



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

NÁVRH INTEGROVANÉ OCHRANY ÚZEMÍ PŘED POVODNĚMI Z PŘÍVALOVÝCH SRÁŽEK V POVODÍ STŘÍBRNÉHO POTOKA

PROPOSAL OF INTEGRATED PROTECTION OF THE TERRITORY FROM FLOODS FROM
TORRENTIAL RAINFALL IN THE STŘÍBRNÝ BROOK BASIN

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lucie Kolajová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. MIROSLAV DUMBROVSKÝ, CSc.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

NÁVRH INTEGROVANÉ OCHRANY ÚZEMÍ PŘED POVODNĚMI Z PŘÍVALOVÝCH SRÁŽEK V POVODÍ STŘÍBRNÉHO POTOKA

PROPOSAL OF INTEGRATED PROTECTION OF THE TERRITORY FROM FLOODS FROM
TORRENTIAL RAINFALL IN THE STŘÍBRNÝ BROOK BASIN

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lucie Kolajová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. MIROSLAV DUMBROVSKÝ, CSc.

BRNO 2019



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. Lucie Kolajová
Název	Návrh integrované ochrany území před povodněmi z přívalových srážek v povodí Stříbrného potoka
Vedoucí práce	prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

1. Holý M, a kol - Eroze a životní prostředí, ČVUT Praha 1998
2. Janeček, M. a kol. Ochrana zemědělské půdy před erozí: Metodika. Praha: ČZU 2012, ISBN 978-80-87415-42-9
3. Toy, T.J., Foster, G.R. a Renard, K.G. Soil erosion: processes, prediction, measurement and control. New York: Wiley, 2002, 352 p. ISBN 0-471-38369-4.
4. Hrádek F, - Implementace hydrologického modelu DeSQ, ČZU Praha 1997

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Diplomantka provede návrh ochranných protierozních a protipovodňových opatření ve vybraném území ohroženém soustředěným povrchovým odtokem a transportem splavenin. Návrhy opatření provede s využitím programu Proland. Pro podélné a příčné řezy využije program Atlas DMT. Výpočty erozního smyvu provede s využitím ArcGis a modelu USLE2D. Vyhodnocení účinnosti navržených opatření z hlediska snížení hodnot základních charakteristik přímého odtoku provede modelem DESQ.

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).

prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKTY A KLÍČOVÁ SLOVA

ABSTRAKT

Předmětem diplomové práce je návrh integrované ochrany území před povodněmi z přívalových srážek v katastrálním území Jerlochovice a Fulnek. Zájmová lokalita je vysoce zatížena ztrátou půdy způsobenou přívalovými srážkami. Na zájmovém území byly provedeny analýzy, na základě kterých, byla navržena potřebná opatření v krajině. Pro analýzy byly použity softwary ArcGIS, DesQ-MaxQ a pro výpočet ztráty půdy byla použita metoda USLE. Závěrem byla provedena kontrolní erozní analýza, ve které bylo počítáno s navrženými opatřeními. Z této analýzy je patrné výrazné snížení erozních vlivů na zájmové území.

KLÍČOVÁ SLOVA

Eroze, ztráta půdy, protierozní opatření, přívalová srážka, Jerlochovice, ArcGIS

ABSTRACT

The subject of this master thesis is an integrated flood protection proposal in cadastral territory Jerlochovice and Fulnek. Area of interest is highly affected by soil loss caused by torrential rainfalls. Implemented measures are based on analysis results. The softwares used for analysis were ArcGIS, DesQ-MaxQ and USLE method for soil loss calculation. The final step was control erosion analysis which verified the implemented measures. The final analysis clearly shows the obvious reduction of erosion affection in the area.

KEY WORDS

Erosion, soil loss, erosion control measures, rainfall, Jerlochovice, ArcGIS

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Lucie Kolajová *Návrh integrované ochrany území před povodněmi z přívalových srážek v povodí Stříbrného potoka*. Brno, 2020. 74 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.

PROHLÁŠENÍ

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Návrh integrované ochrany území před povodněmi z přívalových srážek v povodí Stříbrného potoka* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 4. 1. 2020

Bc. Lucie Kolajová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala panu prof. Ing. Miroslavu Dumbrovskému, CSc. za odborné vedení této diplomové práce, za jeho cenné rady a připomínky, trpělivost a vstřícnost při konzultacích.

OBSAH

Abstrakty a klíčová slova	5
Bibliografická citace.....	6
Prohlášení	7
Poděkování.....	8
Obsah	9
1 Úvod	11
2 CÍLE PRÁCE.....	12
3 POPIS PROBLEMATIKY	13
3.1 EROZE	13
3.1.1 VODNÍ EROZE.....	13
3.1.1 VĚTRNÁ EROZE.....	14
3.1.2 SNĚHOVÁ EROZE	15
3.1.3 DŮSLEDKY EROZE.....	15
3.1.4 PŘÍPUSTNÁ ZTRÁTA EROZÍ.....	16
3.2 SPLAVENINY	18
3.3 KRITICKÉ BODY.....	18
3.4 PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ.....	19
3.4.1 ORGANIZAČNÍ OPATŘENÍ.....	19
3.4.2 AGROTECHNICKÁ OPATŘENÍ	22
3.4.3 TECHNICKÁ A BIOTECHNICKÁ OPATŘENÍ.....	24
3.5 POZEMKOVÉ ÚPRAVY	30
3.5.1 FORMY POZEMKOVÝCH ÚPRAV.....	30
3.5.2 PLÁN SPOLEČNÝCH ZAŘÍZENÍ.....	31
4 POPIS ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ	32
4.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA.....	32
4.2 KLIMATICKÉ POMĚRY.....	33
4.3 HYDROLOGICKÉ POMĚRY	34
4.4 GEOLOGICKO - PEDOLOGICKÉ POMĚRY.....	35
4.5 HYDRO - PEDOLOGICKÉ POMĚRY	38
4.6 MORFOLOGICKÉ POMĚRY.....	40
4.7 PLOŠNÁ LOKALIZACE DRUHŮ POZEMKŮ	41
4.8 ODTOKOVÉ POMĚRY	44
4.9 EROZNÍ POMĚRY	47

5	POUŽITÉ METODY	48
5.1	ArcGIS	48
5.2	USLE	48
5.2.1	R – FAKTOR.....	49
5.2.2	K – FAKTOR.....	49
5.2.3	LS – FAKTOR	49
5.2.4	C – FAKTOR.....	49
5.2.5	P – FAKTOR.....	50
5.3	DesQ	50
5.4	METODA CN ČÍSEL	51
6	VÝSLEDKY A JEJICH INTERPRETACE	53
6.1	NAVRŽENÁ PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ	53
6.1.1	PLOŠNÁ PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ.....	53
6.1.2	LINIOVÁ PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ.....	55
6.1.3	VODNÍ NÁDRŽ	57
6.2	C – FAKTOR PO NÁVRHU OPATŘENÍ.....	61
6.3	ODTOKOVÉ POMĚRY PO NÁVRHU OPATŘENÍ	62
6.4	EROZNÍ OHROŽENOST PO NÁVRHU OPATŘENÍ.....	67
7	ZÁVĚR	71

1 ÚVOD

Příroda kolem nás je důležitá pro všechno živé na této planetě. V současné době se stále častěji skloňují termíny jako jsou globální oteplování, klimatická změna, tání ledovců, sucho nebo požáry. V České republice jsou to zejména přívalové deště, vodní eroze, sucho nebo přemnožení kůrovce a následné usychání stromů, které z nedostatku vláhy nejsou schopny s tímto škůdcem samy bojovat. Vše je samozřejmě z velké části způsobeno dlouhodobým vývojem planety, ale je na každém, aby se zamyslel, jak právě svým dílem může přispět k celkovému zlepšení podmínek k životu.

Nosit na nákup látkové tašky, pořídit si skleněnou láhev na pití nebo místo cesty autem využít městskou hromadnou dopravu můžeme každý, ale vodohospodářům se tímto dostává velké množství možností, jak se v ochraně přírody a celkovém zlepšení podmínek pro život realizovat, přece jen o něco víc. Protierozní a protipovodňová ochrana v krajině, která vede k celkovému zvýšení přirozené retence vody v krajině nebo pozemkové úpravy jsou jednou z nich. Snahou vodohospodářů je daná opatření co nejvíce přizpůsobit potřebě krajiny, která se ale mnohdy liší od vize zemědělců. V těchto případech je nutná spolupráce vodohospodářů, zemědělců, státní správy a politiků, která však bývá často kamenem úrazu a může značně ovlivnit výsledky snahy v neprospěch přírody. Vše je o vzájemném kompromisu, ke kterému přes neznalost, nepřizpůsobivost nebo velikost ega zmíněných subjektů, občas nedochází.

V úvodní části se práce zabývá rešerší na téma eroze, protierozních opatření a pozemkových úprav. Následuje praktická část, která se skládá z analýz provedených v programu ArcGIS. Tyto analýzy budou hlavním podkladem pro návrh protierozních opatření v zájmové lokalitě. V závěrečné části dojde ke zhodnocení účinnosti navržených opatření.

2 CÍLE PRÁCE

Vlivem přívalových srážek nastává v zájmové lokalitě v Moravskoslezském kraji v povodí Stříbrného potoka protékajícím katastrálními územími Jerlochovic a Fulneku i několikrát ročně k bleskovým povodním. Vlivem povrchového odtoku dochází i k vysoké ztrátě půdy, z přilehlých zemědělských pozemků. Povrchový odtok odnášející půdu způsobuje dále v intravilánu obce Fulnek hlavně v její části Jerlochovice, škody na majetku místních obyvatel. Prvním krokem této práce je identifikace kritických bodů a drah soustředěného odtoku v zájmovém území. Následují analýzy území, ze kterých je patrné erozní ohrožení. Cílem této práce je návrh komplexních protierozních a protipovodňových opatření na zájmovém území, který by vedl ke snížení ztráty půdy a škod s ní spojených. Posledním krokem je zhodnocení návrhu protierozních opatření a jejich účinnosti.

3 POPIS PROBLEMATIKY

3.1 EROZE

Eroze je definována jako komplexní proces, zahrnující rozrušování půdního povrchu, transport a sedimentaci uvolněných půdních částic působením vody, větru, ledu a jiných tzv. erozních činitelů. Působením eroze se zemský povrch na jedné straně snižuje neboli degraduje a na straně druhé se hromaděním usazených hmot vyvyšuje. Výsledkem toho je zarovnávaní zemského povrchu neboli planace. Podmínkou planačního procesu je, aby hmoty vyvýšených částí zemského povrchu byly rozpojitelné. Tuto podmínku zajišťuje zvětrávání hornin. Čím kypřejší je zvětralinový plášť, tím intenzivněji může probíhat proces zvětrávání.¹

Podle erozních činitelů se dá eroze rozdělit do několika kategorií: eroze vodní, větrná, sněhová a ledovcová.

3.1.1 VODNÍ EROZE

Vodní eroze je definovaná jako komplexní proces, zahrnující rozrušování půdního povrchu, transport a sedimentaci uvolněných půdních částic působením vody. Rozlišujeme erozi normální neboli geologickou a erozi zrychlenou. Geologická eroze neustále přetváří reliéf území, je přirozená, probíhá postupně a je v souladu s půdotvorným procesem. Naopak zrychlená eroze smývá půdní částice v takovém rozsahu, že nemohou být nahrazeny půdotvorným procesem, je ovlivněna lidskou činností, způsobem hospodaření a je třeba před ní půdu náležitě chránit, a to především na svazích s mělce uloženým skalním podložím a s vysokým obsahem štěrku.^{2,3}

Projevy eroze vznikající na zdrojových pozemcích v povodí vlivem povrchového odtoku rozdělujeme na plošnou (mezirýhovou) erozi, rýhovou erozi a erozi způsobující efemérní strže v drahách soustředěného povrchového odtoku. Mezirýhová eroze je způsobovaná kinetickou energií dešťových kapek a plošným odtokem, kdy deštěm uvolněné částice jsou dále transportovány do prostoru erozních rýh.⁴

¹ Maradová, Svatava. *Protierozní ochranná opatření v zemědělské krajině*. [online]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/11751112-1-zakladni-informace-o-erozi-monitoring-eroze-zemedelske-pudy.html>

² NOVOTNÝ, Ivan. *Příručka ochrany proti vodní erozi: [aktualizované znění - leden 2014]*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014. ISBN 978-80-87361-33-7.

³ MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, *Vodní eroze půdy (Půda, eAGRI)*. [online]. Copyright © 2009 [cit. 19.10.2019]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/degradace-pud/vodni-eroze-pudy/>

⁴ DUMBROVSKÝ, Miroslav. *Nepříznivé důsledky povrchového odtoku a jejich eliminace v procesu pozemkových úprav: Adverse consequences of surface runoff and its conservation in the land consolidation process : teze přednášky k profesorskému jmenovacímu řízení v oboru Vodní hospodářství a vodní stavby*. Brno: VUTIUM, 2013. ISBN 978-80-214-4699-1.

PŘÍČINY VODNÍ EROZE

Příčiny vodní eroze můžeme rozdělit do několika kategorií, první skupinou jsou klimatické a hydrologické příčiny, mezi které patří zeměpisná poloha, nadmořská výška, množství, rozdělení a intenzita srážek, teplota, oslunění, výpar, odtok a výskyt, směr a síla větru. Druhou skupinou jsou příčiny morfologické, ke kterým patří sklon území, délka a tvar svahu, návětrnost a expozice. Třetí skupinou jsou příčiny geologické a půdní, do kterých patří povaha horninového substrátu, půdní druhy a typy, textura a struktura půdy, její vlhkost a zvrstvení a obsah humusu. K dalším příčinám patří příčiny vegetační jako je hustota a délka trvání pokryvu. Poslední skupinou příčin vodní eroze jsou způsob využití a obhospodařování půdy, přesněji poloha a tvar pozemku, směr obdělávání a střídání plodin na pozemku.⁵

3.1.1 VĚTRNÁ EROZE

Větrná eroze je přírodní jev, při kterém vítr působí na půdní povrch svou mechanickou silou, rozrušuje půdu a uvolňuje půdní částice, které uvádí do pohybu a přenáší je na různou vzdálenost, kde se po snížení rychlosti větru ukládají.⁶

Větrnou erozi lze rozdělit na více druhů, jedná se o erozi saltací, při které přenáší vítr půdní částice jen po půdním povrchu klouzáním nebo válením, takto se pohybují větší a těžší částice.

Částice se mohou pohybovat také krátkými skoky tímto způsobem dochází k transportu částic nejčastěji, transport je však jen na malé vzdálenosti. Dalším typem jsou prašné bouře, při kterých se půdní částice ve formě suspenze volně vznášejí ve vzduchu a vítr je transportuje na velké vzdálenosti.⁷

K transportu skokem či prašnou bouří dochází působením turbulentního proudění přízemního větru s energií, jež je schopna překonat gravitační síly půdních částic. Rozhodující složkou větrné eroze je vítr, jeho unášecí síla je závislá na rychlosti větrného proudu, době trvání a četnosti i výskytu větrů. K pohybu půdních částic stačí někdy i malé rychlosti větru, ale nejsilnější erozní účinky nastávají při silných vysušných a dlouhotrvajících větrech na holých plochách. Z dalších klimatických činitelů jsou pro větrnou erozi významné srážky a teplota vzduchu.⁸

⁵ Maradová, Svatava. *Protierozní ochranná opatření v zemědělské krajině*. [online]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/11751112-1-zakladni-informace-o-erozi-monitoring-eroze-zemedelske-pudy.html>

⁶ JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.

⁷ MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, Větrná eroze půdy (Půda, eAGRI). [online]. Copyright © 2009 [cit. 19.10.2019]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/degradace-pud/vetrna-eroze-pudy/>

⁸ JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.

3.1.2 SNĚHOVÁ EROZE

Z krajiny zasažené erozí je pouze malé procento plochy zasaženo právě erozí sněhovou neboli nivální.

Sněhová eroze se značně liší od eroze dešťové tím, že kinetická energie, kterou působí sněhové srážky při dopadu na povrch půdy je zcela zanedbatelná a všechna energie pochází pouze z odtékající vody. Pole jsou v zimě ve většině případů bez vegetačního pokryvu (s výjimkou ploch s ozimými obilovinami nebo meziplodinami) a během zimy se na nich neprovádějí žádné agrotechnické práce, což je činí náchylným k erozi.

3.1.3 DŮSLEDKY EROZE

Eroze snižuje produkční schopnost půd a urychluje jejich degradaci, ta se projevuje změnou půdních vlastností, ztrátou organické hmoty a živin, snížením výnosů a následnou potřebou zvýšené chemizace a hnojení. Eroze má nejen ekonomický dopad na uživatele půdy, ale také působí velké škody mimo hranice pozemků, které často převyšují i škody na samotných pozemcích.⁹

Škody vznikající v ploše pozemku jsou především ztráta orniční vrstvy, ztráta orniční vrstvy a její rekultivace na erozně poškozených plochách pokles ceny půdy změnou BPEJ vlivem degradace, snížení produkční schopnosti půdy, sanace efemerních rýh a ztráta rostlinných živin. Škody mimo plochu pozemku jsou odtěžení zeminy a její transport zpět na pozemek nebo skládku likvidace sedimentů jako nebezpečného odpadu.¹⁰

DŮSLEDKY VODNÍ EROZE

Zrychlená vodní eroze půdy ochuzuje zemědělské půdy její nejurodnější část – ornici, zhoršuje fyzikálněchemické vlastnosti půd, zmenšuje mocnost půdního profilu, zvyšuje šterkovitost, snižuje obsah živin a humusu, snižuje propustnost půdy, poškozuje plodiny, znesnadňuje pohyb strojů po pozemcích a způsobuje ztráty osiv, sadby, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin, a tím samozřejmě snižuje i hektarové výnosy. Navíc transportované půdní částice a na nich vázané látky znečišťují vodní zdroje a zanášejí akumulární prostory nádrží, snižují průtočnou kapacitu toků, vyvolávají zakalení povrchových vod, zhoršují prostředí pro vodní organismy, zvyšují náklady na úpravu vody a těžbu usazenin. Hlavní důsledky vodní eroze můžeme

⁹ Maradová, Svatava. *Protierozní ochranná opatření v zemědělské krajině*. [online]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/11751112-1-zakladni-informace-o-erozi-monitoring-eroze-zemedelske-pudy.html>

¹⁰ Bc. Veronika Vlčanová Vliv změn faktoru erozní účinnosti deště na návrh ochranných opatření v povodí. Brno, 2017. 92 s., 14 příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.

rozdělit do následujících tří skupin ztráta půdy, transport a sedimentace půdních částic včetně zanášení vodních zdrojů a transport chemických látek.¹¹

3.1.4 PŘÍPUSTNÁ ZTRÁTA EROZÍ

Přípustné hodnoty ztráty půdy erozí jsou stanoveny s ohledem na dlouhodobé zachování úrodnosti půdy. Přípustná eroze je taková eroze, při které je ztráta půdy a její náhrada přirozenými půdotvornými procesy v rovnováze. Přípustná mez eroze udává maximální velikost erozního smyvu půdy, při kterém je možné dlouhodobě a ekonomicky dostupně udržovat dostatečnou úroveň úrodnosti půdy a musí být stanovena nejen z hlediska ztráty půdy, ale také z požadavků na zachování kvality vodních zdrojů a požadavků na ochranu nádrží a hydrografické sítě před zanášením.

Hloubka půdy je charakterizována mocností půdního profilu, kterou omezuje skalní podklad, rozpad půdy nebo vysoká skeletovitost a určuje se terénním průzkumem v nejsvažitéjší části pozemku. Hloubka půdy se stanovuje orientačně podle bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ). Hloubka půdy je v systému BPEJ vyjádřena 5. číslicí sdruženého kódu BPEJ pro skeletovitost a hloubku půdy. Páté číslo kódu BPEJ 7, 8 nebo 9 jsou určeny pro BPEJ pozemků se sklonem > 12° a pro BPEJ nevyvinutých půd. Pro půdy s kódem 8 a 9 je nutné hloubku půdy zjistit terénním průzkumem. Použitím příslušných hodnot faktorů pro zájmový pozemek se v USLE určí dlouhodobá průměrná ztráta půdy vodní erozí v t.ha⁻¹.rok⁻¹ při současném či navrhovaném způsobu využívání řešeného pozemku. Pokud vypočtená ztráta půdy překročí hodnotu přípustnou hodnotu je zřejmé, že způsob využívání pozemku nezabezpečuje dostatečnou protierozní ochranu. V tomto případě je nutné aplikovat účinnější protierozní opatření, což bude mít vliv na jednotlivé faktory USLE. Účinnost těchto opatření je nutno ověřit opětovným výpočtem, který ukáže, jestli jsou nově navržená ochranná opatření dostatečná a zajišťují tedy snížení dlouhodobé ztráty půdy erozí pod úroveň přípustné ztráty půdy.^{12,13}

Přípustné hodnoty:

Z hlediska ochrany půdy před erozí (Metodika ochrany zemědělské půdy před erozí, Praha 1992)

- 1 t.ha⁻¹ za rok – mělké půdy s mocností do 30 cm
- 4 t.ha⁻¹ za rok – středně hluboké půdy s mocností 30 – 60 cm
- 10 t.ha⁻¹ za rok – hluboké půdy s mocností nad 60 cm

¹¹ Vodní eroze půdy (Půda, eAGRI). [online]. Copyright © 2009 [cit. 31.10.2019]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/degradace-pud/vodni-eroze-pudy/>

¹² JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.

¹³ Bc. Veronika Vlčanová Vliv změn faktoru erozní účinnosti deště na návrh ochranných opatření v povodí. Brno, 2017. 92 s., 14 příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.

Z hlediska ochrany vodních zdrojů před znečištěním

- 1 t.ha⁻¹ za rok (W. C. Moldenhauera a G. R. Foster, 1981)
- 4 t.ha⁻¹ za rok (Typizační směrnice, 1985)¹⁴

Tabulka 1 – Přípustná míra erozního ohrožení (účinnost od 1. ledna 2018 do 31. prosince 2021)

Hloubka půdy	Přípustná míra erozního ohrožení (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
Mělká (< 30 cm)	4,0
Středně hluboká (30 – 60 cm) a hluboká (> 60 cm)	17,0

Tabulka 2 - Přípustná míra erozního ohrožení (účinnost od 1. ledna 2022 do 31. prosince 2025)

Hloubka půdy	Přípustná míra erozního ohrožení (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
Mělká (< 30 cm)	3,0
Středně hluboká (30 – 60 cm) a hluboká (> 60 cm)	12,0

Tabulka 3 - Přípustná míra erozního ohrožení (účinnosti od 1. ledna 2026 do 31. prosince 2029)

Hloubka půdy	Přípustná míra erozního ohrožení (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
Mělká (< 30 cm)	2,0
Středně hluboká (30 – 60 cm) a hluboká (> 60 cm)	9,0

Tabulka 4 - Přípustná míra erozního ohrožení (účinnost od 1. ledna 2030)¹⁵

Hloubka půdy	Přípustná míra erozního ohrožení (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
Mělká (< 30 cm)	1,0
Středně hluboká (30 – 60 cm) a hluboká (> 60 cm)	5,0

Návrh vyhlášky Ministerstva životního prostředí o ochraně zemědělské půdy před erozí říká, že: „Hodnocení erozního ohrožení není možné provést pro období kratší než období potřebné pro vypěstování jedné zemědělské plodiny, přičemž obdobím potřebným pro vypěstování jedné zemědělské plodiny se rozumí období od přípravy půdy do podmítky nebo orby s výjimkou sadu, vinice, chmelnice, zeleniny, rychle rostoucích dřevin, trvalého travního porostu a úhoru bez porostu, kde obdobím potřebným pro vypěstování jedné zemědělské plodiny se rozumí jeden kalendářní rok.“

¹⁴ HOLÝ, Miloš. Eroze a životní prostředí. Praha: České vysoké učení technické, 1994. ISBN 80-01-01078-3.

¹⁵ ČESKO. Návrh vyhlášky Ministerstva životního prostředí, o ochraně zemědělské půdy před erozí, ve znění ke 2. 1. 2018. Dostupné z: <https://apps.odok.cz/veklep-detail?pid=KORNAN3CFAV3>

3.2 SPLAVENINY

Transportované splaveniny se dostávají do hydrografické sítě a sedimentují ve vodních nádržích, kde se cenná půda smíšená s komunálním znečištěním mění v toxický sediment, který není možno zpět použít k rekultivaci, ale je nutno jej skládkovat jako toxický odpad.¹⁶

Erodivané půdní částice jsou vlivem unášecí síly vody přemísťovány a ukládány v nižších částech půdního bloku nebo po směru toku dále v povodí. Tyto částice mohou způsobovat škody na majetku v intravilánech obcí. Hlavním problémem těchto částic je jejich negativní vliv na vodní útvary, způsobují zanášení koryt toků a nádrží. Množství nerozpuštěných látek v toku je závislé na intenzitě erozních procesů. Důsledky eroze půd je možno hodnotit buď přímým pozorováním, nebo pozorováním transportu nerozpuštěných látek v tocích.

