



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

# OCHRANA ZASTAVĚNÝCH ÚZEMÍ OHROŽENÝCH PŘÍVALOVÝMI SRÁŽKAMI

PROTECTING OF BUILT UP AREAS THREATENED BY TORRENTIAL RAINS

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Věra Horáková

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. MIROSLAV DUMBROVSKÝ, CSc.

BRNO 2017



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

# OCHRANA ZASTAVĚNÝCH ÚZEMÍ OHROŽENÝCH PŘÍVALOVÝMI SRÁŽKAMI

PROTECTING OF BUILT UP AREAS THREATENED BY TORRENTIAL RAINS

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Věra Horáková

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. MIROSLAV DUMBROVSKÝ, CSc.

BRNO 2017

## **ABSTRAKT**

Předmětem práce je návrh komplexního systému opatření proti vodní erozi v lokalitě katastrálních území Bílov, Butovice a Velké Albrechtice. Na základě průzkumu a analýzy území, bylo navrženo možné řešení pomocí erozních a hydrologických nástrojů GIS. Pro identifikaci erozně ohrožených pozemků a odtokových poměrů byl využit digitální model terénu, rovnice Wischmeier-Smith a model DESQ. Poté byla vyhodnocena účinnost navržených opatření srovnáním výsledků před a po návrhu opatření.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Eroze půdy

GIS

Protipovodňová ochrana

Povrchový odtok

CN

USLE

DesQ

## **ABSTRACT**

This thesis investigates the design of complex systems measures against water erosion in cadastral areas Bílov, Butovice and Velké Albrechtice. Based on the exploration and analysis of the territory, it was suggested a possible solution by erosion and hydrological GIS tools. To identify areas at risk of erosion and runoff conditions were used a digital elevation model, Wischmeier-Smith equation and model DesQ. After that the effectiveness was evaluated by comparing the results before and after measures.

## **KEYWORDS**

Soil erosion

GIS

Flood protection

Runoff

CN

USLE

DesQ

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP**

Věra Horáková *Ochrana zastavěných území ohrožených přívalovými srážkami*. Brno, 2017. 73 s., 2 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 26. 5. 2017

---

Věra Horáková  
autor práce

## **Poděkování**

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu práce doc. Ing. Miroslavu Dumbrovskému, Csc., za rady a připomínky při zpracování bakalářské práce.

## Obsah

1	Úvod.....	1
2	Literární rešerše stávajících poznatků v dané problematice.....	2
3	Popis přírodních podmínek řešeného území – včetně erozních podmínek.....	5
3.1	Pedologické podmínky.....	5
3.2	Geologické podmínky .....	6
3.3	Hydrologické podmínky.....	7
3.3.1	Vodní toky .....	8
3.3.2	Vodní nádrže.....	9
3.4	Klimatické podmínky.....	9
3.5	Erozní podmínky.....	9
3.5.1	Dráhy soustředěného odtoku.....	13
4	Popis použitých dat a metod pro provedené analýzy .....	15
4.1	Použitá data.....	15
4.1.1	Ortofotomapa .....	15
4.1.2	Mapy – geologická a pedologická.....	15
4.1.3	DIBAVOD .....	15
4.1.4	LPIS.....	15
4.1.5	BPEJ .....	16
4.1.6	Srážkové úhrny.....	16
4.2	Použité metody.....	16
4.2.1	Metoda USLE .....	16
4.2.2	Metoda CN křivek [9].....	19
4.2.3	Kulminační průtok $Q_{pH}$ .....	22
4.2.4	Model DesQ .....	23
5	Identifikace kritických profilů včetně výpočtů jejich základních charakteristik .....	24
5.1	Metoda stanovení kritických bodů.....	24
5.2	Sběrné plochy .....	25
5.2.1	Sběrná plocha 1 .....	25
5.2.2	Sběrná plocha 2 .....	27
5.2.3	Sběrná plocha 3 .....	28
5.2.4	Sběrná plocha 4 .....	29
5.2.5	Sběrná plocha 5 .....	30
5.2.6	Sběrná plocha 6 .....	31

5.3	Výpočet DesQ .....	33
5.3.1	Výpočty pro širokořádkové plodiny – kukuřici .....	34
5.2.2	Výpočty pro úzkořádkové plodiny – obilniny.....	37
5.2.3	Výpočty pro pastviny .....	40
5.4	Ohrožené objekty .....	43
6	Návrh ochranných opatření .....	44
6.1	Vyloučení erozně nepříznivých plodin (VENP).....	46
6.2	Agrotechnická opatření (AGT).....	47
6.3	Protierozní nádrže.....	47
6.3.1	Návrh a dimenze nádrží.....	48
6.4	Trvalý travní porost (TTP) .....	52
6.5	Stabilizace drah soustředěného odtoku (SDSO).....	53
7	Výsledky řešení – textové, tabelární a grafické .....	55
8	Vyhodnocení účinnosti navržených opatření.....	58
8.1	Výpočet DesQ po PEO.....	58
8.2	Výpočet erozního smyvu .....	62
9	Závěr .....	65
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	66
	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	68
	SEZNAM TABULEK.....	70
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....	72
	SEZNAM PŘÍLOH .....	73



# 1 Úvod

V dnešní době je většina pozemků využívána pro zemědělské účely a málokdy jsou i náležitě chráněny proti větrné nebo vodní erozi. U nechráněných pozemků dochází k rozrušování půdy a tím k jejich znehodnocení.

