



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

VYHODNOCENÍ NÁVRHU PROTIEROZNÍCH A PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ SE ZAMĚŘENÍM NA PÁSOVÉ STŘÍDÁNÍ PLODIN

EVALUATION OF DESIGN OF EROSION AND FLOOD CONTROL MEASURES FOCUSING ON
THE CROP BELT ROTATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Nicole Jarová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. VERONIKA SOBOTKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Nicole Jarová
Název	Vyhodnocení návrhu protierozních a protipovodňových opatření se zaměřením na pásové střídání plodin
Vedoucí práce	Ing. Veronika Sobotková, Ph.D.
Datum zadání	18. 5. 2020
Datum odevzdání	15. 1. 2021

V Brně dne 18. 5. 2020

doc. Ing. Daniel Marton, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Drbal, K. a kol. Metodika mapování povodňového rizika. In Vyhodnocení povodní v červnu a červenci 2009 na území České republiky, MŽP: Praha, 2009; str. 151–161. Dostupné online: <http://voda.chmi.cz/pov09/doc/01.pdf>
2. Drbal, K.; Dumbrovský, M. a kol. Metodický návod pro identifikaci KB. Brno: MŽP, 2009, 7 str. Dostupné online: http://www.povis.cz/mzp/KB_metodicky_navod_identifikace.pdf
3. Dumbrovský, M. a kol. Dopady povodní na krajinu a životní prostředí. In Vyhodnocení povodní v červnu a červenci 2009 na území České republiky, MŽP: Praha, 2009; str. 117–125. Dostupné online: <http://voda.chmi.cz/pov09/doc/01.pdf>
4. Holý, M. a kol. Eroze a životní prostředí, Praha: ČVUT, 1998.
5. Janeček, M. a kol. Ochrana zemědělské půdy před erozí: Metodika. Praha: ČZU, 2012, ISBN 978-80-87415-42-9
6. Morgan, R.P.C. Soil Erosion and Conservation. Third Edition. Oxford: Blackwell Publishing. 2005, p. 304, ISBN 1-4051-1781-8.
7. Hrádek, F. Implementace hydrologického modelu DeSQ, Praha: ČZU, 1997.
8. Webové stránky: www.Rostenice.eu (k. ú. Lovčičky, k. ú. Bošovice).

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Cílem diplomové práce je analýza zvoleného území z hlediska erozních a odtokových poměrů. Na vybraných půdních blocích bude proveden návrh ochranných opatření se zaměřením na pásové střídání plodin a budou provedeny variantní návrhy pásového střídání plodin a bude vyhodnocen jejich vliv na erozní poměry. Výstupem diplomové práce bude zpracování charakteristiky území, průzkum terénu a vyhodnocení variantních návrhů pásového střídání plodin.

V práci mohou být využívány následující programy: ArcGIS, QGIS, USLE2D, DesQ, Atlas DMT aj.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Veronika Sobotková, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Cieľom práce je vypracovanie analýzy erózných a odtokových pomerov v katastrálnom území Ketkovice v okrese Brno-vidiek. Práca sa zameriava predovšetkým na erózne a odtokové pomery, prieskum terénu, návrh opatrení so zameraním na pásové striedanie plodín a Územný plán obce z hľadiska odtokových pomerov.

Prvá časť diplomovej práce je orientovaná na analýzu odtoku a erózných pomerov. Druhá časť diplomovej práce je zameraná na vytvorenie vhodných tvarov pásového striedania plodín v kombinácii s trávnatým prielehom a vytvorenie vhodného trávnatého líniového pásu, ktoré nám umožnia odvádzať vodu a zvýšiť množstvo vsaku. V mojej práci sa venujem tomu, ako tieto opatrenia správnym spôsobom aplikovať. Každá z metód bola popísaná a jednotlivé výsledky výpočtov boli vzájomne porovnané a následne bola vypracovaná najvhodnejšia metóda pre danú lokalitu. Erózne a odtokové pomery som určila pomocou Wismeierovej-Smithovej rovnice v prostredí ArcGIS.

Podľa možností by bolo vhodné využiť čo najefektívnejšie návrhy protieróznej ochrany s použitím vhodných protieróznych ochranných prostriedkov. Jedna z možností návrhu je plošné opatrenie v kombinácii s líniovým opatrením.

Kľúčové slová:

Ketkovice, Erózia, Ochranné opatrenia, Pásové striedanie plodín

ABSTRACT

The aim of the work was to analyze the erosion and runoff conditions in the cadastral area of Ketkovice in the district of Brno. The work focuses mainly on the outflow and erosion situation, the survey of terrain, the proposal of measures with a focus on alternation of crop belt rotation and the Spatial Plan of the municipality in terms of the runoff conditions.

The first part of the diploma thesis is focused on the analyze the erosion and runoff conditions. The second part is focused on creating suitable shapes of alternation of crop belt rotation in combination with grass cover and creating a suitable grass line stripe, which will allow us to drain water and increase the amount of infiltration. My work is concentrated on how to apply these measures in the right way. Each of the methods was described and the individual results of the calculations were compared with each other, and subsequently the most suitable method for the given locality was developed. I've determined the erosion using the Wismeier-Smith equation in the ArcGIS

As far as possible, it would be appropriate to use the most effective proposals for erosion protection using suitable erosion protective means. One of the possibilities is an area measure in combination with a line measure.

Keywords:

Ketkovice, Erosion, Conservation measures, Crop belt rotation,

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Nicole Jarová *Vyhodnocení návrhu protierozních a protipovodňových opatření se zaměřením na pásové střídání plodin*. Brno, 2021. 61 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Veronika Sobotková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Vyhodnocení návrhu protierozních a protipovodňových opatření se zaměřením na pásové střídání plodin* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 15. 1. 2021

Bc. Nicole Jarová

autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Vyhodnocení návrhu protierozních a protipovodňových opatření se zaměřením na pásové střídání plodin* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 15. 1. 2021

Bc. Nicole Jarová

autor práce

POĎAKOVANIE

Touto cestou by som sa rada poďakovala vedúcej diplomovej práce Ing. Veronike Sobotkovej, Ph.D., za poskytnuté odborné rady a všetok čas, ktorý mi venovala.

OBSAH

1. Úvod.....	10
2 Ciel' práce	13
3 Popis záujmového územia	14
3.1 Geografický popis územia	15
3.2 Geomorfologický popis územia	16
3.3 Geologický popis územia.....	17
3.4 Pedologický popis územia	19
3.5 Hydropedologický popis územia	21
3.6 Klimatický popis územia	22
3.7 Hydrologický popis územia	24
3.8 Poľnohospodárstvo, lesníctvo a ťažba nerastných surovín.....	26
4 Aktuálny stav územia	27
5 Následky vodnej erózie.....	30
6 Návrh protieróznych opatrení.....	31
6.1 Pásové striedanie plodín	32
6.2 Protierózny líniový prvok.....	33
7 Metodika výpočtu straty pôdy pre súčasný stav pred návrhom opatrení	35
7.1 Faktor eróznej účinnosti dažďa	36
7.2 Faktor erodovateľnosti pôdy	36
7.3 Faktor dĺžky a sklon svahu	37
7.4 Faktor ochranného vplyvu vegetácie.....	39
7.5 Faktor účinnosti protieróznych opatrení.....	40
8 Vyhodnotenie straty pôdy po opatrení	40
8.1 Dimenzovanie prielehu	42
8.2 Varianty návrhu opatrení na zvolenom území	43
8.3 Výpočet straty pôdy pre jednotlivé varianty návrhu opatrenia.....	47
9 Záver	54
10 Zoznam bibliografických odkazov	55

1. Úvod

Diplomová práca, ktorá rieši povodňové ohrozenia severnej časti obce Ketkovice je vytvorená na základe požiadavky MVDr. Šárky Matouškovéj, starostky obce Ketkovice. Obec je lokalizovaná na území, na ktorom dochádza k častým záplavám s dôsledkom znehodnocovania (degradácií) pôdy. Môže vzniknúť nebezpečenstvo vyvolávajúce problémy spôsobené narastajúcim transportom sedimentov v tokoch, ktoré sa môžu stať výraznejšie a objaviť sa ako problémy spojené so znižovaním poľnohospodárskej produktivity. Na územie českej republiky je približne 50 % ornej pôdy ohrozenej vodnou eróziou. Najväčší rozvoj je zameraný na progresívne metódy a určovanie intenzity erózných procesov. Podľa možností by bolo vhodné využiť čo najefektívnejšie návrhy protieróznej ochrany s použitím vhodných protieróznych ochranných prostriedkov. Jedna z možností návrhu je plošné opatrenie v kombinácii s líniovým opatrením. Medzi plošné opatrenia patrí pásové striedanie plodín doplnené o technický líniový prvok (priehľ). Súčasný stav pôdneho fondu vzhľadom k erózii pôdy je podnetom na výskum a riešenie daného problému.

Usporiadanie pôdneho fondu je zásadným opatrením, ktoré spočíva vo vytvorení vhodných tvarov usporiadaných podľa veľkosti pozemku, tak aby bolo umožnené racionálne obhospodárenie vytvorenia siete trvalých protieróznych prvkov. Na takto usporiadaných pozemkoch je možné uskutočniť komplexné opatrenia v kombinácii s možnosťou zabezpečiť ochranu pred veternou a vodnou eróziou.¹

Veľké pôdne bloky možno diverzifikovať pestovaním rôznych druhov plodín. Odporúča sa využitie pásového striedania plodín, zaraďovanie zatrávnených vsakovacích pásov, využitie biopásov. Opatrenia si spravidla vyžadujú rozčlenenie pôdnych blokov na menšie celky. Treba vychádzať z opatrení obzvlášť technického charakteru realizovaných v krajine. Vytváranie pôdnych blokov s veľkosťou založenou na miestnych geografických pomeroch s požiadavkou prístupnosti a spôsobu obhospodarovania pôdy vrátane predpokladu ich umiestnenia na dlhšej strane v smere vrstevníc.

Týmto opatrením sa môže dosiahnuť zvýšenie vsaku vody do pôdy a obmedzenie dĺžky svahu, čím dochádza k skráteniu dráh odtoku zo svahu. Opatrenia tohto typu

¹ Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Ochrana proti větrné erozi. 08.01.2019. s. 7. [online]. [cit.30.10.2020]. Dostupné na internete: https://encyklopedie.vumop.cz/index.php/OCHRANA_PROTI_V%C4%9ATR%C3%89_EROZI

zlepšujú vodný režim v pôde a vďaka zvýšeniu infiltrácie dažďovej vody do pôdy zvyšujú dotáciu podzemných vôd.²

Cieľom protierózných opatrení je najmä nenechávať pôdu holou a nechránenou, napospas prívalovým dažďom, ale podporovať vsakovanie vody a obmedzovať silu jej odtoku.

Tieto opatrenia rozdeľujeme do kategórií:

- Organizačné
- Agrotechnické a vegetačné
- Technické
- Hrazdenie bystrín a strží
- Ochrana strmých svahov

Prvé dve kategórie sú z finančného hľadiska najlacnejšie a preto sa k nim pristupuje prioritne. Veľmi dôležitý je vhodný výber plodín pre danú oblasť, spôsob ich pestovania a použitie ochranného zatrávnenia. Pri pestovaní erózne nebezpečných plodín pôdu chráni napríklad pásové striedanie plodín. Príkladom je kukurica, zemiaky, slnečnice a ďalšie širokoriadkové plodiny, ktoré sa vysádzajú ďaleko od seba, klíčia neskôr, a tak dostatočne nechránia pôdu pred prívalovým dažďom v rizikových obdobiach (máj – august). Tieto plodiny je vhodné striedať v rôzne širokých pásoch s rastlinami s protieróznym účinkom (obilninami, krmivami, prípadne trávny porastom), ktoré pomôžu pôdu ochrániť a vodu v krajine zadržať.

Ak tieto zásahy nefungujú, prichádzajú na rad zložitejšie technické protierózne opatrenia. Tieto opatrenia majú za úlohu zachytávanie zmývanej zeminy a povrchového odtoku, jeho zadržiavanie a neškodné odvedenie. Na odvádzanie vody sa využívajú prielehy, protierózne medze a stabilizácia údolníc. Prielehy sa umiestňujú do miest kde chceme prerušiť svah. Tým sa skrátí cesta, ktorou voda steká a odnáša pôdu. Na stabilizáciu údolníc, ktoré odvádzajú povrchový odtok z priľahlých pozemkov sa najčastejšie využíva zatrávnenie.³

² Výzkumný ústav vodohospodársky T. G. Masaryka. v.v.i., Ministerstvo životního prostředí. Katalog přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině. Praha. duben 2018. s. 7. [online]. [cit. 30.10.2020]. Dostupné na internete:

<http://www.suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/2.1_organizacni_opatreni.pdf>

³ Státní pozemkový úřad. Žít krajinou. Vodní eroze snižuje výnos plodin až o 75 %. Jak se jí bránit?. [online]. [cit. 08.12.2020]. Dostupné na internete:<<http://zitkrajinou.cz/voda-a-sucho/vodni-eroze-snižuje-vynos-plodin-az-75-se-branit/>>

V podmienkach Českej republiky je vodná erózia najzávažnejším druhom degradácie pôdy (spolu so zastavovaním územia). Závažnosť vodnej erózie spočíva vo finančných stratách a zvýšených nákladoch na pestovanie plodín (zníženie hektárových výnosov, potreba čistenia vodných tokov a nádrží, pokles (bonity pôdy) jednotkovej ceny pôdy. Okrem hospodárskych škôd znamená strata pôdy aj ekologickú škodu, keďže pôdotvorný proces je v porovnaní so stratami pôdy vodnou eróziou veľmi pomalý.

V súčasnosti je maximálna strata pôdy v ČR vyčíslená na približne 21 mil. ton ornice za rok, čo možno vyjadriť ako stratu minimálne 4,3 mld. českých korún ročne. Treba zdôrazniť, že nejde o vyčíslenie škôd spôsobených na majetku, ale len o finančné vyjadrenie straty pôdy na základe ceny zeminy.⁴

⁴ Vodní eroze půdy. PÚDA e-AGRI. Náklady na odstranění škod způsobených vodní erozí. [online]. [cit. 08.12.2020]. Dostupné na internete: <<http://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/degadace-pud/vodni-eroze-pudy/>>

2 Cieľ práce

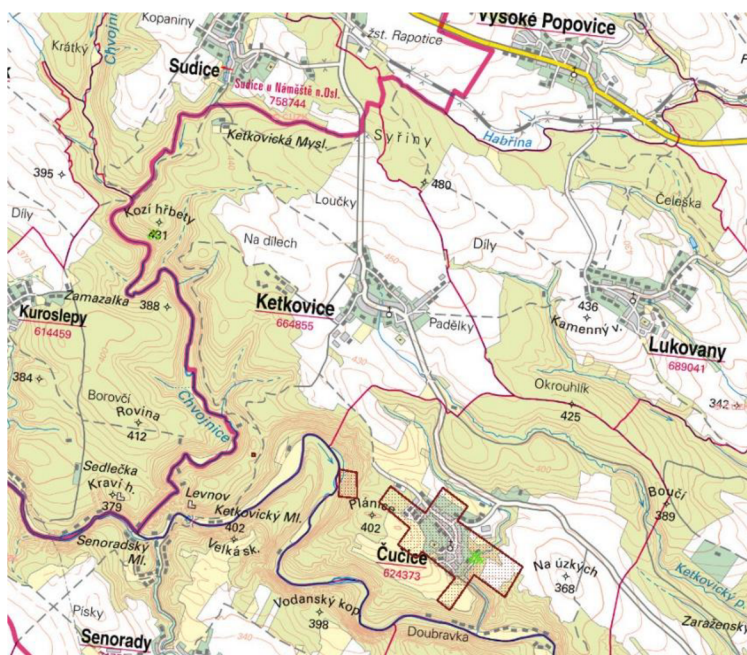
Cieľom práce je vypracovanie analýzy odtokových a erózných pomerov v katastrálnom území Ketkovice v okrese Brno-vidiek. Práca sa zameriava predovšetkým na odtokové a erózne pomery, prieskum terénu, návrh opatrení so zameraním na pásové striedanie plodín a Územný plán obce z hľadiska odtokových pomerov. Ďalším cieľom je vykonanie vyhodnotenia jednotlivých variant pásového striedania plodín.

Cieľom diplomovej práce je vypracovanie analýzy na zabránenie vzniku povrchového odtoku, eróznemu a transportnému procesu. Prvá časť diplomovej práce je orientovaná na analýzu odtoku a erózných pomerov. V druhej časti som sa zamerala na vytvorenie vhodných tvarov pásového striedania plodín v kombinácii s trávnatým prielehom a vytvorenie vhodného trávnatého líniového pásu, ktoré nám umožnia odvádzať vodu a zvýšiť množstvo vsaku. Práca môže slúžiť ako podklad pre spracovanie plánu spoločných zariadení v rámci komplexnej pozemkovej úpravy v katastrálnom území Ketkovice.

3 Popis záujmového územia

Vymedzenie záujmového územia:

Obec:	Ketkovice
Katastrálne územie:	Ketkovice
Kraj:	Juhomoravský
Okres:	Brno-vidiek
Priemerná nadmorská výška:	433 m n. m.
Katastrálna výmera:	9,55 km ²
Počet obyvateľov v obci:	605
Starosta obce:	MVDr. Šárka Matoušková



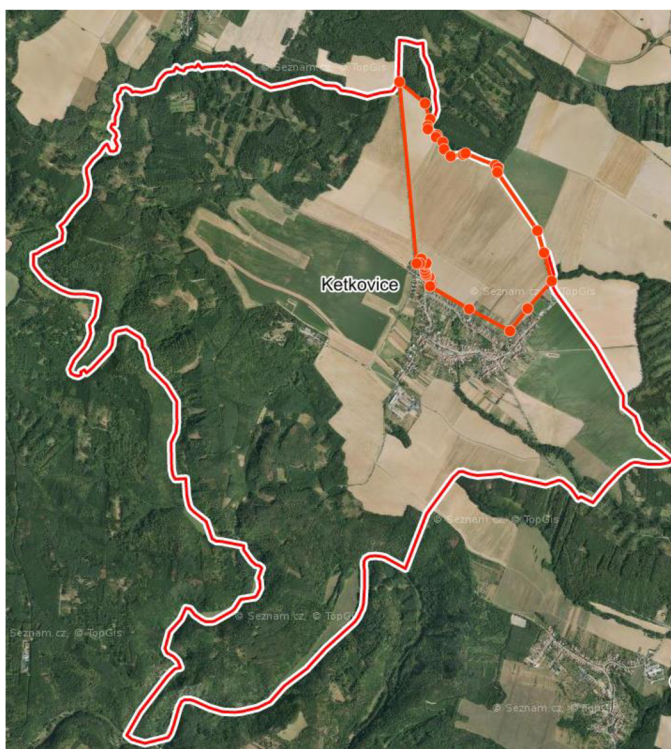
Obrázok č. 1 Základná mapa Ketkovice⁵

⁵ CLEERIO. Základná mapa Ketkovice. [online]. [cit. 09.12.2020]. Dostupné na internete: <https://maps.cleerio.cz/ketkovice#z=14&y=-624359.0905000005&x=-1161772.9757500011&w=eyJJsIjp7IjE4IjoxLCIyNCI6MX19>

3.1 Geografický popis územia

Katastrálne územie Ketkovice sa nachádza na okraji Znojemskej vrchoviny. Leží v Juhomoravskom kraji v okrese Brno-vidiek na západnom okraji okresu. Polohou sa nachádza 20 km západne od Brna a 7 km severozápadne od Oslavan. Prechádzajú nimi cesty druhej triedy č. 393 Rapotice (3 km severne) – Ivančice (10 km juhovýchodne). Západne od obce Ketkovice vedie hlboké údolie rieky Chvojnice.