Zanášení toků a nádrží produkty eroze způsobuje zmenšení průtočnosti koryt toků a prostorů nádrží, zmenšení objemu nádrží a ovlivnění jejich hydraulické funkce, kdy se zkracuje doba zdržení, zvyšuje se rychlost průtoku nádrží, snižuje se zabezpečení odběru vody a obecně se tím snižuje akumulace vody v území. Při poklesu vody v nádrži např. při dlouhodobém období sucha se obnažují velké plochy usazeného materiálu a přímý kontakt těchto usazenin se vzduchem je příčinou jejich zrychlené mineralizace, přičemž jakost vody se po opětovném zatopení prudce zhoršuje, sedimenty obsahují značné množství živin a rizikových látek.¹⁷

Faktory jako jsou množství, složení a intenzita transportu splavenin jsou dány hydrologickými, morfologickými, klimatickými a jinými místními podmínkami. Velký vliv na tyto faktory má pak člověk svým přístupem, například špatnou orbou, vytvářením velkých zemědělských ploch nebo turistikou.¹⁸

3.3 KRITICKÉ BODY

KRITICKÝ BOD

Místa, kde linie drah soustředěného odtoku vnikají do zastavěné části obce, se nazývají kritické body (KB). Při nedostatečném nebo chybějícím opatření je to tedy místo bezprostředně ohrožené přívalovou povodní.

¹⁶ DUMBROVSKÝ, Miroslav. *Nepříznivé důsledky povrchového odtoku a jejich eliminace v procesu pozemkových úprav: Adverse consequences of surface runoff and its conservation in the land consolidation process : teze přednášky k profesorskému jmenovacímu řízení v oboru Vodní hospodářství a vodní stavby*. Brno: VUTIUM, 2013. ISBN 978-80-214-4699-1.

¹⁷ NOVOTNÝ, Ivan. *Příručka ochrany proti vodní erozi: [aktualizované znění - leden 2014]*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014. ISBN 978-80-87361-33-7.

¹⁸ Jakub Kološ *Identifikace ploch rozhodujících z hlediska tvorby povrchového odtoku a transportu splavenin ve vybraných k.ú. v povodí Ondřejnice*. Brno, 2018. 62 s., 20 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.

Kritický bod je určen průsečíkem dané hranice zastavěného území obce (intravilánu) s linií dráhy soustředěného odtoku s velikostí přispívající plochy $\geq 0,3 \text{ km}^2$, ne však plocha o větší rozloze, než je 10 km^2 . Přispívající plocha je povodí, jehož uzávěrový (koncový) profil je tvořen příslušným kritickým bodem. V praxi to znamená, že povrchový odtok ze srážky, která dopadne na území přispívající plochy, dotече do profilu kritického bodu a pokračuje dále do intravilánu obce.¹⁹

Pro vyhodnocení erozní ohroženosti určité lokality jsou podstatné charakteristiky přispívající plochy, jako je její velikost, sklonitostní poměry, využití její půdy a opatření realizované na území přispívající plochy.²⁰

DRÁHY SOUSTŘEDĚNÉHO ODTOKU

Dráhou soustředěného odtoku se rozumí linie gravitačně odvádějící vodu z přispívající plochy. Nachází se v údolnici daného území. Místo, kde tato dráha protíná hranici intravilánu se nazývá kritický bod. Vlivem povrchového odtoku může dojít až k vzniku erozních rýh.

3.4 PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ

Ochranu proti vodní erozi je možné zajistit zřízením protierozních opatření, které spočívají v ochraně půdy před účinky dopadajících kapek erozně účinného deště, zachycení povrchově odtékající vody na chráněném bloku, převedení co největší části povrchového odtoku na vsak do půdního profilu, snížení rychlosti odtékající vody a z dlouhodobého hlediska i snížení erodovatelnosti půdy. V případě nezbytnosti je třeba vzniklý povrchový odtok odvést z řešené plochy bezeškodným způsobem. V takovém případě je třeba řešit odvedení vody až do vodoteče nebo jiného místa, kde již nemůže způsobit přímou škodu. Z hlediska finančního je nutné při návrhu protierozních opatření postupovat od finančně i realizačně nejjednodušších opatření organizačního a agrotechnického charakteru k opatřením technického charakteru.²¹

3.4.1 ORGANIZAČNÍ OPATŘENÍ

Opatření organizačního charakteru zahrnují návrh optimálního tvaru a velikosti půdního bloku, návrh vhodného umístění pěstovaných plodin, včetně ochranného zatravnění, návrh pásového pěstování plodin, včasný termín výsevu plodin, výsev

¹⁹ MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ. [překl.] Ph.D., Ing. Martin Tomek RNDr. Pavel Novák. *Prevence a zmírňování následků přívalových povodní ve vztahu k působnosti obcí*. Praha : Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i, 2015. MMR-23458/2015-52.

²⁰ Jakub Kološ *Identifikace ploch rozhodujících z hlediska tvorby povrchového odtoku a transportu splavenin ve vybraných k.ú. v povodí Ondřejnice*. Brno, 2018. 62 s., 20 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.

²¹ NOVOTNÝ, Ivan. *Příručka ochrany proti vodní erozi: [aktualizované znění - leden 2014]*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014. ISBN 978-80-87361-33-7.

víceletých pícnin do krycí plodiny, posun podmínky do období s nižším výskytem přívalových dešťů, tzn. na září, zařazování bezorebně setých meziplodin, vhodné rozmístění plodin podle ohroženosti pozemku.^{22, 23}

OSEVNÍ POSTUPY

Střídávavé hospodářství se vyvinulo z původního pastevního, stepního a préríjního hospodaření přes jedno, dvoj a trojhonné hospodaření. Jeho principem je osevňovací postup buď pevný nebo volný, ale vždy takový, který umožňuje v daných podmínkách vhodné střídání pěstovaných plodin. Nejefektivnější je klasický osevňovací postup z Anglie, známý jako Norfolk: okopanina, jař, jetel, ozim, luskovina, ozim.

V osevňovacích postupech je doporučeno střídat plodiny mělce kořenící s hluboko kořenícími, úzkolisté se širokolistými, méně a více náročné na vláhu, náročné na hnojení stájovými hnojivy s nenáročnými, obohacující půdu dusíkem s plodinami náročnými na dusík, s delší a kratší vegetační dobou, s odlišnými nároky na jednotlivé živiny, s odlišným spektrem škůdců a chorob, s odlišnou náročností na přípravu půdy před setím a sázením, které se s předplodinami dobře snášejí.²⁴

OCHRANNÉ ZATRAVNĚVÁNÍ

Dostatečnou protierozní ochranu poskytuje pouze plnohodnotný travní porost. Trvale zatravněny by měly být ty pozemky, které jsou výrazně ohroženy erozí a z ekonomických důvodů je nelze obhospodařovat nebo není účelné je zalesnit. Trvale zatravnit lze i nepravidelné útvary v polních tratích ohrožené erozí, neplodné půdy, průmyslové výsypky nebo navážky. Trvalé zatravnění se doporučuje na svazích se sklonem > 21 %.²⁵

OCHRANNÉ ZALESŇOVÁNÍ

Pokud je les správně založen a obhospodařován jedná se o spolehlivé protierozní opatření. Nejlepší podmínky pro ochranu před erozí představuje smíšený les s patrovým profilem, který má vertikálně zapojený vegetační kryt a mocnou vrstvu hrabanky. Trvalé zatravnění se doporučuje na svazích se sklonem > 21 %. Zalesnění se doporučuje na svazích se sklonem > 36 %.²⁶

VELIKOST A TVAR POZEMKŮ

Z hlediska protierozní ochrany je vhodné, aby rozměr pozemku orné půdy ve směru sklonu nepřesahoval přípustnou délku stanovenou na základě vypočítané přípustné ztráty půdy erozí. Tato podmínka platí pro rozměr pozemku obdělávaného jako

²² NOVOTNÝ, Ivan. *Příručka ochrany proti vodní erozi: [aktualizované znění - leden 2014]*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014. ISBN 978-80-87361-33-7.

²³ JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.

²⁴ [online]. Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/92980>

²⁵ HOLÝ, Miloš. *Eroze a životní prostředí*. Praha: České vysoké učení technické, 1994. ISBN 80-01-01078-3.

²⁶ HOLÝ, Miloš. *Eroze a životní prostředí*. Praha: České vysoké učení technické, 1994. ISBN 80-01-01078-3.

jeden celek, ale i pro skupinu pozemků, oddělených pouze hranicemi, které nejsou schopné zachycovat povrchový odtok.

Velikost a tvar pozemku je tedy do značné míry určen místními geografickými poměry spolu se způsobem hospodaření na půdě a požadavky na přístupnost pozemků. Doporučuje se tedy vytváření půdních bloků o velikosti do 50 ha v rovinných územích a 20 ha ve členitějších územích s převažujícími délkami ve směru vrstevnic.²⁷

PÁSOVÉ STŘÍDÁNÍ PLODIN

Při pásovém střídání plodin se využívá ochranného účinku vegetace proti erozi a jejímu nepříznivému vlivu na vsakování vody do půdy. Jde o střídání pásů s plodinami erozně náchylnějšími jako jsou okopaniny a obiloviny s travními ochrannými pásy, podle druhu eroze se rozlišují vrstevnicové plodinové pásy, chránící půdu před vodní erozí nebo před erozí větrnou.²⁸



Obrázek 1 - Pásově střídání plodin (zdroj: <https://fineartamerica.com/featured/farm-greens-and-hillside-contour-plowing-blair-seitz.html>)

DELIMITACE KULTUR

Delimitace druhu pozemků je chápána jako prostorová a funkční optimalizace využití pozemků sloužících k pěstování jednotlivých kultur. Členění v rámci organizace zemědělského půdního fondu je na ornou půdu, zahrady, louky, pastviny, vinice, sady a chmelnice. Jednotlivé kultury mají různé vlastnosti, tedy i dopadající voda se chová při vsakování a vypařování jinak. Pozemky s ornou půdou je vhodné situovat v dolních částech svahů přecházejících do údolních poloh se sklonem do 21 %. Pozemky, které jsou ohrožené erozí nelze využívat jako ornou půdu, využívá se tedy ochranného zatravnění. Vhodně umístěný trvalý travní porost je nejlepší protierozní ochranou. Pro kvalitní vegetační kryt jsou preferovány trávy

²⁷ JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.

²⁸ HOLÝ, Miloš. *Eroze a životní prostředí*. Praha: České vysoké učení technické, 1994. ISBN 80-01-01078-3.

výběžkaté tvořící pevný drn zejména jde-li o protierozní opatření liniového charakteru.^{29, 30}

3.4.2 AGROTECHNICKÁ OPATŘENÍ

Agrotechnická opatření zahrnují setí/sázení po vrstevnici ochranné obdělávání bezorebné setí a sázení, setí a sázení do mulče, setí a sázení do mělké podmítky, setí a sázení do ochranné plodiny, hrázkování a důlkování.

SETÍ/SÁZENÍ PO VRSTEVNICI

Významným způsobem ochrany půdy před vodní erozí může být orba po vrstevnici nebo s malým odklonem od vrstevnic otočnými pluhy, které překlápějí půdu proti svahu. Vrstevnicové obdělávání je náročnější na mechanizaci a je tedy podmíněno možnostmi použití mechanizačních prostředků pro jejich práci na svahu.³¹



Obrázek 2 - Vstevnicové obdělávání (zdroj:<https://www.plymouthswcd.com/contour-farming>)

MULČOVÁNÍ

Při mulčování dochází k rozložení organické hmoty o mocnosti 10 až 20 cm na povrchu půdy v meziřadí. Protierozní účinnost se získá ošetřením herbicidem, který během vegetačního období několikrát umrtví nadzemní část rostliny, zbytky rostliny pak působí protierozně. Mezi značné nevýhody patří chemizace půdy a nebezpečí transportu chemikálií, proto nelze tuto metodu uplatnit v ochranných pásmech vodních zdrojů.³²

²⁹ JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.

³⁰ HOLÝ, Miloš. *Eroze a životní prostředí*. Praha: České vysoké učení technické, 1994. ISBN 80-01-01078-3.

³¹ NOVOTNÝ, Ivan. *Příručka ochrany proti vodní erozi: [aktualizované znění - leden 2014]*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014. ISBN 978-80-87361-33-7.

³² HOLÝ, Miloš. *Eroze a životní prostředí*. Praha: České vysoké učení technické, 1994. ISBN 80-01-01078-3.



Obrázek 3 - Setí do mulče (zdroj: <https://encyklopedie.vumop.cz>, Autor: Martin Mistr, VÚMOP)

HRÁZKOVÁNÍ

Technologie hrázkování se používá při pěstování brambor a spočívá v založení ochranných hrázek v meziřadí hrůbků. Hrázkovačem se vytvoří hrázky ve stejné vzdálenosti mezi hrůbků, tím vznikne řada malých akumulčních příkopů, které brání vzniku soustředěného povrchového odtoku a podporují zadržení vody přímo na pozemku. Hrázkování lze provést bezprostředně po výsadbě brambor, řádky musí být vedeny vrstevnicově, aby bylo opatření co nejúčinnější, maximální nepřerušovaná délka pozemku po svahu by neměla přesáhnout 300 metrů.³³



Obrázek 4 - Hrázkování (zdroj: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/nova-pudoochranna-opatreni-pri-pestovani-brambor>)

³³ NOVOTNÝ, Ivan. *Příručka ochrany proti vodní erozi: [aktualizované znění - leden 2014]. 2., aktualiz. vyd.* Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014. ISBN 978-80-87361-33-7.

DŮLKOVÁNÍ

Jde o technologii pěstování, kdy vytváříme důlky v meziřadí ve vzdálenosti 30 – 40 cm. Důlky zvyšují infiltraci vody a omezují povrchový odtok v meziřadí. Zpravidla se uvažuje, že lze na 1 ha vytvořit 28 000 důlků o objemu 2 l, což představuje možnost zadržení 56 m³/ha. Důlkování se provádí bezprostředně po výsadbě brambor speciálním strojem – důlkovačem, který se připojuje za zahrnovací radlice sazeče a tělesa oborávače brambor, řádky musí být vedeny vrstevnicově, aby bylo opatření co nejúčinnější, maximální nepřerušovaná délka pozemku po svahu by neměla být větší než 300 metrů.³⁴



Obrázek 5 - Důlkování (zdroj: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/nova-pudoochranna-opatreni-pri-pestovani-brambor>)

3.4.3 TECHNICKÁ A BIOTECHNICKÁ OPATŘENÍ

Technická protierozní opatření se navrhují obvykle pokud dojde k vyčerpání možností řešení protierozní ochrany organizačními a agrotechnickými opatřeními, nebo jako jejich doplnění. Pokud se potřeba protierozních opatření týká většího rozsahu zemědělských pozemků v jednom katastrálním území, je vhodné ochranu půdy řešit v rámci komplexních pozemkových úprav.

Hlavním rozdílem technických opatření oproti ostatním typům protierozních opatření je jejich stavební charakter, který se promítá do způsobu navrhování a realizace. Technická opatření jsou opatření investičního charakteru, která je třeba individuálně posoudit v souladu se Stavebním zákonem 183/2006Sb., a podle toho rozhodnout, zda stavba vyžaduje ohlášení, stavební povolení či je možno ji realizovat bez nich.

ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy rozeznává následující typy technických protierozních opatření, terénní urovnávky, terasy, příkopy, průlehy,

³⁴ NOVOTNÝ, Ivan. *Příručka ochrany proti vodní erozi: [aktualizované znění - leden 2014].* 2., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014. ISBN 978-80-87361-33-7.

vsakovací pásy, sedimentační pásy, zatravněné údolnice ochranné hrázky sanace erozních výmolů a strží, ochranné nádrže, polní cesty s protierozní funkcí.³⁵

TERASY

Terasy umožňují využívat pozemky, které kvůli velkým sklonům a členitosti nejsou možné současnými způsoby zemědělské výroby nijak efektivně využívat. Terasy slouží ke zmenšení velkého sklonu v krajině pomocí terénních stupňů. Dochází k rozdělení svahu na úseky a povrchový odtok tedy nedosáhne nebezpečného erozního účinku. Terasování je vždy zásadním zásahem do geologie, geomorfologie, pedologie i biologie krajiny a může tedy dojít k narušení přirozených chodů v krajině. Z toho důvodu bereme toto protierozní opatření jako krajní variantu a provádíme je pouze v nejnútnejším rozsahu s co největším respektem k zachování krajinného rázu.^{36,37}



Obrázek 6 - Široké terasy se zemními svahy (zdroj:<https://encyklopedie.vumop.cz/>,Nikolčice, foto VÚMOP)

PŘÍKOPY

Jedná se o liniový prvek umístěný na pozemku v místě, kde je nutné přerušit svah po délce. Nejčastěji se příkop navrhuje jako lichoběžník se šířkou ve dně 0,3–0,6 m, hloubkou mezi 0,6–1,2 m a sklonem svahů 1 : 1,5 až 1 : 2. Příkopy je nutno posuzovat z hlediska stability dna a svahů a v případě nutnosti opevnit. Příkopy mohou být *záchytné*, které se budují nad chráněným pozemkem a zabraňují vniknutí povrchového odtoku na plochu pozemku, *sběrné*, které jsou budovány přímo na území chráněného zemědělského pozemku s cílem zkrátit volnou délku povrchového odtoku, *svodné* do kterých ústí příkopy sběrné anebo *vsakovací*, které

³⁵ KADLEC, Václav. *Navrhování technických protierozních opatření: metodika*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2014. ISBN 978-80-87361-29-0.

³⁶ KADLEC, Václav. *Navrhování technických protierozních opatření: metodika*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2014. ISBN 978-80-87361-29-0.

³⁷ JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.

bývají vedeny vrstevnicově a jejich úkolem je zachytit povrchový odtok z výše ležícího pozemku a vodu infiltrovat, případně nechat vypařit.³⁸



Obrázek 7 - Protierozní příkop (zdroj:<https://www.geomat.cz/reference/protierozni-ochrana/zachytny-prikop-na-holem-kopci-v-kobyli/>)

PRŮLEHY

Průleh je mělký, široký příkop s mírným sklonem svahů, s malým podélným sklonem, který slouží k zachycení povrchového odtoku, který je následně neškodně odveden z pozemku. Průlehy se navrhují na pozemcích se sklonem do 15 % nejčastěji jako zatravněné. Podle funkce protierozní se průlehy dělí na záchytné a svodné.

Svodné průlehy se navrhují pro neškodné odvedení odtoku ze záchytných průlehů, z krátkodobě trvajících přívalových dešťů nebo náhlého tání sněhu. Střední profilová rychlost pro zatravněné průlehy je 1,5 m/s, příčný profil bývá parabolický, nebo lichoběžníkový se sklonem 1 : 10 až 1 : 5, hloubka se navrhuje 300 – 1000 mm.³⁹



Obrázek 8 - Protierozní průleh s hrázkou v k. ú. Milínov u Nezvěstic (zdroj: KADLEC, Václav. Navrhování technických protierozních opatření)

³⁸ KADLEC, Václav. Navrhování technických protierozních opatření: metodika. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2014. ISBN 978-80-87361-29-0.

³⁹ JANEČEK, Miloslav. Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.

PROTIEROZNÍ MEZE

Měly by se skládat ze zasakovacího pásu nad mezí a z hrázky jakožto vlastní konstrukce meze. V případě, že má mít mez i retenční funkci, tak i průlehu pod mezí. Protierozní meze, navrhované s průlehy ve své spodní části, jsou trvalou překážkou soustředěného povrchového odtoku. Funkce protierozních mezí jsou záchytné, odváděcí a současně krajnotvorné.

Hrázka by měla být osázena vegetací, případně na ni můžou být umístěny kameny nebo další prvky podporující diverzitu krajiny. Hrázka má u meze zpravidla funkci stabilizační, stabilizuje trasu ve vrstevnicovém směru a přesně udává prostor pro výsadbu vegetace.^{40,41}



Obrázek 9 - Protierozní mez (zdroj: <https://encyklopedie.vumop.cz/>, Horní Újezd, foto VÚMOP)

POLNÍ CESTY

Polní cesta, která zároveň slouží protierozně je kombinovaným typem opatření, kdy je běžná místní komunikace vedena v přibližně vrstevnicovém směru, a je umístěna do prostoru, kde je třeba přerušit příliš dlouhý a erozně ohrožený svah. Cesta by měla na straně proti svahu mít příkop, jehož funkcí je v tomto případě odvodnění komunikace a zároveň zachycení povrchového odtoku z výše ležícího pozemku. Příkop se dimenzuje stejně jako protierozní příkop, musí však splňovat požadavky na cestní příkopy.⁴²

⁴⁰ KADLEC, Václav. Navrhování technických protierozních opatření: metodika. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2014. ISBN 978-80-87361-29-0.

⁴¹ JANEČEK, Miloslav. Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.

⁴² KADLEC, Václav. Navrhování technických protierozních opatření: metodika. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2014. ISBN 978-80-87361-29-0.



Obrázek 10 - Polní cesta (zdroj: <http://zitkrajinou.cz/krajina/polni-cesty-zkracuji-vzdalenosti-nejen/>)

STABILIZACE DRAH SOUSTŘEDĚNÉHO ODTOKU

Přirozené nebo upravené dráhy soustředěného povrchového odtoku (mající charakter průlehů) zpevněné vegetačním krytem, jsou schopny bezpečně, bez projevů eroze odvést povrchový odtok, ke kterému dochází v důsledku morfolozické rozmanitosti krajiny, zejména na příčně zvlňených pozemcích, v úžlabinách a údolnicích v době přívalových dešťů nebo jarního tání, kdy soustředěně po povrchu odtékající voda v těchto místech zpravidla způsobuje erozní rýhy. Optimální ochranou těchto exponovaných míst je vegetační kryt, nejlépe zatravnění.



Obrázek 11 - Zatravněná dráha soustředěného odtoku (zdroj: <https://docplayer.cz/45325965-Yhys-hydromelioracni-stavby.html>)

OCHRANNÉ HRÁZKY

Ochranné hrázký jsou většinou používány ve spojení se záchytným příkopem, nebo průlehem (pak se jedná o protierozní mez), nebo samostatně. V takovém případě se jedná o ochranu dané lokality před povrchovým odtokem z výše položených

pozemků. Hrázka je vybudována na dolním okraji pozemku, při návrhu je důležitá orientace vrstevnicově s mírným odklonem, bez bezodtokých míst, kde by hrozilo hromadění přitékající vody a následné přelití či protržení hrázky.⁴³



Obrázek 12 - Ochranná hrázka (zdroj: <https://encyklopedie.vumop.cz/>, Hlubočany, foto VÚMOP)

OCHRANNÉ NÁDRŽE

Ochranné nádrže slouží k zachycení povodňových průtoků, transformují povodňové vlny a chrání území nebo objekty. Ideální je návrh víceúčelových nádrží, které plní více funkcí současně. Podle účelu se nádrže dělí na protierozní nádrže, suché nádrže, poldry a sedimentační jímky.⁴⁴



Obrázek 13 - Ochranná nádrž (zdroj: <https://encyklopedie.vumop.cz/>, Hustopeče u Brna, foto VÚMOP)

⁴³ KADLEC, Václav. Navrhování technických protierozních opatření: metodika. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2014. ISBN 978-80-87361-29-0.

⁴⁴ KADLEC, Václav. Navrhování technických protierozních opatření: metodika. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2014. ISBN 978-80-87361-29-0.

3.5 POZEMKOVÉ ÚPRAVY

Podle § 2 odst. 1 zákona č. 139/2002 Sb. o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech se pozemkovými úpravami ve veřejném zájmu prostorově a funkčně uspořádávají pozemky, scelují se nebo dělí a zabezpečuje se jimi přístupnost a využití pozemků a vyrovnání jejich hranic tak, aby se vytvořily podmínky pro racionální hospodaření vlastníků půdy. V těchto souvislostech původní pozemky zanikají a zároveň se vytvářejí pozemky nové, k nimž se uspořádávají vlastnická práva a s nimi související věcná břemena v rozsahu rozhodnutí podle § 11 odst. 8. Současně se jimi zajišťují podmínky pro zlepšení kvality života ve venkovských oblastech včetně napomáhání diverzifikace hospodářské činnosti a zlepšování konkurenceschopnosti zemědělství, zlepšení životního prostředí, ochranu a zúrodnění půdního fondu, vodní hospodářství zejména v oblasti snižování nepříznivých účinků povodní a řešení odtokových poměrů v krajině a zvýšení ekologické stability krajiny. Výsledky pozemkových úprav slouží pro obnovu katastrálního operátu a jako neopomenutelný podklad pro územní plánování.

