faktor LS – faktor délky a sklonu svahu 32
3.6.4 Faktor C – faktor ochranného vlivu vegetace 34
3.6.5 Faktor P – faktor účinnosti protierozních opatření 35
3.6.6 Přípustná ztráta půdy 36
3.7 Protierozní opatření 36
3.8 Land Parcel Identification System 40
4. Charakteristika zájmového území 42
4.1 Historie obce 43
4.2 Klimatické podmínky 45
4.3 Geomorfologické podmínky 46
4.4 Hydrologické podmínky 47
4.5 Půdní podmínky 49
5. Metodika 51
5.1 Výběr zájmového území 51
5.2 Použitá data 52
5.3 Digitální model reliéfu 52
5.4 R faktor 56
5.5 K faktor 56
5.6 LS faktor 57
5.7 C faktor 59
5.8 P faktor 60
6. Výsledky 61
7. Diskuze 65
8. Závěr 66
9. Přehled literatury a použitých zdrojů 67
10. Seznam obrázků 71
11. Seznam tabulek 73
12. Seznam rovnic 74
13. Seznam příloh 75
14. Přílohy – vlastní fotodokumentace I

1. Úvod

Základním kamenem lidské civilizace je půda. Tvoří svrchní část pevného zemského povrchu, která vzniká zvětráváním hornin a vlivem činnosti organismů. Půda má mnoho vlastností, ale pro člověka je nejdůležitější její úrodnost, což zabezpečuje lidstvu potravu (Tomášek, 2007). Protože půda doprovází člověka od nepaměti, tak je její produkční schopnost jednou z nejstarších enviromentálních problematik (Martinovský, 2016). Lidskou činností totiž dochází k znehodnocování půdy a nenávratnému poškozování. Bohužel tato problematika je v současnosti velmi aktuální (Vopravil a kol., 2013).

Poškozování půdy vzniká hlavně nevhodným hospodařením na zemědělské půdě. Tyto problémy se jinak nazývají jako degradace půdy. O degradaci půdy lze hovořit, pokud dojde k omezení nebo ztrátě schopnosti půdy plnit své přirozené funkce. Mezi degradaci půdy lze zařadit celou řadu problémů jako je snížení obsahu humusu v půdě, zhutňování půdy pojezdem těžkou technikou, eroze půdy (Novák a kol., 2013). Právě eroze půdy je v České republice nejčastějším degradačním procesem. V naší původně zalesněné krajině docházelo k přirozené erozi jen minimálně. Postupem času, kdy docházelo k mýcení lesů a tvorbě orné půdy, se intenzita eroze zvýšila mnohonásobně (Bičík a Cibulka, 2009). Ale rozhodně největší podíl na erozi v České republice má kolektivizace zemědělství z 50. let 20. století. V tomto období došlo ke změnám v užití půdy a hospodaření na ní. Byly vytvořeny velké bloky orné půdy, což rozvoj eroze velmi podpořilo (Novák a kol., 2013). Dnes je v České republice ohroženo erozí více než polovina ploch zemědělského půdního fondu, a to zejména vodní erozí (Bičík a Cibulka, 2009).

Dnes máme k dispozici velice moderní technologie jako jsou geografické informační systémy (GIS), díky kterým můžeme vyhodnotit míru erozního ohrožení a na základě těchto výsledků můžeme navrhnout vhodná protierozní opatření.

2. Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je posouzení míry erozního ohrožení zemědělských ploch v k. ú. Žitenice.

V teoretické části je popsána půda a její degradace. Z degradace půdy je detailněji rozebrána eroze půdy, jsou popsány její druhy, příčiny a následky. Dále je vysvětlena metoda pro výpočet ohrožení půdy vodní erozí, rovnice USLE. Tato rovnice je aplikována v praktické části bakalářské práce. Na závěr teoretické části jsou popsána vybraná protierozní opatření a veřejný registr půdy.

V praktické části je nejprve charakterizováno zájmové území, je popsána historie zájmového území, klimatické podmínky, geomorfologické podmínky, hydrologické podmínky a půdní podmínky. Poté jsou v programu ArcGIS postupně vypočteny jednotlivé faktory rovnice USLE. Následně je proveden výpočet a stanovení míry erozního ohrožení zemědělských ploch v zájmovém území.

3. Teoretická část

Tato část bakalářské práce se zabývá půdou a její degradací. Dále je z degradace půdy detailněji rozebrána eroze půdy, kde jsou popsány nejdůležitější druhy eroze, její příčiny a následky, vyhodnocení vodní eroze, a nakonec protierozní opatření a veřejný registr půdy.

3.1 Půda a historie vlastnických vztahů

Půda je pro člověka nenahraditelný výrobní prostředek. Rostou v ní rostliny, na kterých je člověk závislý. Vědní obor, který se zabývá půdou se nazývá pedologie neboli půdoznalství (Šimek a kol., 2015).

Pro ukázku byla vybrána jedna novější a jedna starší definice půdy.

Definice půdy dle Bičíka a Cibulky (2009):

„*Půda je nejsvrchnější částí zemské kůry, tvořená směsicí minerálních součástí, odumřelé organické hmoty a živých organismů. Je vertikálně členěná, propojená se svým podložím a vzniká ze zvětralin nebo nezpevněných minerálních a organických sedimentů.“*

Definice půdy dle Munzara (1919):

„Půdou jmenujeme vrchní vrstvu povrchu zemského, poskytující rostlinám stanoviště a potravu. Vznikla z různých hornin větráním a z různých rostlinných a živočišných látek zahníváním“.

Lidé jsou s půdou spjati od nepaměti. Velké civilizace se rozvíjely v údolích řek, kde byly dobré klimatické podmínky a nejúrodnější půdy. Půda byla vyčerpávána pěstovanými plodinami, ale živiny byly přinášeny náplavami z řeky a tím byl zabezpečen dostatek potravy (Šimek a kol., 2015).

V Českých zemích bylo až do roku 1850 denním zákonem, že rolníci musejí sloužit vrchnosti. Po tomto roce mohli svobodní rolníci hospodařit na svých polích, ale až do 1. světové války bylo nejvíce půdy stále ve vlastnictví šlechty (Růžička, 2008).

Po roce 1918 přišlo zrušení šlechtických titulů a také pozemková reforma a půda byla šlechtě vyvlastněna. Každý statek mohl vlastnit nejvíce 250 ha půdy, z toho 150 ha orné půdy. Reforma ale nebyla dokončena z důvodu druhé světové války (Poláčková, 2015).

Po druhé světové válce přišla druhá pozemková reforma, zde mohl každý statek vlastnit do 50 ha půdy. Po roce 1948 přišla kolektivizace zemědělství, a to znamenalo konec selského stavu v Českých zemích. Člověka v roce 1850 by nikdy nenapadlo, že když byl od poroby osvobozen, tak za jedno století o své polnosti jeho potomci přijdou (Růžička, 2008).

Kolektivizace zemědělství, která přinesla násilné odebírání majetků, rozorávání mezí, likvidaci polních cest a scelování luk a polí, nám bohužel zasahuje až do dnešní doby. Rozoráno bylo 450 000 ha luk, 240 000 ha mezí a 50 000 ha remízků, zlikvidováno bylo 45 000 km liniové zeleně a zanikly 2/3 polních cest (Semotanová a Synek, 2017). Toto se nám projevuje ve formě eroze půdy, poklesu ptáků zemědělské krajiny, přerušení tradice a soužití s půdou a následný nezájem lidí o půdu (Ekolist, 2015).

Po roce 1989 prošlo české zemědělství transformací, která byla nutná v souladu se změnami společensko-ekonomické situace. V devadesátých letech 20. století začala velmi klesat zaměstnanost v zemědělské výrobě. Zásadní milník pro české zemědělství byl vstup České republiky do Evropské unie v roce 2004. Česká republika tím získala možnost čerpat objemy finančních prostředků na podporu zemědělství (Věžník a Beneš, 2010). V roce 2015 tvořila zemědělská půda 53 % výměry České republiky. Orná půda tvořila z této výměry přibližně 71 %. V zemědělství bylo zaměstnáno kolem 84 tisíc pracovníků. Zaměstnanost v zemědělství nadále pozvolna klesá, stejně jako výměra orné půdy. Oproti jiným zemím Evropské unie je zemědělství v České republice charakterizováno roztříštěností vlastnictví půdy, je zde velký podíl pronajaté půdy (více jak 80 %) a podniky, které hospodaří na více jak 50 ha půdy, zaujímají většinu z celkové výměry zemědělské půdy (Eagri, 2020).

3.1.1 Zemědělský půdní fond

Zemědělský půdní fond je prvek v zemědělství, který zahrnuje ornou půdu, vinice, chmelnice, zahrady, ovocné sady, trvalé travní porosty a ornou půdu, která není obdělávaná (zemědělská půda). Kromě půdy je zemědělský půdní fond tvořen i rybníky s chovem ryb a vodní drůbeže, nezemědělskou půdou k zajišťování zemědělské výroby (polní cesty, závlahové nádrže, pozemky se závlahami, odvodňovací příkopy, protierozní opatření, hráze k ochraně před povodněmi nebo zamokřením) (Zákon č. 334/1992 Sb.).

3.1.2 Bonitovaná půdně ekologická jednotka

Bonitovaná půdně ekologická jednotka je základní oceňovací a mapovací jednotka bonitační soustavy. Bonitace v Českých zemích započala v roce 1971. Toto oceňování vzniklo z důvodu směn pozemků, pro daňové účely a cenotvorné účely. Základní jednotka je bonitovaná půdně ekologická jednotka (BPEJ). Každá jednotka má svůj pětimístný kód (tabulka 1), který udává informace o klimatickém regionu, genetických vlastnostech půd, půdotvorném substrátu, zrnitosti, skeletovitosti, hloubce půdy, sklonitosti a expozici (Vopravil a kol., 2013).

Označení kódu BPEJ	Pořadí číslice v kódu BPEJ	Popis kódu	Rozsah hodnot
X.xx.xx	1.	kód klimatického regionu	0 - 9
x.**XX**.xx	2. a 3.	kód hlavní půdní jednotky	01 - 78
x.xx.**X**x	4.	sdružený kód sklonitosti a expozice	0 - 9
x.xx.x**X**	5.	sdružený kód skeletovitosti a hloubky půdy	0 - 9

Tabulka 1: Kód BPEJ (VÚMOP, 2019)

První číslo kódu BPEJ popisuje klimatický region.

Klimatický region

Klimatické regiony vznikly výhradně pro účely bonitace půdy. Klimatický region je oblast s podobnými klimatickými podmínkami pro růst a vývoj zemědělských plodin. Vymezení regionů bylo provedeno na základě mnoha údajů z let 1901 – 1950. Údaje zpracoval Český hydrometeorologický ústav. Bylo stanoveno 10 klimatických regionů (tabulka 2), základní členění je na oblast velmi teplou, teplou, mírně teplou, mírně chladnou a chladnou s podtříděním subregionů na suchý, mírně suchý, mírně vlhký a vlhký (VÚMOP, 2019).

Kód regionu	**Symbol regionu**	**Charakteristika regionu**	**Suma teplot nad 10°C**	**Průměrná roční teplota °C**	**Průměrný roční úhrn srážek v mm**	**Pravděpodobnost suchých vegetačních období v %**	**Vláhová jistota ve vegetačním období**
0	VT	velmi teplý, suchý	2800-3100	9-10	500-600	30-50	0-3
1	T 1	teplý, suchý	2600-2800	8-9	< 500	40-60	0-2
2	T 2	teplý, mírně suchý	2600-2800	8-9	500-600	20-30	2-4
3	T 3	teplý, mírně vlhký	2500-2800	(7) 8-9	550-650	10-20	4-7
4	MT 1	mírně teplý, suchý	2400-2600	7-8,5	450-550	30-40	0-4
5	MT 2	mírně teplý, mírně vlhký	2200-2500	7-8	550-650	15-30	4-10
6	MT 3	mírně teplý (až teplý) vlhký	2500-2700	7,5-8,5	700-900	0-10	> 10
7	MT 4	mírně teplý, vlhký	2200-2400	6-7	650-750	5-15	> 10
8	MCH	mírně chladný, vlhký	2000-2200	5-6	700-800	0-5	> 10
9	CH	chladný, vlhký	< 2000	<5	> 800	0	> 10

Tabulka 2: Klimatické regiony (VÚMOP, 2019)

Druhé a třetí číslo kódu BPEJ popisuje hlavní půdní jednotku.

Hlavní půdní jednotka

Hlavní půdní jednotka (HPJ) je seskupení půdních forem, které jsou příbuzné ekologickými vlastnostmi, ty jsou charakterizovány půdním typem, subtypem, půdotvorným substrátem a zrnitostí (Němec, 2001).

Hlavních půdních jednotek je 78. Tyto jednotky jsou rozřazeny do 13 skupin půdních typů: Černozemě (PT 1); Hnědozemě (PT 2); Luvizemě (PT 3); Rendziny a pararendziny (PT 4); Regozemě (PT 5); Kambizemě (PT 6); Kambizemě dystrické, podzoly, kryptopodzoly (PT 7); Kambizemě, rankery, litozemě (PT 8); Silně svažité půdy (PT 9); Pseudogleje (PT 10); Fluvizemě (PT 11); Černice (PT 12); Gleje (PT 13) (VÚMOP, 2019).

Čtvrté číslo kódu BPEJ popisuje sklonitost a expozici.

Sklonitost a expozice

Sklonitost se udává v procentech nebo ve stupních (100 % = 45°). V terénu se sklonitost určuje sklonoměrem. Čím větší sklon má pozemek, tím větší je riziko eroze půdy (Novotný a kol., 2013). V charakteristice pro sklonitost je sklonitost rozdělena na 6 kategorií (tabulka 3) (Vyhláška č. 321/1998 Sb.).

Kód	Kategorie	Charakteristika
0	0 - 1°	úplná rovina
1	1 - 3°	rovina
2	3 - 7°	mírný sklon
3	7 - 12°	střední sklon
4	12 - 17°	výrazný sklon
5	17 - 25°	příkrý sklon
6	25°	sráz

Tabulka 3: Sklonitost (Vyhláška č. 321/1998 Sb.)

Expozice vyjadřuje polohu lokality ke světovým stranám. Expozicí pozemku jsou ovlivněny srážky, teplota a délka osvitu. Tyto faktory velmi ovlivňují vegetační podmínky (Novotný a kol., 2013). V charakteristice pro expozici je expozice rozdělena do 4 kategorií (tabulka 4) (Vyhláška č. 321/1998 Sb.).

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

Tabulka 4: Expozice (Vyhláška č. 321/1998 Sb.)

Výsledné číslo v BPEJ kódu je kombinací tabulek sklonitosti a expozice (tabulka 5) (Vyhláška č. 321/1998 Sb.).

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

Tabulka 5: Výsledná tabulka pro sklonitost a expozici (Vyhláška č. 321/1998 Sb.)

Páté číslo kódu BPEJ popisuje skeletovitost a hloubku půdy.

Skeletovitost a hloubka půdy

Skeletovitost vyjadřuje štěrkovitost a kamenitost půdy podle jejího obsahu v ornici a podorničí. Obsah skeletu je vyjádřen v objemových procentech. Skeletovitost se vyjadřuje ve formě zlomku, kde skeletovitost v ornici je vyjádřena v čitateli a v podorničí je vyjádřena ve jmenovateli. (Novotný a kol., 2013). Půda je podle skeletovitosti rozřazena do 4. kategorií (tabulka 6) (Vyhláška č. 321/1998 Sb.).

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

Tabulka 6: Skeletovitost (Vyhláška č. 321/1998 Sb.)

Hloubka půdy je mocnost půdního profilu, který je omezen skálou, nebo rozpadem této skály, nebo půdou o skeletovitosti nad 50 %, či hladinou podzemní vody (Novotný a kol., 2013). Hloubka půdy je rozřazena do 3 kategorií (tabulka 7) (Vyhláška č. 321/1998 Sb.).

Kód	Charakteristika	
0	půda hluboká	hloubka půdy nad 60 cm
1	půda středně hluboká	hloubka půdy mezi 30 – 60 cm
2	půda mělká	hloubka půdy pod 30 cm

Tabulka 7: Hloubka půdy (Vyhláška č. 321/1998 Sb.)

Kombinací tabulky skeletovitosti a hloubky půdy vznikne výsledná tabulka skeletovitosti a hloubky půdy (tabulka 8) (Vyhláška č. 321/1998 Sb.).

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

Tabulka 8: Skeletovitost a hloubka půdy (Vyhláška č. 321/1998 Sb.)

3.2 Degradace půdy

Degradace půd je odjakživa spojována s člověkem a produkcí potravin. Degradaci půdy lze definovat jako změnu zdraví půdy, která vede k poklesu schopnosti ekosystému poskytovat služby (Martinovský, 2016).

Rychlý nárůst populace má veliký tlak na životní prostředí. Odhaduje se, že v roce 2050 bude žít na světě okolo 9,8 miliardy lidí. V roce 2014 žilo ve městech 54 % populace, v roce 1950 to bylo o 24 % méně. Pokud bude pokračovat tento trend, tak do roku 2050 bude muset vzrůst produkce potravin o 60 %. Ale už v této době fungující výrobní systémy naráží na své limity. Degradace půdy je často přehlížena, ale pro člověka je toto zásadní, na zemědělství totiž závisí přežití populace (Goździewicz-Biechońska, 2018).

Mezi degradace půd patří:

1. Eroze půdy,
2. Zastavování území,
3. Acidifikace půdy,
4. Ztráta organické hmoty v půdě,
5. Utužení půdy,
6. Podmáčení půdy,
7. Zasolování půdy,
8. Kontaminace půdy, (Eagri, 2019).

3.2.1 Eroze půdy

Eroze půdy je detailně popsána v kapitole 3.3.

3.2.2 Zastavování území

Zastavování území je jev, při kterém dochází k výstavbě budov a liniových staveb. Půda je zakryta nepropustným materiálem, to vede k narušení koloběhu živin a je narušen hydrologický režim (Pavlů, 2018). Stavby mění reliéf krajiny a snižují biodiverzitu. Zamezením vsaku vody do půdy nepropustným povrchem se zvyšuje riziko lokálních povodní (Martinovský, 2016). Jako nejlepší řešení je přesunout investice do opuštěných areálů bývalých zemědělských družstev a průmyslových objektů (brownfields) (Eagri, 2019).

3.2.3 Acidifikace půdy

Acidifikace neboli okyselování půd je přírodní proces, který je ovlivněn především klimatickými a geologickými poměry (Pavlů, 2018). Zvýšením kyselosti půdy se snižuje kvalita půdy a tím i její produkční schopnosti (Martinovský, 2016). Přirozená acidifikace je ale narušena vlivem člověka. Vlivem vypouštění oxidu siřičitého, který vzniká při spalováním nekvalitního uhlí a vypouštění oxidů dusíku, který pochází ze spalovacích motorů, vznikají v atmosféře kyseliny. To má za následek kyselé deště, díky kterým kyseliny vstupují do půdy. Okyselování půd nemusí být způsobeno jen kyselými dešti, ale může být vyvoláno používáním kyselých hnojiv, například používání síranu amonného (Pavlů, 2018). Jako opatření proti acidifikaci půdy je doporučeno vápnění půd a používání kyselých hnojiv v omezené míře (Martinovský, 2016).

3.2.4 Ztráta organické hmoty v půdě

Ztráta organické hmoty v půdě patří mezi další ohrožení produkčních schopností půd (Martinovský, 2016). Organická hmota se v půdě tvoří odumíráním živočichů a částí rostlin. Na orné půdě je tvorba organické hmoty podporována ponecháním posklizňových zbytků na povrchu půdy a následným zapravením

do půdy (Šarapatka, 2014). Ztráta organické hmoty v půdě je způsobena hlavně erozí půdy, méně pak špatnou agrotechnikou a chemizací zemědělství. Vysoký úbytek organické hmoty v půdě lze pozorovat u půd erozně ohrožených ve formě bílých ploch, protože dochází k obnažení půdního pokryvu. Toto lze částečně kompenzovat opětovným dodání organické hmoty do půdy ve formě nejkvalitnější organické hmoty (např. vyzrálé komposty) (Bičík a Cibulka, 2009). Jako zásadní problém je pokles živočišné výroby a s tím souvisí nedostupnost organických hnojiv (Martinovský, 2016).