Ve své bakalářské práci se zaměřím na ochranu intravilánu před vodní erozí. Cílem je komplexní náhled a posouzení problematiky vodní eroze a odtoku z krajiny vyvolané přívalovými dešti. Tyto deště mají negativní vliv jak na krajinu, tak i na obec Butovice, jejich obyvatele i majetek. Přívalový déšť, jež je nebezpečný kvůli své vysoké intenzitě, způsobuje vymílání a odnos částeczek půdy do recipientů nebo přímo do intravilánu. Tímto způsobem je vyvolána jak škoda ekologická, jelikož vytvoření úrodné horní vrstvy trvá několik tisíc let, tak i škoda ekonomická, z důvodů menší produkce pěstovaných plodin. Pokud nedojde k zadržení srážkové vody v krajině a umožní se její rychlý odtok do intravilánu obce, je ohrožován lidský majetek a mnohdy i samotné životy lidí či zvířat. Z tohoto důvodu jsou v dnešní době upřednostňovány organizační, technická, biotechnická a agrotechnická opatření, která se snaží o co nejvyšší infiltraci a retenci srážkové vody v krajině.

V řešeném území je organizace a ochrana povodí zaměřena na co nejefektivnější způsob a kombinaci výše uvedených opatření k docílení snížení eroze půdy na zemědělských pozemcích a transformaci povodňové vlny na neškodný průtok. K analýze erozních a odtokových poměrů a pro návrh opatření budou využity erozní a hydrologické nástroje GIS, k výpočtu průtoků v kritických profilech model DesQ.

## 2 Literární rešerše stávajících poznatků v dané problematice

Eroze půd není problém, který se týká pouze České Republiky, ale je to problém, kterým se musí zabývat téměř každý stát na světě. Erozi nelze zastavit, avšak můžeme zmírnit její dopady a následky.

V dnešní době, kdy je půda převážně využívána pro zemědělskou výrobu a velkoplošné odlesňování postupně porušilo přirozený kryt půdy a tím došlo k vystavení jejího povrchu působení erozních sil. Eroze vede ke ztrátě nejurodnější vrstvy půdy – ornice, jejíž nahrazení trvá stovky až tisíce let. Zejména v zemích, kde vzrůstá populace, je toto jedním z největších ekologických ale i ekonomických problémů. Při nedostatku orné půdy může dojít k nedostatku potravin a tím k ekonomickým problémům země. [14]

Vodní eroze je rušivá činnost vody na horninový podklad, vyvolaný dešťovými srážkami. Její projev je zřejmý zejména na svazích s málo odolným podkladem jako „plošná eroze“, v korytě jako „zpětná“, „hloubková“ a „boční eroze“ vlastního toku. Zpětná a hloubková eroze působí převážně v horním toku a formuje strmé svahy údolí do tvaru písmene „V“ nebo v případě zpětné eroze vodopády či jiné stupně na spádové křivce toku. [15]

Na území naší republiky je přibližně 50 % orné půdy ohroženo vodní erozí a téměř 10 % větrnou. Na převážné většině ploch ohrožených erozí, nejsou prováděny systematické ochrany, které by omezovaly ztráty půdy na stanovené přípustné hodnoty, tím méně na úroveň, která by bránila dalšímu snižování mocnosti půdního profilu a ovlivňování kvality vod v důsledku pokračujícího procesu eroze. [9]

Erozní ohroženost v České republice se počítá pomocí tzv. „Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí – USLE“, dle Wichmeiera a Smithe. Jde o empirický vztah vycházející z přípustné ztráty půdy na jednotkovém pozemku o standartní délce 22,13 m a o sklonu 9 %. Tato metoda neumí řešit transport sedimentu, proto se s postupným vývojem výpočetní techniky začalo přistupovat k různým matematickým a fyzikálním modelům, např.: SMODERP. Tyto modely jsou přesnější, podrobnější, umožňují kalibraci, a především se zaměřují na určení transportu splavenin. Se zvětšující se složitostí programů je potřeba kvalitnějších vstupních digitálních dat. Například prostředí GIS je bez digitálních dat nepoužitelné. [9]

V současné době jsou nejlepším nástrojem pro realizaci především technických protierozních a protipovodňových opatření pozemkové úpravy, konkrétně plán společných zařízení v rámci komplexních pozemkových úprav. [9]

Provádění pozemkových úprav upravují legislativní předpisy:

- Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů
- Metodický návod k provádění pozemkových úprav vydaný Ministerstvem zemědělství v roce 2016
- Vyhláška č. 13/2014 Sb., o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav
- Technický standard dokumentace plánu společných zařízení v pozemkových úpravách vydaný Ústředním pozemkovým úřadem v roce 2012

Při řešení komplexních pozemkových úprav, se návrh opatření provádí bez ohledu na současné vlastníky. Jediný aspekt, ke kterému se přihlíží je konfigurace terénu, omezením pro úpravy je akorát zastavěné a zastavitelné území obce dle schváleného územního plánu. Po schválení plánu společných zařízení se řeší vlastnické vztahy a návrh nového umístění pozemku. [18]

Bez pozemkových úprav jsou návrhy zdlouhavé, a to zejména pojednání s vlastníky v rámci územního řízení o umístění stavby prováděné obecnými stavebními úřady. Dalším problémem jsou výkupy pozemků a jejich zpřístupnění.