3.5.1 FORMY POZEMKOVÝCH ÚPRAV

KOMPLEXNÍ POZEMKOVÉ ÚPRAVY (KPÚ)

Pozemkové úpravy se provádějí zpravidla formou komplexních pozemkových úprav, kdy se pozemková úprava týká celého katastrálního území s výjimkou zastavěné části obce nebo většího lesního celku.⁴⁵

JEDNODUCHÉ POZEMKOVÉ ÚPRAVY (JPÚ)

Je-li nutné vyřešit pouze některé hospodářské potřeby jako je například urychlené scelení pozemků, zpřístupnění pozemků, ekologické potřeby v krajině jako jsou lokální protierozní či protipovodňové opatření, nebo pokud se pozemkové úpravy mají týkat jen části katastrálního území, provádějí se formou jednoduchých pozemkových úprav. V případě jednoduchých pozemkových úprav lze upustit od zpracování plánu společných zařízení.

Jednoduchými pozemkovými úpravami lze provést i upřesnění nebo rekonstrukci přidělů půdy (§ 13) přidělené ve smyslu dekretů prezidenta republiky č. 12/1945 Sb. a č. 28/1945 Sb. a zákonů č. 142/1947 Sb. a č. 46/1948 Sb., a to v případech, kdy nelze použít jiný postup.⁴⁶

⁴⁵ Homoláčová, Jitka. Metodický návod k provádění pozemkových úprav ve znění změny č. 2. [online]. Dostupné z: https://www.spucr.cz/frontend/webroot/uploads/files/2018/04/metodickynavodkprovađenipuvezeni zmenyc_27770.pdf

⁴⁶ § 4 odst. 1 zákona č. 139/2002 Sb. o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech

3.5.2 PLÁN SPOLEČNÝCH ZAŘÍZENÍ

Návrh plánu společných zařízení představuje soubor opatření, které mají za úkol zabezpečit hlavního cíle komplexních pozemkových úprav, kterým je podle § 2 zákona č. 139/2002 Sb. o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech, vytvoření podmínek pro racionální hospodaření a zabezpečení přírodních zdrojů.

Soubor opatření zahrnuje opatření sloužící ke zpřístupnění pozemků jako jsou lesní nebo polní cesty, mosty, propustky, brody nebo železniční přejezdy. Zahrnuje také protierozní opatření pro ochranu půdního fondu. Jedná se o protierozní meze, průlehy, zasakovací pásy, záchytné příkopy, terasy, větrolamy, zatravnění nebo zalesnění. Součástí opatření jsou také opatření vodohospodářská hlavně tedy nádrže, rybníky, úpravy toků, odvodnění, poldry a ochranné hráze. Posledním druhem opatření jsou opatření sloužící k ochraně a tvorbě životního prostředí do kterých patří zvýšení ekologické stability nebo doplnění případně odstranění zeleně a také terénní úpravy.⁴⁷

Dokumentace plánu společných zařízení má dvě části, jedná se o základní část dokumentace PSZ, která se skládá z technické zprávy a grafické části, která je tvořena výkresy. Druhou částí je dokumentace technického řešení, která se skládá z textové části tvořené technickou a průvodní zprávou a fotodokumentací a z grafické části.⁴⁸

⁴⁷ Homoláčová, Jitka. Metodický návod k provádění pozemkových úprav ve znění změny č. 2. [online]. Dostupné z: https://www.spucr.cz/frontend/webroot/uploads/files/2018/04/metodickynavodkprovađenipuvezneni zmenyc_27770.pdf

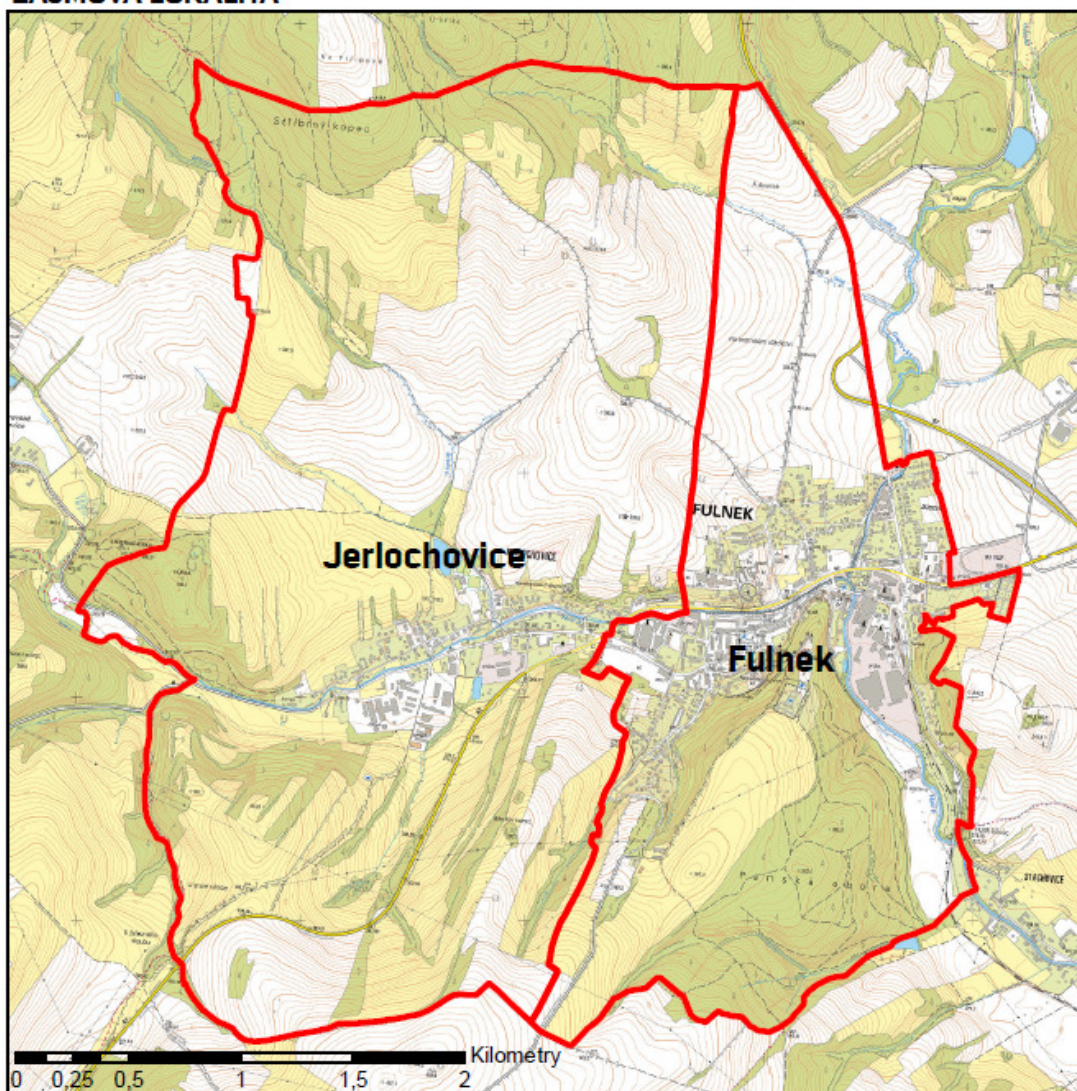
⁴⁸ Technický standard dokumentace plánu společných zařízení v pozemkových úpravách. Dostupné z: https://www.spucr.cz/frontend/webroot/uploads/files/2016/02/technicky_standard_psz_20161721.pdf

4 POPIS ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ

4.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA


Zájmová lokalita se nachází v Moravskoslezském kraji, okrese Nový Jičín ve městě Fulnek. Město se skládá z 11 katastrálních území. Řešené území leží v katastrálním území Fulnek a katastrálním území Jerlochovice. Celková rozloha zájmového území je 13,26 km². Městem protéká Husí potok, hydrologicky tato oblast spadá do povodí Stříbrného potoka. Město Fulnek má 5660 obyvatel. Bleskové povodně z přívalových srážek způsobují každoročně škody v zájmové lokalitě jak na zemědělské půdě, kde nastává k vysoké ztrátě půdy, tak i v intravilánu obce, který je právě touto půdou zaplaven.

ZÁJMOVÁ LOKALITA



Obrázek 14 - Mapa zájmové lokality

LEGENDA

 ZAJMOVÉ UZEMÍ

4.2 KLIMATICKÉ POMĚRY

Klimatický region zahrnuje území s přibližně shodnými klimatickými podmínkami pro růst a vývoj zemědělských plodin. Vymezení klimatických regionů bylo provedeno na základě těchto kritérií, suma průměrných denních teplot rovných nebo vyšších než 10° C, průměrné roční teploty a průměrné teploty ve vegetačním období, dále průměrný úhrn ročních srážek a srážek ve vegetačním období, pravděpodobnost výskytu suchých vegetačních období v %, výpočet vláhové jistoty, hranice sucha a další faktory jako nadmořská výška, údaje o známých klimatických singularitách a faktor mezoreliéfu. Tyto údaje byly zpracovány Českým hydrometeorologickým ústavem z údajů let 1901–1950, na základě kterých bylo stanoveno deset klimatických regionů (číselný kód 0 - 9) se základním členěním na oblast velmi teplou, teplou, mírně chladnou a chladnou s podtříděním subregionů na suchý, mírně suchý, mírně vlhký a vlhký.

Klimatický region vycházející z kódu BPEJ se na zájmové lokalitě vyskytuje převážně v hodnotě 7 – mírně teplý, vlhký (MT4). Charakteristiky pro tento region jsou: průměrná roční teplota 6 – 7 °C, průměrný úhrn srážek 650 – 750 mm, pravděpodobnost suchých vegetačních období 5 – 15 %. Menší část zájmové lokality potom leží v klimatickém regionu s hodnotou 6 pro kterou jsou charakteristiky následující: průměrná roční teplota 7,5 – 8,5 °C, průměrný úhrn srážek 700 - 900 mm, pravděpodobnost suchých vegetačních období 0 - 10 %.⁴⁹

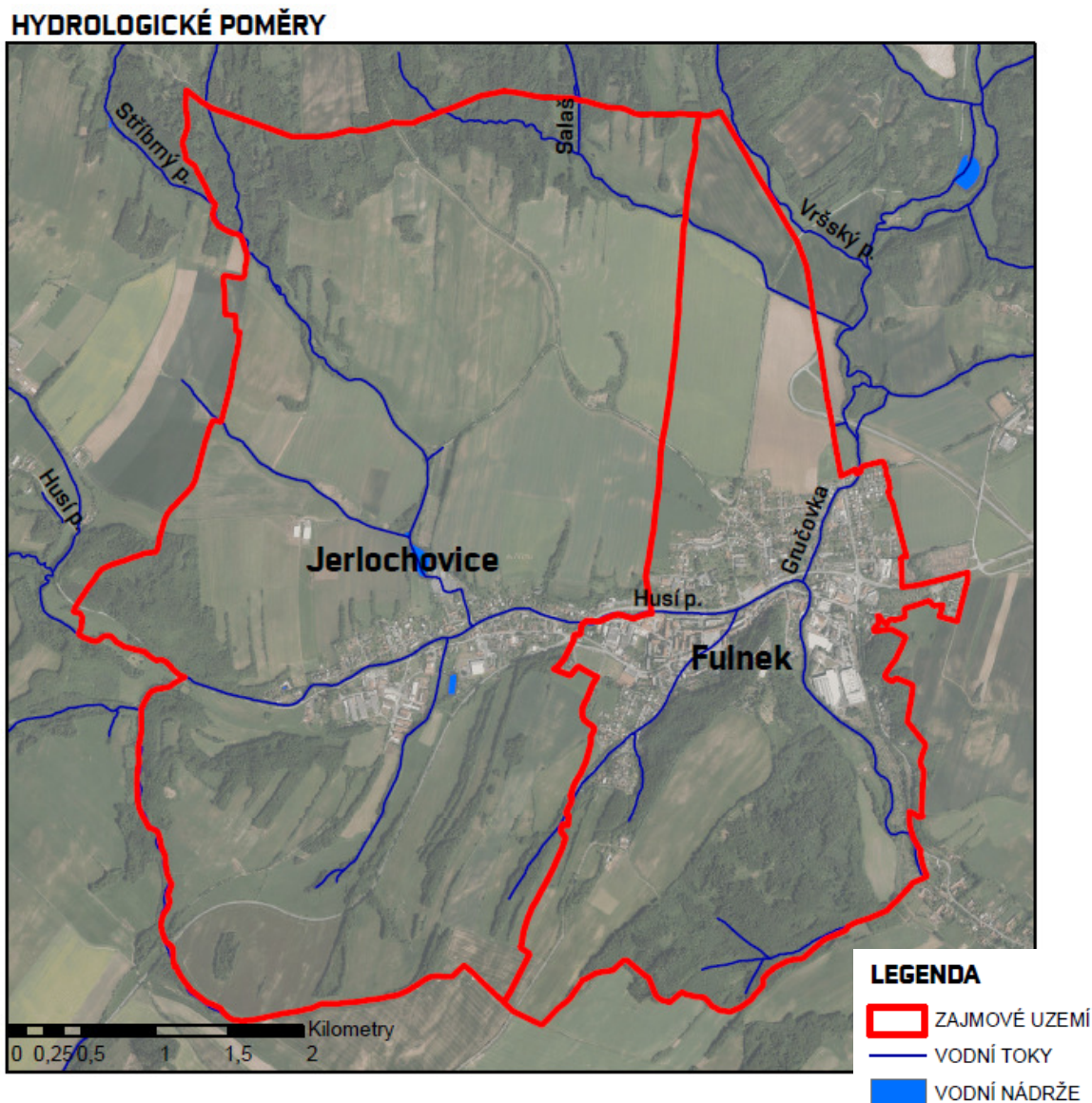
Tabulka 5 - Klimatické regiony (Příloha č. 1 k vyhlášce č. 227/2018 Sb.)

Číselný kód regionů	Symbol regionů	Charakteristika regionů	Suma teplot nad 10 °C	Průměrná roční teplota v °C	Průměrný roční úhrn srážek v mm	Pravděpodobnost suchých vegetačních období v %	Vláhová jistota ve vegetačním období
0	VT	velmi teplý, suchý	2800-3100	09.X	500-600	30-50	0-3
1	T1	teplý, suchý	2600-2800	08.IX	< 500	40-60	0-2
2	T2	teplý, mírně suchý	2600-2800	08.IX	500-600	20-30	02.IV
3	T3	teplý, mírně vlhký	2500-2800	(7)8-9	550-650(700)	X.20	04.VII
4	MT1	mírně teplý, suchý	2400-2600	7-8,5	450-550	30-40	0-4
5	MT2	mírně teplý, mírně vlhký	2200-2500	07.VIII	550-650(700)	15-30	04.X
6	MT3	mírně teplý (až teplý), značně vlhký	2500-2700	7,5-8,5	700-900	0-10	> 10
7	MT4	mírně teplý, vlhký	2200-2400	06.VII	650-750	V.15	> 10
8	MCH	mírně chladný, vlhký	2000-2200	05.VI	700-800	0-15	> 10
9	CH	chladný, vlhký	pod 2000	< 5	> 800	0	> 10

⁴⁹ eKatalog BPEJ. eKatalog BPEJ [online]. Copyright © VÚMOP v.v.i. [cit. 12.10.2019]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/>

4.3 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

V zájmové lokalitě se nachází několik vodních toků a malých bezejmenných vodních nádrží. Jedná se o Husí potok, hlavní vodní tok, který protéká intravilánem města Fulnek, dále pak Stříbrný potok, potok Salaš, potok Gručovka a několik malých nepojmenovaných toků. Malé toky v oblasti pramení a ústí do Husího, případně Stříbrného potoka. Jsou to právě tyto potoky, které při přívalové srážce nebo



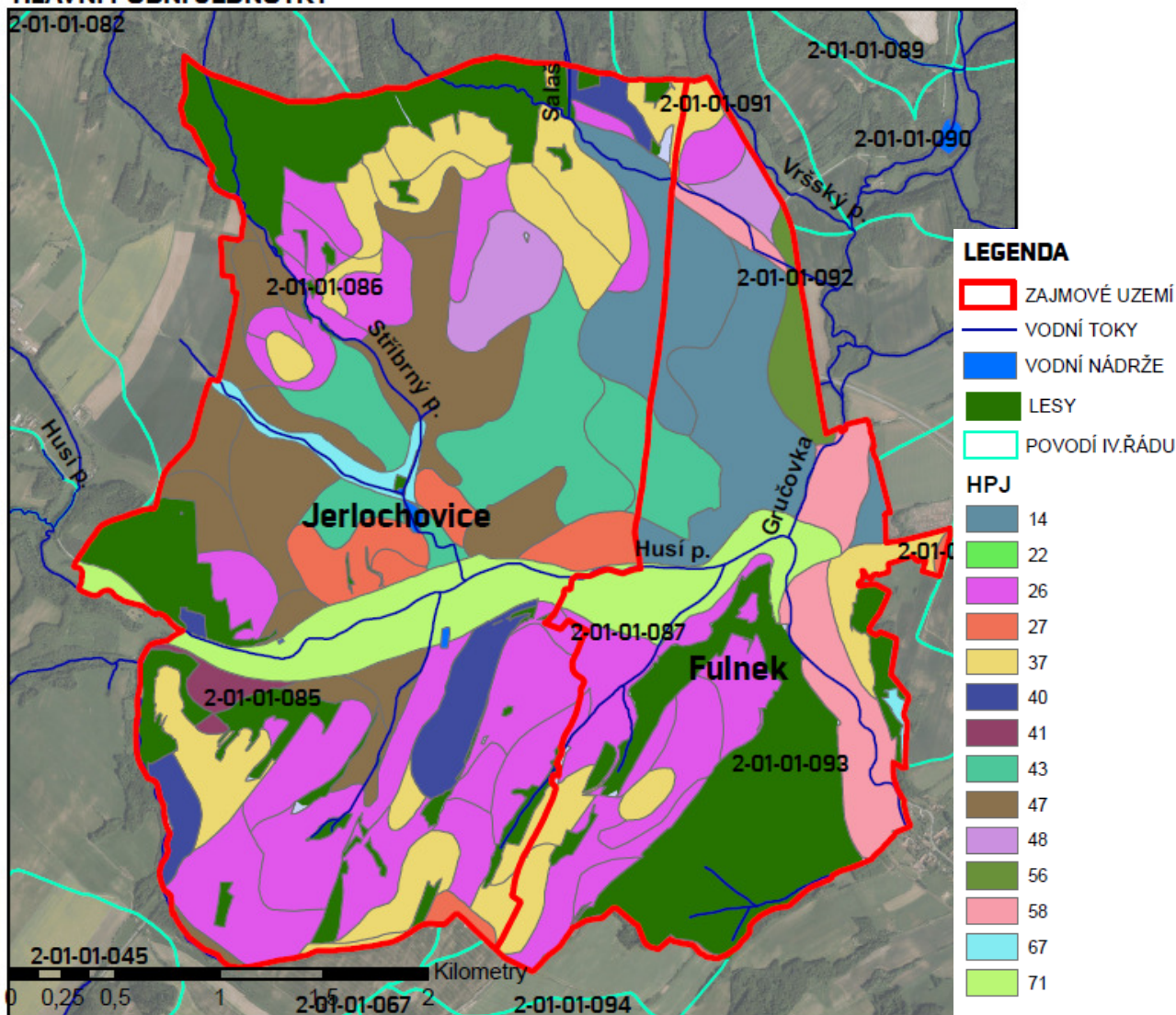
Obrázek 15 - Hydrologické poměry

4.4 GEOLOGICKO - PEDOLOGICKÉ POMĚRY

HLAVNÍ PŮDNÍ JEDNOTKA

Hlavní půdní jednotka (HPJ) je definována jako syntetická agronomizovaná jednotka charakterizovaná účelovým (agronomickým) seskupením genetických půdních typů, subtypů, půdotvorných substrátů, zrnitosti, hloubky půdy, typem a stupněm hydromorfizmu a reliéfem území. Celkově je odvozeno v klasifikační soustavě bonitace 78 druhů HPJ, které z geneticko-agronomického hlediska tvoří 13 základních skupin. HPJ se odvozuje z 2. a 3. číslice kódu BPEJ. HPJ a její charakteristika vychází z Přílohy č. 2 vyhlášky č. 227/2018 Sb.⁵⁰

HLAVNÍ PŮDNÍ JEDNOTKY



Obrázek 16 - Mapa HPJ

V zájmové lokalitě se nejčastěji vyskytují HPJ hodnoty 14, 26, 37 a 47, ostatní zastoupené HPJ jsou pak 22, 27, 40, 41, 43, 48, 56, 58, 67 a 71.

⁵⁰ Mapové vrstvy zemědělské půdy | Půda v číslech . [online]. Copyright © 2019 Půda v číslech, [cit. 29.10.2019]. Dostupné z: <https://statistiky.vumop.cz/?core=popis>

- 14** Luvizemě modální, hnědozemě luvické včetně slabě oglejených na sprašových hlínách (prachovicích) nebo svahových (polygenetických) hlínách s výraznou eolickou příměsí, středně těžké s těžkou spodinou, s příznivými vláhovými poměry.
- 22** Půdy jako předcházející HPJ 21 na mírně těžších substrátech typu hlinitý písek nebo písčité hlína s vodním režimem poněkud příznivějším než předcházející.
- 26** Kambizemě modální eubazické a mezobazické, včetně slabě oglejených variet na břidlicích, hadcích, slaběji bazických horninách, popřípadě nerozlišitelném střídání hornin bazických s neutrálními až kyselými (např. jílovské pásmo, některé metamorfované diabasy apod.) převážně středně těžké, až středně skeletovité, s příznivými vláhovými poměry.
- 27** Kambizemě modální eubazické až mezobazické na pískovcích, drobách, kulmu, brdském kambriu, flyši, zrnitostně lehké nebo středně těžké lehčí, s různou skeletovitostí, půdy výsušné
- 37** Kambizemě litické, kambizemě rankerové, rankery modální, pararendziny litické na pevných substrátech bez rozlišení, v podorniči od 0,3 m silně skeletovité nebo s pevnou horninou, lehké až lehčí středně těžké (v 9. KR i středně těžké a těžké), do 0,3 m slabě až středně skeletovité, výjimečně silně skeletovité, převážně výsušné, závislé na srážkách.
- 40** Půdy se sklonitostí vyšší než 12 stupňů, kambizemě, rendziny, pararendziny, rankery, regozemě, černozemě, hnědozemě a další, zrnitostně středně těžké lehčí až lehké, s různou skeletovitostí, vláhově závislé na klimatu a expozici.
- 41** Půdy jako u HPJ 40 avšak zrnitostně středně těžké až velmi těžké s poněkud příznivějšími vláhovými poměry.
- 43** Hnědozemě luvické, luvizemě oglejené na sprašových hlínách (prachovicích), středně těžké, ve spodině i těžší, bez skeletu nebo jen s příměsí, se sklonem k převlhčení
- 47** Pseudogleje modální, pseudogleje luvické, kambizemě oglejené a glejové na svahových (polygenetických) hlínách, středně těžké, ve spodině těžší, bez skeletu až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému zamokření.
- 48** Kambizemě oglejené, rendziny kambické oglejené, pararendziny kambické oglejené a pseudogleje modální na opukách, břidlicích, permokarbonu nebo flyši, středně těžké lehčí až středně těžké, bez skeletu až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému, převážně jarnímu zamokření.