3.2.5 Utužení půdy

Utužování půdy je způsobeno opakovaným přejížděním půdy těžkou zemědělskou technikou, hlavně při vysoké vlhkosti půdy. To má za následek změnu půdní struktury, na které závisí pórovitost, objemová hmotnost, infiltrace, propustnost a vodní retenční kapacita (Hladík a kol., 2015). Zhoršení infiltrace má za následek vznik povrchového odtoku což zvyšuje riziko eroze. Zhutnění nejsvrchnější vrstvy půdy lze řešit půdním kypřením, ale zhutnění v hloubce 40 – 60 cm pod povrchem představuje mnohem větší problém, protože nakypření půdy v této hloubce už není možné (Martinovský, 2016). Jako nejlepší řešení je omezit pojezd zemědělské techniky nebo vynechat či sloučit některé agrotechnické postupy (Pavlů, 2018).

3.2.6 Podmáčení půdy

Zamokření půdy je stav déletrvajícího převlhčení, důsledkem je poškození polních plodin (Bičík a Cibulka, 2009). Tento problém se vyskytuje na půdách se zvýšenou hladinou podzemních vod. Jako řešení lze využít meliorace pozemků (Eagri, 2019). Tato odvodnění jsou dnes chápána spíše negativně z důvodu odvodňovacích prací v sedmdesátých a osmdesátých letech 20. století. Z celkové plochy přibližně 1 084 000 ha bylo odvodněno 240 000 ha naprosto zbytečně. Odvodňovací práce byly prováděny bez dostatečného hydrogeologického průzkumu. To má za následek například snížení retenční funkce půdy. V dnešní době, kdy jsou využívány moderní výzkumné práce, jsou správně provedené meliorace součástí protierozních opatřeních (Bičík a Cibulka, 2009).

3.2.7 Zasolování půdy

Zasolování půd neboli salinizace je akumulace solí sodíku, draslíku, hořčíku a vápníku v půdě. Tento proces je spojován hlavně se závlahami v aridních oblastech, kdy jsou do půdy pomocí vody dodávány rozpustné soli (Sáňka a Materna, 2004). V půdě dominuje vzlínání nad vsakem. Vzlínající voda s sebou k povrchu vynáší rozpuštěné soli. U povrchu dojde k odparu vody a akumulaci soli v půdě. Zasolená půda má za následek úhyn některých rostlin. Rostliny rostoucí v aridních oblastech jsou

na zasolené půdy adaptovány. V České republice není salinizace tak závažný problém jako jiné degradační procesy (Pavlů, 2018).

3.2.8 Kontaminace půdy

Kontaminace půdy je zvýšený výskyt rizikových látek v půdě, který souvisí především s průmyslovými aktivitami jako je těžba a zpracování nerostů, ukládání odpadů, ale i s únikem toxických látek (Sáňka a Materna, 2004). Kontaminace půdy nemusí být způsobena jen těmito aktivitami, půda může být kontaminována i pesticidy, které jsou hojně využívané v zemědělství k ochraně rostlin. Jako další nebezpečí hrozí během povodní, kdy může dojít k zaplavení skladů s chemikáliemi a tím se mohou látky dostat do vodního prostředí a následně dojde k vsaku látek do půdy (Martinovský, 2016). Jako nejlepší řešení je odstranění nebo rozklad toxické látky z půdy. Pokud toto není možné, ponechá se látka v půdě. V tomto případě se zde mohou pěstovat rostliny, které mohou být sklízeny a zpracovány na nepotravinářské účely, například spalování rostlin jako biomasy. Růstem rostlin tak dochází k postupnému čerpání kontaminantu z půdy (Pavlů, 2018).

3.3 Eroze půdy a její druhy

Eroze je proces, při kterém dochází k rozrušování horniny a přenosu této horniny na jiné místo. Procesy rozrušování mohou být chemické nebo mechanické. V případě eroze půdy se jedná o erozi mechanickou (Martinovský, 2016). Eroze půdy je vyvolávána působením větru, deště, ledu a jiných činitelů. V tomto případě se jedná o erozi přirozenou. Pokud jsou erozní procesy urychleny, tak se jedná o erozi zrychlenou, za kterou je odpovědná lidská činnost (Pavlů, 2018).

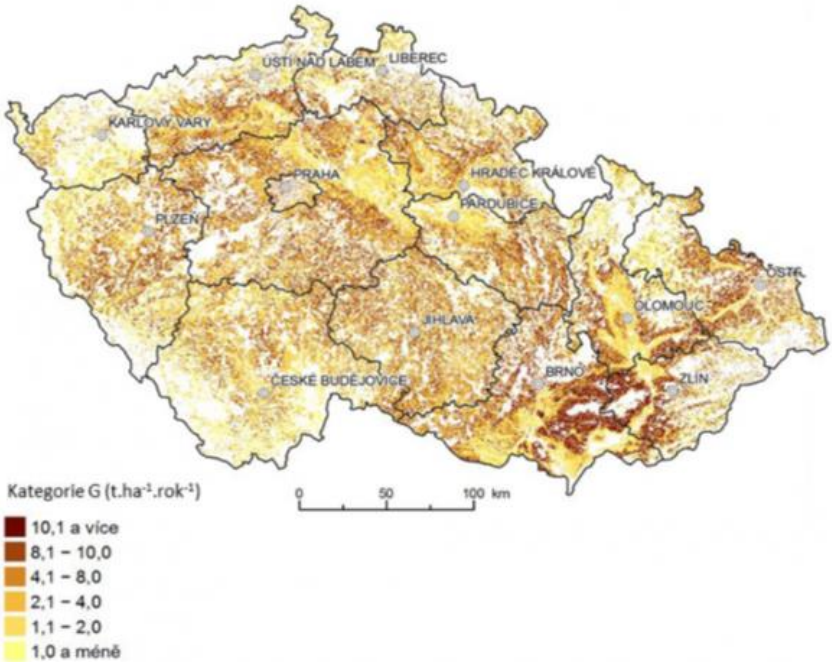
Slovo eroze je latinského původu (je odvozeno od slova „erodere“- rozhlodávat). Eroze je pro půdu nebezpečná v tom, že nejúrodnější vrstva ornice je odnášena z polí a s sebou odnáší osiva, hnojiva a přípravky na ochranu rostlin. Odnosem ornice se snižuje úrodnost a zvyšuje skeletovitost. Tyto částečky jsou odnášeny do vodních toků, kde se usazují a způsobují zanášení koryt a nádrží a zbytky hnojiv a pesticidů znečišťují vodní zdroje, zhoršují prostředí pro organismy a zvyšují náklady na těžbu usazenin (Janeček a kol., 2008).

Druhy eroze:

1. Vodní eroze,
2. Větrná eroze,
3. Ledovcová eroze,
4. Sněhová eroze, (Zachar, 1970).

3.3.1 Vodní eroze

Vodní eroze je přírodní proces, při němž dochází k rozrušení půdního povrchu, k transportu částic na jiné místo a k následnému usazování těchto částic (Vopravil a kol., 2013). Vodní eroze je vyvolávána srážkami, které jsou v našich podmínkách největším erozním činitelem (Stankoviansky, 2010). Příčinou vodní eroze jsou nejčastěji srážky přívalového charakteru (Sklenička, 2003). Intenzita vodní eroze nezávisí jen na intenzitě přívalových srážek, ale závisí i na půdních poměrech, morfologii území, vegetačních poměrech a na způsobu využívání pozemků (Janeček a kol., 2012). V roce 2016 bylo v České republice potenciálně ohroženo vodní erozí 57 % zemědělské půdy (obrázek 1) (Česká televize, 2017).



Obrázek 1: Potenciální ohroženost zemědělské půdy vodní erozí v ČR v roce 2016 (Česká televize, 2017)

Při přívalových deštích vzniká povrchový odtok, který lze rozlišit na plošný a soustředný. Při vzniku soustředného odtoku vznikají různě hluboké erozní rýhy (Pavlů, 2018).

Podle těchto účinků na půdu může být vodní eroze rozdělena na:

1. Plošnou erozi (vrstevnou),
2. Rýhovou erozi (brázdovou),
3. Výmolovou erozi (stržovou),
4. Proudovou erozi (bystřinnou a říční), (Sklenička, 2003).

Plošná eroze

Plošná eroze neboli vrstevná eroze vzniká na svazích, kde se vytváří plošný povrchový odtok (Pavlů, 2018). Při plošné erozi dochází k postupnému

a rovnoměrnému erodování celého pozemku nebo svahu (Janeček a kol., 2008). Proto se u této eroze nevytvářejí nápadné erozní útvary (Buzek, 1984). Půdní profil se postupně snižuje a v některých případech může dojít ke smyvu celého půdního horizontu a obnažení skalního podloží (Janeček a kol., 2008).

Rýhová eroze

Rýhová eroze neboli brázdová eroze vzniká při vytvoření soustředného povrchového odtoku (Pavlů, 2018). Zde se už vytvářejí nápadné erozní útvary jako rýžky a rýhy. Hloubka rýh nepřesahuje hloubku kultivační vrstvy což odpovídá hloubce 25 – 30 cm (Stankoviansky, 2010). Rýhy mohou být rozděleny podle tvaru na rýhy ploché, úzké, široké a oblé. Rýhy se následně spojují a dochází k úplné destrukci půdy (Zachar, 1970). Odnesené částice půdy se usazují na úpatích svahů nebo v údolích, jakmile se sníží unášející schopnost srážkového odtoku vlivem zmenšujícího se sklonu území (Cablík a Jůva, 1963).

Výmolová eroze

Výmolová eroze neboli stržová eroze je další stádium rýhové eroze. Zde dosahují brázdy hloubky 1 – 2 m (Cablík a Jůva, 1963). Výmolová eroze vzniká v místech, kde se koncentrují a stékají vody z přívalových dešťů. Jedná se o úžlabiny, údolnice, příkopy, cesty (Nerušil a kol., 2015). Při této hloubce se dají rýhy ještě asanovat. Při prohlubování brázdy se může dno brázdy dostat na hladinu podzemní vody. Na dně brázdy poté vznikne stálý průtok a ten prohlubování ještě zrychlí (Buzek, 1984).

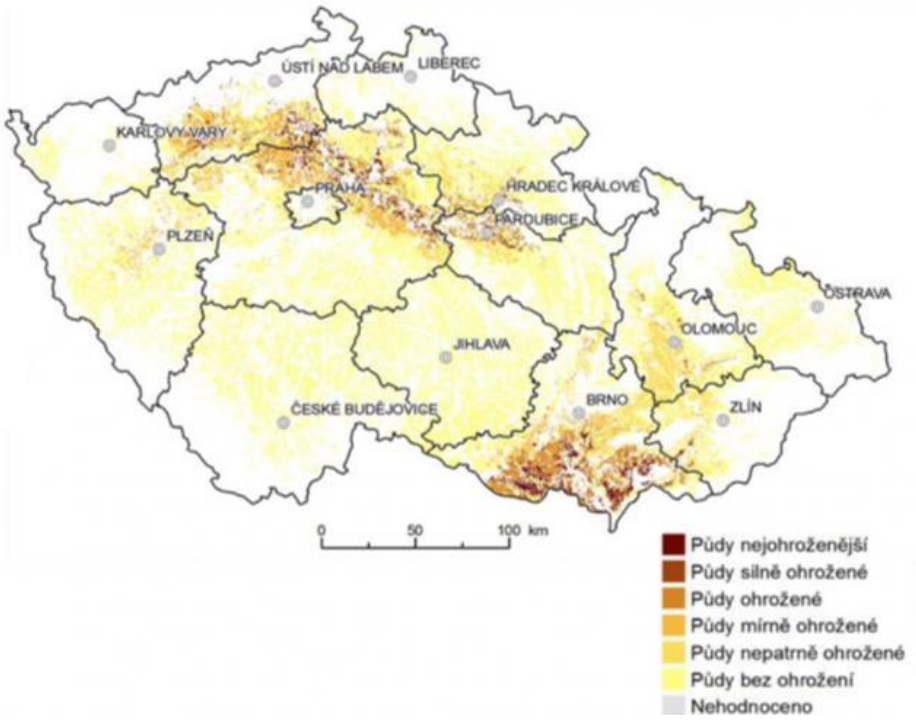
Proudová eroze

Proudová eroze neboli bystřinná a říční eroze se vyskytuje ve vodních tocích. Touto erozí jsou ohroženy hlavně bystřiny z důvodu velké kinetické energie proudící vody, která vymílá dno nebo břehy (Holý, 1994). Podle tohoto kritéria lze rozdělit erozi proudovou na erozi břehovou, kde jsou erodovány břehy koryta a erozi dnovou, kde je erodováno pouze dno vodního toku (Sklenička, 2003).

3.3.2 Větrná eroze

Větrná eroze neboli eolitická eroze je přírodní proces, při kterém vítr rozruší půdu, podobně jako voda, částice pak transportuje a při poklesu rychlosti tyto částice ukládá. Intenzita erozního působení větru závisí hlavně na síle větru, frekvenci jeho směrů, podloží a vegetaci (Buzek, 1984). Větrná eroze poškozuje nejen ornici, ale i plodiny a odnáší osiva a hnojiva. Škody vznikají na komunikacích, které jsou zanášeny erodovanou ornicí a půdní částečky zanášejí ovzduší, které pak mohou způsobovat plicní onemocnění nebo vyřazovat z provozu stroje (Janeček a kol., 2008). V roce 2016

bylo v České republice potenciálně ohroženo větrnou erozí 18 % zemědělské půdy (obrázek 2) (Česká televize, 2017).



Obrázek 2: Potenciální ohroženost zemědělské půdy větrnou erozí v ČR v roce 2016 (Česká televize, 2017)

Podle způsobu odnosu může být větrná eroze rozdělena na:

1. Posuvnou erozi,
2. Prachovou bouři, (Cablík a Jůva, 1963).

Posuvná eroze

Posuvná eroze se vyskytuje v písčitých územích bez ochranného vegetačního krytu. Částice jsou větrem přemisťovány nízko nad zemí do sousedních poloh. Výsledkem této činnosti jsou písečné přesypy, které se nejčastěji nacházejí na mořských pobřežích nebo ve vnitrozemských oblastech písečných pouští. Taktéž se mohou písečné přesypy vyskytnout na pobřežích velkých řek. V České republice se v menším měřítku vyskytují v Polabí a na jižní Moravě (Cablík a Jůva, 1963).

Typické útvary písečných přesypů jsou čeřiny, barchany a duny. Čeřiny jsou nejmenší útvar, vlnky dosahují velikosti 3,5 cm, nejvýše 10 cm. Barchany dosahují výšky 10 – 20 m, ojediněle až 70 m. Největším útvarem jsou duny, které tvoří velkou písečnou vlnu. Duny dosahují výšky 50 – 70 m, ale mohou dosahovat výšky až 150 m (Cablík a Jůva, 1963).

Prachová bouře

Přemisťováním půdních částic na několik set kilometrů vzniká prachová bouře. Částice jsou vyzvednuty až do úrovně mraků, pak jsou odnášeny větrným proudem a po uklidnění větru se uloží na povrchu jako jemná navátina. Jemný prach se v ovzduší vyskytuje i po zeslabení větru, ovzduší je zbaveno jemných částic až deštěm. Prachové bouře se nejvíce vyskytují v oblastech pouští a polopouští, odkud pocházejí nánosy prachu, které se vyskytují téměř po celém světě (Cablík a Jůva, 1963).

3.3.3 Ledovcová eroze

Ledovcová eroze neboli glaciální eroze dominuje v horských oblastech. Led působí na povrch svojí vahou a svým pohybem eroduje materiál. Ochrana půdy vegetací je zde mizivá (Zachar, 1970). Pohyby ledovců dosahují hodnot desítek metrů za rok. Rychlost pohybu ledovce závisí na sklonu podloží a ročním období. Erozní schopnost ledovcové eroze je mnohem větší než říční eroze. Ledovce vybrušují a ohlazují skalní podklad, po dosažení nižší a teplejší oblasti ledovec roztaje a zásobuje svou vodou vodní toky (Cablík a Jůva, 1963).

3.3.4 Sněhová eroze

Sněhová eroze neboli eroze nivální má v České republice velmi malé působení. Není způsobována kinetickou energií sněhových vloček, ale odtékající vodou, která vznikne táním sněhu. V zimním období se na polích neprovádějí žádné agrotechnické práce a pole jsou většinou bez vegetačního krytu (výjimku tvoří pole s ozimými obilovinami a meziplodinami). Erozní nebezpečí vzniká v období tání sněhu, protože může dojít k rychlému odtoku velkého množství vody. Může tak vzniknou mnohem větší povrchový odtok než v letních měsících během přívalových dešťů. Transportní kapacita povrchového odtoku nemusí dosahovat takové destrukce jako při letních srážkách, je totiž závislá na tom, jak je půda promrzlá, protože půda může být erodována, pokud už není promrzlá (Janeček a kol., 2008).

V územích s trvalou sněhovou pokrývkou je sníh vrstven a princip je potom podobný jako u eroze ledovcové. Sníh se začne pomalu pohybovat a svou tíhou eroduje materiál. Oproti ledovcové erozi se sněhová eroze vyskytuje i v aktivní formě, a to v podobě laviny. Vysoká tíha a vysoká rychlost sněhu poté vytváří erozní rýhy (Zachar, 1970).

3.4 Příčiny eroze

Příčiny eroze jsou ovlivněny kombinací přírodních poměrů a vlivu člověka. Tyto faktory lze rozdělit na:

1. Klimatické a hydrologické faktory,
2. Morfologické faktory,
3. Geologické a půdní faktory,
4. Vegetační faktory,
5. Faktory využívání a obhospodařování půdy, (Janeček a kol., 2008).

3.4.1 Klimatické a hydrologické faktory

Klimatické a hydrologické faktory jsou charakterizovány nadmořskou výškou, teplotou ovzduší, zeměpisnou polohou, denní a roční změnou teplot, intenzitou a časovým rozdělením srážek, výparem, povrchovým odtokem, směrem a intenzitou převládajících větrů. Nejnáchylnější území ke vzniku eroze jsou kontinentální území, kde se střídají období s prudkými dešti a období sucha (Cablík a Jůva, 1963).

Na erozi mají největší vliv přívalové srážky. Jedná se o srážky krátkého trvání s vysokou intenzitou, které postihují menší území, zpravidla o rozloze 10 – 70 km^2. Nejdříve dopadají velké dešťové kapky na povrch půdy, půdní částice mohou být těmito kapkami vymršťovány do výšky až 40 cm, po kapkách se mohou vytvořit malé krátery o průměru 3 – 6 mm. Při trvalejším a intenzivním dešti vzniká soustředný povrchový odtok, který se projevuje ve formě rýhové a později výmolové eroze (Buzek, 1984).

3.4.2 Morfologické faktory

Morfologické faktory jsou faktory, které jsou ovlivněny terénním uspořádáním území. Čím je reliéf území členitější, tím se zvyšuje erozní činnost, především činnost vody (Cablík a Jůva, 1963).

Morfologické faktory ovlivňuje:

Sklon svahu

Sklon svahu je z morfologických faktorů nejdůležitější. Čím větší je sklon pozemku, tím větší je unášecí síla vody a logicky je větší i nebezpečí eroze. Jako významný ukazatel je kritický sklon, při kterém se na nechráněném pozemku vyskytuje eroze. Při plošné erozi se kritický sklon pohybuje v rozmezí 1 - 8°. Aby se kritický sklon mohl projevit, tak musí mít svah určitou délku (Zachar, 1970).