Pro společná zařízení je přednostně využívána státní a obecní půda. V případě jejich nedostatku umožňuje zákon, aby pozemkový úřad pro potřebu plánu společných zařízení pozemky vykoupil od fyzických osob nebo se na nezbytnou výměru podílí ostatní vlastníci pozemků poměrnou částí podle celkové výměry směřovaných pozemků. Tato poslední možnost je využívána málokdy, jelikož často dochází k odporu ze strany vlastníků, proto raději příslušný pozemkový úřad pozemky od vlastníků vykoupí, ti s tím musí souhlasit. [18]

Plán společných zařízení je složen ze čtyř dílčích celků:

- Zpřístupnění pozemků
- Protierozní ochrana zemědělského půdního fondu
- Vodohospodářská opatření
- Opatření k ochraně a tvorbě životního prostředí

Protierozní opatření a opatření vodohospodářská jsou úzce spojena a vzájemně se doplňují. Základním dělením opatření je technická a netechnická, do nichž patří organizační a

agrotechnická opatření. Netechnická opatření by měla být upřednostňována pře opatřeními technickými. Ovšem zkušenosti s nedodržováním správného hospodaření uživateli na pozemcích, nutí projektanty k návrhům charakteru technického. Organizační a agrotechnická opatření zůstávají součástí návrhu plánu společných zařízení, ale povětšinou zůstávají jen v papírové podobě a jejich dodržování je uživateli pozemků opomíjeno. Mezi technická opatření se řadí průlehy, příkopy, protierozní nádrže, vsakovací pásy, terasy, sedimentační pásy, zatravněné údolnice a další. [19]

Vodohospodářská opatření vychází z analýzy odtokových poměrů v povodí. Důraz je kladen především na retenci vody v krajině, revitalizaci vodních toků, zamezení rychlého odtoku vody a bezpečné odvedení vody do recipientu. Návrhy by se měly odvíjet od velikosti povodňových škod a najít co nejlevnější alternativní řešení. Při návrhu retenčních nádrží je nutné navržením protierozních opatření, z důvodu zanášení nádrží splaveninami. Podle funkce se vodohospodářská opatření dělí na [19]:

- Krajinotvorné vodní nádrže
- Opatření sloužící ke zvýšení retenční schopnosti krajiny
- Opatření zajišťující soustavné zlepšování hydrologických vlastností
- Opatření ke zlepšení vodnosti toků
- Opatření na vodních tocích
- Opatření v povodí
- Opatření k ochraně povrchových a podzemních vod
- Opatření u stávajících vodních děl, závlahových staveb a odvodnění pozemků
- Opatření k ochraně vodních zdrojů

Nedílnou součástí plánu společných zařízení je opatření k ochraně a tvorbě životního prostředí, a to především územní systém ekologické stability. Jde o systém biocenter a biokoridorů, s cílem zajištění ekologické stability krajiny. Zkracují délky svahů, zvyšují infiltrační a retenční schopnosti krajiny, dále doplňují protierozní a vodohospodářská opatření. [19]

## 3 Popis přírodních podmínek řešeného území – včetně erozních podmínek

### 3.1 Pedologické podmínky

V zájmovém území se vyskytuje 5 zástupců půdních typu, a to luvizem (59,7 %), kambizem (21,3 %), hnědozem (9,2 %), fluvizem (6,4 %) a pseudoglej (3,4 %).

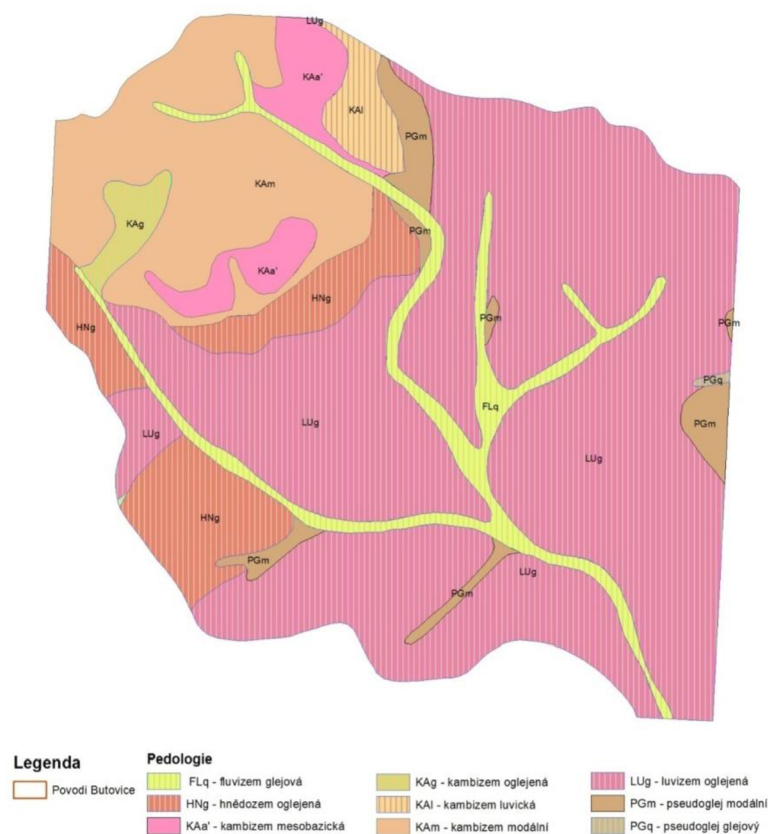
U nejvíce zastoupené luvizemě dochází přibližně po dobu 2 měsíců ke stavu, kdy je vlhkost půdy ve svrchních částech profilu větší než maximální kapilární vodní kapacita. Po zbytek roku se vlhkost pohybuje v rozmezí polní vodní kapacity až bodu vadnutí. Jsou velice náchylné k erozi. [1]