- 56** Fluvizemě modální eubazické až mezobazické, fluvizemě kambické, koluvizemě modální na nivních uloženinách, často s podložím teras, středně těžké lehčí až středně těžké, zpravidla bez skeletu, vláhově příznivé
- 58** Fluvizemě glejové na nivních uloženinách, popřípadě s podložím teras, středně těžké nebo středně těžké lehčí, pouze slabě skeletovité, hladina vody níže 1 m, vláhové poměry po odvodnění příznivé.
- 67** Gleje modální na různých substrátech často vrstevnatě uložených, v polohách širokých depresí a rovinných celků, středně těžké až těžké, při vodních tocích závislé na výšce hladiny toku, zaplavované, těžko odvodnitelné.
- 71** Gleje fluvické, fluvizemě glejové, stejných vlastností jako HPJ 70, avšak výrazně vlhčí při terasových částech úzkých niv⁵¹

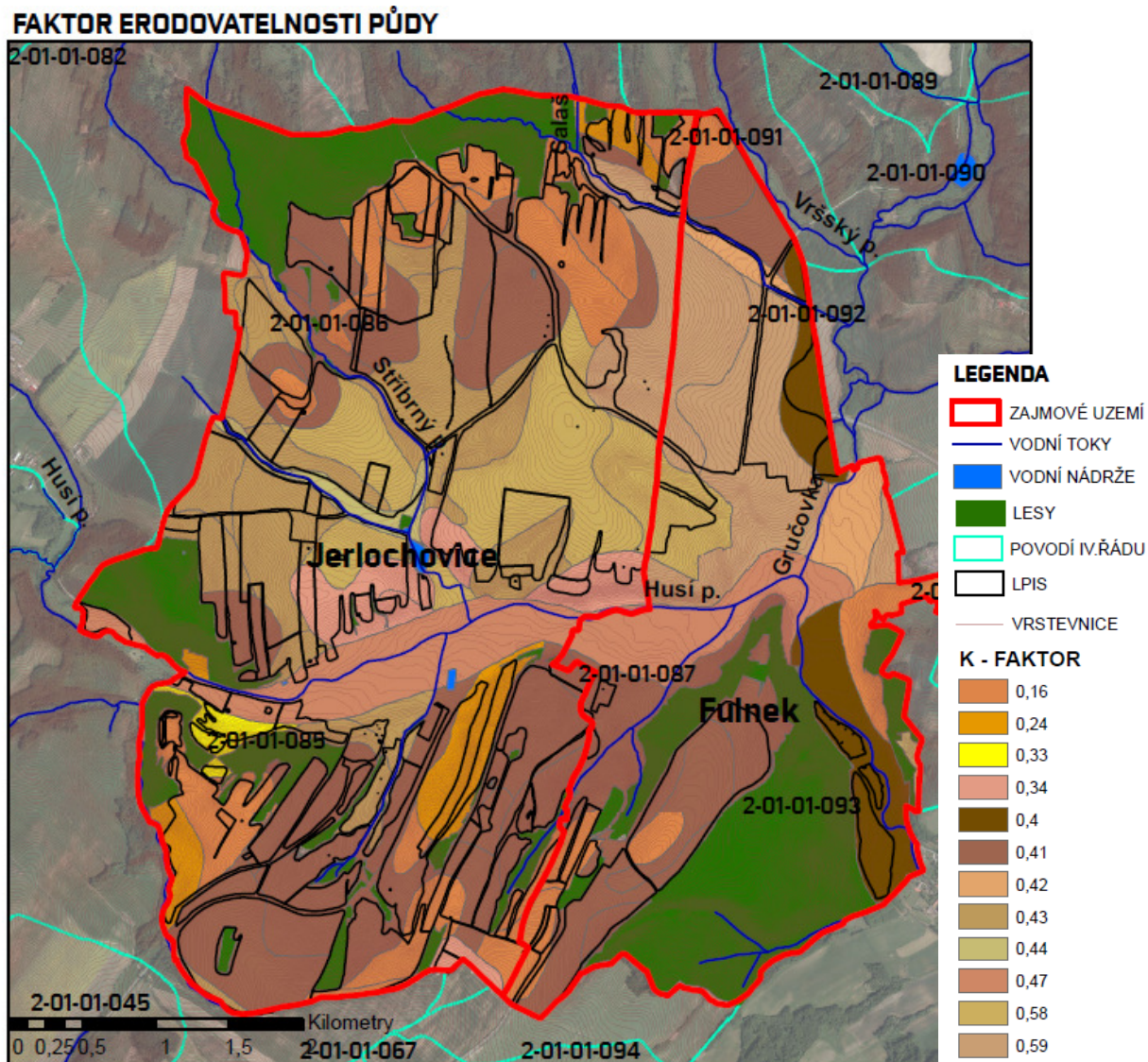
FAKTOR ERODOVATELNOSTI PŮDY

K – faktor neboli faktor erodovatelnosti půdy byl stanoven na základě HPJ a v zájmové lokalitě se pohybuje v hodnotách od 0,16 do 0,59.

Tabulka 6 - Hodnoty K - faktoru v závislosti na HPJ

HPJ	K - FAKTOR
37	0,16
40	0,24
41	0,33
27	0,34
64	0,4
48	0,41
58	0,42
47	0,43
67	0,44
46	0,47
43	0,58
14	0,59

⁵¹ fragment #f6262370 vyhlášky č. 227/2018 Sb. o charakteristice bonitovaných půdně ekologických jednotek a postupu pro jejich vedení a aktualizaci



Obrázek 17 - Mapa K - faktoru

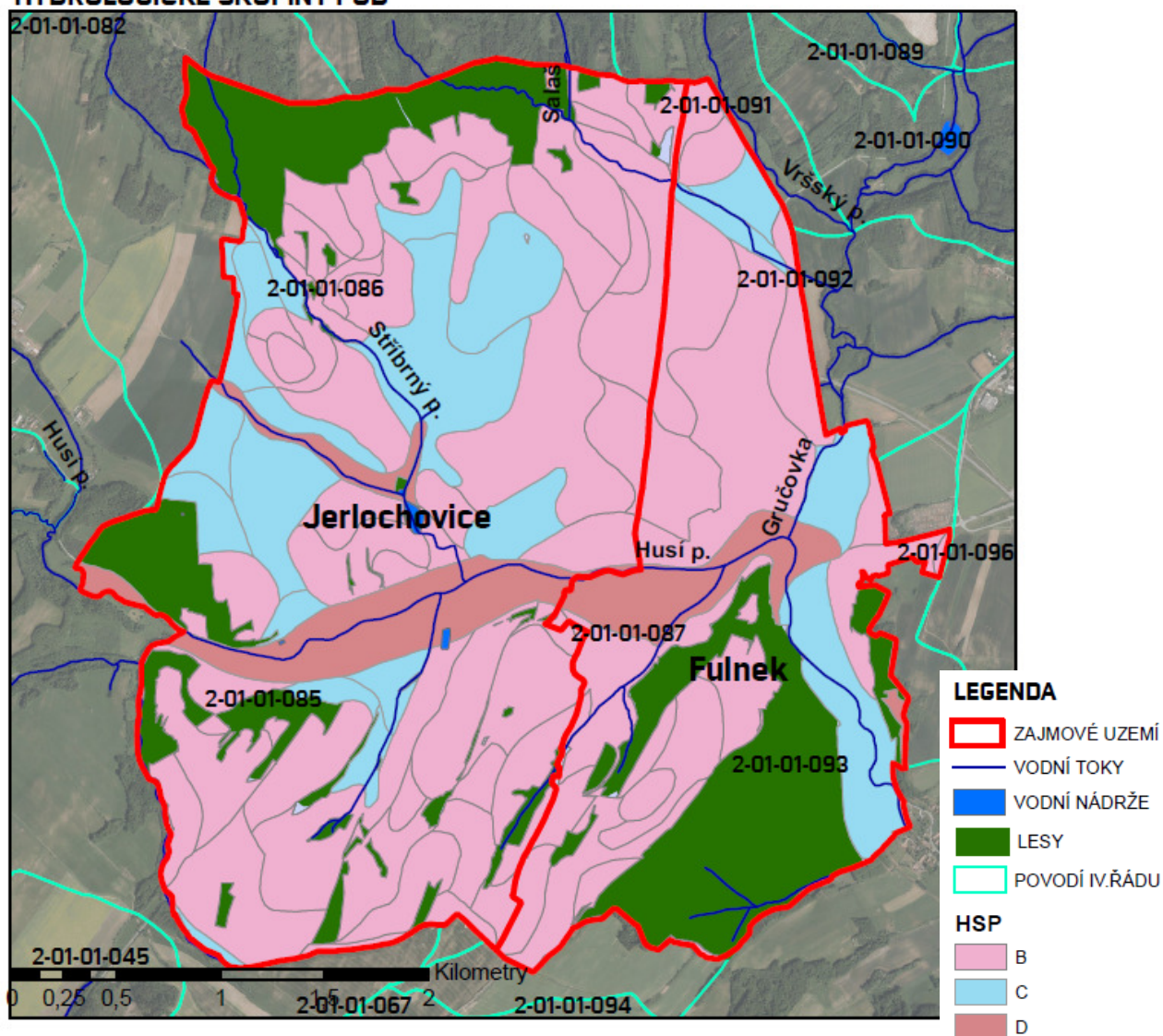
4.5 HYDRO – PEDOLOGICKÉ POMĚRY

V zájmové lokalitě se ve vysoké míře objevují půdy patřící do skupiny B a C, velmi zřídka půda skupiny D a půda skupiny A se v zájmovém území vůbec nenachází. Půdy skupiny B jsou půdy se střední rychlostí infiltrace i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité. Půdy skupiny C jsou půdy s nízkou rychlostí infiltrace i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité

Tabulka 7 - Hydrologické skupiny půd

HSP	Charakteristika hydrologických vlastností	Rychlost infiltrace [mm.min ⁻¹]	Rychlost infiltrace [mm.den ⁻¹]
A	Půdy s vysokou rychlostí infiltrace i při úplném nasycení, zahrnující převážně hluboké, dobře až nadměrně odvodněné písky nebo štěrky	>0.12	>172
B	Půdy se střední rychlostí infiltrace i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité	0-06 - 0.12	86.4-172
C	Půdy s nízkou rychlostí infiltrace i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité	0.02 - 0.06	28.8-86.4
D	Půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace i při úplném nasycení, zahrnující především jíly s vysokou bobtnavostí, půdy s trvale vysokou hladinou podzemní vody, půdy s vrstvou jílu na povrchu nebo těsně pod ním a mělké půdy nad téměř nepropustným podložím	<0.02	<28.8

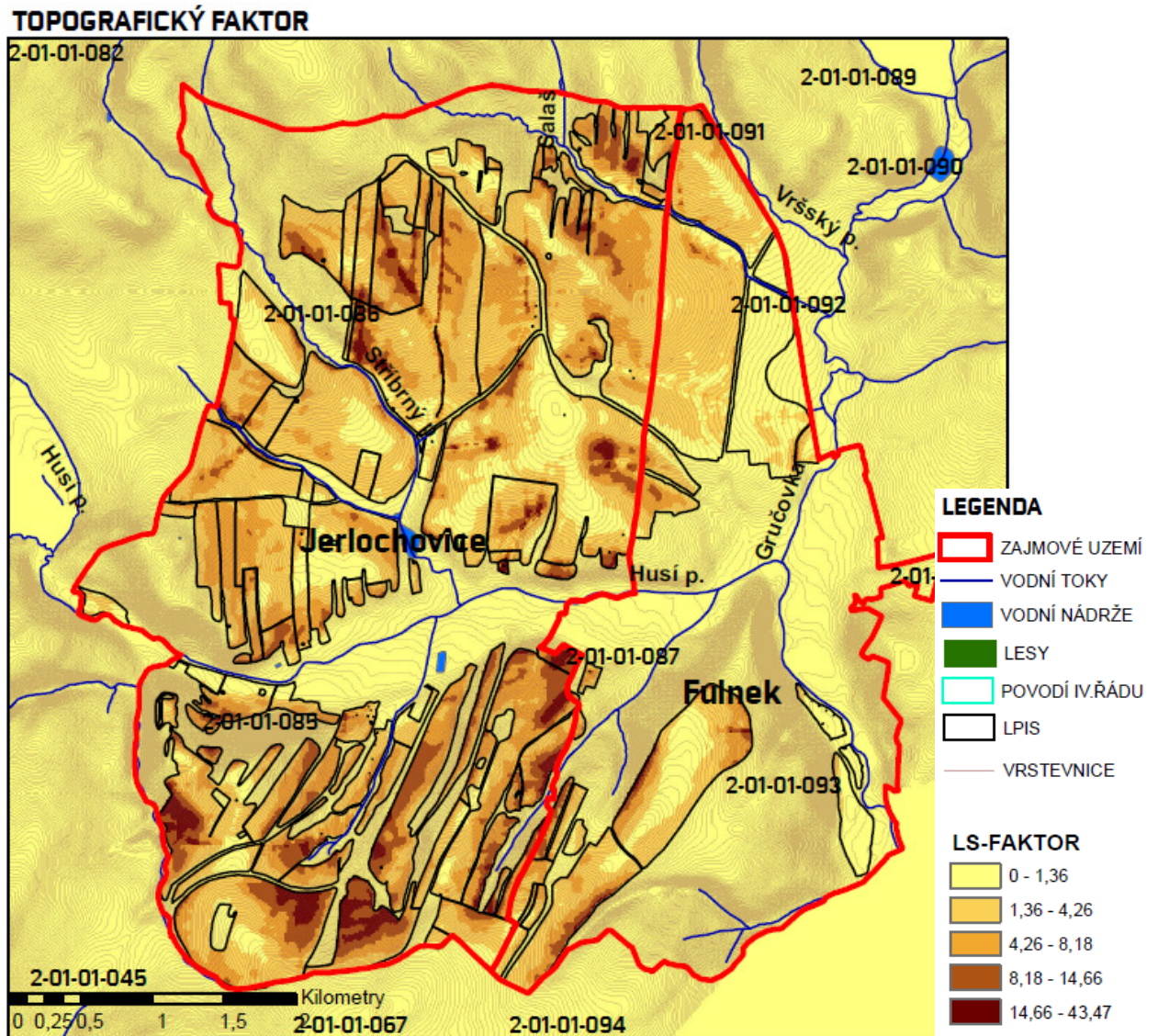
HYDROLOGICKÉ SKUPINY PŮD



Obrázek 18 - Mapa HSP

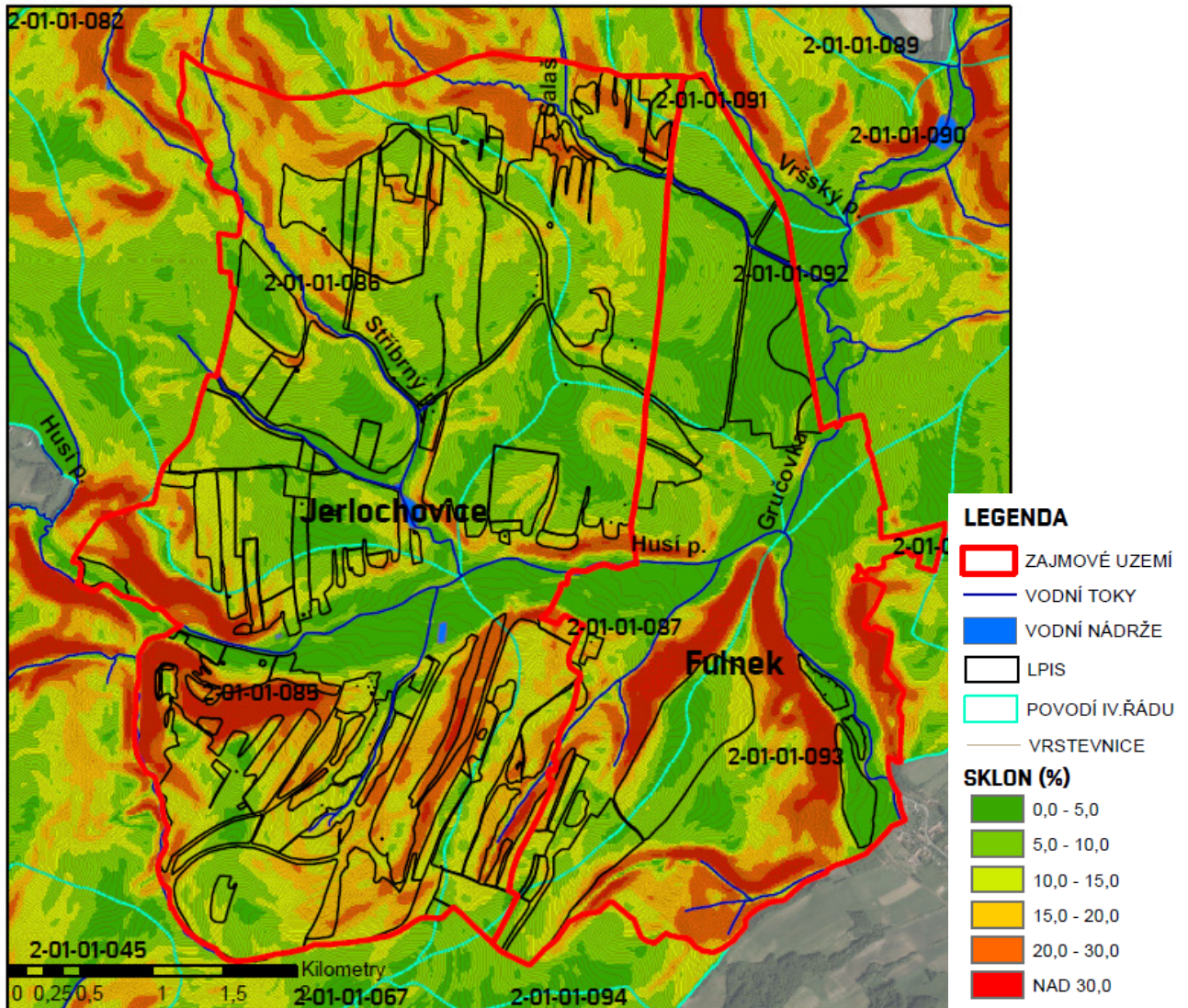
4.6 MORFOLOGICKÉ POMĚRY

Z geomorfologického hlediska spadá zájmová lokalita do Krkonoško-jesenické soustavy, Jesenické podsoustavy, přesněji do celku Nízký Jeseník a jeho podcelku Vítkovská vrchovina, kde se pak rozkládá mezi Fulneckou, Tošovskou a Heřmanickou vrchovinou.



Obrázek 19 - Mapa LS-faktoru

SKLONITOSTNÍ POMĚRY



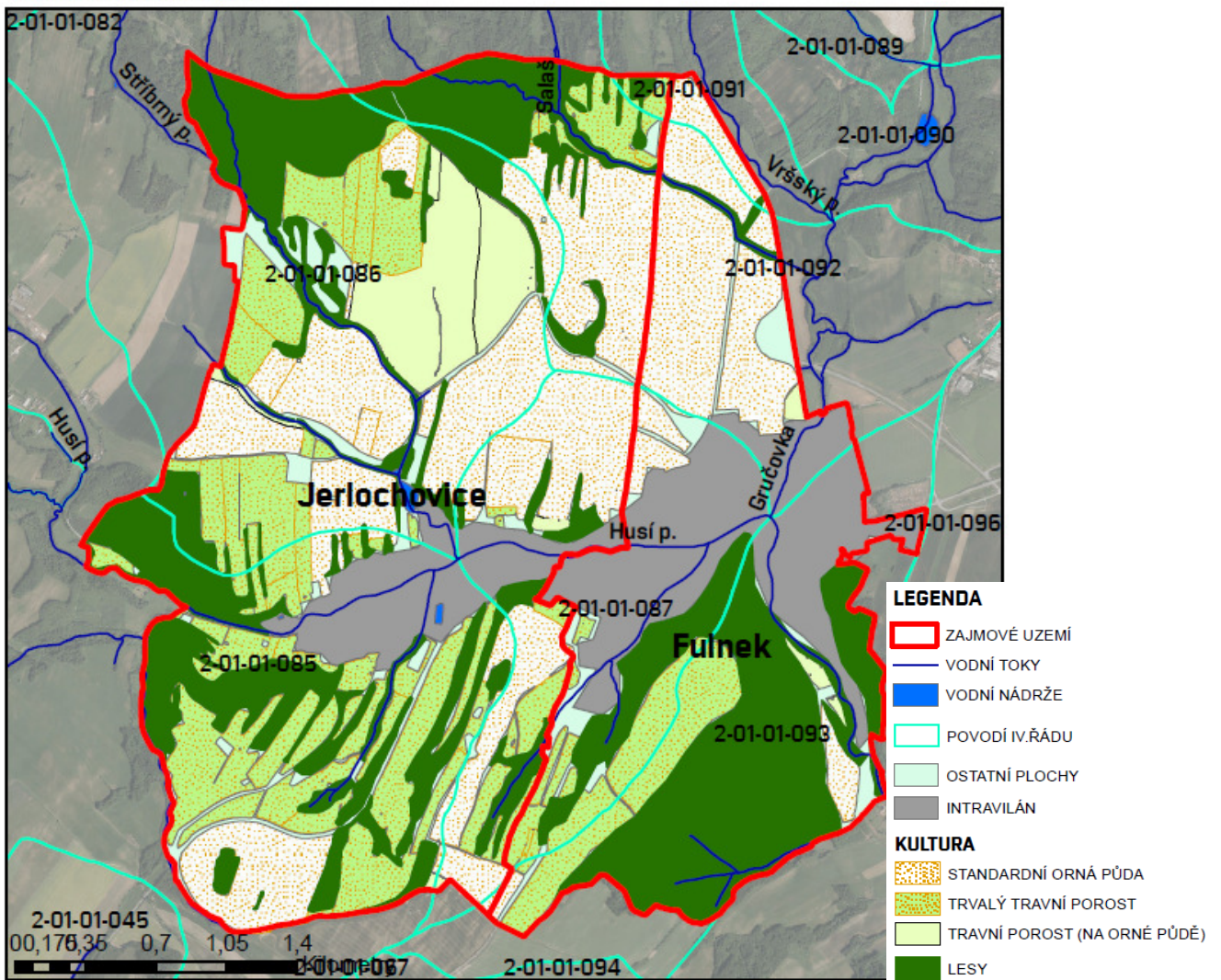
Obrázek 20 - Mapa sklonitosti

Sklon svahů v zájmové lokalitě se pohybuje nejčastěji v mezích od 0° do 10°. Lokálně se vyskytují svahy se sklonem na 30°.

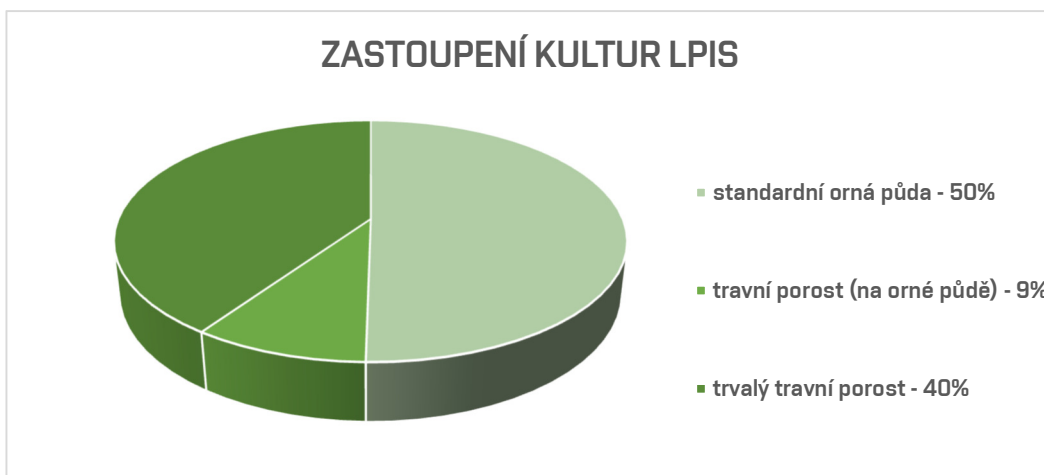
4.7 PLOŠNÁ LOKALIZACE DRUHŮ POZEMKŮ

Celková plocha zájmového území (k.ú. Jerlochovice a k.ú. Fulnek) je 1326 ha, kultury LPIS zabírají 723,77 ha zájmového území. Téměř 50% kultury, což je 364 ha LPIS je tvořeno standardní ornou půdou, trvalý travní porost zabírá 40% kultury, tedy 292 ha, 9% kultury, 68 ha je tvořeno travním porostem na orné půdě. Jiné kultury se v zájmové lokalitě nenachází. Lesní porost se rozkládá na ploše 365 ha zájmového území.