Analýza erózných a odtokových pomerov bola vykonaná na celom katastrálnom území Ketkovice. Návrh pásového striedania plodín bol vykonaný na vybranom pozemku nad severnou zástavbou obce Ketkovice.



Obrázok č. 2 Podkladová mapa Ortofoto Ketkovice⁶

⁶ CLEERIO. Ortofoto mapa Ketkovice. [online]. [cit. 09.12.2020]. Dostupné na internete: <https://maps.cleerio.cz/ketkovice#z=14&y=-624359.0905000005&x=-1161772.9757500011&w=eyJsljp7IjE4IjoxLCIyNCIyNCI6MX19>

3.2 Geomorfologický popis územia

Z geomorfologického hľadiska sa záujmové územie nachádza v Českomoravskej vrchovine.

Tabuľka č. 1 Geomorfologické členenie záujmového územia

okres	Mohelenská pahorkatina
podcelok	Znojemská vrchovina
celok	Jevišovická vrchovina
oblasť	Českomoravská vrchovina
subprovincie	Česko-moravská sústava
provincie	Česká vysočina
system	Hercynský

Jevišovická vrchovina je geomorfologický okres tvoriaci súčasť Mohelenskej pahorkatiny. Skladá sa z kryštalickej bridlice a žúl.

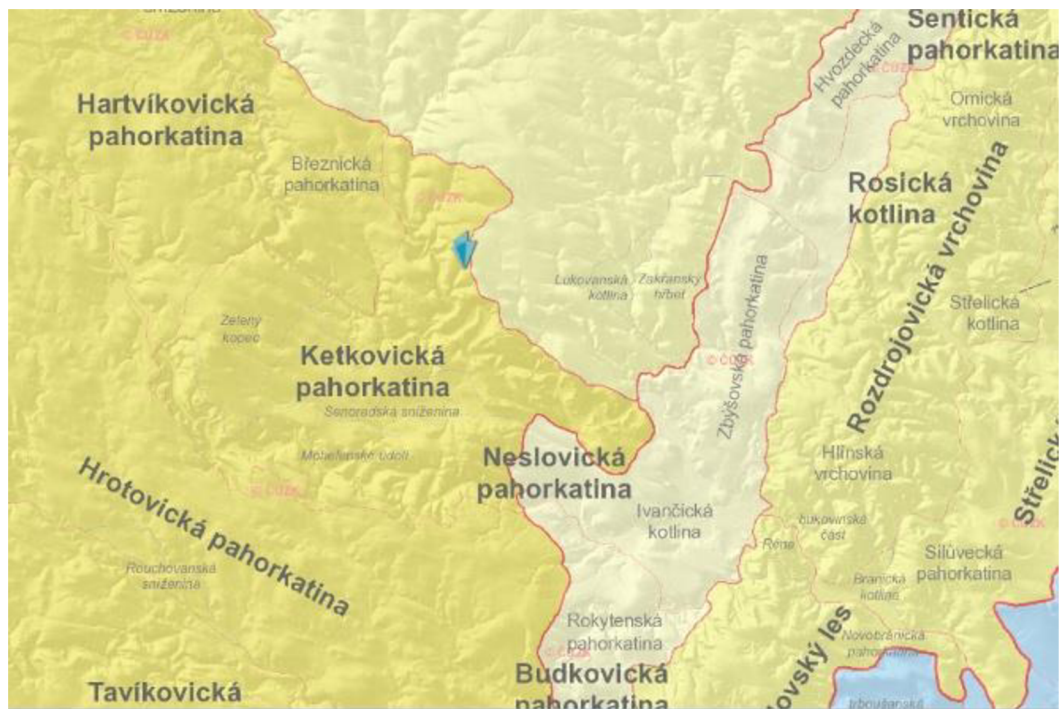
Znojemská pahorkatina je geomorfologický podcelok v juhozápadnej časti Jevišovskej pahorkatiny, ležiaca v okresoch Znojmo a Brno-vidiek v Juhomoravskom kraji a v okrese Třebíč v kraji Vysočina.

Členitá pahorkatina je prerezaná hlbokým údolím Dyje, Jevišovky, Rokytné, Jihlavy a Oslavy. Zložená z kryštalickej horniny moldanubika a moravika a z vyvrenín trebičsko-medziriečného a dyjského plutónu. Miestami sú zvyšky starých tropických zvetralín (kaolíny). V ich podloží býva kryštalínium hlboko tropicky zvetralé.⁷

Mohelenská pahorkatina je geomorfologický celok tvoriaci súčasť Českomoravskej vrchoviny. Charakterizuje zvyšky tropických zvetralín z druhohôr a treťohôr, v plochých kotlinách potom zvyšky neogénnych usadenín. Mohelenské hadcové teleso leží v granulitoch námešťsko-krumlovského masívu. Časť granulitov je rekryštalizovaná – biotické ruly. Hlbokými údoliami pretekajú rieky Oslava a Jihlava.⁸

⁷ Znojemská pahorkatina. Charakter území. Wikipédie. [online]. [cit. 01.11.2020]. Dostupné na internete: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Znojemsk%C3%A1_pahorkatina>

⁸ Databáze významných geologických lokalit: 890. Praha. Česká geologická služba. 1998 [online] [cit. 02.12.2020]. Dostupné na internete: <<http://lokality.geology.cz/d.pl?item=7&id=890&Okres=TR&vyb=1&text=Lokality%20v%20okresu>>



Obrázok č. 3 Geomorfologická mapa záujmového územia⁹

3.3 Geologický popis územia

Z geologického hľadiska je širšie okolie záujmového územia tvorené českým masívom a postvariské magmatity.

Riešené katastrálne územie leží v oblasti deluviálnitu. Na menšej ploche sa vyskytujú kvartérne sedimenty. Český masív je pokrytý útvarmi postvariskej magmatity.

Minerálne zloženie horniny ovplyvňuje zrnitosť zvetraliny, obsah skeletu a prirodzenú minerálnu silu pôdy. Pribeh vetrania závisí od veľkosti zrna a minerálneho zloženia horniny. Jemnozrnné ruly s vyšším obsahom kremeňa zvetrávajú pomalšie.

Z kvartérnych sedimentov sa vyskytujú na viacerých miestach svahoviny z prevažne kyslého materiálu a nevápnité úložiská. Svahoviny patria k zmiešaným sedimentom. Vedľa eolickej časti sa objavuje prímies piesku, navetralé úlomky pevných hornín a zaoblené kremenné valóny. Svahoviny vytvárajú mocnú vrstvu od 70 do 120 cm a vzniká na nich ilimerizovaná oglejná pôda.

⁹ Geoprohlížeč. Zeměměřičský úřad. Katastrální mapy. [online]. [cit. 02.12.2020]. Dostupné na internete: <<https://geoportal.cuzk.cz/Geoprohlizec/default.aspx?wmcid=9590>>

– *nivní sediment (ID: 6)*

Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Horniny: nivné sedimenty, Typ horniny: sediment nespevněný, Sústava: Český masív – pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast': kvartér

– *zmiešaný sediment (ID: 7)*

Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Horniny: zmiešaný sediment, Typ horniny: sediment nezpevněný, Sústava: Český masív – pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast': kvartér

– *deluviální (ID: 13)*

Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Horniny: kamenitý až hlinito-kamenitý sediment, Typ horniny: sediment nespevněný, Sústava: Český masív – pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast': kvartér

– *eolická (ID: 16)*

Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Horniny: spraš a sprašová hlina, Typ horniny: sediment nespevněný, Sústava: Český masív – pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast': kvartér

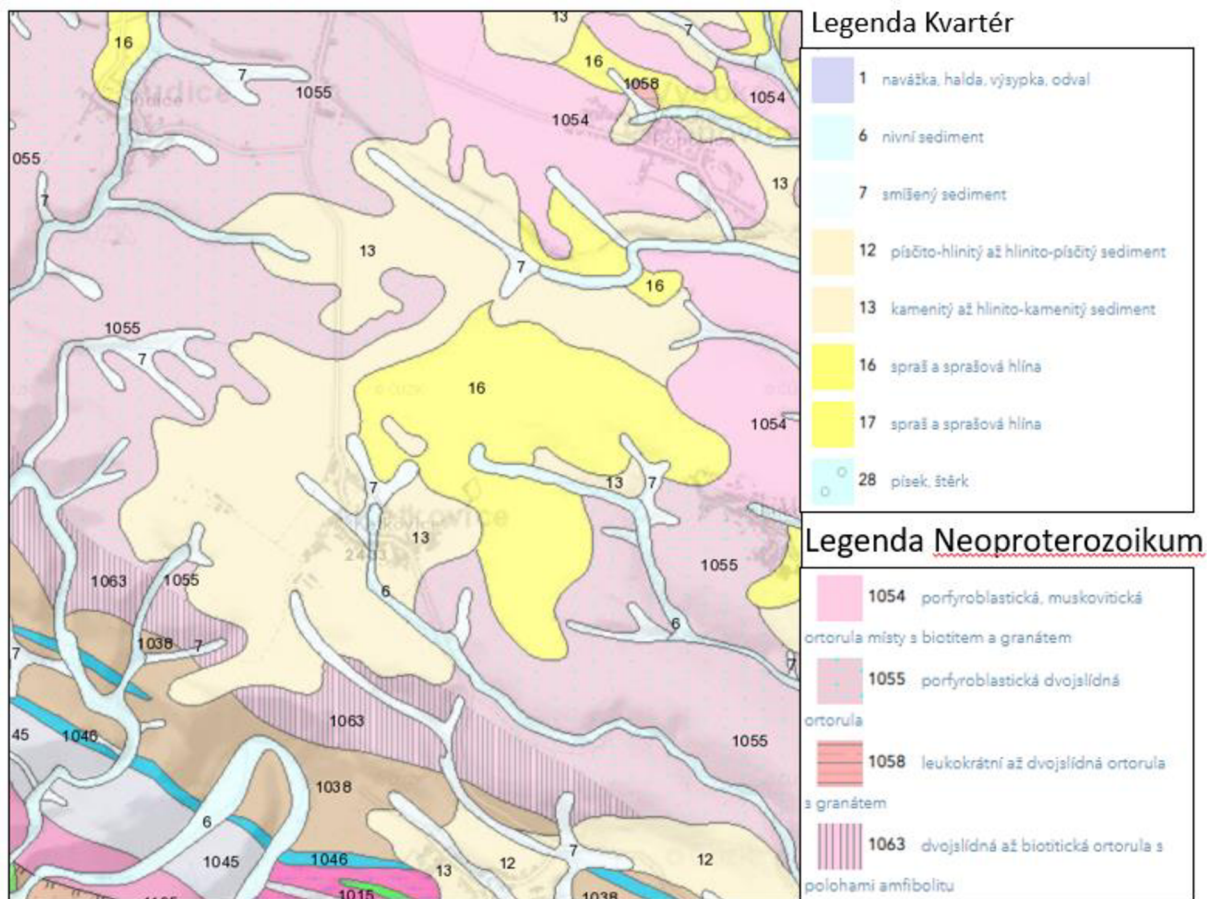
– *metamorfit (ID: 1055)*

Eratém: proterozoikum, Útvar: /, Horniny: porfyroblastická dvojslídňá ortorula, Typ horniny: metamorfit, Sústava: Český masív – kryštalínikum a prevariské paleozoikum, Oblast': Moravskosliezská oblast'

– *metamorfit (ID: 1063)*

Eratém: proterozoikum, Útvar: /, Horniny: dvojslídňá až biotitická ortorula s polohami amfibo, Typ horniny: metamorfit, Sústava: Český masív – kryštalínikum a prevariské paleozoikum, Oblast': Moravskosliezská oblast'¹⁰

¹⁰ Geovědní mapy 1:50 000 – Česká geologická služba. Geologický rozbor Ketkovice. [online]. [cit. 30.10.2020]. Dostupné na internete: <<https://mapy.geology.cz/geocr50/>>

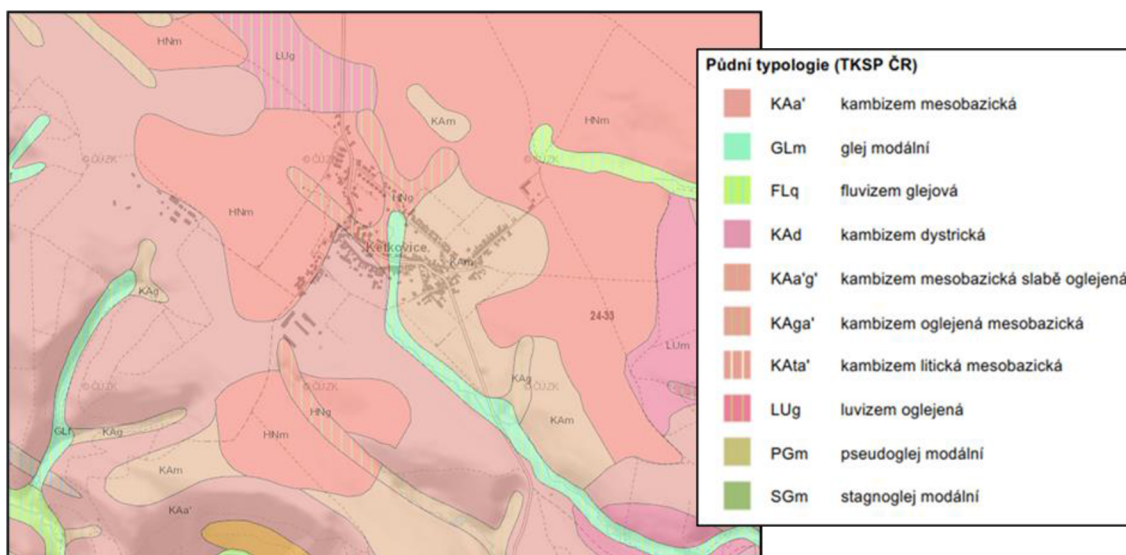


Obrázok č. 4 Geologická mapa záujmového územia¹¹

3.4 Pedologický popis územia

V celom riešenom území sa nachádzajú prevažne kambizeme mesobázické a modálna pôda. Miestami sa tu vyskytujú hnedozem modlálna, luvizem či fluvizemy. Nachádzajú sa tu pôdy so strednou rýchlosťou infiltrácie aj pri úplnom nasýtení, zahŕňajúce prevažne stredne hlboké až hlboké pôdy, stredne až dobre odvodnené, hlinitopiesočné až ílovité zeminy.

¹¹ Geovědní mapy 1:50 000 – Česká geologická služba. Katastrálne územie Ketkovice. [online]. [cit. 30.10.2020]. Dostupné na internete: <<https://mapy.geology.cz/pudy/>>



Obrázok č. 5 Pedologická mapa záujmového územia¹²

5.29.14 – Pôda hlboká až stredne hlboká v mierne teplom, mierne vlhkom klimatickom regióne a produkčne málo významná a celkový obsah skeletu 25–50 %.

5.29.01 – Pôda hlboká až stredne hlboká v mierne teplom, mierne vlhkom klimatickom regióne a produkčne málo významná a celkový obsah skeletu 25 %.

5.15.00 – Pôdy hlboké v mierne teplom, mierne vlhkom klimatickom regióne a stredne produktívne, celkový obsah skeletu 10 %.

5.29.11 – Pôda hlboká až stredne hlboká v mierne teplom, mierne vlhkom klimatickom regióne a produkčne málo významná, celkový obsah skeletu 25 %.

5.12.00 – Pôdy hlboké v mierne teplom, mierne vlhkom klimatickom regióne a stredne produktívne, celkový obsah skeletu 10 %.

5.29.04 – Pôda hlboká až stredne hlboká v mierne teplom, mierne vlhkom klimatickom regióne a produkčne málo významná, celkový obsah skeletu 25–50 %.

5.10.10 – Pôdy hlboké v mierne teplom, mierne vlhkom klimatickom regióne a stredne produktívne, celkový obsah skeletu 10 %.

5.12.10 – Pôdy hlboké v mierne teplom, mierne vlhkom klimatickom regióne a stredne produktívne, celkový obsah skeletu 10 %.

5.12.12 – Pôdy hlboké v mierne teplom, mierne vlhkom klimatickom regióne a stredne produktívne, celkový obsah skeletu 10–25 %.

¹² Tamtiež. Geovědní mapy 1:50 000 – Česká geologická služba. Katastrálne územie Ketkovice. [online]. [cit. 30.10.2020]. Dostupné na internete: <<https://mapy.geology.cz/pudy/>>

3.6 Klimatický popis územia

Účelom klasifikácie klímy je určenie klimatických typov a vymedzenie klimatických oblastí ako v globálnom meradle na Zemi, tak aj v jednotlivých geografických oblastiach. Quittova klasifikácia klímy je najpoužívanejšou klasifikáciou na území Českej a Slovenskej republiky.

Systém klasifikácie vytvoril český klimatológ Evžen Quitt a publikoval ho v roku 1971 v diele Klimatické oblasti Československa. Pri určení klimatických oblastí autor vychádzal z klimatologických hodnôt dát z obdobia 1901 – 1950 a z územia rozčleneného na štvorce o strane 3 km (900 ha). Rozlišoval 23 druhov území v Československu s rôznym typom klímy, ktoré sa líšia podľa 14 rôznych charakteristík:

- počet letných, mrazivých a ľadových dní
- počet zamračených a jasných dní
- počet dní so snehovou pokrývkou
- počet dní aspoň so zrážkami 1 mm
- priemerná teplota vzduchu vo vybraných mesiacoch (január, apríl, júl, október)
- zrážkové úhrny za vegetačné a mimo vegetačné obdobie
- počet dní, keď priemerná denná teplota presiahla 10° C

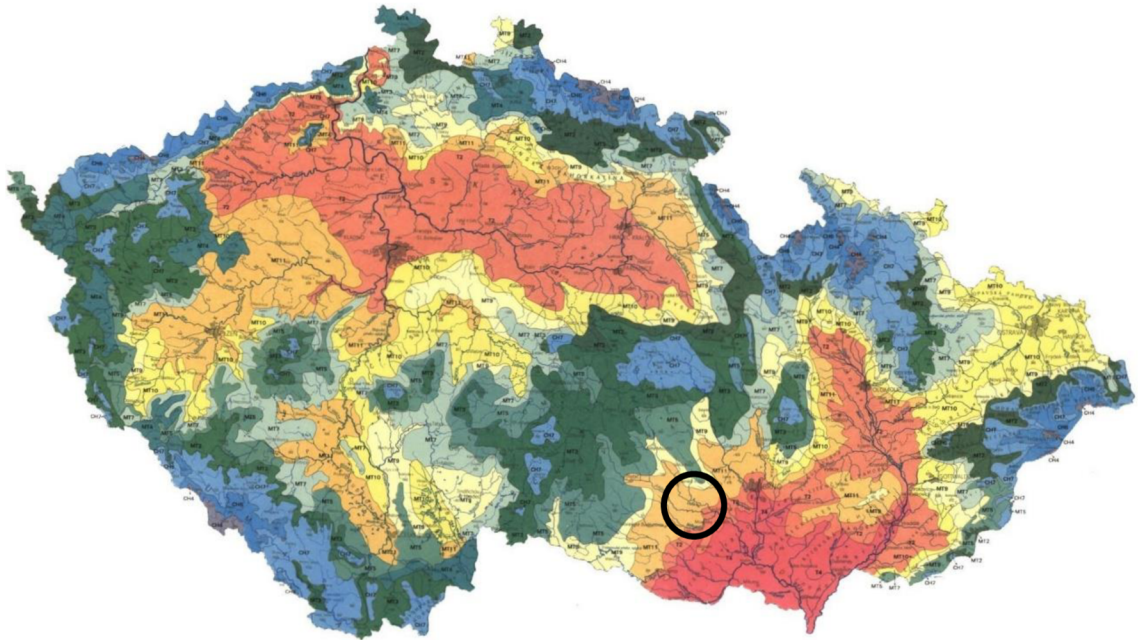
Takto vzniklo pre Československú republiku 23 jednotiek v troch hlavných oblastiach: V teplej oblasti ich delíme na päť skupín (T1 až T5), v mierne teplej delíme na 11 skupín (MT1 až MT11) a v chladnej sedem (CH1 až CH7).¹⁵

Podľa Quittovej klimatickej klasifikácie leží záujmové územie v mierne teplej oblasti, chladnejšieho a vlhšieho okresu MT11. Toto územie je charakteristické dlhým, teplým suchým letom s miernym až krátkym prechodným obdobím a miernou jarou a jeseňou. Zima je mierne chladná s krátkou snehovou pokrývkou.

