



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

ELIMINACE PROJEVŮ VODNÍ EROZE A TRANSPORTU SPLAVENIN

ELIMINATION OF SYMPTOMS OF WATER EROSION AND SEDIMENT TRANSPORT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

LUCIE POSPÍCHALOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

prof. Ing. MIROSLAV DUMBROVSKÝ, CSc.

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Lucie Pospíchalová
Název	Eliminace projevů vodní eroze a transportu splavenin
Vedoucí bakalářské práce	prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2015
Datum odevzdání bakalářské práce	27. 5. 2016
V Brně dne 30. 11. 2015	

.....
prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
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 ČZU Praha, 2012
3. Dumbrovský M, - Mezera J, Střítecký L.: Metodický návod pro projektování pozemkových úprav, metodika ČMKPU 2005
4. Hrádek F, - Implementace hydrologického modelu DeSQ, VUMOP Praha 1997

Zásady pro vypracování

Na základě GIS analýz s využitím DMT, provede student v zadaném území v k.ú. Kostelní Myslová návrh ochranných opatření k eliminaci projevů vodní eroze a transportu splavenin. U navržených opatření bude vyhodnocena jejich účinnost z hlediska ovlivnění erozních a odtokových poměrů. U stávajících záchytných průlehlů a svodného příkopu bude provedeno podrobné vyhodnocení jejich parametrů s doporučením na jejich případnou rekonstrukci.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).
- 3.

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

Abstrakt

Cílem práce bylo na základě GIS analýzy s využitím DMT vyhodnotit erozní a odtokové poměry. Navrhnout opatření k eliminaci projevů vodní eroze a transportu splavenin. U navržených opatření vyhodnotit jejich účinnost. U stávajících průlehů se svodným příkopem posoudit jejich účinnost a doporučit doplnění protierozních opatření.

Klíčová slova

Kostelní Myslová, ArcGIS, DesQ, digitální model terénu, eroze, erozní smyv

Abstract

The aim was to evaluate the erosion and drainage conditions on the base of GIS analysis using the DMT. Propose measures to elimination of symptoms of water erosion and sediment transport. The proposed measures to evaluate their effectiveness. For existing measures to assess their effectiveness and recommend supplementing the measures.

Keywords

Kostelní Myslová, ArcGIS, DesQ, digital terrain model, erosion, erosion wash

Bibliografická citace VŠKP

Lucie Pospíchalová *Eliminace projevů vodní eroze a transportu splavenin*. Brno, 2016. 87 s., 17 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27.5.2016

.....
podpis autora
Lucie Pospíchalová

Poděkování

Chtěla bych touto cestou poděkovat prof. Ing. Miroslavu Dumbrovskému, CSc. za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Veronice Sobotkové, Ph.D. za rady při práci v programu ArcGIS.

Obsah

1. Úvod	10
2. Teoretická část.....	11
2.1. Eroze	11
2.1.1. Druhy eroze	11
2.1.2. Příčiny a projevy eroze.....	12
2.2. Protierozní opatření	13
2.2.1. Organizační opatření	13
2.2.2. Agrotechnické opatření	15
2.2.3. Biotechnické a technické opatření.....	17
3. Popis použitých metod	21
3.1. DMT	21
3.2. Výpočet erozního smyvu	21
3.2.1. USLE	21
3.3. DESQ.....	25
4. Analýza současného stavu.....	26
4.1. Charakteristika zájmového území	26
4.1.1. Obecné informace o zájmovém území	26
4.1.2. Geologické a pedologické poměry	27
4.1.3. Plošná lokalizace druhů pozemků	30
4.1.4. Hydrologické poměry	31
4.1.5. Klimatické poměry	32
4.2. Erozní a odtokové poměry na k.ú. Kostelní Myslová	34
4.2.1. Erozní poměry	35
4.2.2. Odtokové poměry	40
4.3. Analýza jednotlivých povodí.....	43
4.3.1. Povodí P1	43
4.3.2. Povodí P2	45
5. Návrh a posouzení protierozních opatření	55
5.1. Popis navrženého opatření.....	55
5.1.1. Varianta 1. – PEO 1.....	55
5.1.2. Varianta 2. – PEO 2.....	56
5.1.3. Varianta 3. – PEO 3.....	56
5.2. Posouzení erozních poměrů po návrhu plošného opatření na k.ú. Kostelní Myslová.....	57
5.3. Posouzení odtokových poměrů po návrhu plošného opatření pro jednotlivá povodí.....	61
5.3.1. Povodí P1	61
5.3.2. Povodí P2	62
5.3.3. Povodí P3	63
5.3.4. Povodí P4	64
5.3.5. Povodí P5	65

5.3.6. Povodí P6	66
5.4. Bilance navržených opatření	67
6. Posouzení stávajících průlehů	68
6.1. Posouzení současného stavu	68
6.2. Posouzení různých variant protierozních opatření	70
6.2.1. Posouzení erozních a odtokových poměrů	70
6.2.2. Finanční zhodnocení	74
7. Závěr.....	76
Fotodokumentace	77
Použitá literatura	80
Seznam tabulek	82
Seznam obrázků	84
Seznam grafů.....	85
Seznam použitých zkratk a symbolů	86
Seznam příloh.....	87

1. ÚVOD

Cílem práce je zhodnotit a eliminovat projevy vodní eroze a transportu splavenin v k.ú. Kostelní Myslová. Vodní eroze je globální problém. Škody způsobené erozí jsou značné. Úbytek ornice, která je bohatá na živiny, tak znehodnocuje zemědělskou půdu a dochází ke zmenšení mocnosti půdního profilu. Odnášené částice mimo jiné zanášejí vodní toky a nádrže, způsobují zakalení a zvyšují náklady na úpravu vody. Vytěžení splavenin z toků a nádrží je finančně nákladné. Na území České republiky se nachází velké množství rozsáhlých ploch, které nejsou systematicky chráněny. Vodní erozí je ohroženo 50 % orné půdy. Mezi vodní erozní dotčenou a nechráněnou krajinu lze zařadit k.ú. Kostelní Myslové.

Pro vyhodnocení erozních poměrů byl použit program ArcGIS. Pro výpočet ztráty půdy vlivem eroze byla použita tzv. „Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí USLE“. K výpočtu průtoků v kritických profilech byl využit program DesQ.

Byla navržena přírodě blízká a finančně relativně nenáročná opatření, která pozitivně zlepšují odolnost půdy proti vodní erozi a tím chrání okolí před nepříjemnostmi spojenými s transportem splavenin.

V poslední části práce byla posouzena účinnost již realizovaných průlehubů a doporučeno doplňující opatření ke zvýšení účinnosti protierozního opatření.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1.EROZE

Postupné rozrušování zemského povrchu (půdy, hornin apod.) a přenos jeho částic můžeme definovat jako erozi. Eroze půdy, stejně jako eroze hornin nebo koryt vodních toků, je přirozený přírodní proces [1]. K přirozené erozi docházelo již v minulosti. Bez eroze by nevznikla současná zemědělská půda. Vlivem člověka a jiných erozních faktorů je však na některých místech eroze zrychlená (nadměrná). Nadměrná eroze, která způsobuje škody na pozemcích i mimo ně, je v současné době problémem zemědělské krajiny. Snížení nebo zastavení nadměrné eroze je cílem protierozních způsobů hospodaření na zemědělské půdě [4].

Vodní i větrná eroze půdy je v současné době významným degradačním procesem týkajícím se zemědělské půdy. Mezi nejvýznamnější degradační půdy procesy patří kromě vodní a větrné eroze také kontaminace anorganickými a organickými látkami, kompakce (utučení), zábory (zástavba půdy), sesuvy půdy a záplavy, pokles organické hmoty v půdě, postup pouští, salinizace (zasolování půd), pokles biodiverzity půd [4].

2.1.1. Druhy eroze

Vodní eroze

Vodní eroze vzniká v důsledku kinetické energie dešťových kapek a následně vzniklému povrchovému odtoku. Kinetická energie dešťových kapek, které dopadají na zemský povrch, způsobuje rozrušení půdního horizontu. Mechanická síla povrchově stékající vody je pak hybnou silou pro transport půdních částic [1].

Větrná eroze

Tato forma eroze se projevuje především v aridních oblastech. Může se projevit i v humidních oblastech na půdě s nepříznivými fyzikálními vlastnostmi a nekrytou vegetací. Půdní hmota je rozrušována i transportována činností větru. K ukládání dochází při poklesu kinetické energie větru [1].

Mezi další druhy eroze patří [1]:

- Ledovcová eroze
- Gravitační eroze
- Antropogenní

Podle toho, kde působí erozní činitelé, rozlišujeme erozi [1]:

- Povrchovou
 - o Plošnou
 - o Výmolovou
 - Rýžkovou
 - Brázdovou
 - Výmolnou
 - Stržovou
 - o Proudovou
- Podpovrchovou

2.1.2. Příčiny a projevy eroze

Povrchový odtok

Při intenzivních přívalových deštích, kdy půda již není schopna infiltrace, dochází k povrchovému odtoku (plošnému či soustředěnému). To, po jaké době dojde k povrchovému odtoku, závisí na několika faktorech, mezi které patří zejména druh půdy, způsob využívání půdy, vlastnosti půdního krytu a také vlhkost půdy před počátkem deště [1].

Pro intenzitu erozních procesů je rozhodující odtok přívalových dešťů. Přívalové deště jsou charakteristické vysokou intenzitou a krátkou dobou trvání, vyvolávají maximální odtok na malých a velmi malých povodích. Na velkých povodích jsou maximální odtoky způsobeny táním sněhové pokrývky, příp. v kombinaci s deštěm [1].

Maximální odtok $Q_{\max}$ obvykle chápeme jako N-letý odtok Q_N s pravděpodobností opakování jednou za 100 let [1].

Souvislosti současné vysoké erozní ohroženosti půd

Zornění zemědělské půdy [4]

- Podle výměry orné půdy (2 547 304 ha) a zemědělské půdy (3 531 374 ha) evidované v LPIS je zornění přibližně 72,1 %.
- Je významným faktorem přispívajícím k vysokému eroznímu ohrožení orné půdy, ale je nutné vliv tohoto faktoru posuzovat v kontextu dalších faktorů (sklonitost a velikost pozemku atp.).

Odstraňování krajinných prvků [4]

- Protierozní meze, stromořadí v krajině a polní cesty tvořily přirozené překážky soustředěnému odtoku vody z pozemků a podporovaly infiltraci vody na zemědělské půdy.

Hospodaření na pronajaté půdě [4]

- V ČR činí podíl hospodaření na pronajaté půdě 86 %.
- Hospodaření na pronajaté půdě je určitou bariérou pro realizaci protierozních opatření organizačního charakteru

Změny ve využití krajiny [4]

- Zejména v podobě záborů půdy pro stavební účely.
- Podílejí se i na změnách mikroklimatu, odtokových a teplotních poměrech, které následně jsou v podobě zvýšeného výskytu přívalových srážek jednou z příčin erozního ohrožení půd v ČR.

Mezi další souvislosti patří: [4]:

- Scelování pozemků v minulosti
- Pokles stavů hospodářských zvířat
- Změny v osevních plochách pěstovaných plodin
- Nevhodná agrotechnika půdních plodin a jejich rozmístění na pozemcích
- Změny klimatu

Škodlivé projevy vodní eroze v zemědělství

Snížení výnosu zemědělských plodin [4]

- Slabě erodované půdy – snížení výnosů o 15 – 20 %.
- Středně erodované půdy – snížení výnosů o 40 – 50 %.
- Silně erodované půdy – snížení výnosů o 75 %.

Přímé škody na zemědělské půdě a pěstovaných plodinách [4]

- Odnos ornice (včetně humusu, živin, ale i reziduí pesticidů, apod.)
- Přímé poškození rostlin erozí.
- Náklady na asanaci erozních rýh atd.

Sedimenty v nádržích

2.2.PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ

Zemědělskou půdu na svazích je třeba chránit před vodní erozí vhodnými protierozními opatřeními. O použití jednotlivých způsobů ochrany rozhoduje jejich účinnost, požadované snížení smyvu půdy a nutná ochrana objektů (vodních zdrojů, toků a nádrží, intravilánů měst, obcí atd.) při respektování zájmů vlastníků a uživatelů půdy, ochrany přírody, životního prostředí a tvorby krajiny. Ve většině případů jde o komplex organizačních, agrotechnických a technických opatření, které se vzájemně doplňují a respektují současné základní požadavky a možnosti zemědělské výroby [2].

2.2.1. Organizační opatření

Základem organizačních protierozních opatření je situování pozemků delší stranou ve směru vrstevnic, zvolení vhodné velikosti a tvaru pozemku a vymezení parcel vhodných ke změně druhů pozemků. Organizační opatření jsou na orné půdě navrhována v součinnosti s ostatními protierozními opatřeními a předpokládají dobrou spolupráci a zainteresovanost hospodařících subjektů. Zásady ochrany proti vodní erozi organizačními opatřeními vycházejí ze znalosti příčin vzniku erozních jevů a zákonitostí jejich rozvoje a vyúsťují v obecné protierozní zásady [2]:

- včasný termín výsevu plodin
- výsev víceletých pícnin do krycí plodiny
- posun podmítky do období s nižším výskytem přívalových dešťů, tzn. na zám
- zařazování bezorebně setých meziplochin
- rozmístění plodin podle ohroženosti pozemku

Důležitou roli v protierozní ochraně půdy sehrává vegetační pokryv, který chrání půdu před přímým dopadem kapek, podporuje vsak dešťové vody do půdy a kořenovým systémem zvyšuje soudržnost půdy, která se tak stává odolnější vůči účinkům stékající vody. Těchto vlastností, které se různí podle typu plodiny, se využívá při výběru organizačních opatření s protierozním účinkem [2].

Tvar a velikost pozemku

Základem organizačních protierozních opatření je situování delší strany ve směru vrstevnic, což zároveň navádí k obdělávání po vrstevnicích a současně zkracuje délku po spádnicí [6].

Deliminace kultur

Jedná se o prostorovou a funkční optimalizaci využití pozemků sloužících k pěstování jednotlivých kultur. Představuje členění v rámci organizace zemědělského půdního fondu na ornou půdu, zahrady, louky, pastviny, vinice, sady a chmelnice [2].

Propustnost půdy se obvykle směrem do údolí snižuje a při větší sběrné ploše nastává povrchový odtok, který způsobuje vznik erozních procesů. Protože vedle srážek rozhoduje o intenzitě eroze zejména sklon území, musí se mu přizpůsobit výběr kultur. Svahy se sklonem větším než 36 % (20 % při výrazném postižení erozí) mají být zalesněny. Svahy se sklonem větším než 21 % (31 % na svazích méně ohrožených erozí) mají být zatravněny. Dobře pěstovaný lesní a travní kryt umožňuje vsakování srážkové vody do půdy a chrání ji před destrukčním účinkem dešťových kapek a povrchovému odtoku [1].

Ochranné zatravnění

Ochranné zatravnění se používá na pozemcích, které z hlediska ztrát půdy erozí nelze využívat jako ornou půdu. Optimálně zapojený travní porost je nejlepší protierozní ochranou. Pro kvalitní vegetační kryt jsou preferovány trávy výběžkaté tvořící pevný drn (zejména u protierozních opatření liniového charakteru) [2].

Trvalými travními porosty by měly být chráněny také plochy [6]:

- podél břehů vodních toků a nádrží (pokud má tento travní pás plnit funkci ochrany kvality vody před erozí a zachycovat smytou zeminu, neměla by být jeho šířka menší než 6 m na každém břehu)
- v drahách soustředěného povrchového odtoku
- profily průlehů a těles ochranných hrázek
- mělké půdy

Ochranné zalesnění

Ochranné zalesnění se nejčastěji uplatňuje jako plošné zalesnění nebo jako ochranné lesní pásy. Dobře zapojený hustý les (optimální je les smíšený) s bohatým bylinným patrem a s půdou krytou mocnou vrstvou hrabanky zajišťuje vysokou protierozní ochranu půdy. U všech převodů z kategorie luk a pastvin do lesního fondu musí být provedeno vyhodnocení botanického složení porostu příslušným odborným pracovištěm, které rozhodne, zda převod je z hlediska ochrany přírody možný [2].

Protierozní rozmíst'ování plodin

Základním principem zajišťujícím ochranu půdy proti vodní erozi je pěstování plodin nedostatečně chránících půdu před erozí (okopaniny, kukuřice a ostatní širokořádkové plodiny) na pozemcích rovinných nebo mírně sklonitých. Na orné půdě středně ohrožené erozí je nutné nedostatečný ochranný účinek širokořádkových plodin zvýšit střídáním vrstevnicových pásů okopanin a víceletých píceň (okopaniny, kukuřice a víceleté pícniny ve smíšených honech), zatímco obilninami je možné osévat celé pozemky [2].

Protierozní rozmístění plodin na svazích patří k obecným zásadám ochrany půdy. Při tradičním pěstování lze podle protierozní účinnosti plodiny seřadit od nejvyšší po nejnižší účinnosti v pořadí: travní porosty – jetel – vojtěška – obilnina ozimá – obilnina jarní – řepka ozimá – hrách – okopaniny (slunečnice, brambory, cukrovka, kukuřice) a podle toho i rozmísťovat plodiny na pozemcích [2].

Protierozní osevní postupy

Osevní postup znamená rozmístění zemědělských kultur do honů tak, aby se pravidelně za určitý počet let vystřídaly. Obiloviny, okopaniny, píce a technické plodiny se střídají v rotaci se zachováním úrodnosti půdy a zajištěním vysokých výnosů se zřetelem na předplodinu. Vhodná základní struktura polního osevního postupu v našich podmínkách je dána 45–50 % zastoupením obilovin, 25–30 % zastoupením okopanin a 25–30 % zastoupením píce a luštěnin [1].

Při správném použití jsou osevní postupy významným prostředkem k ochraně půdy před erozí. Skladba osevních postupů se však musí volit způsobem, který v rotaci zaručí co nejvíce plodin s ochranným účinkem, jímž se vyznačují pícniny, zejména vojtěška a trávy. Ochranný účinek je úměrný podílu těchto plodin [1].

Pásové střídání plodin

U pásového střídání plodin se střídají různě široké pásy plodin erozně nebezpečných (kukuřice, brambory, slunečnice a další širokořádkové plodiny) a plodin s vyšším protierozním účinkem (obilniny, pícniny, případně i travní porost). Šířka pásů je závislá na sklonu a délce svahu, propustnosti půdy, její náchylnosti k erozi a na šířce záběru strojů. Obecně se doporučuje šířka pásů od 20 do 40 m (podle sklonu pozemku). Pásky by měly být vedeny ve směru vrstevnic s max. odklonem do 30 ° [2,6].

2.2.2. Agrotechnické opatření

Nejvíce podléhá erozi půda bez vegetačního pokryvu. Agrotechnická protierozní opatření jsou proto založena zejména na zkrácení času, kdy je půda bez vegetačního pokryvu, na minimum. K protierozní ochraně půdy lze cíleně využívat posklizňové zbytky plodin a biomasu meziplodin. Infiltrace vody do půdy by neměla být omezena výskytem ztuhlých vrstev v půdním profilu. Rizikovým obdobím z hlediska vodní eroze je období tání sněhu a zejména období nejčastějšího výskytu přívalových dešťů (červen – srpen). V první třetině tohoto období vykazuje nedostatečnou pokrývnost povrchu půdy kukuřice, slunečnice a okopaniny (brambory, cukrová řepa). Vzhledem k velké výměře orné půdy každoročně osévané kukuřicí je využití účinných agrotechnických protierozních opatření při pěstování této plodiny zvlášť aktuální. V poslední třetině období výskytu přívalových dešťů jsou ohroženy zejména pozemky připravené pro výsev ozimé řepky [2].

Setí/sázení po vrstevnici

Orbou po vrstevnicích nebo s malým odklonem od vrstevnic otočnými pluhy, které překlápějí půdu proti svahu, je možné významným způsobem přispět k ochraně půdy před erozí. Překlápěním půdy proti svahu je navíc možno výrazně omezit tzv. „erozi orbou“, která je u nás zatím podceňována [6].

Vrstevnicové obdělávání je podmíněno možnostmi použití mechanizačních prostředků pro jejich práci na svahu [6].

Ochranné obdělávání

Tato technologie spočívá v uchování co největšího množství posklizňových zbytků po předplodinách na povrchu půdy vytvářením nastýlky – mulče a v nenarušování půdního profilu. Tím se může půdní profil vyvíjet přirozeným způsobem a nadměrným provzdušňováním nedochází k přílišné akceleraci mineralizace živin a tím ochuzování o humus, což by vedlo ke zhoršování fyzikálních vlastností půd. Ochranný vliv závisí na stupni pokrytí půdy mulčem, výšce a rovnoměrnosti mulče a na způsobu zpracování půdy (hloubce a způsobu rozrušení půdního profilu, počtu pojezdů mechanizace atp.) [6]

Do těchto technologií lze zařadit bezorebné setí (hlavní plodinu sejeme bezorebným secím strojem s kotoučovými botkami přímo do nezpracované půdy po předplodině), setí/sazení do mulče meziplodiny či předplodiny, setí do mělké podmítky (zejména u předplodin z obilovin nebo z olejnin se provede podmítka radličkovým, případně diskovým podmítačem a následná plodina se seje bezorebným secím strojem) a další možnosti je setí hlavní plodiny s podplodinou do meziřadí (kukuřice s podplodinou ozimého žita) [6].

Hrázkování a důlkování

Technologie hrázkování je použitelná při pěstování brambor a spočívá v založení ochranných hrázek v meziřadí hrůbků. Hrázkovačem se založí ve stejné vzdálenosti hrázky mezi hrůbky, čímž vznikne řada malých akumulacních příkopů, které brání vzniku soustředěného povrchového odtoku a podporují zadržení vody přímo na pozemku [6].

Technologie důlkování je použitelná obdobně jako hrázkování u brambor, místo hrázek jsou ale vytvářeny důlky. Jde o klasickou technologii pěstování s cílem vytvořit důlky v meziřadí ve vzdálenosti 30–40 cm. Důlky omezují povrchový odtok v meziřadí a zvyšují infiltraci vody. Zpravidla se uvažuje, že lze na 1 ha vytvořit 28 000 důlků o objemu 2 l, což představuje možnost zadržení 56 m³/ha [6].

Hrázkování i důlkování lze provést bezprostředně po výsadbě brambor speciálním strojem (hrázkovač/důlkovač). Řádky musí být vedeny vrstevnicově a nepřerušená délka pozemku po svahu (spádnici) by neměla přesáhnout 300 metrů [6].

Plečkování, dlátování, podrývání

Plečkování je meziřádková kultivace, která se provádí v průběhu vegetace u širokořádkových kultur (kukuřice, slunečnice, cukrovka, brambory). Plečky jsou jak pasivními pracovními orgány (radličky), tak i aktivními. Výhodou je odplevelovací efekt mechanickou cestou (snížení potřeby herbicidů), ale zároveň i efekt půdoochranný, kdy nakypřená vrstva půdy v meziřadí zabraňuje rychlému odtoku povrchové vody a tím omezuje vodní erozi [6].

Dlátování (hloubkové kypření) je využitelné zejména u cukrové řepy, kdy pasivními dláty prohlubujeme meziřadí rostlin a docílujeme zlepšeného efektu zasakování povrchové vody většího než u plečkování [6].

Podrývání představuje technologii, která zlepšuje infiltrační vlastnosti půdy, snižuje stupeň zhutnění a tím následně snižuje náchylnost půdy k vodní erozi. Podrývání je v podstatě velmi hluboké kypření. K podrývání je možné využít dlátové kypřiče (různého konstrukčního řešení), kombinované kypřiče nebo podrýváky, které umožňují prokypření půdy při

minimálním narušení jejího povrchu. Pracovní hloubku kypřiče/podrávaku při podrávání lze stanovit podle hloubky zhutnění nebo vlhkosti zpracovávané půdy, vždy však musí být minimálně 35 cm. Při hlubším kypření je nutné zohlednit vlhkost půdy, v době kypření se půdní masa rospadá při mírném tlaku – je drobivá. Hloubka podrávání by měla být minimálně o 5 – 10 cm větší než je zemědělcem využívaná hloubka orby [6].

Pásové zpracování půdy

Mezi novodobé opatření patří systém strip-tillage, který se definuje jako vytvoření pásového zpracování půdy o šířce cca 15 cm s hloubkou zpracování půdy mezi 10 až 20 cm se současným uložením minerálního hnojiva. Tuto operaci lze provést na podzim nebo na jaře, kdy o provedení rozhodují především půdní podmínky. Jde o novou a v našich podmínkách nedostatečně odzkoušenou technologii, která se z hlediska ekonomiky a některých nákladových položek chová úsporně (např. spotřeba minerálních hnojiv), ale vzhledem ke specifčnosti požadované technologie se musí vyšší odpisy stroje kompenzovat dostatečnou sezónní výkonností. Do budoucna je to možný perspektivní způsob agrotechniky i u dalších erozně nebezpečných plodin např. cukrovky a slunečnice [6].

Setí kukuřice do úzkého řádku

Další novou technologií je setí kukuřice do úzkého řádku. Secí stroj je nastaven na výsevní vzdálenost řádku kukuřice maximálně na 45 cm. Zrna jsou seta v trojúhelníkovém sponu v počtu cca 85–90 tisíc jedinců na 1 ha. Zúžená rozteč řádků zajistí rovnoměrnější zapojení porostu, čímž je omezena síla soustředěného povrchového odtoku a dochází k částečnému zvýšení ochrany půdy proti erozi. Tato technologie se doporučuje kombinovat se setím do mulče [6].

2.2.3. Biotechnické a technické opatření

Technická opatření se v povodí navrhuje jako základní prvek komplexního systému protierozních opatření zejména na pozemcích, kde nepříznivé důsledky povrchového odtoku ohrožují zastavěnou část obce. Jejich základní účinnost se zvyšuje v kombinaci s opatřeními organizačními a agrotechnickými. Optimálním návrhem prostorového rozmístění liniových záchytných prvků technických opatření dojde ke snížení hodnoty faktoru délky svahu L. Jsou navrhovány tak, aby svou lokalizací (vedle funkce přerušení délky svahu a rozčlenění pozemků) usměrňovaly směr obdělávání pozemků a způsob hospodaření zemědělských subjektů. Vhodným rozčleněním svahu je možno do vymezených pásů situovat různé kultury, v důsledku čehož dojde nejen ke snížení hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace C, ale také ke snížení průměrné hodnoty čísla CN v daném sběrném území [2].

Vedle uvedených základních funkcí mají spolu s doprovodnou dřevinou zelení význam i z hlediska krajiny estetického a ekologického. Systém liniových technických protierozních prvků v kombinaci se zelení může fungovat v krajině i jako významná součást územních systémů ekologické stability krajiny [2].

Základním principem technických protierozních opatření (dále jen TPEO) je [6]:

- přerušení délky pozemku po spádnicí a bezpečné odvedení soustředěného povrchového odtoku (příkopy, průlehy, údolnice)
- zachycení smyté zeminy a povrchového odtoku, jeho zdržení a neškodné odvedení (hrázky, sedimentační, retenční a suché nádrže)
- změna sklonu pozemku (terénní urovnávky, terasování, historické meze)

Zásadním rozdílem proti jiným typům protierozních opatření je jejich technický charakter, který se promítá do způsobu navrhování a realizace. TPEO jsou opatření investičního charakteru, které podléhají stavebnímu zákonu. TPEO jsou navrhována tak, aby zajistila protierozní ochranu pozemku (přípustná volná délka svahu, sklon svahu aj.), a aby byla schopna plnit svou funkci v předem stanovených podmínkách. Jde především o to, že TPEO je třeba dimenzovat na určitou zcela jednoznačnou míru bezpečnosti, vyjádřenou dobou opakování přírodního jevu, před kterým mají svoji ochranu poskytovat. Ta by se podle významnosti chráněné lokality měla pohybovat od minimálně 5 let (v běžných podmínkách) po 20–50 let (při ochraně intravilánu nebo jiné významné infrastruktury). V odůvodněných případech je možné TPEO navrhovat na dobu opakování až 100 let. Právě z důvodu nutnosti zavedení doby opakování a návrhových podmínek nelze pro projektování a dimenzování vystačit se standardním přístupem k protierozní ochraně, založeným na univerzální rovnici ztráty půdy a je nutné využít takové metody a nástroje, které jsou schopné do návrhu zohlednit konkrétní návrhovou srážku a tedy i n -letost epizody. Hodnotu faktoru P vyjádřenou v USLE nelze pro dimenzování TPEO přijmout jako postačující [6].