FAKTORY POKRYVU



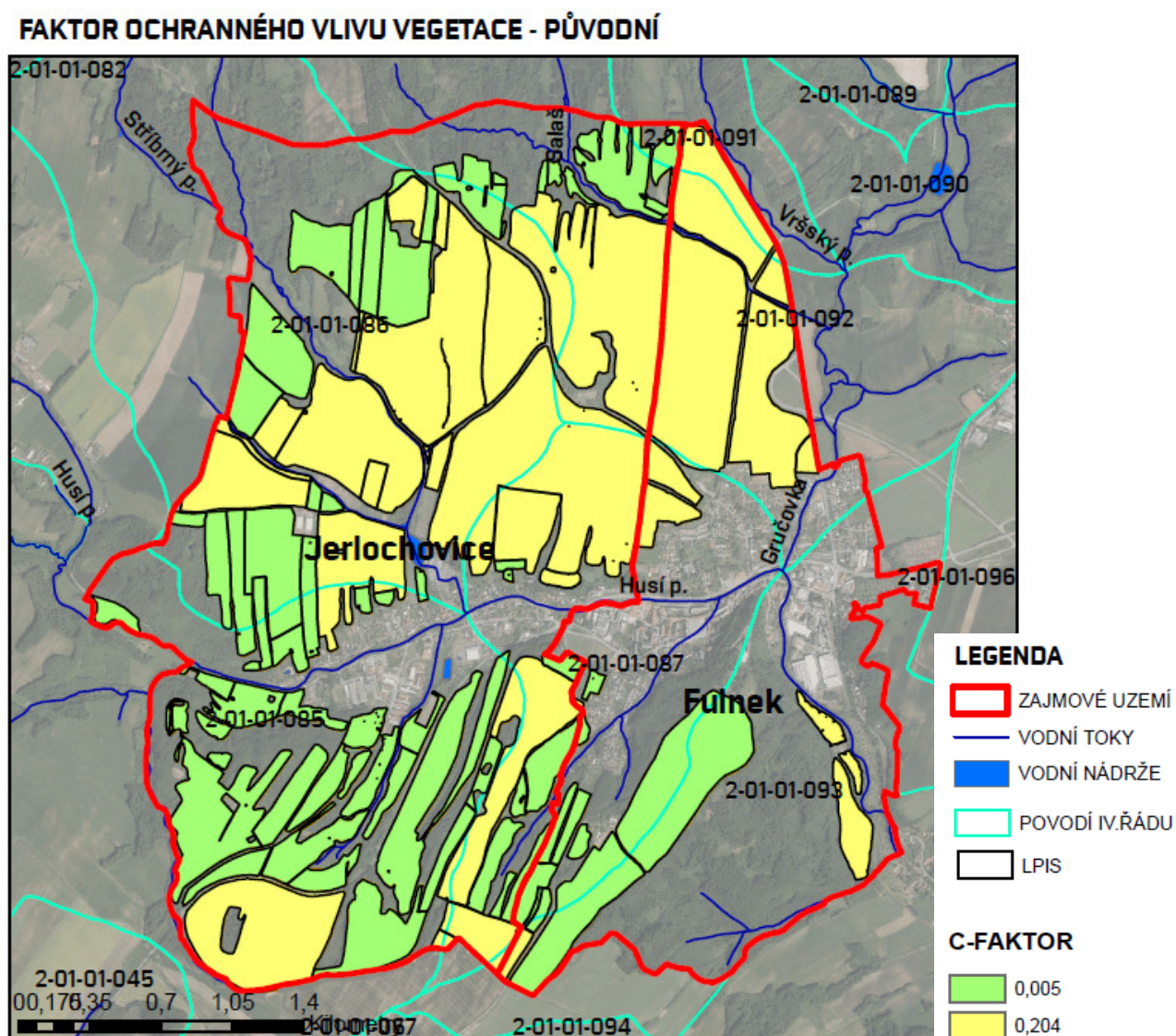
Obrázek 21 - Mapa krajinného pokryvu



Obrázek 22 - Graf zastoupení kultur LPIS

Tabulka 8 - Zastoupení kultur LPIS

KULTURA		PLOCHA(ha)
ČÍSLO	NÁZEV	
2	standardní orná půda	363,77
11	travní porost (na orné půdě)	67,7
7	trvalý travní porost	292,3
CELKEM		723,77

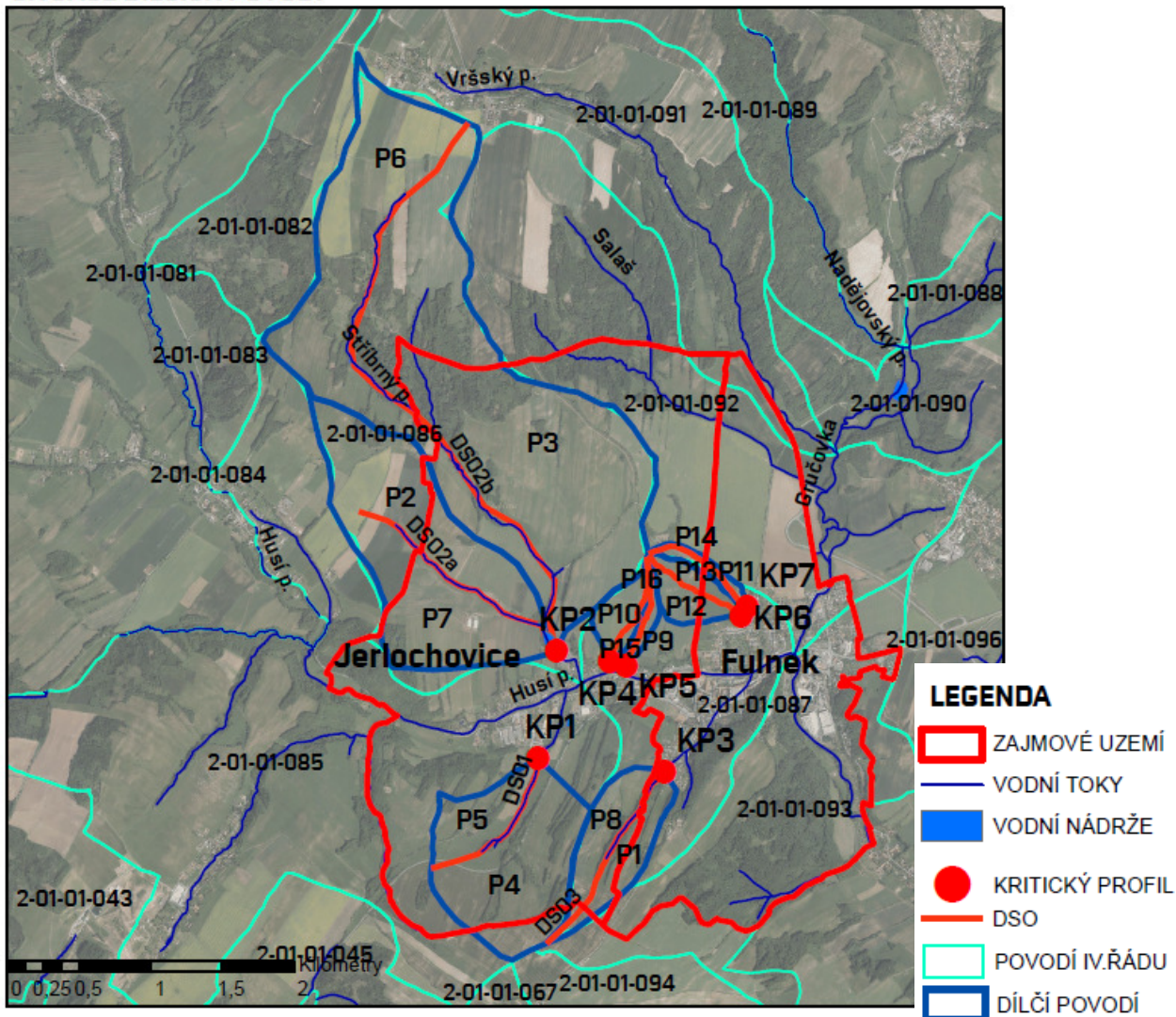


Obrázek 23 - Faktor ochranného vlivu vegetace - původní

4.8 ODTOKOVÉ POMĚRY

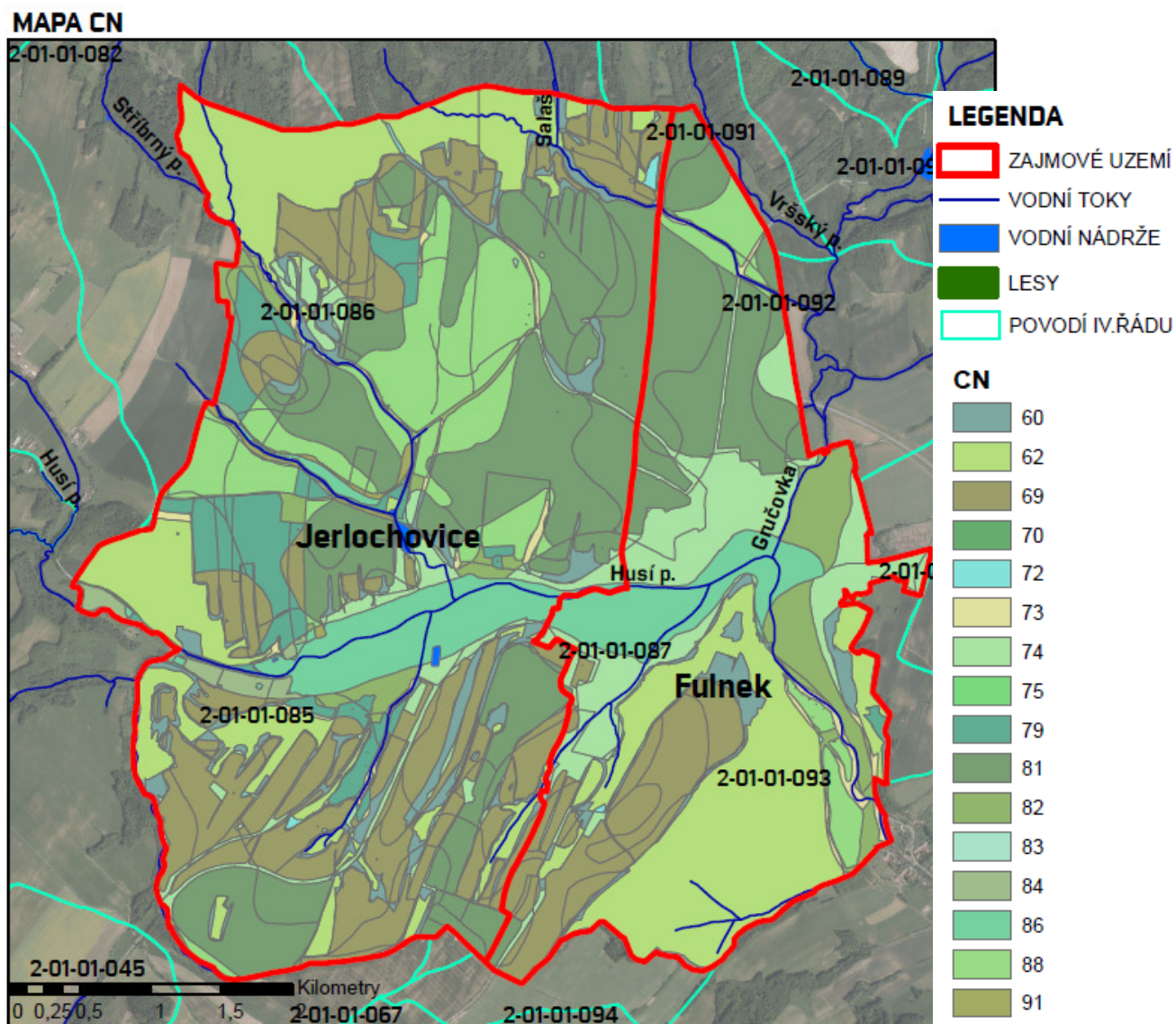
Na základě výškopisu a akumulace odtoků bylo na zájmové lokalitě stanoveno 7 kritických profilů a 8 kritických povodí, do kritického profilu č.2 ústí 2 kritická povodí (viz Obrázek 23 – Situace dílčích povodí). Ze situace plyne, že kritická povodí P2, P3, P6 a P7 zasahují svou plochu mimo zájmové území na katastrální území Vrchy a Moravské Vlkovice, srážky z těchto povodí však odtékají do zájmového území přesněji do k.ú.Jerlochovice.

SITUACE DÍLČÍCH POVODÍ



Obrázek 24 - Situace dílčích povodí

Průměrná čísla odtokových křivek CN se pohybují od 70 do 85 viz Tabulka 8 - Průměrná CN na dílčích povodích.



Obrázek 25 – Mapa prostorové lokalizace čísel CN

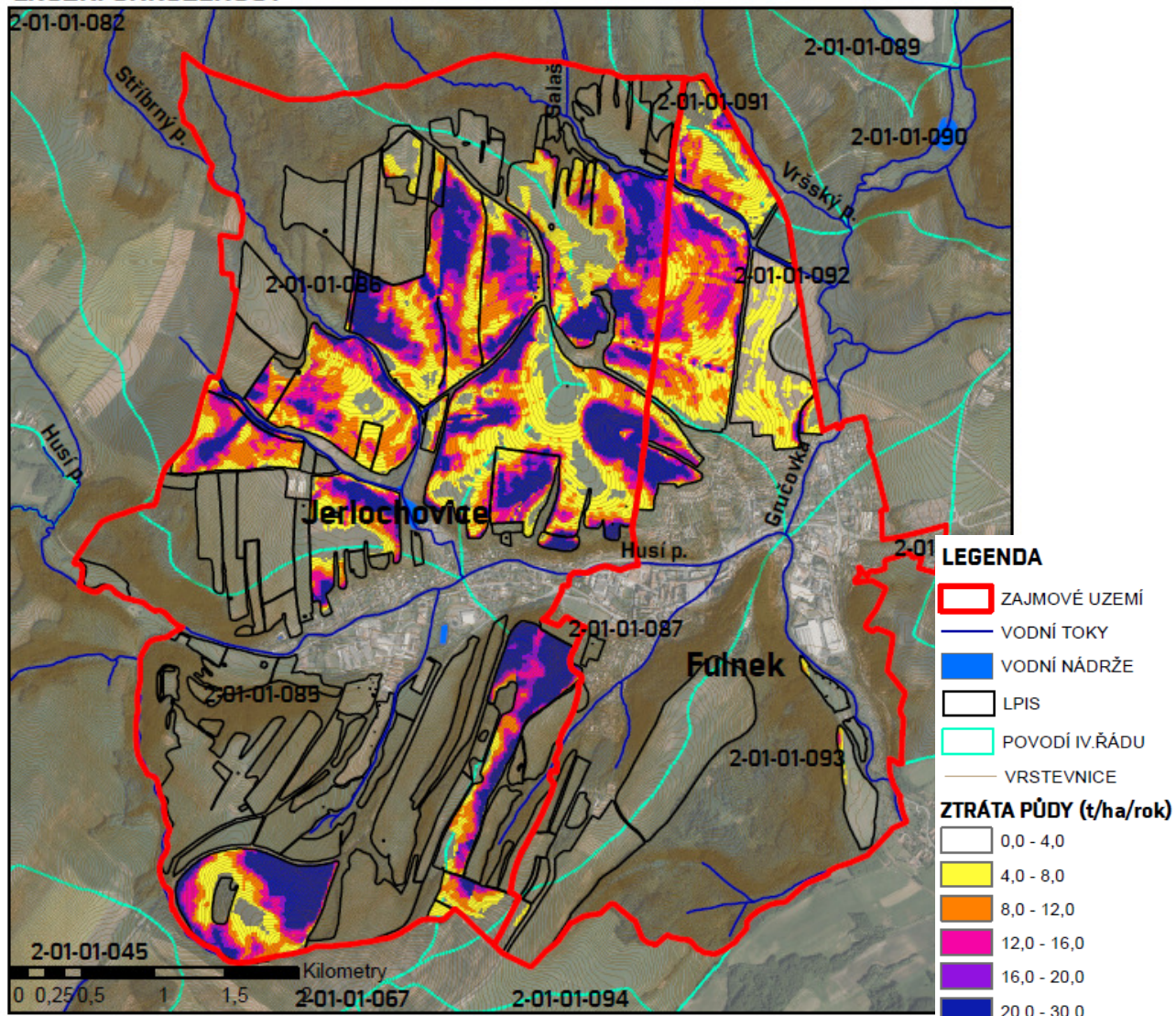
Tabulka 9 - Průměrná CN na dílčích povodích

OZN	PLOCHA (ha)	PRŮMĚRNÉ CN
P1	25,41	70,8780
P2	90,57	78,8469
P3	305,36	77,4591
P4	86,93	72,0707
P5	29,01	75,1120
P6	171,55	81,6386
P7	83,23	80,2602
P8	27,64	73,5963
P9	4,22	80,4161
P10	12,58	82,4507
P11	3,09	77,4305
P12	12,84	80,9075
P13	8,19	80,5146
P14	4,30	79,4535
P15	2,97	85,4330
P16	2,13	80,6589

4.9 EROZNÍ POMĚRY

Erozní ohrožení v zájmové lokalitě dosahuje extrémních hodnot, pro některá EHP až 30 t/ha/rok.

EROZNÍ OHROŽENOST



Tabulka 10 - Ztráta půdy v kritických povodích

Obrázek 26 - Mapa erozní ohroženosti

OZN.	PLOCHA (km ²)	ZTRÁTA PŮDY (t/ha/rok)		
		MIN	MAX	PRŮMĚRNÁ
P1	0,1159	0,002	109,45	6,38
2a	0,1738	0,010	72,46	7,15
2b	0,4769	0,003	187,41	10,00
P3	0,0531	0,009	39,42	4,77
P4	0,0156	0,168	84,70	14,27
P5	0,0064	0,369	42,08	7,47
P6	0,0210	0,661	137,84	23,17
P7	0,0074	0,884	17,23	6,93

5 POUŽITÉ METODY

5.1 ARCGIS

ArcGIS je geografický informační systém, který je určený pro práci s prostorovými daty. Data může vytvářet a spravovat, ale jeho hlavní funkcí je analyzovat, najít v nich nové vztahy a vše přehledně vizualizovat. ArcMap je aplikace ArcGIS Desktop, která slouží pro všechny mapové úlohy včetně kartografie, prostorových analýz a editace dat.⁵²

Pro výpočet erozní ohroženosti zájmové lokality v Jerlochovicích byl použit program ArcGIS, přesněji jeho verze ArcMap 10.4. Jako první byl na základě vrstev výškopisu a zájmového území vygenerován digitální model terénu, za pomoci příkazu *Topo to raster*, který byl následně příkazem *Fill* vyhlazen a zbaven nepřesností. Pro lepší názornost byl DMT nahrazen stínovaným reliéfem pomocí funkce *Hillshade*.

Digitální model terénu dále sloužil jako podklad k vytvoření vrstev LS-faktoru, akumulace a směrů odtoku na zájmovém území. Směry odtoků dostaneme použitím funkce *Flow direction* a vrstvu akumulace pomocí funkce *Flow acumulation*. Tyto vrstvy slouží jako podklad k identifikaci drah soustředěného odtoku a kritických bodů. Pomocí výškopisu a drah soustředěného odtoku došlo k identifikaci sběrných ploch.

Dalšími analytickými podklady byly vrstvy BPEJ a LPIS, které sloužily k vytvoření rastrových vrstev K-faktoru a C-faktoru. Celková erozní ohroženost byla stanovena funkcí *Raster Calculator*. Hodnoty byly pomocí funkce *Zonal statistic as table* zaznamenány do tabulky.

Po zjištění celkové erozní ohroženosti byla navržena potřebná opatření a zakreslena do prostředí ArcMap. Kreslení probíhá v editačním prostředí za pomoci funkce *Create features*.

5.2 USLE

Program USLE2D byl použit pro vytvoření LS faktoru, jako vstupní data byly použity vrstvy EHP (erozně hodnocené plochy), které jsou stanovené dle LPIS a DMT (digitální model terénu).

Pro výpočet byla zvolena metoda „Routing: Flux Decomposition“ a jako „LS Algorithm: Mc Cool“.

Program USLE2D je schopen zpracovávat pouze data, ve formátu Idrisi (*.rst). Pro tuto konverzi dat z ArcGIS do Idrisi a zpět byl použit program LS Converter.

⁵² Geografické informační systémy (GIS) - ARCDATA PRAHA. Geografické informační systémy (GIS) - ARCDATA PRAHA [online]. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/>

5.2.1 R – FAKTOR

Jedná se o faktor erozní účinnosti deště. Vztah pro tento faktor byl odvozen na základě dat o dešťových srážkách. Data ukazují, že jsou-li ostatní faktory USLE konstantní, je ztráta půdy z obdělávaného pozemku přímo úměrná součinu celkové kinetické energie přívalového deště (E) a jeho maximální 30minutové intenzity (i_{30}). Pro výpočet ztráty půdy byla použita hodnota R – faktoru 40 ($\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$).

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

kde: R je faktor erozní účinnosti deště $[\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}]$,
 E celková kinetická energie deště $[\text{J} \cdot \text{m}^{-2}]$,
 i_{30} maximální 30minutová intenzita deště $[\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}]$.

5.2.2 K – FAKTOR

Faktor erodovatelnosti půdy K vyjadřuje náchylnost půdy k erozi. Erodovatelnost je dána vlastnostmi půdy, které ovlivňují odolnost půdních agregátů proti rozrušujícímu účinku dopadajících kapek deště a transportu povrchově odtékající vody. V USLE je definován jako ztráta půdy ze standardního pozemku vyjádřená v $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ na jednotku faktoru erozní účinnosti deště R ($\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$).

Hodnoty K faktoru byly stanoveny přibližně podle hlavních půdních jednotek (HPJ) známých z kódu BPEJ.⁵³

5.2.3 LS – FAKTOR

LS nebo také topografický faktor charakterizuje vliv sklonu a délky svahu na intenzitu eroze. Je vyjádřen jako kombinace faktoru sklonu svahu S a faktoru délky svahu L v reprezentativních odtokových drahách na vyšetřovaném pozemku. Ten představuje poměr ztrát půdy na jednotku plochy svahu, ke ztrátě půdy na pozemku o délce 22,13 metrů se sklonem 9 %.⁵⁴

Výpočet LS faktoru byl proveden pomocí softwaru USLE2D, ArcGIS a LS convertor. Program USLE2D je schopen zpracovávat pouze data, ve formátu Idrisi (*.rst). Pro tuto konverzi dat z ArcGIS do Idrisi a zpět byl použit program LS Converter.

5.2.4 C – FAKTOR

Faktor ochranného vlivu vegetace vyjadřuje přímou ochranu povrchu půdy před destruktivním působením dopadajících dešťových kapek a zpomalováním rychlosti povrchového odtoku a nepřímo působením vegetace na půdní vlastnosti, zejména na pórovitost a propustnost.

⁵³ JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.+

⁵⁴ JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.

Ochranný vliv vegetace je přímo úměrný pokryvnosti a hustotě porostu v době výskytu přívalových dešťů, což je zpravidla období od měsíce dubna do září. Proto dokonalou protierozní ochranu představují porosty trav a jetelovin, zatímco běžným způsobem pěstované širokořádkové plodiny jako je kukuřice nebo například okopaniny chrání půdu nedostatečně.

C – faktor byl stanoven dle Kadlece a Tomana tedy ze závislosti na klimatickém regionu, který je udáván první z číslic v kódu BPEJ.⁵⁵

Tabulka 11 - Hodnoty C - faktoru dle klimatického regionu

Kód klimatického regionu	C-faktor
0	0.307
1	0.286
2	0.264
3	0.243
4	0.221
5	0.199
6	0.178
7	0.156
8	0.135
9	0.113

5.2.5 P – FAKTOR

P – faktor neboli faktor účinnosti protierozního opatření je stanoven podle výskytu protierozního opatření na zájmovém území. Při absenci těchto opatření se uvažuje s hodnotou $P = 1$. Pokud se na zájmovém území nějaká protierozní opatření nachází hodnota $P < 1$.

5.3 DESQ

Jedná se o český program, který provádí výpočty na základě hydrologického modelu DesQ-MaxQ, který vyvinul Prof. Ing. František Hrádek, DrSc. Tento model slouží ke stanovení návrhových charakteristik povodňových vln v nepozorovaných profilech malých povodí vyvolaných přívalovými dešti a pro výpočet ovlivnění maximálních průtoků a objemů povodňových vln změnou charakteristik povodí.⁵⁶

⁵⁵ JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.

⁵⁶ Hydrologický model DesQ-MaxQ. Hydrologický model DesQ-MaxQ [online]. Dostupné z: <http://desq-maxq.cz/>

Pro tuto práci byl model DesQ využit pro výpočet maximálních průtoků a teoretických objemů povodňových vln způsobených přívalovými srážkami v zájmové lokalitě.