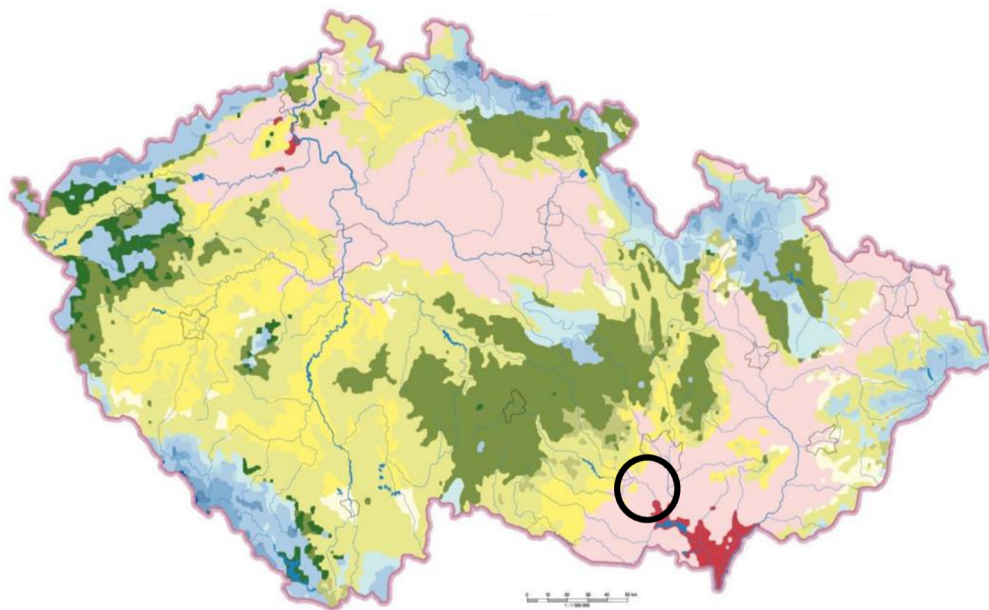
Smer a rýchlosť vetra je silne ovplyvnená reliéfom terénu, údaje z pozorovacej stanice charakterizujú pomery morfológicky podobného územia. Najčastejšie sa vyskytujúcim smerom je juhovýchodné prúdenie (JV 16 % a SZ 20 %). Priemerná mesačná relatívna vlhkosť vzduchu sa v júli pohybuje medzi 55 až 60 %, v decembri 65

¹⁵ Hruban R., Klimatické oblasti dle Evžena Quitta (1971). Quittova klasifikace podnebí. [Online]. [cit. 07.12.2020]. Dostupné na internete: <<http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klasifikace-klimatu/>>

až 70 %. Priemerná ročná relatívna vlhkosť vzduchu sa na území pohybuje v rozmedzí medzi 65 až 70 %. Priemerná ročná vlahová bilancia je 0 až 100 mm.



Obrázok č. 7 Mapa klimatického regiónu Českej republiky s vyznačením záujmového územia¹⁶



Obrázok č. 8 Klimatické oblasti podľa Quittovej klasifikácie 2000¹⁷

¹⁶ Hruban R., Klimatické oblasti dle Evžena Quitta (1971). Quittova klasifikace podnebí. [Online]. [cit. 07.12.2020]. Dostupné na internete: <<http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klasifikace-klimatu/>>

¹⁷ Hruban R., Klimatické oblasti dle Evžena Quitta (1971). Quittova klasifikace podnebí. [Online]. [cit. 07.12.2020]. Dostupné na internete: <<http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klasifikace-klimatu/>>

Tabuľka č.3 Charakteristika klímy záujmového územia (zdroj: Quitt, 1971)¹⁸

Klimatická charakteristika mierne teplej oblasti	MT11
Počet letných dní	40 – 50
Počet dní s priemernou teplotou 10°C a viac	140 – 160
Počet dní s mrazom	110 – 130
Počet ľadových dní	30 – 40
Priemerná januárová teplota	-2° až -3°C
Priemerná júlová teplota	17° – 18°C
Priemerná aprílová teplota	7° – 8°C
Priemerná októbrová teplota	7° – 8°C
Priemerný počet dní so zrážkami 1 mm a viac	90 – 100
Suma zrážok vo vegetačnom období	350 – 400
Suma zrážok v zimnom období	550 – 650
Počet dní so snehovou pokrývkou	50 – 60
Počet zamračených dní	120 – 150

V roku 2000 bola publikovaná aktualizovaná verzia Quittovej klasifikácie za obdobie 1961–2000. Do skupiny efektívnych klasifikácií klimatických indexov sa zaraďuje Langova klasifikácia (1915), Minářova (1948), Končekova (1957) alebo klasifikácia Atlasu podnebia ČSR (1958) a klasifikácia M. Kurpelovej (1975).¹⁹

O rázovitosti klímy daného miesta rozhodujú faktory, ktoré možno rozdeliť do dvoch skupín. Prvú skupinu tvoria faktory nemenné, stále, dané polohou daného miesta, tie označujeme ako tzv. invarianty. Druhú skupinu tvoria faktory dynamické, ktoré sú dané aktuálnou poveternostnou situáciou.²⁰

3.7 Hydrologický popis územia

V zastavanom území obce pramení Ketkovický potok, ktorý sa do Oslavy vlieva v Oslavanoch. Všetky toky v území s výnimkou rieky Oslavy sú v správe Lesov Českej republiky, s. p., rieka Oslava je v správe Povodia Moravy, s. p.²¹

¹⁸ Tamtiež Hruban R., Klimatické oblasti dle Evžena Quitta (1971). Quittova klasifikace podnebí. [Online]. [cit. 07.12.2020]. Dostupné na internete: <<http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klasifikace-klimatu/>>

¹⁹ Tamtiež Hruban R., Klimatické oblasti dle Evžena Quitta (1971). Quittova klasifikace podnebí. [Online]. [cit. 07.12.2020]. Dostupné na internete: <<http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klasifikace-klimatu/>>

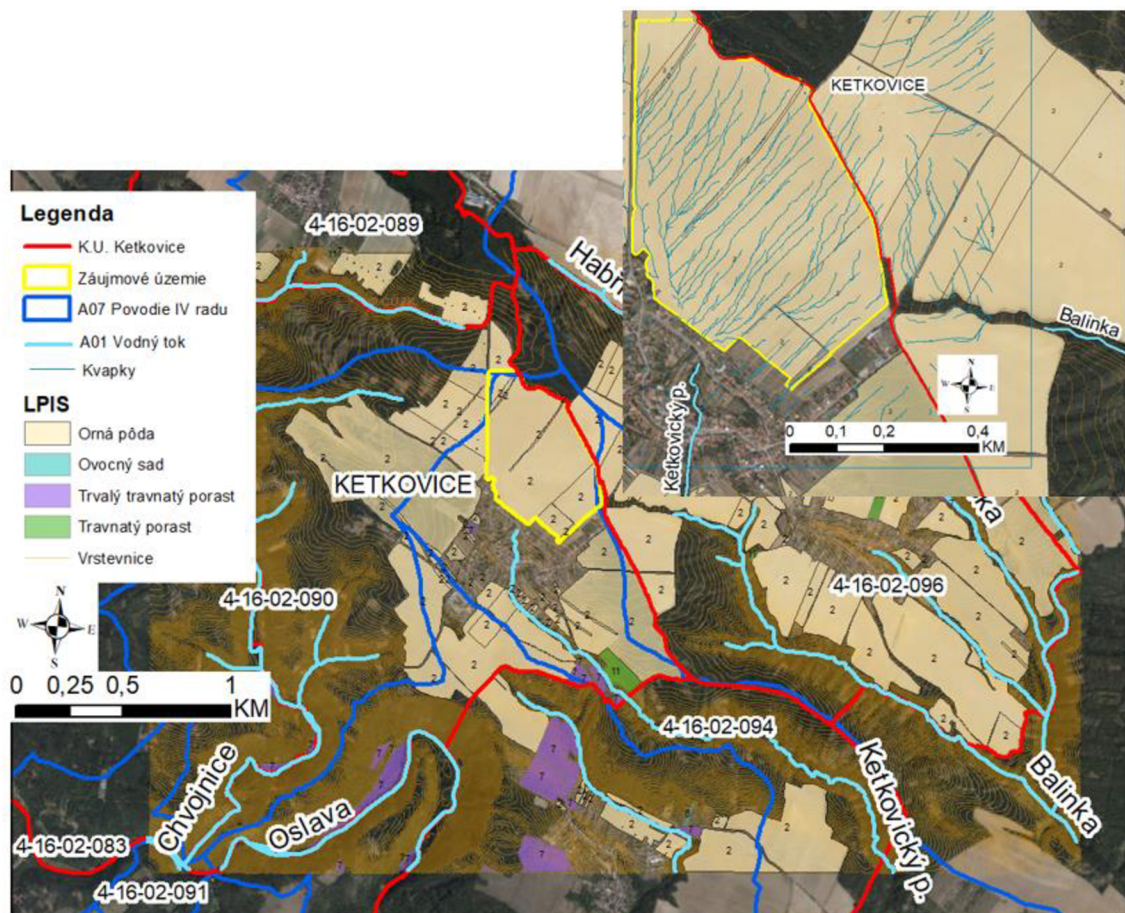
²⁰ Klimatické poměry území české republiky. Faktory ovlivňující klima. [online]. [cit. 04.11.2020]. Dostupné na internete: <https://geography.upol.cz/soubory/lide/smolova/GCZ/GCZ_Klima.pdf>

²¹ OBCE PRO. Program rozvoje obce Ketkovice. Období let 2016-2024. Hydrologie. s. 3. [online]. [cit. 04.11.2020]. Dostupné na internete: <<http://www.obcepro.cz/program-rozvoje-obce-827.pdf>>

Na území obce je vyhlásená chránená oblasť prirodzenej akumulácie vôd. Ide o oblasť CHOPAV Čučice, ktorá zasahuje do územia obcí Čučice, Ketkovice, Senorady a Nová Ves. Vodný tok Oslava má zaplavovú plochu, ktorá tvorí pri storočnom prietoku 9,7 ha.

Tabuľka č. 4 Vodné toky v záujmovom území (na povodí IV. radu)

názov toku	správca toku	dĺžka [m]	IDVT
Ketkovitský potok	Lesy ČR, s. p.	6370	4-18-52-001
Oslava	Povodie Moravy, s. p.	99600	4-16-02-001



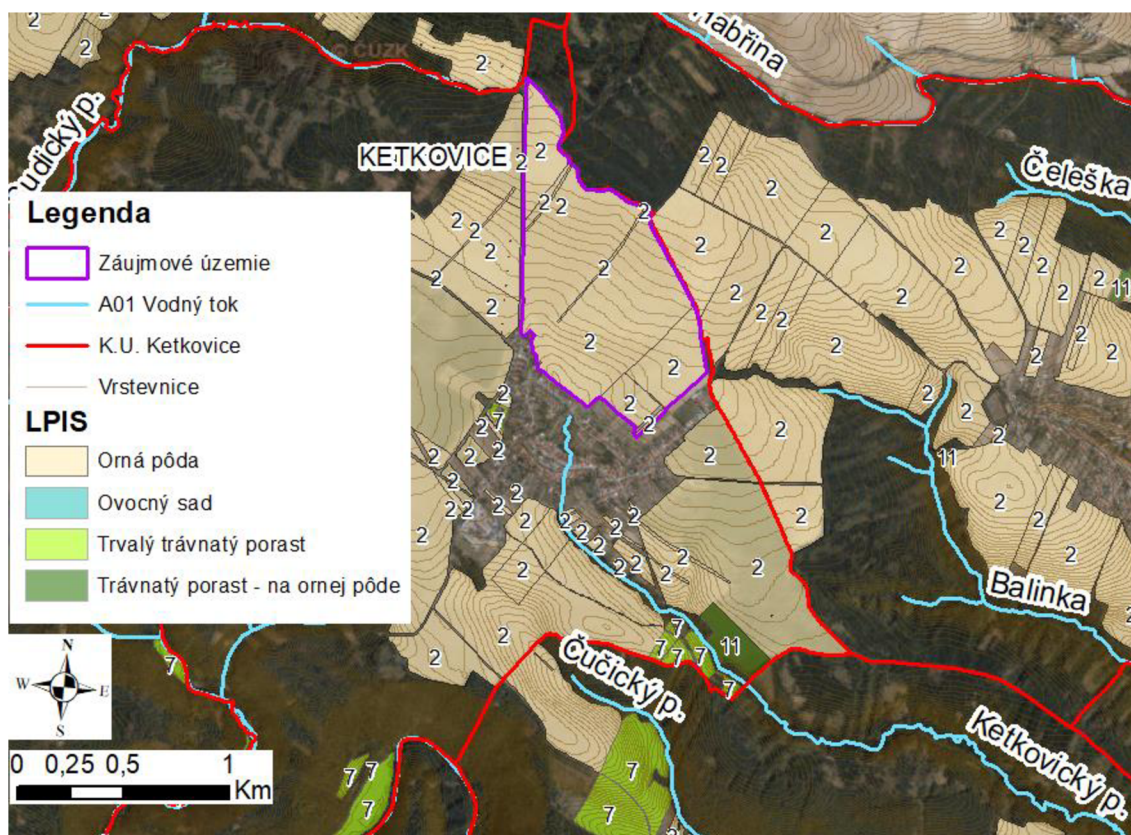
Obrázok č. 9 Mapa Hydrologických pomerov Katastrálneho územia Ketkovice

3.8 Poľnohospodárstvo, lesníctvo a ťažba nerastných surovín

Na danej lokalite Ketkovice sa nachádza približne 380 ha ornej pôdy, ktorú obhospodaruje družstvo POOSLAVÍ Nová Ves. Družstvo tu realizuje štandardnú rastlinnú a živočíšnu výrobu. Lesy v tejto lokalite sú obhospodarované Vojenskými lesmi Plumlov, obcou a drobnými vlastníkmi.

Tabuľka č. 5 Štruktúra využitia pôdy v obci Ketkovice v roku 2014

KULTÚRA	VÝMERA V HA	PODIEL V %
Orná pôda	378,84	39,7
Záhrady	20,67	2,2
Ovocné sady	1,6	0,2
Trvalé trávne porasty	12,45	1,3
Poľnohospodárska pôda – celkom	413,57	43,3
Lesné plochy	482,03	50,5
Vodné plochy	6,73	0,7
Zastavaná plocha	12,86	1,3
Ostatné plochy	39,9	4,2
Územie obce celkom	955,09	100,0



Obrázok č. 10 Mapa využitia územia

4 Aktuálny stav územia

Prívalové dažde svojím odnosom pôdy často ohrozujú obyvateľstvo na severe daného územia. Tieto prívalové dažde spôsobujú eróziu pôdy, ktorá vytvára problémy nielen obyvateľom, poľnohospodárom, vodohospodárom, ale zhoršuje aj životné podmienky. Predpokladá sa že výskyt náhlych intenzívnych búrkových zrážok v kombinácii s dlhšími obdobiami sucha môže výrazne podnietiť pôdnu eróziu.

Strata pôdy pri erózných procesoch postihuje najviac poľnohospodárstvo. Uvoľňovanie častíc sa často deje vo veľkom rozsahu. Pri erózných procesoch s nižšou intenzitou dochádza k strate jemných pôdných častíc. Tým sa mení pôdna textúra a štruktúra a znižuje sa vodná kapacita pôdy.

Vodná erózia postupuje selektívne. Najskôr odnáša najjemnejšie, alebo najľahšie pôdne častice. V praxi to znamená stratu organickej zložky, zníženie schopnosti viazať živiny, vyrovnávať pH a celkové zníženie absorpčnej kapacity. Spolu s jemnou frakciou pôdných častíc a organickým materiálom dochádza k priamej strate viazaných živín.²²

Následkom plošnej erózie dochádza k zmene zrnitosti zloženia pôdy smerom po svahu. V hornej časti je materiál hrubozrnnejší, v dolnej naopak prevažuje jemnozrný. Následkom je nerovnomerné rozloženie vlhkosti po svahu – (horná, hrubozrnnejšia časť vysychá podstatne skôr a ľahšie ako jemné sedimenty v dolnej časti svahu).²³

Brázdová a rýhová erózia vzniká postupným sústred'ovaním povrchovo stekajúcej vody, ktorá vyrýva v pôdnom povrchu plytké zárezy. Keď takáto erózia dostatočne dlho pôsobí, prechádza do erózie výmoľovej. Brázdy sú hlboké až 0,05–2 m.

Výmoľová erózia sa vyznačuje plytkými širšími zárezmi, ktorých hustota na svahu je menšia. Sústredeným odtokom vymieľa hlbšie ryhy, ktoré sa smerom po svahu postupne prehľbujú. Veľkosť ryhy môže dosiahnuť až 1–22 m.