Kambizemě můžeme nalézt v širokém rozpětí nadmořských výšek, a tudíž i v rozdílných klimatických regionech, což způsobuje jejich rozdílný vývoj. Kvalita humusu je rozdílná a směrem k nižším polohám vzrůstá. Mají sklon k acidifikaci (okyselování). Faktory limitující zemědělské využití jsou: klima, svažitost, skeletovitost, hloubka profilu a půdní acidita. Ve svahových polohách jsou značně ohroženy vodní erozí, proto se upřednostňuje orba po vrstevnicích, sklony nad 12° je lepší využívat jako TTP. [2]

Hnědozemě jsou tvořeny ze spraší prachovic a polygenetických hlín pod původními doubravami a habrovými doubravami. Vyskytují se převážně v nižších oblastech pahorkatin a na okraji nížin v nadmořských výškách 150-450 m. n. m (700 m. n. m. – jen výjimečně). Jsou vázány především na plošiny, případně jen mírně zvlněné pahorkatiny. Původním porostem na hnědozemí byl les, v dnešní době jsou však téměř zcela zemědělsky využívány. [3] [4]

Jak je patrné z Obrázku 3.1, tak se fluvizemní typy půd vyskytují převážně v úzkých pruzích. Vznikaly v recentních nivách vodního toku, které dosud jsou nebo donedávna byly pod vlivem záplav a často bývají hodně úrodné. [3]

Pseudogleje jsou převlhčené přibližně do 50 cm, tato výraznost s hloubkou klesá. Můžeme je nalézt v rovinatých částech reliéfu humidnějších oblastí. Jedná se o půdy s udickým – periodicky akvickým vodním režimem. [3]



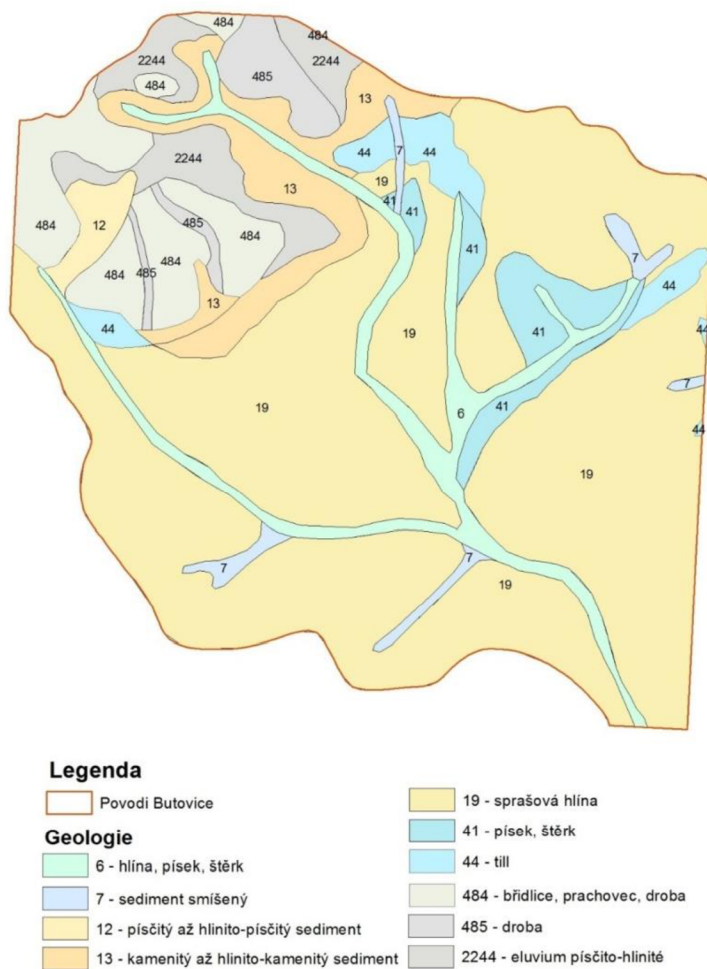
Obrázek 3.1 - Pedologické podmínky

## 3.2 Geologické podmínky

V řešeném území převládá zástup nezpevněných sedimentů, které zaujímají 84,4 % z celkové plochy. Vznikly druhotným usazením již dříve rozrušených úlomků hornin a jejich redepozicí. Jejich stav zůstává velmi podobný jako při jejich usazení a většinou jsou terciérního a jako i v tomto případě zejména kvartérního stáří. [5]

Dále se zde vyskytují sedimenty zpevněné, jež zaujímají 10,6 %. Rozdíl oproti nezpevněným sedimentům je ten, že prošly po svém usazení obdobím diagenéze (litrifikace). Při diagenézi dochází postupně ke stmelení, rekrystalizaci, intrastratálnímu rozpouštění, metasomatóze a autigenézi původního sedimentu, přičemž stupeň diagenéze závisí na hloubce pohřbení, tlacích okolních hornic, teplotách, migrujících roztocích a dalších faktorech. [6]

Posledním zástupcem v řešené oblasti je eluvium, které zaujímá 5 %. Jedná se o tzv. zvětraliny, které nebyly v průběhu procesu přemístěny, a uchovali si alespoň zčásti strukturní znaky původních hornin. [7]



Obrázek 3.2 - Geologické podmínky

### 3.3 Hydrologické podmínky

Oblast se nachází v hlavním povodí řeky Odry, která protéká jižně od řešeného území. Územím protéká potok Butovice. Je to jediný tok, který má dle hydrologického seznamu podrobného členění povodí vodních toků ČR oficiální název. Zbylé toky byly pojmenovány pro tuto práci viz. Tabulka 3.1.