Data potřebná pro výpočet:

- Délka a sklon údolnice
- Srážková data
- Plocha a sklon svahů (levý a pravý)
- Součinitel drsnosti
- Typ a průměrné číslo CN přispívající plochy (levý a pravý svah)

5.4 METODA CN ČÍSEL

Metoda čísel odtokových křivek CN – Curve Number byla odvozena v USA pro potřeby Služby na ochranu půdy SCS – Soil Conservation Service. Jedná se o jednoduchý srážkoodtokový model, jehož vstupy jsou poměrně nenáročné k sehnání, je dostatečně přesný a vhodný pro výpočet a stanovení objemu přímého odtoku a kulminačního průtoku způsobeného návrhovým přívalovým deštěm.

Přímý odtok zahrnuje odtok povrchový a odtok hypodermický. Podíly tohoto typu odtoku na celkovém odtoku se stanovují pomocí tzv. čísel odtokových křivek - CN. Čím větší je hodnota CN, tím je pravděpodobnější, že se jedná o povrchový odtok. Odtok vody je ovlivňuje množství srážek, infiltrace vody do půdy, vlhkost půdy, druh vegetačního pokryvu, nepropustné plochy a retence povrchu. Základním vstupem pro metodu odtokových křivek je srážkový úhrn návrhového deště zvolené doby opakování za předpokladu jeho rovnoměrného rozdělení na ploše povodí. Objem srážek je transformován na objem odtoku pomocí čísel odtokových křivek – CN. Jejich hodnoty jsou závislé na hydrologických vlastnostech půd, vegetačním pokryvu, velikosti nepropustných ploch, intercepci a povrchové retenci.⁵⁷

Vstupními daty pro stanovení hodnot CN křivek v zájmové lokalitě byly vrstvy BPEJ, LPIS, HSP a Tabulka 12 - Hodnoty CN pro jednotlivé druhy povrchu a hydrologické skupiny půd.

⁵⁷ JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.

Tabulka 12 - Hodnoty CN pro jednotlivé druhy povrchu a hydrologické skupiny půd

CN						
LPIS/využití pozemků		HSP				
		A	B	C	D	N
2	standardní orná půda	72	81	88	91	83
6	ovocný sad	72	81	88	91	83
7	trvalý travní porost	49	69	79	84	70
9	jiní kultura	59	74	82	86	72
99	zalesněno	45	66	77	83	67
21	les-porost bez rozlišení	36	60	73	79	62
30	ostatní	59	74	82	86	72
31	intravilán	59	74	82	86	75
32	silnice, dálnice	98	98	98	98	98
34	vodní plocha	-1	-1	-1	-1	-1

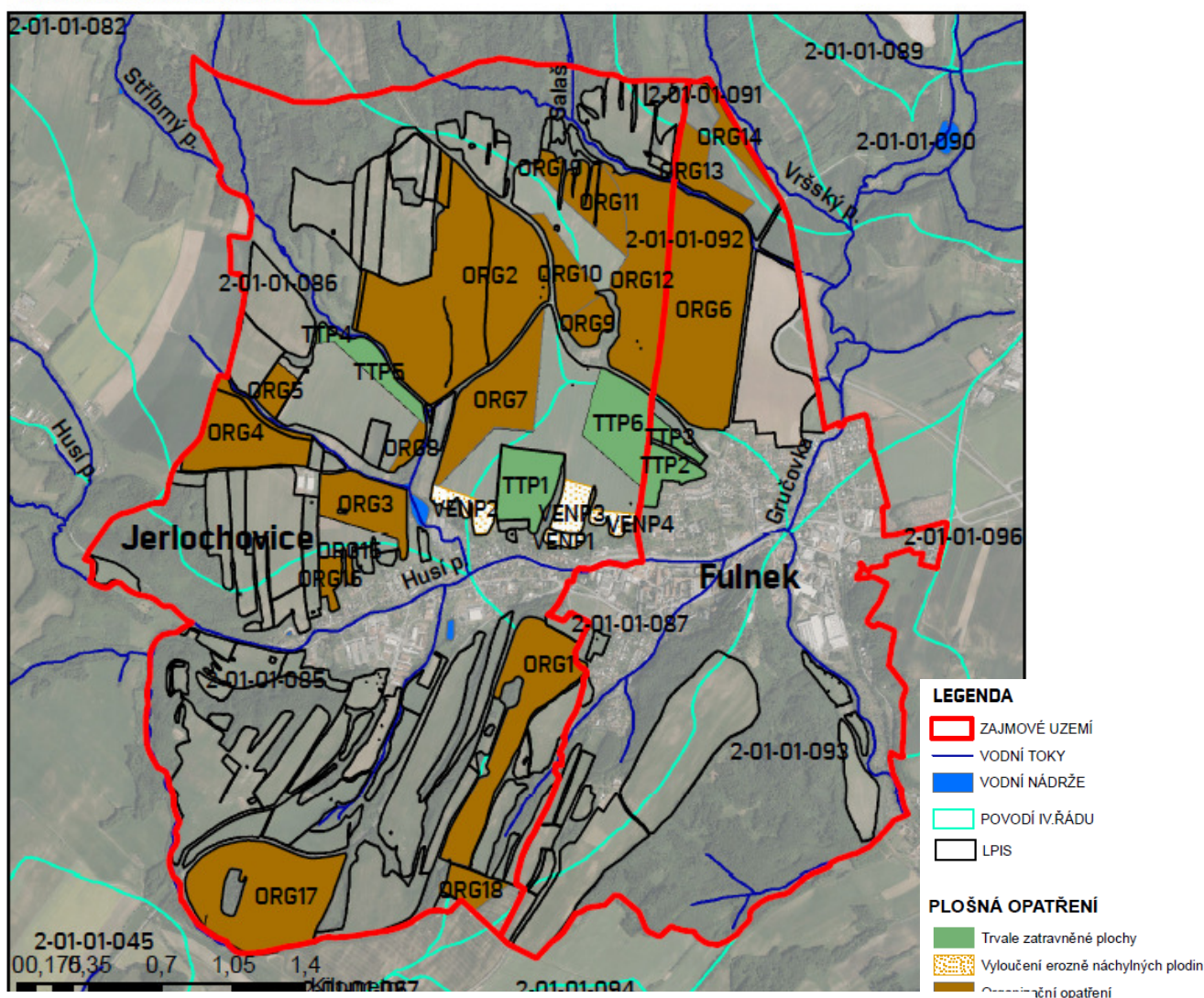
6 VÝSLEDKY A JEJICH INTERPRETACE

6.1 NAVRŽENÁ PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ

6.1.1 PLOŠNÁ PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ

Jako plošné opatření bylo navrženo pro největší množství ploch opatření organizační kombinované s agrotechnickým. Tato opatření vedou k výraznému snížení C-faktoru. Na zájmovém území byly navrženy nové pozemky v rámci stávajících ucelených bloků zemědělské půdy. Pozemky s navrženým organizačním opatřením (ORG 1 – 19) se rozkládají na ploše 621ha. Pozemky s opatřením zahrnujícím vyloučení erozně náchylných plodin (VENP 1 – 4) se rozkládají na ploše 203ha. Na plochách vysoce ohrožených ztrátou půdy bylo navrženo trvalé zatravnění (TTP1- 6), čímž došlo ke snížení C-faktoru na hodnotu 0,05, plocha pro navržené trvalé zatravnění činí 141ha.

NÁVRH PLOŠNÝCH OPATŘENÍ



Obrázek 27 - Návrh plošných opatření

ČÍSLO	Z-KÓD	ID UŽIVATELE	C - FAKTOR		POPIS	PLOCHA (m ²)
			PŮVODNÍ	NOVÝ		
1	9101/9	76023	0,204	0,05	TTP1	98 909
2	9101/3	10717	0,204	0,05	TTP2	49 235
3	9101/2	10717	0,204	0,05	TTP3	21 935
4	1104/18	10859	0,204	0,05	TTP4	7 641
5	1104/18	10859	0,204	0,05	TTP5	48 561
6	9101/10	10859	0,204	0,05	TTP6	122 578
7	9101/12	10859	0,204	0,08	VENP1	13 085
8	9101/10	10859	0,204	0,08	VENP2	32 296
9	9101/10	10859	0,204	0,08	VENP3	36 162
10	9101/10	10859	0,204	0,08	VENP4	17 845
11	0401/34	10859	0,204	0,08	ORG1	225 061
12	0401/34	10859	0,204	0,08	ORG2	600 735
	0104/16	10859				
	0104/17	82619				
13	0203/1	82619	0,204	0,08	ORG3	108 237
14	1103/1	82619	0,204	0,08	ORG4	158 698
	1103/5	82619				
15	1104/17	82619	0,204	0,08	ORG5	31 233
16	9001/5	9001/5	0,204	0,08	ORG6	411 473
17	9101/10	10859	0,204	0,08	ORG7	170 441
18	1104/18	10859	0,204	0,08	ORG8	17 628
19	9001/7	10859	0,204	0,08	ORG9	37 999
20	9001/7	10859	0,204	0,08	ORG10	63 187
21	9001/7	10859	0,204	0,08	ORG11	78 215
22	9001/7	10859	0,204	0,08	ORG12	232 646
23	8006,00	10859	0,204	0,08	ORG13	62 879
24	8006,00	10859	0,204	0,08	ORG14	32 962
25	0203/1	82619	0,204	0,08	ORG15	4 853
26	0203/1	82619	0,204	0,08	ORG16	23 384
27	0401/33	10859	0,204	0,08	ORG17	294 347
28	0401/11	10859	0,204	0,08	ORG18	39 326
29	9001/7	10859	0,204	0,08	ORG19	17 419

Tabulka 13 - Výkaz výměr plošných protierozních opatření

6.1.2 LINIOVÁ PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ

ZASAKOVACÍ PÁSY

Zasakovací pásy (ZPAS1- 5) jsou navrženy na EHP 38, 81, 26, 70, jedná se o velice účinná biotechnická opatření, travní pás rozděljuje svah po délce, voda ze srážek nebo od tání sněhu se zachytí na ochranném pásu a vsákne do půdy. Minimální navržená šířka pásu je 30 m. Retenční účinnost ochranného pásu je závislá na charakteru vegetačního krytu, půdě a její vlhkosti, sklonu svahu, šířce pásu a intenzitě přívalového deště.

PROTIEROZNÍ MEZE

Na zájmové lokalitě jsou navrženy 2 protierozní meze (MEZ 1 – 2) na EHP 38, 70, 26. Hrázka je navržena společně se zatravněným zasakovacím pásem. Hrázka bude osázena vegetací, aby lépe plnila retenční funkci v krajině.

STABILIZACE DRAH SOUSTŘEDĚNÉHO ODTOKU

Zatravněné dráhy soustředěného odtoku (ZDSO 1 – 3) jsou navrženy na EHP 45, 20 a 81. Zatravněné pásy působí v rámci bloků orné půdy jako ekologický interakční prvek v zemědělské krajině. SDSO zatravněním snižuje rychlost proudění vody v údolnici a nastává snížení kinetické energie s omezením transportu splavenin.

Travní porost svým kořenovým systémem zpevňuje půdu a zároveň snižuje vymílací a transportní schopnosti. Největší protierozní funkci mají výběžkaté trávy, které tvoří pevný drn, mezi tyto trávy patří například lipnice luční nebo kostřava červená. Jelikož se tyto trávy vyznačují pomalým počátečním vývojem, jsou doplňovány druhy s rychlejším růstem, jako je například jílek vytrvalý.

DIMENZOVÁNÍ PRŮLEHU

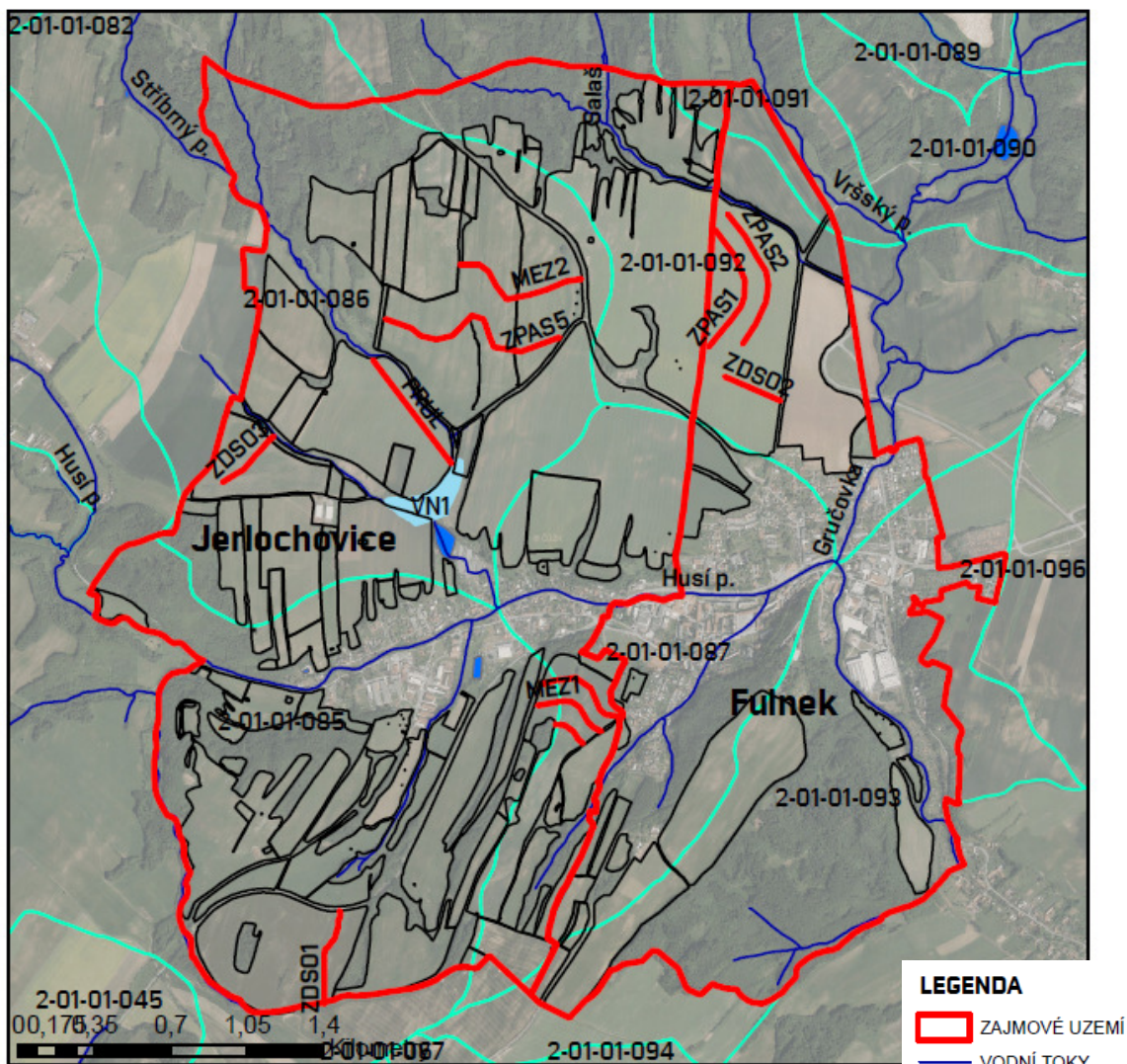
V zájmové lokalitě na EHP73 je navržen průleh, který bude odvádět srážkovou vodu z povodí P6 do nově navržené vodní nádrže, která se nachází mezi bloky EHP 73, 40, 75 a 6. Průleh je navržen trojúhelníkového profilu s kapacitní hloubkou 0,5 m a bezpečnostním převýšením 0,2 m. Sklony svahů jsou navrženy 1 : 5. Kvůli většímu podélnému sklonu, který je 0,04 nabývá rychlost proudění při maximálním průtoku nadlimitních hodnot, proto je nutné dostatečné opevnění oblázky a valouny, zvýšená drsnost koryta tedy zaručí maximální rychlost 1,51 m³/s. Celková délka průlehu je 598 m.

Tabulka 14 - Dimenzování průlehu

n	0,052
i	0,04
m	5

h (m)	A (m ²)	D (m)	R (m)	C	v (m/s)	Q (m ³ /s)
0,1	0,05	1,0198	0,04903	11,6343	0,51522	0,02576
0,2	0,2	2,03961	0,09806	13,059	0,81787	0,16357
0,3	0,45	3,05941	0,14709	13,972	1,07171	0,48227
0,4	0,8	4,07922	0,19612	14,6583	1,29828	1,03863
0,5	1,25	5,099	0,24515	15,2137	1,51	1,88

NÁVRH LINIOVÝCH OPATŘENÍ



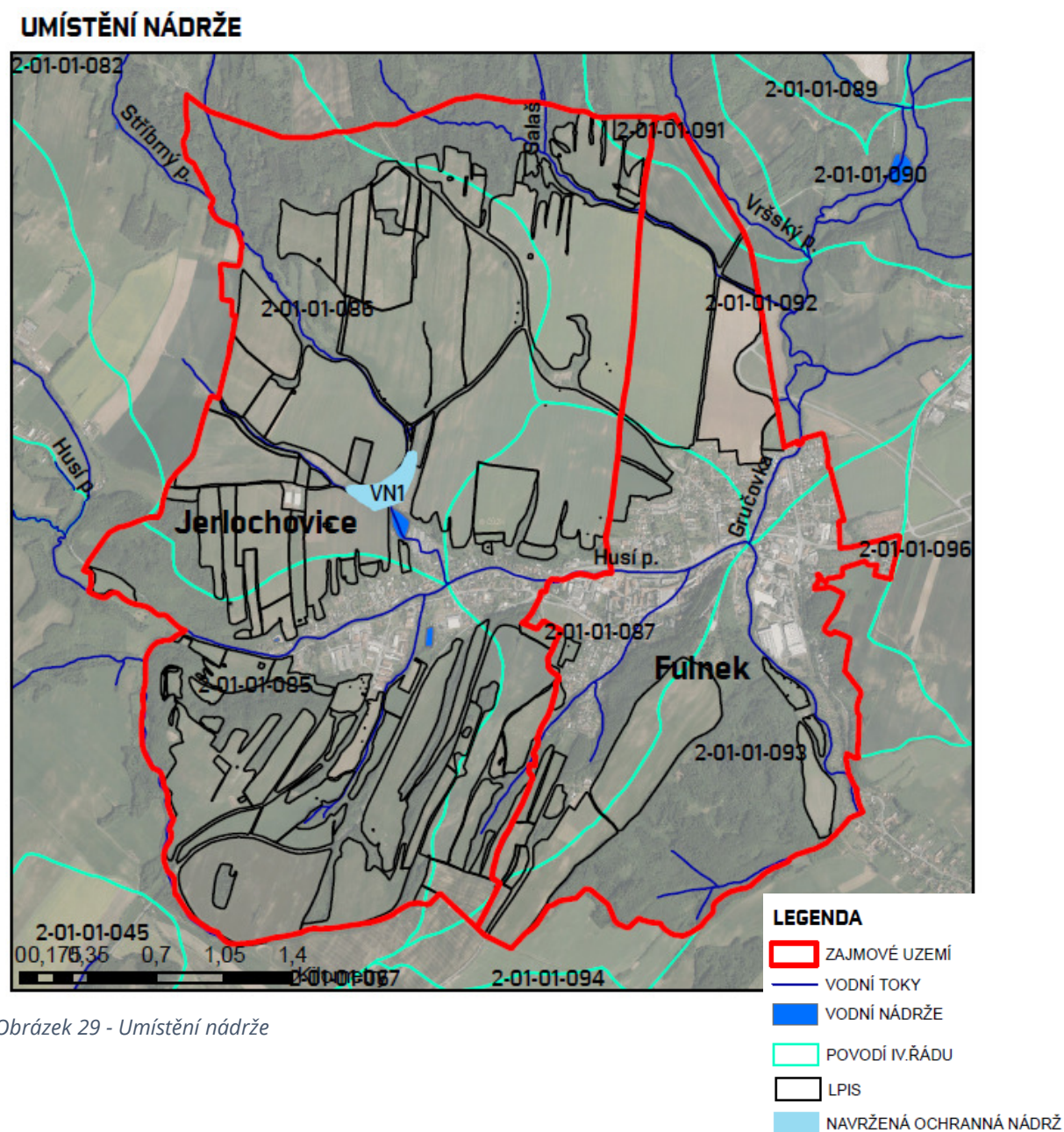
Obrázek 28 - Návrh liniových opatření

Tabulka 15 - Výkaz výměr liniových opatření

POPIS	DÉLKA (m)	PLOCHA (m ²)
MEZ1	355,62	1 778,11
MEZ2	648,04	3 240,22
PRUL	597,98	2 391,90
ZDSO1	445,78	8 915,61
ZDSO2	278,48	5 569,64
ZDSO3	321,63	6 432,64
ZPAS1	635,95	19 078,40
ZPAS2	681,87	20 456,11
ZPAS3	442,82	13 284,62
ZPAS4	164,34	4 930,34
ZPAS5	966,98	29 009,54

6.1.3 VODNÍ NÁDRŽ

V zájmové lokalitě je navržena průtočná ochranná nádrž, celková plocha zátopy činí 46 772 m². Hladina v úrovni bezpečnostního profilu nádrže leží na kótě 305,5 m n. m. Hráz má výšku 6 m, koruna hráze leží na kótě 306 m n. m. Při ploše hladiny 46 642 m² je zadržené množství vody 114 380 m³. Nádrž je navržena jako průtočná a nehrazená (spodní výpust bez uzávěrů). Pro převádění průtoků je do tělesa hráze osazeno obetonované železobetonové potrubí DN 1000 s čedičovou výstelkou. Do nádrže ústí DSO2a a průleh, který se nachází v dílčím povodí 2b.