Protierozní příkopy

Protierozní příkop je liniový prvek, umístěný na pozemku v místě nutného přerušení svahu. Slouží k zachycení a odvedení vody při ochraně zastavěného území obce. Může být kombinován s dalšími liniovými prvky v krajině (mezí, cestou, pásovým obděláváním, biokoridorem, apod.). Příkop je na pozemku vrstevnicově orientován s mírným podélným sklonem. Nejčastěji má lichoběžníkový profil se šířkou ve dně 0,3–0,6 m, hloubkou mezi 0,6–1,2 m a sklonem svahů 1:1,5–1:2. Jeho podélný sklon a příčný profil je třeba dimenzovat. Druh zpevnění se volí podle hodnot tečného napětí. Příkop je nezbytné udržovat a čistit, často se proto dává přednost hladkým betonovým prvkům. Pokud je potřeba příkop překonávat mechanizací, je nutné k tomu vybudovat propustek nebo jiný vhodný objekt odpovídající danému typu mechanizace. Stejně jako u všech ostatních prvků, zachycujících erozní odtok z pozemků je vhodné nad příkopem založit pás trvalého drnu v minimální šířce 6 m, kde bude docházet k zachycování splavenin nesených odtokem. Tento travní pás by v ideálním případě měl být pravidelně sečen tak, aby si udržel maximální drsnost.

Z hlediska prostorového uspořádání a funkce příkopů je možno rozlišovat příkopy záchytné, sběrné a svodné [2,6].

Záchytný příkop

Záchytný příkop se buduje nad zájmovým pozemkem nebo lokalitou a brání přítoku vnějších vod na pozemek. Úkolem je zachytit povrchový odtok a odvést ho mimo zájmovou lokalitu až do recipientu [6].

Sběrný příkop

Příkop sběrný je budován přímo v rámci chráněného zemědělského pozemku s cílem zkrátit volnou délku povrchového odtoku tak, aby nedocházelo k překročení přípustné ztráty půdy. Vzdálenost příkopu od horní hranice pozemku či mezi jednotlivými příkopy je navržena na základě erozní ohroženosti. Pokud je to možné, jsou z důvodu snadnější údržby a ceny realizace preferovány sběrné příkopy nepevněné [6].

Svodný příkop

Svodný příkop je recipientem příkopů sběrných, případně záchytných. Ty jsou vedeny v minimálním spádu a jejich cílem je vodu zachytit a odvést mimo pozemek. Svodný příkop pak musí zachycenou vodu odvést bezpečně až k recipientu. Sklon dna je u tohoto příkopu větší. Téměř vždy bývají opevněné [6].

Protierozní průlehy

Funkce protierozního průlehu je blízká protieroznímu příkopu. Rozdíl je v hloubce průlehu a sklonu svahů. Hloubka bývá menší a sklony mírnější (1:10). Sklony by neměly překročit 1:5. Mírnější svah umožňuje, aby objekt byl přejezdný, případně obdělávatelný. Průleh je aplikovatelný na mírnějších pozemcích o sklonu pod 10 % [6].

Příčný profil průlehu je nejčastěji zatravněný a je posuzována kapacita a stabilita. Oproti příkopu zabírá průleh více prostoru, na druhou stranu méně omezuje hospodaření tím, že je přejezdný [6].

Stejně jako u příkopu je velmi žádoucí zakládat nad průlehem pás trvalého travního drnu v šířce minimálně 5 m pro zachycení smyté zeminy před vstupem do průlehu a tedy i do hydrografické sítě [6].

I průleh může být záchytný, sběrný nebo svodný. Platí zde stejné zásady i omezení jakou příkopů [6].

Stabilizace drah soustředěného odtoku

Zatravněné údolnice představují dráhy povrchového odtoku, kde dochází k soustředění odtékající vody. Údolnice mohou soustřeďovat a odvádět buď plošný povrchový odtok z přilehlých pozemků, nebo mohou být recipientem protierozních příkopů nebo průlehů [6].

Dráha soustředěného odtoku se dimenzuje na základě podrobné znalosti příčného profilu údolnice tak, aby šířka trvalého zatravnění kvalitním drnem byla dostatečně velká a vytvořila dostatečně kapacitní miskovitý příčný profil. Profil údolnice je stabilizován jen trvalým drnem, který by pro vyšší stabilitu měl být pravidelně sečen a udržován. Ve výjimečných případech je možno v údolnici vybudovat trubní drenáž pro ochranu drnu před zamokřením [6].

Pokud není údolnice jednoznačně formována, je možné ji místně upravit do požadovaného příčného profilu – v tom případě se pohybujeme na pomezí zatravněné údolnice a svodného průlehu [6].

Rizikovým místem zatravněných údolnic je přechod mezi plochou pozemku a zatravněným prostorem. V tomto místě může obděláváním snadno vzniknout brázda nebo hrázka, která pak brání přítoku vody do zabezpečených drah a generuje soustředěný odtok po nechráněném povrchu [6].

Mezi další opatření patří [6]:

- Protierozní meze
- Protierozní hrázky
- Ochranné nádrže
- Terasování
- Polní cesty s protierozní funkcí

3. POPIS POUŽITÝCH METOD

3.1.DMT

Digitální model terénu byl vytvořen v prostředí ArcGIS. Jedná se o digitální zpracování geografických informací a geometrického popisu terénu. Využívá kombinaci 2D dat s atributem 3. rozměru [8].

Rozlišení bylo zvoleno 5x5 m, tzn. hodnota gridu je 5.

3.2.VÝPOČET EROZNÍHO SMYVU

Konkrétní vstupní data pro výpočet erozního smyvu metodou gridu, jeho identifikace a plošné lokalizace v povodí byla pořízena v prostředí ArcGIS, ArcMap s využitím příslušných hydrologických nástrojů. Použitá metoda umožňuje identifikaci ohrožených ploch vodní erozí, která je vhodná zejména jako podklad pro návrh opatření v ploše povodí. Její výstupy byly rovněž využity pro odhad kvantifikace erozního smyvu s vědomím, že přesná kvantifikace je možná pouze s detailním šěřením daného pozemku na podkladu podrobných pedologických a morfologických rozborů [11].

Použitá metoda je založena na principu akumulace odtoku, tzn. postupném načítání gridových buněk – pixelů odtékajících do každého pixelu [11].

3.2.1. USLE

Pro výpočet erozního smyvu byla použita Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí. Tato rovnice bývá také nazývána, podle autorů, rovnice Wischmeier-Smitha. Jde o empirický vztah, který vzešel z pokusů na jednotkovém pozemku o délce 22 m a sklonu 9 % [2].

Dlouhodobá průměrná ztráta půdy G se spočítá podle následujícího vzorce [2]:

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad [\text{t/ha/rok}] \quad (3.1.)$$

kde:

G – průměrná dlouhodobá ztráta půdy

R – faktor erozní účinnosti dešťů

K – faktor erodovatelnosti půdy

L – faktor délky svahu

S – faktor sklonu svahu, vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí

C – faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu

P – faktor účinnosti protierozních opatření

Tab. 1 Kategorie erozní ohroženosti dle hodnoty dlouhodobé průměrné ztráty půdy [5]

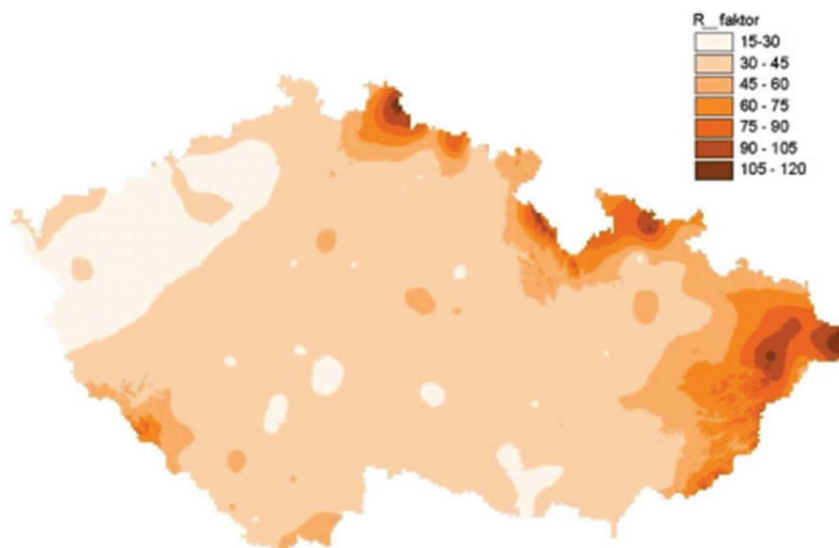
G [t/ha/rok]	Kategorie
< 1,0	Velmi slabě ohrožená
1,0 – 2,0	Slabě ohrožená
2,0 – 4,0	Středně ohrožená
4,0 – 8,0	Silně ohrožená
8,0 – 10,0	Velmi silně ohrožená
> 10,0	Extrémně ohrožená

R faktor

Faktor erozní účinnosti deště závisí na četnosti výskytu srážek, jejich kinetické energii, intenzitě a úhrnu [2].

V České republice je průměrná hodnota R faktoru rovna 40 MJ/ha.cm/h.

V Kostelní Myslové je průměrný R faktor ze 40ti letého pozorování ČHMÚ v letech 1961–2000 stanoven na 48 MJ/ha.cm/h [2].



Obr. 1 Mapa R faktoru [2]

K faktor

Faktor erodovatelnosti půdy určuje, jak je půda náchylná k erozi. Tento faktor zastupuje vlastnosti půdy a charakteristiky, které se podílejí na vzniku erozního procesu (zrnitost půdy, infiltrační schopnost, obsah humusu) a odolnost půdních agregátů proti rozrušujícímu účinku dopadajících kapek deště a transportu povrchově odtékající vodou [2,5].

Faktor K lze stanovit třemi postupy:

1. Podle vztahu odvozeného pro faktor K
2. Podle nomogramu sestrojeného na základě uvedeného vztahu
3. Podle hlavních půdních jednotek nebo podle půdních typů

U prvních dvou postupů stanovení je třeba mít k dispozici základní údaje o dané půdě, případně výsledky rozborů přímo v terénu odebraných směsných půdních vzorků z šetřeného pozemku [5].

K faktor byl v této práci získán pomocí HPJ. Číslo HPJ je 2. a 3. číslo BPEJ.

Dle hodnoty K faktoru lze charakterizovat náchylnost určitých skupin půd [5]:

1. Skupina (HPJ nenáchylné k vodní erozi) $K < 0,20$

Zde se jedná o půdy zrnitostně značně lehké, vodopropustné a výsušné. Půdotvorným substrátem jsou převážně písky. Struktura je spíše špatně vyvinutá, převažuje zrnitá. Obsah humusu je nízký. Z hlediska nejnižších hodnot K – faktoru se zde přímo projevil velký pozitivní vliv zrnitostního složení ornice, a tím i infiltrace vody do půdy a propustnosti půdního profilu na výpočet.

2. Skupina (HPJ slabě náchylné k vodní erozi) K = 0,20 – 0,30

Zde převažují rozmanité půdy vytvořené z různých substrátů a o různých charakteristikách. Buď mají vysoký obsah humusu a dobrý strukturní stav nebo se jedná o propustné a zrnitostně lehké půdy.

3. Skupina (HPJ středně náchylné k vodní erozi) K = 0,30 – 0,40

V této skupině se vyskytují dvě uskupení půd. V první z nich se jedná o půdy, kde převažuje dobrý vláhový režim a dobrá strukturnost ornice. Substrátově je skupina pestrá, od spraše přes flyš až po různé horniny. V druhém uskupení se jedná o půdy převážně zamokřené, kde je vysoký obsah humusu. Zajímavé je, že i z hlediska bonitace sem spadá celý půdní typ černice, který má nejvyšší obsahy humusu z našich půd.

4. Skupina (HPJ silně náchylné k vodní erozi) K = 0,40 – 0,50

V této skupině se již projevuje náchylnost našich nejlepších půd k vodní, ale i větrné erozi. Jsou to zejména černozemě na spraši. Díky vysokému obsahu humusu, dobré strukturnosti a propustnosti půdního profilu nepatří do poslední skupiny. Spadají sem i půdy, kde působí proces illimerizace. Dále do této skupiny patří i některé hydromorfní půdy, ale jejich skutečná ohroženost vodní erozí je díky vysokému a trvalému stupni zamokření nízká. Také z hlediska využití půdy se převážně jedná o trvalé travní porosty (TTP).

5. Skupina (HPJ nejnáchylnější k vodní erozi) K > 0,50

V této skupině jsou uvedeny nejnáchylnější hlavní půdní jednotky k vodní erozi. Přitom se jedná většinou o velmi kvalitní půdy (černozem luvická, hnědozem, apod.). Hlavním důvodem je zrnitostní složení ornice a snižující se obsah humusu. Ostatní charakteristiky vstupující do výpočtů jsou převážně příznivé. Nepříznivě se zde projevuje proces illimerizace, kdy dochází k posunu jílu (eluviální horizont) dolů profilem (iluviální horizont). Ochuzený (eluviální) horizont je pak ve většině případů priorán a promíchán s ornicí, a tím je následně díky nepříznivé zrnitosti (velký obsah prachovitých částic), nižšímu obsahu humusu a horší struktuře snadno erodován. To souvisí i s následným obohaceným (iluviálním) horizontem, který je zrnitostně značně těžší a tím i méně propustný pro vodu.

C faktor

Faktor ochranného vlivu vegetace je přímo úměrný pokryvnosti a hustotě porostu v době výskytu přívalových dešťů. Dokonalou protierozní ochranu představují porosty trav a jetelovin. Nedostatečně půdu chrání běžným způsobem pěstované širokořádkové plodiny (kukuřice, okopaniny, sady a vinice) [2].

C faktor se stanoví pro danou strukturu pěstovaných plodin podle postupu jejich střídání na pozemcích. Pokud není možné zjistit strukturu pěstovaných plodin a jejich střídání, lze stanovit C faktor podle průměrného zastoupení plodin v dané lokalitě s využitím hodnot C faktoru uvedených v metodice o ochraně zemědělské půdy před erozí [2].

V této práci bylo využito alternativního určení C faktoru podle klimatických regionů [13].

Tab. 2 Průměrné roční hodnoty faktoru C pro jednotlivé klimatické regiony [13]

Klim. region	C – TTP	C – orná půda
0	0,005	0,291
1	0,005	0,278
2	0,005	0,266
3	0,005	0,254
4	0,005	0,241
5	0,005	0,229
6	0,005	0,219
7	0,005	0,204
8	0,005	0,192
9	0,005	0,179

LS faktor

Topografický faktor (LS), neboli faktor délky (L) a sklonu svahu (S), vyjadřuje vliv morfologie terénu na vznik a vývoj erozních procesů. Představuje poměr ztrát půdy na jednotku plochy svahu ke ztrátě půdy na jednotkovém pozemku o délce 22,13 m se sklonem 9 % [2,5].

L faktor

S rostoucí délkou svahu se zvyšuje intenzita eroze. Hodnota faktoru L se stanoví ze vztahu [2]:

$$L = (l/22,13)^m \quad (3.2.)$$

kde

22,13

délka standardního pozemku (m)

l

horizontální projekce délky svahu (m)

m

exponent sklonu svahu vyjadřující náchylnost svahu k tvorbě rýžkové eroze

S faktor

Tento faktor vyjadřuje vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí. Hodnota S faktoru se určuje pomocí vztahů (RENARD et al. 1997) [2].

$$S = 10,8 \sin \theta + 0,03 \quad \text{pro sklon} < 9 \% \quad (3.3.)$$

$$S = 16,8 \sin \theta - 0,50 \quad \text{pro sklon} \geq 9 \% \quad (3.4.)$$

V této práci byl LS faktor získán pomocí programu USLE 2D. Program USLE 2D vyžaduje jako vstupní data DMT (digitální model terénu) a grid tzv. „bariér“ rozčleňující území na dílčí plochy. Jedná se o hranice, které působí jako překážky pro plošný povrchový odtok a dochází zde k přerušení odtoku. Dojde tím ke snížení délky dráhy odtoku a hodnoty faktoru délky svahu. Faktor LS je v programu USLE 2D vypočítáván zvlášť pro každou buňku gridu [11].

P faktor

Tento faktor charakterizuje realizovaná opatření. V dané lokalitě nebylo v prvotní analýze uvažováno žádné protierozní opatření. P faktor je tedy roven 1.

3.3. DESQ

Odtokové charakteristiky byly vypočteny metodou čísel odtokových křivek v modifikaci modelu DesQ prof. Hrádka. Model DesQ umožňuje výpočet návrhových průtoků Q_N , vyvolaných přívalovými dešti, kritické doby trvání a příslušné intenzity i výpočet maximálních průtoků Q_{max} , vyvolaných přívalovými dešti zvolené doby trvání a intenzity. Tento odhad je pro prvotní návrh dostačující, pro potřebu podrobného technického řešení musí být hydrologické údaje zpracovány ČHMÚ [9].

4. ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

4.1. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

4.1.1. Obecné informace o zájmovém území

První zmínka o obci je z roku 1253. Název obce je odvozen od osobního jména Mysl. Katastrální území Kostelní Myslová je situováno v jihozápadní části jihlavského okresu 4 km jihozápadně od Telče. V roce 1850 v Kostelní Myslové žilo 292 obyvatel. V současnosti v obci trvale žije 55 obyvatel ve 20 z 60 obytných domů. Zbylé domy jsou využívány k příležitostné rekreaci. Starostou obce je Luboš Nosek. Obcí prochází silnice III. třídy. Veřejnou dopravu ve směrech Jihlava, Stará Říše a Zadní Vydří zde zajišťuje dopravce ICOM transport. Obcí také prochází cyklistické trasy, turistická trasa a Naučná stezka F. M. Nágla [3].

Celková výměra kú. je 512 ha. Rozpětí nadmořských výšek se pohybuje mezi 490 m n. m. (niva říčky Myslůvky v jižním okraji katastru) a 570 m n. m. (vrch Buzový – meteorologická stanice ČHMÚ). Sousedí se sedmi katastrálními územími [3]:

- Na severu s k.ú. Horní Myslová
- Na severovýchodě s k.ú. Telč
- Na východě s k.ú. Myslůvka (OÚ Černíč)
- Na jihu s k.ú. Zadní Vydří
- Na jihozápadě s k.ú. Mysletice
- Na severozápadě s k.ú. Borovná

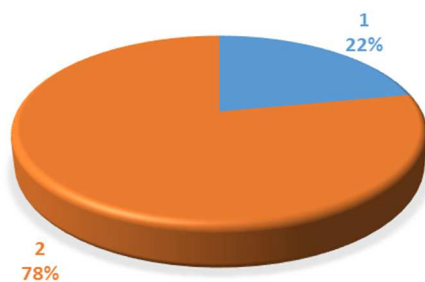
Svahy na levé straně území jsou výrazně strmější.



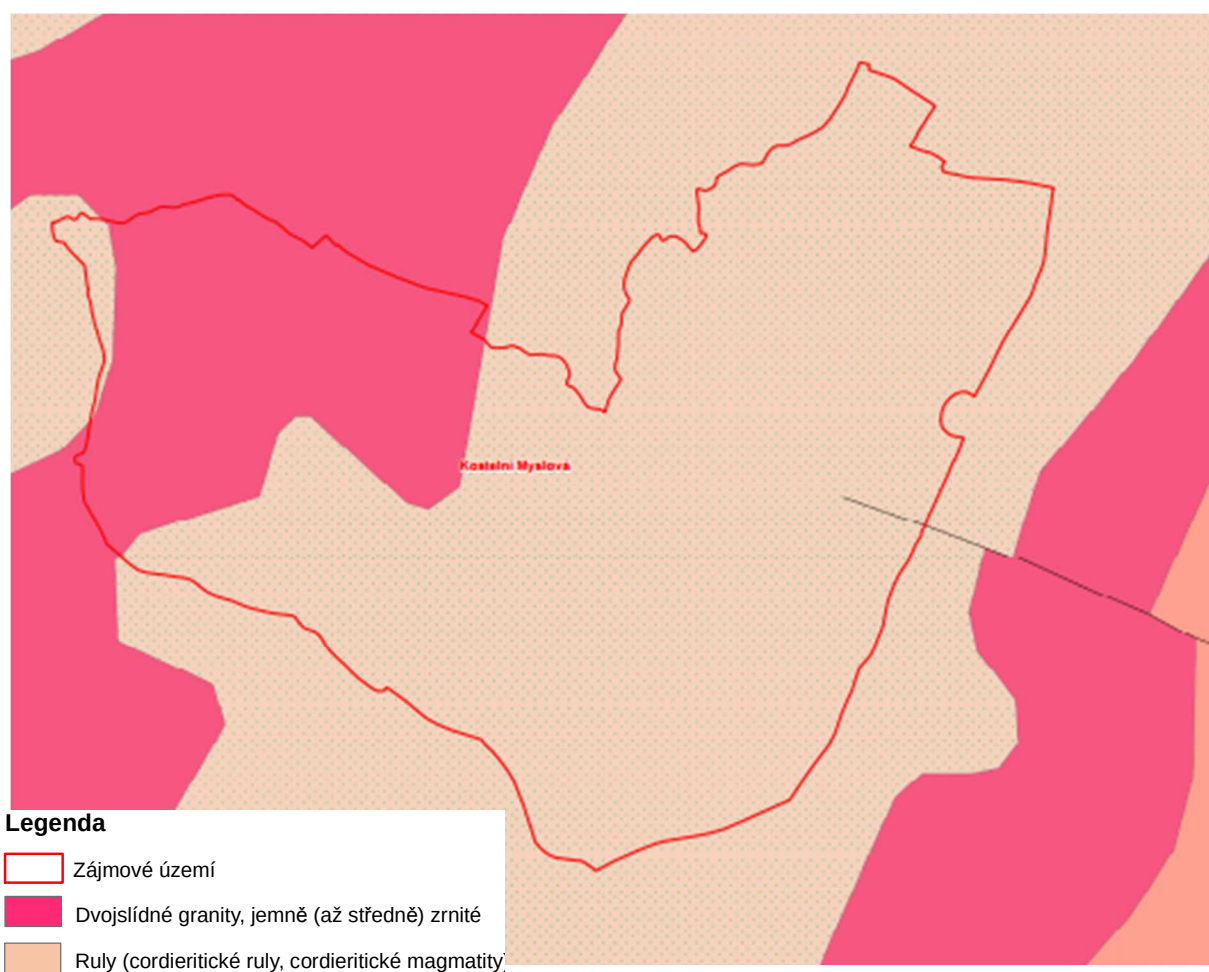
Obr. 2 Přehledná situace ZM50 k.ú. Kostelní Myslová [14]

4.1.2. Geologické a pedologické poměry

Převážnou část katastrálního území Kostelní Myslové tvoří ruly (2). V severozápadní části se vyskytují dvojslídnné granity (1).



Graf 1 Geologické poměry na k. ú. Kostelní Myslová



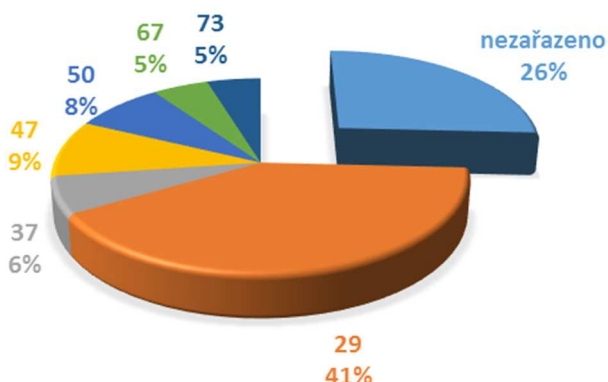
Obr. 3 Geologické poměry [16]

HPJ – hlavní půdní jednotka

Na 40 % katastrálního území převládá kambizem modální. Ostatní půdní jednotky jsou zastoupeny méně než 10 %. V katastrálním území Kostelní Myslová se vyskytují tyto hlavní půdní jednotky:

Tab. 3 Zastoupení HPJ

Plocha [ha]	Plocha [%]	HPJ
132,11	25,81	nezařazeno
208,71	40,77	29
31,82	6,22	37
47,85	9,35	47
41,54	8,12	50
25,47	4,98	67
24,37	4,76	73



Graf 2 Zastoupení hlavních půdních jednotek

Nezařazeno – k danému území není charakteristika hlavní půdní jednotky.

V k.ú. Kostelní Myslová tento stav nastává na čtvrtině území. Většinou se jedná o zalesněné plochy.

Charakteristika HPJ:

29 – Kambizemě modální eubazické až mezobazické včetně slabě oglejených variet, na rulách, svorech, fylitech, popřípadě žulách, středně těžké až středně těžké lehčí, bez skeletu až středně skeletovité, s převažujícími dobrými vláhovými poměry [7].

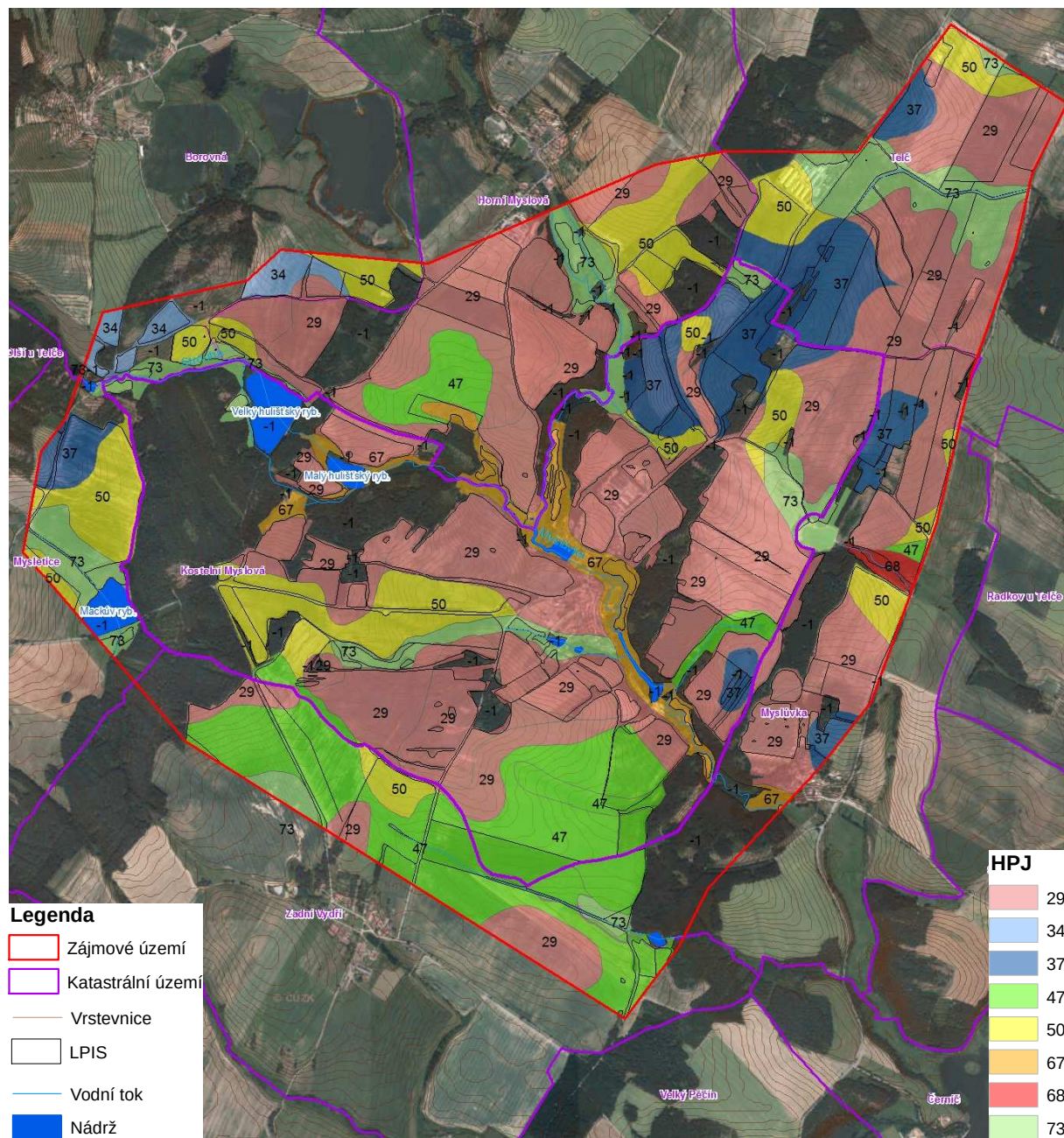
37 – Kambizemě litické, kambizemě modální, kambizemě rankerové a rankery modální na pevných substrátech bez rozlišení, v podorniči od 30 cm silně skeletovité nebo s pevnou horninou, slabě až středně skeletovité, v ornici středně těžké lehčí až lehké, převážně výsušné, závislé na srážkách [7].

47 – Pseudogleje modální, pseudogleje luviské, kambizemě oglejené na svahových (polygenetických) hlínách, středně těžké, ve spodině těžší až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému zamokření [7].

50 – Kambizemě oglejené a pseudogleje modální na žulách, rulách a jiných pevných horninách (které nejsou v HPJ 48,49), středně těžké lehčí až středně těžké, slabě až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému zamokření [7].