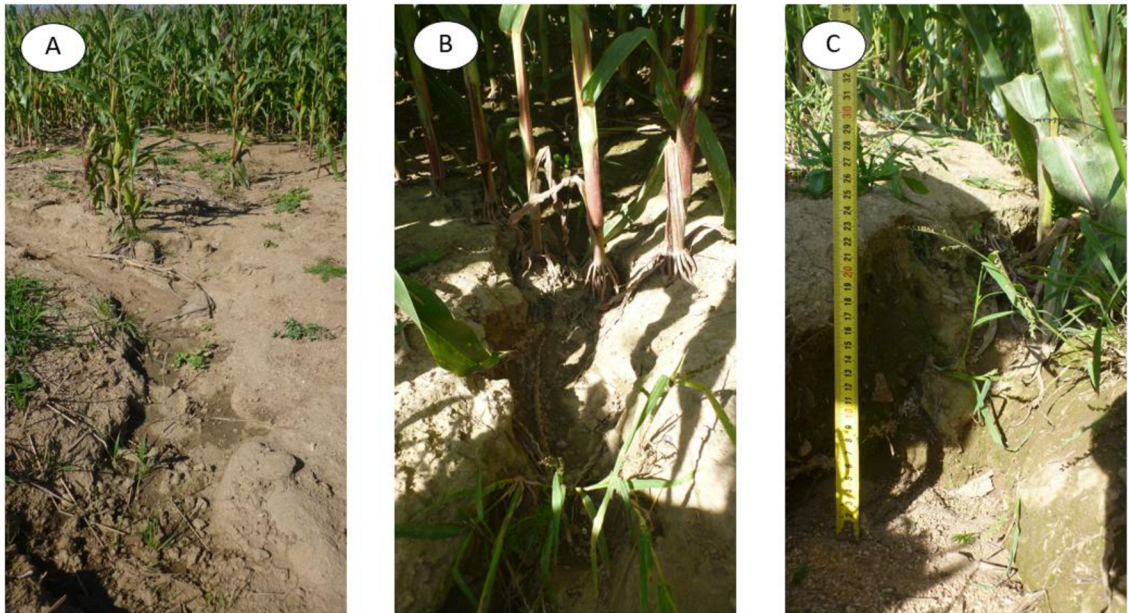
²² Vodní eroze. Ztráta půdy. [online]. [cit. 04.11.2020]. Dostupné na internete: <<http://eroze.sweb.cz/dusledky.htm>>

²³ Vodní eroze. Ztráta půdy. [online]. [cit. 04.11.2020]. Dostupné na internete: <<http://eroze.sweb.cz/dusledky.htm>>



Obrázok č. 11 Plošný odnos sedimentov

Na začiatku mojej diplomovej práce som bola obhliadnuť terén záujmového územia obce Ketkovice. Zhodnotila som aktuálny stav daného územia. Na tomto území sa vyskytuje rýhová erózia ktorá, vyrýva ryhy do pôdy kde sa sústreďuje odtok naakumulovanej vody. Na obrázku č. 12 môžeme vidieť následok po rýhovej erózií, odhalenie koreňov a znehodnotenie plodín. Na obrázku č. 11 môžeme vidieť zhromažďovanie malých častíc piesku nánosu sedimentov, ktoré spôsobujú pomalší rast plodín.



Obrázok č. 12 Rýhová a brázdová erózia odnosu pôdy

Na obrázku č. 13 môžeme vidieť svetlejšiu transportovanú zeminu sedimentovanú do tmavej pôvodnej hlinito pieskovitej zeminy z vyššie položených častí svahu.



Obrázok č. 13 Rôznorodosť zloženia pôdy (pieskovito-hlinitá)

5 Následky vodnej erózie

Vznik erózných pochodov je často ovplyvnený prírodnými a ľudskými faktormi. Erózia pôdy spôsobuje problémy poľnohospodárom, vodohospodárom, zhoršuje životné podmienky pre vodné organizmy.

Na vznik vodnej erózie má najväčší vplyv sklonitosť a dĺžka pozemku po spádnici, vegetačný pokryv, vlastnosti pôdy a jej náchylnosť na eróziu, prítomnosť protierozných opatrení a frekvencia výskytu privalových zrážok. Hlavným dôsledkom vodnej erózie je zmenšenie mocnosti pôdneho profilu a ochudobnenie poľnohospodárskej pôdy o jej najúrodnejšiu časť (ornicu). Tento proces má vplyv na chemické vlastnosti pôdy, keďže znižuje obsah organickej hmoty, humusu a minerálnych živín v pôde, obnažuje podornicu s nízkou prirodzenou úrodnosťou a vyššou kyslosťou. Erózia znižuje výrobnú kapacitu pôdy a urýchľuje jej degradáciu.²⁴

Dlhodobá erózia mení kvalitatívne a kvantitatívne vlastnosti pôdy. Pôsobením erózie prichádza pôda o pôdne častice a na ne viazané živiny a tým poľnohospodárom klesá celková úroda. Zmenšuje sa mocnosť pôdneho profilu a zvyšuje sa štrkovitosť. Na mierne erózne ohrozených pôdach klesá hektárový výnos o 15–20 %, na stredne erózne ohrozených pôdach klesá hektárový výnos o 40–50 % a na silne erózne ohrozených pôdach klesá hektárový výnos až o 75 %.²⁵

Najväčšie priemerné hodnoty straty pôdy v Európe sú zaznamenané v ornej pôde bez vegetačného pokryvu (23 t.ha⁻¹.rok⁻¹), vo vinohradoch (20 t.ha⁻¹.rok⁻¹) a kukuričných poliach (14 t.ha⁻¹.rok⁻¹). Naopak, lúky, ovocné sady a lesy majú hodnoty zmyvu nižšie ako 1 t.ha⁻¹.rok⁻¹.²⁶

Priemerná ročná miera úbytku pôdy z dôvodu vodnej erózie za referenčný rok 2010 je 2,46 t.ha⁻¹.rok⁻¹. Celková ročná strata pôdy v EÚ predstavuje 970 miliónov ton.²⁷

²⁴ eAGRI. PŮDA. Vodní eroze půdy. [online]. [cit. 08.12.2020]. Dostupné na internete: <http://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/degradace-pud/vodni-eroze-pudy/>

²⁵ NOVOTNÝ, I. a kol. Příručka ochrany proti vodní erozi. Ministerstvo zemědělství ČR. 2014. 2. aktualiz. vydanie. Praha. Ministerstvo. s. 73. ISBN 978-80-87361-33-7.

²⁶ BOARDMAN J., POESEN J., 2006. Soil Erosion in Europe. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester. 841 s. ISBN: 0-470-85910-5.

²⁷ Zemědělský svaz České republiky. Odhad ztráty půdy vodní erozí. Mapa ztrát půdy. [online]. [cit. 08.12.2020]. Dostupné na internete: <https://www.zscr.cz/clanek/odhad-ztraty-pudy-vodni-erozi-402>

6 Návrh protieróznych opatrení

Na ochranu pôdy pred vodnou eróziou sa navrhujú opatrenia, ktoré majú za cieľ ochranu pôdy pred účinkami dažďa, podporu infiltrácie, zlepšenie súdržnosti pôdy, obmedzenie únosnosti vody a povrchového odtoku, neškodné odvádzanie povrchovej vody a zachytávanie zmývaného materiálu.

Opatrením je zatrávenie vysoko ohrozených častí pozemkov. Nevyhnutný rozsah zatrávnenia je závislý od uvažovanej agrotechniky. V každom prípade je však vhodné zatrávniť dráhy sústredeného odtoku (údolnice), ktoré vodnou eróziou extrémne trpia. Dráhy sústredeného povrchového odtoku spevnené vegetačným krytom sú schopné bezpečne bez prejavov erózie odvieť povrchový odtok, ku ktorému dochádza v dôsledku morfolologickej rozmanitosti krajiny, najmä na priečne zvlnených pozemkoch, v úžľabinách a údolniciach v čase privalových dažďov, alebo jarného topenia snehu, kedy sústredne po povrchu odtekajúca voda v týchto miestach spravidla spôsobuje rozryhy. Najvhodnejšou ochranou týchto exponovaných miest je vegetačný kryt, najlepšie zatrávenie. Vegetačný kryt údolnice ovplyvňuje rýchlosť pohybu vody v údolnici. Koreňový systém v závislosti od svojej hustoty a kvality spevňuje pôdu a redukuje pomer pôdných častíc. Ochranný účinok zatrávnenia proti vodnej erózii spočíva predovšetkým v útlme kinetickej energie, v znížení rýchlosti a množstva povrchovo stekajúcej vody prejavujúcich sa v znížení jej vymielacej a transportnej schopnosti a tiež v mechanickom spevnení pôdy koreňovým systémom.²⁸

V mojej diplomovej práci sa zameriavam na aplikovanie opatrení pásového striedania plodín, ktoré môžu obmedziť straty pôdy eróziou tak, že sa striedajú pásy plodín chrániacich pôdu ako napríklad trávny porast, lucerna, príp. ozimná obilnina, hrach, repka ozimná s pásmi plodín s nízkym protieróznym účinkom ako sú okopaniny a kukurica. Porovnávam jednotlivé varianty striedania plodín a použitie líniového prvku (priekopy).

Základom každého porastu určeného na protieróznu funkciu je dostatočný podiel trávnatého porastu. Zatrávenie sa navrhuje v potrebnom rozsahu, ktorý zahŕňa plochy erózne ohrozené.

²⁸ ENVICONS, s. r. o., Návrh protieróznych opatrení. listopad 2013. s. 27. [online]. [cit. 04.11.2020]. Dostupné na internete: <<file:///C:/Users/Nicole%20Jarova/Downloads/83325666583822789.pdf>>

6.1 Pásové striedanie plodín

Pri aplikovaní pásového striedania plodín nedochádza ku vzniku sústredeného odtoku vody. Vo výsevných radoch je voda zachytávaná, čím dochádza k spomaleniu, alebo zastaveniu odtoku a následnému navýšeniu vsaku vody do pôdy. Pásové striedanie plodín predstavuje rozdelenie pozemkov na niekoľko pásov po vrstevnici, kde sa striedajú pásy plodín erózne odolných (obilnina, repka, vojteška, ďatelina) a pásy plodín erózne náchylných (kukurica, slnečnica, okopaniny). Šírka jednotlivých pásov má interval 20 až 40 m. Platí úmera – čím má pozemok väčší sklon tým by jednotlivé pásy mali byť užšie.²⁹

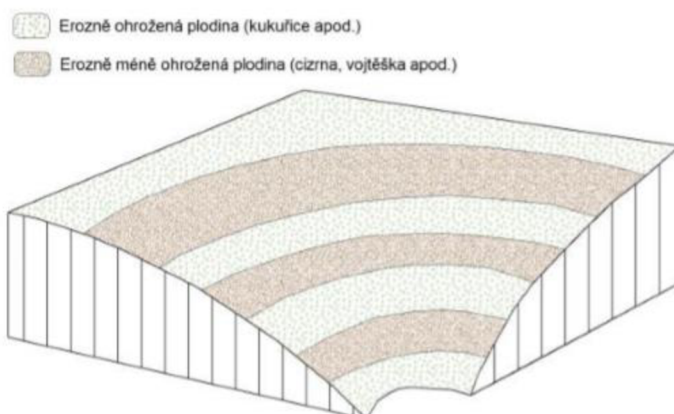
Šírka pásov závisí na sklone a dĺžke svahu, priepustnosti pôdy, jej náchylnosti k eróziám a šírke záberu strojov. Vrstevnicové pásy by mali byť usporiadané tak, že medzi rovnako široké pásy rastlín sú umiestnené rovnako široké pásy trávnych porastov. Pri aplikácii pôdoochranného obrábania v poraste širokoriadkovej plodiny klesá povrchový odtok zo 100 m³.ha⁻¹ na 25–42 m³.ha⁻¹.³⁰

- Vrstevnicové pásové obrábanie – plodiny sú usporiadané v pásoch pozdĺž obrysov,
- poľné pásové hospodárenie – pásy majú jednotnú šírku, sú orientované cez svah ale nezakrivujú sa pozdĺž vrstevníc (max. odklon od smeru obrysov vrstevníc 30m),
- kombinácia dvoch predchádzajúcich pásov s rovnomernou šírkou chránených plodín (pravidelný výsev) doplnené pásmi trávnych porastov alebo ďateliny, ktoré svojou premennou umožnia reagovať na variabilný sklon terénu (zachovanie konštantnej šírky pásov plodín).³¹

²⁹ Katalóg protieróznych zariadení a opatrení. Pásové pestovanie plodín. s. 8. [online]. [cit. 04.11.2020]. Dostupné na internete: <http://fzki.uniag.sk/sk.knv/projekt/09-katalog/katalog_protierozne_zariadenia_opatrenia.pdf>

³⁰ ENVICONS, s. r. o., Návrh protierozných opatrení-Obec Píšť. listopad 2013. Protierozní agrotechnická opatření. s. 24. [online]. [cit. 04.11.2020]. Dostupné na internete: <<https://www.pist.cz/obec-7/protipovodnova-a-protierozni-ochrana-obce/?ftshow=211&ftresult=83325666583822789>>

³¹ Doporučené postupy pro pěstování polních plodin. Kontroly plnění zásad integrované ochrany v polních plodinách. Pásové střídání plodin. s. 49. [online]. [cit. 04.11.2020]. Dostupné na internete: <<http://www.spolekprorozvojregionu.cz/www/spolekprorozvojregionu/fs/pruvodce-kontrolnim-systemem-plneni-zasad-integrované-ochrany-v-polnich-plodinach-pro-rok-2014.pdf>>



Obrázok č. 14 Schéma na ochranu plodín pred eróziou, pásové striedanie plodín³²

Použitím technológie pásového striedania plodín nedochádza k vzniku sústreďeného odtoku. V riadkoch je zachytávaná voda, čím dochádza k spomaleniu alebo aj zastaveniu odtoku a následnému zvýšeniu každého množstva vody do pôdy. Dochádza k zníženiu množstva odnesených pôdných častíc do recipientu a s nimi súvisiaceho znečistenia a fosforu. Opatrenia zlepšujú vodný režim v pôde a môžu prispieť k zníženiu prísunu nadmerného množstva splavov do tokov, čo je pozitívne pre vodné organizmy. Hlavnými pozitívnymi vplyvmi na krajinu sú zníženie erózneho ohrozenia pozemku a priaznivý vplyv na zadržanie vody v krajine.³³

Dôležitú úlohu v ochrane pôdy zohráva vegetačný pokryv, ktorý chráni pôdu pred priamym dopadom kvapiek, podporuje vsak dažďovej vody do pôdy a koreňovým systémom zvyšuje súdržnosť pôdy.

6.2 Protierózny líniový prvok

Tráva, krovina, alebo lesné pásy sa navrhujú buď na šikmej pôde pozdĺž obrysov, kde sa striedajú s plodinami ktoré dostatočne nechrania pôdu pred eróziou, alebo sa stavajú pozdĺž nádrží, vodovodných prívodov tak aby sa zabránilo vzniku erózií zmývania.

Princíp prielehu spočíva v prenose povrchových vôd, najmä vody z vyššie položených pozemkov, ktorá vsakuje alebo sa postupne odvádza. Ochranná účinnosť

³² Katalog přírode blízkých opatření pro zadržení vody v krajine. Výzkumný ústav vodohospodářsky T. G. Masaryka. Ministerstvo životního prostředí. Praha. Duben 2018. s. 6. [online]. [cit. 05.11.2020]. Dostupné na internete: <http://suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1_katalog_opatreni_0.pdf>

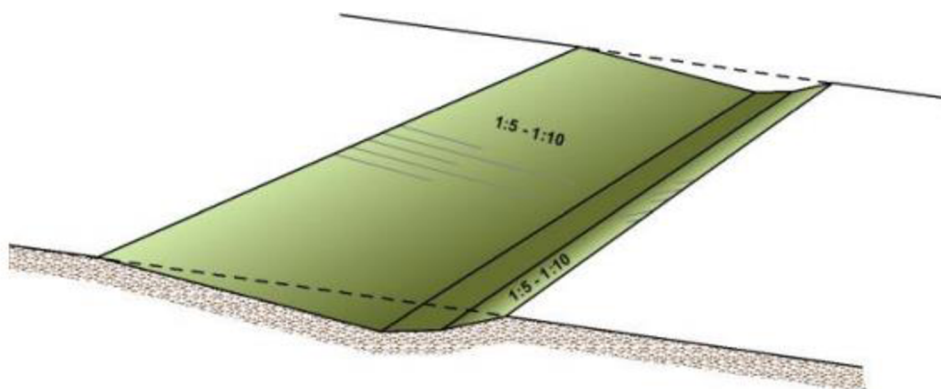
³³ Katalog přírode blízkých opatření pro zadržení vody v krajine. Výzkumný ústav vodohospodářsky T. G. Masaryka. Ministerstvo životního prostředí. Praha. Duben 2018. s. 9. [online]. [cit. 05.11.2020]. Dostupné na internete: <http://suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1_katalog_opatreni_0.pdf>

pásu závisí od povahy vegetačného povrchu pôdy, pôdnej vlhkosti, sklonu svahu, šírky pásu a intenzity privalových dažďov. Účinnosť týchto pásov sa zvyšuje v kombinácii s inými technickými opatreniami proti erózii.

Lineárne technické opatrenia proti erózii (prielehy a priekopy) sa merajú na základe projektových N-ročných prietokov s využitím základných hydraulických väzieb. Pri dimenzovaní lineárnych technických prvkov počítame pre daný kulminačný prietok Q pri danom sklone nivelety koryta I a navrhnutých drsnostných pomeroch šírky v korune B a hĺbky prietočného profilu h pri známom tvare (nepravidelný lichobežník, pravidelný lichobežník) s navrhovaným sklonom svahov $1:m$.³⁴

Vegetačný pokryv údolnice ovplyvňuje pohyb vody v údolniciach. Koreňové systémy v závislosti na hustote a kvalite spevňujú pôdu a redukuje odnos pôdných častíc.³⁵

Prielehy sú finančne nákladnejšie. Odporúča sa najmä predovšetkým realizácia za účelom ochrany osôb a majetku.



Vzorový pričný rez prílehom

Obrázok č. 15 Protierózny prielehl³⁶

³⁴ JANEČEK, M. a kol., Ochrana zemědělské půdy před erozí. metodika. 1. vyd. Praha. Česká zemědělská univerzita Praha. Fakulta životního prostředí. vyd. 2012. s. 73. ISBN 978-80-87415-42-9. Dostupné na internete: <http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/p%C5%99edm%C4%9Bty/YPEO/Metodika_PEO_novelizace%20upravene%2025_1_2012.pdf>

³⁵ Tamtiež. JANEČEK, M. a kol., Ochrana zemědělské půdy před erozí. metodika. 1. vyd. Praha. Česká zemědělská univerzita Praha. Fakulta životního prostředí. vyd. 2012. s. 76. ISBN 978-80-87415-42-9.

³⁶ Katalog přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. Ministerstvo životního prostředí. Praha. Duben 2018. s. 20. [online]. [cit. 05.11.2020]. Dostupné na internete: <http://suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1_katalog_opatreni_0.pdf>

7 Metodika výpočtu straty pôdy pre súčasný stav pred návrhom opatrení

Pre určenie veľkosti ohrozenia poľnohospodárskej pôdy vodnou eróziou bola použitá Wischmeier-Smithova univerzálna rovnica, ktorá počíta zmyvanie v závislosti od šiestich faktorov ovplyvňujúcich hodnotu zmytia.

V Českej republike sa výpočet rovnice USLE riadi metodikou Ochrana poľnohospodárskej pôdy pred eróziou. V prípade modelu USLE2D je jeho kľúčovou výhodou implementácia rôznych možností smerovania odtoku pri stanovení odtokových plôch, čo umožňuje variantne pracovať s kvalitne odlišnými DMT.³⁷

Tvar rovnice USLE sa uvádza v tvare:³⁸

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \text{ [t.ha}^{-1}\text{.rok}^{-1}\text{]}$$

kde: G – priemerná ročná strata pôdy [t.ha⁻¹.rok⁻¹]

R – faktor erózných účinností dažďa [MJ.ha⁻¹.cm.h⁻¹]

K – faktor erodovateľnosti dažďa [t.MJ⁻¹.h.cm⁻¹]

L – faktor dĺžky svahu [-]

S – faktor sklonu svahu [-]

C – faktor ochranného vplyvu vegetácie [-]

P – faktor protieróznych opatrení [-]

Výsledná hodnota G udáva dlhodobú priemernú ročnú stratu pôdy, rovnicu nemožno použiť na výpočet rizika erózie kratšieho ako jeden rok a na zisťovanie straty pôdy eróziou z jednotlivých zrážkových epizód alebo z topenia snehu.³⁹

Na modelovanie erózie v prostredí GIS je potrebné zabezpečiť potrebné údaje, ktoré budú reprezentovať jednotlivé faktory rovnice USLE.