Obrázek 29 - Umístění nádrže

Tabulka 16 - DesQ N=100 pro povodí 2a

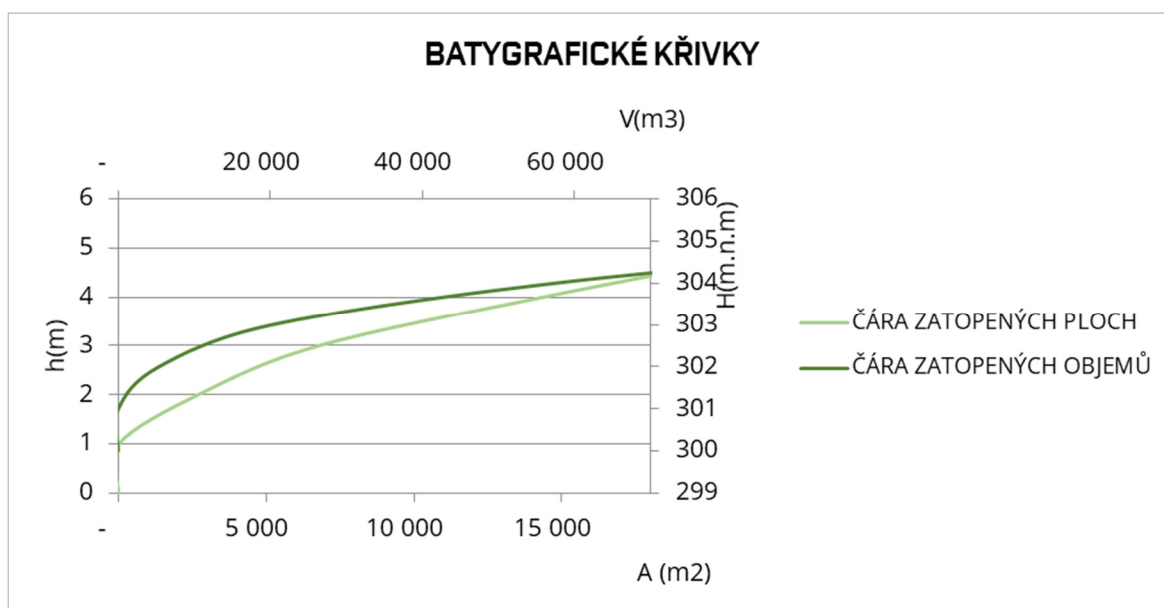
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN_{pr}	přepočtené číslo CN - typ		78,8	80,3	[...]
R_p	potenciální retence povodí		68,1	62,5	[mm]
L_s	průměrná délka svahu		0,49	0,45	[km]
L_{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0,51	0,47	[km]
Kritický déšť					
t_{dk}	doba trvání deště		50	45	[min]
i_{dk}	intenzita deště		1,379	1,5	[mm.min ⁻¹]
H_{dk}	výška deště		68,9	67,5	[mm]
t_{1dk}	doba bezodtokové fáze		10	8	[min]
t_{spk}	doba trvání přítoku		40	37	[min]
i_{spk}	intenzita přítoku		0,619	0,696	[mm.min ⁻¹]
H_{spk}	výška přítoku		24,8	25,8	[mm]
Výpočtový déšť					
t_d	doba trvání deště	47			[min]
i_d	intenzita deště	1,449			[mm.min ⁻¹]
H_d	výška deště	68,1			[mm]
t_1	doba trvání bezodtokové fáze	9	9	9	[min]
t_{sp}	doba trvání přítoku		38	38	[min]
i_{sp}	intenzita přítoku		0,637	0,689	[mm.min ⁻¹]
H_{sp}	výška přítoku		24,2	26,2	[mm]
t_{sk}	doba koncentrace		39	37	[min]
i_{sk}	intenzita odtoku v době t_{sk}		0,646	0,676	[mm.min ⁻¹]
H_{so}	výška odtoku		24,2	26,2	[mm]
i_{so}^{max}	max. intenzita odtoku ze svahu		0,596	0,689	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	18,5	9	9,54	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm					
W_{PVT}	objem povodňové vlny	43,7	21,9	21,8	[10 ³ .m ³]
t_{vh}	doba vzestupu hydrogramu	38	38	37	[min]
t_{ph}	doba poklesu hydrogramu	99	99	89	[min]
t_{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	1	[min]
t_{ch}	celková doba trvání odtoku	137	137	127	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d100}					
W_{PVT}	objem povodňové vlny	79,4	40,3	39,2	[10 ³ .m ³]
t_{vh}	doba vzestupu hydrogramu	38	38	37	[min]
t_{ph}	doba poklesu hydrogramu	234	234	206	[min]
t_{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	1	[min]
t_{ch}	celková doba trvání odtoku	272	272	244	[min]

Tabulka 17 - DesQ N=100 pro povodí 2b

VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN_{pr}	přepočtené číslo CN - typ		77,5	81,6	[...]
R_p	potenciální retence povodí		73,9	57,1	[mm]
L_s	průměrná délka svahu		0,64	0,36	[km]
L_{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0,67	0,38	[km]
Kritický déšť					
t_{dk}	doba trvání deště		59	36	[min]
i_{dk}	intenzita deště		1,207	1,754	[mm.min ⁻¹]
H_{dk}	výška deště		71,2	63,1	[mm]
t_{1dk}	doba bezodtokové fáze		12	7	[min]
t_{spk}	doba trvání přítoku		47	29	[min]
i_{spk}	intenzita přítoku		0,52	0,847	[mm.min ⁻¹]
H_{spk}	výška přítoku		24,4	24,6	[mm]
Výpočtový déšť					
t_d	doba trvání deště	59			[min]
i_d	intenzita deště	1,207			mm.min ⁻¹
H_d	výška deště	71,2			[mm]
t_1	doba trvání bezodtokové fáze	9	12	9	[min]
t_{sp}	doba trvání přítoku		47	50	[min]
i_{sp}	intenzita přítoku		0,52	0,611	[mm.min ⁻¹]
H_{sp}	výška přítoku		24,4	30,6	[mm]
t_{sk}	doba koncentrace		47	34	[min]
i_{sk}	intenzita odtoku v době t_{sk}		0,517	0,597	[mm.min ⁻¹]
H_{so}	výška odtoku		24,4	30,6	[mm]
i_{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0,52	0,611	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	44	26,4	17,4	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm					
W_{PVT}	objem povodňové vlny	127	74,5	52,3	[10 ³ .m ³]
t_{vh}	doba vzestupu hydrogramu	47	47	34	[min]
t_{ph}	doba poklesu hydrogramu	123	123	86	[min]
t_{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	16	[min]
t_{ch}	celková doba trvání odtoku	170	170	136	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d100}					
W_{PVT}	objem povodňové vlny	213	128	85,2	[10 ³ .m ³]
t_{vh}	doba vzestupu hydrogramu	47	47	34	[min]
t_{ph}	doba poklesu hydrogramu	265	265	218	[min]
t_{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	16	[min]
t_{ch}	celková doba trvání odtoku	312	312	268	[min]

Tabulka 18 - Batygrafické křivky

h(m)	H(mnm)	A(m ²)	V (m ³)
0	300	-	-
1	301	11	11
2	302	2 679	5 358
3	303	6 761	20 283
4	304	14 315	57 260
5	305	22 876	114 380

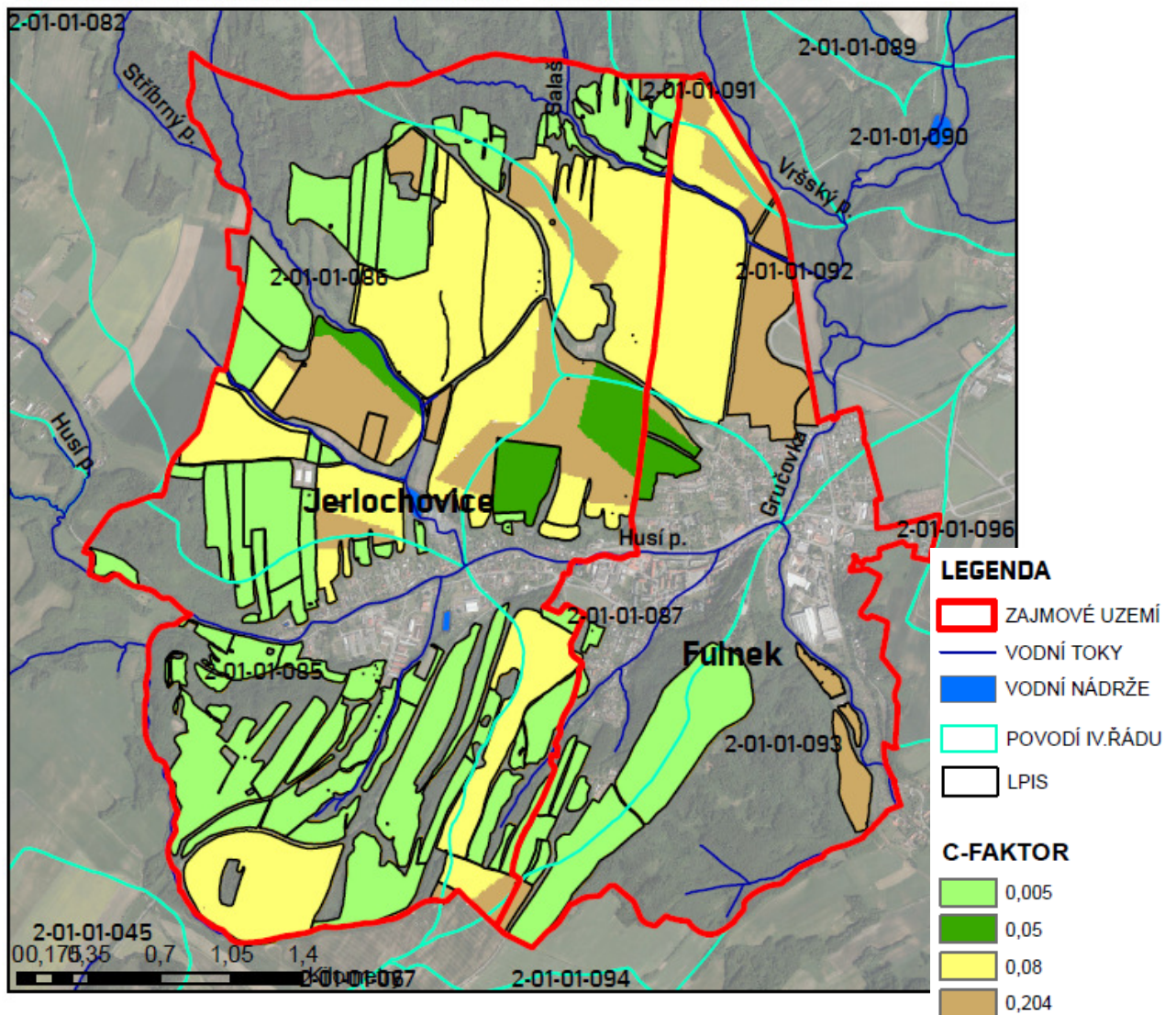


Obrázek 30 - Batygrafické křivky

6.2 C – FAKTOR PO NÁVRHU OPATŘENÍ

Vlivem protierozních opatření došlo ke snížení ochranného faktoru vegetace. Pro nově navržené trvale zatravněné plochy byla zvolena hodnota C-faktoru 0,05, pro plochy s opatřením organizačním, technickým nebo agrotechnickým byla zvolena hodnota C-faktoru 0,08, hodnoty C-faktoru jsou zřejmé z obrázku Faktor ochranného vlivu vegetace – po návrhu opatření.

FAKTOR OCHRANNÉHO VLIVU VEGETACE - PO NÁVRHU OPATŘENÍ

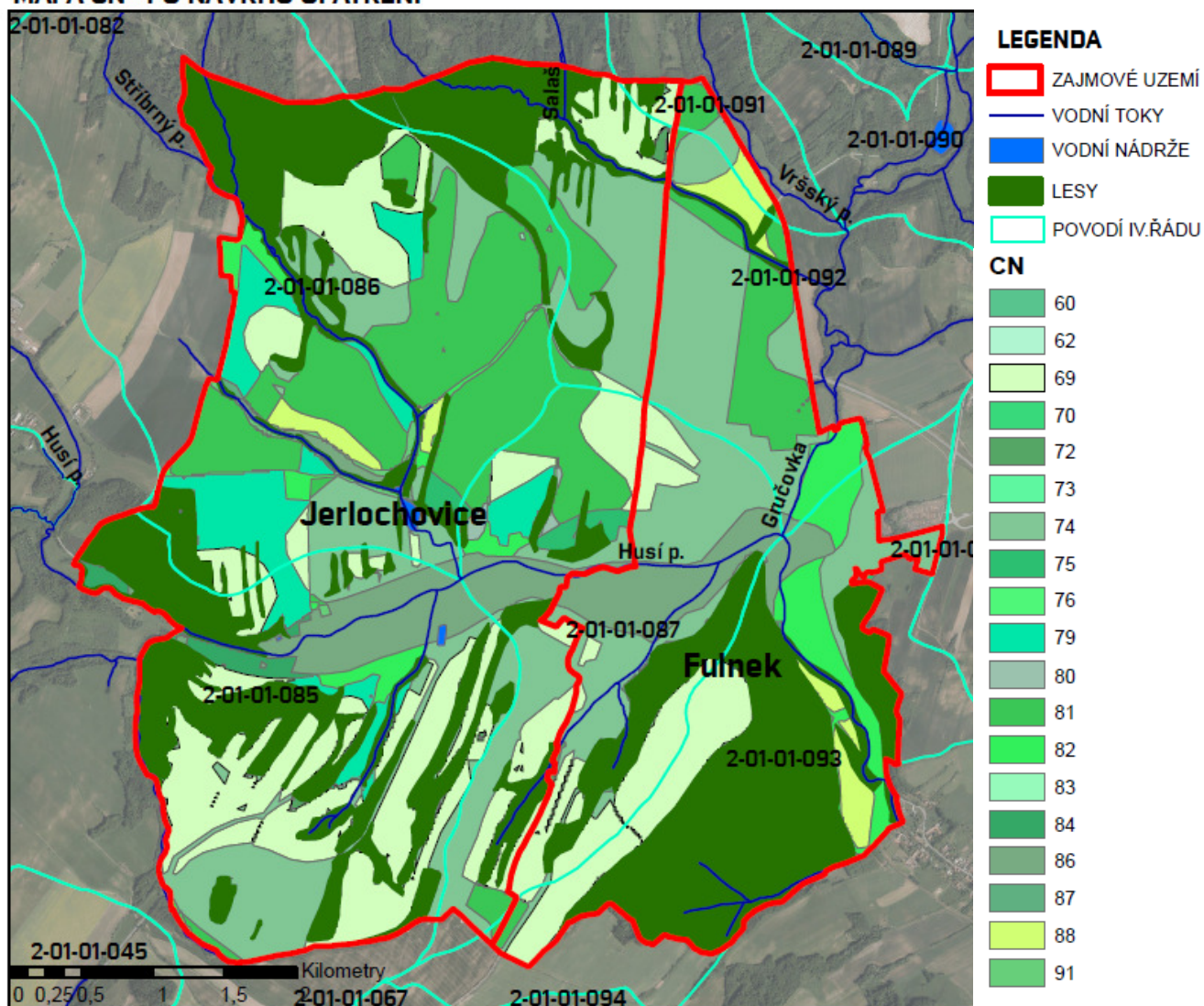


Obrázek 31 - Faktor ochranného vlivu vegetace - po návrhu opatření

6.3 ODTOKOVÉ POMĚRY PO NÁVRHU OPATŘENÍ

Vlivem protierozních opatření došlo k značnému snížení CN čísla, což znamená že došlo i ke snížení povrchového odtoku.

MAPA CN - PO NÁVRHU OPATŘENÍ



Tabulka 19 - Průměrná CN v povodích před a po návrhu opatření

OZN	plocha (ha)	PRŮMĚRNÉ CN - PŘED	PRŮMĚRNÉ CN - PO
P1	25,41	70,8780	69,7379
P2	90,57	78,8469	77,0419
P3	305,36	77,4591	73,5226
P4	86,93	72,0707	68,9821
P5	29,01	75,1120	69,8003
P6	171,55	81,6386	77,0279
P7	83,23	80,2602	77,1415
P8	27,64	73,5963	70,7517
P9	4,22	80,4161	79,4515

P10	12,58	82,4507	76,2830
P11	3,09	77,4305	74,4603
P12	12,84	80,9075	72,7613
P13	8,19	80,5146	70,9380
P14	4,30	79,4535	72,2814
P15	2,97	85,4330	78,6804
P16	2,13	80,6589	78,1589

VÝPOČET DESQ

V rámci řešení DP bylo provedeno hodnocení účinnosti navržených protierozních a vodohospodářských z hlediska ovlivnění základních charakteristik přímého odtoku v rámci povodí kritických profilů KP1 a KP3. Účinnost navrhovaných opatření v ploše kritických profilů byla posouzena na základě analýz základních charakteristik přímého odtoku v závěrových profilech povodí kritických profilů KP po návrhu opatření PSZ. Výpočty uvedené níže v tabulkách byly počítány pomocí metody CN křivek v modifikaci modelu DesQ.

Veličiny	Jednotky
	[roky]
Q_{max}	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
W_{PVT}	$[10^3 \cdot m^3]$
$W_{PVT,1d}$	$[10^3 \cdot m^3]$

DS01 – ústí do KB1

N-leté maximální průtoky a objemy PV			PŘED			PO		
N	doba opakování		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Povodí	Levý svah	Pravý svah
5	Q_{max}	maximální průtok	1,74	0,47	1,25	1,42	0,361	1,05
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	12,2	3,32	8,87	10,9	2,79	8,11
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	23,5	6,33	17,1	20,8	5,31	15,5
10	Q_{max}	maximální průtok	2,67	0,722	1,93	2,18	0,555	1,61
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	15,2	4,16	11	13,5	3,47	10
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	28,5	7,69	20,8	25,1	6,41	18,7
20	Q_{max}	maximální průtok	3,85	1,04	2,75	3,08	0,785	2,29
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	18,3	5,07	13,2	16,1	4,14	11,9
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	32,4	8,83	23,6	28,1	7,21	20,9
50	Q_{max}	maximální průtok	5,47	1,49	3,97	4,26	1,09	3,16
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	21,9	6,17	15,7	18,9	4,91	14
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	36,2	9,97	26,2	30,6	7,88	22,7
100	Q_{max}	maximální průtok	6,87	1,88	4,97	5,28	1,35	3,95
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	24,6	7,01	17,6	21,1	5,49	15,6
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	39,4	11	28,5	32,9	8,49	24,4

DSO2a – ústí do KB2

N-leté maximální průtoky a objemy PV			PŘED			PO		
N	doba opakování		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Povodí	Levý svah	Pravý svah
5	Q_{max}	maximální průtok	4,24	2,04	2,2	3,69	1,9	1,75
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	20,6	10,4	10,1	19,5	10,2	9,36
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	44	22,4	21,6	40,5	21,1	19,4
10	Q_{max}	maximální průtok	6,59	3,14	3,45	5,74	2,97	2,74
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	25,6	13	12,6	24,3	12,7	11,7
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	53,6	27,3	26,3	49,3	25,7	23,6
20	Q_{max}	maximální průtok	9,79	4,84	4,95	8,42	4,34	4
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	31,8	16,1	15,7	29,5	15,4	14,2
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	62,2	31,7	30,6	56,9	29,6	27,3
50	Q_{max}	maximální průtok	14,5	6,8	7,66	12,4	6,44	5,94
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	37,9	19,1	18,8	35,7	18,6	17,1
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	71,6	36,3	35,2	64,9	33,8	31,1
100	Q_{max}	maximální průtok	18,5	9	9,54	15,8	8,16	7,64
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	43,7	21,9	21,8	40,1	20,9	19,3
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	79,4	40,3	39,2	71,6	37,3	34,3

DSO2b – ústí do KB2

N-leté maximální průtoky a objemy PV			PŘED			PO		
N	doba opakování		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Povodí	Levý svah	Pravý svah
5	Q_{max}	maximální průtok	10,3	6,18	4,07	8,05	4,9	3,15
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	59,9	35,9	23,9	52,6	32	20,6
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	119	72	46,6	103	63,1	39,8
10	Q_{max}	maximální průtok	15,9	9,47	6,26	12,4	7,54	4,83
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	74,9	44,9	30	65,6	39,8	25,8
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	144	87,7	56,7	125	76,6	48,4
20	Q_{max}	maximální průtok	23,5	14,2	9,33	18	10,9	7,02
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	91,3	54,4	36,9	79,5	47,9	31,6
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	167	101	66,1	143	87,5	55,9
50	Q_{max}	maximální průtok	34,6	20,7	13,9	25,8	15,7	10,1
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	112	65,9	45,7	96,1	57,4	38,7
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	192	116	76,5	162	98	63,7
100	Q_{max}	maximální průtok	44	26,4	17,4	32,7	19,9	12,9
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	127	74,5	52,3	108	64,4	44,1
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	213	128	85,2	177	107	70,3

DS03 – ústí do KB3

N-leté maximální průtoky a objemy PV			PŘED			PO		
N	doba opakování		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Povodí	Levý svah	Pravý svah
5	Q_{max}	maximální průtok	1,29	0,739	0,548	1,16	0,62	0,536
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	4,05	2,22	1,83	3,86	2,05	1,81
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	10,5	5,73	4,82	9,86	5,21	4,64
10	Q_{max}	maximální průtok	1,94	1,12	0,826	1,75	0,95	0,798
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	5	2,75	2,25	4,72	2,51	2,21
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	12,8	6,95	5,83	11,9	6,3	5,6
20	Q_{max}	maximální průtok	2,72	1,58	1,14	2,43	1,31	1,12
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	5,95	3,31	2,65	5,61	2,99	2,61
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	14,5	7,94	6,59	13,4	7,12	6,3
50	Q_{max}	maximální průtok	3,74	2,15	1,58	3,26	1,8	1,46
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	7,12	4,01	3,11	6,45	3,46	2,98
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	16,1	8,89	7,25	14,7	7,83	6,88
100	Q_{max}	maximální průtok	4,55	2,55	2	3,98	2,17	1,82
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	8,08	4,58	3,5	7,23	3,9	3,34
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	17,6	9,73	7,85	15,9	8,48	7,41

DS04 – ústí do KB4

N-leté maximální průtoky a objemy PV			PŘED			PO		
N	doba opakování		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Povodí	Levý svah	Pravý svah
5	Q_{max}	maximální průtok	0,747	0,151	0,583	0,52	0,104	0,41
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1,64	0,344	1,29	1,36	0,276	1,08
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	4,43	0,903	3,53	3,57	0,714	2,86
10	Q_{max}	maximální průtok	1,13	0,228	0,885	0,783	0,158	0,614
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	2,02	0,424	1,59	1,67	0,34	1,33
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	5,39	1,1	4,3	4,35	0,869	3,48
20	Q_{max}	maximální průtok	1,55	0,322	1,24	1,08	0,218	0,866
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	2,36	0,502	1,86	1,96	0,406	1,56
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	6,3	1,28	5,01	5,02	1,01	4,01
50	Q_{max}	maximální průtok	2,17	0,44	1,67	1,49	0,291	1,14
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	2,81	0,607	2,21	2,33	0,489	1,84
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	7,31	1,5	5,82	5,71	1,16	4,55
100	Q_{max}	maximální průtok	2,79	0,553	2,09	1,83	0,364	1,41
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	3,21	0,696	2,51	2,58	0,546	2,03
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	8,15	1,67	6,48	6,3	1,28	5,02

DS05 – ústí do KB5

N-leté maximální průtoky a objemy PV			PŘED			PO		
N	doba opakování		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Povodí	Levý svah	Pravý svah
5	Q_{max}	maximální průtok	0,346	0,222	0,115	0,252	0,153	0,096
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	424	279	144	374	229	145
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	1,64	1,09	0,553	1,36	0,854	0,508
10	Q_{max}	maximální průtok	0,509	0,316	0,164	0,358	0,215	0,14
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	518	341	177	448	271	176
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	2	1,32	0,674	1,65	1,04	0,618
20	Q_{max}	maximální průtok	0,697	0,446	0,219	0,474	0,276	0,18
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	612	401	210	530	315	215
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	2,32	1,54	0,783	1,89	1,18	0,716
50	Q_{max}	maximální průtok	0,917	0,58	0,309	0,613	0,351	0,232
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	694	453	241	623	358	265
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	2,67	1,77	0,905	2,13	1,31	0,819
100	Q_{max}	maximální průtok	1,13	0,71	0,352	0,739	0,437	0,281
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	0,785	0,511	0,274	0,696	393	303
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	2,97	1,96	1,01	2,33	1,42	0,907

DS06 – ústí do KB6

N-leté maximální průtoky a objemy PV			PŘED			PO		
N	doba opakování		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Povodí	Levý svah	Pravý svah
5	Q_{max}	maximální průtok	0,429	0,199	0,213	0,288	0,136	0,148
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	569	275	294	460	220	239
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	2,02	0,934	1,09	1,59	0,738	0,854
10	Q_{max}	maximální průtok	0,625	0,295	0,309	0,417	0,197	0,208
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	688	336	352	559	272	287
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	2,46	1,13	1,32	1,93	0,899	1,04
20	Q_{max}	maximální průtok	0,866	0,404	0,434	0,541	0,259	0,285
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	829	412	417	652	326	325
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	2,86	1,33	1,54	2,22	1,04	1,18
50	Q_{max}	maximální průtok	1,15	0,551	0,564	0,704	0,336	0,344
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	969	496	473	775	403	372
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	3,32	1,55	1,77	2,5	1,19	1,31
100	Q_{max}	maximální průtok	1,36	0,66	0,71	0,854	0,408	0,427
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1,07	0,554	0,511	0,874	465	409
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	3,69	1,73	1,96	2,75	1,32	1,42

DS07 – ústí do KB7

N-leté maximální průtoky a objemy PV			PŘED			PO		
N	doba opakování		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Povodí	Levý svah	Pravý svah
5	Q_{max}	maximální průtok	0,955	0,362	0,58	0,599	0,221	0,374
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1,92	0,738	1,18	1,5	0,557	0,943
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	5,58	2,15	3,43	4,16	1,56	2,6
10	Q_{max}	maximální průtok	1,44	0,541	0,867	0,895	0,324	0,553
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	2,37	0,908	1,46	1,84	0,68	1,16
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	6,79	2,62	4,17	5,04	1,89	3,16
20	Q_{max}	maximální průtok	1,99	0,741	1,19	1,21	0,434	0,752
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	2,78	1,07	1,71	2,14	0,781	1,35
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	7,9	3,04	4,86	5,73	2,13	3,6
50	Q_{max}	maximální průtok	2,73	1,03	1,67	1,59	0,579	0,989
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	3,24	1,24	2	2,41	0,868	1,54
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	9,12	3,51	5,61	6,35	2,35	4,01
100	Q_{max}	maximální průtok	3,38	1,22	1,98	1,93	0,688	1,19
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	3,65	1,39	2,25	2,66	0,95	1,71
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	10,1	3,9	6,24	6,91	2,54	4,37