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 [7].

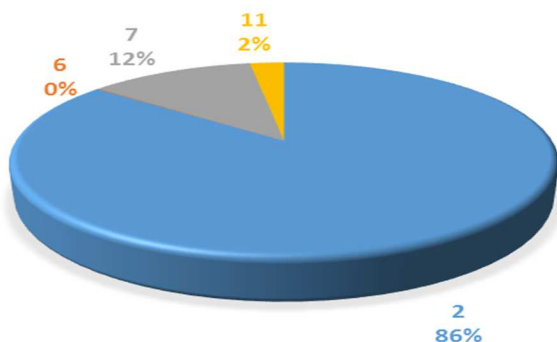
73 – Kambizemě oglejené, pseudogleje glejové i hydroeluviální, gleje hydroeluviální i povrchové, nacházející se ve svahových polohách, zpravidla zamokřené s výskytem svahových pramenišť, středně těžké až velmi těžké, až středně skeletovité [7].



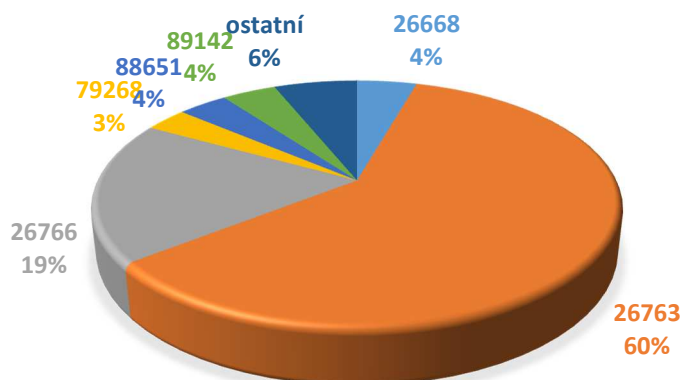
Obr. 4 Mapa HPJ [18]

4.1.3. Plošná lokalizace druhů pozemků

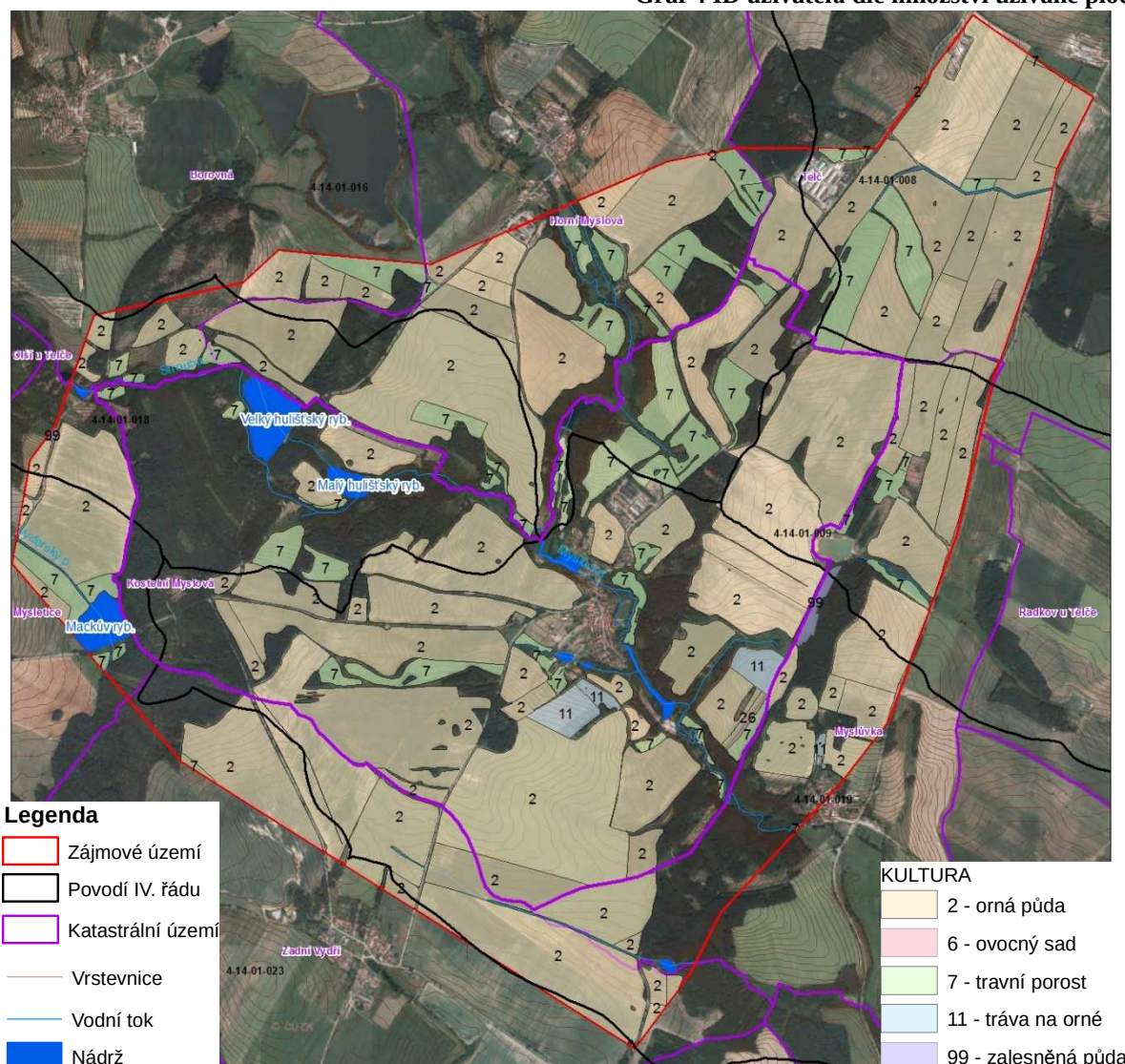
V LPIS je zařazeno 317,06 ha z celkových 512 ha. Z této plochy je 86 % využito jako orná půda a 12 % jako trvalý travní porost. Jedna parcela zastupuje ovocný sad. Tráva na orné je zastoupena z 2 %. Těchto 317,06 ha je v užívání celkem 11 uživatelů. Nadpoloviční většina, 60 %, je v užívání ZD Mysletice (ID 26763). Druhým největším uživatelem je s 19 % ZD Telč (ID 26766). Z celkového počtu 56 pozemků, které jsou na tomto území, je 30 pozemků větších než 2 ha a z toho je 22 pozemků využíváno jako orná půda [17].



Graf 3 Zastoupení jednotlivých kultur na k.ú.



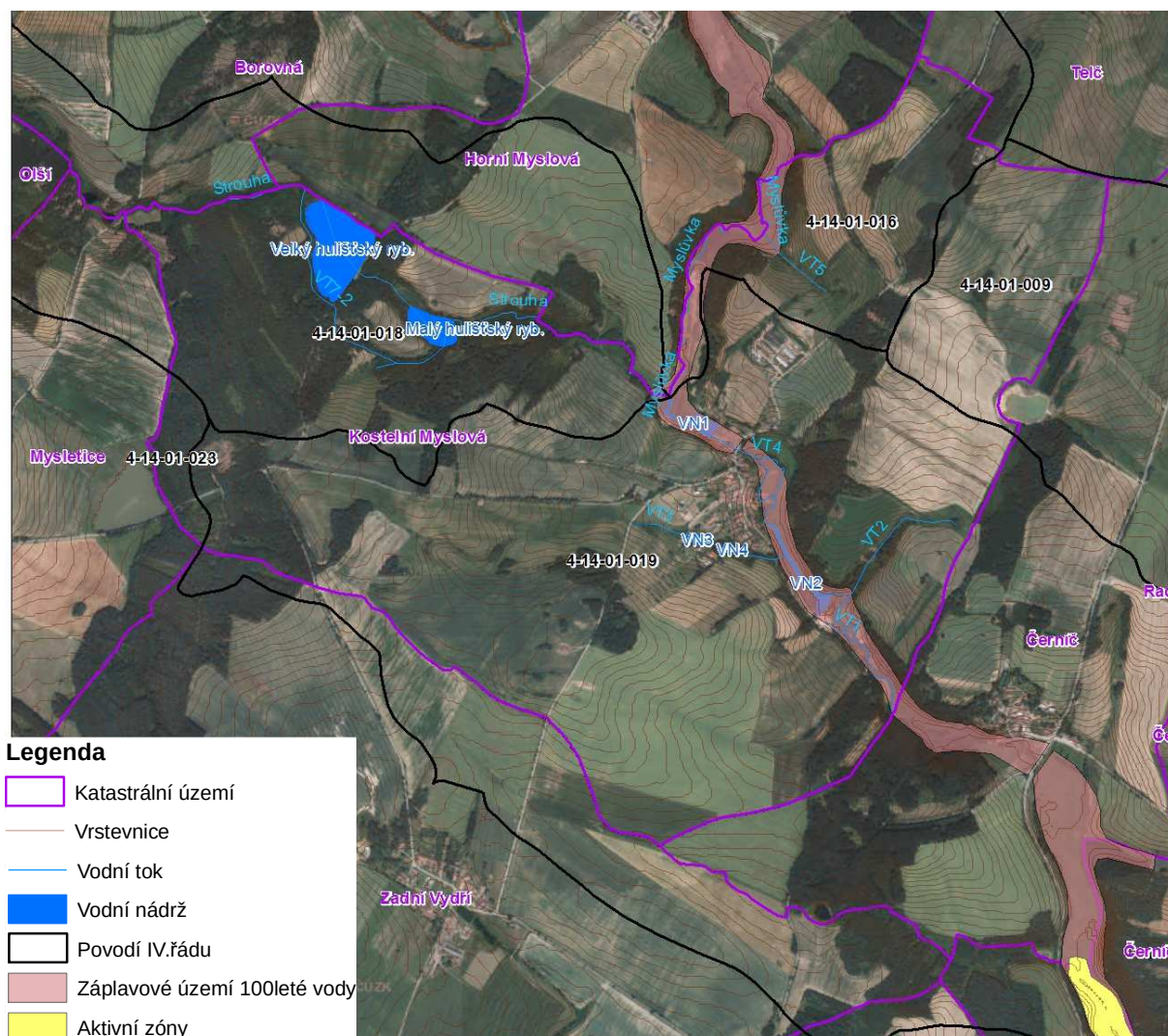
Graf 4 ID uživatelů dle množství užívané plochy



Obr. 5 Plošná lokalizace druhů pozemků [17]

4.1.4. Hydrologické poměry

Katastrem obce protéká říčka Myslůvka (správce Povodí Dyje), pravostranný přítok Moravské Dyje. Do Myslůvky se severozápadně od obce vlévá potok Strouha (správce ZVHS Jihlava), na němž leží Velký a Malý hulištský rybník. Katastrem protékají i další bezejmené vodoteče. Toto dílčí povodí patří k povodí řeky Dyje.



Obr. 6 Hydrografické sítě a záplavové území

V zadaném katastrálním území Kostelní Myslové se nenachází záplavová území 5-ti ani 20-ti leté vody. Podél řeky Myslůvky je záplavové území pro 100 letou vodu.

Přehled povodí, vodních toků a nádrží nacházejících se v k.ú. Kostelní Myslová

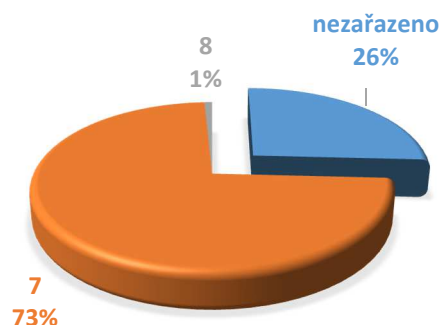
Tab. 4 Přehled hydrografické sítě

ČHP			Vodní tok			Vodní nádrž		
HLGP-CHAR	Název	Plocha [ha]	ID	Název	Délka [m]	ID	Název	Plocha [ha]
4-14-01-019	Myslůvka	296,14	410590000100	Myslůvka	1780,33	414010190002	VN2	0,6765
			410680000200	VT4	244,17	414010190004	VN3	0,2004
			410680000400	VT3	570,69	414010190006	VN4	0,0734
			410680000600	VT2	545,84	414010190003	VN1	0,6491
			410680000800	VT1	128,27			
4-14-01-016	Myslůvka	55,70	410590000100	Myslůvka	928,85	414010190003	VN1	0,07497
			410650007400	VT5	303,10			
4-14-01-018	Strouha	107,96	410670000100	Strouha	1584,72	414010180003	Malý hulišťský ryb.	1,5154
			410670001800	VT6	102,01	414010180004	Velký hulišťský ryb.	5,2363
			410670001400	VT7	234,56			
			410670001500	VT7-1	69,97			
			410670001400	VT7-2	806,57			
4-14-01-009	Moravská Dyje	44,90						
4-14-01-023	Vyderský potok	7,19						

4.1.5. Klimatické poměry

Severně od Kostelní Myslové je na vyvýšenině Buzový (569,8 m n. m.) meteostanice, která je provozována ČHMÚ, poskytovatelem historických dat je NCDC. Data jsou dostupná od 1.2.1952 [10].

Na k. ú. Kostelní Myslové je převažující klimatický region 7. Klimatický region 8 je pouze v severozápadní části.



Graf 5 Klimatické regiony

Tab. 5 Klimatický region [12]

Kód regionu	Charakteristika regionu	Průměrná roční teplota [°C]	Průměrný roční úhrn srážek [mm]	Pravděpodobnost suchých veget. období [%]	Vláhová jistota ve vegetačním období [%]
7	mírně teplý, vlhký	6 – 7	650 – 750	5 – 15	> 10
8	mírně chladný, vlhký	5 – 6	700 – 800	0 – 5	> 10

Přehled naměřených hodnot meteostanice

Tab. 6 Celkové rekordy [10]

Rekord	Datum	Hodnota
Nejvyšší naměřená teplota	27.7.1983	37.1 °C
Nejnižší naměřená teplota	8.1.1985	-24 °C
Nejvyšší průměrná denní teplota	20.8.2012	30.2 °C
Nejnižší průměrná denní teplota	13.1.1987	-20.1 °C
Nejsilnější náraz větru	28.1.1994	133.1 km/h
Nejvyšší srážky	29.6.2006	117.6 mm
Nejvyšší sněhová pokrývka	13.1.1973	75 cm
Nejvyšší tlak vzduchu	20.1.1991	1039 hPa
Nejnižší tlak vzduchu	29.10.1990	991 hPa

Tab. 7 Roční statistika [10]

Údaj	Průměr	Maximum
Počet dní se sněhovou pokrývkou	71	134 (1996)
Počet ledových dní ($T_{\max} < 0$)	40	75 (1996)
Počet arktických dní ($T_{\max} < -10$)	2	5 (1987)
Počet tropických dní ($T_{\max} > 30$)	7	29 (2015)

Tab. 8 Měsíční statistiky – srážky [10]

Měsíc	Průměrná hodnota	Maximum	Minimum
Leden	37 mm	111 mm (1976)	5 mm (1991)
Únor	26 mm	77 mm (1999)	3 mm (1952)
Březen	34 mm	96 mm (2009)	- mm (1953)
Duben	30 mm	58 mm (1995)	1 mm (1952)
Květen	58 mm	164 mm (1985)	3 mm (1953)
Červen	64 mm	169 mm (2006)	- mm (1952)
Červenec	73 mm	166 mm (1986)	1 mm (1953)
Srpen	63 mm	227 mm (2002)	1 mm (1952)
Září	46 mm	126 mm (2007)	2 mm (2006)
Říjen	33 mm	86 mm (1981)	- mm (1953)
Listopad	37 mm	97 mm (2007)	1 mm (2011)
Prosinec	38 mm	120 mm (1974)	9 mm (2004)

Tab. 9 Měsíční statistiky – teploty [10]

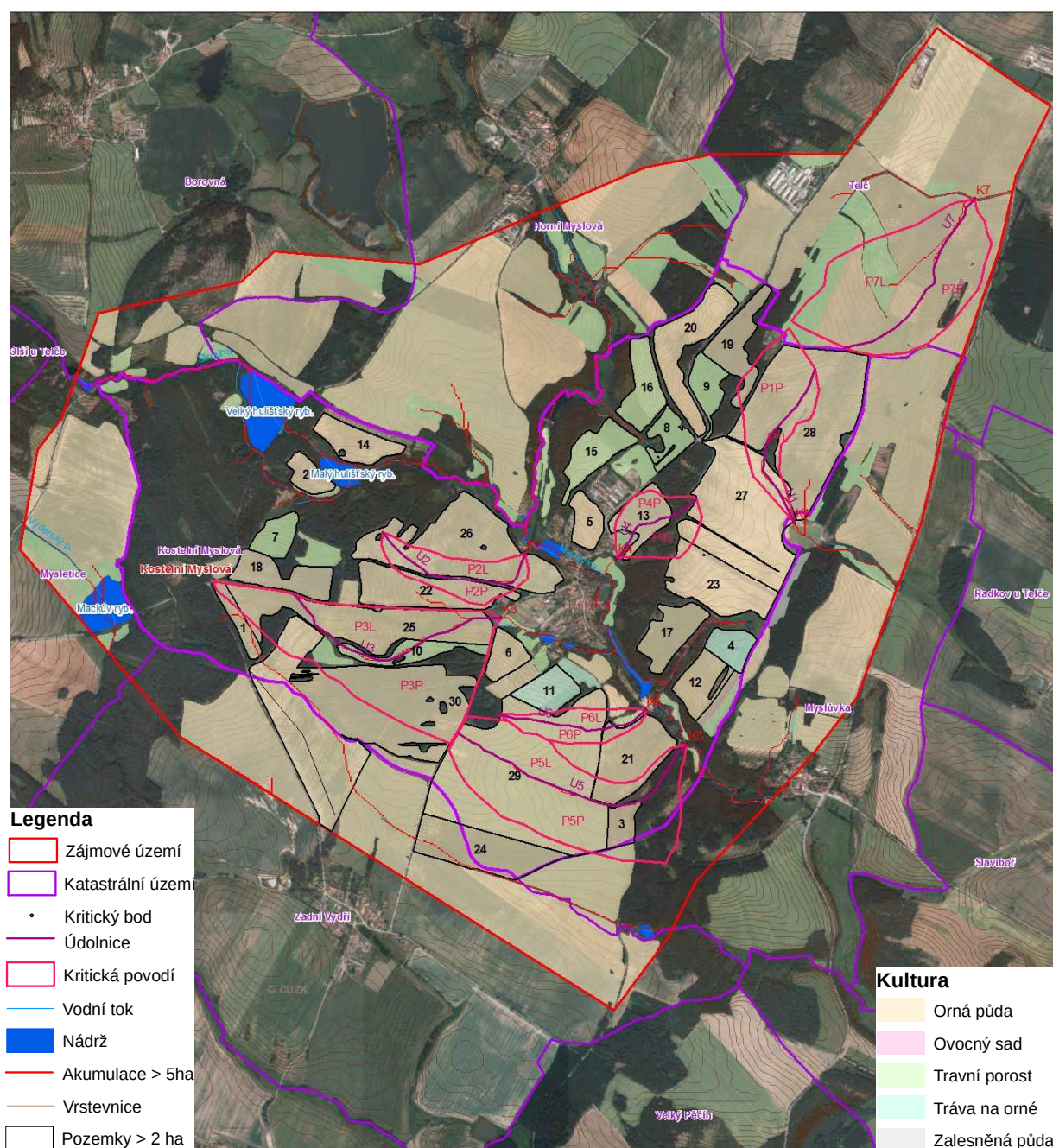
Měsíc	Průměrná hodnota	Maximum	Minimum
Leden	-2.4 °C	2.6 °C (2007)	-8.4 °C (1985)
Únor	-1.5 °C	2.7 °C (2002)	-8 °C (1986)
Březen	2.7 °C	6.6 °C (2007)	-2.8 °C (1987)
Duben	7.2 °C	11.8 °C (2009)	4.1 °C (1980)
Květen	12.3 °C	14.8 °C (2003)	8 °C (1991)
Červen	15.3 °C	19.3 °C (2003)	12.2 °C (1952)
Červenec	17.3 °C	21 °C (2015)	14.1 °C (1979)
Srpen	17.1 °C	21.6 °C (2015)	14.3 °C (1987)
Září	12.7 °C	15.6 °C (1982)	9.4 °C (1996)
Říjen	7.7 °C	10.7 °C (2001)	3.6 °C (1974)
Listopad	2.2 °C	5.3 °C (2014)	-1.1 °C (1988)
Prosinec	-1.4 °C	2.2 °C (1974)	-5.2 °C (2010)

4.2. EROZNÍ A ODTOKOVÉ POMĚRY NA K.Ú. KOSTELNÍ MYSLOVÁ

Na k.ú. Kostelní Myslové byly posouzeny erozní poměry pro všechny pozemky, které jsou větší než 2 ha. Jedná se o 30 pozemků, z nich je 22 pozemků využíváno jako orná půda. Na šesti pozemcích je travní porost a na dvou tráva na orné.

Pro posouzení odtokových a s tím spojených erozních poměrů bylo dále zvoleno 6 modelových povodí. Objem povodňové vlny a kulminační průtok byl zjištěn pomocí programu DesQ.

Sedmé povodí bylo zvoleno kvůli posouzení erozních a odtokových poměrů v k.ú. Telč, kde jsou již realizované průlehy. Posouzení těchto průlehy je věnována šestá kapitola této práce.



Obr. 7 Lokalizace modelových povodí a pozemků

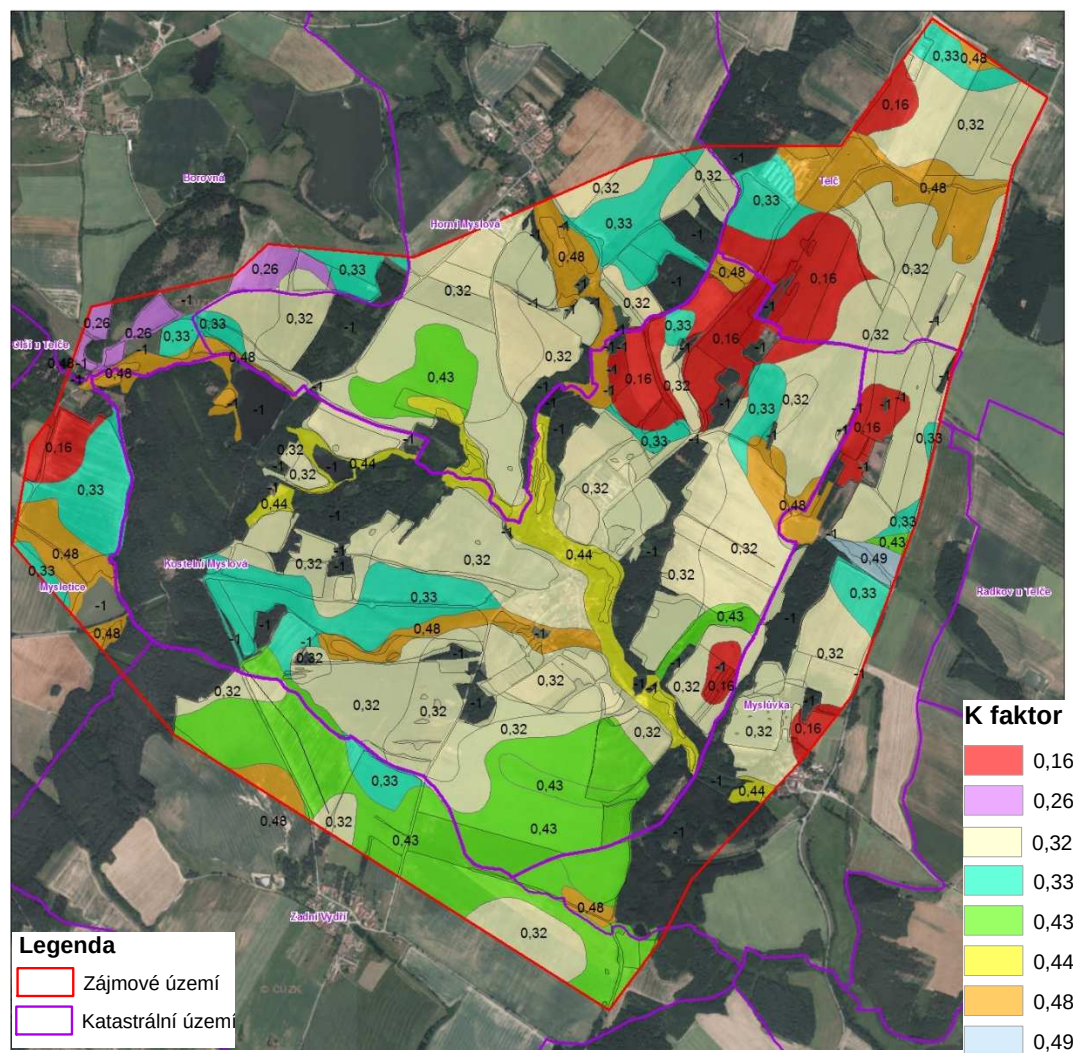
4.2.1. Erozní poměry

Jednotlivé hodnoty členů USLE

R faktor

Jak již bylo uvedeno ve třetí kapitole, pro výpočet erozního smyvu byla použita hodnota R faktoru 40 a 48 MJ/ha.cm/h. Vzhledem ke skutečnosti, že v současné době jsou srážky méně časté a mají větší intenzitu, bylo ve výpočtu uvažováno s i hodnotu faktoru R = 60 MJ/ha.cm/h.

K faktor

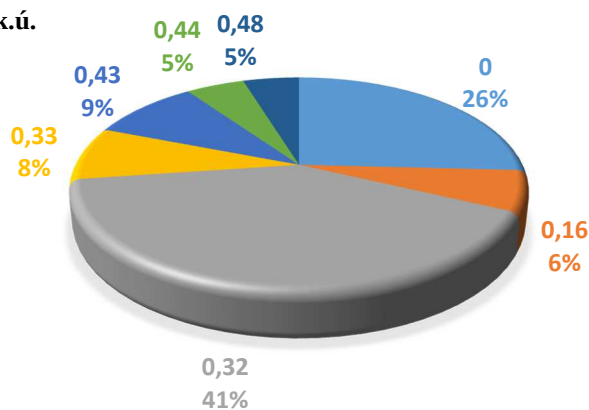


Obr. 8 Mapa K faktoru

Téměř 49 % plochy odpovídá K faktor v rozmezí 0,3 – 0,4. Z toho lze usoudit, že téměř polovina plochy území je středně náchylná k vodní erozi. Silně náchylných k vodní erozi je 19% plochy pozemků.

Tab. 10 Určení K faktoru dle HPJ a jeho zastoupení na k.ú.

HPJ	K	plocha [ha]	plocha [%]
-	0	132,11	25,81
29	0,32	208,71	40,77
37	0,16	31,82	6,22
47	0,43	47,85	9,35
50	0,33	41,54	8,12
67	0,44	25,47	4,98
73	0,48	24,37	4,76



Graf 6 Zastoupení K faktoru

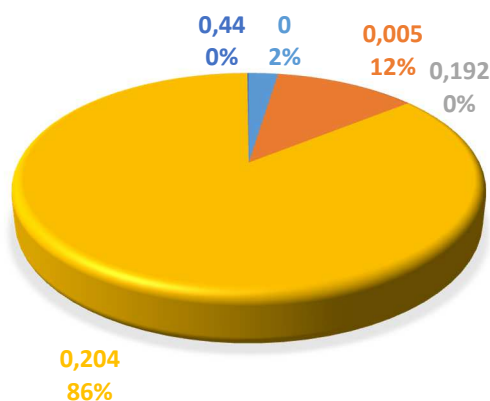
Ve výpočtech bylo uvažováno i se zvýšenou hodnotou K faktoru. Z důvodu selektivního vymílání dochází k úbytku organické hmoty a půda se stává náchylnější k erozi. Na základě konzultace s prof. Ing. Miroslavem Dumbrovským, CSc. byla pro účely výpočtu navýšena hodnota K faktoru o 30 %.

C faktor

V této práci byl uvažován C faktor dle klimatického regionu. Pro ornou půdu (kód 2) a travní porost (kód 7) byla použita hodnota C faktoru dle Tab. 2. Pro ovocný sad (kód 6) byla uvažována hodnota C faktoru 0,44 [13]. Pro lesy a zalesněnou půdu byla uvažována nulová hodnota C faktoru.

Tab. 11 Zastoupení C faktoru

C	Plocha [ha]	Plocha [%]
0	7,69	2,43
0,005	37,39	11,79
0,192	0,0031	0,00
0,204	271,64	85,67
0,44	0,34	0,11



Graf 7 Zastoupení C faktoru

LS faktor

LS faktor byl vygenerován pomocí programu USLE 2D.

P faktor

V dané lokalitě nebyla v prvotní analýze uvažována žádná protierozní opatření. P faktor je tedy roven 1.