V severo-západní části se nacházejí dvě menší vodní nádrže a třetí nádrž se nachází nedaleko intravilánu obce Butovice.



Obrázek 3.3 - Hydrologické podmínky

### 3.3.1 Vodní toky

Obcí protéká Butovický potok, na který se napojují další vodní toky, které jak již bylo zmíněno nejsou oficiálně pojmenovány. Potok má celkovou délku 6537,3 m.

Tabulka 3.1: Vodní toky

Název toku	Délka toku	Číslo hydrologického pořadí dílčího povodí	Číslo hydrologického pořadí pramenného povodí
	[m]	ČHP	
Butovický potok	3396,81	2-01-01-1120-0-00	2-01-01-1120-0-00
Butovický potok	855,20	2-01-01-1120-0-00	2-01-01-1120-0-00
Butovický potok	2012,24	2-01-01-1120-0-00	2-01-01-1120-0-00
Butovický potok	273,02	2-01-01-1120-0-00	2-01-01-1120-0-00
Vodní tok 1	440,52	Neznámé	Neznámé
Vodní tok 1	346,00	Neznámé	Neznámé
Vodní tok 1	460,77	Neznámé	Neznámé
Vodní tok 2	30,81	Neznámé	Neznámé
Vodní tok 3	1030,89	Neznámé	Neznámé
Vodní tok 4	269,28	Neznámé	Neznámé
Vodní tok 5	622,73	Neznámé	Neznámé
Vodní tok 5	165,01	Neznámé	Neznámé
Vodní tok 5	2090,37	Neznámé	Neznámé
Vodní tok 6	168,37	Neznámé	Neznámé
Vodní tok 7	39,49	Neznámé	Neznámé



### 3.3.2 Vodní nádrže

Tabulka 3.2: Vodní nádrže

Název nádrže	Plocha	NADR_GID
	[m <sup>2</sup> ]	
VN_2	1940,680	2-01-01-1120-0-01
VN_1	563,864	2-01-01-1120-0-02
VN_3	697,372	2-01-01-1120-00-3

### 3.4 Klimatické podmínky

Převážná část oblasti spadá do šestého klimatického regionu, který má označení MT 3. Jedná se o mírně teplý, vlhký, nížinný region s vláhovou jistotou na 10. Pravděpodobnost suchého vegetačního období se pohybuje v rozmezí 0-10 %. Průměrná roční teplota je 7,5-8,5 °C a roční úhrn srážek 700-900 mm.

Západní oblast spadá do sedmého klimatického regionu, jež je označen MT 4. jde o mírně teplý, vlhký region. Vláhová jistota je stejná jako u šestého klimatického regionu, tj. nad 10. Suchá vegetační období jsou v rozmezí pravděpodobnosti 5-15 %. Průměrná roční teplota se pohybuje mezi 6-7 °C a úhrn srážek 650-750 mm.

### 3.5 Erozní podmínky

Eroze půdy ochuzuje zemědělskou půdu o její nejúrodnější část – ornici, snižuje obsah živin a humusu, zhoršuje fyzikálně chemické vlastnosti půd, zmenšuje mocnost půdního profilu, ovlivňuje zrnitost půdy, poškozují plodiny a znesnadňuje hospodaření na polích. [8]

Pro porovnání byly pro ornou půdu vloženy tři různé hodnoty faktory ochranného vlivu vegetace C. A to pro širokořádké plodiny C = 0,61, pro klimatický region C = 0,216 a pro zatravnění C = 0,1.

V řešeném území se vyskytují půdy hluboké, pro ně může být uvažováno s hodnotou  $G_{\max} = 10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ , avšak je doporučeno použít hodnotu  $G_{\max} = 4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ . V tabulce 3.4 budou červeně zvýrazněna čísla, která překročila hodnotu  $4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ . [9]