³⁷ Tamtiež. JANEČEK, M. a kol., Ochrana zemědělské půdy před erozí. metodika. 1. vyd. Praha. Česká zemědělská univerzita Praha. Fakulta životního prostředí. vyd. 2012. s. 55. ISBN 978-80-87415-42-9.

³⁸ Tamtiež. JANEČEK, M. a kol., Ochrana zemědělské půdy před erozí. metodika. 1. vyd. Praha. Česká zemědělská univerzita Praha. Fakulta životního prostředí. vyd. 2012. s. 8. ISBN 978-80-87415-42-9.

³⁹ Tamtiež. JANEČEK, M. a kol., Ochrana zemědělské půdy před erozí. metodika. 1. vyd. Praha. Česká zemědělská univerzita Praha. Fakulta životního prostředí. vyd. 2012. s. 8. ISBN 978-80-87415-42-9.

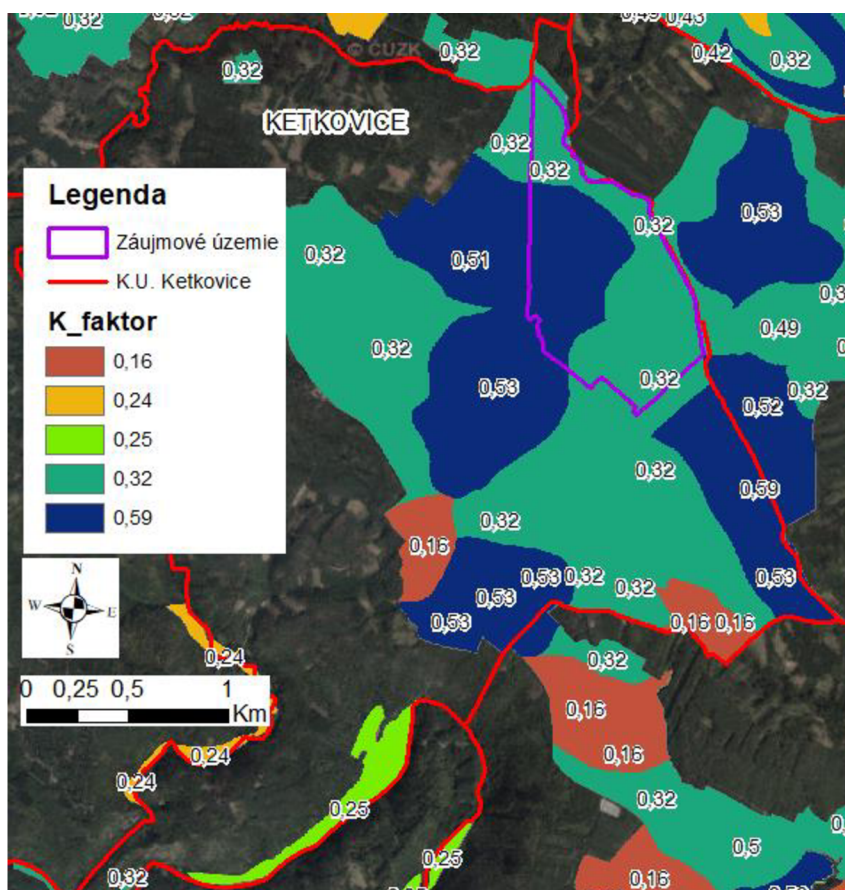
7.1 Faktor eróznej účinnosti dažďa

Pre faktor R nie je potrebné vytvárať grid, pretože je v celej ploche zhodný a preto ho možno v nástroji mapovej algebry, ktorý slúži na výpočet pôdneho zmyslu dať ako konštantu.⁴⁰

Na stanovenie hodnoty faktora R pre všetky varianty výpočtu sa odporúča stanoviť hodnotu podľa autora M. Janečka (2012) $40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$.

7.2 Faktor erodovateľnosti pôdy

Faktor K vyjadruje stratu pôdy zo štandardného pozemku na jednotku faktora eróznej účinnosti dažďa R. Hodnoty K faktora (Obr. 16) možno stanoviť približne podľa hlavných pôdnych jednotiek (HPJ) z bonitačnej sústavy pôdy BPEJ.

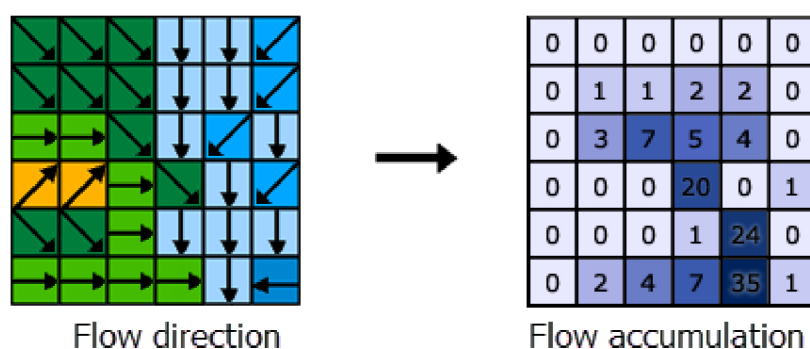


Obrázok č. 16 Hodnoty faktora erodovateľnosti pôdy K faktor.

⁴⁰ ENVICONS, s. r. o., Návrh protierozných opatrení. listopad 2013. s. 27. [online]. [cit. 04.11.2020]. Dostupné na internete: <<https://www.pist.cz/obec-7/protipovodnova-a-protierozni-ochrana-obce/>>

7.3 Faktor dĺžky a sklon svahu

Odporúčaným nástrojom v Českej republike na určenie faktora LS je program USLE2D (odporúča sa Routing Algorithm: Flux decomposition, alebo LS Algorithm: MC Cool). Program je dostupný na internetovej stránke Katolíckej univerzity v Lovani (KU Leuven): <https://ees.kuleuven.be/geography/modelling/usle2d/index.html>. Výhodou tohto programu je viacsmerný odtok (multiple-flow direction algorithms). Program ArcGIS pracuje s jednosmerným odtokom (single-flow direction algorithms) čo má za následok konvergenciu odtoku a lokálne nadhodnotenie zmyslu.⁴¹



Obrázok č. 17 Analýzy povrchového odtoku⁴²

Príkazom Flow accumulation je možné každej bunke určiť počet buniek do nej pritekajúcich. Výpočet teda vychádza z rastru smeru odtoku vody, ktorý môže byť ešte ovplyvnený váhami buniek. Vložením rastru váh je možné ovplyvniť hodnotu akumulovaného odtoku v bunke.⁴³

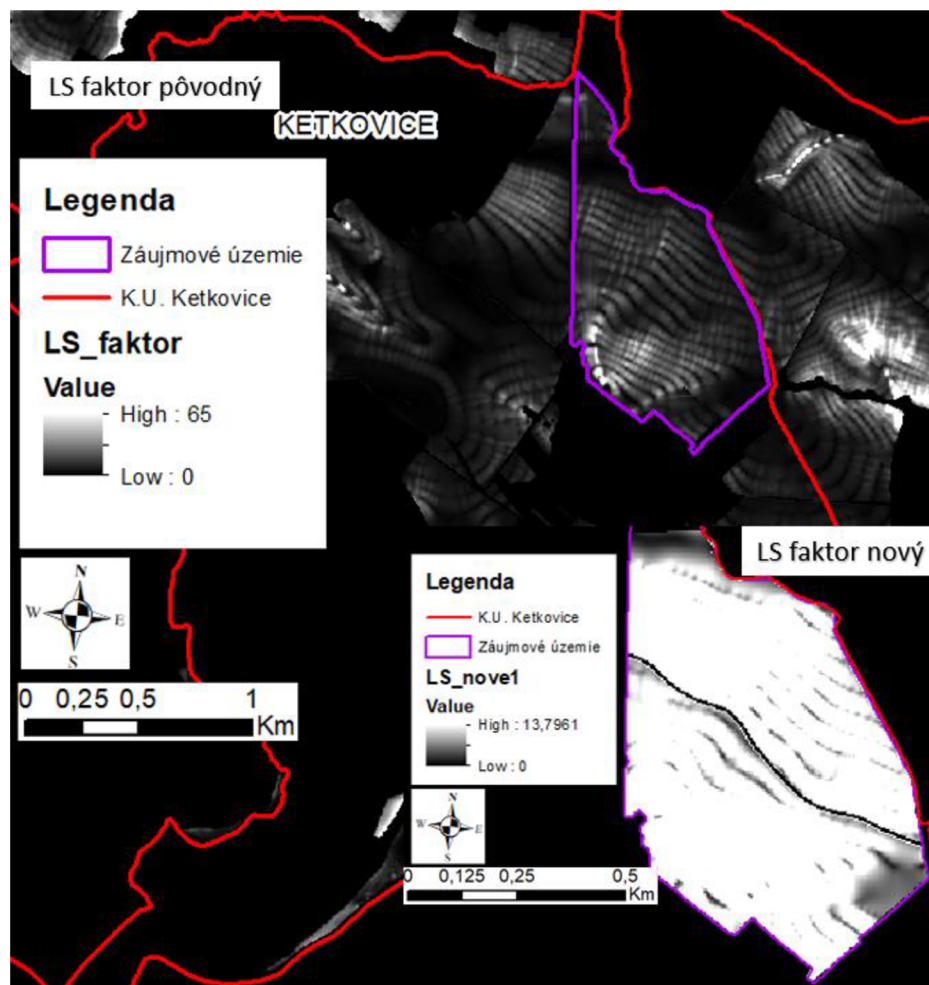
Z rastrov jednosmerných, alebo viacerých smerových odtokov sa vytvára raster akumulácie odtoku (flow accumulation). Pre každú rastovú bunku sa stanoví určitá úroveň a ak počet prispievajúcich buniek prekročí hodnotu 1 potom sa bunka klasifikuje, ako bunka akumulujúca odtok. Bunky s akumuláciou toku 0 sú lokálne topografické maximá a môžu sa použiť na identifikáciu hrebeňov.

⁴¹ DOSTÁL, T., a kol. *Využití dat a nástrojů GIS a simulačních modelů k navrhování TPEO. Metodika*. Praha, 2014. 1. vyd., Powerprint, s. r. o., Praha 6 – Suchbátka, s. 12. ISBN 978-80-87361-30-6.

⁴² ArcGIS 10 Desktop Help. [on-line]. [cit.08.12.2020]. Dostupné na internete: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/how-flow-accumulation-works.htm>

⁴³ ArcGIS 10 Desktop Help. [on-line]. [cit.08.12.2020]. Dostupné na internete: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/>

Na stanovenie topografického faktora LS je potrebné zabezpečiť digitálny model reliéfu.⁴⁴ Poskytovateľom dát DMT je najčastejšie Český úrad zememeračský a katastrálny (ČUZK). Odporúča sa využívať údaje, vytvárané pomocou leteckého laserového snímania. Modely sú dostupné v dvoch verziách označovaných DMR 4. generácie (DMR 4G) a DMR 5. generácie (DMR 5G). DMR 4G má rozlíšenie 5 x 5 m, DMR 5G je ešte podrobnejšie a jeho rozlíšenie je 1 x 1 m. Modely s väčším rozlíšením už neposkytujú dostatočné informácie o detailnej morfológii pozemkov, nie je možné zachytiť menšie korytnačky a predpovedať menšie erózne ryhy.⁴⁵



Obrázok č. 18 Hodnoty LS faktoru na celé územie K. Ú. Ketkovice pred protieróznym opatrením a hodnoty LS faktoru na záujmovom území po návrhu protieróznych opatrení.

⁴⁴ HOLÝ, M., Eroze a životní prostředí. Praha. České vysoké učení technické. 1994. ISBN 80-01-01078-3. Dostupné na internete: <https://www.spucr.cz/frontend/webroot/uploads/files/2016/06/pn_me_015-metodikapu20163385.pdf>

⁴⁵ DOSTÁL, T., a kol. *Využití dat a nástrojů GIS a simulačních modelů k navrhování TPEO*. Praha. Vyd. Powerprint, s. r. o., Praha 6 – Suchbátka. 2014. s. 30. ISBN 978-80-87361-30-6.

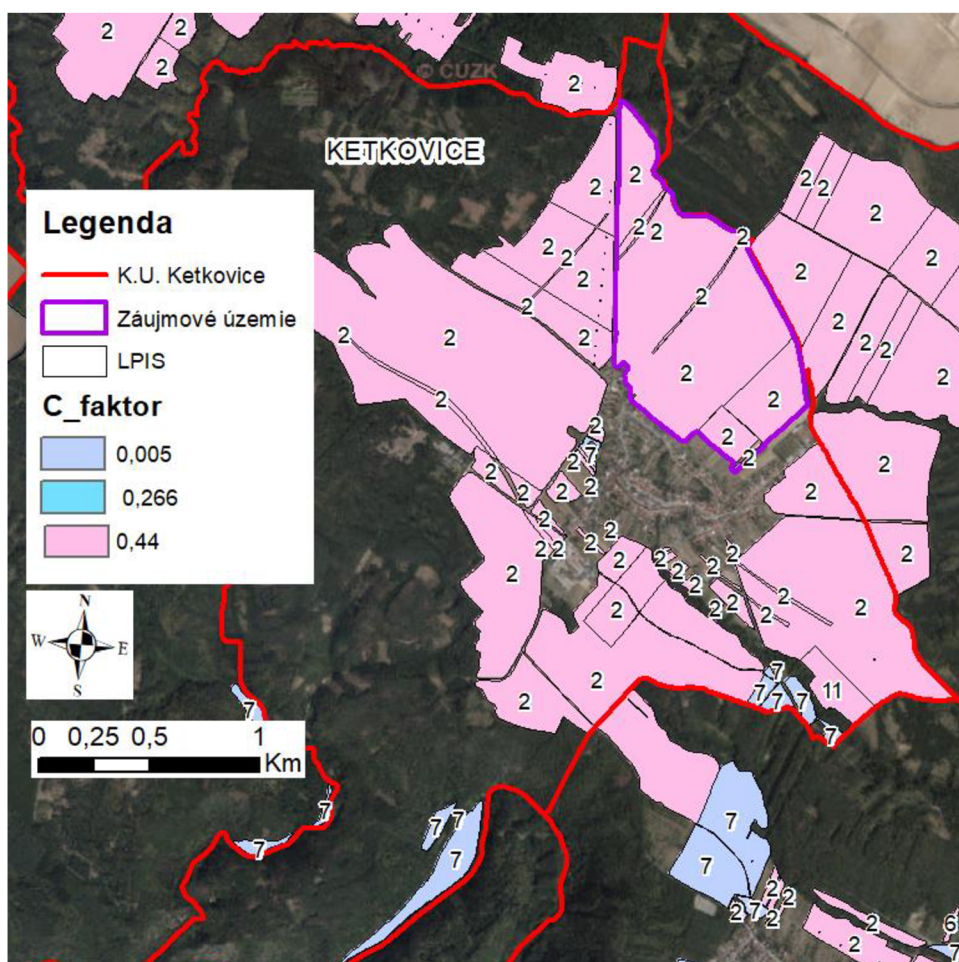
7.4 Faktor ochranného vplyvu vegetácie

Vegetácia má priamy aj nepriamy vplyv na ochranu pôdy pred eróziou. Vegetačný kryt priamo chráni pôdu pred dopadajúcimi kvapkami dažďa a spomaľuje rýchlosť povrchového odtoku. Potrebné údaje sa môžu určiť na základe priemerného zastúpenia plodín v lokalite.

Tabuľka č. 6 Priradené hodnoty faktoru C k plodinám

Plodina	Kukurica na zrno	Pšenica ozimná	Tráva	Prieleh
C_faktor	0,44	0,266	0,005	0,005

Faktor C (Obr. 19).možno získať na základe údajov od poľnohospodárskych subjektov. Ak nie je možné poskytnúť informácie o orbe na pôdnych blokoch, je možné stanoviť priemerné ročné hodnoty faktora C pre každý klimatický región.



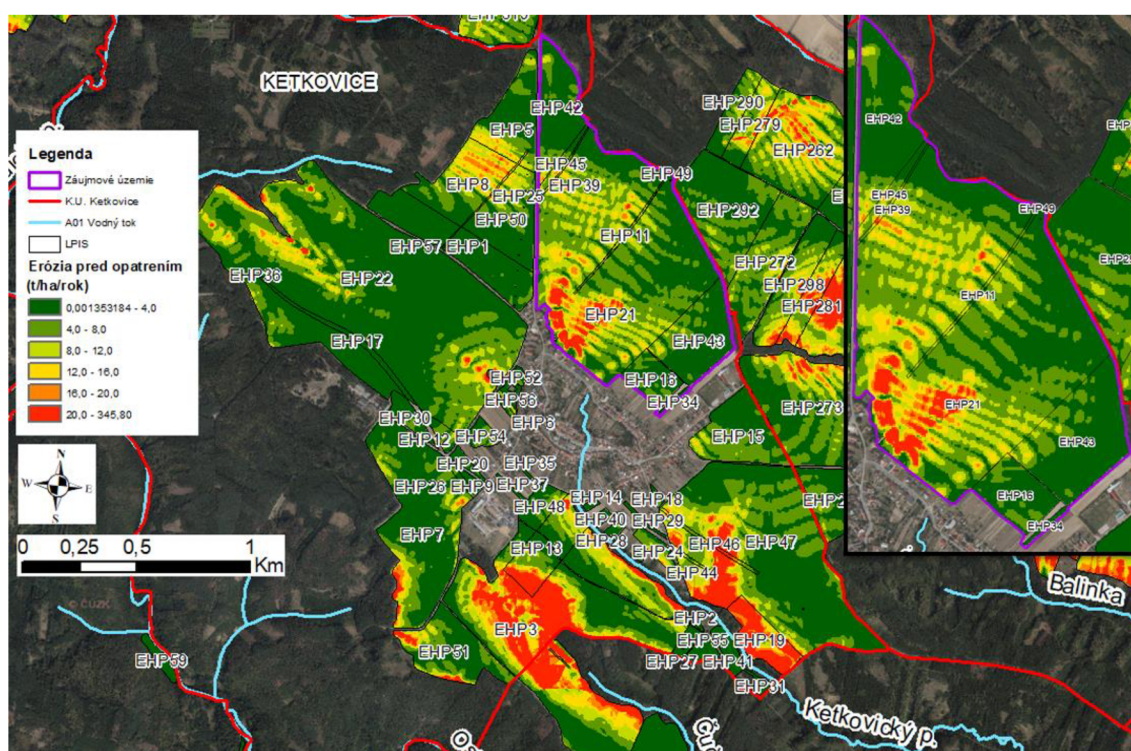
Obrázok č. 19 Hodnoty vyjadrujúce súčasnú hodnotu faktora ochranného vplyvu vegetácie a agrotechniky C.