Dlouhodobá průměrná ztráta půdy - G

Výpočet dlouhodobé průměrné ztráty půdy G byl spočítán podle rovnice 3.1. Na vybraných 30 pozemcích byla spočítána ztráta půdy vodní erozí. Na osmi pozemcích, které nejsou využívány jako orná půda je ztráta půdy menší než 0,35 t/ha/rok. Na 5 pozemcích s malým sklonem využívaných jako orná půda je ztráta půdy vodní erozí také menší než přípustná ztráta 4 t/ha/rok. Na zbylých 17 pozemcích je erozní smyv větší než je přípustná hodnota 4 t/ha/rok.

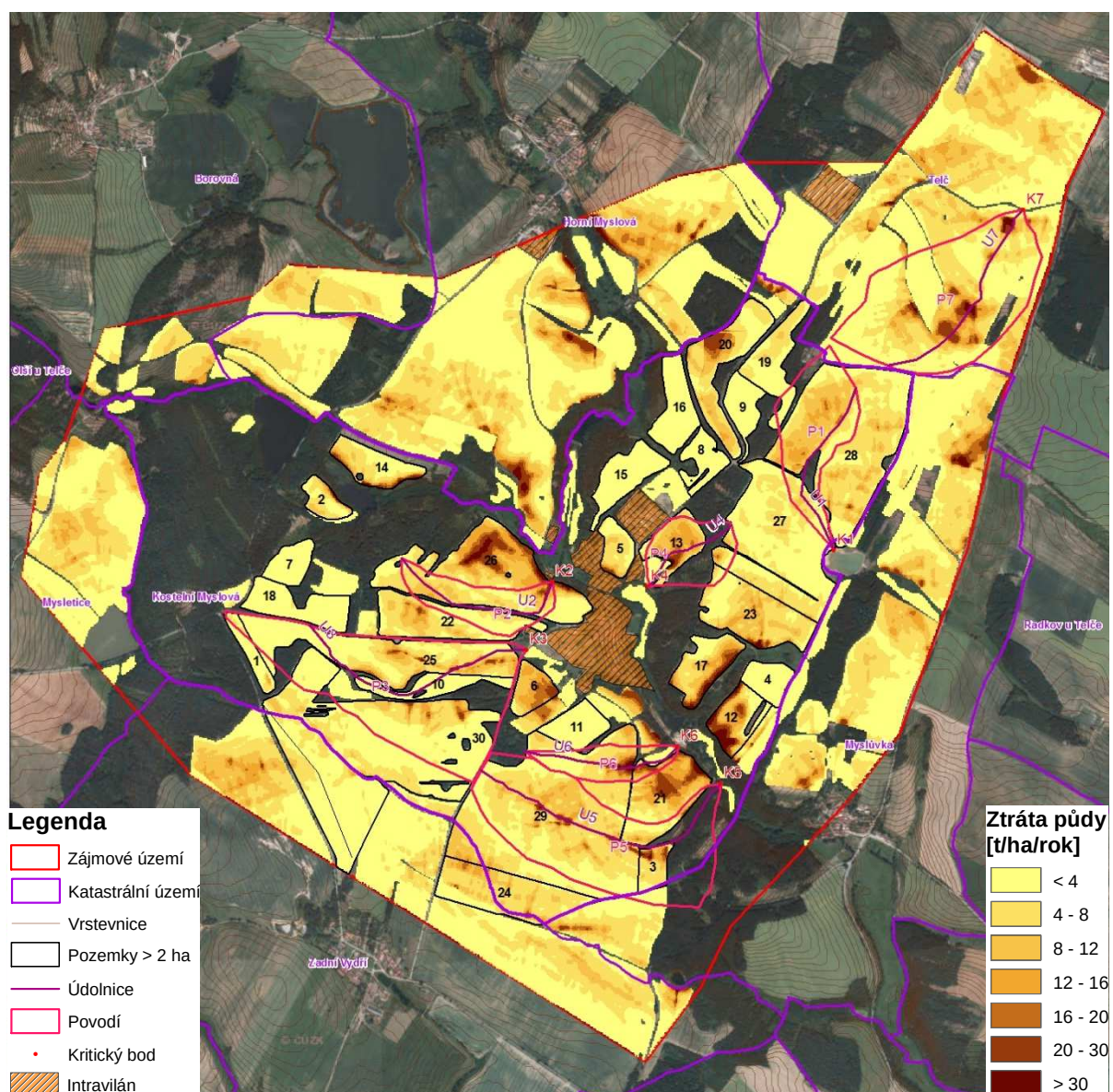
Tab. 12 Erozní poměry na vybraných pozemcích

Označení ploch	Plocha [ha]	Kultura	G [t/ha/rok]	Ohroženost dle Tab. 1
1	2,212	2	2,26	Středně
2	2,285	2	6,33	Silně
3	2,345	2	8,97	Velmi silně
4	2,852	11	0,00	Velmi slabě
5	2,867	2	6,10	Silně
6	2,919	2	12,24	Extrémně
7	2,934	7	0,32	Velmi slabě
8	3,112	7	0,19	Velmi slabě
9	3,316	7	0,11	Velmi slabě
10	3,651	7	0,12	Velmi slabě
11	3,775	11	0,00	Velmi slabě
12	4,362	2	17,29	Extrémně
13	4,591	2	11,34	Extrémně
14	4,686	2	7,75	Silně
15	5,034	7	0,30	Velmi slabě
16	5,184	7	0,24	Velmi slabě
17	5,254	2	11,75	Extrémně
18	5,66	2	1,62	Slabě
19	5,913	2	2,41	Středně
20	8,936	2	7,97	Silně
21	9,478	2	12,11	Extrémně
22	9,499	2	5,44	Silně
23	10,021	2	7,19	Silně
24	10,327	2	6,84	Silně
25	16,415	2	5,19	Silně
26	20,556	2	9,84	Velmi silně
27	22,429	2	3,61	Středně
28	26,837	2	6,49	Silně
29	42,453	2	6,25	Silně
30	43,752	2	3,32	Středně

Výsledkem této analýzy je lokalizace ploch (pozemků), které jsou rozhodující pro tvorbu povrchového odtoku a jeho negativního důsledku – erozního smyvu. Tyto plochy jsou plošně specifikovány na hranice registru produkčních bloků (LPIS) a tím je zajištěna přímá identifikace stávajícího uživatele produkčního bloku, případně vlastníka pozemku. Na tyto plochy bylo navrženo plošné opatření pro eliminaci nepříznivých důsledků povrchového odtoku.

Erozní smyv byl spočítán pro 6 různých variant (3 rozdílné hodnoty faktoru R, 2 rozdílné hodnoty faktoru K). Veškeré mapové výstupy jsou k dispozici na DVD, které je k této práci přiloženo.

V analýzách a návrzích opatření bylo uvažováno s hodnotou faktoru $R = 48 \text{ MJ/ha.cm/h}$ a s nezvětšenou hodnotou faktoru K, tzn. dle HPJ.



Obr. 9 Erozní smyv, $R = 48 \text{ MJ/ha.cm/h}$, K dle HPJ (varianta pro návrh)



		K dle HPJ			K + 30%		
povodí	plocha	max	průměr	suma	max	průměr	suma
	[km²]	[t/ha/rok]			[t/ha/rok]		
P1	0,162	19,29	5,44	30 344	24,91	7,09	39 603
P2	0,104	78,90	4,95	18 807	103,56	6,49	24 662
P3	0,441	38,18	3,27	48 542	49,31	4,27	63 364
P4	0,096	35,47	7,70	19 111	46,55	10,11	25 090
P5	0,394	39,74	5,25	63 362	51,75	6,85	82 621
P6	0,071	86,86	7,19	19 021	113,12	9,40	24 869

Tab. 14 Erozní smyv na dílčích povodích, R = 48 MJ/ha.cm/h

povodí	plocha [km ²]	K dle HPJ			K + 30%		
		max	průměr	suma	max	průměr	suma
		[t/ha/rok]			[t/ha/rok]		
P1	0,162	23,14	6,52	36 413	29,90	8,51	47 524
P2	0,104	94,68	5,94	22 569	124,27	7,79	29 594
P3	0,441	45,81	3,92	58 250	59,18	5,12	76 037
P4	0,096	42,56	9,24	22 933	55,86	12,13	30 109
P5	0,394	47,69	6,30	76 035	62,10	8,22	99 145
P6	0,071	104,23	8,63	22 825	135,74	11,28	29 843

Tab. 15 Erozní smyv na dílčích povodích, R = 60 MJ/ha.cm/h

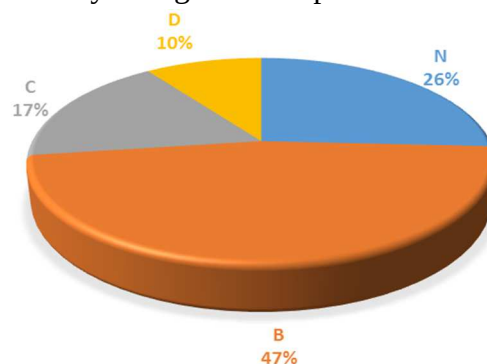
povodí	plocha [km ²]	K dle HPJ			K + 30%		
		max	průměr	suma	max	průměr	suma
		[t/ha/rok]			[t/ha/rok]		
P1	0,162	28,93	8,15	45 517	37,37	10,64	59 405
P2	0,104	118,36	7,42	28 211	155,34	9,73	36 993
P3	0,441	57,27	4,90	72 812	73,97	6,40	95 047
P4	0,096	53,20	11,55	28 666	69,83	15,16	37 636
P5	0,394	59,61	7,88	95 043	77,63	10,27	123 931
P6	0,071	130,29	10,78	28 531	169,68	14,10	37 304

4.2.2. Odtokové poměry

Výpočet kulminačního průtoku a objemu povodňové vlny byl proveden pomocí programu DesQ. Pro získání čísla odtokové křivky (CN) je potřeba znát hydrologickou skupinu.

HSP – hydrologické skupiny půd

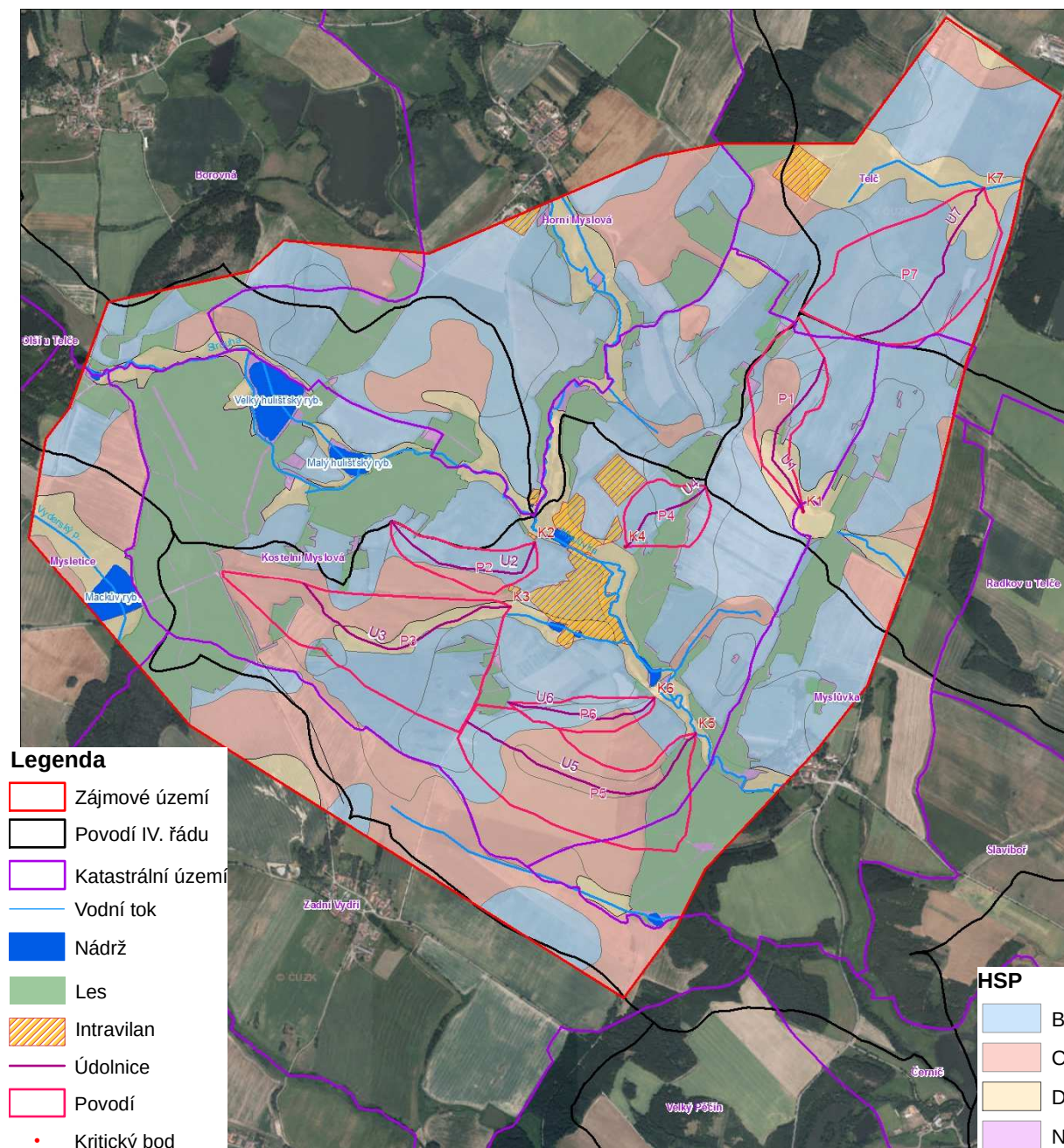
Na katastrálním území Kostelní Myslová jsou hydrologické skupiny půd B-D. V některých částech je zařazení označeno N, to znamená, že tyto půdy nejsou zařazené v HSP. V tomto případě se jedná o plochy lesů.



Graf 8 Zastoupení hydrologických skupin půd

Tab. 16 Hydrologické skupiny půd [2]

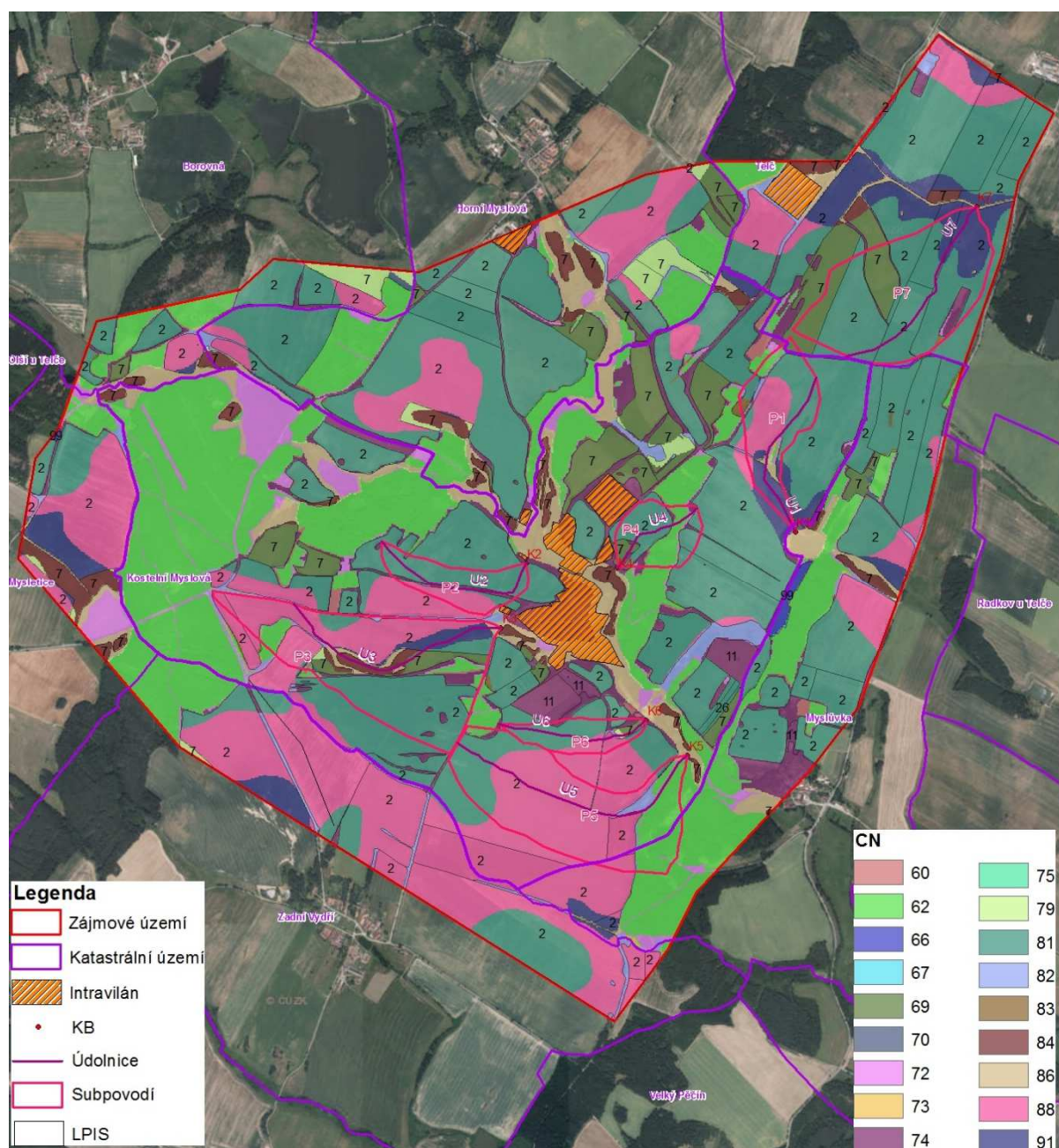
Skupina	Charakteristika hydrologických vlastností
B	Půdy se střední rychlostí infiltrace ($0,06 - 0,12 \text{ mm.min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité
C	Půdy s nízkou rychlostí infiltrace ($0,02 - 0,06 \text{ mm.min}^{-1}$) při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité
D	Půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace ($< 0,02 \text{ mm.min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně jíly s vysokou bobtnatostí, půdy s trvale vysokou hladinou podzemní vody, půdy s vrstvou jílu na povrchu nebo těsně pod ním a mělké půdy nad téměř nepropustným podložím.



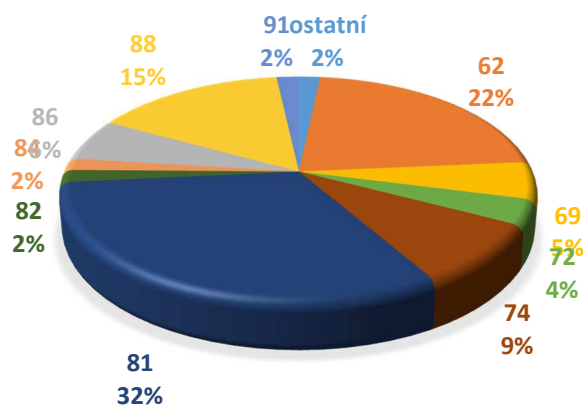
Obr. 11 Mapa HSP

Pomocí převodní tabulky uvedené v metodice prof. Janečka [2] byla dle hydrologické skupiny půd a registru daného půdního bloku (LPIS) zjištěna čísla odtokových křivek (CN).

CN – čísla odtokových křivek



Obr. 12 Mapa CN



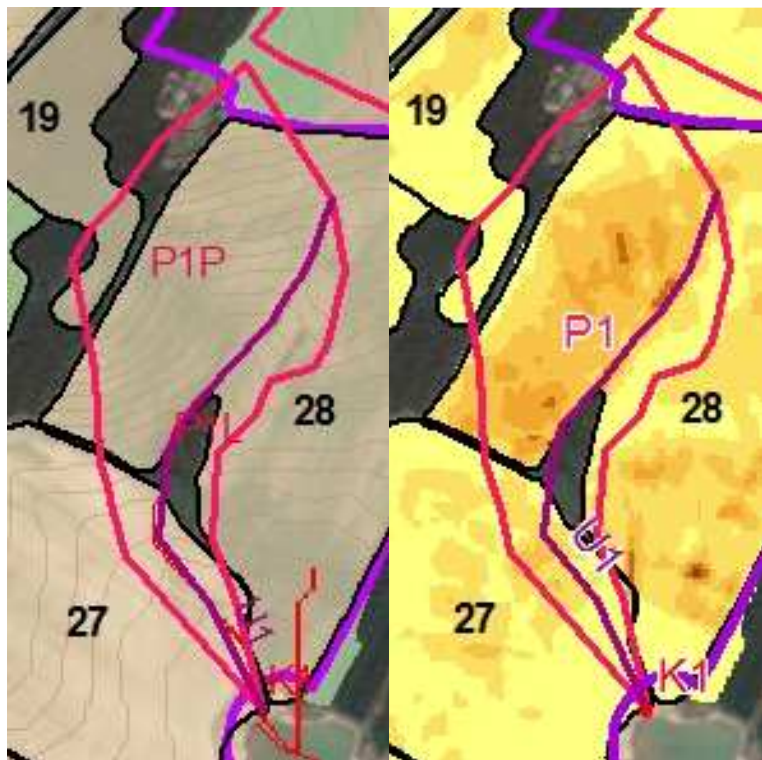
Graf 9 Zastoupení CN

4.3. ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH POVODÍ

Tab. 17 Návrhová srážka, doba opakování 5,10,20,50,100 let

Návrhová srážka		Úhrn [mm]
H_{1d5}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=5	48,6
H_{1d10}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=10	56,6
H_{1d20}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=20	64,9
H_{1d50}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=50	75,2
H_{1d100}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=100	83,2

4.3.1. Povodí P1



Obr. 13 Povodí P1: Zastoupení pozemků; erozní smyv ($R=48 \text{ MJ/ha.cm/h}$)

Povodí P1 je nachází v severovýchodní části k.ú. Kostelní Myslové. V tomto povodí se převážná část plochy využívá jako orná půda. Na tomto území neteče žádný tok. Kritický bod je zvolen k vodní nádrži v sousedním k.ú. Myslůvka.

Erozní poměry

Tab. 18 Erozní smyv na povodí P1, různé varianty

R	K dle HPJ			K navýšený o 30 %		
	max	průměr	suma	max	průměr	suma
[MJ/ha.cm/h]	[t/ha/rok]			[t/ha/rok]		
40	19,29	5,44	30 344	24,91	7,09	39 603
48	23,14	6,52	36 413	29,90	8,51	47 524
60	28,93	8,15	45 517	37,37	10,64	59 405

Dle Tab. 1 spadá toto povodí dle různých variant výpočtu do silné až extrémní kategorie ohroženosti. Je na místě navržení protierozní ochrany.

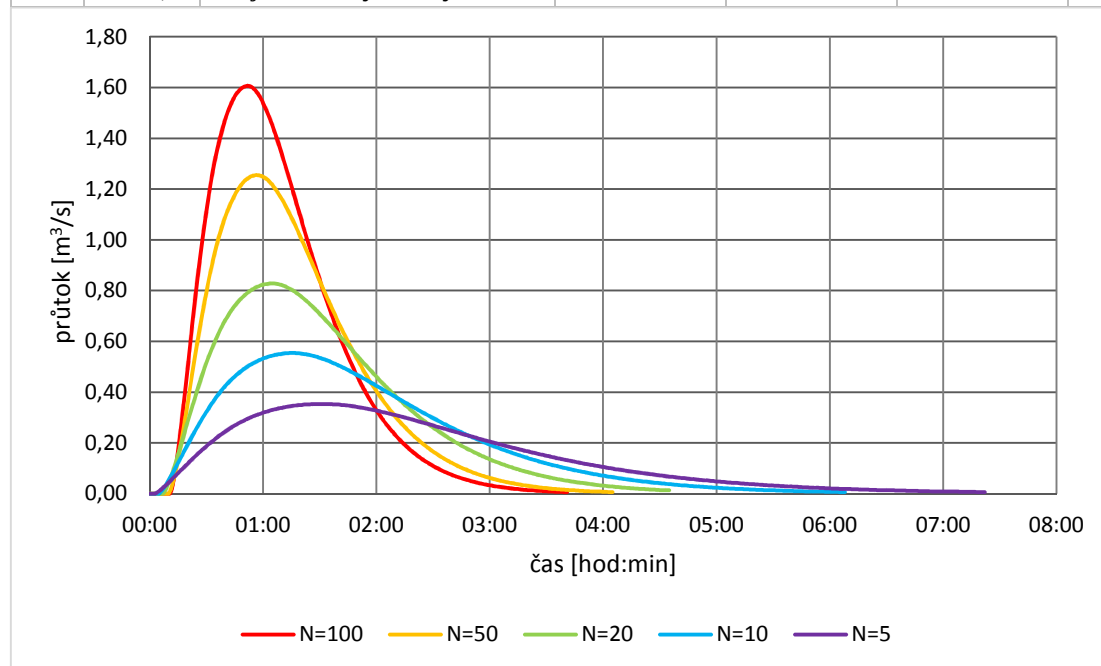
Odtokové poměry

Tab. 19 P1 – Vstupní veličiny

VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	0,16			[km ²]
F_s	plocha svahu		0,04	0,12	[km ²]
I_s	průměrný sklon svahu		5	7,5	[%]
γ	drsnostní charakteristika		8,21	8,85	[sec]
L_u	délka údolnice	0,8			[km]
I_u	průměrný sklon údolnice	3,61			[%]
CN_{typ}	typ odtokové křivky (1,2,3)		2	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky		83,2	83,5	[...]

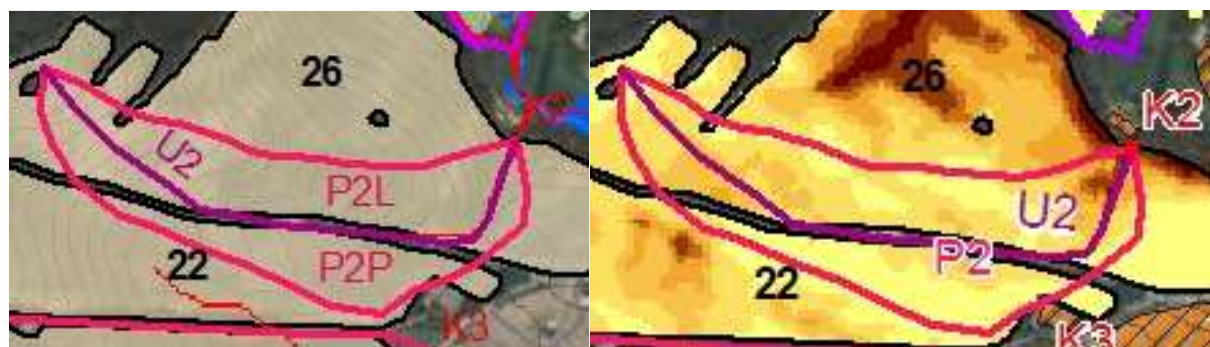
Tab. 20 P1 – Výstupní veličiny

N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
N	doba opakování					[roky]
5	Q_{max}	maximální průtok	0,357	0,083	0,271	[m ³ .s ⁻¹]
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1,89	0,441	1,45	[10 ³ .m ³]
	W_{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d5}	3,79	0,888	2,91	[10 ³ .m ³]
10	Q_{max}	maximální průtok	0,558	0,129	0,425	[m ³ .s ⁻¹]
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	2,36	0,551	1,81	[10 ³ .m ³]
	W_{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d10}	4,63	1,08	3,55	[10 ³ .m ³]
20	Q_{max}	maximální průtok	0,833	0,193	0,635	[m ³ .s ⁻¹]
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	2,88	0,672	2,21	[10 ³ .m ³]
	W_{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d20}	5,39	1,26	4,13	[10 ³ .m ³]
50	Q_{max}	maximální průtok	1,26	0,292	0,963	[m ³ .s ⁻¹]
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	3,54	0,825	2,71	[10 ³ .m ³]
	W_{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d50}	6,25	1,46	4,79	[10 ³ .m ³]
100	Q_{max}	maximální průtok	1,63	0,381	1,23	[m ³ .s ⁻¹]
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	4,02	0,937	3,09	[10 ³ .m ³]
	W_{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d100}	6,96	1,63	5,34	[10 ³ .m ³]



Graf 10 Hydrogram povodňové vlny – povodí P1, N=5, 10, 20, 50 a 100

4.3.2. Povodí P2



Obr. 14 Povodí P2: Zastoupení pozemků; erozní smyv ($R=48 \text{ MJ/ha.cm/h}$)

Povodí P2 se nachází severozápadně od obce. Převážná plocha povodí je využívána jako orná půda. Povodím neprotéká žádný tok. Kritický bod je zvolen u obydlené odlehle části, která je poblíž bezejmenné vodní nádrže a vodního toku Myslůvka. Kritický bod je na hranici s biocentrem, které je navrženo v územním plánu.