Délka svahu

S narůstající délkou svahu roste nebezpečí eroze. Před vodní erozí se musí chránit dlouhé svahy s těžkou půdou, která má malou vsakovací

schopnost (Cablík a Jůva, 1963). Pokud je doba trvání deště kratší než doba odtoku vody z horního okraje k dolnímu okraji svahu, dochází ke vsaku srážkové vody do půdy po ukončení deště dříve, než srážková voda dospěje k dolní hranici svahu, tím dochází ke snížení intenzity půdní eroze (Holý, 1994).

Expozice svahu

U expozice svahu má hlavní vliv na erozní ohroženost vlhkost půdy. Na jižních svazích dochází k přehřívání půdy a následnému vysušení půdy, které má vliv na vegetaci. Kdežto na severním svahu stejného masívu se mohou nacházet velmi úrodné půdy (Zachar, 1970).

Nadmořská výška

Nadmořská výška má nepřímý vliv na erozní ohroženost. S nadmořskou výškou se mění fyziografické poměry a ty ovlivňují hospodářskou činnost (Zachar, 1970).

3.4.3 Geologické a půdní faktory

Mezi geologické faktory se řadí schopnost geologického podkladu převést povrchově odtékající vodu na vodu podzemní. Tato vlastnost závisí na propustnosti hornin. Mezi půdy s dobrou protierozní odolností se řadí půdy vzniklé na vápencových a dolomitických podkladech. Jako hornina s nejhorší protierozní odolností je spraš (Md, 2003).

Mezi půdní faktory ovlivňující erozi se řadí:

Struktura půdy

Jako příznivá struktura půdy je drobtovitá struktura, která dokáže přijmout až 85 % srážkové vody, naproti tomu prašná struktura dokáže přijmout do 30 % srážkové vody (Md, 2003).

Textura půdy

U textury půdy je zásada, že čím více skeletovitá půda, tím větší je propustnost půdy a tím víc klesá její ohroženost erozí (Md, 2003).

Vlhkost půdy

U vlhkosti půdy platí, že čím je půda vlhčí, tím je menší infiltrace půdy a tím se zvyšuje povrchový odtok a stoupá ohroženost vodní erozí. Při klesání vlhkosti půdy zase stoupá riziko větrné eroze (Md, 2003).

Zvrstvení půdy

Půdu je důležité zkoumat v celém půdním profilu, protože pod propustnou vrstvou se může vyskytnout nepropustná vrstva, která zapříčiní přesycení

propustné vrstvy a tím dojde k smyvu vrchní vrstvy. Tento jev se vyskytuje u podzolů (Md, 2003).

3.4.4 Vegetační faktory

Vegetace chrání půdní povrch před dopadem dešťových kapek, před působením větru, díky kořenovému systému zpevňuje půdu, zpomaluje povrchový odtok a zastiňuje půdu a tím snižuje výpar z půdy a uchovává tím příznivou vlhkost, která má vliv na stabilitu půdních agregátů. Z hlediska protierozní účinnosti je nejlepší les, po něm následuje trvalý travní porost, obiloviny, okopaniny a nejhorší protierozní účinnost má úhor (Md, 2003).

3.4.5 Faktory využívání a obhospodařování půdy

Mezi tyto faktory se řadí například umístění zemědělských kultur. Intenzitu vodní eroze lze snížit, pokud jsou v nejvíce ohrožených částech svahu umístěny kultury s větším protierozním účinkem. Zde je nutné navrhovat správné osevní postupy (Holý, 1994). Dalším faktorem je umístění pozemku. Pozemky umístěné délkovým rozměrem po svahu a pokud je tento pozemek i oraný v tomto směru trpí erozí více než pozemek obhospodařovaný po vrstevnicích. (Zachar, 1970). Erozní nebezpečí hrozí také na polních cestách. Pokud byla cesta založena v místech s velkým sklonem, u které nejsou příkopy k zachycení a neškodnému odvedení povrchově stékající vody a cesta není dostatečně zpevněna, tak stékající voda cestu postupně vymílá, až dojde ke vzniku úvozové cesty, která se postupně změní na hluboký výmol, a nakonec i strž (Holý, 1994).

3.5 Následky eroze

Erozní procesy jsou přirozenou součástí naší planety. Pomalu a nepřetržitě přetvářejí zemský povrch. Nevhodný zásah člověka do krajiny může mít katastrofální následky. Pokud jsou urychleny erozní procesy, tak dojde až ke zničení úrodné půdy (Pasák a kol., 1984).

Následky vodní eroze

Vodní eroze způsobuje poničení mikrobiálního života a nenávratnou ztrátu zeminy, humusu a rostlinných živin (Pasák a kol., 1984). Odnosem půdních částic se zvyšuje štěrkovitost půdy, jsou odnášena osiva a hnojiva a přípravky na ochranu rostlin. Toto vše má za následek snížení hektarových výnosů (Novotný a kol. 2014).

Transportované částice a na nich vázané látky znečišťují vodní zdroje, zanášejí vodní nádrže a koryta vodních toků, vyvolávají zakalení povrchových vod a zhoršují prostředí pro vodní organismy (Novotný a kol., 2014).

Následky větrné eroze

Větrná eroze má také vliv na výnosy plodin. Vítr odnáší zeminu z polí a tím odkrývá kořeny rostlin v růstovém stádiu, to má za následek špatný růst a následnou špatnou úrodu (Pasák a kol., 1984). Částice unášené větrem také zanášejí silnice, příkopy a vodní toky. Částice ve vzduchu způsobují problémy obyvatelům obcí, kterým se kvůli prašnému vzduchu špatně dýchá (Janeček a kol., 2012).

3.6 Vyhodnocování eroze – Univerzální rovnice ztráty půdy

Pro výpočet erozní ohroženosti půd vodní erozí se používá celá řada modelů. Jako jedna z nejpoužívanějších metod je tzv. Univerzální rovnice ztráty půdy, v Anglickém jazyce Universal soil – loss equation, zkráceně USLE (rovnice 1). Je to rovnice poměrně jednoduchá, sestavili ji v roce 1978 Wischmeier a Smith. Rovnici lze použít pro období delší než jeden rok, a proto nelze vypočítat například průměrnou ztrátu půdy pro jednotlivé srážkové události. Výsledkem této rovnice je dlouhodobá průměrná roční ztráta půdy, která se udává v tunách na hektar za rok. Rovnice zahrnuje rozměry standartních pozemků, kde standartní pozemek je černý kypřený úhor s kultivací po svahu o délce 22,13 m a sklonu 9 % (Pavlů, 2018).

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

Rovnice 1: Univerzální rovnice ztráty půdy (Janeček a kol., 2012)

G – průměrná dlouhodobá ztráta půdy [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]

R – faktor erozní účinnosti deště [$MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}$]

K – faktor erodovatelnosti půdy [$t \cdot ha \cdot h \cdot ha^{-1} \cdot MJ^{-1} \cdot cm^{-1}$]

L – faktor délky svahu [bezrozměrný]

S – faktor sklonu svahu [bezrozměrný]

C – faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu [bezrozměrný]

P – faktor účinnosti protierozních opatření [bezrozměrný]

(Janeček a kol., 2012)

3.6.1 Faktor R – faktor erozní účinnosti deště

Erozní účinnost deště závisí na intenzitě deště, úhrnu srážek, četnosti jeho výskytu a kinetické energii přívalových srážek (rovnice 2) (Pavlů, 2018).

Výpočet R faktoru je dán rovnicí:

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

Rovnice 2: Výpočet R faktoru (Janeček, 2012)

R – faktor erozní účinnosti deště [MJ · ha^{-1} · cm · h^{-1}]

E – celková kinetická energie [J · m^{-2}]

i_{30} – max. 30-ti minutová intenzita deště [cm · h^{-1}]

Celková kinetická energie (rovnice 3) deště E se určí:

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

Rovnice 3: Celková kinetická energie deště (Janeček, 2012)

E_i – kinetická energie i-tého úseku deště

n – počet úseků deště

Kinetická energie i-tého úseku deště (rovnice 4):

$$E_i = (206 + 87 \log i_{si}) \cdot H_{si}$$

Rovnice 4: Kinetická energie i-tého úseku deště (Janeček, 2012)

i_{si} – intenzita deště i-tého úseku [cm/h]

H_{si} – úhrn deště v i-tém úseku [cm]

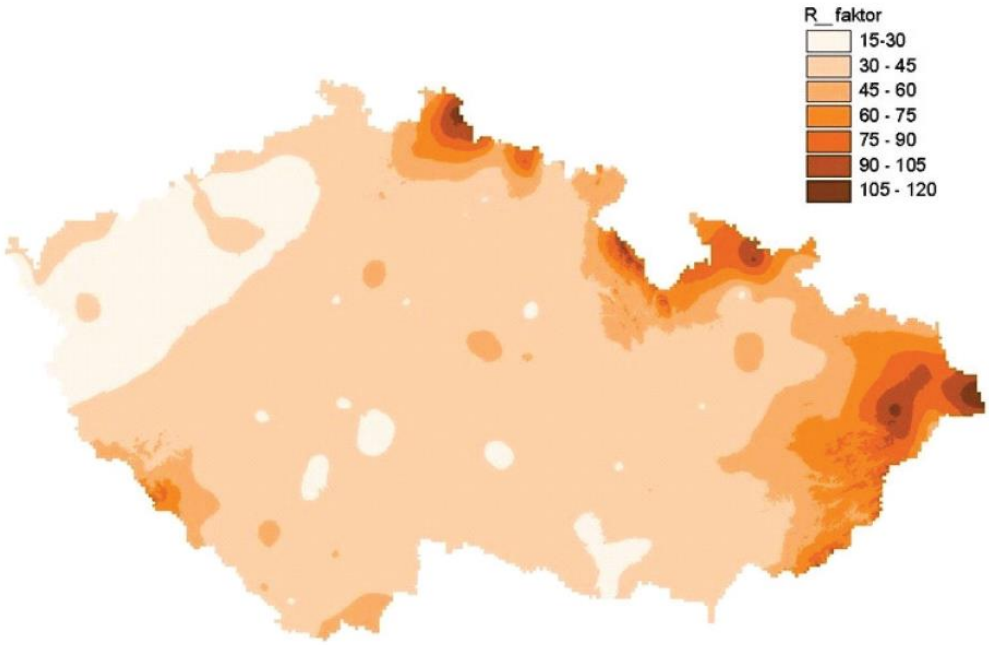
(Janeček a kol., 2012)

Roční hodnota faktoru R je určena součtem účinnosti přívalových dešťů, které se vyskytly v daném roce. Do součtu nejsou zahrnuty deště, u kterých byl úhrn menší než 12,5 mm a 15minutové deště, u kterých spadlo méně než 6,25 mm. Časový interval mezi takovými srážkami musí být více jak 6 hodin (Janeček a kol., 2012).

Stanovení R faktoru pro danou lokalitu je obtížné, proto vznikla data generalizované v rámci regionalizace R faktoru, kdy data jsou grafická nebo numerická a jsou pro každou stanici ČHMÚ (Sklenička, 2003). Dříve vycházel výpočet R faktoru ze 3 stanic ČHMÚ na základě dlouhodobé řady pozorování srážek. Průměrná hodnota R faktoru pro Českou republiku byla 20 MJ · ha^{-1} · cm · h^{-1}. Ale protože R faktor vycházel jen ze 3 stanic, tak nebyla hodnota přesná. Proto bylo provedeno nové určení R faktoru (Janeček a kol., 2012). Aktualizace R faktoru

vycházela z dat 31 ombrografických stanic, kde sledované časové období bylo mezi 19 až 48 lety (Brychta a kol., 2018).

Aktualizovaný R faktor pro Českou republiku je zobrazen na obrázku 3. Hodnoty v zemědělsky využívané oblasti se pohybují mezi 30 až 45 MJ · ha^{-1} · cm · h^{-1}, jen oblast Žatecka a Lounska, která je ve srážkovém stínu Krušných hor, má hodnotu průměrného R faktoru mezi 15 až 30 MJ · ha^{-1} · cm · h^{-1}. Pro celou Českou republiku byla stanovena průměrná hodnota R faktoru na 40 MJ · ha^{-1} · cm · h^{-1} (Janeček a kol., 2012).



Obrázek 3: Aktualizované hodnoty R faktoru v ČR v MJ · ha^{-1} · cm · h^{-1} (Janeček a kol., 2012)

Podle tabulky 9 se nejvíce erozně nebezpečných srážek vyskytuje v období letních měsíců, tedy v červnu, červenci a srpnu (Janeček a kol., 2012).

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

Tabulka 9: Průměrné rozdělení faktoru R přívalových dešťů do měsíců vegetačního období v ČR (Janeček a kol., 2012)

3.6.2 Faktor K – faktor erodovatelnosti půdy

Faktor K je faktor vyjadřující odolnost půdy proti rozrušujícímu účinku deště a následnému transportu po svahu (Sklenička, 2003). Je závislý na zrnitosti, obsahu humusu v půdě, půdní struktuře a propustnosti (Pavlů, 2018). Hodnoty K faktoru se pohybují mezi 0 – 1. S rostoucím K faktorem klesá odolnost půdy vůči vodní erozi (Bor – Shiun a kol, 2019).

Faktor erodovatelnosti půdy lze stanovit:

podle vzorce,
podle nomogramu,
podle hlavních půdních jednotek v mapách BPEJ, (Janeček a kol., 2012)

Určení K faktoru podle vzorce

Při určení K faktoru dle vzorce (rovnice 5) je nutné mít výsledky rozborů půdních vzorků, které byly odebrány v terénu na nejohroženějších místech vodní erozí (Janeček a kol., 2012).

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

Rovnice 5: Výpočet K faktoru podle vzorce (Janeček a kol., 2012)

M – (% prachu + práškového písku) · (100 - % jílu)

(% prachu + práškového písku) … částice o velikosti 0,002 mm – 0,1 mm

% jílu … částice o velikosti menší než 0,002 mm

a - % obsah humusu ornice:

určuje se v laboratoři nebo je určen vynásobením celkového oxidovatelného uhlíku hodnotou 1,724

b – třída struktury ornice:

zrnitá … 1

drobtovitá … 2

hrudkovitá … 3

deskovitá slitá … 4

c – třída propustnosti půdního profilu:

určení dle tabulky (obrázek 4)

(Janeček a kol., 2012)

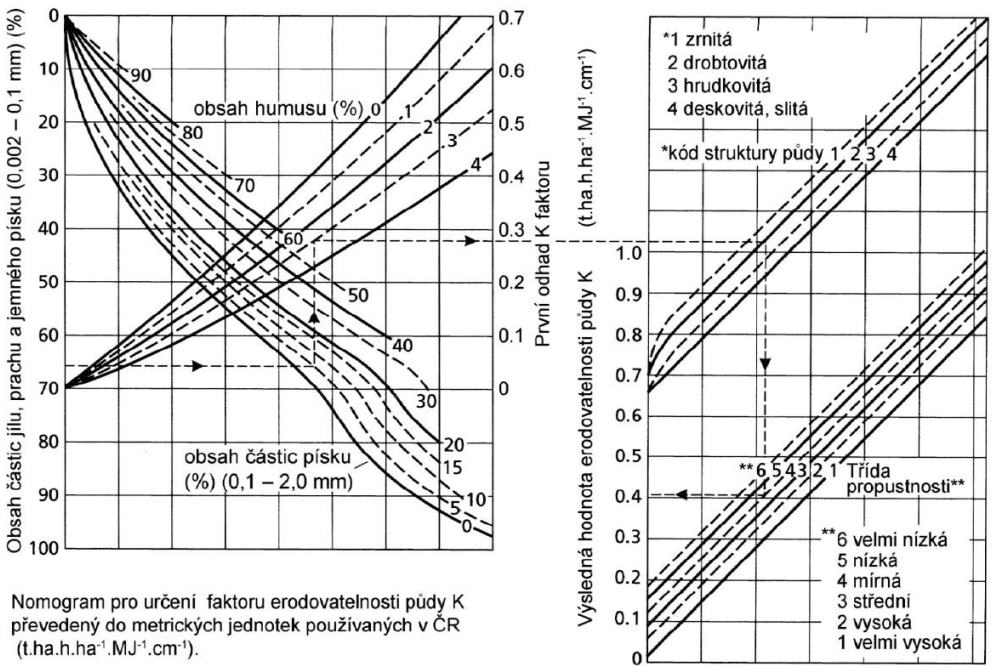
Třída propustnosti	Propustnost	Poznámky	Hlavní půdní jednotka bonitační soustavy (HPJ)
1	Velmi vysoká, > 2,5 mm . min^{-1}; hluboké, dobře odvodněné písky, některé černozemě ze spraší.	Půda zůstává po nasycení vodou vlhká pouze několik hodin.	04, 05, 17, 21, 31, 32, 37, 40, 55
2	Vysoká, 0,83 - 2,5 mm . min^{-1}; strukturní písčitá hlína až hlinitý písek, černozemě a hnědozemě ze spraší.		13, 16, 18, 22, 27, 30, 34, 38, 41
3	Střední, 0,25 - 0,83 mm . min^{-1}; podorničí s výraznou strukturou nebo tvořené hlínou.	Půda zůstává po nasycení vodou vlhká několik dnů.	01, 02, 08, 09, 10, 12, 14, 15, 23, 26, 28, 29, 35, 36, 51, 56
4	Mírná, 0,08 - 0,25 mm . min^{-1}; středně propustná svrchní vrstva půdy je uložena na jílovité hlíně se slabě vyvinutou kostkovitou nebo polyedrickou strukturou.		03, 06, 11, 19, 24, 25, 33, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 50, 52, 58, 60
5	Nízká, 0,025 - 0,08 mm . min^{-1}; pod svrchní propustnější vrstvou je kompaktní jíl nebo jílovitá hlína.	Půda zůstává po nasycení vodou vlhká déle než týden.	07, 20, 39, 47, 49, 57, 59, 62, 64, 65, 66, 75, 77, 78
6	Velmi nízká < 0,025 mm . min^{-1}; tvrdé kompaktní jíly.		53, 54, 61, 63, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 76

Obrázek 4: Třída propustnosti půdního profilu (Janeček a kol., 2008)

Výpočet K faktoru podle vzorce lze aplikovat za podmínky, pokud obsah prachu a práškového písku o zrnitosti 0,002 mm – 0,1 mm nepřekročí 70 % (Janeček a kol., 2012).

Určení K faktoru z nomogramu

Nomogram, jinak nazýván nomogram erodibility je nejběžnější metoda určení K faktoru (Bor – Shiun a kol, 2018). Při určení faktoru K z nomogramu je nutné znát třídu propustnosti půdního profilu a texturu ornice (Pasák a kol., 1984). Nomogram je zobrazen na obrázku 5.



Obrázek 5: Stanovení K faktoru podle nomogramu (Janeček a kol., 2012)

Určení K faktoru podle HPJ v mapách BPEJ

K určení K faktoru podle bonitační soustavy (hodnota na 2. a 3. místě kódu BPEJ) je nutné znát hlavní půdní jednotku (HPJ). Pokud není u HPJ uveden K faktor, tak musí být dopočítán pomocí vzorce nebo určen z nomogramu. Hodnoty K faktorů pro HPJ jsou uvedeny na obrázku 6 (Janeček a kol., 2012).

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

Obrázek 6: Hodnoty K faktoru pro jednotlivé HPJ (Janeček a kol., 2012)

3.6.3 Faktor LS – faktor délky a sklonu svahu

Faktor LS je topografický faktor, který shrnuje 2 faktory dohromady, faktor délky svahu (L faktor) a faktor sklonu svahu (S faktor). Oba faktory lze vypočítat odděleně nebo dohromady (Sklenička, 2003).