Tabulka 3.3: Erozní poměry na pozemcích při uvažování různých faktorů C

Pro ornou půdu C =		0,1		0,216		0,61	
Označení erozních ploch	Plocha	Ø smyv	Celkový smyv	Ø smyv	Celkový smyv	Ø smyv	Celkový smyv
	[ha]	[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]		[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]		[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	
1	17,40	4,3	30182,7	9,4	65194,7	26,5	184114,6
2	53,73	5,3	113131,1	11,4	244363,2	32,1	690099,7
3	2,71	7,1	7688,2	15,3	16606,6	43,3	46898,2
4	14,34	6,7	38257,8	14,4	82636,8	40,7	233372,4
5	3,26	4,2	5434,9	9,0	11739,4	25,4	33153,1
6	7,22	3,7	10691,7	8,0	23094,0	22,6	65219,3
7	2,92	0,7	867,3	1,6	1873,3	4,5	5290,3
8	19,09	4,8	36806,4	10,4	79501,7	29,4	224518,7
9	19,21	6,4	48953,6	13,8	105739,8	38,9	298617,1
10	26,25	5,4	56183,4	11,6	121356,1	32,6	342718,6
11	6,12	5,1	12455,2	11,0	26903,2	31,0	75976,6
12	4,87	7,0	13688,6	15,2	29567,3	42,8	83500,2
13	42,57	5,0	84345,0	10,7	182185,2	30,2	514504,4
14	15,46	5,7	34994,6	12,2	75588,4	34,5	213467,1
15	8,87	9,3	32856,0	20,0	70969,0	56,5	200421,8
16	2,66	2,5	2695,6	5,5	5822,5	15,5	16443,3
17	6,62	3,0	7875,6	6,4	17011,2	18,1	48040,9
18	7,29	66,2	192843,0	66,2	192963,0	66,3	193370,6
19	15,00	5,1	30847,2	11,1	66629,9	31,4	188167,8
20	34,34	8,2	112466,7	17,6	242318,8	49,8	683368,3
21	3,74	2,0	3035,4	4,4	6556,6	12,4	18516,2
22	32,95	5,7	75512,6	12,4	163107,2	34,9	460626,8
23	9,02	6,6	23629,5	14,2	51039,7	40,0	144140,0
24	2,58	0,5	501,4	0,5	501,4	0,5	501,4
25	40,81	5,7	92456,0	12,2	199705,0	34,5	563981,9
26	3,82	3,9	5917,1	8,4	12781,0	23,6	36094,4
27	12,45	4,1	20625,7	8,9	44551,5	25,3	125816,8
28	3,46	9,7	13461,9	21,0	29077,6	59,3	82117,4
29	3,19	5,7	7248,4	12,3	15656,5	34,7	44215,3
30	6,97	4,8	13440,2	10,4	29030,7	29,4	81984,9
31	19,42	5,1	39681,8	11,0	85711,5	31,2	242053,8
32	2,75	4,1	4560,6	9,0	9850,9	25,3	27819,6
33	4,28	11,1	19063,0	24,0	41175,7	67,9	116283,3
34	29,21	9,5	111123,9	20,5	240025,8	58,0	677847,8
35	2,80	0,5	606,1	0,6	691,5	0,9	981,7
36	4,19	6,9	11513,1	14,8	24868,4	41,9	70230,1
37	3,33	1,1	1509,2	1,1	1509,2	1,1	1509,2
38	3,00	18,3	21968,4	39,5	47451,7	111,7	134007,3
39	2,79	4,2	4691,3	9,1	10133,2	25,7	28617,0
40	2,08	5,6	4674,4	12,1	10096,7	34,3	28513,9

Pro ornou půdu C =		0,1		0,216		0,61	
Označení erozních ploch	Plocha	Ø smyv	Celkový smyv	Ø smyv	Celkový smyv	Ø smyv	Celkový smyv
	[ha]	[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]		[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]		[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	
41	2,70	7,5	8133,5	16,3	17568,3	45,9	49614,3
42	3,62	1,8	2585,5	3,9	5584,6	10,9	15771,4
43	18,26	8,8	64253,0	19,0	138786,4	53,7	391943,0
44	5,37	7,4	15869,3	16,0	34277,8	45,0	96802,9
45	4,19	10,2	17082,3	22,0	36897,8	62,2	104202,1
46	5,81	6,7	15565,6	14,5	33621,7	40,8	94950,2
47	2,79	0,9	994,1	0,9	994,1	0,9	994,1
48	2,30	13,6	12512,9	29,4	27027,8	83,0	76328,6
49	2,04	0,6	499,6	0,6	517,3	0,7	577,2
50	7,92	0,8	2621,8	0,8	2621,8	0,8	2621,8
51	2,93	6,4	7463,1	13,8	16120,4	38,9	45525,2
52	8,95	9,7	34601,2	20,9	74738,6	59,0	211067,4
53	7,05	4,5	12721,3	9,7	27478,0	27,5	77599,8
54	14,87	10,1	59943,7	21,8	129478,4	61,5	365656,7
55	4,03	0,6	1013,9	0,7	1104,9	0,9	1413,9

Z tabulky jasně vyplývá, že při zvýšení hodnoty C, dojde ke zvýšení vodní eroze a tím spíše se překročí přípustný erozní smyv.

Pro lepší viditelnost rozdílů erozního smyvu na obrázcích, bylo použito stejné měřítko pro všechny hodnoty C.

Rozmezí erozních smyvů pro jednotlivé C faktory:

C = 0,1                                      0-370 t.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>

C = 0,216                                    0-510 t.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>

C = 0,61                                      0-1500 t.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>