Erozní poměry

Tab. 21 Erozní smyv na povodí P2, různé varianty

R	K dle HPJ			K navýšený o 30 %		
	max	průměr	suma	max	průměr	suma
[MJ/ha.cm/h]	[t/ha/rok]			[t/ha/rok]		
40	78,90	4,95	18 807	103,56	6,49	24 662
48	94,68	5,94	22 569	124,27	7,79	29 594
60	118,36	7,42	28 211	155,34	9,73	36 993

Dle Tab. 1 spadá toto povodí dle různých variant výpočtu do silné až velmi silné kategorie ohroženosti. Je na místě navržení protierozní ochrany.

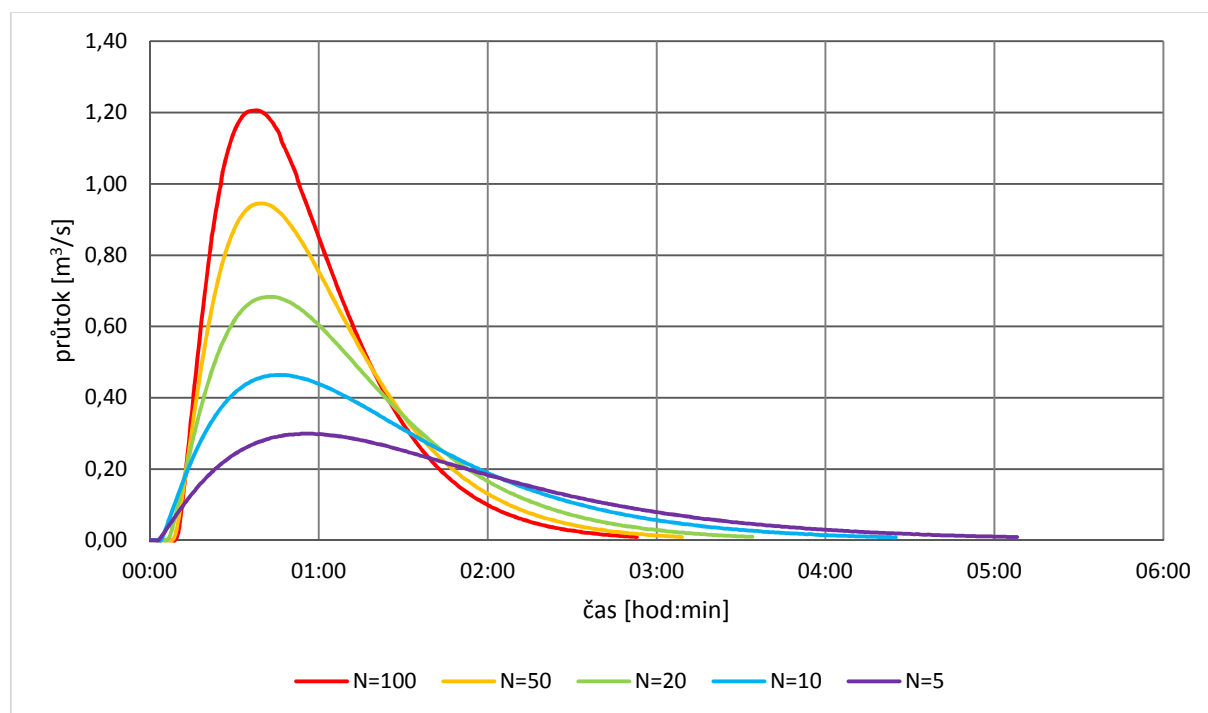
Odtokové poměry

Tab. 22 P2 – Vstupní veličiny

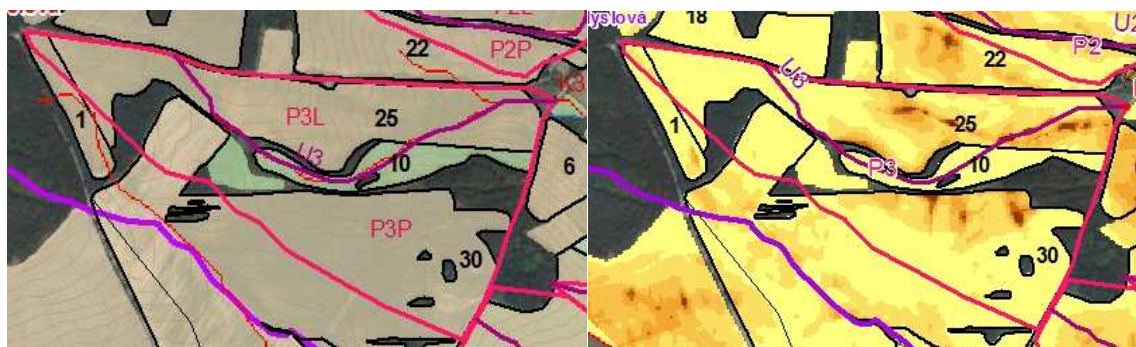
VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	0,1			[km ²]
F _s	plocha svahu		0,05	0,05	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		7,2	6	[%]
γ	drsnostní charakteristika		8,77	8,77	[sec]
L _u	délka údolnice	0,81			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	5,64			[%]
CN _{typ}	typ odtokové křivky (1,2,3)		2	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky		80,6	83,5	[...]

Tab. 23 P2 – Výstupní veličiny

N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
N	doba opakování					[roky]
5	$Q_{\max}$	maximální průtok	0,299	0,139	0,16	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	968	460	508	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	2,33	1,12	1,2	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{\max}$	maximální průtok	0,464	0,213	0,251	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1,2	0,57	0,632	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	2,84	1,37	1,47	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{\max}$	maximální průtok	0,683	0,326	0,357	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1,5	0,705	0,792	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	3,3	1,59	1,71	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{\max}$	maximální průtok	0,953	0,448	0,498	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1,79	0,832	0,955	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	3,81	1,82	1,99	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{\max}$	maximální průtok	1,21	0,559	0,627	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	2,03	0,939	1,09	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	4,23	2,02	2,21	$[10^3 \cdot m^3]$


Graf 11 Hydrogram povodňové vlny – povodí P2, N=5, 10, 20, 50 a 100

4.3.3. Povodí P3



Obr. 15 Povodí P3: Zastoupení pozemků; erozní smyv ($R=48 \text{ MJ/ha.cm/h}$)

Povodí P3 se nachází západně od obce. Převážná plocha povodí je využívána jako orná půda. Povodím neprotéká žádný vodní tok. U kritického bodu je zanesený propustek (Obr. 29), který má sloužit k odvedení vody do blízkého rybníka.

Erozní poměry

Tab. 24 Erozní smyv na povodí P3, různé varianty

R	K dle HPJ			K navýšený o 30 %		
	max	průměr	suma	max	průměr	suma
[MJ/ha.cm/h]	[t/ha/rok]			[t/ha/rok]		
40	38,18	3,27	48 542	49,31	4,27	63 364
48	45,81	3,92	58 250	59,18	5,12	76 037
60	57,27	4,90	72 812	73,97	6,40	95 047

Dle Tab. 1 spadá toto povodí dle různých variant výpočtu do střední až silné kategorie ohroženosti. Je na místě navržení protierozní ochrany.

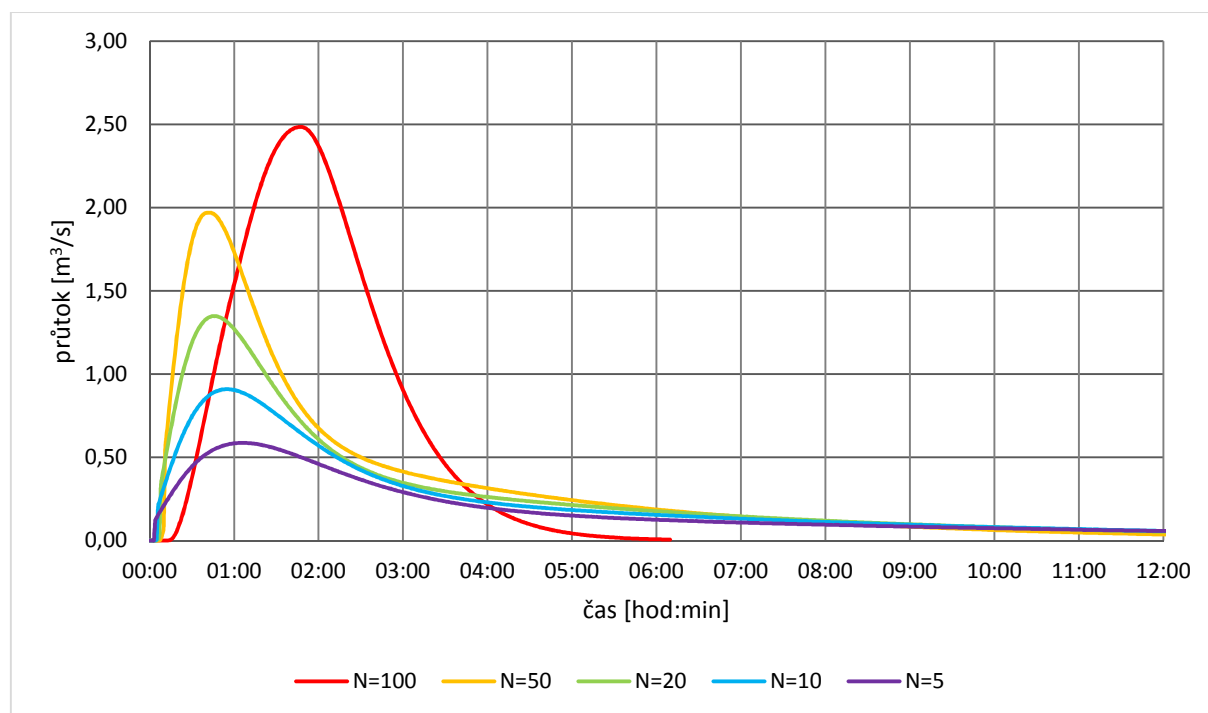
Odtokové poměry

Tab. 25 P3 – Vstupní veličiny

VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	0,44			[km ²]
F _s	plocha svahu		0,12	0,32	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		6,1	4,9	[%]
γ	drsnostní charakteristika		8,45	8,16	[sec]
L _u	délka údolnice	1,1			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	2,96			[%]
CN _{typ}	typ odtokové křivky (1,2,3)		2	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky		87,1	80	[...]

Tab. 26 P3 – Výstupní veličiny

N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
N	doba opakování					[roky]
5	$Q_{\max}$	maximální průtok	0,587	0,403	0,184	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	4,39	1,52	2,86	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	9,92	3,29	6,64	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{\max}$	maximální průtok	0,909	0,625	0,285	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	5,47	1,91	3,56	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	12,1	4	8,1	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{\max}$	maximální průtok	1,35	0,948	0,4	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	6,56	2,33	4,23	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	14,1	4,68	9,37	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{\max}$	maximální průtok	1,97	1,37	0,599	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	8,13	2,96	5,17	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	16,2	5,47	10,7	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{\max}$	maximální průtok	2,51	0,825	1,66	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	13,4	4,7	8,66	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	18	6,12	11,9	$[10^3 \cdot m^3]$


Graf 12 Hydrogram povodňové vlny – povodí P3, N=5, 10, 20, 50 a 100

4.3.4. Povodí P4



Obr. 16 Povodí P4: Zastoupení pozemků; erozní smyv ($R=48 \text{ MJ/ha.cm/h}$)

Povodí P4 se nachází severovýchodně od obce. Pravý svah povodí je z 65 % využíván jako orná půda. Na pětíně pravého svahu je les a ve spodní části je trvalý travní porost. Levý svah je z 47 % využíván jako les, z dalších 47 % jako orná půda a na zbylém území je trvalý travní porost. Díky travnímu porostu a polní cestě, která vede kolmo na údolnici kritickým bodem, není přímo ohrožená obec. Nicméně ztráta půdy vlivem vodní eroze je tu znatelná. Proto je třeba navrhnout protierozní opatření. Kritický bod je na hranici biokoridoru, který je navržený v územním plánu.

Erozní poměry

Tab. 27 Erozní smyv na povodí P4, různé varianty

R	K dle HPJ			K navýšený o 30 %		
	max	průměr	suma	max	průměr	suma
[MJ/ha.cm/h]	[t/ha/rok]			[t/ha/rok]		
40	35,47	7,70	19 111	46,55	10,11	25 090
48	42,56	9,24	22 933	55,86	12,13	30 109
60	53,20	11,55	28 666	69,83	15,16	37 636

Dle Tab. 1 spadá toto povodí dle různých variant výpočtu do silné až extrémní kategorie ohroženosti.

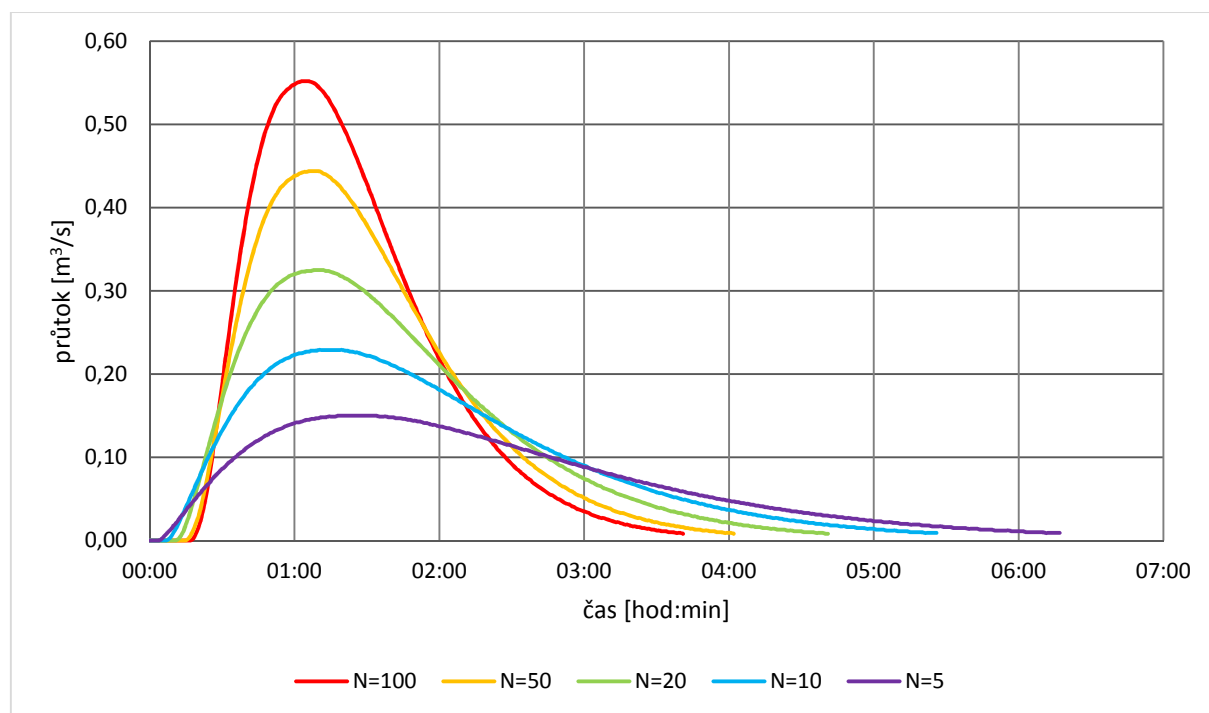
Odtokové poměry

Tab. 28 P4 – Vstupní veličiny

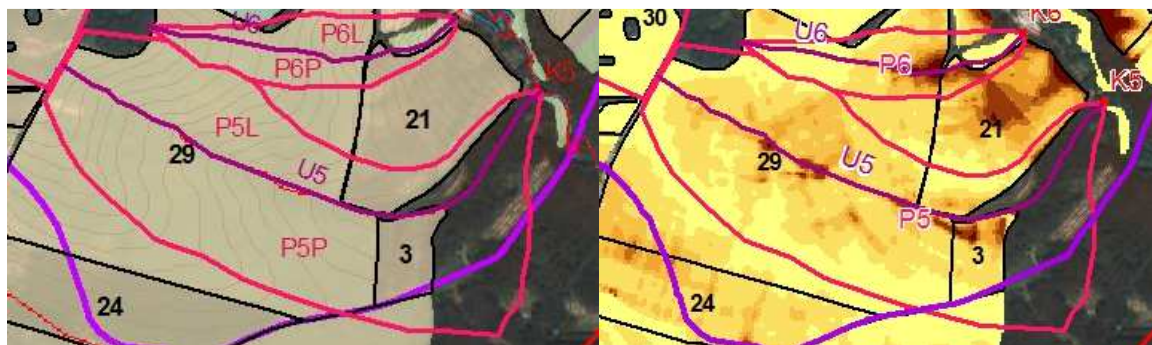
VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	0,1			[km ²]
F _s	plocha svahu		0,05	0,04	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		11,9	10,5	[%]
γ	drsnostní charakteristika		7,85	8,33	[sec]
L _u	délka údolnice	0,47			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	10,66			[%]
CN _{typ}	typ odtokové křivky (1,2,3)		2	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky		72,7	76,9	[...]

Tab. 29 P4 – Výstupní veličiny

N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
N	doba opakování					[roky]
5	$Q_{\max}$	maximální průtok	0,151	0,078	0,072	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	757	393	364	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	1,64	0,864	0,779	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{\max}$	maximální průtok	0,231	0,119	0,11	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	942	486	456	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	1,99	1,05	0,948	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{\max}$	maximální průtok	0,326	0,168	0,157	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1,13	0,575	0,555	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	2,27	1,18	1,09	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{\max}$	maximální průtok	0,448	0,23	0,214	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1,36	0,676	0,681	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	2,51	1,29	1,22	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{\max}$	maximální průtok	0,555	0,284	0,268	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1,52	0,749	0,773	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	2,74	1,39	1,34	$[10^3 \cdot m^3]$


Graf 13 Hydrogram povodňové vlny – povodí P4, N=5, 10, 20, 50 a 100

4.3.5. Povodí P5



Obr. 17 Povodí P5: Zastoupení pozemků, erozní smyv ($R=48 \text{ MJ/ha.cm/h}$)

Povodí P5 se nachází v jižní části k.ú. Kostelní Myslová. Převážná plocha povodí je využívána jako orná půda. Povodím neprotéká žádný tok, ale erozní smyv z tohoto povodí ohrožuje blízký tok Myslůvka. V místě možného vniknutí půdy do toku je zvolen kritický bod.

Erozní poměry

Tab. 30 Erozní smyv na povodí P5, různé varianty

R	K dle HPJ			K navýšený o 30 %		
	max	průměr	suma	max	průměr	suma
[MJ/ha.cm/h]	[t/ha/rok]			[t/ha/rok]		
40	39,74	5,25	63 362	51,75	6,85	82 621
48	47,69	6,30	76 035	62,10	8,22	99 145
60	59,61	7,88	95 043	77,63	10,27	123 931

Dle Tab. 1 spadá toto povodí dle různých variant výpočtu do silné až extrémní kategorie ohroženosti.

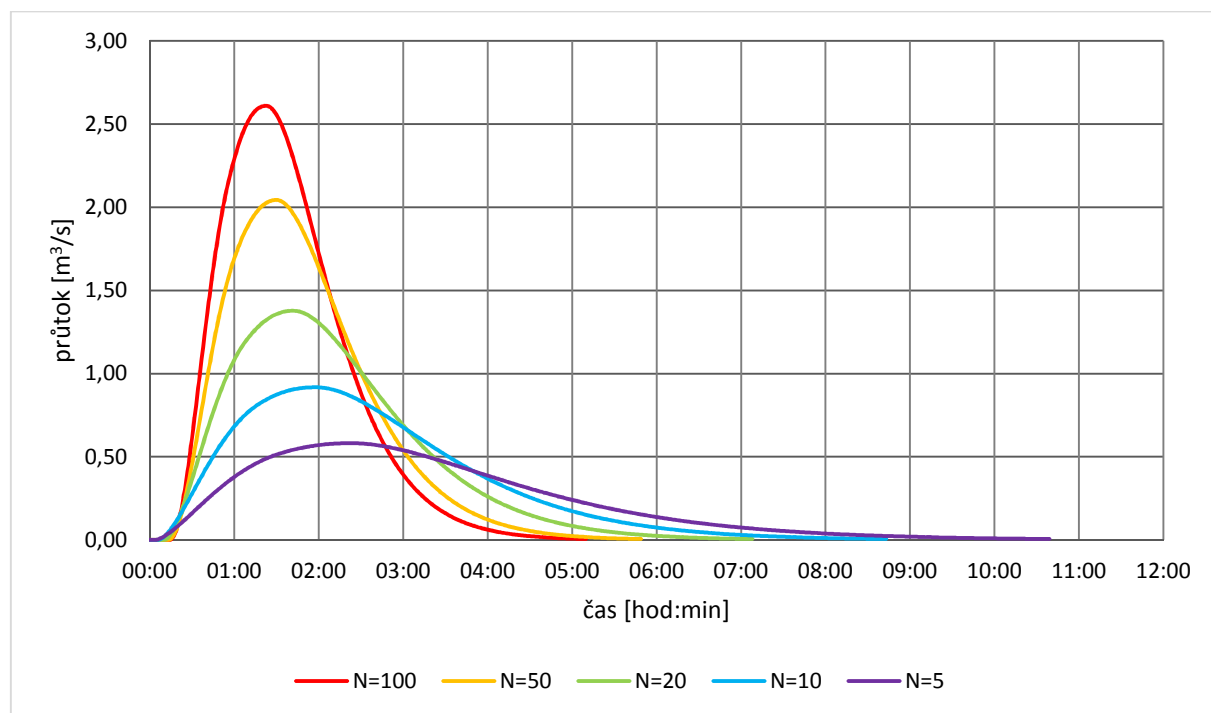
Odtokové poměry

Tab. 31 P5 – Vstupní veličiny

VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	0,39			[km ²]
F _s	plocha svahu		0,13	0,26	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		6,5	6,1	[%]
γ	drsnostní charakteristika		8,71	8,47	[sec]
L _u	délka údolnice	1,24			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	4,19			[%]
CN _{typ}	typ odtokové křivky (1,2,3)		2	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky		83,8	80,3	[...]

Tab. 32 P5 – Výstupní veličiny

N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
N	doba opakování					[roky]
5	$Q_{\max}$	maximální průtok	0,584	0,212	0,37	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	4,85	1,77	3,08	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	8,64	3,11	5,54	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{\max}$	maximální průtok	0,926	0,333	0,584	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	6,13	2,24	3,89	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	10,5	3,79	6,76	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{\max}$	maximální průtok	1,38	0,5	0,878	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	7,5	2,76	4,74	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	12,2	4,42	7,82	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{\max}$	maximální průtok	2,05	0,741	1,3	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	9,21	3,42	5,78	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	14,1	5,13	8,97	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{\max}$	maximální průtok	2,64	0,947	1,66	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	10,5	3,92	6,58	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	15,6	5,72	9,93	$[10^3 \cdot m^3]$



Graf 14 Hydrogram povodňové vlny – povodí P5, N=5, 10, 20, 50 a 100

4.3.6. Povodí P6



Obr. 18 Povodí P6: Zastoupení pozemků; erozní smyvy ($R=48 \text{ MJ/ha.cm/h}$)

Nad povodím P5 je v jižní části pod obcí povodí P6. Tímto povodím také neprotéká vodní tok. Smyv z tohoto povodí ohrožuje odlehlé nově zastavěné území, které se nachází v místě kritického bodu. V blízkosti je malebný park, kterým protéká vodní tok Myslůvka.

Erozní poměry

Tab. 33 Erozní smyv na povodí P6, různé varianty

R	K dle HPJ			K navýšený o 30 %		
	max	průměr	suma	max	průměr	suma
[MJ/ha.cm/h]	[t/ha/rok]			[t/ha/rok]		
40	86,86	7,19	19 021	113,12	9,40	24 869
48	104,23	8,63	22 825	135,74	11,28	29 843
60	130,29	10,78	28 531	169,68	14,10	37 304

Dle Tab. 1 spadá toto povodí dle různých variant výpočtu do silné až extrémní kategorie ohroženosti.

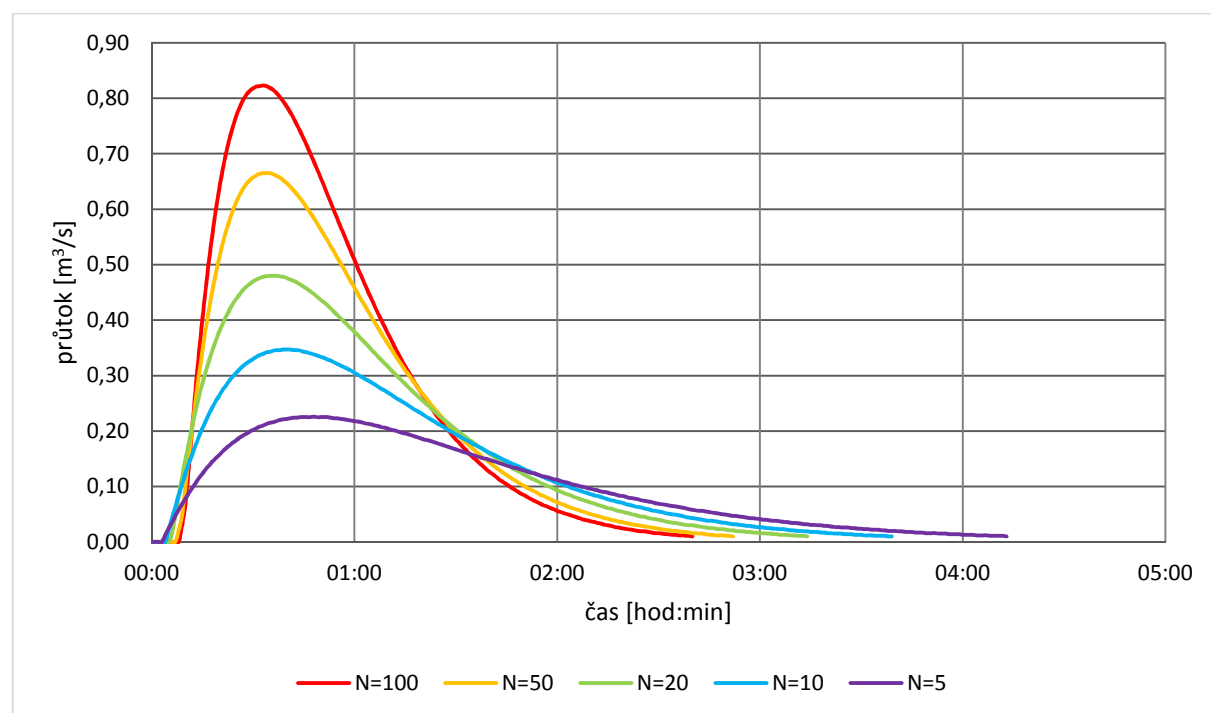
Odtokové poměry

Tab. 34 P6 – Vstupní veličiny

VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	0,07			[km ²]
F _s	plocha svahu		0,04	0,04	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		8,7	6,8	[%]
γ	drsnostní charakteristika		8,43	8,89	[sec]
L _u	délka údolnice	0,7			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	6,86			[%]
CN _{typ}	typ odtokové křivky (1,2,3)		2	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky		79,5	83,2	[...]

Tab. 35 P6 – Výstupní veličiny

N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
N	doba opakování					[roky]
5	$Q_{\max}$	maximální průtok	0,228	0,101	0,124	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	609	274	335	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	1,55	0,713	0,841	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{\max}$	maximální průtok	0,348	0,155	0,192	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	749	335	414	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	1,9	0,87	1,03	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{\max}$	maximální průtok	0,488	0,216	0,264	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	880	389	491	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	2,2	1	1,2	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{\max}$	maximální průtok	0,666	0,301	0,364	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1,04	0,452	0,59	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	2,53	1,15	1,38	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{\max}$	maximální průtok	0,839	0,37	0,452	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1,19	0,511	0,679	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	2,81	1,27	1,54	$[10^3 \cdot m^3]$


Graf 15 Hydrogram povodňové vlny – povodí P6, N=5, 10, 20, 50 a 100

5. NÁVRH A POSOUZENÍ PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ

Erozní smyv byl spočítán pro šest různých variant. Při návrhu plošného opatření ovšem typ varianty nehrál tak podstatnou roli. Erozně nejohroženější části pozemků byly sklonité nebo na mělkých či hydromorfních půdách, a tím splňovaly podmínky pro trvalé zatravnění.

Mělké půdy by neměly být využívány pro polní výrobu, a proto se doporučuje jejich převedení do kategorie trvalých travních porostů nebo je zalesnit [2].

Většina opatření byla navržena podle typu půdy a sklonitosti. Na čtyřech pozemcích se nedosáhlo dostatečné eliminace projevů vodní eroze navržením plošných opatření dle podmínek sklonu a typu půdy. Na těchto pozemcích byla hlavní kritérium pro návrh výrazná ztráta půdy.