Při výzkumu Wischmeiera a Smithe byl stanoven standardní pozemek, který měl délku 72,6 ft což odpovídá 22,13 m a sklon 9 % (Wischmeier a Smith, 1978). Faktor LS představuje poměr ztrát půdy na jednotku plochy svahu ke ztrátě půdy na pozemku standardním (Janeček a kol., 2012).

Faktor L

Faktor L představuje vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty vodní erozí. Délka svahu je měřena od horní hrany pozemku nebo rozvodnice do místa, kde je přerušen povrchový odtok. Přerušením povrchového odtoku je myšlen prvek jako je například cesta s příkopem, hrázka nebo průleh. Jako prvek přerušující povrchový odtok nemůže být považována změna plodiny nebo změna technologie (Janeček a kol., 2012).

Faktor L lze vypočítat podle vzorce (rovnice 6):

$$L = \left(\frac{l}{22{,}13}\right)^{m}$$

Rovnice 6: Výpočet L faktoru (Janeček a kol., 2012)

22,13 – délka standardního pozemku [m]

l – nepřerušená délka svahu (horizontální) [m]

m – exponent sklonu svahu (náchylnost svahu k tvorbě rýžkové eroze)

(Janeček a kol., 2012)

Faktor S

Faktor S představuje vliv sklonu svahu na ztrátu půdy vodní erozí. Se vzrůstajícím sklonem roste ztráta půdy (Janeček a kol., 2012).

Faktor S lze určit podle vztahů dle Renarda (1997) (rovnice 7):

$$S = 10{,}8\ \sin\theta + 0{,}03 \ldots \quad \text{pro sklon} < 9\ \%$$
$$S = 16{,}8\ \sin\theta - 0{,}50 \ldots \quad \text{pro sklon} \geq 9\ \%$$

Rovnice 7: Výpočet S faktoru (Janeček a kol., 2012)

θ – úhel sklonu svahu [rad nebo m/m], výpočet v rad

(Janeček a kol., 2012)

Jedna z kritik původní metody USLE je výpočet právě LS faktoru. Kritizována je jeho použitelnost pro topografický komplex. V dnešní době, hlavně díky GIS technologiím, je stanovení LS faktoru pro dané území mnohem přesnější. Při výpočtu LS faktoru v GIS se používá digitální model reliéfu. Díky těmto technologiím je možné vypočítat LS faktory mnohem složitějších území (Benavidez a kol., 2018).

K výpočtu LS faktoru v GIS se používá rovnice dle Mitášové (1996), tato rovnice byla využita při výpočtu LS faktoru i v této práci (rovnice 8).

Rovnice má tvar:

$$LS = \left(\frac{A}{22{,}13}\right)^{m} \cdot \left(\frac{\sin(s)}{0{,}0896}\right)^{n}$$

Rovnice 8: Rovnice LS faktoru dle Mitášové (Mitášová a kol., 1996)

A – plocha

s – sklon

m, n – kalibrační koeficienty

22,13 – délka standardního pozemku

0,0896 – sklon standardního pozemku

(Mitášová a kol., 1996)

3.6.4 Faktor C – faktor ochranného vlivu vegetace

Faktor C neboli faktor ochranného vlivu vegetace má více funkcí. Vegetace ochraňuje povrh půdy před dopadajícími kapkami deště, zpomaluje povrchový odtok, zlepšuje pórovitost půdy a tím zlepšuje i infiltrační schopnost půdy (Sklenička, 2003).

V České republice se přívalové deště nejvíce vyskytují od dubna do září. Nejlepší ochranu před erozí představují porosty trav a jetelovin. Oproti tomu plodiny chránící půdu nedostatečně je kukuřice nebo brambory (Janeček a kol., 2008).

Faktor C se stanovuje na základě osevních postupů, kde jsou zahrnuty pěstované plodiny v několika vývojových stádiích, meziplodiny a mezidobí. Každá rostlina chrání půdu v každém vývojovém stádiu jinak, proto Wischmeier a Smith rozdělili období pěstování plodin na 5 období:

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 sázení či setí, u ozimů do 30. 4.,
4. Období od 3. období do sklizně,
5. Období strniště, (Janeček a kol., 2008).

Hodnoty C faktoru jsou poměrem smyvu půdy na řešeném pozemku ke ztrátě půdy na standardním pozemku, který je udržován jako úhor. Hodnoty C faktoru se pohybují mezi 0 – 1, nejvyšší hodnoty dosahuje úhor a to hodnoty 1 a naopak nejnižší hodnoty dosahuje trvalý travní porost, který má hodnotu C faktoru 0,005 (Janeček a kol., 2008).

Hodnoty faktoru C jsou uvedeny v obrázku 7.

Plodina	Zařazení v osevním postupu	Použitá agrotechnika	Hodnoty faktoru vegetačního krytu a agrotechniky podle pěstebních období					
			1	2	3	4	5a	5b
Obilniny	po 1. roce po jetelovinách	OP St	0,50 0,02	0,55 0,02	0,30 0,02	0,05 0,02	0,20 0,02	0,04 0,02
	po obilninách	OP St	0,65 0,25	0,70 0,25	0,45 0,20	0,08 0,08	0,25 0,25	0,04 0,04
	po okopaninách a kukuřici	OP St	0,70 0,70	0,75 0,70	0,50 0,45	0,08 0,08	0,25 0,25	0,04 0,04
Kukuřice	Sláma předplodiny sklizena	OP St	0,70 O K 0,25 - 0,70	0,90 O K 0,25 - 0,70	0,70 O K 0,25 - 0,55	0,35 0,25	0,70 0,60	0,40 0,30
	sláma předplodiny nesklizena	OP St	0,60 O K 0,04 - 0,30	0,75 O K 0,04 - 0,25	0,55 O K 0,04 - 0,20	0,25 O K 0,05 - 0,20	0,60 O K 0,25 - 0,40	0,30 O K 0,15 - 0,30
	do herbicidem umrtveného drnu	víceletých pícnin	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,03
		jílku jako ozimé meziplodiny	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,10
Brambory, Cukrovka		v přímých řádcích libovolného směru	0,65	0,80	0,65	0,30	0,70	
Vojtěška			0,02					
Jetel červený dvousečný			0,015					
Víceletá tráva, louky			0,005					

Pozn: *5a - sláma sklizena, 5b - sláma ponechána, O - po obilovině, K - po kukuřici, OP - setí do zorané půdy, St - setí do strniště.*

Obrázek 7: Hodnoty C faktoru pro každé pěstební období (Janeček a kol., 2012)

Tato období na sebe navazují, zahrnuje se i období mezi střídání plodin, a i způsob agrotechnických prací, které byly použity při pěstování daných plodin (Wischmeier a Smith, 1978).

Může nastat situace, kdy nebude možné zjistit osevní postup, protože někteří zemědělci tato data neradi poskytují. V tomto případě se hodnoty C faktorů určí podle klimatických regionů nebo podle průměrného zastoupení plodin v dané lokalitě, což bylo využito i v této práci (Janeček a kol., 2012).

3.6.5 Faktor P – faktor účinnosti protierozních opatření

Faktor P zohledňuje účinnost uvažovaných protierozních opatření v závislosti na sklonu. Je ale velmi obtížné kontrolovat, jestli jsou tato opatření opravdu dodržována. Proto se v praxi dosazuje za P faktor číslo 1 (Sklenička, 2003). Hodnoty P faktoru jsou uvedeny v obrázku 8.

Protierozní opatření	Sklon svahu (%)			
	2-7	7-12	12-18	18-24
Maximální délka pozemku po spádnici při konturovém obdělávání	120 m	60 m	40 m	-
	0,6	0,7	0,9	1,0
Maximální šířka a počet pásů při pásovém střídání	40 m	30 m	20 m	20 m
	6 pásů	4 pásy	4 pásy	2 pásy
- okopanin s víceletými pícninami	0,30	0,35	0,40	0,45
- okopanin s ozimými obilovinami	0,50	0,60	0,75	0,90
Hrázkování, resp. přerušované brázdování podél vrstevnic				
	0,25	0,30	0,40	0,45
Terasování			0,05 – 0,20	

Obrázek 8: Hodnoty faktoru P (Janeček a kol., 2007)

3.6.6 Přípustná ztráta půdy

Po dosazení všech faktorů do rovnice USLE se určí dlouhodobá průměrná ztráta půdy vodní erozí v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ při plánovaném nebo současném hospodaření. U mělkých půd (hloubka do 30 cm) je maximální přípustná ztráta 1 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. U středně hlubokých půd (hloubka 30 – 60 cm) je maximální přípustná ztráta 4 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Hluboké půdy (hloubka nad 60 cm) mají maximální přípustnou ztrátu také 4 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ (Janeček a kol., 2012).

Pokud vypočtená hodnota překročí maximální přípustnou ztrátu půdy, tak hospodaření na pozemku nezabezpečuje dostatečnou protierozní ochranu. Poté je nutné uplatnit účinnější protierozní opatření a dosazením do rovnice USLE lze zjistit, jestli jsou daná opatření dostačující. Hodnoty maximální přípustné ztráty půdy vznikly hlavně kvůli dlouhodobému udržení, zachování a úrodnosti půdy. U půd hlubokých a středně hlubokých je doporučena maximální přípustná ztráta půdy 4 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$, protože půdy hluboké jsou nejhodnotnější půdy a je nutné zvýšit jejich ochranu. U půd mělkých je doporučeno převedení do trvalého travního porostu nebo zalesnění (Janeček a kol., 2012).

3.7 Protierozní opatření

Půdní erozi zabránit nejde, ale jde hodně ovlivnit právě protierozními opatřeními. Protierozních opatřeních existuje celá řada, a proto tato práce neobsahuje všechny. Podle provedení mohou být rozděleny na 3 typy: organizační protierozní opatření, agrotechnická protierozní opatření a technická protierozní opatření (Janeček a kol., 2008).

Organizační opatření jsou finančně nejméně náročná. Jsou založena na přírodních podmínkách, které je dobré respektovat (Janeček a kol., 2008). Agrotechnická opatření

navazují na opatření organizační. Spočívají ve využívání dobrých technologií při pěstování plodin (Mze, 1995). Technická protierozní opatření se navrhují, pokud jsou vyčerpána všechna organizační a agrotechnická opatření. Pokus se protierozní opatření týká většího území, je vhodné ochranu půdy řešit v rámci komplexních pozemkových úprav (Kadlec a kol., 2014).

Opatření proti vodní erozi

Organizační protierozní opatření

- **Delimitace kultur**
  Jedná se o členění půdy v rámci organizace zemědělského půdního fondu. Členěním je myšleno rozdělit zemědělskou půdu na ornou půdu, chmelnice, vinice, sady, zahrady, louky a pastviny (Janeček a kol., 2007).

- **Tvar a velikost pozemku**
  Pozemek by neměl překročit ve směru sklonu přípustnou délku, která je stanovena na základě vypočtené přípustné ztráty půdy erozí (Janeček a kol., 2012).

- **Zatravnění**
  Zatravnění je doporučeno při sklonu pozemku, který překročí 18 % (Pavlů, 2018).

- **Pásové střídání plodin**
  Při pásovém střídání plodin se střídají široké pásy erozně nebezpečných plodin (brambory, kukuřice) s pásy plodin, které mají vyšší protierozní účinek (obilniny, pícniny) (Novotný a kol., 2014)

Agrotechnická protierozní opatření

- **Vrstevnicové obdělávání pozemků**
  Z vrstevnicového obdělávání je důležitá vrstevnicová orba, která je výhodná na mírných svazích, kde povrchový odtok nepřesáhne objemovou kapacitu brázd. Při této orbě je důležité přesně kopírovat vrstevnice. Výhodné je i vrstevnicové setí, při kterém rostliny zpomalují odtok (Šarapatka, 2008).

- **Ochranné obdělávání půdy**
  Při ochranném obdělávání půdy se ponechává nejméně 30 % rostlinných zbytků na orné půdě nebo se zde ponechá porost, například strniště. Půda není zorána, ale je jen částečně nakypřena kypřičem, aby se na povrchu půdy nacházela vrstva

rostlinných zbytků, která vytvoří ochrannou vrstvičku (mulč) (Mze, 1995).

- **Protierozní technologie**
  Cílem protierozních technologií je zkrátit období, kdy je půda bez vegetačního krytu. Toho je docíleno pěstování předplodin a meziplodin (Hůla a kol., 2003).
  Nejmenší ochranu půdy proti vodní erozi mají širokořádkové plodiny jako jsou kukuřice, cukrová řepa, brambory, chmel (Mze, 1995). Mezi protierozní technologie při pěstování kukuřice se řadí například setí kukuřice do mulče z vymrzající meziplodiny (Hůla a kol., 2003). Toto opatření je dobré i při pěstování cukrové řepy (Mze, 1995). Při pěstování brambor se využívá důlkování a hrázkování. Strojem jsou vytvořeny důlky nebo hrázky, které zpomalují povrchový odtok (Růžek a kol., 2017). Při pěstování chmele je jako dobrá protierozní technologie zasít mezi řady chmele ozimý ječmen nebo ozimou řepku (Janeček a kol., 2012).

Technická protierozní opatření

- **Průlehy**
  Průleh je prvek, který přerušuje délku svahu zachycením vody. Oproti protieroznímu příkopu je mělčí a má mírnější svahy. Proto lze přes průleh přejíždět zemědělskou technikou (Kadlec a kol., 2014).

- **Příkopy**
  Protierozní příkop slouží ke stejnému účelu jako průleh. Oproti průlehu má strmější svahy a je hlubší. Proto se nedá přejíždět zemědělskou technikou. Tento problém je vyřešen výstavbou mostků a propustků přes příkop (Janeček a kol., 2012).

- **Hrázky**
  Protierozní hrázky se budují na pozemku nebo na úpatí svahu zemědělského pozemku. Hrázky jsou většinou zemní, vysoké 1 – 1,5 m, opevněné jsou travním porostem a mají vodorovnou korunu. Hrázky musejí být vybaveny vypouštěcím zařízením, před které musí být umístěna záchytná mříž, aby došlo k zachycení plovoucí předmětů. Při usazení půdních částic je voda, která se nahromadí za hrázkami, vypuštěna (Kadlec a kol., 2014).

- **Meze**
  Protierozní meze jsou nízké hrázky, které jsou většinou spojené s příkopem nebo průlehem. Meze bývají často osázeny vegetací a lze na ně umístit kameny. Dříve vznikaly meze na hranicích pozemků. Vznikaly postupným naoráváním ornice směrem dolů po svahu, tím pak vznikaly terénní stupně. Protože tyto meze vznikaly po staletí, tak je dnes nelze navrhovat a realizovat (Kadlec a kol., 2014).

- **Nádrže**
  Protierozní nádrže regulují povrchový odtok a zachycují transportované splaveniny. Slouží hlavně k ochraně obcí, aby nedošlo k zaplavení budov a kontaminaci zdrojů pitné vody. U těchto nádrží může být dno nádrže obhospodařováno jako louka. Po usazení částic dojde k postupnému prorůstání travního porostu sedimentem, a proto není nutné sediment z nádrže odstraňovat (Janeček a kol., 2008).

- **Terasování**
  Tato protierozní ochrana je využívána na pozemcích s hlubokou a velmi hlubokou půdou a sklonem převyšující 20 %. Tento způsob ochrany se využívá především pro pěstování speciálních trvalých kultur jako jsou sady nebo vinice (Janeček a kol., 2007).

Opatření proti větrné erozi

Organizační protierozní opatření

- **Tvar a velikost pozemku**
  Je doporučeno umístit pozemek delší stranou kolmo k převládajícímu směru větrů (Janeček a kol., 2008).

- **Zatravnění**
  Založením travního porostu se sníží riziko odnosu částic větrem. Travní porost také udržuje půdní vlhkost (Janeček a kol., 2008).

- **Pásové střídání plodin**
  Plodiny v pásech mají vyšší vzrůst a tím zabraňují odnosu částic půdy (Mze, 1995).

Agrotechnická protierozní opatření

- **Ochranné obdělávání půdy**
  Jako dobrá protierozní ochrana půdy před větrnou erozí je stejně jako u opatření proti vodní erozi ponechání mulče na povrchu půdy. Mulč udržuje vlhkost půdy a zabraňuje odnosu půdních částic větrem (Mze, 1995).

- **Protierozní technologie**
  Jako protierozní technologie proti větrné erozi je dobré využít meziplodinu, podobně jako u protierozní technologie u vodní eroze. Tento způsob pěstování je dobrý využít například při pěstování cukrové řepy, protože klíčící rostliny mohou být na lehkých půdách přesekávány zrnky písku, které jsou unášeny větrem (Mze, 1995).

Technická protierozní opatření

- **Umělé zábrany**
  Umělé zábrany jsou přenosné ploty vyrobené nejčastěji z prken, které jsou pokryty rákosem, hliníkovou fólií a jinými materiály. Jako nejúčinnější umístění zábran je síťové uspořádání. Toto opatření se používá hlavně při dočasné ochraně plodin před větrem, nejčastěji zeleniny (Janeček a kol., 2007).

- **Větrolamy**
  Větrolamy patří k nejúčinnějším opatřením proti větrné erozi. Jedná se o překážku ve formě lesního pásu. Tento pás sníží rychlost větru v určité vzdálenosti před a za větrolamem a sníží turbulentní výměnu vzduchu v přízemních vrstvách (Janeček a kol., 2012).

3.8 Land Parcel Identification System

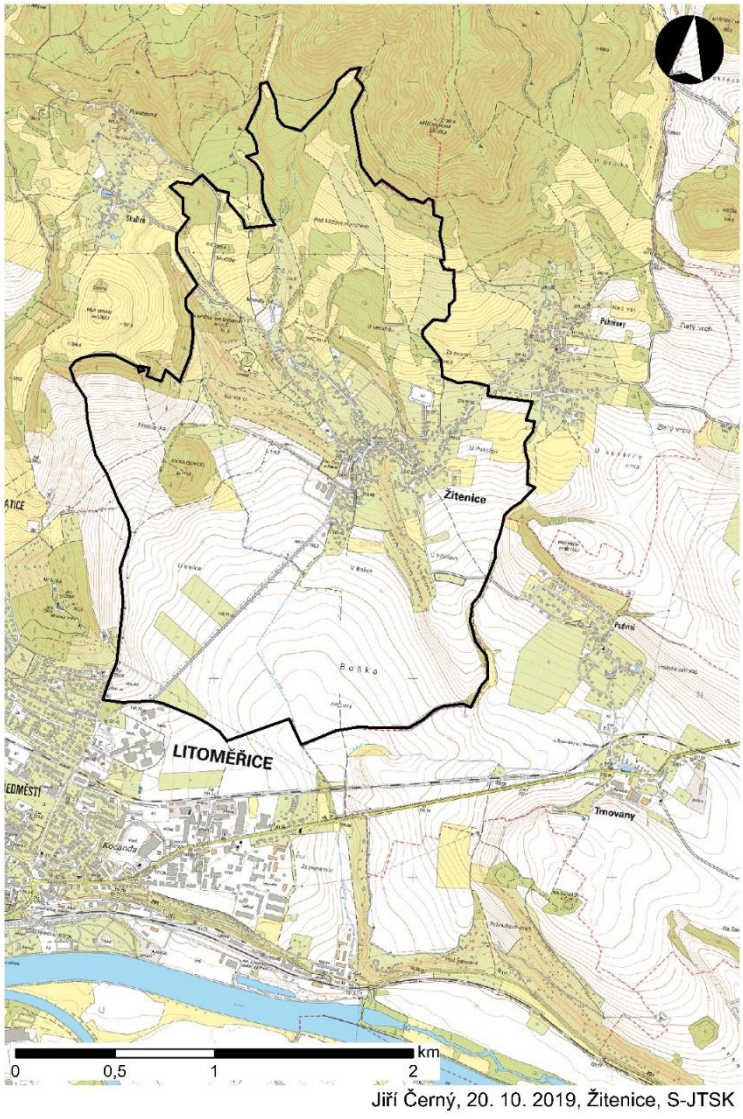
Land Parcel Identification System (LPIS) je geografický informační systém (GIS), který je určen pro vedení evidence využití zemědělské půdy v České republice. LPIS byl spuštěn v roce 2004. LPIS obsahuje evidenci zemědělských pozemků na základě skutečného užívání půdy, což znamená, že půda je evidovaná na toho zemědělce, který půdu obhospodařuje. Tímto se LPIS odlišuje katastru nemovitostí, který obsahuje vlastnické vztahy k pozemkům. Za vedení LPIS je odpovědné Ministerstvo zemědělství (Mze, 2019).