Obrázek 3.4 - Erozní smyv v rámci celého území pro  $C = 0,1$



Obrázek 3.5 - Erozní smyv v rámci celého území pro  $C = 0,216$



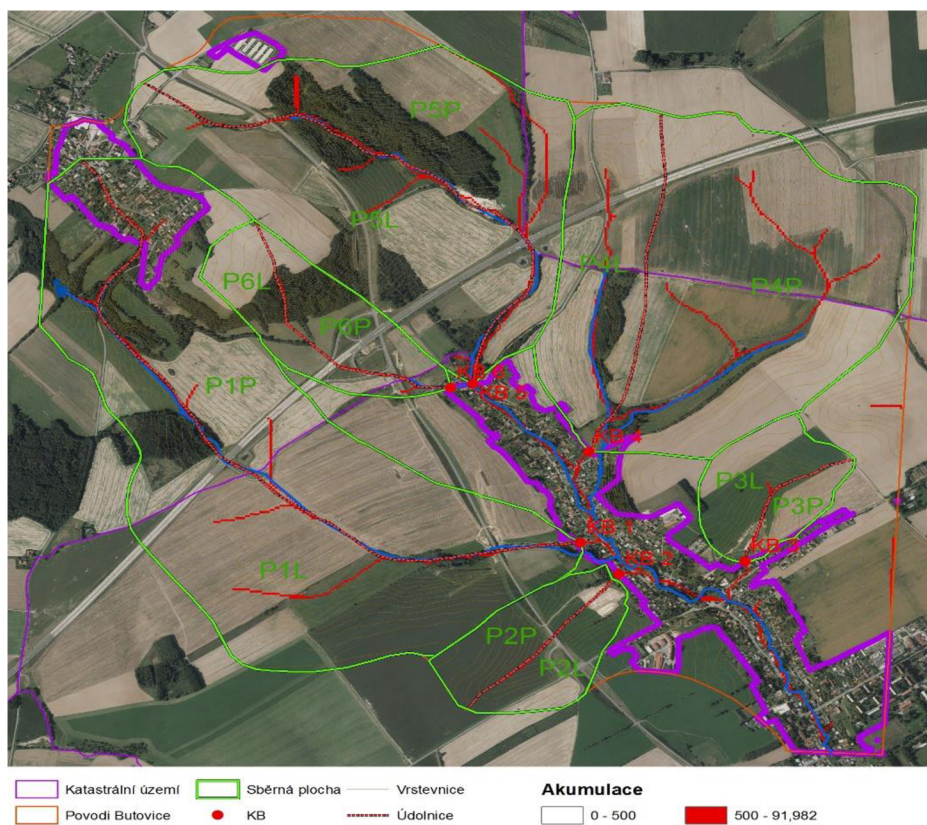
Obrázek 3.6 - Erozní smyv v rámci celého území pro  $C = 0,61$

### 3.5.1 Dráhy soustředěného odtoku

Vznikají tam, kde je sběrná plocha větší než 5 ha. Pro analýzu kritických profilů byl použit DMT, ze kterého se v prostředí GIS odvozuje směr, délka a akumulace odtoku. Čísla CN byla odvozena pomocí zonální statistiky v nadstavbě GIS SpatialAnalyst na základě HSP a vegetačního pokryvu. [12]

Na mapě se vyskytuje hned několik kritických profilů, které je potřeba analyzovat, posoudit a případně navrhnout ochranná opatření. Pozornost budeme věnovat především profilům u intravilánu obce. Pokud je množství vody z povodí větší než přípustné, je nutno navrhnout příslušná opatření k retenci a infiltraci vody v krajině.

V řešeném území bylo identifikováno 6 nejkritičtějších profilů viz. Obrázek 3.4. Vstupní hodnoty výpočty a grafy viz. kapitola 5.2 Výpočet DesQ.



Obrázek 3.7 - Mapa kritických profilů

Tabulka 3.4: Erozní smyv v rámci sběrných ploch

C =	0,1		0,216		0,61	
Název plochy	Ø smyv	Celkový smyv	Ø smyv	Celkový smyv	Ø smyv	Celkový smyv
	[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]		[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]		[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	
P1L	9,2	374356	14,3	581374	31,65	1283990
P1P	6,8	141006	14,6	300985	40,87	844831
P2L	6,1	27224	13,0	58225	37,15	165844
P2P	7,7	48321	16,8	104554	47,21	294758
P3L	7,0	48140	15,1	103993	42,58	293656
P3P	10,0	27424	21,6	59217	61,10	167287
P4L	6,0	99744	12,9	215501	36,44	608439
P4P	5,1	258916	11,1	558851	31,32	1577895
P5L	9,3	205880	20,0	444324	56,36	1254364
P5P	7,5	146917	16,1	314277	45,31	882817
P6L	5,7	28081	12,1	59704	33,82	167262
P6P	4,8	13127	10,3	28303	28,97	79773

## 4 Popis použitých dat a metod pro provedené analýzy

### 4.1 Použitá data

#### 4.1.1 Ortofotomapa

V současné době je nejznámějším a nejpoužívanějším produktem letecké fotogrammetrie. Jedná se o mozaiku leteckých měřických snímků, které jsou umístěny v souřadném systému a jsou opraveny o výškové poměry. Díky reálnému a srozumitelnému podání krajiny, vysoké vypovídací schopnosti a množství zachycených detailů je jedinečným mapovým podkladem a zdrojem informací. [16]

Zdroj: [http://geoportal.cuzk.cz/WMS\\_ORTOFOTO\\_PUB/WMSservice.aspx?](http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx?)

#### 4.1.2 Mapy – geologická a pedologická

Zobrazují informace o geologickém podloží, jeho stavbě, složení, jeho vhodnosti pro stavební činnost, údaje o podzemních vodách, údaje o ložiscích nerostných surovin apod.

Umožňují rychle zjistit a pochopit jak geologickou nebo pedologickou stavbu tak i stanovit charakteristiku podloží v požadovaném místě. [17]

Zdroj geologické mapy: [http://mapy.geology.cz/geocr\\_50/](http://mapy.geology.cz/geocr_50/)

Zdroj pedologické mapy: <http://mapy.geology.cz/pudy/>

#### 4.1.3 DIBAVOD

Digitální báze vodohospodářských dat je pracovní označení návrhu katalogu typů objektů jako tematické vodohospodářské nadstavby ZABAGED.