5.1. POPIS NAVRŽENÉHO OPATŘENÍ

V zadaném území Kostelní Myslové bylo navrženo organizační a agrotechnická opatření – návrh trvalých travních porostů (TTP) a vymezení míst s vyloučením erozně nebezpečných plodin (VENP). Dále byla identifikována místa potenciální tvorby efemérních rýh a navržena v těchto místech stabilizace drah soustředěného odtoku (SDSO). Byl proveden návrh ochranného vodního pásu podél vodního toku (OPAS). Tímto způsobem bylo docíleno změny C faktoru, který výrazně ovlivnil roční ztrátu půdy. Změnou vegetačního krytu se dosáhlo snížení CN a tedy ke snížení kulminačního průtoku.

V místech, kde byl tento návrh nedostatečný, bylo navrženo setí po vrstevnicích, čímž se docílilo snížení faktoru P.

5.1.1. Varianta 1. – PEO 1

Organizační opatření

Základem organizačních opatření jsou návrhy změn druhů pozemků a protierozní rozmístování plodin. Vegetační kryt půdy snižuje erozní činnost na půdě. V rámci organizačního opatření byla upravena velikost a tvar pozemků a navrženo ochranné zatravnění – TTP. Toto opatření bylo navrženo na místech, kde byl sklon větší jak 21 % [1] a na místech, kde byly mělké půdy (HPJ 37, 38) a půdy hydromorfní (HPJ 67–70) [1].

S ohledem na jakost vod se vliv eroze výrazně projevuje především přísunem fosforu (nebo dusíku), který může za příhodných podmínek působit eutrofizaci. Z důvodu snížení zanášení vodních toků byl kolem toku navržen ochranný pás široký 15 m po obou stranách toku.

Agrotechnická opatření

Na pozemcích (LPIS 2) se sklonem větším než 7 % bylo navrženo vyloučení erozně nebezpečných plodin – VENP [1]. Tímto se docílilo snížení C faktoru na hodnotu 0,1.

Biotechnická opatření

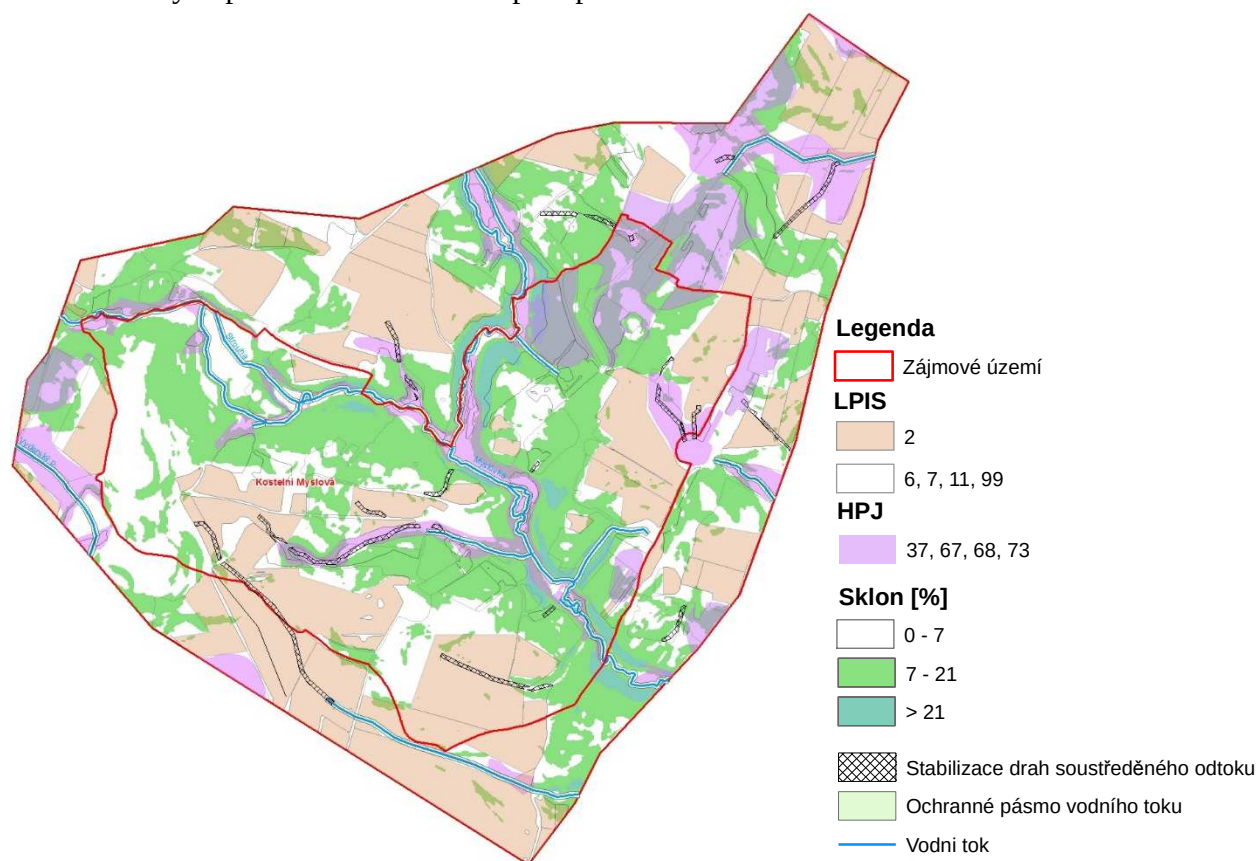
Pomocí DMT byly identifikovány dráhy, ve kterých může docházet k tvorbě efemérních rýh. Bylo uvažováno se sběrnou plochu povodí 5 ha. Po jejich identifikaci byl proveden návrh stabilizace drah soustředěného odtoku – SDSO o šířce 20m [1].

5.1.2. Varianta 2. – PEO 2

Na pozemcích, které i přes výše uvedené opatření PEO 1 stále nevyhovovaly průměrné roční ztrátě půdy, bylo dále doporučeno setí po vrstevnicích. Na pozemcích, kterých se návrh PEO 2 týká, bylo uvažováno s P faktorem o hodnotě 0,8.

5.1.3. Varianta 3. – PEO 3

V případech, kdy nebylo vyhovující ani PEO 2, bylo navrženo zpřísnění agrotechnického opatření, které povede ke snížení C faktoru na hodnotu 0,06. Jedná se o vyloučení širokořádkových plodin a o větší zastoupení píce.

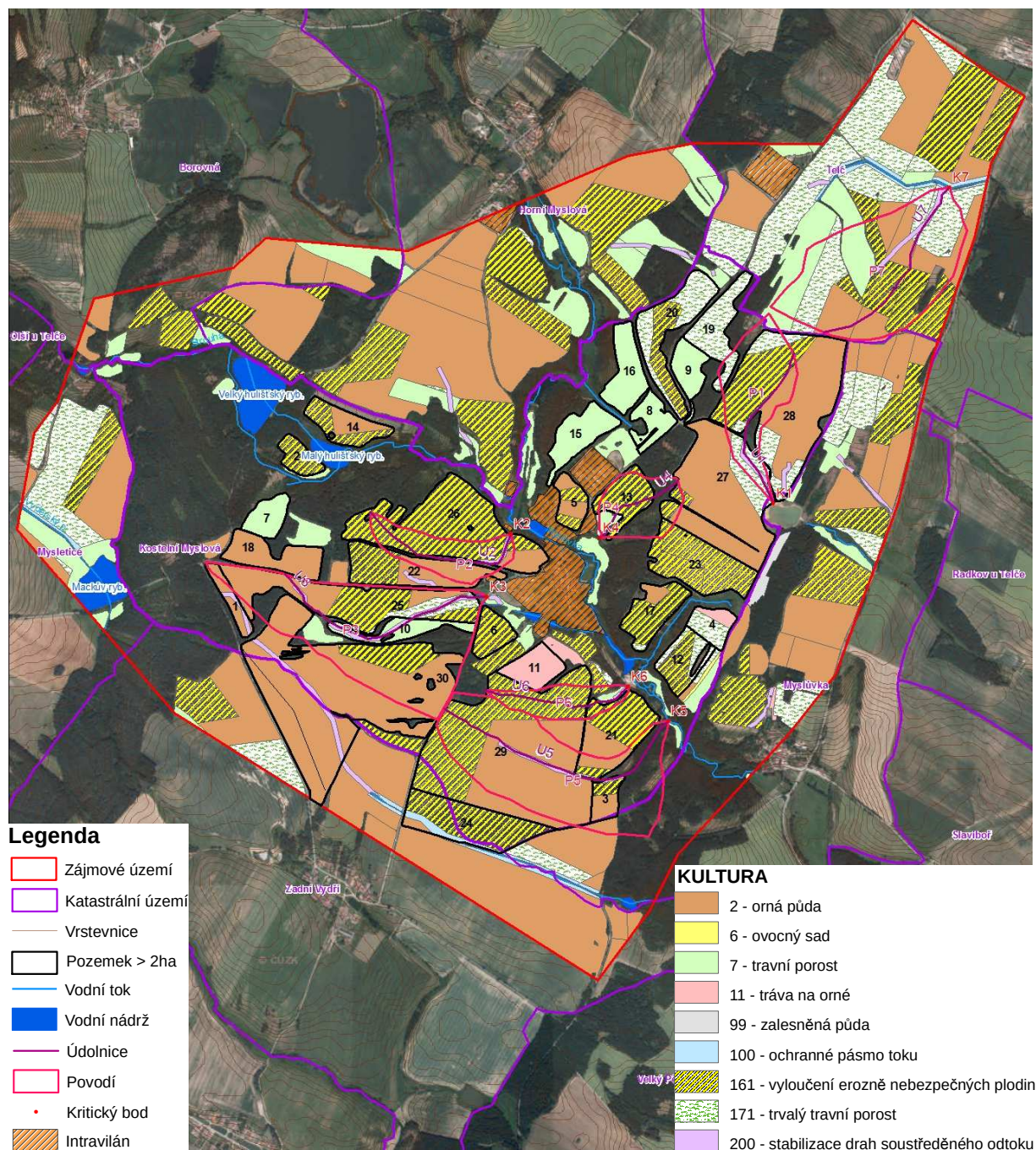


Obr. 19 Půdní a sklonitostní kritéria pro návrh plošných opatření

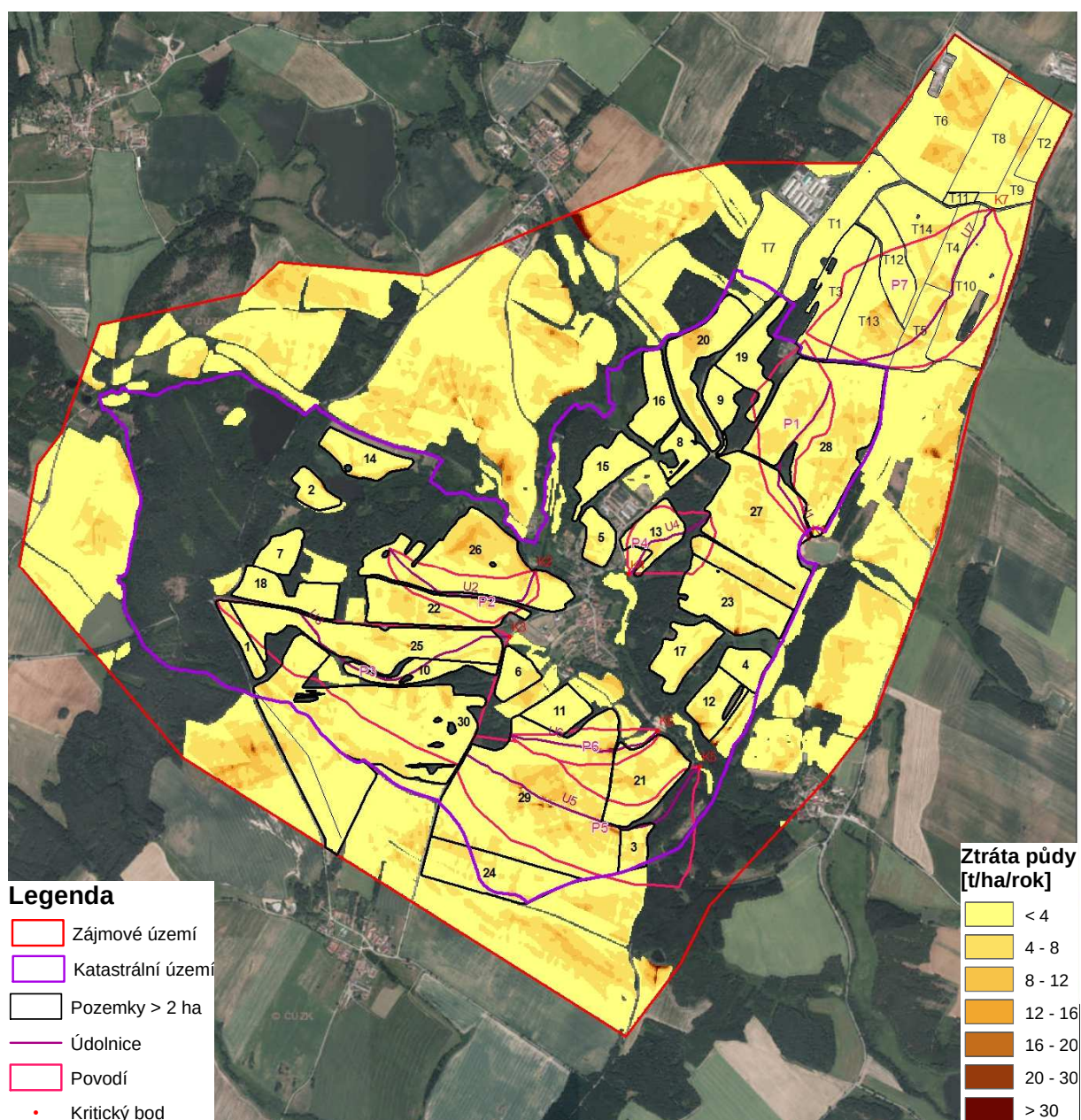
5.2. POSOUZENÍ EROZNÍCH POMĚRŮ PO NÁVRHU PLOŠNÉHO OPATŘENÍ NA K.Ú. KOSTELNÍ MYSLOVÁ

Na každém pozemku bylo navrženo protierozní opatření, které bylo popsáno výše. V případě navrženého trvalého travního porostu (TTP), stabilizace drah soustředěného odtoku (SDSO) a ochranného pásma kolem toku (OPAS) se faktor C snížil na hodnotu 0,005. V místech, kde bylo navrženo vyloučení erozně nebezpečných plodin (VENP) se faktor C snížil na hodnotu 0,10 v případě návrhu PEO 3 na hodnotu 0,06.

Zmiňovaná opatření ovlivnila i hodnotu CN a drsnost. Tím bylo docíleno zmenšení objemu povodňové vlny a kulminačního průtoku.



Obr. 20 Navržená protierozní opatření



Obr. 21 Erozní smyky po návrhu PEO

Tab. 36 Návrh a posouzení stavu před a po návrhu PEO

povodí	průměrná hodnota G		varianta
	původní t/ha/rok	po návrhu t/ha/rok	
P1	6,52	2,34	PEO 2
P2	5,94	2,72	PEO 2
P3	3,92	2,09	PEO 1
P4	9,24	2,52	PEO 3
P5	6,30	3,86	PEO 3
P6	8,63	3,23	PEO 3

Tab. 37 Porovnání ztráty půdy před a po návrhu opatření

označení ploch	průměrná hodnota G		opatření
	původní	po návrhu	
	t/ha/rok	t/ha/rok	
2	6,33	3,10	PEO 1
3	8,97	3,71	PEO 3
5	6,10	3,30	PEO 2
6	12,24	2,88	PEO 3
12	17,29	3,08	PEO 3
13	11,34	2,67	PEO 3
14	7,75	3,36	PEO 2
17	11,75	2,78	PEO 3
21	12,11	3,93	PEO 3
22	5,44	3,50	PEO 1
23	7,19	2,92	PEO 1
24	6,84	3,17	PEO 1
25	5,19	2,22	PEO 1
26	9,84	3,83	PEO 2
28	6,49	3,28	PEO 2
29	6,25	3,57	PEO 2

Na pozemcích, které jsou označeny čísly 2, 22, 23, 24, 25 pro snížení erozního smyvu stačí první návrh zatravnění a vyloučení erozně nebezpečných plodin. Na pozemcích 5, 14, 26, 28, 29 je nutno set po vrstevnicích. V případě pozemků 3, 6, 12, 13, 17 a 21 je třeba k předchozím opatřením ještě zpřísnit osevní postup, tak aby byl C faktor 0,06.

Tab. 38 Plošné zastoupení jednotlivých kultur po návrhu plošného PEO [17]

označení ploch	plocha	kultura původní	ID uživatele	varianta PEO	kultura kód	plocha	plocha
	[ha]					[ha]	[%]
1	2,212	2	47161	PEO 1	2	1,75	79,11
					200	0,462	20,89
2	2,285	2	26763	PEO 1	161	2,285	100,00
3	2,345	2	26668	PEO 3	2	1,401	59,74
					161	0,775	33,05
					200	0,169	7,21
4	2,852	11	98937	PEO 1	11	0,919	32,22
					171	1,933	67,78
5	2,867	2	26763	PEO 2	2	1,544	53,85
					161	1,323	46,15
6	2,919	2	26763	PEO 3	161	2,919	100,00
7	2,934	7	26763	-			
8	3,112	7	26766	-			
9	3,316	7	26763	-			
10	3,651	7	26763	PEO 1	7	2,835	77,65
					200	0,816	22,35
11	3,775	11	98937	-			
12	4,362	2	93590	PEO 3	161	2,724	62,45
					171	1,638	37,55

13	4,591	2	26766	PEO 3	161	4,591	100
14	4,686	2	26763	PEO 2	2	1,921	40,99
					100	0,024	0,51
					161	2,674	57,06
					171	0,067	1,43
15	5,034	7	88651	-			
16	5,184	7	88651	-			
17	5,254	2	26763	PEO 3	2	0,827	15,74
					161	4,237	80,64
					171	0,19	3,62
18	5,66	2	26763	-			
19	5,913	2	26763	PEO 1	171	5,913	100,00
20	8,936	2	26763	PEO 1	161	5,101	57,08
					171	3,835	42,92
21	9,478	2	26668	PEO 3	2	3,412	36,00
					161	5,966	62,95
					200	0,1	1,06
22	9,499	2	26763	PEO 1	2	5,023	52,88
					161	4,137	43,55
					200	0,339	3,57
23	10,021	2	79268	PEO 3	161	10,021	100,00
24	10,327	2	89142	PEO 1	2	0,475	4,60
					100	1,169	11,32
					161	8,683	84,08
25	16,415	2	26763	PEO 1	2	7,1	43,25
					161	6,341	38,63
					171	1,969	12,00
					200	1,005	6,12
26	20,556	2	26763	PEO 2	2	1,928	9,38
					161	18,193	88,50
					200	0,435	2,12
27	22,429	2	26766	PEO 1	2	17,055	76,04
					161	1,15	5,13
					171	3,601	16,06
					200	0,623	2,78
28	26,837	2	26766	PEO 2	2	13,694	51,03
					161	8,186	30,50
					171	4,459	16,62
					200	0,498	1,86
29	42,453	2	26763	PEO 2	2	21,972	51,76
					161	19,64	46,26
					200	0,841	1,98
30	43,752	2	26763	PEO 1	2	37,833	86,47
					161	4,243	9,70
					200	1,676	3,83

5.3. POSOUZENÍ ODTOKOVÝCH POMĚRŮ PO NÁVRHU PLOŠNÉHO OPATŘENÍ PRO JEDNOTLIVÁ POVODÍ

Při zohlednění výše popsanych variant navržených opatření došlo ke snížení hodnoty CN a drsnosti. Návrh plošných opatření pro eliminaci projevů vodní eroze se příznivě podílí na snížení objemu povodňové vlny a kulminačního průtoku.

5.3.1. Povodí P1

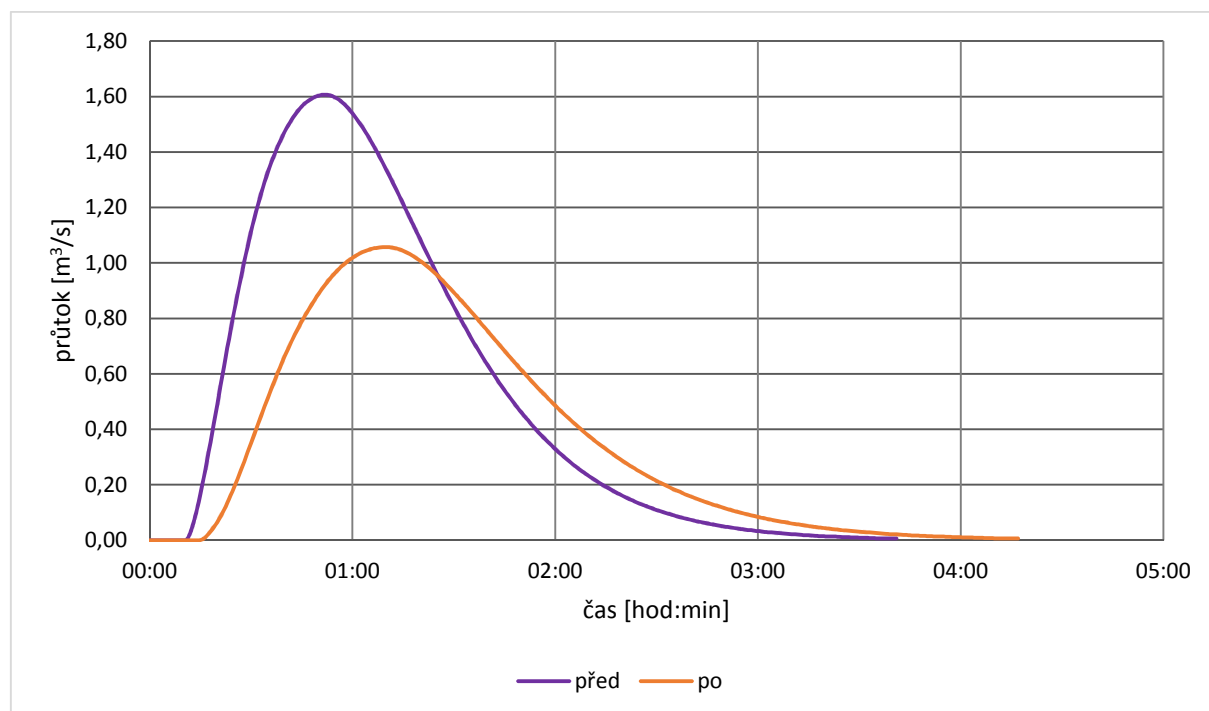
Na celé pravé straně povodí P1 jsou navržena plošná protierozní opatření. V horní části je navrženo zatravnění, na pravé straně pozemku 28 je navrženo vyloučení erozně nebezpečných plodin a spodní část tohoto povodí je také doporučeno zatravnit. Kulminační průtok získaný pro povodí P1 se díky plošnému opatření, jehož základem byla změna vegetačního krytu, snížil o více než třetinu. U objemů povodňové vlny byl také zaznamenán pokles.

Tab. 39 P1 – Průtoky a objemy před PEO

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0,357	0,558	0,833	1,26	1,63	$[m^3.s^{-1}]$
W_{PVT}	1,89	2,36	2,88	3,54	4,02	$[10^3.m^3]$
$W_{PVT,1d}$	3,79	4,63	5,39	6,25	6,96	$[10^3.m^3]$

Tab. 40 P1 – Průtoky a objemy po PEO

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0,252	0,39	0,574	0,834	1,06	$[m^3.s^{-1}]$
W_{PVT}	1,61	2,01	2,44	2,96	3,35	$[10^3.m^3]$
$W_{PVT,1d}$	3,15	3,84	4,42	5,02	5,53	$[10^3.m^3]$



Graf 16 P1 – Hydrogram povodňové vlny před a po návrhu opatření, N=100

5.3.2. Povodí P2

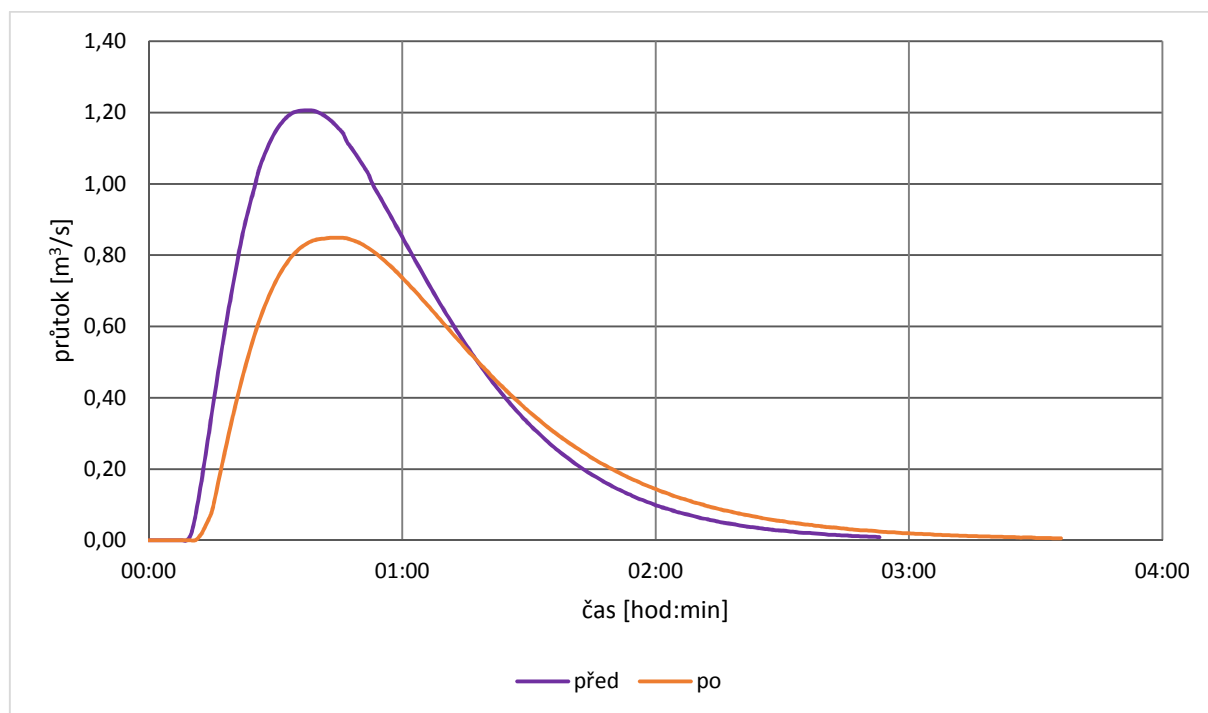
Na levé straně modelového povodí P2 a celé horní části, která je tvořena převážně pozemkem 26, je doporučeno vyloučení erozně nebezpečných plodin. Ve spodní části je doporučena stabilizace drah soustředěného odtoku travním porostem, která má výraznou úlohu v ochraně blízkého zastavěného území. Kulminační průtok se díky PEO snížil téměř o 30 %. Objem povodňové vlny je také výrazně menší.