LPIS slouží pro více účelů než jen pro evidenci uživatelů půdy. Slouží k tvorbě tématických map, je to zdroj informací pro statistické informace pro stát,

je to informační zdroj pro farmáře, poskytuje informace o ohrožení půd erozí a o ochranných pásmech vodních zdrojů. A hlavně je LPIS důležitý při poskytování zemědělských dotací, protože dotace na zemědělskou půdu lze poskytnout jen na základě údajů v LPIS (Mze, 2019).

4. Charakteristika zájmového území

Zájmové území je katastrální území Žitenice o rozloze 481, 262 ha. (obrázek 9). Žitenice jsou obec na jižním úpatí CHKO České středohoří (obrázek 10, obrázek 11). Nacházejí se 2 km severně od Litoměřic v nadmořské výšce od 210 m n. m. do 270 m n. m. Součástí obce jsou i Pohořany a Skalice. Díky své poloze se zde daří ovocným stromům a vinné révě. Dominantu obce tvoří zámek a kostel, který patří k nejstarším v kraji (Obec Žitenice, 2019).



Obrázek 9: Katastrální území Žitenice

Obrázek 10: Obec Žitenice, pohled od jihozápadu (28. 9. 2016)

Obrázek 11: Obec Žitenice, letecký pohled ze západu (25.4. 2009)

4.1 Historie obce

Žitenice patří k nejstarším obcím na Litoměřicku. Zakládající listina Litoměřické kapituly z roku 1057, která obsahuje i nejstarší dochovanou první česky psanou větu, zmiňuje první obce na Litoměřicku, mezi těmito obcemi jsou i Žitenice. Ovocnářství a vinařství dokazuje listina pro Vyšehradskou kapitulu z roku 1088. S Královskou kolegiátní kapitulou sv. Petra a Pavla na Vyšehradě jsou Žitenice propojeny bezmála 1000 let. Bohatou historii obce dokládají i románské plastiky z kostela, který zde stál už v roce 1200. Dnes se plastiky nacházejí v Oblastní galerii v Litoměřicích (Obec Žitenice, 2019).

Přelom 18. a 19. století se nesl ve znamení meteorologických pozorování Františka Jakuba Jindřicha Kreybicha. Působil zde jako farář a mezi lety 1787 – 1829 prováděl meteorologická měření. Měřil zde teplotu, tlak vzduchu, směr větru a analyzoval četnosti vybraných meteorologických jevů. Při porovnání Kreybichových měření s daty z meteorologické stanice v Doksanech z let 1961 – 1990 lze zjistit, že v Žitenicích bylo vždy mezi dubnem a říjnem tepleji než v Doksanech (Brázdil a kol., 2007).

Obrázek 12: Pohlednice Žitenic, pohled z jihu (1897)

Dvacáté století znamenalo pro Žitenice změny největší. Většinu obyvatel zde tvořili čeští Němci, kteří obdělávali svá pole a ovocné sady (obrázek 12). Po Mnichovské dohodě koncem září 1938 se ocitlo skoro celé České středohoří i s Žitenicemi v Německé říši, a to znamenalo pro většinu českého obyvatelstva žijící v Žitenicích opuštění obce. Období od června 1945 se neslo v duchu vysidlování německých obyvatel. Pokles obyvatelstva ale dnes není moc patrný, důvodem jsou blízké Litoměřice a výborné klimatické podmínky, které byly pro osídlence větším lákadlem než například obce na výše ležícím Úštěcku, kde je pokles obyvatelstva patrný dodnes (Mikšíček a kol., 2006).

Období po roce 1948 bylo pro Žitenice nejhorší. Nejprve byly zestátněny všechny nemovitosti Vyšehradské kapituly a v roce 1952 byly zahrnuty do nově vznikajícího Jednotného zemědělského družstva Žitenice. Postupně do družstva vstoupila většina zemědělců. Ti mohli poté vlastnit záhumenek (orná půda nebo zahrada v soukromém vlastnictví) o rozloze do 0,5 ha. Meze byly většinou rozorány, remízky vykáceny, ale v ovocnářské tradici se pokračovalo. Během působení JZD Žitenice zde stále

docházelo k vysazování ovocných stromů. Příkladem je třešňový sad, který byl vysázen v 60. letech 20. století (obrázek 13) (Archiv JZD Žitenice, SOkA Lovosice).

Obrázek 13: Třešňový sad pod Křížovou horou (8.6. 2016)

Útlum ovocnářství nastal v 60. letech 20. století. Sady přestaly být obnovovány a po roce 1972, kdy JZD Žitenice bylo převedeno pod Státní statek Litoměřice, zde sadařství úplně zaniklo. Většina sadů byla mezi lety 1975 – 1981 zlikvidována, stromy byly vytahány, meze a terasy oddělující sady byly rozhrnuty a místo sadů bylo naseto obilí. Toto pak vedlo k sesuvu půdy a následnému opuštění pozemků (Archiv ONV Litoměřice, SOkA Lovosice).

Po roce 1989 se Žitenice staly vyhledávanou lokalitou pro stavbu rodinných domů. Polnosti, lesy a hospodářské stavby se zámkem byly postupně od roku 2011 navráceny Vyšehradské kapitule. Ornou půdu a lesy ve vlastnictví Vyšehradské kapituly má v pronájmu soukromá firma. Zámek a k němu přilehlé hospodářské stavby jsou bohužel ve velice špatném stavu, důvodem je působení JZD Žitenice a Státního statku Litoměřice (Obec Žitenice, 2019).

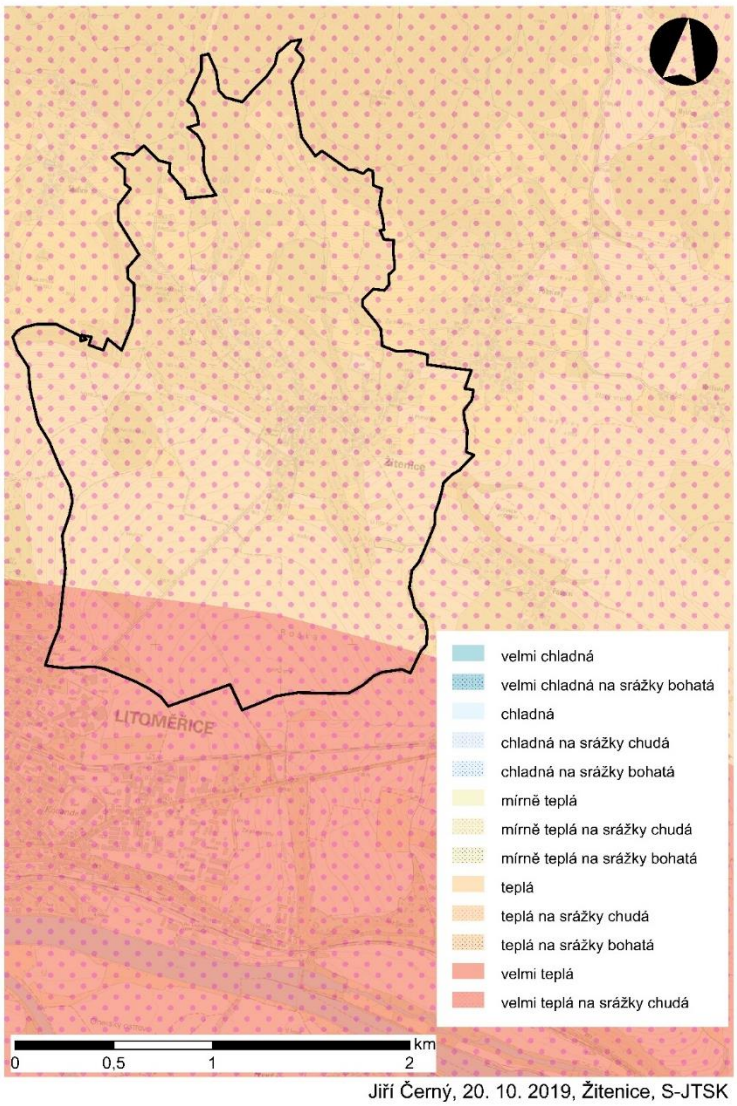
4.2 Klimatické podmínky

Žitenice bývají někdy označovány za nejteplejší místo Čech. V letech 1950 – 1980 bylo Žitenicko z pohledu roční sumy teplot nejteplejší místo okresu Litoměřice. Místo, kde bylo měření prováděno se nacházelo u vrchu Sovice (Kočka), který leží jihovýchodně od Žitenic (Socialistické zemědělství Litoměřicka, 1981).

Klimatické regiony jsou klasifikovány ve vyhlášse Ministerstva zemědělství č. 327/1998 Sb. dle Quitta (1971) (Vyhláška č. 321/1998 Sb.).

Podle Quittovy klasifikace se zájmové území nachází v oblasti teplé a mírně teplé. V teplé oblasti je zastopena podoblast T2 a v mírně teplé podoblasti MT4 a MT7 (SOWAC, 2014).

CENIA (2019) uvádí, že menší část na jihu zájmovho území náleží velmi teplé na srážky chudé oblasti a většina území leží v oblasti teplé na srážky chudé (obrázek 14).



Obrázek 14: Klimatické oblasti

4.3 Geomorfologické podmínky

Zájmové území spadá do Hercynského systému a provincie Česká vysočina. Dále pak spadá do subprovincie Krušnohorská soustava a Česká tabule (obrázek 15). Většina území náleží Krušnohorské soustavě a v ní zájmové území spadá Podkrušnohorské oblasti. Menší část na jihovýchodě, která náleží subprovincii Česká tabule, spadá do Severočeské tabule (CENIA, 2019).

Podkrušnohorská oblast se dělí na 5 celků. Jedním z těchto celků je České středohoří. Českému středohoří náleží 2 podcelky: Milešovské středohoří a Verneřické středohoří. Verneřické středohoří je východní část Českého středohoří, od Milešovského středohoří je odděleno řekou Labe. Z hornin jsou zde zastoupeny čediče, znělce, trachyty, svrchnokřídové pískovce a slínovce, méně pak třetihorní tufity, jíly a písky. Verneřické středohoří se dále dělí na 6 okrsků, jedním z nich je Litoměřické středohoří, ve kterém leží zájmové území (AOPK, 2019).

Menší část na jihovýchodě zájmového území, která náleží Severočeské tabuli, spadá do celku Ralská pahorkatina, podcelku Dokeská pahorkatina a okrsku Úštěcká pahorkatina (SOWAC, 2014).

Obrázek 15: Geomorfologie

4.4 Hydrologické podmínky

Zájmové území náleží do úmoří Severního moře, je odvodňováno potokem Močidla (obrázek 16), který má délku 5,07 km. Vlévá se z prava do Labe v říčním km 793,31.

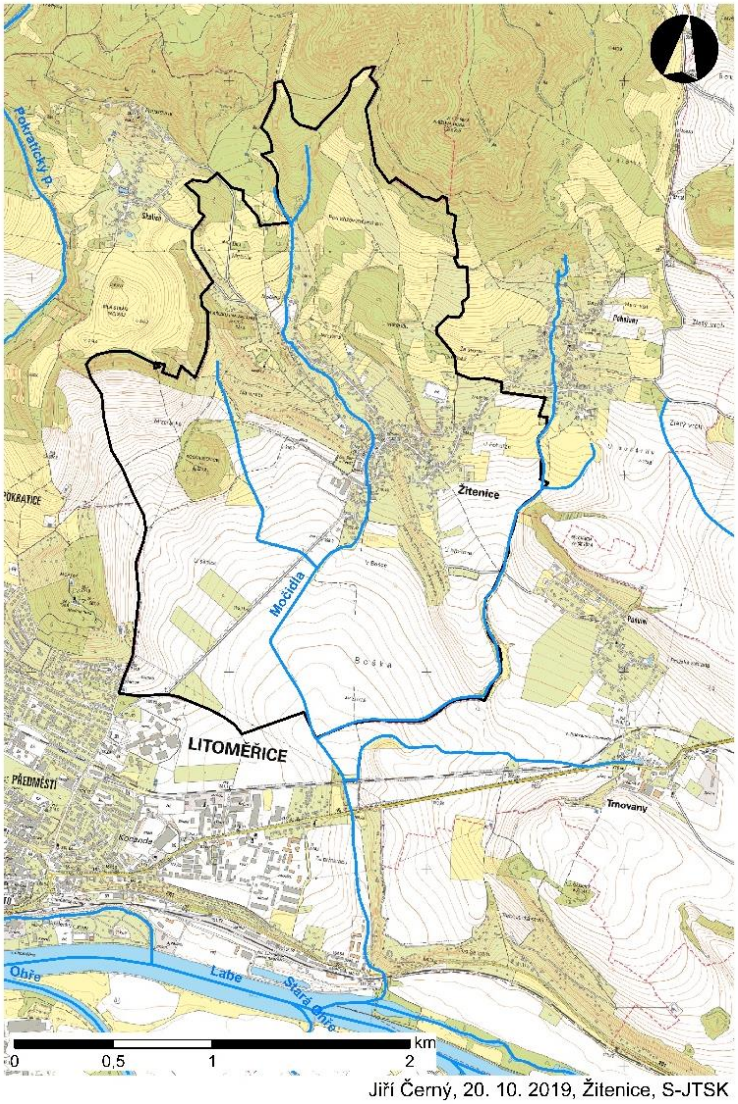
Hydrologické pořadí vodního toku Močidla je 1-12-03-086. Vodní tok je spravován Povodím Ohře, s.p. (SOWAC, 2014).

V prameništi potoku Močidla je jímána pitná voda s kapacitou 11 l/s. Voda je zde jímána od roku 1935. Touto vodou je zásobena severní část obce Žitenice a část Litoměřic (SčVK, 2019).

V Žitenicích se nenachází meteorologická stanice ČHMÚ. Nejbližší stanice jsou Doksany a Milešovka (tabulka 10).

Úhrn srážek (mm)													
měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	celkem za rok
Doksany	20,4	19,2	22,7	32,8	55,2	56,5	59,8	63,0	41,0	29,9	31,3	24,0	455,8
Milešovka	27,7	29,6	32,9	40,7	61,0	63,9	62,0	71,0	47,6	32,8	39,2	36,5	544,9

Tabulka 10: Dlouhodobý normál úhrnu srážek 1961 – 1990 (SOWAC 2014 ex. ČHMÚ 1997)



Obrázek 16: Hydrologie

4.5 Půdní podmínky

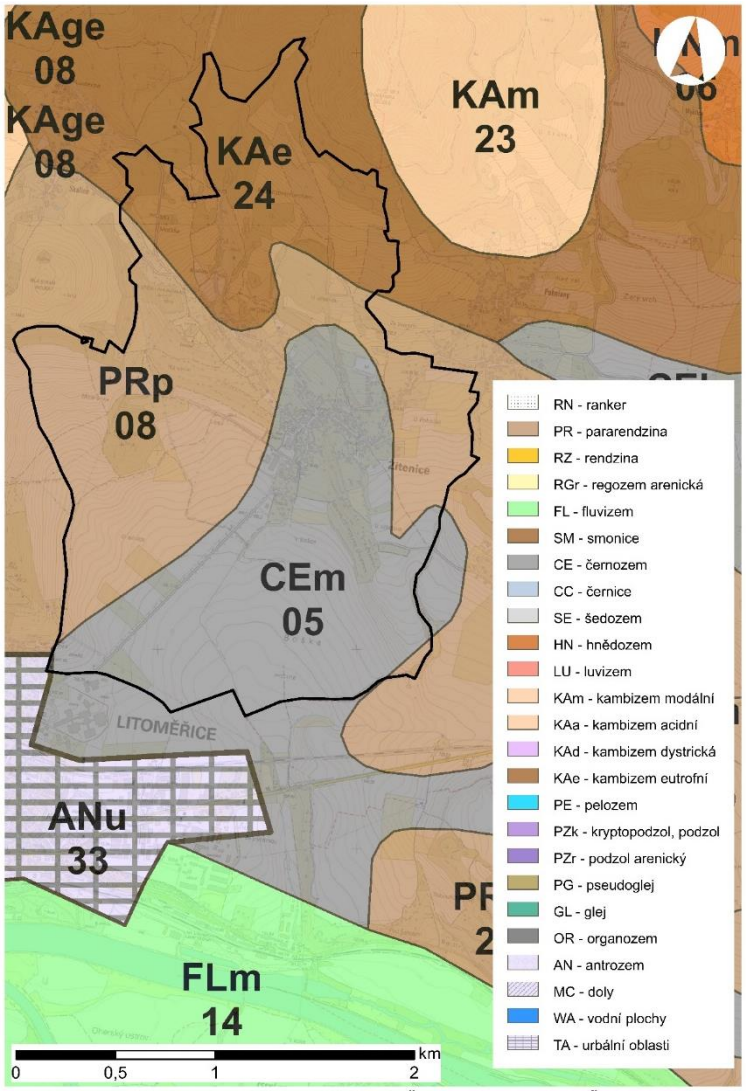
Podle CENIE (2019) je v zájmovém území zastoupena černozem modální, která se nachází v jižní části území. V jihovýchodní části území je antropozem urbická. Na většině území se nachází pararendzina pelická. V severní části území se nachází kambizem eutrofní a v menší míře je zde zastoupena kambizem modální (obrázek 17).

Černozemě se vyskytují v nejsušších oblastech České republiky. Půdotvorným substrátem jsou většinou spraše. Černozemě se vyskytují do nadmořské výšky 300 m n. m., jsou to nejhodnotnější půdy v České republice, jsou vhodné pro náročné plodiny jako je cukrová řepa, pšenice, ječmen, kukuřice (Tomášek, 2007).

Kambizemě jsou v České republice nejrozšířenější. Nacházejí se nejčastěji v pahorkatinách, vrchovinách a na horách. V nížinách jsou zastoupeny méně. Kambizem eutrofní, která je zastoupena v zájmovém území, se vyskytuje na bazických horninách. Obsahuje hodně humusu (Tomášek, 2007).

Antropogenní půdy jsou půdy silně ovlivněné člověkem. Půdy mohou být intenzivně kultivovány (vinice, chmelnice, zahrady) nebo mohou být vytvořeny uměle (skládky, výsypky, zavážky). V zájmovém území se nacházejí z důvodu města Litoměřice (Tomášek, 2007).

Pararendziny jsou půdy, které vznikají na zvětralinách karbonátově-silikátových hornin, vápnitých břidlic, pískovců, opuk a čedičů. Rozšíření je nezávislé na klimatu a nadmořské výšce. Z důvodu, že jsou navázány na již zmíněné substráty, tak se moc nevyskytují ve vyšších polohách (Tomášek, 2007).