7.5 Faktor účinnosti protieróznych opatrení

Ak na pozemku nie sú zavedené žiadne protierózne opatrenia, hodnota faktora P sa rovná jednej. Ak sa uplatnia protierózne opatrenia, hodnota faktora P je menšia ako jedna.⁴⁶

8 Vyhodnotenie straty pôdy po opatrení

V danej kapitole sa zameriavam na grafické znázornenie erózných pomerov, straty pôdy podľa výpočtu M. Janečka (2012) na celom K. Ú. Ketkovice. Záujmové územie v ktorom riešim návrh protieróznych opatrení je definované s označením EHP s číslami EHP11, EHP16, EHP21, EHP34, EHP39, EHP42, EHP43, EHP45, EHP49.



Obrázok č. 20 Erózne pomery súčasného stavu

Červenou farbou sú zvýraznené miesta, kde vzniká najväčší odnos pôdy vplyvom vodnej erózie. Oranžová farba nám znázorňuje miesta, ktoré sú mierne poškodené vodnou eróziou. Plochy s najmenším odnosom pôdy spôsobené vodnou eróziou sú zvýraznené zelenou farbou. Aktuálna mapa nám ukazuje erózne pomery vplyvom vodnej erózie.

⁴⁶ Tamtiež. JANEČEK, M., a kol., *Ochrana zemědělské půdy před erozí. metodika*. 1. vyd. Praha. Česká zemědělská univerzita. Praha. Fakulta životního prostředí. vyd. Powerprint. 2012. s. 24. ISBN 978-80-87415-42-9

Tabuľka č. 7 Pôvodná erózia pred opatrením

číslo	EHP	Plocha [m ²]	MEAN	číslo	EHP	Plocha [m ²]	MEAN	číslo	EHP	Plocha [m ²]	MEAN
1	EHP1	114250	1,83	46	EHP46	6700	14,23	91	EHP269	161075	25,04
2	EHP2	2100	0,12	47	EHP47	456100	7,58	92	EHP270	63550	3,70
3	EHP3	502325	13,19	48	EHP48	24050	3,72	93	EHP271	524175	15,04
4	EHP4	1875	3,32	49	EHP49	125	1,09	94	EHP272	105425	5,44
5	EHP5	82025	4,65	50	EHP50	83875	4,56	95	EHP273	203825	6,78
6	EHP6	2700	4,05	51	EHP51	90350	5,99	96	EHP274	133050	8,42
7	EHP7	239000	4,13	52	EHP52	4425	4,08	97	EHP275	132350	5,92
8	EHP8	87700	8,68	53	EHP53	1425	2,73	98	EHP276	12925	2,23
9	EHP9	4650	2,11	54	EHP54	12750	4,09	99	EHP277	221225	5,46
10	EHP10	550	0,06	55	EHP55	10450	0,07	100	EHP278	260175	15,77
11	EHP11	6500	6,19	56	EHP56	5525	0,18	101	EHP279	36975	8,23
12	EHP12	11725	4,30	57	EHP57	350	1,02	102	EHP280	10325	7,07
13	EHP13	68725	10,53	58	EHP58	10200	0,06	103	EHP281	44550	13,38
14	EHP14	2250	2,32	59	EHP59	10175	0,04	104	EHP282	39925	7,20
15	EHP15	87675	4,22	60	EHP60	5000	0,04	105	EHP283	46375	9,31
16	EHP16	36000	3,35	61	EHP61	7825	0,23	106	EHP284	42125	10,25
17	EHP17	15400	0,92	62	EHP62	9625	13,07	107	EHP285	5450	0,05
18	EHP18	2450	3,56	63	EHP63	2600	4,50	108	EHP286	197625	6,09
19	EHP19	49625	26,56	64	EHP64	10150	0,27	109	EHP287	2025	8,81
20	EHP20	6825	3,02	65	EHP65	75475	0,27	110	EHP288	239225	7,66
21	EHP21	565300	7,67	66	EHP66	3725	26,80	111	EHP289	273225	17,35
22	EHP22	847275	3,88	67	EHP67	62975	7,72	112	EHP290	32700	4,24
23	EHP23	75250	0,06	68	EHP68	6000	6,23	113	EHP291	360450	14,03
24	EHP24	15225	6,67	69	EHP69	3375	3,86	114	EHP292	143350	3,18
25	EHP25	4050	7,54	70	EHP70	25450	20,08	115	EHP293	71875	17,96
26	EHP26	5325	3,11	71	EHP71	21575	12,20	116	EHP294	27900	8,47
27	EHP27	9000	0,10	72	EHP72	101900	0,26	117	EHP295	2125	0,81
28	EHP28	3725	2,62	73	EHP73	160500	7,39	118	EHP296	62750	9,67
29	EHP29	2050	2,92	74	EHP74	78700	0,18	119	EHP297	4675	24,08
30	EHP30	17825	2,55	75	EHP75	4125	4,70	120	EHP298	71225	7,22
31	EHP31	5425	0,14	76	EHP76	345200	20,14	121	EHP299	350	2,41
32	EHP32	12250	0,25	77	EHP77	6775	0,05	122	EHP300	196125	18,83
33	EHP33	1050	1,90	78	EHP78	4175	0,22	123	EHP301	62150	10,51
34	EHP34	2525	2,12	79	EHP79	2425	0,08	124	EHP302	12600	3,11
35	EHP35	975	1,13	80	EHP80	19050	6,97	125	EHP303	56150	4,29
36	EHP36	500	0,74	81	EHP259	67000	4,45	126	EHP304	24950	11,91
37	EHP37	2625	2,42	82	EHP260	106375	16,95	127	EHP305	1950	4,41
38	EHP38	2075	7,79	83	EHP261	1400	2,96	128	EHP306	47100	5,00
39	EHP39	3275	7,14	84	EHP262	171475	9,55	129	EHP307	113250	6,08
40	EHP40	3700	2,52	85	EHP263	89575	2,59	130	EHP308	208325	7,64
41	EHP41	14300	0,11	86	EHP264	22475	17,02	131	EHP309	93450	5,78
42	EHP42	84025	2,96	87	EHP265	26025	2,96	132	EHP310	150	0,74
43	EHP43	92950	2,96	88	EHP266	1200	3,02	133	EHP311	2025	2,62
44	EHP44	2725	10,24	89	EHP267	57125	10,64	134	EHP312	25	0,13
45	EHP45	9850	6,79	90	EHP268	51075	11,03	135	EHP313	27525	9,64

Poznámka: MEAN - Priemerná strata pôdy [t.ha⁻¹.rok⁻¹]

8.1 Dimenzovanie prielehu

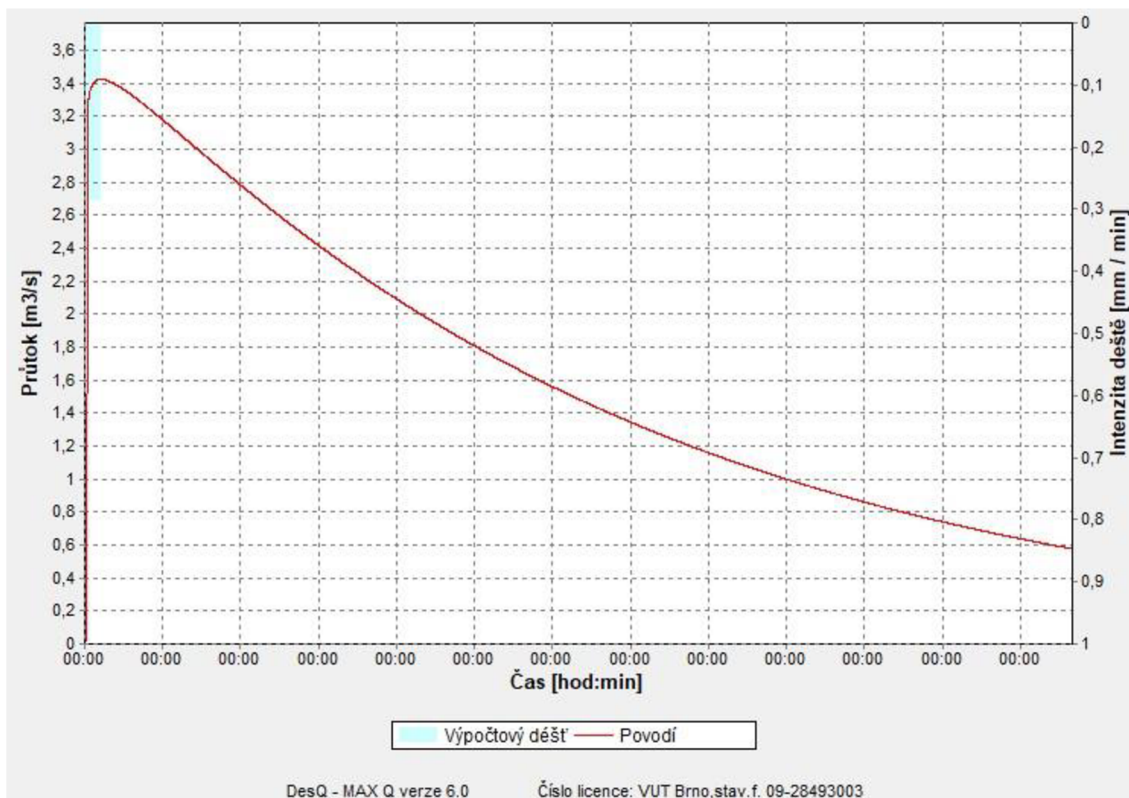
Pre návrh prielehu som navrhla sklon svahu v pomere 1:4 a šírku prielehu o rozmere 0,5 m, kde dĺžka prielehu je 1,1 km. Vypočítala som navrhovaný storočný prietok v programe DesQ o hodnote $3,42 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pre daný prielehu.

Tabuľka č. 8 Dimenzie prielehu vstupné hodnoty

VSTUPNÍ VELIČINY		Povodi	Jednotky
F	plocha povodi	49,40	[km ²]
F _s	plocha svahu	49,40	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu	3,0	[%]
γ	drsnotní charakteristika	8,00	[sec]
L _u	délka údolnice	1,10	[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	0,50	[%]
CN _{typ}	typ odtokové křivky(1,2,3)	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky	81,0	[...]
N	doba opakování	5	[roky]
		10	
		20	
		50	
		100	
H _{1d5}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=5	50,7	[mm]
H _{1d10}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=10	60,8	[mm]
H _{1d20}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=20	71,3	[mm]
H _{1d50}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=50	84,2	[mm]
H _{1d100}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=100	94,4	[mm]

Tabuľka č. 9 Dimenzie prielehu výstupné hodnoty

VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		Povodi	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ	81,0	[...]
R _p	potenciální retence povodi	59,6	[mm]
L _s	průměrná délka svahu	44,91	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku	45,51	[km]
Kritický dešť			
t _{dk}	doba trvání deště	8021	[min]
i _{dk}	intenzita deště	0,013	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště	104,9	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze	911	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku	7110	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku	0,008	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku	56,6	[mm]
Výpočtový dešť			
t _s	doba trvání deště	300	[min]
i _s	intenzita deště	0,286	[mm.min ⁻¹]
H _s	výška deště	85,8	[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	42	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	258	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0,159	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	40,9	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	1593	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0,159	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	40,9	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0,004	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	3,42	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm			
W _{PVT}	objem povodňové vlny	2,02	[10 ⁶ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	258	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	17944	[min]
t _{ch}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	18202	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d100}			
W _{PVT}	objem povodňové vlny	2,37	[10 ⁶ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	258	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	17944	[min]
t _{ch}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	18202	[min]

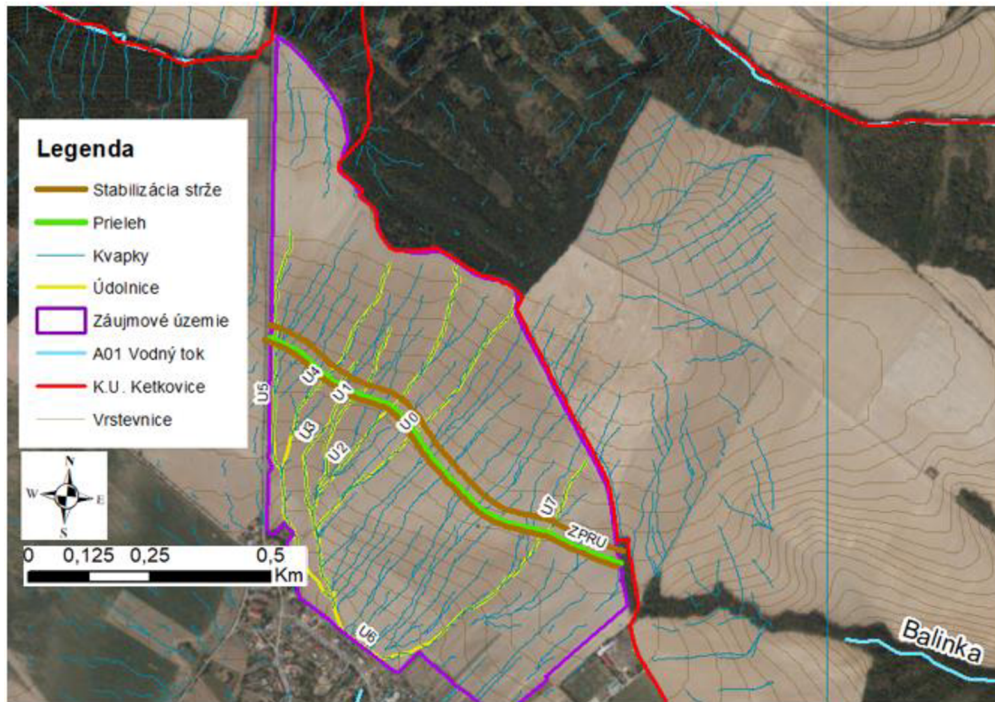


Obrázok č. 21 Výsledný graf dimenzie prielehu

8.2 Varianty návrhu opatrení na zvolenom území

Zvolila som štyri varianty návrhu opatrení zamerané na pásové striedanie plodín, kde prvé dva varianty striedajú pásy plodín (pšenice, kukurice, trvalý trávnatý porast). Variant tretí a štvrtý strieda pásy plodín (pšenice, kukurice, trvalý trávnatý porast) je doplnený o líniový prvok (prieleh). Vo všetkých štyroch variantoch je navrhnuté ochranné zatrávnenie v hornej časti záujmového územia P19 a v spodnej časti záujmového územia P1.

Jednotlivé varianty sú v miernom sklone od vrstevníc práve kvôli tomu, aby sme mohli porovnať stav s líniovým prvkom (prieleh). Vytvorením záchytného prielehu sa odvedie povrchová voda mimo obce do potoka Balinka na východe záujmového územia Ketkovice. Voda bude odvedená záchytným prielehom do medze a potom priepustkom pod cestou až do strže, kde bude vykonaná stabilizácia strže kamennou rovnatinou spolu s priečnymi prahmi (Obr. 9).



Obrázok č. 22 Situácia záchytného prielehu s označeným smerom odtoku údolnic

Variant prvý je striedanie pásov kukurice o rozmere v šírke 40 m a pásov pšenice o rozmere v šírke 40 m. Pri striedaní daných plodín tento variant nie je dostatočne účinný, nakoľko dochádza k miernej erózii pôdy.

Variant druhý je striedanie pásov kukurice, pšenice a trvale trávnaté pásy. Tento spôsob striedania plodín je efektívnejší ako prvý variant. Tento variant obsahuje každý tretí pás trvalý trávnatý porast o šírke 40 m, ktorý ma dobrú vsakovaciu vlastnosť, čo zabraňuje zmiernenie odnosu pôdy a vzniku erózie. Vzďialenosť medzi jednotlivými trávnatými pásmi je približne 200 m.

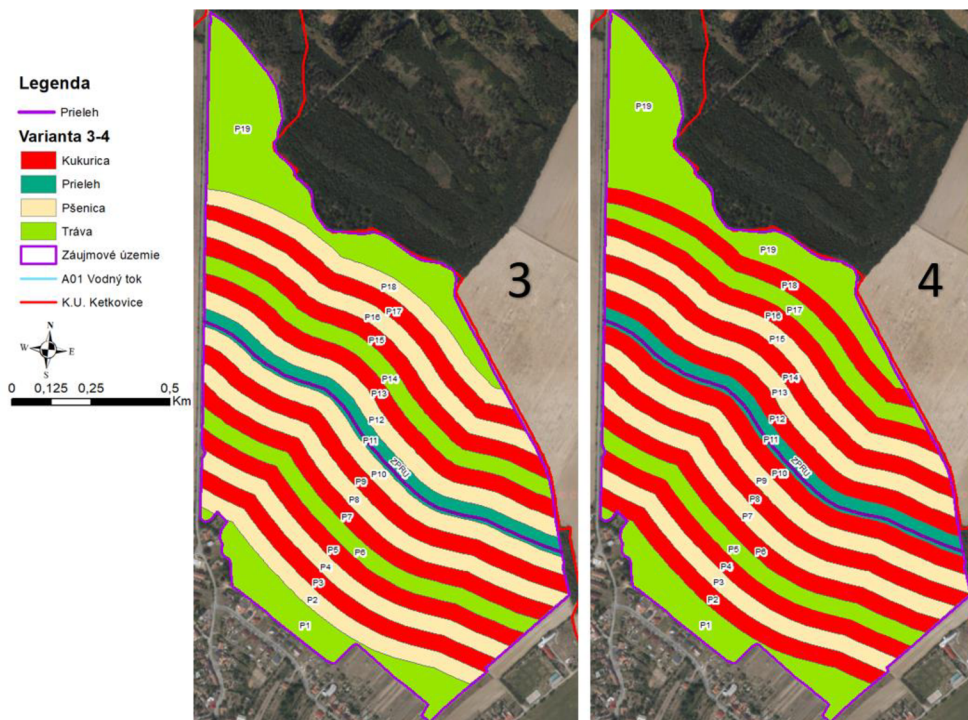
Tretí variant strieda pásy kukurice, pšenice a trvale trávnaté pásy spolu s protieróznym prielehom. V treťom variante umiestňujeme dva trávnaté pásy z ktorých prvý je 160 m od líniového prvku (prielehu) a 160 m od severnej časti obce. Druhý trávnatý pás je umiestnený 80 m od líniového prvku (prielehu) a 160 m od severnej časti záujmového územia. Šírka trávnatých pásov je navrhnutá o rozmere 40 m. V blízkosti líniového prvku (prielehu), bude vysadená plodina pšenica o šírke 40 m a následne sa bude striedať s kukuricou o v šírke 40 m.

Štvrtý variant strieda pásy kukurice, pšenice a trvale trávnaté pásy spolu s protieróznym prielehom. Umiešňujeme dva trávnaté pásy z ktorých prvý je vo vzdialenosti 200 m od líniového prvku (prielehu) a 120 m od severnej časti obce. Druhý

trávnatý pás je umiestnený 200 m od líniového prvku (priehlu) a 40 m od severnej časti záujmového územia. Šírka trávnatých pásov je navrhnutá o rozmere 40m. V blízkosti líniového prvku (priehlu), ktorý má šírku 40 m je umiestnená kukurica o šírke 40 m a následne sa strieda s pšenicom o šírke 40 m.



Obrázok č. 23 Variant 1 a 2 striedania plodín



Obrázok č. 24 Variant 3 a 4 striedania plodín

Z tabuľky č 10. vychádzajú výsledky variant tri a štyri kde môžeme zhodnotiť plochy pásov kukurice, pšenice, trávy a prielehu. Variant tri obsahuje rovnaký počet pásov kukurice a pšenice ozimnej. Variant štyri obsahuje o 1 pás kukurice navyiac.