Tab. 41 P2 – Průtoky a objemy před PEO

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0,299	0,464	0,683	0,953	1,21	$[m^3.s^{-1}]$
W_{PVT}	0,968	1,2	1,5	1,79	2,03	$[10^3.m^3]$
$W_{PVT,1d}$	2,33	2,84	3,3	3,81	4,23	$[10^3.m^3]$

Tab. 42 P2 – Průtoky a objemy po PEO

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0,225	0,345	0,493	0,682	0,849	$[m^3.s^{-1}]$
W_{PVT}	0,829	1,04	1,24	1,5	1,77	$[10^3.m^3]$
$W_{PVT,1d}$	2,02	2,46	2,83	3,2	3,53	$[10^3.m^3]$



Graf 17 P2 – Hydrogram povodňové vlny před a po návrhu opatření, N=100

5.3.3. Povodí P3

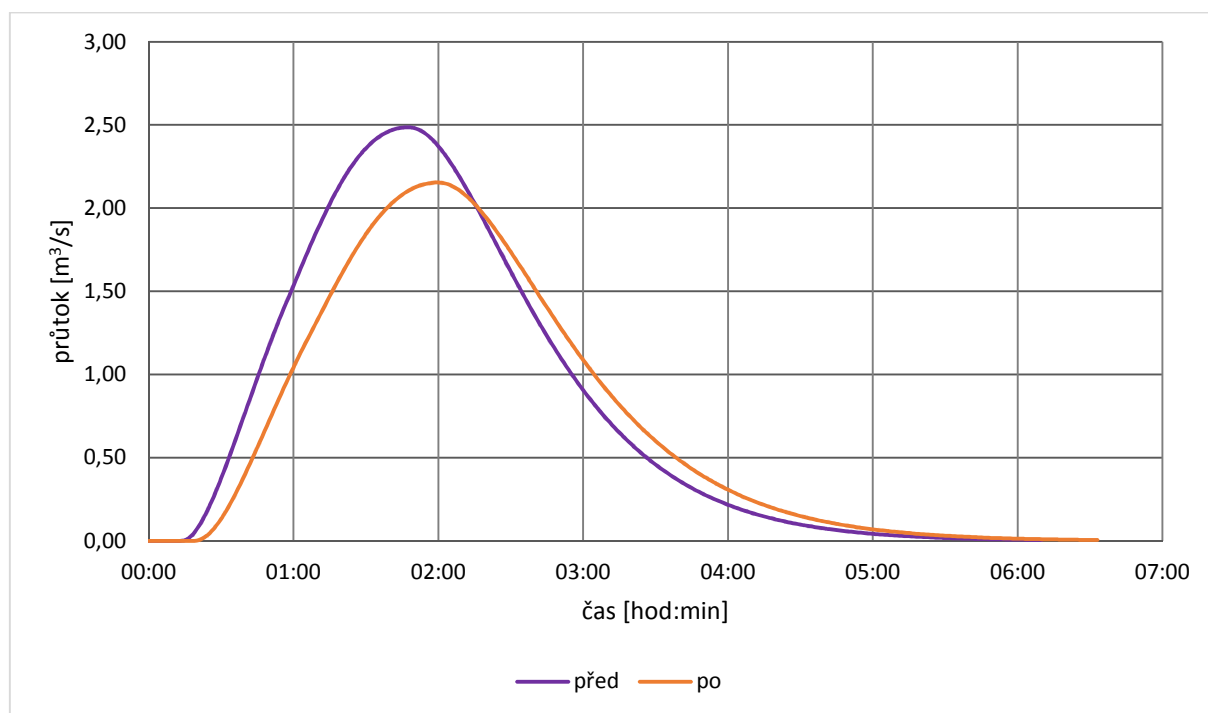
Spodní část tohoto území je nutno zatravnit. V těchto místech je s opatřením ke zvýšení retenční schopnosti území počítáno i v územním plánu. Ochranné zatravnění je pro optimální snížení erozního smyvu nutno doplnit i částečným vyloučením erozně nebezpečných plodin na pozemcích 25 a 30. Kulminační průtok na tomto povodí byl snížen o 14 %.

Tab. 43 P3 – Průtoky a objemy před PEO

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0,587	0,909	1,35	1,97	2,51	$[m^3.s^{-1}]$
W_{PVT}	4,39	5,47	6,56	8,13	13,4	$[10^3.m^3]$
$W_{PVT,1d}$	9,92	12,1	14,1	16,2	18	$[10^3.m^3]$

Tab. 44 P3 – Průtoky a objemy po PEO

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0,482	0,748	1,1	1,65	2,15	$[m^3.s^{-1}]$
W_{PVT}	4,16	5,22	6,32	10,8	12,6	$[10^3.m^3]$
$W_{PVT,1d}$	9,23	11,3	13	14,9	16,5	$[10^3.m^3]$



Graf 18 P3 – Hydrogram povodňové vlny před a po návrhu opatření, N=100

5.3.4. Povodí P4

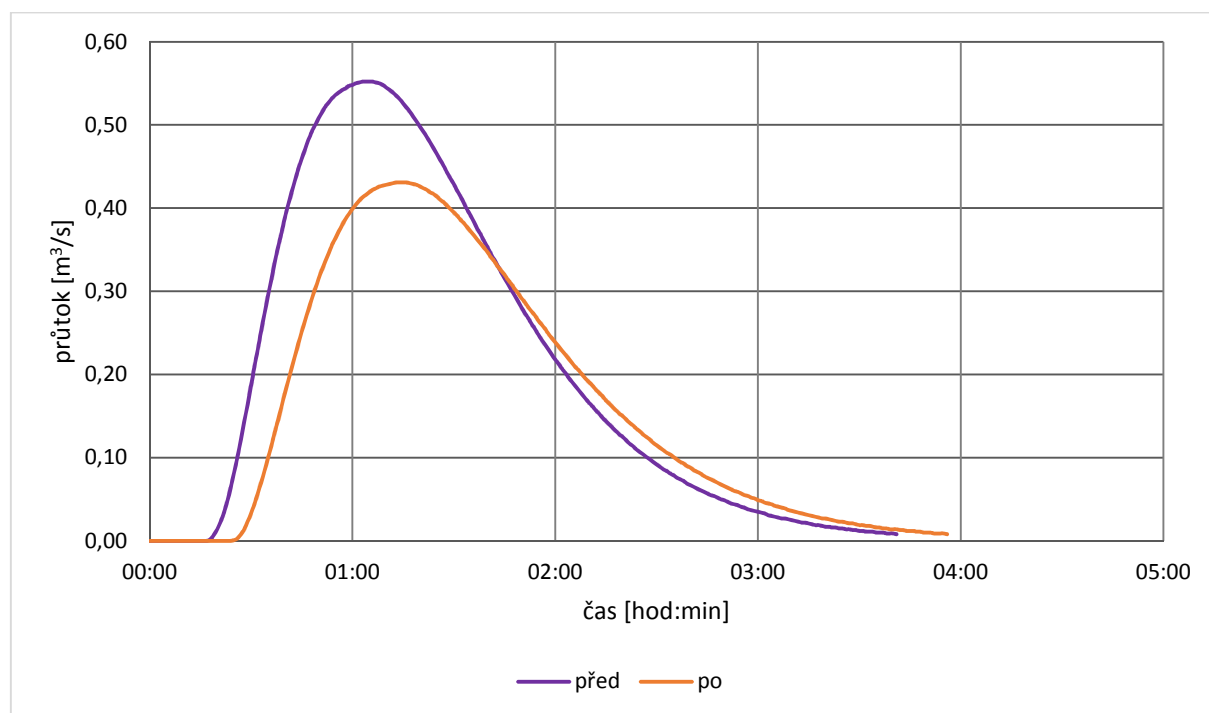
Z důvodu výrazné ztráty půdy je v tomto povodí, které je tvořeno převážně pozemkem 13 doporučeno vyloučení erozně nebezpečných plodin. Kulminační průtok se v tomto povodí snížil o 22 %.

Tab. 45 P4 – Průtoky a objemy před PEO

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0,151	0,231	0,326	0,448	0,555	$[m^3.s^{-1}]$
W_{PVT}	0,757	0,942	1,13	1,36	1,52	$[10^3.m^3]$
$W_{PVT,1d}$	1,64	1,99	2,27	2,51	2,74	$[10^3.m^3]$

Tab. 46 P4 – Průtoky a objemy po PEO

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0,126	0,19	0,263	0,355	0,433	$[m^3.s^{-1}]$
W_{PVT}	0,676	0,835	0,992	1,16	1,29	$[10^3.m^3]$
$W_{PVT,1d}$	1,46	1,76	1,97	2,13	2,29	$[10^3.m^3]$



Graf 19 P4 – Hydrogram povodňové vlny před a po návrhu opatření, N=100

5.3.5. Povodí P5

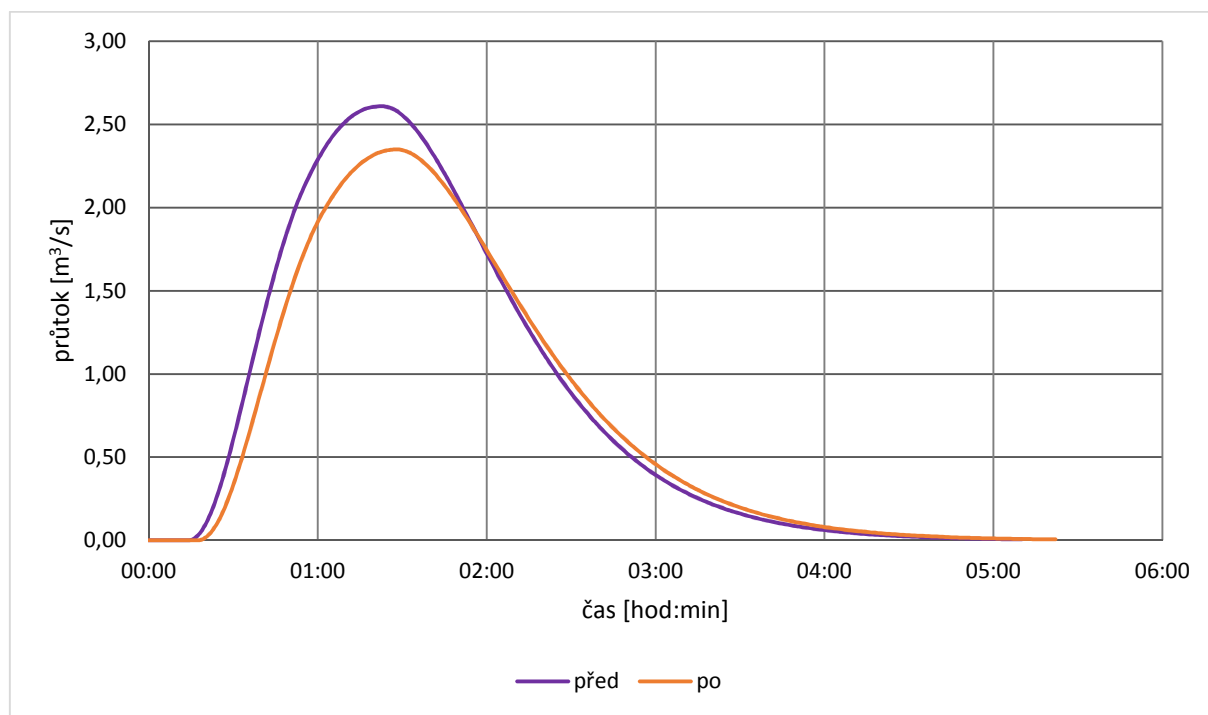
V tomto povodí, které je tvořeno převážně pozemkem 29, je v horní části doporučeno vyloučení erozně nebezpečných plodin. Velmi důležité pro snížení ztráty půdy je také vyloučení erozně nebezpečných plodin na pozemcích 3 a 21 a stabilizace dráhy soustředěného odtoku v prostřední části údolnice. Kulminační průtok se na tomto povodí snížil o 10 %.

Tab. 47 P5 – Průtoky a objemy před PEO

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0,584	0,926	1,38	2,05	2,64	$[m^3.s^{-1}]$
W_{PVT}	4,85	6,13	7,5	9,21	10,5	$[10^3.m^3]$
$W_{PVT,1d}$	8,64	10,5	12,2	14,1	15,6	$[10^3.m^3]$

Tab. 48 P5 – Průtoky a objemy po PEO

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0,528	0,84	1,24	1,84	2,37	$[m^3.s^{-1}]$
W_{PVT}	4,58	5,78	7,07	8,63	9,83	$[10^3.m^3]$
$W_{PVT,1d}$	8,15	9,94	11,5	13,2	14,6	$[10^3.m^3]$



Graf 20 P5 – Hydrogram povodňové vlny před a po návrhu opatření, N=100

5.3.6. Povodí P6

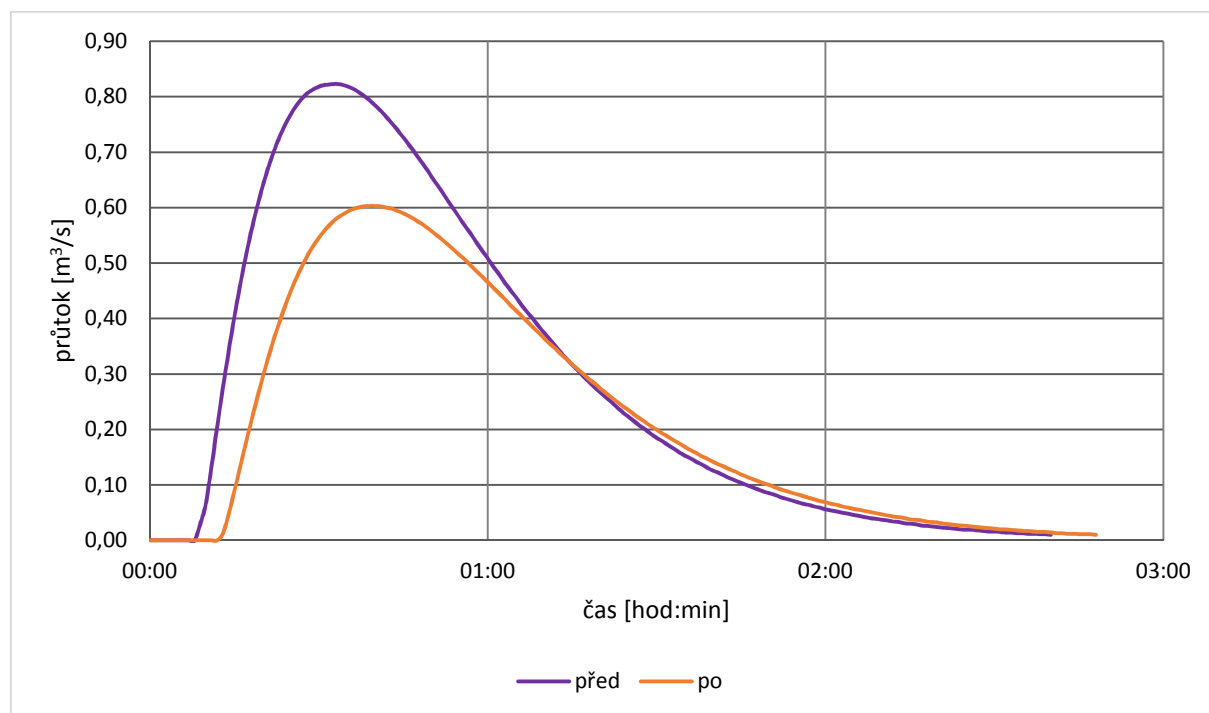
Na tomto povodí hraje významnou roli vyloučení erozně nebezpečných plodin. Kulminační průtok se na tomto povodí snížil o 26 %.

Tab. 49 P6 – Průtoky a objemy před PEO

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0,228	0,348	0,488	0,666	0,839	[m ³ .s ⁻¹]
W_{PVT}	0,609	0,749	0,88	1,04	1,19	[10 ³ .m ³]
$W_{PVT,1d}$	1,55	1,9	2,2	2,53	2,81	[10 ³ .m ³]

Tab. 50 P6 – Průtoky a objemy po PEO

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0,162	0,248	0,358	0,489	0,616	[m ³ .s ⁻¹]
W_{PVT}	519	640	768	880	996	[10 ³ .m ³]
$W_{PVT,1d}$	1,3	1,58	1,81	2,04	2,23	[10 ³ .m ³]

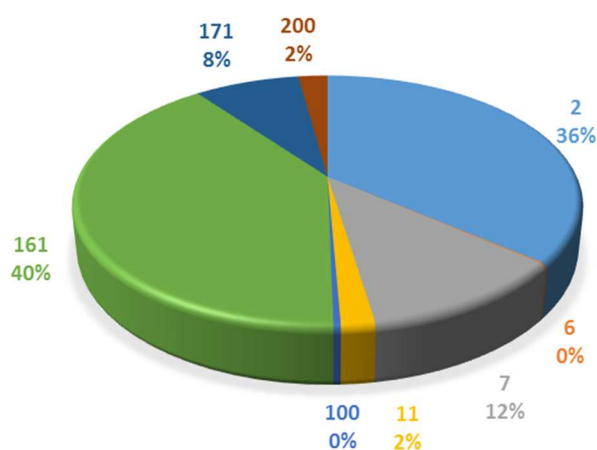


Graf 21 P6 – Hydrogram povodňové vlny před a po návrhu opatření, N=100

5.4. BILANCE NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ

Tab. 51 Využití půdních bloků po návrhu PEO

kultura		plocha	
		ha	%
2	orná půda	114,03	35,96
6	ovocný sad	0,34	0,11
7	travní porost	36,21	11,42
11	tráva na orné	5,75	1,81
100	OPAS	1,23	0,39
161	VENP	126,83	40,0
171	TTP	25,56	8,06
200	SDSO	7,11	2,24
Σ		317,06	



Graf 22 Využití půdních bloků

Návrh plošného opatření se dotkne 50,7 % plochy LPIS v k.ú. Kostelní Myslové. Z necelých 273 ha orné půdy se doporučuje na 126,83 ha vyloučit pěstování erozně nebezpečných plodin a 25,6 % zcela zatravnit. Dalších 7,11 ha z orné půdy bylo doporučeno využít ke stabilizaci drah soustředěného odtoku a 1,23 ha využít k doplnění ochranného pásma vodních toků.

6. POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍCH PRŮLEHŮ

V těsné blízkosti k.ú. Kostelní Myslové je severovýchodně na k.ú. Telče sedmé modelové povodí. Toto povodí bylo zvoleno z důvodu dvou realizovaných průlehlů se svodným příkopem. Průlehy jsou na levé straně zvoleného povodí. Mezi nimi je trvalý travní porost. Kritický bod je v místě ohrožení vodního toku.

Stejně jako tomu bylo na území k.ú. Kostelní Myslové, i tady byla provedena analýza současného stavu z hlediska odtokových a erozních poměrů. Dále bylo na každý pozemek navrženo protierozní opatření.

Dle informací od pana prof. Ing. Miroslava Dumbrovského, CSc., který se před lety podílel na realizaci průlehlů, byla na žádost ZD Telč z důvodu značných erozních projevů realizována liniová protierozní opatření. V původním návrhu bylo počítáno s tím, že prostor mezi průlehy bude využíván jako orná půda. V současnosti je však tento meziprostor trvale zatravněn.

Toto liniové opatření bylo zrealizováno přibližně před 25 lety na základě poptávky a výzkumných účelů. V současné době by k realizaci těchto opatření, která neslouží k ochraně intravilánu, pravděpodobně nedošlo.

6.1. POSOUZENÍ SOUČASNÉHO STAVU

Erozní poměry

Tab. 52 Erozní smyv na povodí P7, různé varianty

R	K dle HPJ			K navýšený o 30%		
	max	průměr	suma	max	průměr	suma
[MJ/ha.cm/h]	[t/ha/rok]			[t/ha/rok]		
40	51,56	4,91	70 906	66,60	6,43	92 790
48	61,87	5,90	85 087	79,91	7,72	111 348
60	77,34	7,37	106 359	99,89	9,65	139 185

Dle Tab. 1 spadá toto povodí dle různých variant výpočtu do silné až velmi silné kategorie ohroženosti.

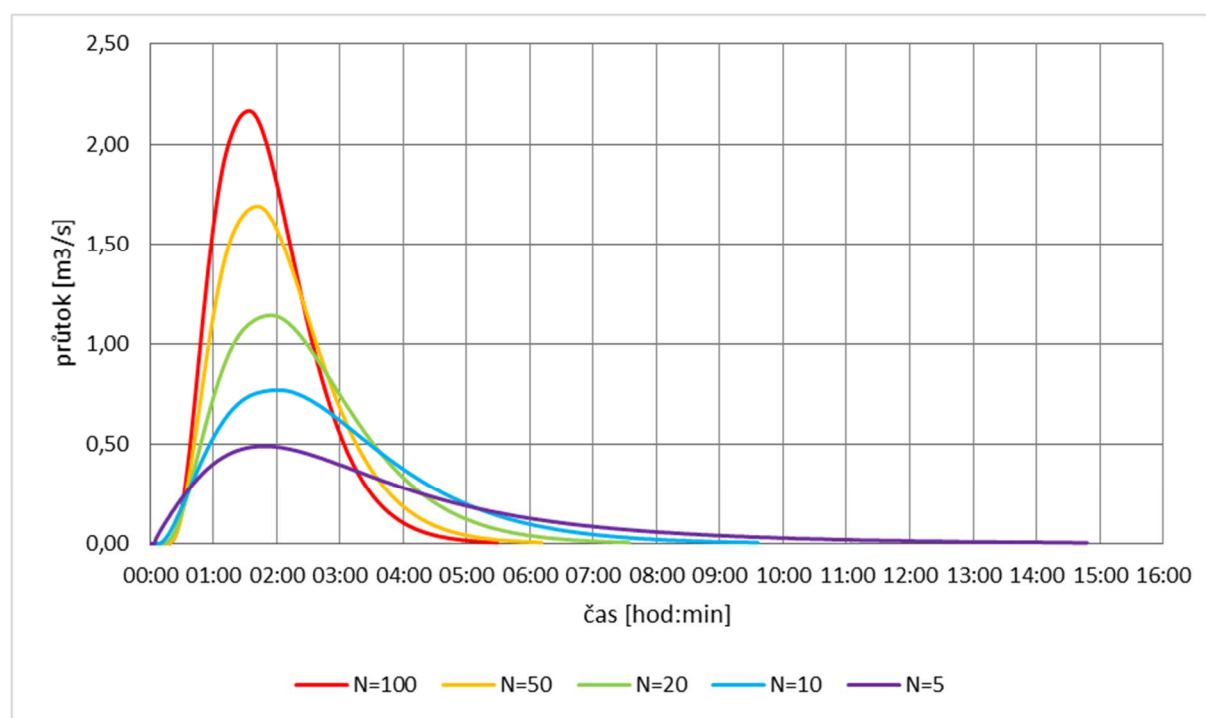
Odtokové poměry

Tab. 53 P7 – Vstupní veličiny

VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	0,38			[km ²]
F _s	plocha svahu		0,24	0,14	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		6,6	5,3	[%]
γ	drsnostní charakteristika		7,98	8,88	[sec]
L _u	délka údolnice	0,95			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	4,57			[%]
CN _{typ}	typ odtokové křivky (1,2,3)		2	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky		78,5	83	[...]

Tab. 54 P7 – Výstupní veličiny

N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
N	doba opakování					[roky]
5	$Q_{\max}$	maximální průtok	0,49	0,229	0,262	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	4,02	2,38	1,65	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	7,85	4,69	3,15	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{\max}$	maximální průtok	0,77	0,439	0,331	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	5,58	3,29	2,28	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	9,57	5,72	3,85	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{\max}$	maximální průtok	1,15	0,678	0,463	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	7	4,11	2,89	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	11,1	6,6	4,48	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{\max}$	maximální průtok	1,69	1	0,687	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	8,57	4,98	3,59	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	12,7	7,49	5,19	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{\max}$	maximální průtok	2,17	1,29	0,878	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	9,75	5,64	4,11	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	14	8,26	5,77	$[10^3 \cdot m^3]$


Graf 23 Hydrogram povodňové vlny na povodí P7, N=5,10,20,50 a 100

6.2. POSOUZENÍ RŮZNÝCH VARIANT PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ

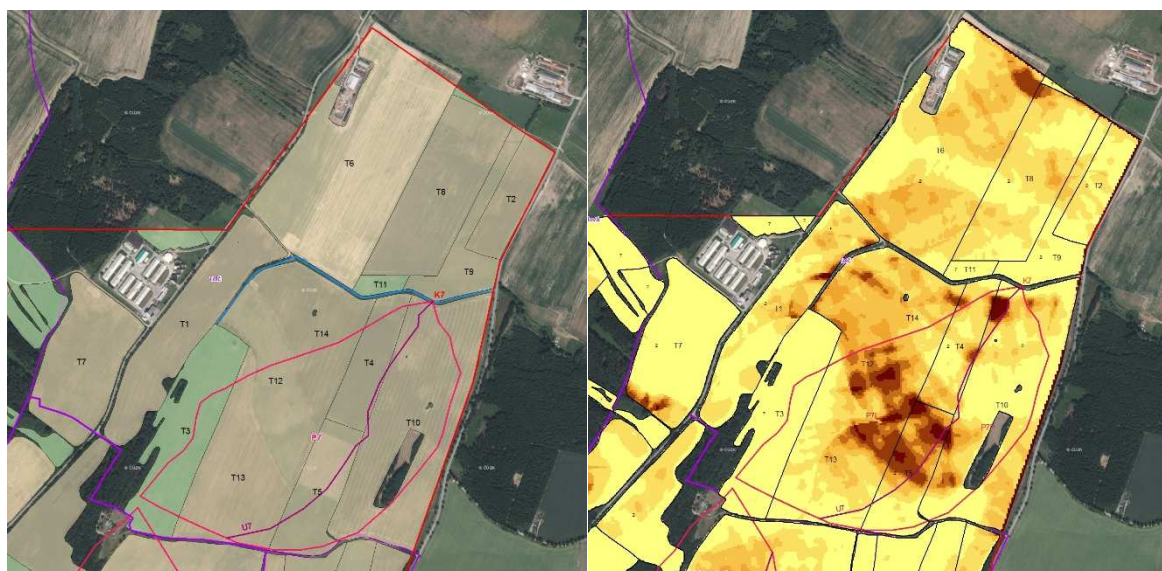
6.2.1. Posouzení erozních a odtokových poměrů

Zhodnocení erozních a odtokových poměrů bylo zpracováno pro 4 varianty:

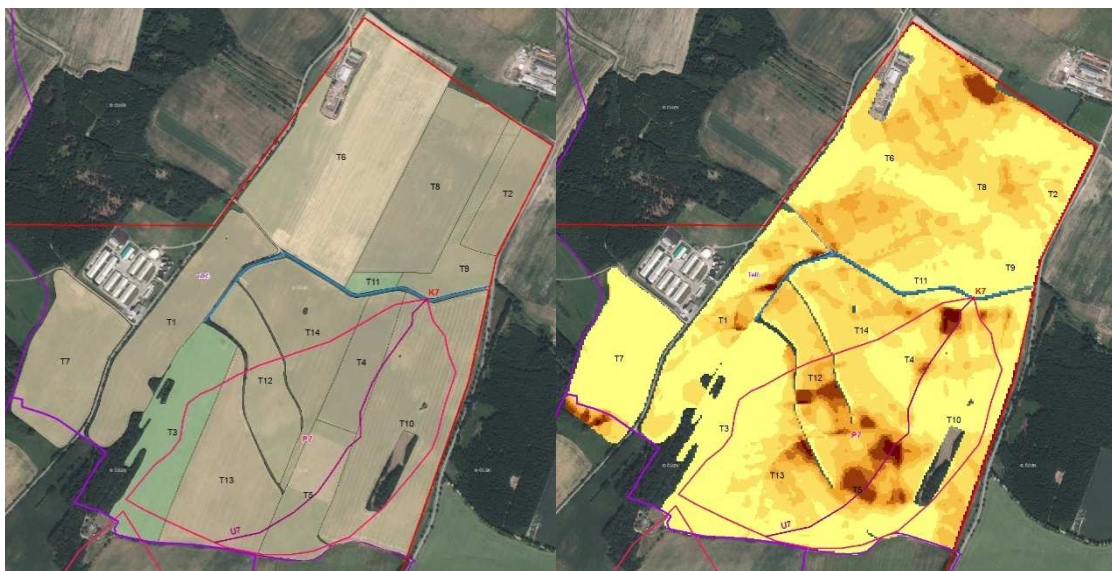
1. **Původní stav:** před realizací průlehu, kde celý pozemek sloužil jako orná půda
2. **Původní návrh:** 2 průlehy se svodným příkopem, kde prostor mezi průlehy je využíván jako orná půda
3. **Současný stav:** 2 průlehy se svodným příkopem a zatravněným meziprostorem
4. **Nový návrh:** plošné protierozní opatření doplňující funkci průlehu

Tab. 55 Přehled vstupních údajů

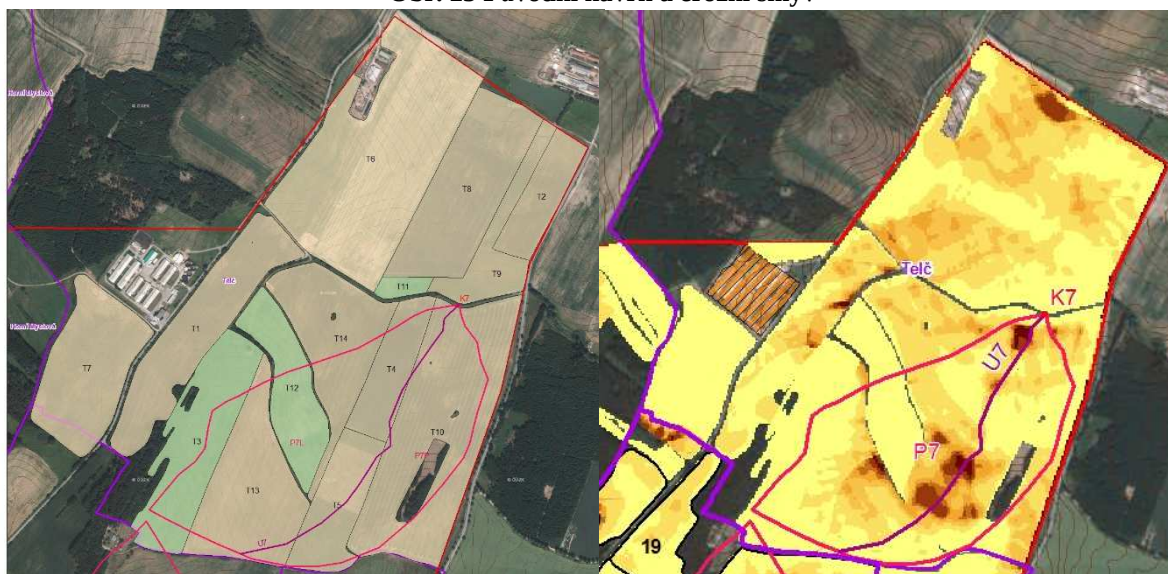
VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	0,38			[km ²]
F_s	plocha svahu		0,24	0,14	[km ²]
I_s	průměrný sklon svahu		6,6	5,3	[%]
L_u	délka údolnice	0,95			[km]
I_u	průměrný sklon údolnice	4,57			[%]
CN_{typ}	typ odtokové křivky (1,2,3)		2	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky	1. var.	80,3	83	[...]
γ	drsnostní charakteristika		8,61	8,88	[sec]
CN	číslo odtokové křivky	2. var.	80,2	83	[...]
γ	drsnostní charakteristika		8,54	8,88	[sec]
CN	číslo odtokové křivky	3. var.	78,5	83	[...]
γ	drsnostní charakteristika		7,98	8,88	[sec]
CN	číslo odtokové křivky	4. var.	74,4	79	[...]
γ	drsnostní charakteristika		6,88	7,82	[sec]