Obrázek 17: Půdní typy

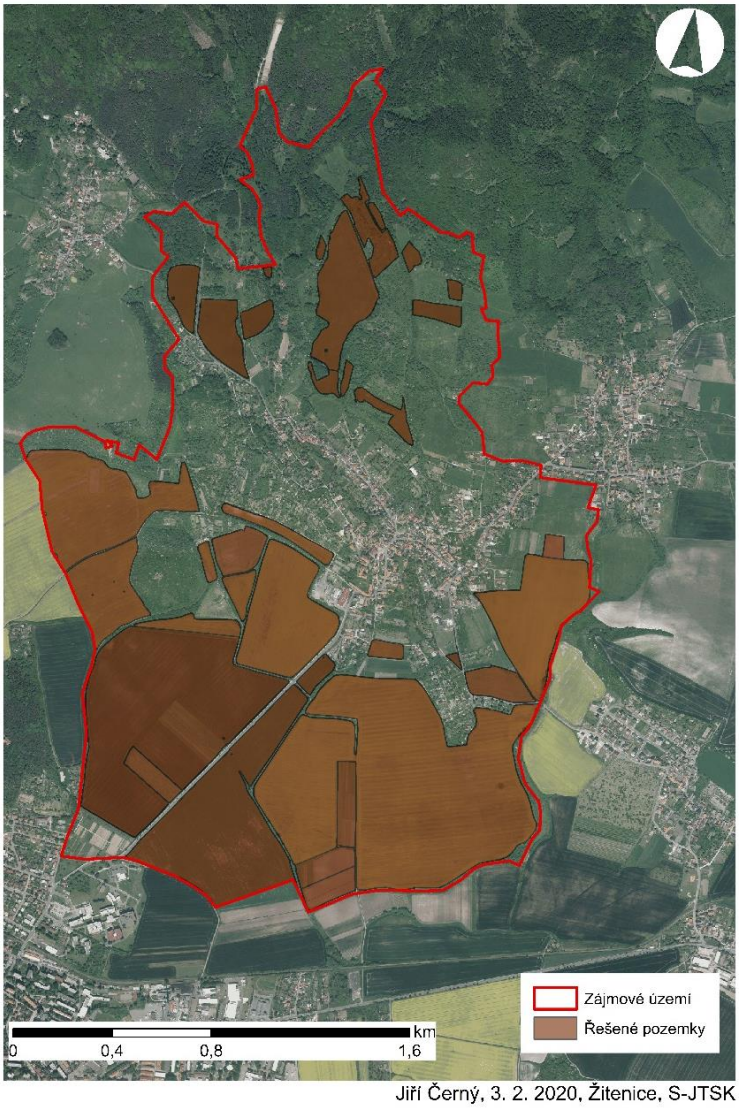
:

5. Metodika

Tato kapitola bakalářské práce se zabývá vyhodnocením míry erozního ohrožení půdy v zájmovém území. Pro výpočet erozního ohrožení půdy v katastrálním území Žitenice byla použita metoda Univerzální rovnice půdy (USLE) a geoinformačního systému ArcGIS.

5.1 Výběr zájmového území

Zájmové území je katastrální území Žitenice o rozloze 481, 262 ha (obrázek 18).



Obrázek 18: Zájmové území

Obec Žitenice jsem si vybral z několika důvodů. Prvním důvodem je, že zde bydlím skoro celý život a z toho plyne i má znalost zdejší krajiny. Dalším důvodem je velmi bohatá historie této obce. A poslední důvodem je vývoj krajiny, kterým obec a okolí prošly během 20. století.

Na počátku 20. století bylo okolí obce tvořeno hlavně ovocnými sady a vinicemi. Po kruté zimě v roce 1929 většina vinic vymrzla, poškozené byly i ovocné stromy. Vinice byly většinou nahrazovány ovocnými stromy. Protože většinu obyvatel tvořili čeští Němci, tak se po Mnichovské dohodě na podzim roku 1938 Žitenice staly součástí Německé říše. Po roce 1945 došlo k odsunu Německého obyvatelstva a obec osídlili Češi z vnitrozemí. Po roce 1948 vzniklo v obci JZD, které pokračovalo v ovocnářské tradici do poloviny 60. let 20. století, pak byly sady postupně přeměňovány na ornou půdu. Na počátku 70. let 20. století přešlo družstvo pod Státní statek Litoměřice, který zlikvidoval zbylé ovocné sady a na těchto svažitých pozemcích byla založena pole. To mělo za následek špatnou úrodu, erozi půdy a sesuv půdy. Pozemky byly proto postupně opouštěny. Během 90. let 20. století začaly pozemky zarůstat náletovými dřevinami, které se postupně staly stanovištěm zvěře. Tento stav trval do roku 2015, kdy byla tato orná půda přeměněna na pastviny, a proto byla většina náletových dřeviny vykácena. Tento stav trvá až dodnes.

5.2 Použitá data

K výpočtu byla využita následující data:

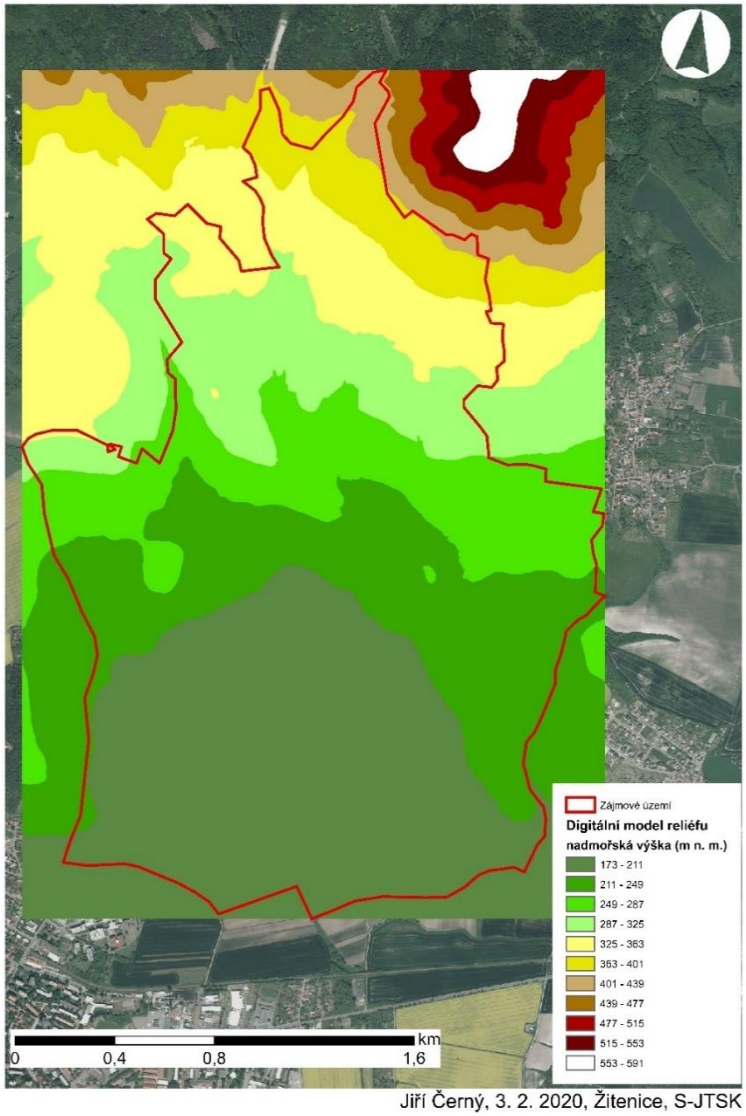
Data digitálního modelu reliéfu
Data byla zapůjčena Českým úřadem zeměměřičským a katastrálním.
Data BPEJ
Data byla stažena ze stránek Státního pozemkového úřadu.
LPIS – veřejný registr půdy
Data byla stažena ze stránek eAGRI.
Data katastrální mapy
Katastrální mapa byla vložena jako WMS.
Podkladové mapy
ZM 10 a Ortofoto byly vloženy jako WMS.

5.3 Digitální model reliéfu

Digitální model reliéfu České republiky 4. generace je model, který přestavuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru. Je to pravidelná síť diskrétních bodů 5x5 m. Tyto body mají své souřadnice X, Y, H. Souřadnice H reprezentuje nadmořskou výšku ve výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání (Bpv). Data byla pořízena v letech 2009 – 2013 metodou leteckého laserového skenování výškopisu České republiky (ČUZK, 2019).

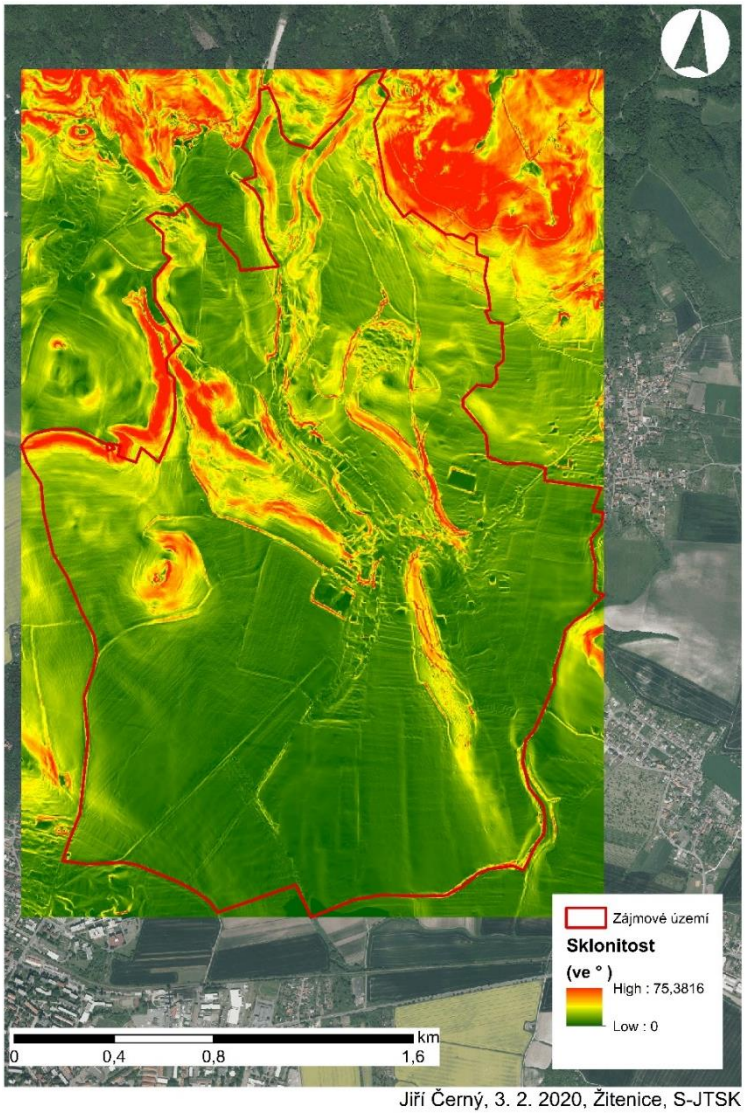
K vytvoření digitálního modelu reliéfu (DMR) v programu ArcGIS byla využita data od Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního. Jednalo se o 6 souborů. Data ve formátu .xyz byla převedena na formát .txt. Poté byly v programu ArcGIS soubory

sjednoceny pomocí nástroje *Merge*. Ze sjednoceného souboru byl v programu ArcGIS vytvořen *TIN* pomocí nástroje *Create TIN*. Nástrojem *Edit TIN* byla do vytvořeného *TINu* vložena výšková souřadnice. Pomocí nástroje *TIN to Raster* byl vytvořen rastr. Velikost buněk tohoto rastru byl nastaven na 1 m. Výsledkem této funkce je DMR (obrázek 19).



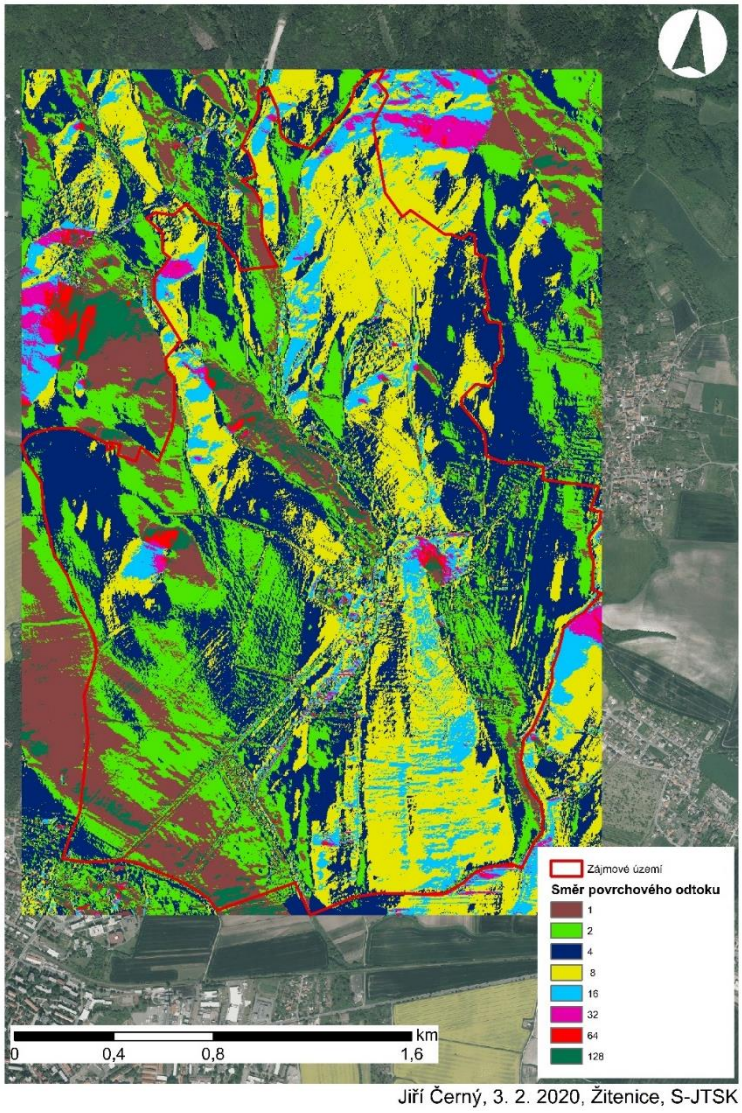
Obrázek 19: Digitální model reliéfu

K výpočtům LS faktoru jsou nutné vrstvy sklonitosti a akumulace odtoku. Tyto vrstvy vycházejí z vrstvy DMR. Vrstva sklonitosti (obrázek 20) byla vytvořena pomocí nástroje *Slope*, hodnoty této vrstvy jsou ve stupních, které byly zvoleny volbou *DEGREE*.



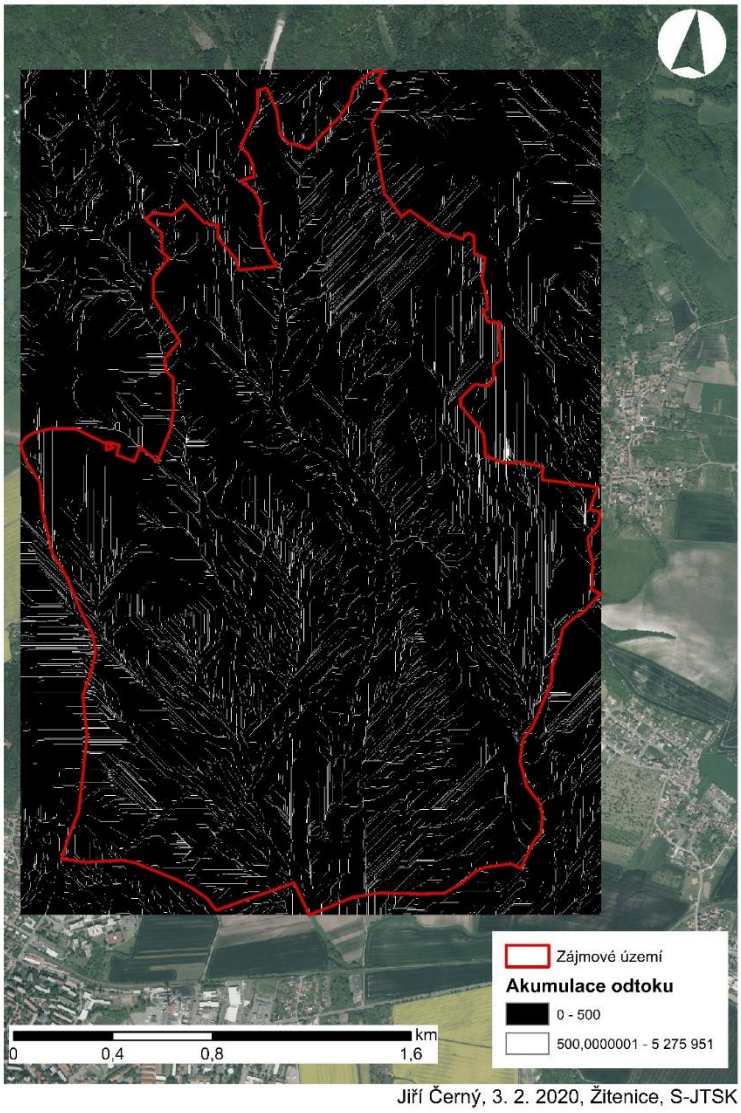
Obrázek 20: Sklonitost

K vytvoření vrstvy akumulace povrchového odtoku je potřeba vrstva směru povrchového odtoku (obrázek 21). Tato vrstva byla vytvořena z DMR, ze kterého byla odstraněna bezodtoká místa nástrojem *Fill*. Z této vrstvy byla nástrojem *Flow Direction* vytvořena vrstva směru povrchového odtoku.



Obrázek 21: Směr povrchového odtoku

Akumulace povrchového odtoku (obrázek 22) byla vytvořena nástrojem *Flow Accumulation*, kde vstupní vrstva byla vrstva směru povrchového odtoku. Hodnota buňky byla nastavena typem *INTEGER* na celé číslo. Hodnota buněk této vrstvy byla určena součtem všech buněk, které se vlévají do dané buňky.



Obrázek 22: Akumulace povrchového odtoku

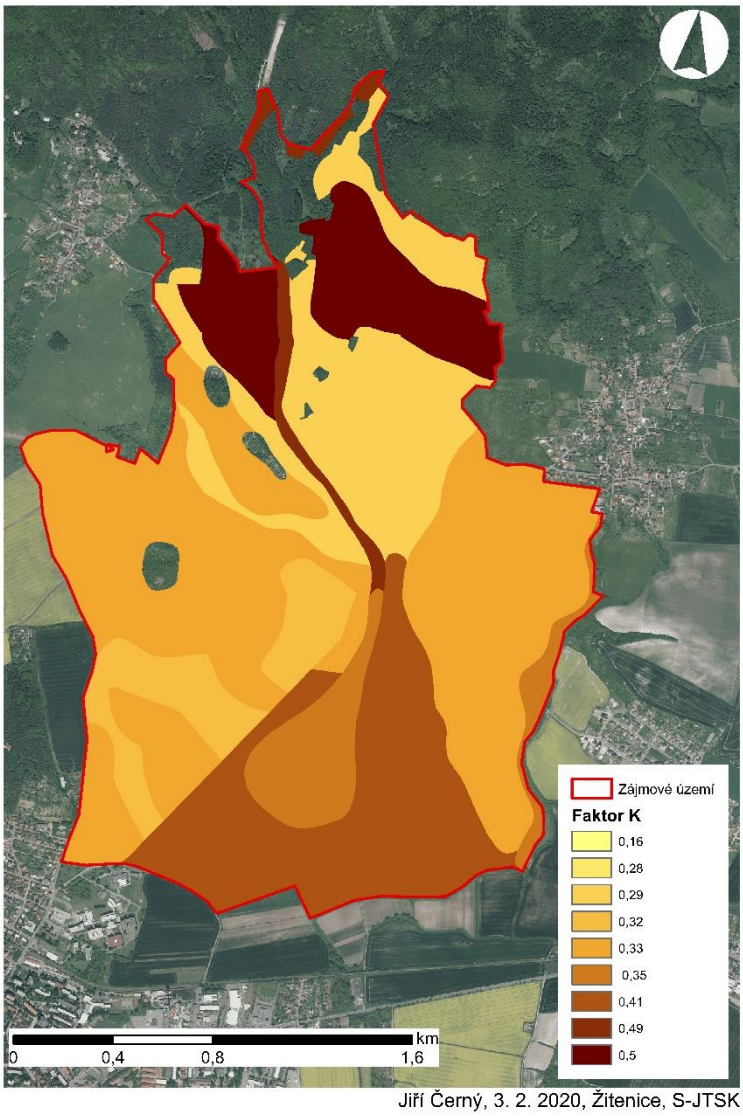
5.4 R faktor

Podle Pavlů (2018) byla faktoru erozní účinnosti deště přiřazena hodnota 40 MJ · ha $^{-1}$ · cm · h^{-1}. Tato hodnota byla stanovena jako průměrná hodnota pro Českou republiku. R faktor zahrnuje intenzitu deště, úhrn srážek, četnost jejich výskytu a kinetickou energii přívalových srážek.