Tabuľka č. 10 Porovnanie plôch jednotlivých riešených variant.

Variant 1				Variant 2			
Pásky	C_faktor	Plocha (ha)	Typ plodín	Pásky	C_faktor	Plocha (ha)	Typ plodín
P1	0,005	4,47506	tráva	P1	0,005	4,47506	tráva
P2	0,61	3,20442	kukurica	P2	0,61	3,20442	kukurica
P3	0,12	3,34054	pšenica	P3	0,12	3,34054	pšenica
P4	0,61	3,46862	kukurica	P4	0,61	3,46862	kukurica
P5	0,12	3,64128	pšenica	P5	0,12	3,64128	pšenica
P6	0,61	3,80683	kukurica	P6	0,61	3,80683	kukurica
P7	0,12	3,98647	pšenica	P7	0,005	3,98647	tráva
P8	0,61	4,14391	kukurica	P8	0,61	4,14391	kukurica
P9	0,12	4,20885	pšenica	P9	0,12	4,20885	pšenica
P10	0,61	4,1686	kukurica	P10	0,61	4,1686	kukurica
P11	0,12	4,13401	pšenica	P11	0,12	4,13401	pšenica
P12	0,61	4,10167	kukurica	P12	0,61	4,10167	kukurica
P13	0,12	4,0625	pšenica	P13	0,005	4,0625	tráva
P14	0,61	4,03325	kukurica	P14	0,61	4,03325	kukurica
P15	0,12	3,99577	pšenica	P15	0,12	3,99577	pšenica
P16	0,61	3,83834	kukurica	P16	0,61	3,83834	kukurica
P17	0,12	3,6662	pšenica	P17	0,12	3,6662	pšenica
P18	0,61	3,56393	kukurica	P18	0,61	3,56393	kukurica
P19	0,005	10,5163	tráva	P19	0,005	10,4608	tráva
	TRÁVA	14,99136	ha		TRÁVA	18,92233	ha
	KUKURICA	34,32957	ha		KUKURICA	34,32957	ha
	PŠENICA	31,03562	ha		PŠENICA	22,98665	ha

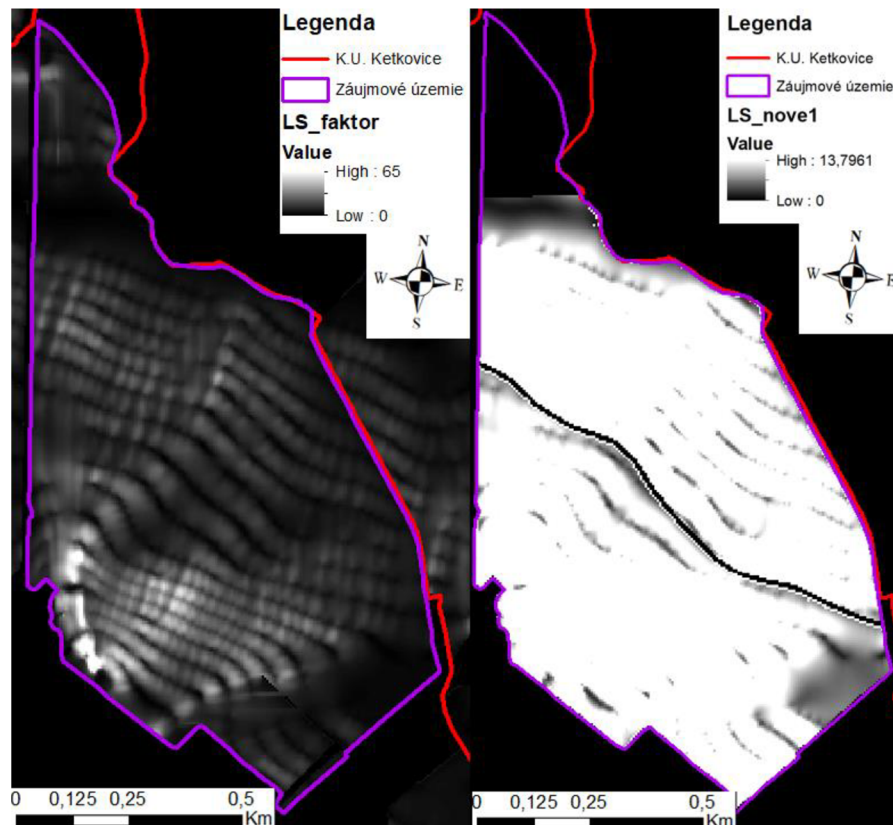
Variant 3				Variant 4			
Pásky	C_faktor	Plocha (ha)	Typ plodín	Pásky	C_faktor	Plocha (ha)	Typ plodín
P1	0,005	4,47506	tráva	P1	0,005	4,54303	tráva
P2	0,12	3,20442	pšenica	P2	0,61	3,20442	kukurica
P3	0,61	3,34054	kukurica	P3	0,12	3,34054	pšenica
P4	0,12	3,46862	pšenica	P4	0,61	3,46862	kukurica
P5	0,61	3,64128	kukurica	P5	0,005	3,64128	tráva
P6	0,005	3,80683	tráva	P6	0,61	3,80683	kukurica
P7	0,61	3,98647	kukurica	P7	0,12	3,98647	pšenica
P8	0,12	4,14391	pšenica	P8	0,61	4,14391	kukurica
P9	0,61	4,20885	kukurica	P9	0,12	4,20885	pšenica
P10	0,12	4,16552	pšenica	P10	0,61	4,16538	kukurica
P11	0,005	4,1371	prieleh	P11	0,005	4,13723	prieleh
P12	0,12	4,10167	pšenica	P12	0,61	4,10167	kukurica
P13	0,61	4,0625	kukurica	P13	0,12	4,0625	pšenica
P14	0,005	4,03325	tráva	P14	0,61	4,03325	kukurica
P15	0,61	3,99577	kukurica	P15	0,12	3,99577	pšenica
P16	0,12	3,83834	pšenica	P16	0,61	3,83834	kukurica
P17	0,61	3,6662	kukurica	P17	0,005	3,66615	tráva
P18	0,12	3,56393	pšenica	P18	0,61	3,56325	kukurica
P19	0,005	10,5002	tráva	P19	0,005	10,5336	tráva
	TRÁVA	22,81534	ha		TRÁVA	22,38406	ha
	KUKURICA	26,90161	ha		KUKURICA	34,32567	ha
	PŠENICA	26,48641	ha		PŠENICA	19,59413	ha
	PRIELEH	4,1371	ha		PRIELEH	4,13723	ha

8.3 Výpočet straty pôdy pre jednotlivé varianty návrhu opatrenia

Úlohou diplomovej práce bolo vymodelovať vodnú eróziu a navrhnúť protierózne opatrenia vo vybranom katastrálnom území Ketkovice. K modelovaniu bolo vybrané územie v severnej časti obce Ketkovice. Do protieróznych opatrení bolo zaradené pásové striedanie plodín. Ako plodiny boli navrhnuté pšenica ozimná a kukurica v kombinácii s trvale trávnatými pásmi ochranného zatrávnenia v hornej časti pozemku a v spodnej časti pozemku (priamo nad obcou). Do protierózneho opatrenia bol zaradený vo variantách tri a štyri aj líniový prvok (prieleh).

Na určenie hodnoty faktora K je potrebné poznať HPJ (2 a 3 čísla kódu BPEJ). Hodnoty K faktora sú nezmenené a zostávajú rovnaké v pôvodnom stave pred použitím opatrení aj po aplikovaní všetkých štyroch variantov.

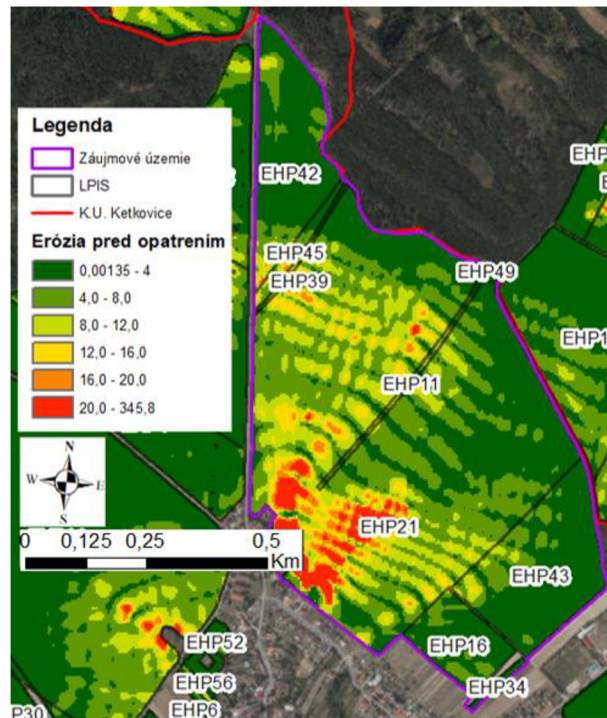
Výpočet straty pôdy pre uvedené štyri varianty návrhu opatrenia bol vykonaný podľa rovnice USLE2D. V prvých dvoch variantoch som počítala s LS faktorom s hodnotou 65. Tieto varianty neobsahujú protierózy líniový prvok. Variant tri a štyri obsahuje protierózny líniový prvok, ale je nutné spočítať nový topografický faktor LS, ktorý sme získali na základe analýzy digitálneho modelu terénu s využitím programu USLE2D. Po aplikovaní opatrení došlo k poklesu na hodnotu 13.



Obrázok č. 25 Hodnoty LS faktoru pre variant 1 a 2 (vľavo) a variant 3 a 4 (vpravo)

K jednotlivým plodinám som priradila hodnoty faktora C podľa tabuľky č. 6 uvedenej v kapitole č. 7.4 Faktor ochranného vplyvu vegetácie.

Faktorom R a P nie sú vytvorené rastrové vrstvy. Do rovnice výpočtu som doplnila ako konštanty podľa M. Janečka (2012) pre faktor R pridanú hodnotu $40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ a pre faktor P po návrhu protierózných opatrení sa zmení jej pridaná hodnota na 0,6. Výsledný tvar rovnice po dosadení hodnôt: $G = 40 * \text{faktor}_K * \text{faktor}_{LS} * \text{faktor}_C * 0,6$



Obrázok č. 26 Súčasný stav pred navrhnutím opatrenia na zvolenom záujmovom území

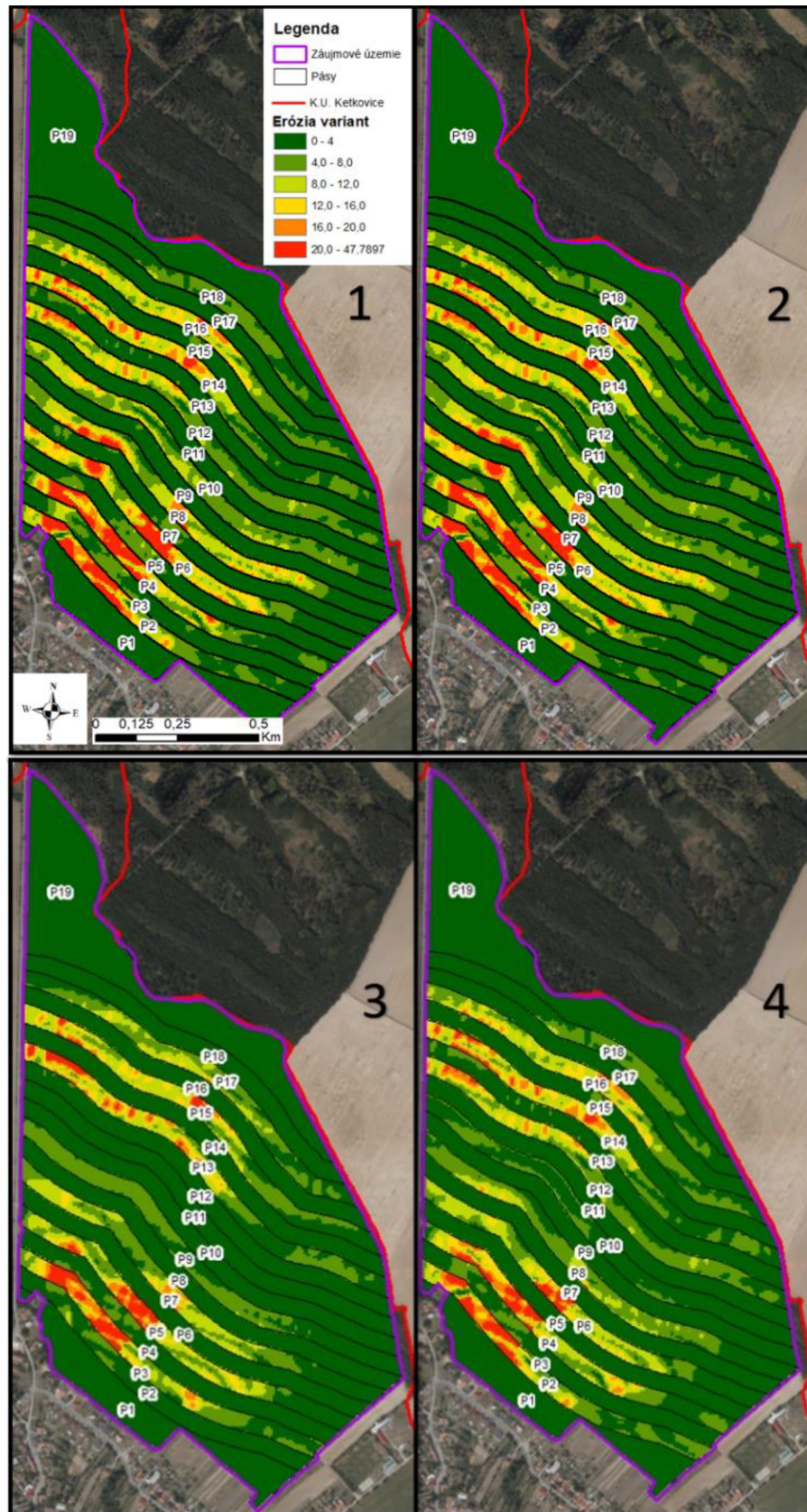
Vzniknutá erózia pôdy spôsobuje veľké problémy nielen poľnohospodárom, ale aj obyvateľom v severnej časti obce Ketkovice. Na danom obrázku č.26 môžeme vidieť zvýraznenými tmavými farbami, kde dochádza k najväčšiemu odnosu pôdy vplyvom vodnej erózie. Vypočítané výsledky potvrdili ohrozenosť pôdy vodnou eróziou v danej lokalite. Nadpolovičná väčšina pôdnych blokov je ohrozená silno až extrémne. Dlhodobé priemerné straty pôdy presahujú hodnoty vyše 4 t. ha⁻¹ za rok. Cieľom ochrany proti erózii pôdy je znížiť stratu pôdy vodnou eróziou pod limit daný maximálnou prípustnou stratou.

Tabuľka č. 11 Pôvodná erózia na záujmovom území

Objekt	Pásky	Plocha (m ²)	Priemerná strata pôdy (t/ha/rok)
11	EHP11	6500	6,19
16	EHP16	36000	3,35
21	EHP21	565300	7,67
34	EHP34	2525	2,12
39	EHP39	3275	7,14
42	EHP42	84025	2,96
43	EHP43	92950	2,96
45	EHP45	9850	6,79
49	EHP49	125	1,09

Pomocou daného návrhu dôjde k zníženiu vodnej erózie pomocou zatrávnenia a pôdoochranných technológií. Na obrázku č. 27 označenom jeden a dva variant dochádza k zníženiu odnosu pôdy na miestach kde je vysadená pšenica, alebo sa tam

nachádza trvalo trávnatý pás. Zelenou farbou sú znázornené plochy na ktorých nebude dochádzať k vysokej erózií.



Obrázok č. 27 Variant erózných pomerov

Vo variante jedna a dva môžeme vidieť straty pôdy označené červenou farbou. V treťom a štvrtom variante došlo k výraznému poklesu vodnej erózie a úbytku červenej farby dôsledkom umiestnenia prielehu na páse P11. V treťom a štvrtom variante som výpočtom získala štvornásobné zníženie vodnej erózie pod prielehom na pásoch P9 a P10. V treťom variante na pásoch P12 nad prielehom sa znížila vodná erózia dvojnásobne a dochádza k nárastu zelenej farby. V dôsledku zmeny umiestnenia plodín z kukurice na pšenicu ozimnú.

Po návrhu protierózných opatrení by bola podľa výpočtov viac ako polovica pôdnych blokov ohrozená len veľmi slabo a hodnoty dlhodobej priemernej straty pôdy neprekročia $1 \text{ t ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$. Druhá menšia časť pôdnych blokov by bola ohrozená slabo až stredne a hodnoty dlhodobej priemernej straty pôdy neprekračovali $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

V tabuľke č. 12 dochádza k poklesu hodnôt na páse P11 vplyvom situovaného prielehu. Následne na všetkých pásoch, kde vplyvom zmeny výsadby z kukurice na pšenicu a trvalo trávnatý pás nastane zníženie odnosu pôdy na celom záujmovom území.