Obr. 22 Původní rozdělení pozemku, původní erozní smyv



Obr. 23 Původní návrh a erozní smyv



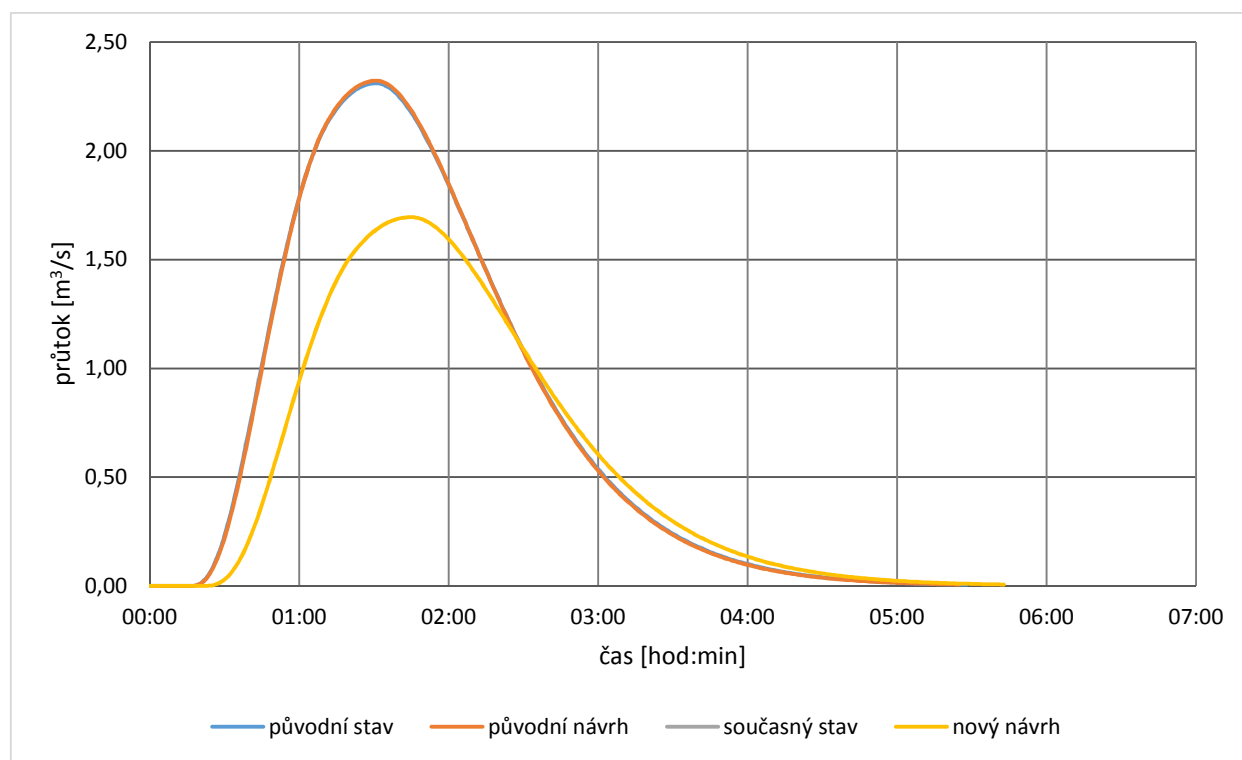
Obr. 24 Současný stav rozdělení pozemků a erozní smyv



Obr. 25 Návrh plošných protierozních opatření a příslušný erozní smyv

Tab. 56 Přehled objemů povodňových vln a průtoků

varianta	N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
	N	5	10	20	50	100	[roky]
1.	Q_N	0,509	0,807	1,21	1,8	2,33	$[m^3.s^{-1}]$
	W_{PVT}	4,22	5,85	7,32	8,97	10,2	$[10^3.m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	8,16	9,96	11,6	13,3	14,8	$[10^3.m^3]$
2.	Q_N	0,509	0,807	1,21	1,8	2,33	$[m^3.s^{-1}]$
	W_{PVT}	4,2	5,83	7,3	8,95	10,2	$[10^3.m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	8,15	9,94	11,5	13,3	14,7	$[10^3.m^3]$
3.	Q_N	0,49	0,77	1,15	1,69	2,17	$[m^3.s^{-1}]$
	W_{PVT}	4,02	5,58	7	8,57	9,75	$[10^3.m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	7,85	9,57	11,1	12,7	14	$[10^3.m^3]$
4.	Q_N	0,41	0,638	0,937	1,35	1,7	$[m^3.s^{-1}]$
	W_{PVT}	3,43	4,68	5,88	7,15	8,08	$[10^3.m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	6,78	8,24	9,42	10,6	11,6	$[10^3.m^3]$



Graf 24 Posouzení kulminačních průtoků pro všechny varianty, N=100

Tab. 57 Posouzení jednotlivých variant z hlediska ztráty půdy

ozn.	plocha	kultura	1. var.	2. var.	3. var.	4. var.	návrh
	[km²]		G [t/ha/tok]				
T1	0,091	2	5,848			0,143	PEO1
T2	0,036	2	9,727			3,815	PEO2
T3	0,088	7	0,076				bez opatření
T4	0,041	2	7,260	5,590		2,226	PEO1
T5	0,052	2	13,674	11,484		3,768	PEO3
T6	0,2	2	8,624			3,521	PEO1
T7	0,086	2	2,877			0,935	PEO1
T8	0,101	2	5,848			2,704	PEO1
T9	0,038	2	4,268			3,741	PEO1
T10	0,161	2	8,916	8,787		3,347	PEO2
T11	0,007	7	0,089				bez opatření
T12	0,056	2/7	15,983	9,905	0,243		bez opatření
T13	0,094	2	5,790			2,608	PEO1
T14	0,082	2	10,982	6,223		2,034	PEO1

Pozn. Původní průměrná ztráta půdy na pozemku ze stávajících T12, T13 a T14 byla 10,231 t/ha/rok.

Z výše uvedených výstupů je zřejmé, že navržená liniová opatření snížila ztrátu půdy vodní erozí, nicméně stávající situace je stále nevyhovující a orná půda silně erozně ohrožená. Toto opatření nepodpořilo vsakování vody v ploše. Proto se přistoupilo k návrhu plošných protierozních opatření. Tato opatření s sebou přinesla výrazný efekt v podobě snížení kulminačního průtoku o více než čtvrtinu a snížení ztráty půdy vlivem vodní eroze na přípustné hodnoty. Bylo docíleno snížení ohroženosti na střední až velmi slabou.

Tab. 58 Posouzení opatření dle ztráty půdy

Ozn.	Výměra	Dříve	Současnost	Rozdíl A	Po návrhu	Rozdíl B
	[km ²]		G [t/ha/rok]			
T4	0,041	7,26	5,59	1,67	2,226	3,364
T5	0,052	13,674	11,484	2,19	3,768	7,716
T10	0,161	8,916	8,787	0,129	3,347	5,44
T12	0,056	15,983	0,243	15,74	0,243	0
T14	0,082	10,982	6,233	4,749	2,034	4,199
Σ	0,392	56,815	32,337	24,478	11,618	20,719

Rozdíl A udává rozdíl průměrné roční ztráty půdy mezi původním (dřívějším) stavem s ornou půdou a současností. Rozdíl B udává rozdíl mezi současností a novým návrhem plošných protierozních opatření

6.2.2. Finanční zhodnocení

Finanční zhodnocení je zpracováno pro pozemky, které byly ovlivněny realizací průlehu. Jedná se o pozemky T4, T5, T10, T12 a T14.

Zjednodušené finanční zhodnocení stavu v minulosti a v současnosti

Tab. 59 Náklady na vybudování průlehu

délka spodního průlehu	450	m
délka horního průlehu	550	m
délka svodného příkopu	300	m
odhadovaný náklad na 1m	500	Kč/m
celkový náklad	650 000	Kč

Tab. 60 Finanční úspora zbudováním průlehu

rozdíl ztráty půdy	24,478	t/ha/rok
dobu	25	let
plocha	39,2	ha
ušetřená půda	23 988	t
cena ornice [2]	350	Kč/m ³
1t ornice	0,714	m ³
objem	17 135	m ³
úspora	5 997 110	Kč

Tab. 61 Úspora v odtěžení toxických sedimentů z vodního toku

50% rozdíl A	12,239	t/ha/rok
dobu	25	let
plocha	39,2	ha
smyv do vodního toku	11 994	t
vytěžení sedimentu [2]	400	Kč/m ³
1t ornice	0,714	m ³
objem	8567,3	m ³
úspora	3 426 920	Kč

Toto opatření bylo realizováno svépomocí. Odhadovaný náklad na realizaci je 500 Kč/m. Náklad za celé opatření o délce 1,3 km je odhadnut na 650 000 Kč.

Toto opatření bylo zrealizováno před 25 lety. Díky tomu se snížila ztráta půdy o 24,478 t/ha/rok, což na dotčených pozemcích o celkové výměře 39,2 ha za tuto dobu činí 23 988 t. Při úvaze, že 1 m³ ornice váží 1,4 t a cena za 1 m³ je průměrně 400 Kč [2], lze zjistit, že hodnota půdy, která se díky protierozní ochraně nesmyla, dosahuje téměř 6 milionů Kč. Další užitek plynoucí z realizace je snížení nákladů na vytěžení sedimentů z vodního toku. Ve výpočtu se uvažuje s tím, že do vodního toku se dostane 50 % smyté půdy [2]. Za dobu 25 let je úspora za těžení sedimentů téměř 3,5 mil. Kč. Jednoduchým výpočtem lze usoudit, že návratnost této investice jsou necelé 2 roky.

Finanční úspora po návrhu plošných PEO

Tab. 62 Náklad na realizaci plošných PEO

agrotechnologická opatření	5000	Kč/ha
výměra PEO	23,426	ha
náklad za PEO	117 130	Kč

Tab. 63 Úspora plynoucí ze snížení ztráty půdy

rozdíl ztráty půdy B	20,719	t/ha/rok
plocha	39,2	ha
úspora	812	t/rok
cena ornice [2]	350	Kč/m ³
1t ornice	0,714	m ³
objem	580	m ³ /rok
finanční úspora	203 046	Kč/rok

Tab. 64 Úspora plynoucí ze snížení nákladů na vytěžení sedimentů

50 % rozdíl B	10,360	t/ha/rok
plocha	39,2	ha
půda VT	406	t/rok
vytěžení sedimentu [2]	400	Kč/m ³
1t ornice	0,714	m ³
objem	290	m ³ /rok
úspora	116 026	Kč/rok

Odhadovaný náklad na realizaci plošných PEO je 5000 Kč na 1 ha. Náklad na posuzovaných pozemcích by byl 117 130 Kč. Každým rokem by se díky těmto opatřením ušetřila půda v hodnotě 203 000 Kč. Další přidanou hodnotou by byla úspora 116 000 Kč ročně díky snížení nákladů na vytěžení toxických sedimentů.

7. ZÁVĚR

Výsledkem této analýzy je lokalizace ploch, které jsou rozhodující pro tvorbu povrchového odtoku a jeho negativního důsledku – erozního smyvu. Tyto plochy jsou plošně specifikovány na hranice registru produkčních bloků (LPIS) a tím je zajištěna přímá identifikace stávajícího uživatele produkčního bloku, případně vlastníka pozemku. Na tyto plochy je za účelem eliminace nepříznivých důsledků povrchového odtoku navrženo plošné protierozní opatření. Realizovaná opatření mají v povodí pozitivní efekt proti povodňovým situacím.

Z analýzy povodí P7 jasně vyplývá, že se opatření v ploše příznivě projevují ve snížení hodnot přímého odtoku, ve zvýšení retence a ve snížení erozního smyvu. Je tedy žádoucí realizovat navržená opatření v ploše.

Základním nástrojem pro realizaci mohou být pozemkové úpravy. Je zapotřebí zdůraznit skutečnost, že nadpoloviční většinu pozemků v Kostelní Myslové užívají zemědělská družstva pro rostlinnou výrobu. Tato práce je ukázkou optimálního protierozního plošného opatření, které se soustředí především na změnu hodnoty faktoru C s vědomím, že jde o výrazný zásah do zemědělského hospodaření. Konzultace a zjišťování nároků vlastníků je v případě realizace, např. pomocí komplexní pozemkové úpravy, nezbytná. Je pochopitelné, že z hlediska výnosů tato opatření nejsou pro zemědělské podniky lákavá. V dlouhodobém horizontu však soustředění se na okamžitý zisk může vést k razantnímu snížení úrodnosti půdy, kde škody způsobené vodní erozí budou obrovské.

V poslední části této práce hrubá finanční bilance zdůrazňuje hodnotu půdy, která je díky nevhodnému hospodaření nenávratně ztracena.

Při porovnání této práce s územním plánem je na první pohled zřejmé, že z hlediska protierozní ochrany je územní plán Kostelní Myslové nevyhovující.

FOTODOKUMENTACE



Obr. 26 Modelové povodí P2



Obr. 27 Modelové povodí P4, spodní část



Obr. 28 Propustek u kritického bodu povodí P4



Obr. 29 Propustek u kritického bodu na povodí P3



Obr. 30 Průlehy se svodným příkopem na modelovém povodí P7



Obr. 31 Svodný příkop



Obr. 32 Spodní průleh



Obr. 33 Horní průleh



Obr. 34 Meteostanice

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] HOLÝ, Miloš. *Eroze a životní prostředí*. Praha: České vysoké učení technické, 1994. ISBN 80-01-01078-3.
- [2] JANEČEK, M., a kol. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: Metodika*. Praha: ČZU, 2012.
- [3] TELČ [online]. *Město Telč*. [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: http://www.telc.eu/mesto_a_samosprava/portal_uzemniho_planovani/uzemne_planovaci_dokumentace_ostatnich_obci_orp_telc_vc_vymezeni_zastaveneho_uzemi/kostelni_myslova-1
- [4] SMRČEK, Lubomír (ed.). *Eroze půdy a protierozní ochrana půdy: sborník ze semináře*. Praha: Institut vzdělávání v zemědělství, 2011. ISBN 978-80-87262-11-5.
- [5] VÚMOP [online]. *Nabídka mapových a datových produktů – Ohroženost vodní erozí*. 2013. [17-05-2016]. Dostupné z: http://www.vumop.cz/sites/File/Katalog_Map/20130529_katalogMap_Ohrozenost_Vodni_erozi.pdf
- [6] NOVOTNÝ, Ivan. *Příručka ochrany proti vodní erozi: [aktualizované znění – leden 2014]*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014. ISBN 978-80-87361-33-7.
- [7] VYHLÁŠKA č. 546/2002, kterou se mění vyhláška č. 327/1998 Sb., kterou se stanoví charakteristika bonitovaných půdně ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci. Praha, 2002
- [8] DUMBROVSKÝ, Miroslav. *GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY*. Brno, 2009.
- [9] HRÁDEK, František a Karel KUŘÍK. *Maximální odtok z povodí: teorie svahového odtoku a hydrologický model DesQ-MAX Q*. Praha: Credit, 2001. ISBN 80-213-0782-X.
- [10] IN-POČASÍ [online]. InMeteo, s.r.o. [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: http://www.in-pocasi.cz/archiv/stanice.php?stanice=kostelni_myslova
- [11] *Rizika ve vodním hospodářství 2007: sborník příspěvků: [Brno 26.–27.11.2007]*. Brno: ECON publishing, 2007. ISBN 978-80-86433-43-1.
- [12] VÚMOP [online]. *Nabídka mapových a datových produktů – Data BPEJ*. 2013. [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: http://www.vumop.cz/sites/File/Katalog_Map/20130529_katalogMap_BPEJ.pdf
- [13] Kadlec, M, TOMAN, F. Závislost faktorů protierozní účinnosti vegetačního pokryvu (c) na klimatickém regionu, Česko-slovenská bioklimatologická konference, Lednice na Moravě 2.-4. září 2002, ISBN 80-85813-99-8, s. 544-550
- [14] ZÁKLADNÍ VODOHOSPODÁŘSKÁ MAPA ČR. [online]. 2016 [cit. 2016-05-17] Dostupné z: http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM10_PUB/WMSservice.aspx?

[15] ORTOFOTOMAPA ČR. [online]. 2016 [cit. 2016-05-17].
Dostupné z: <http://ags.cuzk.cz/ArcGIS/services>

[16] GEOLOGICKÁ A GEOMORFOLOGICKÁ MAPA. [online]. 2016 [cit. 2016-05-17]
Dostupné z: <http://mapy.geology.cz/arcgis/services>

[17] EAGRI: Portál farmáře. [online]. 2016 [cit. 2016-05-17].
Dostupné z: <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny/>

[18] ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY BPEJ. [online]. 2016 [cit. 2016-05-17] Dostupné z:
http://geoportal.vumop.cz/wms_vumop/zchbpej.asp?

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Kategorie erozní ohroženosti dle hodnoty dlouhodobé průměrné ztráty půdy [5]	21
Tab. 2 Průměrné roční hodnoty faktoru C pro jednotlivé klimatické regiony [13]	24
Tab. 3 Zastoupení HPJ	28
Tab. 4 Přehled hydrografické sítě.....	32
Tab. 5 Klimatický region [12].....	32
Tab. 6 Celkové rekordy [10]	33
Tab. 7 Roční statistika [10]	33
Tab. 8 Měsíční statistiky – srážky [10]	33
Tab. 9 Měsíční statistiky – teploty [10].....	33
Tab. 10 Určení K faktoru dle HPJ a jeho zastoupení na k.ú.	36
Tab. 11 Zastoupení C faktoru.....	36
Tab. 12 Erozní poměry na vybraných pozemcích.....	37
Tab. 13 Erozní smyv na dílčích povodích, $R = 40 \text{ MJ/ha.cm/h}$	39
Tab. 14 Erozní smyv na dílčích povodích, $R = 48 \text{ MJ/ha.cm/h}$	40
Tab. 15 Erozní smyv na dílčích povodích, $R = 60 \text{ MJ/ha.cm/h}$	40
Tab. 16 Hydrologické skupiny půd [2]	40
Tab. 17 Návrhová srážka, doba opakování 5,10,20,50,100 let	43
Tab. 18 Erozní smyv na povodí P1, různé varianty	43
Tab. 19 P1 – Vstupní veličiny	44
Tab. 20 P1 – Výstupní veličiny	44
Tab. 21 Erozní smyv na povodí P2, různé varianty	45
Tab. 22 P2 – Vstupní veličiny	45
Tab. 23 P2 – Výstupní veličiny	46
Tab. 24 Erozní smyv na povodí P3, různé varianty	47
Tab. 25 P3 – Vstupní veličiny	47
Tab. 26 P3 – Výstupní veličiny	48
Tab. 27 Erozní smyv na povodí P4, různé varianty	49
Tab. 28 P4 – Vstupní veličiny	49
Tab. 29 P4 – Výstupní veličiny	50
Tab. 30 Erozní smyv na povodí P5, různé varianty	51
Tab. 31 P5 – Vstupní veličiny	51
Tab. 32 P5 – Výstupní veličiny	52
Tab. 33 Erozní smyv na povodí P6, různé varianty	53
Tab. 34 P6 – Vstupní veličiny	53
Tab. 35 P6 – Výstupní veličiny	54
Tab. 36 Návrh a posouzení stavu před a po návrhu PEO.....	58
Tab. 37 Porovnání ztráty půdy před a po návrhu opatření	59
Tab. 38 Plošné zastoupení jednotlivých kultur po návrhu plošného PEO [17].....	59
Tab. 39 P1 – Průtoky a objemy před PEO	61
Tab. 40 P1 – Průtoky a objemy po PEO	61
Tab. 41 P2 – Průtoky a objemy před PEO	62
Tab. 42 P2 – Průtoky a objemy po PEO	62
Tab. 43 P3 – Průtoky a objemy před PEO	63
Tab. 44 P3 – Průtoky a objemy po PEO	63
Tab. 45 P4 – Průtoky a objemy před PEO	64

Tab. 46 P4 – Průtoky a objemy po PEO	64
Tab. 47 P5 – Průtoky a objemy před PEO	65
Tab. 48 P5 – Průtoky a objemy po PEO	65
Tab. 49 P6 – Průtoky a objemy před PEO	66
Tab. 50 P6 – Průtoky a objemy po PEO	66
Tab. 51 Využití půdních bloků po návrhu PEO	67
Tab. 52 Erozní smyv na povodí P7, různé varianty	68
Tab. 53 P7 – Vstupní veličiny	68
Tab. 54 P7 – Výstupní veličiny	69
Tab. 55 Přehled vstupních údajů	70
Tab. 56 Přehled objemů povodňových vln a průtoků	72
Tab. 57 Posouzení jednotlivých variant z hlediska ztráty půdy	73
Tab. 58 Posouzení opatření dle ztráty půdy	73
Tab. 59 Náklady na vybudování průlehů	74
Tab. 60 Finanční úspora zbudováním průlehů	74
Tab. 61 Úspora v odtěžení toxických sedimentů z vodního toku	74
Tab. 62 Náklad na realizaci plošných PEO	75
Tab. 63 Úspora plynoucí ze snížení ztráty půdy	75
Tab. 64 Úspora plynoucí ze snížení nákladů na vytěžení sedimentů	75

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Mapa R faktoru [2].....	22
Obr. 2 Přehledná situace ZM50 k.ú. Kostelní Myslová [14]	26
Obr. 3 Geologické poměry [16]	27
Obr. 4 Mapa HPJ [18]	29
Obr. 5 Plošná lokalizace druhů pozemků [17]	30
Obr. 6 Hydrografické sítě a záplavové území	31
Obr. 7 Lokalizace modelových povodí a pozemků.....	34
Obr. 8 Mapa K faktoru	35
Obr. 9 Erozní smyv, $R = 48 \text{ MJ/ha.cm/h}$, K dle HPJ (varianta pro návrh).....	38
Obr. 10 Ukázka nejkritičtějšího erozního smyvu při hodnotě faktorů, $R = 60 \text{ MJ/ha.cm/h}$, $K + 30\%$	39
Obr. 11 Mapa HSP	41
Obr. 12 Mapa CN	42
Obr. 13 Povodí P1: Zastoupení pozemků; erozní smyv ($R=48 \text{ MJ/ha.cm/h}$)	43
Obr. 14 Povodí P2: Zastoupení pozemků; erozní smyv ($R=48 \text{ MJ/ha.cm/h}$)	45
Obr. 15 Povodí P3: Zastoupení pozemků; erozní smyv ($R=48 \text{ MJ/ha.cm/h}$)	47
Obr. 16 Povodí P4: Zastoupení pozemků; erozní smyv ($R=48 \text{ MJ/ha.cm/h}$)	49
Obr. 17 Povodí P5: Zastoupení pozemků; erozní smyv ($R=48 \text{ MJ/ha.cm/h}$)	51
Obr. 18 Povodí P6: Zastoupení pozemků; erozní smyv ($R=48 \text{ MJ/ha.cm/h}$)	53
Obr. 19 Půdní a sklonitostní kritéria pro návrh plošných opatření	56
Obr. 20 Navržená protierozní opatření.....	57
Obr. 21 Erozní smyv po návrhu PEO.....	58
Obr. 22 Původní rozdělení pozemku, původní erozní smyv	70
Obr. 23 Původní návrh a erozní smyv	71
Obr. 24 Současný stav rozdělení pozemků a erozní smyv	71
Obr. 25 Návrh plošných protierozních opatření a příslušný erozní smyv.....	71
Obr. 26 Modelové povodí P2	77
Obr. 27 Modelové povodí P4, spodní část	77
Obr. 28 Propustek u kritického bodu povodí P4	77
Obr. 29 Propustek u kritického bodu na povodí P3	78
Obr. 30 Průlehy se svodným příkopem na modelovém povodí P7	78
Obr. 31 Svodný příkop	78
Obr. 32 Spodní průleh	79
Obr. 33 Horní průleh	79
Obr. 34 Meteostanice	79

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Geologické poměry na k. ú. Kostelní Myslová.....	27
Graf 2 Zastoupení hlavních půdních jednotek	28
Graf 3 Zastoupení jednotlivých kultur na k.ú.	30
Graf 4 ID uživatelů dle množství užívané plochy	30
Graf 5 Klimatické regiony	32
Graf 6 Zastoupení K faktoru	36
Graf 7 Zastoupení C faktoru.....	36
Graf 8 Zastoupení hydrologických skupin půd	40
Graf 9 Zastoupení CN	42
Graf 10 Hydrogram povodňové vlny – povodí P1, N=5, 10, 20, 50 a 100	44
Graf 11 Hydrogram povodňové vlny – povodí P2, N=5, 10, 20, 50 a 100	46
Graf 12 Hydrogram povodňové vlny – povodí P3, N=5, 10, 20, 50 a 100	48
Graf 13 Hydrogram povodňové vlny – povodí P4, N=5, 10, 20, 50 a 100	50
Graf 14 Hydrogram povodňové vlny – povodí P5, N=5, 10, 20, 50 a 100	52
Graf 15 Hydrogram povodňové vlny – povodí P6, N=5, 10, 20, 50 a 100	54
Graf 16 P1 – Hydrogram povodňové vlny před a po návrhu opatření, N=100.....	61
Graf 17 P2 – Hydrogram povodňové vlny před a po návrhu opatření, N=100.....	62
Graf 18 P3 – Hydrogram povodňové vlny před a po návrhu opatření, N=100.....	63
Graf 19 P4 – Hydrogram povodňové vlny před a po návrhu opatření, N=100.....	64
Graf 20 P5 – Hydrogram povodňové vlny před a po návrhu opatření, N=100.....	65
Graf 21 P6 – Hydrogram povodňové vlny před a po návrhu opatření, N=100.....	66
Graf 22 Využití půdních bloků.....	67
Graf 23 Hydrogram povodňové vlny na povodí P7, N=5,10,20,50 a 100	69
Graf 24 Posouzení kulminačních průtoků pro všechny varianty, N=100	72

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

BPEJ	Bonitovaná půdně ekologická jednotka
CN	Curve Number
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČHP	Číslo hydrologického pořadí
DMT	Digitální model terénu
GIS	Geografický informační systém
HPJ	Hlavní půdní jednotka
HSP	Hydrologická skupina půd
k.ú.	Katastrální území
LPIS	Veřejný registr půdy
OPAS	Ochranné pásmo
PEO	Protierozní opatření
SDSO	Stabilizace drah soustředěného odtoku
TTP	Trvalý travní porost
USLE	Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí
ÚSES	Územní systém ekologické stability
VENP	Vyloučení erozně nebezpečných plodin
VN	Vodní nádrž
VT	Vodní tok
ZM50	Základní mapa 1:50 000

SEZNAM PŘÍLOH

Přílohy na DVD:

- 1.1. Ortofoto
- 1.2. Mapa geologických poměrů
- 1.3. Mapa HPJ
- 1.4. Plošná lokalizace druhů pozemků
- 1.5. Mapa hydrografické sítě a záplavových území
- 1.6. Mapa HSP
- 1.7. Mapa CN
- 1.8. Lokalizace modelových povodí posuzovaných pozemků a ÚSES
- 2.1. Mapa erozní ohroženosti území – varianta 1
- 2.2. Mapa erozní ohroženosti území – varianta 2
- 2.3. Mapa erozní ohroženosti území – varianta 3
- 2.4. Mapa erozní ohroženosti území – varianta 4
- 2.5. Mapa erozní ohroženosti území – varianta 5
- 2.6. Mapa erozní ohroženosti území – varianta 6
- 3.1. Mapa organizačních a agrotechnických opatření
- 3.2. Mapa erozní ohroženosti území po návrhu PEO
- 4.1. Územní plán – hlavní výkres [3]