5.5 K faktor

Hodnotu faktoru erodovatelnosti půdy lze určit z kódu BPEJ. Nejprve byla vrstva BPEJ oříznuta podle zájmového území pomocí nástroje *Clip* a tím vznikla nová vrstva BPEJ zájmového území. Do atributové tabulky vrstvy BPEJ zájmového území byl vytvořen nový sloupec s názvem HPJ (hlavní půdní jednotka). Sloupec HPJ byl vyplněn čísly z druhého a třetího místa kódu BPEJ. Do ArcGIS byla vložena tabulka vytvořená v Microsoft Excel, která má sloupec HPJ a k ní příslušnou hodnotu K faktoru. Nástrojem *Join* byla propojena atributová tabulka BPEJ zájmového území

s tabulkou K faktoru. Díky číslu HPJ lze přiřadit každé jednotce hodnotu K faktoru. Nástrojem *Feature to Rater* byl z vrstvy BPEJ zájmového území a sloupce K faktor vytvořen rastr K faktoru. Výsledek je rastrová vrstva K faktoru (obrázek 23).



Obrázek 23: K faktor

5.6 LS faktor

K vytvoření vrstvy topografického LS faktoru je potřeba vrstva sklonitosti a akumulace povrchového odtoku. Tyto vrstvy se dosadí do rovnice (rovnice 9) dle Mitášové (1996) ve funkci *Raster Calculator*.

$$LS = \left(\frac{A}{22{,}13}\right)^{m} \cdot \left(\frac{sin(s)}{0{,}0896}\right)^{n}$$

Rovnice 9: Rovnice LS faktoru dle Mitášové (Mitášová a kol., 1996)

A – plocha

s – sklon

m, n – kalibrační koeficienty

22,13 – délka standardního pozemku

0,0896 – sklon standardního pozemku

Tvar rovnice dosazený do nástroje *Raster Calculator:*

*Power(FlowAccumulation*1/22.13,0.56)*Power(Sin(Slope*0.01745)/0.0896,1.3)* 1.56*

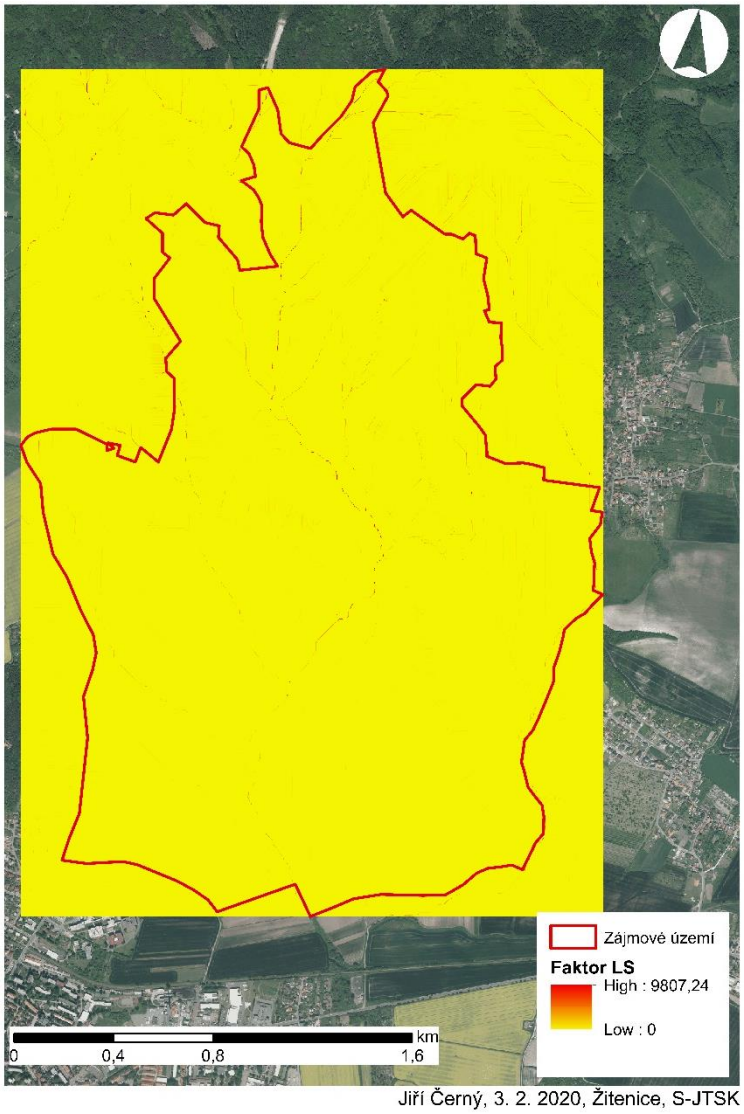
FlowAccumulation – rastrová vrstva povrchového odtoku

1 – velikost pixelu

Slope – rastrová vrstva sklonitosti

0.56, 1.3 – kalibrační koeficienty

Výstupem je rastrová vrstva LS faktoru (obrázek 24).



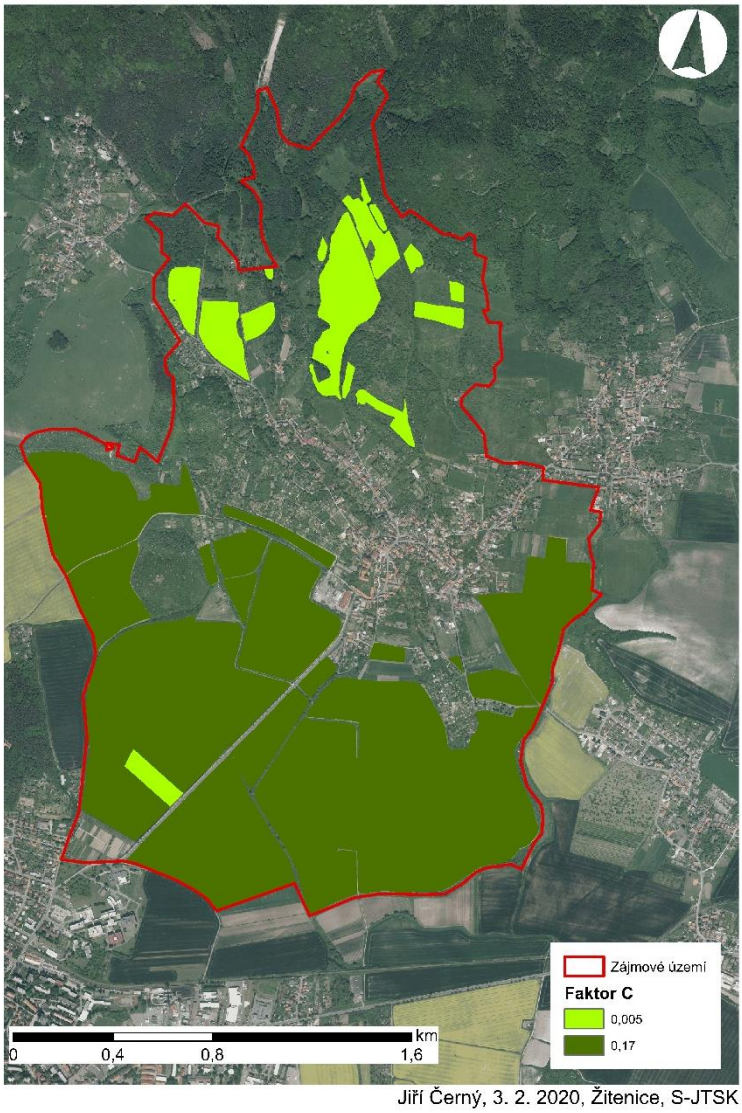
Obrázek 24: LS faktor

5.7 C faktor

Faktor ochranného vlivu vegetace byl určen pomocí tabulky dle Janečka (2012), protože žádný zemědělský podnik neposkytl data osevních plánů.

Nejprve byla do ArcGIS nahrána vrstva LPIS pro dané katastrální území. Většina půdních bloků respektuje hranice katastrálního území, a tedy i zájmového území. Jen 2 půdní bloky (č. 8 a č. 11) leží ve 2 katastrálních územích. Proto musela být vrstva LPIS oříznuta podle zájmového území a tyto 2 půdní bloky byly zmenšeny o část, která neleží v katastrálním území Žitenice. Oříznutí vrstvy bylo provedeno nástrojem *Clip*. Poté byl do této vrstvy přidán sloupec C faktor. Podle názvu kultury byla každému pozemku přiřazena hodnota C faktoru. Všem travním porostům byla přiřazena hodnota 0,005. Orné půdě byla přiřazena hodnota 0,17, protože jsou na této půdě pěstovány jen 2 plodiny, a to řepka ozimá (průměrná hodnota C faktoru je 0,22) a pšenice ozimá (průměrná hodnota C faktoru je 0,12). Vytvořením aritmetického průměru těchto hodnot je právě hodnota 0,17.

Nástrojem *Feature to Raster* byl z vrstvy LPIS zájmového území a sloupce C faktoru vytvořen rastr C faktoru (obrázek 25).



Obrázek 25: C faktor

5.8 P faktor

V této práci nebylo počítáno s žádnými protierozními opatřeními, a proto byla do rovnice dosazena hodnota P = 1.

6. Výsledky

Vytvořené vrstvy K faktoru, LS faktoru, C faktoru byly dosazeny do Univerzální rovnice ztráty půdy:

$$G = 40 \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot 1$$

40 – hodnota faktoru erozní účinnosti deště

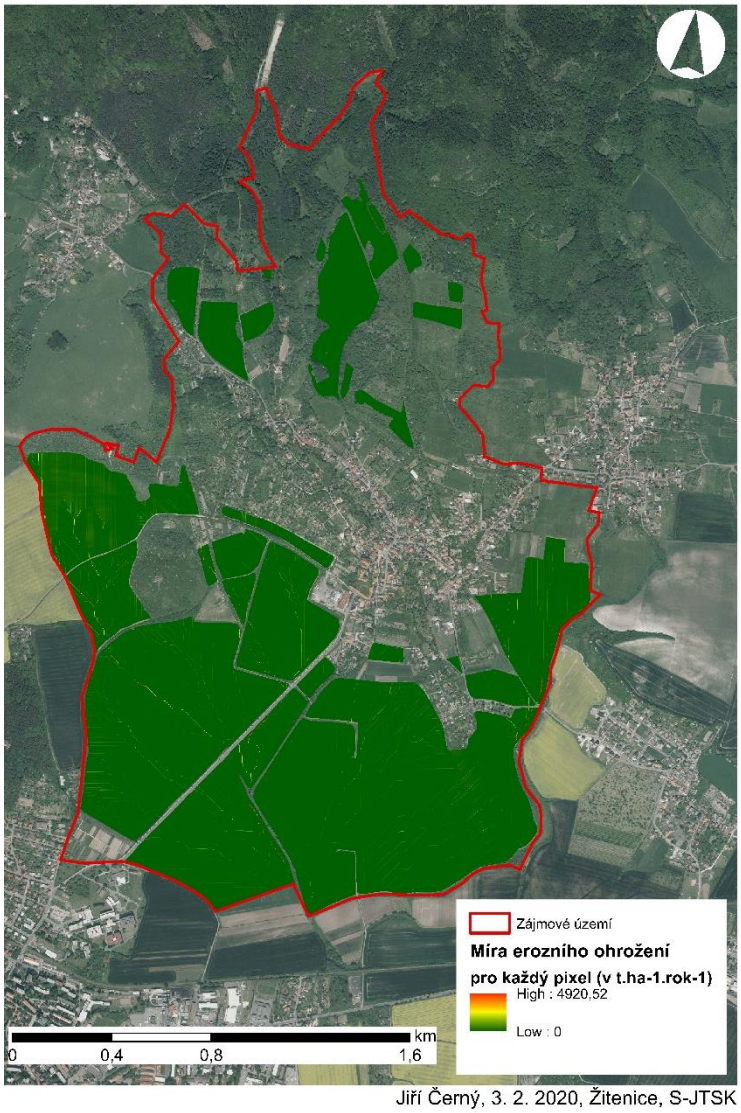
K – rastrová vrstva faktoru erodovatelnosti půdy

LS – rastrová vrstva topografického faktoru LS

C – rastrová vrstva faktoru ochranného vlivu vegetace

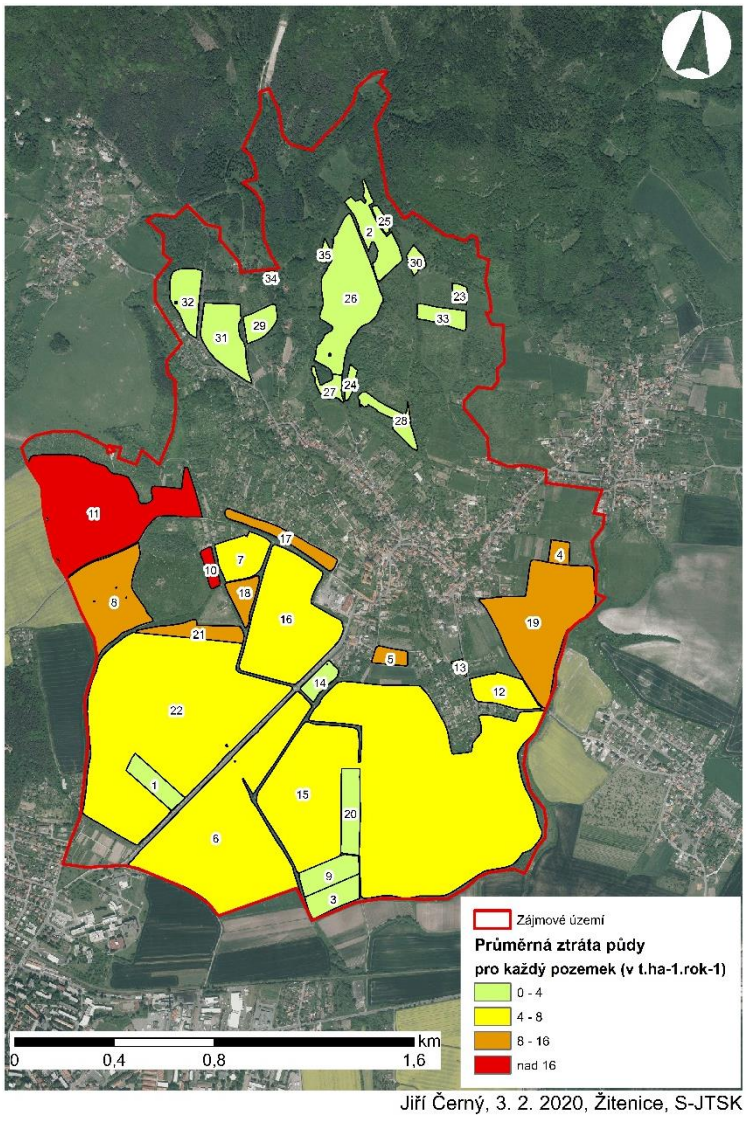
1 – hodnota faktoru účinnosti protierozních opatření

Tato rovnice byla dosazena do *Raster Calculatoru* a tím vznikla nová vrstva, která znázorňuje ztrátu půdy pro každý pixel (obrázek 26).



Obrázek 26: Ztráta půdy pro každý pixel

Hodnota průměrné ztráty půdy pro každý pozemek byla vytvořena pomocí nástroje *Zonal Statistic*, jako vstupní polygonová vrstva byla použita vrstva LPIS zájmového území a jako rastrová vrstva byla použita vrstva ztráty půdy pro každý pixel. Tím vznikla nová vrstva, která znázorňuje průměrnou ztrátu půdy vodní erozí pro každý pozemek v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ (obrázek 27).



Obrázek 27: Průměrná ztráta půdy pro každý pozemek

Hodnoty maximální přípustné ztráty půdy lze zjistit z kódu BPEJ, přesněji podle 5. čísla kódu BPEJ. Pozemky v zájmovém území leží na půdách, jejichž 5. číslo kódu BPEJ je většinou číslice 1 a 4. Tyto půdy náleží do kategorie středně hluboké půdy o hloubce 30 – 60 cm. Zde je maximální povolená ztráta půdy 4 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. V jihozápadní části zájmového území převažují pozemky, které mají na 5. místě kódu BPEJ číslici 0. Jedná se o hluboké půdy o hloubce více jak 60 cm. U těchto pozemků je dle Janečka (2012) doporučeno užít shodné hodnoty přípustné ztráty půdy jako u půd středně hlubokých a to 4 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Dříve byla doporučena hodnota

maximální přípustné ztráty půdy pro půdy hluboké 10 t · ha^{-1} · rok^{-1}, ale půdy hluboké jsou nejhodnotnější a nejúrodnější půdy, a proto je nutné tyto půdy chránit.

Z obrázku 27 lze vyvodit, že v zájmovém území se nachází 2 pozemky, na kterých je průměrná ztráta půdy více jak 16 t · ha^{-1} · rok^{-1}. Na 7 pozemcích je průměrná ztráta půdy v rozmezí 8 – 16 t · ha^{-1} · rok^{-1} a na 6 pozemcích je ztráta půdy v rozmezí 4 – 8 t · ha^{-1} · rok^{-1}. Zbylé pozemky nejsou přímo ohroženy vodní erozí. Přesné hodnoty průměrné ztráty půdy pro každý pozemek jsou uvedeny v tabulce 11.

Nejvyšší hodnota průměrné ztráty půdy je na pozemku č. 11, zde ztráta půdy dosahuje hodnoty 26,35 t · ha^{-1} · rok^{-1}. Takto vysoká hodnota je způsobena především větším sklonem pozemku. O něco menší hodnoty dosahuje průměrná ztráta půdy na pozemku č. 10, zde dosahuje hodnota 20,64 t · ha^{-1} · rok^{-1}. Takto vysoká hodnota je opět způsobena vyšším sklonem pozemku, protože pozemek se nachází na úpatí vrchu Sovice.

Naopak nejnižší hodnoty náleží pozemkům, které jsou v LPIS vedeny jako trvalé travní porosty. Nejnižší hodnotu v celém zájmovém území má pozemek č 1. Zde dosahuje průměrná ztráta půdy jen hodnoty 0,09 t · ha^{-1} · rok^{-1}. Tato hodnota je způsobena velmi nízkou sklonitostí pozemku, a především trvalým travním porostem, který dokáže půdu nejlépe ochránit.

Průměrná ztráta půdy pro každý pozemek	
Číslo pozemku	**t . ha^{-1}. rok^{-1}**
1	0,09
2	0,99
3	1,46
4	11,45
5	8,10
6	6,56
7	5,15
8	14,69
9	1,98
10	20,64
11	26,35
12	4,21
13	2,54
14	3,15
15	5,58
16	7,59
17	18,85
18	12,87
19	11,70
20	3,10
21	9,14
22	6,80
23	0,97
24	0,48
25	0,77
26	0,78
27	0,53
28	0,28
29	0,53
30	0,87
31	0,61
32	0,15
33	1,17
34	0,79
35	1,63

Tabulka 11: Průměrná ztráta půdy na pozemcích

7. Diskuze

Míra erozního ohrožení zemědělských ploch v zájmovém území byla vyhodnocena metodou Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE). Rovnice byla sestavena Wischmeierem a Smithem v roce 1978. Rovnice slouží k výpočtu dlouhodobé ztráty půdy vodní erozí. Výpočet probíhal v systému ArcGIS. Pro výpočet faktorů rovnice USLE v ArcGIS je důležitá správnost vstupních dat. Výpočet faktorů USLE v ArcGIS se ale neliší s běžným výpočtem dle USLE.