Tabuľka č. 12 Varianty erózných pomerov

Pásky	Plocha (m ²)	Minimum	Maximum	Priemerná strata pôdy (t/ha/rok)	Pásky	Plocha (m ²)	Minimum	Maximum	Priemerná strata pôdy (t/ha/rok)
P1	45375	0,0000	1,3903	0,1191	P1	45375	0	1,39033	0,119136
P2	32275	0,0000	76,0862	12,6350	P2	32275	0	76,0862	12,6350
P3	33200	0,0000	15,6013	2,6815	P3	33200	0	15,6013	2,6815
P4	34575	0,0000	72,3056	12,7759	P4	34575	0	72,3056	12,7759
P5	36475	0,0000	10,0326	2,4819	P5	36475	0	10,0326	2,4819
P6	38025	0,9093	50,5822	11,9895	P6	38025	0,909284	50,5822	11,9895
P7	39950	0,2179	8,4889	2,0560	P7	39950	0,009081	0,3537	0,0857
P8	41450	0,3903	29,9167	9,1564	P8	41450	0,39032	29,9167	9,1564
P9	42100	0,0684	4,3143	1,4475	P9	42100	0,068407	4,31433	1,4475
P10	41525	1,1548	18,5609	6,9012	P10	41525	1,154835	18,5609	6,9012
P11	41500	0,1747	3,8595	1,5194	P11	41500	0,174653	3,85953	1,5194
P12	40950	0,9549	21,7752	7,8768	P12	40950	0,954904	21,7752	7,8768
P13	40575	0,1962	5,7246	1,8527	P13	40575	0,008173	0,23853	0,0772
P14	40600	1,4265	26,8171	9,5966	P14	40600	1,426465	26,8171	9,5966
P15	40000	0,1994	7,1823	1,7573	P15	40000	0,199422	7,18226	1,7573
P16	38200	1,0273	22,8401	8,6177	P16	38200	1,027303	22,8401	8,6177
P17	36800	0,2589	3,4459	1,1681	P17	36800	0,258938	3,44593	1,1681
P18	35625	0,5243	10,1696	3,6357	P18	35625	0,524298	10,1696	3,6357
P19	105225	0,0000	0,1452	0,0251	P19	105050	0	0,14517	0,0251
			Priemer=	5,1733				Priemer=	4,9762

Variant 3 priemerná erózia straty pôdy					Variant 4 priemerná erózia straty pôdy				
Pásky	Plocha (m ²)	Minimum	Maximum	Priemerná strata pôdy (t/ha/rok)	Pásky	Plocha (m ²)	Minimum	Maximum	Priemerná strata pôdy (t/ha/rok)
P11	41500	0	0,159161	0,047934	P1	45375	0,003764	0,87743	0,098871
P1	45375	0,003764	0,877433	0,098871	P2	32275	1,332983	47,7897	10,73988
P2	32275	0,262226	9,401256	2,112764	P3	33200	0,168167	8,28832	2,240712
P3	33200	0,854847	42,13228	11,39029	P4	34575	0,876424	38,8499	10,74773
P4	34575	0,172411	7,642601	2,114307	P5	36475	0,007463	0,24717	0,078981
P5	36475	0,910475	30,15517	9,635688	P6	38025	0,898983	32,4713	8,408973
P6	38025	0,007369	0,266158	0,068926	P7	39950	0,204354	4,84557	1,373048
P7	39950	1,038799	24,63163	6,979662	P8	41450	0,374847	17,7793	5,732363
P8	41450	0,07374	3,49757	1,127678	P9	42100	0,066369	1,85179	0,806308
P9	42100	0,337374	9,413243	4,098732	P10	41525	0,79073	5,81857	3,076131
P10	41525	0,155553	1,144637	0,60514	P11	41500	0	0,15916	0,047934
P12	40950	0,18785	4,283637	1,54962	P12	40950	0,954904	21,7752	7,877236
P13	40575	0,99714	29,10007	9,418586	P13	40575	0,196159	5,7246	1,852836
P14	40600	0,011692	0,219887	0,078674	P14	40600	1,426465	26,8262	9,598265
P15	40000	1,013728	36,51453	8,934885	P15	40000	0,199422	7,18319	1,757682
P16	38200	0,202092	4,49393	1,695896	P16	38200	1,027303	22,8442	8,620804
P17	36800	1,316266	17,59377	5,94001	P17	36800	0,010789	0,14421	0,048689
P18	35625	0,103141	2,000571	0,715734	P18	35625	0,524298	10,1696	3,638317
P19	104950	0	0,077009	0,0096	P19	105175	0	0,07701	0,009535
			Priemer=	3,5065				Priemer=	4,0397

Tabuľka č. 13 Štatistické vyhodnotenie erózných pomerov záujmovom území

	Plocha (m ²)	Minimum	Maximum	Priemerná strata pôdy (t/ha/rok)	Smerodatná odchylka
Erózia pôvodná	804200,0	0,178	123,276	6,395	6,131
Varianta 1	804200,0	0,000	76,086	4,631	6,280
Varianta 2	804200,0	0,000	76,086	4,444	6,371
Varianta 3	804200,0	0,000	42,132	3,353	4,912
Varianta 4	804200,0	0,000	47,790	3,853	5,114

Tabuľka č. 13 nám popisuje priemernú dlhodobú stratu pôdy, ktorá mi vyšla najvhodnejšia pre varianty tri a štyri. Obidve varianty spĺňajú prípustnú hranicu dlhodober straty pôdy. Najnižšia priemerná dlhodobá strata pôdy mi vyšla pre variant tri s hodnotou 3,35 t ha⁻¹ rok⁻¹, ktorý obsahuje rovnaký počet pásov kukurice a pšenice. Tento variant by som odporučila ako vhodný k aplikovaniu na záujmovom území, kde je navrhnuté striedanie pásov kukurice, pšenice a trvale trávnaté pásy spolu s protieróznym prielehom. V treťom variante umiestňujeme dva trvale trávnaté pásy z ktorých prvý je 160 m pod líniovým prvkom (prieleh) a 160 m od severnej časti obce.

Druhý trvale trávnatý pás je umiestnený 80 m nad líniovým prvkom (prieleh) a 160 m od severnej časti záujmového územia. Šírka trvale trávnatých pásov je navrhnutá o rozmere 40 m. V blízkosti líniového prvku (prielehu), bude vysadená plodina pšenica o šírke 40 m a následne sa bude striedať s kukuricou v šírke 40 m.

Účinky aplikácie pôdoochranných technológií v kombinácii s líniovými prvkami a zatrávňovacími pásmi spôsobia zníženie straty pôdy na danom území s následkom zlepšenia kvality pôdy a zvýšenie produktivity pôdy. Zo štyroch navrhnutých variantov sme vybrali najlepší variant s označením tri alebo štyri.

9 Záver

Cieľom diplomovej práce je vypracovať erózne odtokové pomery a opatrenia, ktoré ochránia pôdu pred vodnou eróziou za účelom podpory infiltrácie a obmedzenia povrchového odtoku so zameraním na pásové striedanie plodín. Erózia pôdy spôsobuje škody, ktoré spôsobujú vysoké ekonomické náklady na odstránenie straty pôdy a úrodnosti pôdy. V diplomovej práci som sa snažila navrhnúť opatrenia, ktoré tieto straty znížia a zabránia zvyšovaniu ekonomických nákladov spôsobených vodnou eróziou. Vyhodnotili sme účinky aplikácie pôdoochranných technológií v kombinácii s líniovými prvkami a zatrávňovacími pásmi. Kombinácia účinkov aplikácie má výrazný vplyv na odtokové pomery na danom území.

Líniové prvky a trvalo zatrávnené pásy sú ideálnym opatrením v boji proti vodnej erózií. Katastrálne územie Ketkovice by bolo vhodné zaradiť do komplexných pozemkových úprav. Realizácia pozemkových úprav je časovo, administratívne a finančne veľmi náročná, ale v dnešnej dobe v boji proti vodnej erózií nepostrádateľná a dôležitá.

V danej diplomovej práci som pracovala s údajmi, ktoré som spracovala a vyhodnotila v programe ArcGIS pomocou programu USLE. Táto metóda je moderná verzia, ktorá sa pri spracovaní diplomovej práce osvedčila ako vhodná. V programe ArcGIS je možnosť stanoviť veľké množstvo analýz a jej výsledky je možné vhodne graficky interpretovať.

Zo získaných modelových výsledkov, ktoré som navrhla v katastrálnom území Ketkovice, by sme mohli následne danú lokalitu zaradiť medzi oblasť erózne neohrozenú. Boli navrhnuté účinné protierózne opatrenia, ktoré prípustnú hranicu ohrozenia neprekročia. Z daných výsledkov vyplýva, že odtok vody z celkovej plochy územia výrazne klesol. Daný cieľ diplomovej práce bol úspešne dosiahnutý.

10 Zoznam bibliografických odkazov

Knižné zdroje/Monografie

1. JANEČEK, M. a kol., Ochrana zemědělské půdy před erozí. metodika. 1. vyd. Praha. Česká zemědělská univerzita Praha. Fakulta životního prostředí. vyd. 2012. s. 29. ISBN 978-80-87415-42-9.
2. NOVOTNÝ, I. a kol., Příručka ochrany proti vodní erozi. Ministerstvo zemědělství ČR. 2014. 2. aktualiz. vydanie. Praha: Ministerstvo. s. 73. ISBN 978-80-87361-33-7.
3. BOARDMAN J., POESEN J., 2006. Soil Erosion in Europe. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester. 841 s. ISBN: 0-470-85910-5.
4. JANEČEK, M. a kol., Ochrana zemědělské půdy před erozí. metodika. 1. vyd. Praha. Česká zemědělská univerzita Praha. Fakulta životního prostředí. vyd. 2012. s. 73. ISBN 978-80-87415-42-9.
5. Tamtéž. JANEČEK, M. a kol., Ochrana zemědělské půdy před erozí. metodika. 1. vyd. Praha. Česká zemědělská univerzita Praha. Fakulta životního prostředí. vyd. 2012. s. 76. ISBN 978-80-87415-42-9.
6. Tamtéž. JANEČEK, M. a kol., Ochrana zemědělské půdy před erozí. metodika. 1. vyd. Praha. Česká zemědělská univerzita Praha. Fakulta životního prostředí. vyd. 2012. s. 55. ISBN 978-80-87415-42-9.
7. Tamtéž. JANEČEK, M. a kol., Ochrana zemědělské půdy před erozí. metodika. 1. vyd. Praha. Česká zemědělská univerzita Praha. Fakulta životního prostředí. vyd. 2012. s. 8. ISBN 978-80-87415-42-9.
8. Tamtéž. JANEČEK, M. a kol., Ochrana zemědělské půdy před erozí. metodika. 1. vyd. Praha. Česká zemědělská univerzita Praha. Fakulta životního prostředí. vyd. 2012. s. 8. ISBN 978-80-87415-42-9.
9. DOSTÁL, T. a kol. Využití dat a nástrojů GIS a simulačních modelů k navrhování TPEO. Metodika. Praha. 2014. 1. vyd. Powerprint, s. r. o., Praha 6 – Suchdol. s. 12. ISBN 978-80-87361-30-6.
10. HOLÝ, M., Eroze a životní prostředí. Praha: České vysoké učení technické, 1994. ISBN 80-01-01078-3. Dostupné na internete:

<https://www.spucr.cz/frontend/webroot/uploads/files/2016/06/pn_me_015-metodikapu20163385.pdf>

11. DOSTÁL, T. a kol. Využití dat a nástrojů GIS a simulačních modelů k navrhování TPEO. Praha. Vyd. Powerprint, s. r. o., 2014., Praha 6 – Suchdol. s. 30. ISBN 978-80-87361-30-6.
12. Tamtiež. JANEČEK, M., a kol., Ochrana zemědělské půdy před erozí. metodika. 1. vyd. Praha. Česká zemědělská univerzita. Praha. Fakulta životního prostředí. vyd. 2012. s. 24. ISBN 978-80-87415-42-9.

Internetové zdroje:

1. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. v.v.i., Ochrana proti větrné erozi. 08.01.2019. s. 7. [online]. [cit. 30.10.2020]. Dostupné na internete: <https://encyklopedie.vumop.cz/index.php/OCHRANA_PROTI_V%C4%9ATRNI_%C3%89_EROZI>
2. Výzkumný ústav vodohospodářsky T. G. Masaryka, v.v.i, Ministerstvo životního prostředí. Katalog přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině. Praha. duben 2018. s. 7. [online]. [cit. 30.10.2020]. Dostupné na internete: <http://www.suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/2.1_organizacni_opatreni.pdf>
3. Státní pozemkový úřad. Žít krajinou. Vodní eroze snižuje výnos plodin až o 75 %. Jak se jí bránit? [online]. [cit. 08.12.2020]. Dostupné na internete: <<http://zitkrajinou.cz/voda-a-sucho/vodni-eroze-snizuje-vynos-plodin-az-75-se-branit/>>
4. Vodní eroze půdy. PÚDA e-AGRI. Náklady na odstranění škod způsobených vodní erozí.[online]. [cit. 08.12.2020]. Dostupné na internete: <<http://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/degradace-pud/vodni-eroze-pudy/>>
5. CLEERIO. Základná mapa Ketkovice. [online]. [cit. 09.12.2020]. Dostupné na internete: <<https://maps.cleerio.cz/ketkovice#z=14&y=-624359.0905000005&x=-1161772.9757500011&w=eyJsljp7IjE4IjoxLCIyNCI6MX19.>>>

6. CLEERIO. Ortofoto mapa Ketkovice. [online]. [cit. 09.12.2020]. Dostupné na internete: <<https://maps.cleerio.cz/ketkovice#z=14&y=-624359.0905000005&x=-1161772.9757500011&w=eyJJsJlp7IjE4IjoxLCIyNCI6MX19.>>>
7. Znojenská pahorkatina. Charakter území. Wikipedie. [online]. [cit. 01.11.2020]. Dostupné na internete: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Znojensk%C3%A1_pahorkatina>
8. Databáze významných geologických lokalit: 890. Praha. Česká geologická služba. 1998 [online] [cit. 02.12.2020]. Dostupné na internete: <<http://lokality.geology.cz/d.pl?item=7&id=890&Okres=TR&vyb=1&text=Lokalit y%20v%20okresu>>
9. Geoprohlížeč. Zeměměřičský úřad. Katastrální mapy. [online]. [cit. 02.12.2020]. Dostupné na internete: <<https://geoportal.cuzk.cz/Geoprohlizec/default.aspx?wmcid=9590>>
10. Geovědní mapy 1:50 000 – Česká geologická služba. Geologický rozbor Ketkovice. [online]. [cit. 30.10.2020]. Dostupné na internete: <<https://mapy.geology.cz/geocr50/>>
11. Geovědní mapy 1:50 000 – Česká geologická služba. Katastrálne územie Ketkovice. [online]. [cit. 30.10.2020]. Dostupné na internete: <<https://mapy.geology.cz/pudy/>>
12. Tamtiež. Geovědní mapy 1:50 000 – Česká geologická služba. Katastrálne územie Ketkovice. [online]. [cit. 30.10.2020]. Dostupné na internete: <<https://mapy.geology.cz/pudy/>>
13. eKatalog BPEJ. © VÚMOP. v.v.i., 2019. Aplikace byla vyvinuta pro potřeby Ministerstva zemědělství České republiky. [online]. [cit. 30.10.2020]. Dostupné na internete: <<https://bpej.vumop.cz/74700>>
14. Hruban R., Klimatické oblasti dle Evžena Quitta (1971). Quittova klasifikace podnebí. [Online]. [cit. 07.12.2020]. Dostupné na internete: <<http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klasifikace-klimatu/>>
15. Hruban R., Klimatické oblasti dle Evžena Quitta (1971). Quittova klasifikace podnebí. [Online]. [cit. 07.12.2020]. Dostupné na internete: <<http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klasifikace-klimatu/>>

16. Tamtiež Hruban R., Klimatické oblasti dle Evžena Quitta (1971). Quittova klasifikace podnebí. [Online]. [cit. 07.12.2020]. Dostupné na internete: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klasifikace-klimatu/>
17. Tamtiež Hruban R., Klimatické oblasti dle Evžena Quitta (1971). Quittova klasifikace podnebí. [Online]. [cit. 07.12.2020]. Dostupné na internete: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klasifikace-klimatu/>
18. Tamtiež Hruban R., Klimatické oblasti dle Evžena Quitta (1971). Quittova klasifikace podnebí. [Online]. [cit. 07.12.2020]. Dostupné na internete: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klasifikace-klimatu/>
19. Klimatické poměry území české republiky. Faktory ovlivňující klima. [online]. [cit. 04.11.2020]. Dostupné na internete: https://geography.upol.cz/soubory/lide/smolova/GCZ/GCZ_Klima.pdf
20. OBCE PRO. Program rozvoje obce Ketkovice. Období let 2016-2024. Hydrologie. s. 3. [online]. [cit. 04.11.2020]. Dostupné na internete: <http://www.obcepro.cz/program-rozvoje-obce-827.pdf>
21. Vodní eroze. Ztráta půdy. [online]. [cit. 04.11.2020]. Dostupné na internete: <http://eroze.sweb.cz/dusledky.htm>
22. Vodní eroze. Ztráta půdy. [online]. [cit. 04.11.2020]. Dostupné na internete: <http://eroze.sweb.cz/dusledky.htm>
23. eAGRI. PŮDA. Vodní eroze půdy. [online]. [cit. 08.12.2020]. Dostupné na internete: <http://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/degradace-pud/vodni-eroze-pudy/>
24. Zemědělský svaz České republiky. Odhad ztráty půdy vodní erozí. Mapa ztrát půdy. [online]. [cit. 08.12.2020]. Dostupné na internete: <https://www.zscr.cz/clanek/odhad-zraty-pudy-vodni-erozi-402>
25. ENVICONS, s. r. o., Návrh protierozních opatření. listopad 2013. s. 27. [online]. [cit. 04.11.2020]. Dostupné na internete: <https://www.pist.cz/obec-7/protipovodnova-a-protierozni-ochrana-obce/>
26. Katalóg protieróznych zariadení a opatrení. Pásové pestovanie plodín. s. 8. [online]. [cit. 04.11.2020]. Dostupné na internete: http://fzki.uniag.sk/sk.knv/projekt/09-katalog/katalog_protierozne_zariadenia_opatrenia.pdf

27. ENVICONS, s. r. o., Návrh protierozních opatření – Obec Píšť. listopad 2013. Protierozní agrotechnická opatření. s. 24. [online]. [cit. 04.11.2020]. Dostupné na internete: <<https://www.pist.cz/obec-7/protipovodnova-a-protierozni-ochrana-obce/?ftshow=211&ftresult=83325666583822789>>
28. Doporučené postupy pro pěstování polních plodin. Kontroly plnění zásad integrované ochrany v polních plodinách. Pásové střídání plodin. s. 49. [online]. [cit. 04.11.2020]. Dostupné na internete: <<http://www.spolekprorozvojregionu.cz/www/spolekprorozvojregionu/fs/pruvodce-kontrolnim-systemem-plneni-zasad-integrované-ochrany-v-polnich-plodinach-pro-rok-2014.pdf>>
29. Katalog přírode blízkých opatření pro zadržení vody v krajině. Výzkumný ústav vodohospodářsky T. G. Masaryka. Ministerstvo životního prostředí. Praha. Duben 2018. s. 6. [online]. [cit. 05.11.2020]. Dostupné na internete: <http://suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1_katalog_opatreni_0.pdf>
30. Tamtéž Katalog přírode blízkých opatření pro zadržení vody v krajině. Výzkumný ústav vodohospodářsky T. G. Masaryka. Ministerstvo životního prostředí. Praha. Duben 2018. s. 9. [online]. [cit. 05.11.2020]. Dostupné na internete: <http://suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1_katalog_opatreni_0.pdf>
31. Katalog přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině. Výzkumný ústav vodohospodářsky T. G. Masaryka. Ministerstvo životního prostředí. Praha. Duben 2018. s. 20. [online]. [cit. 05.11.2020]. Dostupné na internete: <http://suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1_katalog_opatreni_0.pdf>
32. ENVICONS, s. r. o., Návrh protierozních opatření. listopad 2013. s. 27. [online]. [cit. 04.11.2020]. Dostupné na internete: <<https://www.pist.cz/obec-7/protipovodnova-a-protierozni-ochrana-obce/>>
33. ArcGIS 10 Desktop Help. [on-line]. [cit.08.12.2020]. Dostupné na internete: <<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/how-flow-accumulation-works.htm>>
34. _ArcGIS 10 Desktop Help. [on-line]. [cit.08.12.2020]. Dostupné na internete: <<http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/>>

Znaky:

PEO	Protierózne opatrenia
BPEJ	Bonitná pôdna ekologická jednotka
USLE2D	Univerzálna rovnica straty pôdy (Universal Soil Loss Equation)
S-JTSK	Systém jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej
SHP	Shapefile
WMS	Web Map Service
ČÚZK	Český úrad zememeračský a katastrálny
DMR	Digitálny model reliéfu
DMT	Digitálny model terénu
PB	Pôdny blok
GIS	Geografický informačný systém
HPJ	Hlavná pôdna jednotka
K. Ú.	Katastrálne územie
LPIS	Land Parcel Identification System
TTP	Trvale trávinate porasty
EHP	Európsky hospodársky priestor

Symboly:

- G priemerná ročná strata pôdy [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]
- R faktor erózných účinností dažďa [$MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}$]
- C faktor ochranného vplyvu vegetačného pokryvu
- K faktor erodovateľnosti pôdy [$t \cdot MJ \cdot h^{-1} \cdot cm^{-1}$]
- P faktor protieróznych opatrení
- L faktor dĺžky svahu [-]
- S faktor sklonu svahu [-]