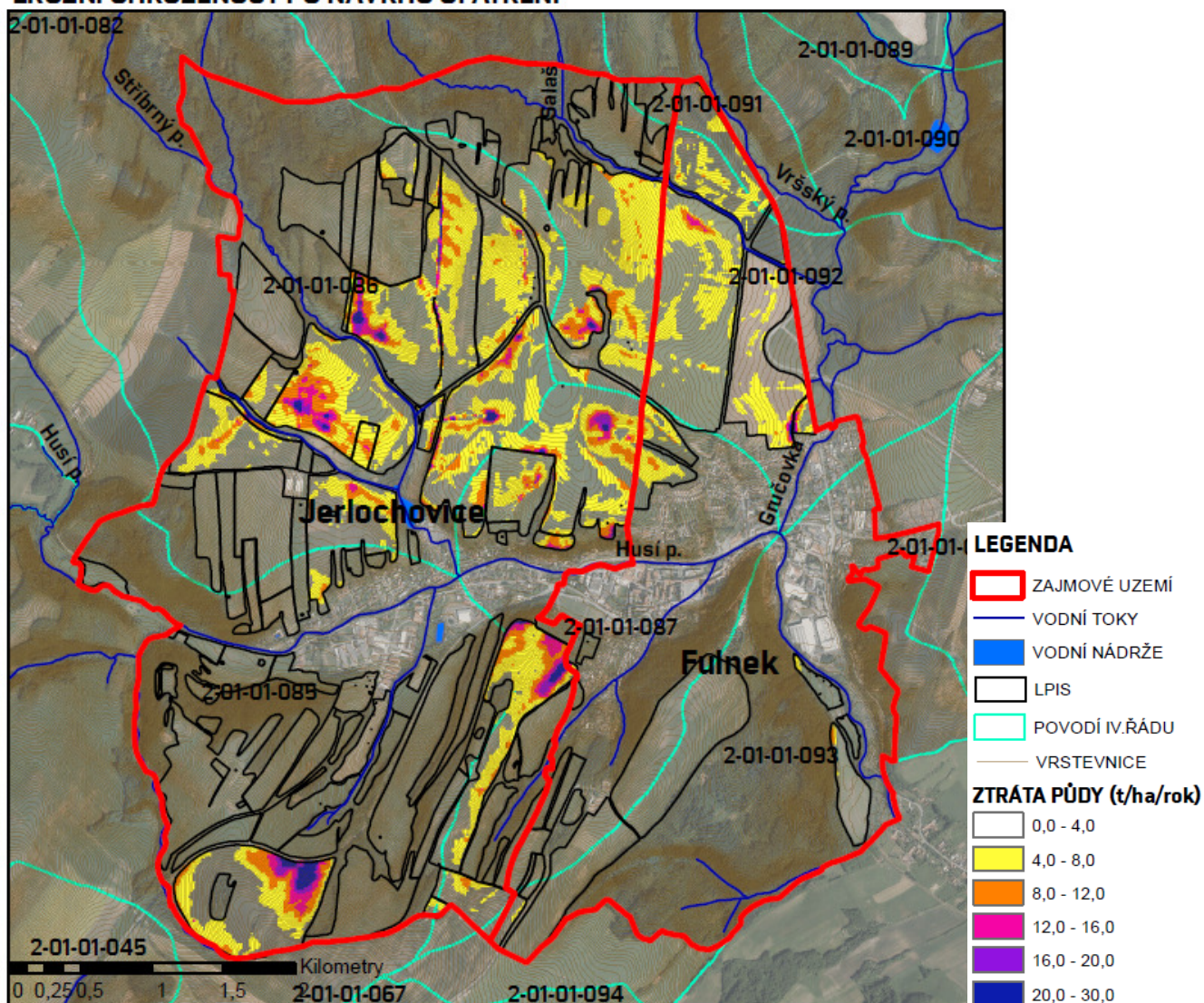
Tabulka 20 - Souhrnné hodnocení účinnosti navržených opatření v profilech KB

KRITICKÝ PROFIL	POVODÍ	PLOCHA POVODÍ (km ²)	PRŮMĚRNÁ HODNOTA CN		OBJEM PŘÍMÉHO ODTOKU (Q_{100}) V tis.m ³		KULMINAČNÍ PRŮTOK	
			PŘED PSZ	PO PSZ	PŘED PSZ	PO PSZ	PŘED PSZ	PO PSZ
KP1	P1	0,1159	72,83	69,19	24,6	21,1	6,87	5,28
KP2	2a	0,1738	79,52	77,09	43,7	40,1	18,5	15,8
KP2	2b	0,4769	78,96	74,78	127	108	44	32,7
KP3	P3	0,0531	72,29	70,27	8,08	7,23	4,55	3,98
KP4	P4	0,0156	83,02	76,74	3,21	2,58	2,79	1,83
KP5	P5	0,0064	80,50	79,02	0,785	0,696	1,13	0,739
KP6	P6	0,0210	80,75	72,05	1,07	0,874	1,36	0,854
KP7	P7	0,0074	78,61	73,19	3,65	2,66	3,38	1,93

6.4 EROZNÍ OHROŽENOST PO NÁVRHU OPATŘENÍ

Po návrhu opatření došlo k výraznému snížení hodnoty C-faktoru a hodnoty povrchového odtoku z jednotlivých povodí. Tyto snížení vedly k celkovému snížení ztráty půdy. Lokálně hodnoty ztráty půdy přesahují limit, k odstranění eroze v těchto místech dojde lokálně po domluvě s majiteli.

EROZNÍ OHROŽENOST PO NÁVRHU OPATŘENÍ



Obrázek 32 - Eroze po návrhu opatření

Tabulka 21 - Procentní podíl intervalu hodnot G (t/ha/rok) - po návrhu

OZN	PLOCHA (ha)	PROCENTNÍ PODÍL INTERVALU HODNOT G (t/ha/rok) - PO NÁVRHU						G před návrhem opatření (t/ha/rok)	G po návrhu opatření (t/ha/rok)
		0 - 4	4-8	8-12	12-16	16-20	20-30		
EHP1	2,54	100	0	0	0	0	0	0,27	0,22
EHP2	1,97	7	67	23	3	0	0	8,17	6,53
EHP3	3,31	100	0	0	0	0	0	0,19	0,16
EHP4	0,14	100	0	0	0	0	0	0,24	0,19
EHP5	2,33	100	0	0	0	0	0	0,13	0,10
EHP6	67,28	53	34	9	2	1	1	13,39	4,70
EHP7	13,72	100	0	0	0	0	0	0,33	0,27

EHP8	20,77	100	0	0	0	0	0	0,41	0,33
EHP9	1,17	100	0	0	0	0	0	0,33	0,27
EHP10	0,6	100	0	0	0	0	0	0,17	0,13
EHP11	2,03	100	0	0	0	0	0	0,44	0,35
EHP12	2,59	100	0	0	0	0	0	0,61	0,49
EHP13	0,84	100	0	0	0	0	0	0,18	0,15
EHP14	7,99	100	0	0	0	0	0	0,43	0,34
EHP15	0,76	100	0	0	0	0	0	0,14	0,11
EHP16	1,44	72	21	5	1	1	1	12,10	3,80
EHP17	0,27	100	0	0	0	0	0	1,78	1,42
EHP18	3,01	100	0	0	0	0	0	0,15	0,12
EHP19	2,5	100	0	0	0	0	0	0,44	0,35
EHP20	29,22	46	28	13	6	3	4	20,26	6,36
EHP21	10,88	100	0	0	0	0	0	0,16	0,13
EHP22	9,88	68	25	6	1	0	0	18,61	3,71
EHP23	3,32	100	0	0	0	0	0	0,16	0,13
EHP24	6,59	100	0	0	0	0	0	0,31	0,24
EHP25	5,96	100	0	0	0	0	0	0,41	0,33
EHP26	22,51	30	43	15	7	3	2	21,30	6,68
EHP27	3,6	100	0	0	0	0	0	0,28	0,22
EHP28	54,26	55	37	7	1	0	0	12,42	4,25
EHP29	0,73	100	0	0	0	0	0	0,43	0,34
EHP30	7,34	100	0	0	0	0	0	0,11	0,09
EHP31	1,3	23	35	28	12	1	2	24,14	7,57
EHP32	3,52	100	0	0	0	0	0	0,15	0,12
EHP33	0,31	100	0	0	0	0	0	0,26	0,21
EHP34	5,09	100	0	0	0	0	0	0,17	0,14
EHP35	3,74	76	21	3	0	0	0	4,15	3,32
EHP36	4,4	100	0	0	0	0	0	0,30	0,24
EHP37	0,66	33	48	18	0	0	0	16,32	5,12
EHP38	41,22	49	34	10	3	2	2	17,07	5,36
EHP39	5,74	100	0	0	0	0	0	0,48	0,39
EHP40	18,46	67	26	6	1	0	0	10,59	3,57
EHP41	8,48	83	14	3	0	0	0	6,44	2,73
EHP42	11,04	100	0	0	0	0	0	0,42	0,33
EHP43	0,15	87	13	0	0	0	0	2,00	1,60
EHP44	2,92	100	0	0	0	0	0	0,34	0,27
EHP45	14,28	64	31	5	0	0	0	12,50	3,92
EHP46	0,72	100	0	0	0	0	0	0,19	0,15
EHP47	0,76	53	47	0	0	0	0	4,87	3,90
EHP48	5,54	100	0	0	0	0	0	0,34	0,28
EHP49	0,87	100	0	0	0	0	0	0,26	0,21
EHP50	4,27	100	0	0	0	0	0	0,36	0,29

EHP51	10,29	100	0	0	0	0	0	0,59	0,47
EHP52	0,31	100	0	0	0	0	0	0,13	0,11
EHP53	3,39	100	0	0	0	0	0	0,48	0,38
EHP54	12,15	100	0	0	0	0	0	0,69	0,55
EHP55	0,56	100	0	0	0	0	0	0,36	0,29
EHP56	3,8	100	0	0	0	0	0	0,49	0,39
EHP57	0,34	100	0	0	0	0	0	0,59	0,47
EHP58	2,1	100	0	0	0	0	0	0,12	0,09
EHP59	1,1	100	0	0	0	0	0	0,30	0,24
EHP60	1,62	100	0	0	0	0	0	0,22	0,18
EHP61	1,53	100	0	0	0	0	0	0,08	0,06
EHP62	6,8	100	0	0	0	0	0	0,53	0,43
EHP63	5,85	100	0	0	0	0	0	0,42	0,34
EHP64	0,84	100	0	0	0	0	0	0,36	0,29
EHP65	2,73	100	0	0	0	0	0	0,41	0,33
EHP66	22,33	100	0	0	0	0	0	0,26	0,21
EHP67	7,55	100	0	0	0	0	0	0,64	0,51
EHP68	4,13	100	0	0	0	0	0	0,65	0,52
EHP69	1,61	50	30	15	3	0	2	16,02	5,03
EHP70	16,66	45	49	4	1	0	0	14,24	4,47
EHP71	1,76	100	0	0	0	0	0	1,04	0,83
EHP72	2,23	100	0	0	0	0	0	0,15	0,12
EHP73	27,72	34	38	19	6	2	1	10,70	6,43
EHP74	3,71	62	33	5	0	0	0	11,90	3,99
EHP75	1,99	55	32	10	3	1	0	5,59	4,48
EHP76	1,17	100	0	0	0	0	0	0,11	0,09
EHP77	0,44	100	0	0	0	0	0	0,08	0,06
EHP78	16,44	100	0	0	0	0	0	0,34	0,27
EHP79	2,75	100	0	0	0	0	0	0,13	0,11
EHP80	2,59	98	2	0	0	0	0	2,36	1,89
EHP81	41,21	70	28	1	0	0	0	10,68	3,35
EHP82	2,12	92	8	0	0	0	0	2,19	1,75
EHP83	28,24	100	0	0	0	0	0	0,25	0,20
EHP84	1,43	49	29	9	6	4	3	7,58	6,07
EHP85	4,91	53	43	4	0	0	0	20,65	4,05
EHP86	2,11	100	0	0	0	0	0	0,13	0,10
EHP87	19,07	72	27	1	0	0	0	7,30	3,35
EHP88	1,16	100	0	0	0	0	0	0,15	0,12
EHP89	3,66	53	39	8	0	0	0	14,05	4,38
EHP90	6,03	94	3	2	0	0	0	1,86	1,49
EHP91	0,86	100	0	0	0	0	0	0,37	0,30
EHP92	21,58	72	26	1	1	0	0	4,66	3,73
EHP93	0,95	100	0	0	0	0	0	2,29	1,83

7 ZÁVĚR

Ve své diplomové práci jsem se zabývala integrovaným návrhem protierozního opatření v povodí Stříbrného potoka. V programu ArcGIS jsem provedla sérii analýz, které sloužily jako podklady pro návrh protierozního opatření. Na základě výškopisu jsem vygenerovala digitální model terénu a pomocí funkcí v ArcGIS stanovila akumulaci odtoku. Akumulace odtoku, výškopis a ortofoto mapa sloužily jako hlavní podklady ke stanovení kritických bodů, drah soustředěného odtoku a kritických povodí. Pro výpočet ztráty půdy jsem použila metodu USLE, pro kterou jsem nejdříve stanovila K-faktor, který plyne z čísla BPEJ a dále jsem stanovila C-faktor na základě klimatického regionu dle Kadlece a Tomana. Ke stanovení LS-faktoru neboli topografické faktoru jsem použila program USLE2d, ke konverzi dat z formátu Idrisi (*.rst) a zpět jsem použila LS convertor. Jako R-faktor jsem plošně zvolila hodnotu 40 a pro P-faktor hodnotu 1. Hodnoty ztráty půdy před návrhem opatření jsou znázorněny v Obrázku 26 – Mapa erozní ohroženosti, ze které plyne, že zájmová lokalita je vysoce postižena erozí, lokálně přesahuje ztráta půdy až 30 t/ha/rok. Stanovila jsem jednotlivé erozně hodnocené plochy (EHP) na základě LPIS. V zájmové lokalitě jsem navrhla plošná opatření, pro jednotlivá EHP mezi která jsem zařadila trvalé zatravnění (TTP), organizační opatření (ORG) a vyloučení erozně náchylných plodin (VENP). Plošná opatření jsem doplnila o liniové prvky přesněji o zasakovací pásy (ZPAS), protierozní meze (MEZ) a průleh. V zájmové lokalitě je navržena ochranná vodní nádrž, do které ústí průleh. Vlivem opatření došlo ke změně C-faktoru a P-faktoru, kde jsem zvolila hodnotu 0,8, tyto změněné faktory jsem dosadila místo původních do výpočtu USLE, ostatní faktory jsem ponechala a pomocí *Raster Calculator* vygenerovala hodnoty ztráty půdy po návrhu opatření, které jsou již limitní pouze lokálně přesahují limity, tyto místa budou opatřena individuálně a po konzultaci s majiteli.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Maradová, Svatava. Protierozní ochranná opatření v zemědělské krajině. [online]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/11751112-1-zakladni-informace-o-erozi-monitoring-eroze-zemedelske-pudy.html>
- NOVOTNÝ, Ivan. *Příručka ochrany proti vodní erozi: [aktualizované znění - leden 2014]*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014. ISBN 978-80-87361-33-7.
- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, *Vodní eroze půdy (Půda, eAGRI)*. [online]. Copyright © 2009 [cit. 19.10.2019]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/degradace-pud/vodni-eroze-pudy/>
- DUMBROVSKÝ, Miroslav. *Nepříznivé důsledky povrchového odtoku a jejich eliminace v procesu pozemkových úprav: Adverse consequences of surface runoff and its conservation in the land consolidation process: teze přednášky k profesorskému jmenovacímu řízení v oboru Vodní hospodářství a vodní stavby*. Brno: VUTIUM, 2013. ISBN 978-80-214-4699-1.
- JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.
- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, *Větrná eroze půdy (Půda, eAGRI)*. [online]. Copyright © 2009 [cit. 19.10.2019]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/degradace-pud/vetrna-eroze-pudy/>
- Bc. Veronika Vlčanová. *Vliv změn faktorů erozní účinnosti deště na návrh ochranných opatření v povodí*. Brno, 2017. 92 s., 14 příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.
- *Vodní eroze půdy (Půda, eAGRI)*. [online]. Copyright © 2009 [cit. 31.10.2019]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/degradace-pud/vodni-eroze-pudy/>
- HOLÝ, Miloš. *Eroze a životní prostředí*. Praha: České vysoké učení technické, 1994. ISBN 80-01-01078-3.
- ČESKO. *Návrh vyhlášky Ministerstva životního prostředí, o ochraně zemědělské půdy před erozí, ve znění ke 2. 1. 2018*. [online]. Dostupné z: <https://apps.odok.cz/veklep-detail?pid=KORNAN3CFAV3>

- NOVOTNÝ, Ivan. *Příručka ochrany proti vodní erozi: [aktualizované znění - leden 2014]. 2., aktualiz. vyd.* Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014. ISBN 978-80-87361-33-7.
- Jakub Kološ *Identifikace ploch rozhodujících z hlediska tvorby povrchového odtoku a transportu splavenin ve vybraných k.ú. v povodí Ondřejnice.* Brno, 2018. 62 s., 20 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.
- MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ. [překl.] Ph.D., Ing. Martin Tomek RNDr. Pavel Novák. *Prevence a zmírňování následků přívalových povodní ve vztahu k působnosti obcí.* Praha : Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i, 2015. MMR-23458/2015-52.
- KADLEC, Václav. *Navrhování technických protierozních opatření: metodika.* Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2014. ISBN 978-80-87361-29-0.
- Homoláčová, Jitka. Metodický návod k provádění pozemkových úprav ve znění změny č. 2. [online]. Dostupné z: https://www.spucr.cz/frontend/webroot/uploads/files/2018/04/metodickynavodkprovadenipuveznenizmenyc_27770.pdf
- § 4 odst. 1 zákona č. 139/2002 Sb. o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech
- Technický standard dokumentace plánu společných zařízení v pozemkových úpravách. [online]. Dostupné z: https://www.spucr.cz/frontend/webroot/uploads/files/2016/02/technicky_standard_psz_20161721.pdf
- eKatalog BPEJ. eKatalog BPEJ [online]. Copyright © VÚMOP v.v.i. [cit. 12.10.2019]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/>
- Mapové vrstvy zemědělské půdy | Půda v číslech. [online]. Copyright © 2019 Půda v číslech, [cit. 29.10.2019]. Dostupné z: <https://statistiky.vumop.cz/?core=popis>
- fragment #f6262370 vyhlášky č. 227/2018 Sb. o charakteristice bonitovaných půdně ekologických jednotek a postupu pro jejich vedení a aktualizaci
- Geografické informační systémy (GIS) - ARCDATA PRAHA. Geografické informační systémy (GIS) - ARCDATA PRAHA [online]. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/>

- Hydrologický model DesQ-MaxQ. Hydrologický model DesQ-MaxQ [online].
Dostupné z: <http://desq-maxq.cz/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Pásové střídání plodin (zdroj: https://fineartamerica.com/featured/farm-greens-and-hillside-contour-plowing-blair-seitz.html)	21
Obrázek 2 - Vstevnicové obdělávání (zdroj: https://www.plymouthswcd.com/contour-farming)	22
Obrázek 3 - Setí do mulče (zdroj: https://encyklopedie.vumop.cz , Autor: Martin Mistr, VÚMOP)	23
Obrázek 4 - Hrázkování (zdroj: https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/nova-pudoochranna-opatreni-pri-pestovani-brambor).....	23
Obrázek 5 - Důlkování (zdroj: https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/nova-pudoochranna-opatreni-pri-pestovani-brambor).....	24
Obrázek 6 - Široké terasy se zemními svahy (zdroj: https://encyklopedie.vumop.cz , Nikolčice, foto VÚMOP)	25
Obrázek 7 - Protierozní příkop (zdroj: https://www.geomat.cz/reference/protierozni-ochrana/zachytty-prikop-na-hole-kopci-v-kobyli/)	26
Obrázek 8 - Protierozní průleh s hrázkou v k. ú. Milínov u Nezvěstic (zdroj: KADLEC, Václav. Navrhování technických protierozních opatření).....	26
Obrázek 9 - Protierozní mez (zdroj: https://encyklopedie.vumop.cz , Horní Újezd, foto VÚMOP)	27
Obrázek 10 - Polní cesta (zdroj: http://zitkrajinou.cz/krajina/polni-cesty-zkracuji-vzdalenosti-nejen/)	28
Obrázek 11 - Zatravněná dráha soustředěného odtoku (zdroj: https://docplayer.cz/45325965-Yhys-hydromeliioracni-stavby.html)	28
Obrázek 12 - Ochranná hrázka (zdroj: https://encyklopedie.vumop.cz/ , Hlubočany, foto VÚMOP	29
Obrázek 13 - Ochranná nádrž (zdroj: https://encyklopedie.vumop.cz/ , Hustopeče u Brna, foto VÚMOP)	29
Obrázek 14 - Mapa zájmové lokality	32
Obrázek 15 - Hydrologické poměry	34
Obrázek 16 - Mapa HPJ	35
Obrázek 17 - Mapa K – faktoru	38
Obrázek 18 - Mapa HSP	39
Obrázek 19 - Mapa LS-faktoru.....	40
Obrázek 20 - Mapa sklonitosti.....	41
Obrázek 21 - Mapa krajinného pokryvu	42
Obrázek 22 - Graf zastoupení kultur LPIS.....	42
Obrázek 23 - Faktor ochranného vlivu vegetace - původní	43

Obrázek 24 - Situace dílčích povodí	44
Obrázek 25 - Mapa prostorové lokalizace čísel CN	45
Obrázek 26 - Mapa erozní ohroženosti	47
Obrázek 27 - Návrh plošných opatření.....	53
Obrázek 28 - Návrh liniiových opatření	56
Obrázek 29 - Umístění nádrže.....	57
Obrázek 30 - Batygrafické křivky	60
Obrázek 31 - Faktor ochranného vlivu vegetace - po návrhu opatření	61
Obrázek 32 - Eroze po návrhu opatření	68

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Přípustná míra erozního ohrožení (účinnost od 1. ledna 2018 do 31. prosince 2021)	17
Tabulka 2 - Přípustná míra erozního ohrožení (účinnost od 1. ledna 2022 do 31. prosince 2025)	17
Tabulka 3 - Přípustná míra erozního ohrožení (účinnosti od 1. ledna 2026 do 31. prosince 2029)	17
Tabulka 4 - Přípustná míra erozního ohrožení (účinnost od 1. ledna 2030)	17
Tabulka 5 - Klimatické regiony (Příloha č. 1 k vyhlášce č. 227/2018 Sb.).....	33
Tabulka 6 - Hodnoty K - faktoru v závislosti na HPJ	37
Tabulka 7 - Hydrologické skupiny půd.....	39
Tabulka 8 - Zastoupení kultur LPIS.....	43
Tabulka 9 - Průměrná CN na dílčích povodích	46
Tabulka 10 - Ztráta půdy v kritických povodích	47
Tabulka 11 - Hodnoty C - faktoru dle klimatického regionu	50
Tabulka 12 - Hodnoty CN pro jednotlivé druhy povrchu a hydrologické skupiny půd	52
Tabulka 13 - Výkaz výměr plošných protierozních opatření.....	54
Tabulka 14 - Dimenzování průlehu	55
Tabulka 15 - Výkaz výměr liniiových opatření.....	56
Tabulka 16 - DesQ N=100 pro povodí 2a.....	58
Tabulka 17 - DesQ N=100 pro povodí 2b	59
Tabulka 18 - Batygrafické křivky.....	60
Tabulka 19 - Průměrná CN v povodích před a po návrhu opatření	62
Tabulka 20 - Souhrnné hodnocení účinnosti navržených opatření v profilech KB..	67
Tabulka 21 - Procentní podíl intervalu hodnot G (t/ha/rok) - po návrhu	68

SEZNAM ZKRATEK

AGT	Agrotechnická opatření
BPEJ	Bonitovaná půdně ekologická jednotka
CN	Curve number (CN křivky)
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČHP	Číslo hydrologického pořadí
ČR	Česká republika

DMT	Digitální model terénu
DSO	Dráha soustředěného odtoku
EHP	Erozně hodnocená plocha
HPJ	Hlavní půdní jednotka
HPS	Hydrologická půdní skupina
ID	Identifikační číslo
JPÚ	Jednoduché pozemkové úpravy
KPÚ	Komplexní pozemkové úpravy
LPIS	Land Parcel Identification System (Evidence půdy podle uživatelských vztahů)
PEO	Protierozní opatření
PSZ	Plán společného zařízení
MEZ	Protierozní mez
SDSO	Stabilizace drah soustředěného odtoku
TTP	Trvale travní porost
USLE	Universal Soil Loss Equation (Univerzální rovnice ztráty půdy)
VENP	Vyloučení erozně náchylných plodin
VN	Vodní nádrž
VÚMOP	Výzkumný ústav meliorace a ochrany půd
ZDSO	Zatravnění dráhy soustředěného odtoku
ZPAS	Zasakovací pás