Z celkového počtu 35 pozemků je 15 pozemků trvalý travní porost, zbylých 20 pozemků je orná půda. Všech 15 pozemků, které jsou ohroženy vodní erozí je orná půda. Tento nelichotivý výsledek je důsledkem především velké rozlohy půdních bloků, na kterých nejsou přirozené překážky a také i velkým sklonem některých pozemků. Půda je pak smývána vodou a může docházet k zanášení příkopů a silničních komunikací.

Na pozemcích, které jsou ve vlastnictví Vyšehradské kapituly postupně dochází ke zmenšování půdních bloků. Ale na ostatních pozemcích zatím k žádným opatřením nedošlo. Podle mne by mělo dojít k jednání mezi zemědělci a vlastníky půdy. Pozemky mají sice mnoho vlastníků a jednání by určitě nebylo jednoduché, ale každý vlastník půdy by měl mít přehled o stavu svých nemovitostí.

8. Závěr

Tato bakalářská práce měla za cíl určit míru erozního ohrožení v k. ú. Žitenice. Teoretická část bakalářské práce se zaměřila na půdu a její degradace. Z degradace půdy byla detailněji popsána eroze půdy. Postupně byly popsány druhy eroze, příčiny eroze, následky eroze a metoda vyhodnocení vodní eroze. Závěr této části se zabývá vybranými protierozními opatřeními a také veřejným registrem půdy. V teoretické části bylo charakterizováno zájmové území a pomocí Univerzální rovnice půdy a programu ArcGIS byla zjištěna míra erozního ohrožení pozemků vodní erozí.

Výsledky práce nejsou pozitivní. U většiny pozemků se na první pohled zdá, že nemají tak sklonitý terén, ale přesto jsou ohroženy vodní erozí. Z 35 pozemků je vodní erozí ohroženo 15 pozemků. Všechny ohrožené pozemky jsou orná půda. Na 6 pozemcích je ztráta půdy v rozmezí 4 – 8 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Na 7 pozemcích je průměrná ztráta půdy v rozmezí 8 – 16 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ a 2 pozemcích je průměrná ztráta půdy více jak 16 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Zbylých 20 pozemků není ohroženo vodní erozí. Zde se jedná hlavně o trvalý travní porost, který půdu chrání nejlépe.

V České republice nebyla tomuto problému věnována velká pozornost. Postupem času, hlavně v období suchých let, se tento problém začal objevovat stále častěji v médiích. Erozí půdy v České republice se začalo detailněji zabývat i Ministerstvo zemědělství České republiky, a proto v roce 2019 vydalo nařízení, že od roku 2020 musí být na erozně ohrožených pozemcích pěstováno maximálně 30 hektarů jedné plodiny. Od roku 2021 se toto nařízení má vztahovat i na pozemky, které nejsou erozně ohrožené. Toto nařízení je prvním nařízením Ministerstva zemědělství České republiky, které omezuje zemědělským subjektům výměry jejich půdních bloků. V praxi je toto vidět na některých pozemcích v zájmovém území, kde dochází ke zmenšování půdních bloků.

České zemědělství a celá krajina v České republice postrádá větší pestrost. Tím je myšleno zmenšení půdních bloků na úroveň několika hektarů, výstavba retenčních nádrží, výsadba větrolamů, pěstování více plodin. Mnozí zemědělci se touto cestou vydat nechtějí, protože tomuto nevěří. Ale důkazem jsou někteří zemědělci, kteří zpestřují naši krajinu. Tito hospodáři se ale oproti velkým zemědělským firmám liší hlavně v tom, že upřednostňují lásku ke krajině nad ziskem. A to je nejspíše největším problémem zemědělství v České republice, protože každý zemědělec by měl mít rád svou půdu.

9. Přehled literatury a použitých zdrojů

Benavidez R. a kol., 2018: A review of the (Revised) Universal Soil Loss Equation ((R)USLE): with a view to increasing its global applicability and improving soil loss estimates. Hydrology and Earth System Sciences 2018, 22. S 6059 – 6086.

Bičík I. a Cibulka J., 2009: Půda v České republice. Consult, Praha.

Bor – Shiun L. a kol., 2019: Improvement of the K-Factor of USLE and Soil Erosion Estimation in Shihmen Reservoir Watershed. Sustainability 2019, 11. S 1 – 16.

Brázdil R. a kol., 2007: Early instrumentál meteorological observations in the Czech lands III: František Jindřich Jakub Kreybich, Žitenice, 1787 – 1829. Meteorologický časopis 10/2007. S 1 – 12.

Brychta J., Janeček M., Walmsley A., 2018: Crop-management Factor Calculation Using Weights of Spatio-temporal Distribution of Rainfall Erosivity. Soil and Water Research 3/2018. S 150 – 160.

Buzek L., 1984: Eroze půdy. Pedagogická fakulta v Ostravě. Ostrava.

Cablík J. a Jůva K., 1963: Protierozní ochrana půdy. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Goździewicz-Biechońska J., 2018: Przeciwdziałanie degradacji ziemi i gleby jako globalne wyzwanie dla prawa, Przegląd prawa rolnego NR 1 (22) – 2018. S 41-57.

Hladík J., Vopravil J., Batysta M., 2015: Povodně a sucho. Živa 2/2015. S 25 – 27.

Holý M., 1994: Eroze a životní prostředí. Vydavatelství ČVUT, Praha.

Hůla J. a kol., 2003: Agrotechnická protierozní opatření, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.

Janeček M. a kol., 2007: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v.v.i., Praha.

Janeček M. a kol., 2008: Základy erodologie. Česká zemědělská univerzita v Praze – Fakulta životního prostředí, Praha.

Janeček M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Česká zemědělská univerzita v Praze – Fakulta životního prostředí, Praha.

Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v.v.i., České vysoké učení technické v Praze, Praha.

Martinovský. P., 2016: Enviromentální bezpečnost v České republice. Masarykova univerzita, Brno.

Md, 2003: Protierozní opatření na svazích pozemních komunikací, Ministerstvo dopravy České republiky, Brno.

Mikšíček P. a kol., 2006: Zmizelé Sudety. Das verschwundene Sudetenland. Nakladatelství Českého lesa, Domažlice.

Mitášová H. a kol., 1996: Modelling topographic potential for erosion and deposition using GIS. International Journal of Geographic Information Systems, vol. 10, No. 5. S 629 – 641.

Munzar J., 1919: Základy pěstování rostlin hospodářských. Nakladatelství J. Otty, Praha.

Mze, 1995: Voda v krajině. Ministerstvo zemědělství České republiky, Praha.

Mze, 2019: LPIS – modul iLPIS. Ministerstvo zemědělství České republiky, Praha.

Němec J., 2001: Bonitace a oceňování zemědělské půdy České republiky. Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky, Praha.

Nerušil P. a kol., 2015: Využití minimalizačních a půdoochranných technologií pro snížení účinků vodní eroze na obdělávaných půdách. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha.

Novák P., Batysta M., Havelková L., 2013: Důsledky výrazné plošné eroze na vodní bilanci krajiny. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v.v.i. S 1 – 7.

Novotný I. a kol., 2013: Metodika mapování a aktualizace bonitovaných půdně ekologických jednotek. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha.

Novotný I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi. Ministerstvo zemědělství České republiky, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v.v.i., Praha.

Pasák V. a kol., 1984: Ochrana půdy před erozí. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Pavlů L., 2018: Základy pedologie a ochrany půdy. Česká zemědělská univerzita v Praze – Katedra pedologie a ochrany půdy, Praha.

Poláčková A. (eds), 2015: První republika. Extra Publishing, Brno.

Růžek P. a kol., 2017: Nové půdoochranné technologie při pěstování brambor. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod s. r. o., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v.v.i., P&L, spol. s. r. o. Biskupice. S 1 – 5.

Růžička M., 2008: Vyhnanci – Akce Kulak. Růžička Miloslav, Havlíčkův Brod.

Sáňka M. a Materna J., 2004: Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR. Planeta 11/2004. S 1 – 84.

Semotanová E. a Synek J., 2017: Česko: Ottův historický atlas. Ottovo nakladatelství, Praha.

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

Socialistické zemědělství Litoměřicka, 1981. Socialistická akademie ČSSR – Okresní výbor Litoměřice, Severografia, n. p., Turnov.

SOWAC, s. r. o., 2014: Návrhy konkrétních a dostatečně dimenzovaných protierozních a protipovodňových opatření v povodí vodního toku, Praha.

Stankoviansky M., 2010: Erózia pôdy a problémy, ktoré s tým súvisia. Geovedy pre každého, Univerzita Komenského v Bratislavě, Bratislava.

Šarapatka B., 2008: Fyzikální degradace půdy a způsob ochrany. Zpravodaj Ekozemědělci přírodě 12/2008. S 1-2.

Šarapatka B., 2014: Pedologie a ochrana půdy. Univerzita Palackého, Olomouc.

Šimek M., Elhottová D., Pižl V., 2015: Živá půda. Středisko společných činností AV ČR, v.v.i., Praha.

Tomášek M., 2007: Půdy České republiky. Česká geologická služba, Praha.

Věžník A., Beneš J., 2010: Where are you going Czech agriculture – Regional geographical aspects. XXII sjezd České geografické společnosti Ostrava 2010. S 1 – 7.

Vopravil Jan a kol., 2013: Studie zabývající se základní problematikou eroze půdy a jejím současným stavem v Ústeckém a Jihomoravském kraji České republiky, SOWAC s. r. o., Praha.

Wischmeier W. H., Smith D. D., 1978: Predicting Rainfall Erosion Losses – A Guide to Conservation Planning. United States, Dept. Of Agriculture, USA.

Zachar D., 1970: Erózia pôdy. Slovenská akadémia vied, Bratislava.

Internet:

AOPK ČR, ©2019, CHKO České středohoří: Geomorfologie, (online) [cit.2019.10.22], dostupné z <http://ceskestredohori.ochranaprirody.cz/charakteristika-oblasti/geomorfologie>.

CENIA, ©2019: Národní geoportál Inspire, (online) [cit.2019.10.20], dostupné z <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map>.

Česká televize ©2017: Z Česka mizí kvůli erozi nejúrodnější půda. A bude hůř. (online) [cit.2019.12.31], dostupné z <https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/2312362-z-ceska-mizi-kvuli-erozi-nejurodnejsi-puda-a-bude-hur>.

ČUZK, ©2019: Datové sady, ZABAGED – výškopis, Digitální model reliéfu České republiky 4. generace (online) [cit.2019.12.02], dostupné z <https://geoportal.cuzk.cz/(S(smfcvklvfxv5axto52jvivp5))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR4G-V&head_tab=sekce-02-gp&menu=301>.

Eagri, ©2019: Degradace půd. (online) [cit.2019.11.09], dostupné z <http://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/degradace-pud>.

Eagri, ©2020: Zemědělská výroba. (online) [cit.2020.01.27], dostupné z < http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi>.

Ekolist, ©2015: Jaké dopady měla kolektivizace zemědělství v minulém století na evropské přírodní bohatství? (online) [cit.2019.11.10], dostupné z <https://ekolist.cz/cz/publicistika/priroda/jake-dopady-mela-kolektivizace-zemedelstvi-v-minulem-stoleti-na-evropske-prirodni-bohatstvi>.

Obec Žitenice, ©2019: Obec Žitenice, (online) [cit.2019.10.18], dostupné z <https://www.zitenice.eu>.

Státní pozemkový úřad ČR, ©2019: Celostátní databáze BPEJ (online) [cit.2019.10.10], dostupné z <https://www.spucr.cz/bpej/celostatni-databaze-bpej>.

Veřejný registr půdy LPIS, ©2019: (online) [cit.2019.10.10], dostupné z <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis>.

VÚMOP v.v.i., ©2019: Půda v mapách, Základní charakteristiky BPEJ, Klimatické regiony, (online) [cit.2019.11.02], dostupné z < https://mapy.vumop.cz/popis/popis_mapovnik.php>.

Zákony a vyhlášky:

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

Vyhláška č. 321/1998 Sb., o stanovení charakteristiky bonitovaných půdně ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci.

Ostatní zdroje:

Severočeské vodovody a kanalizace, 2019: Zdroj Močidla – Vodojem Žitenice.

Státní oblastní archiv Litoměřice se sídlem v Lovosicích, Okresní národní výbor Litoměřice, Územní rozhodnutí o rekultivacích pozemků č. 11, č. 27, č. 46, Státní statek Litoměřice, k.ú. Hlinná, Kamýk, Lbín, Skalice, Žitenice, 1974 – 1980, i.č. 2123.

Státní oblastní archiv Litoměřice se sídlem v Lovosicích, Okresní oddělení Litoměřice, JZD Žitenice, Roční výkaz JZD 1952 – 1972, i. č. 245.

10. Seznam obrázků

Obrázek 1: Potenciální ohroženost zemědělské půdy vodní erozí v ČR v roce 2016 (Česká televize, 2017: Z Česka mizí kvůli erozi nejúrodnější půda. A bude hůř.) (online) [cit.2019.12.31], dostupné z <https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/2312362-z-ceska-mizi-kvuli-erozi-nejurodnejsi-puda-a-bude-hur> 20

Obrázek 2: Potenciální ohroženost zemědělské půdy větrnou erozí v ČR v roce 2016 (Česká televize, 2017: Z Česka mizí kvůli erozi nejúrodnější půda. A bude hůř.) (online) [cit.2019.12.31], dostupné z <https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/2312362-z-ceska-mizi-kvuli-erozi-nejurodnejsi-puda-a-bude-hur> 22

Obrázek 3: Aktualizované hodnoty R faktoru v ČR v $MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}$ (Janeček a kol., 2012) 29

Obrázek 4: Třída propustnosti půdního profilu (Janeček a kol., 2008) 31

Obrázek 5: Stanovení K faktoru podle nomogramu (Janeček a kol., 2012) 31

Obrázek 6: Hodnoty K faktoru pro jednotlivé HPJ (Janeček a kol., 2012) 32

Obrázek 7: Hodnoty C faktoru pro každé pěstební období (Janeček a kol., 2012) 35

Obrázek 8: Hodnoty faktoru P (Janeček a kol., 2007) 36

Obrázek 9: Katastrální území Žitenice 42

Obrázek 10: Obec Žitenice, pohled od jihozápadu (28. 9. 2016) 43

Obrázek 11: Obec Žitenice, letecký pohled ze západu (25.4. 2009) 43

Obrázek 12: Pohlednice Žitenic, pohled z jihu (1897) 44

Obrázek 13: Třešňový sad pod Křížovou horou (8.6. 2016) 45

Obrázek 14: Klimatické oblasti 46

Obrázek 15: Geomorfologie 47

Obrázek 16: Hydrologie 48

Obrázek 17: Půdní typy 50

Obrázek 18: Zájmové území 51

Obrázek 19: Digitální model reliéfu 53

Obrázek 20: Sklonitost 54

Obrázek 21: Směr povrchového odtoku 55

Obrázek 22: Akumulace povrchového odtoku 56

Obrázek 23: K faktor 57

Obrázek 24: LS faktor 59
Obrázek 25: C faktor 60
Obrázek 26: Ztráta půdy pro každý pixel 61
Obrázek 27: Průměrná ztráta půdy pro každý pozemek 62

11. Seznam tabulek

Tabulka 1: Kód BPEJ (VÚMOP, 2019) 13

Tabulka 2: Klimatické regiony (VÚMOP, 2019) 13

Tabulka 3: Sklonitost (Vyhláška č. 321/1998 Sb.) 14

Tabulka 4: Expozice (Vyhláška č. 321/1998 Sb.) 14

Tabulka 5: Výsledná tabulka pro sklonitost a expozici (Vyhláška č. 321/1998 Sb.). 15

Tabulka 6: Skeletovitost (Vyhláška č. 321/1998 Sb.) 15

Tabulka 7: Hloubka půdy (Vyhláška č. 321/1998 Sb.) 15

Tabulka 8: Skeletovitost a hloubka půdy (Vyhláška č. 321/1998 Sb.) 16

Tabulka 9: Průměrné rozdělení faktoru R přívalových dešťů do měsíců vegetačního období v ČR (Janeček a kol., 2012) 29

Tabulka 10: Dlouhodobý normál úhrnu srážek 1961 – 1990 (SOWAC 2014 ex. ČHMÚ 1997) 48

Tabulka 11: Průměrná ztráta půdy na pozemcích 64

12. Seznam rovnic

Rovnice 1: Univerzální rovnice ztráty půdy (Janeček a kol., 2012) 27
Rovnice 2: Výpočet R faktoru (Janeček, 2012) 28
Rovnice 3: Celková kinetická energie deště (Janeček, 2012) 28
Rovnice 4: Kinetická energie i-tého úseku deště (Janeček, 2012) 28
Rovnice 5: Výpočet K faktoru podle vzorce (Janeček a kol., 2012) 30
Rovnice 6: Výpočet L faktoru (Janeček a kol., 2012) 33
Rovnice 7: Výpočet S faktoru (Janeček a kol., 2012) 33
Rovnice 8: Rovnice LS faktoru dle Mitášové (Mitášová a kol., 1996) 34
Rovnice 9: Rovnice LS faktoru dle Mitášové (Mitášová a kol., 1996) 58

13. Seznam příloh

Obrázek P 1: Pozemek č. 11 (nalevo od cesty) a pozemek č. 8 (24. 7. 2019) I

Obrázek P 2: Pozemek č. 11 (nalevo od cesty) a pozemek č. 8 (27. 10. 2019) I

Obrázek P 3: Pozemek č. 22 (20. 2. 2020) II

Obrázek P 4: Pozemek č. 16 (20. 2. 2020) II

Obrázek P 5: Pozemek č. 14 (20. 2. 2020) III

Obrázek P 6: Pozemek č. 15 (20. 2. 2020) III

Obrázek P 7: Pozemek č. 19 (20. 2. 2020) IV

Obrázek P 8: Pozemek č. 27 (31. 12. 2019) IV

Obrázek P 9: Pozemek č. 26 (6. 7. 2019) V

Obrázek P 10: Pozemek č. 26 (24. 12. 2016) V

Obrázek P 11: Pozemek č. 11 (25. 9. 2019) VI

Obrázek P 12: Pozemek č. 16 (28. 4. 2020) VI

14. Přílohy – vlastní fotodokumentace

Obrázek P 1: Pozemek č. 11 (nalevo od cesty) a pozemek č. 8 (24. 7. 2019)

Obrázek P 2: Pozemek č. 11 (nalevo od cesty) a pozemek č. 8 (27. 10. 2019)

Obrázek P 3: Pozemek č. 22 (20. 2. 2020)

Obrázek P 4: Pozemek č. 16 (20. 2. 2020)

Obrázek P 5: Pozemek č. 14 (20. 2. 2020)

Obrázek P 6: Pozemek č. 15 (20. 2. 2020)

Obrázek P 7: Pozemek č. 19 (20. 2. 2020)

Obrázek P 8: Pozemek č. 27 (31. 12. 2019)

Obrázek P 9: Pozemek č. 26 (6. 7. 2019)

Obrázek P 10: Pozemek č. 26 (24. 12. 2016)

Obrázek P 11: Pozemek č. 11 (25. 9. 2019)

Obrázek P 12: Pozemek č. 16 (28. 4. 2020)