Z této databáze jsme využili data pro vodní toky a nádrže.

Zdroj: <http://www.dibavod.cz/index.php?id=27&PHPSESSID=82e4e882518b93a1dd71a2df34289cbd>

#### 4.1.4 LPIS

Jde o geografický informační systém, který je tvořen zejména evidencí využití zemědělské půdy. Primárně slouží k ověřování údajů v žádostech o dotace ve vazbě na zemědělskou půdu poskytovaných ze zdrojů EU nebo z národních dotačních programů. [13]

Zdroj: <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny/>

## 4.1.5 BPEJ

Bonitovaná půdně ekologická jednotka je pětimístný číselný kód charakterizující zemědělské pozemky. Jednotlivé číselné hodnoty vyjadřují hlavní půdní a klimatické podmínky, které mají vliv na produkční schopnost zemědělské půdy a její ekonomické ohodnocení. [9]

Z této vrstvy byla zjištěna hlavní půdní jednotka (HPJ), dle které se přiřadil K faktor.

Zdroj: poskytnuto od vedoucího bakalářské práce

## 4.1.6 Srážkové úhrny

Byly použity hodnoty maximálních 1denních srážkových úhrnů pro doby opakování 5, 10, 20, 50 a 100 let.

Zdroj: program DesQ, srážková stanice Nový Jičín

## 4.2 Použité metody

### 4.2.1 Metoda USLE

Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí (Universal Soil Loss Equation = USLE) je nejznámější a v praxi nejvíce používaným (empirickým) erozním modelem. Byl definován americkým statistikem Waltem Wischmeierem v roce 1978 za spolupráce s jeho školitelem Dwightem Smithem. Díky analýze dat, kterou byl Wischmeier pověřen (10 000 záznamů) bylo možné stanovit empirický model předpovědi eroze. [9]

Rovnice je vyjádřena součinem faktorů ovlivňujících vodní erozi.

$$G = R * K * L * S * C * P \quad [t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}] \quad (4.1)$$

Kde:

- G průměrná dlouhodobá ztráta půdy erozí [ $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ]
- R faktor erozní účinnosti dešťů, jenž je definován v závislosti na četnosti jejich výskytů, úhrnu, intenzitě a kinetické energii [ $MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}$ ]
- K faktor erodovatelnosti půdy, který je vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty a propustnosti [ $t \cdot h \cdot MJ^{-1} \cdot cm^{-1}$ ]



- L faktor délky svahu vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikosti ztráty půdy erozí (bezrozměrný – poměr smyvu ke smyvu na jednotkovém pozemku délky 22,13 m)
- S faktor sklonu svahu vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí (bezrozměrný – poměr smyvu ke smyvu na jednotkovém pozemku sklonu 9%)
- C faktor ochranného vlivu vegetace, který je vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice (bezrozměrný – poměr smyvu ke smyvu na jednotkovém pozemku s trvalým úhorem)
- P faktor účinnosti protierozních opatření (bezrozměrný – poměr smyvu ke smyvu na jednotkovém pozemku obdělávaném ve směru sklonu pozemku)

Rovnice USLE prodělala během posledních 30 let další úpravy a zlepšení.

#### 4.2.1.1 *Faktor erozní účinnosti přívalového deště – R*

Tento faktor je závislý na četnosti výskytu srážek, jejich kinetické energii, intenzitě a úhrnu.

Roční hodnota faktoru R se určuje z dlouhodobých záznamů o srážkách a představuje součet erozní účinnosti jednotlivých přívalových dešťů, které se v daném roce vyskytli, přičemž deště s úhrnem menším jak 12,5 mm se neuvažují a pokud v průběhu 15 minut nespadlo alespoň 6,25 mm. [9]

S ohledem na problémy metodického a podkladového charakteru, které stanovení tohoto faktoru provázejí, není výhodné regionalizovat faktor R pro Českou republiku. Uvažuje se proto průměrná hodnota  $R = 40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ . [9]

Tato hodnota byla uvažována i při výpočtech v této práci.

#### 4.2.1.2 *Faktor erodovatelnosti půdy – K [9]*

Jedná se o náchylnost půdy k erozi. V USLE je tento faktor definován jako ztráta půdy ze standardního pozemku vyjádřena v  $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$  na jednotku faktoru erozní účinnosti deště R.

Stanovení:

1. Podle vztahu odvozeného pro faktor K
2. Podle nomogramu sestrojeného na základě uvedeného vztahu

3. Přibližně podle hlavních půdních jednotek (HPJ) bonitační soustavy půd nebo podle půdních typů, subtypů a variet Taxonomického klasifikačního systému půd ČR. V našem případě jsme použili třetí metodu, tj. stanovení dle HPJ.



Obrázek 4.1 - Mapa HPJ

#### 4.2.1.3 Topografický faktor LS

Vyjadřuje vliv sklonu a délky na intenzitu eroze. Udává poměr ztráty půdy na vyšetřovaném pozemku ke ztrátě půdy na standardním pozemku o délce 22,13 m a sklonu 9 %.

Tento faktor byl určen metodou UCA (Unit Contribution Area). [10]

$$LS = \left(\frac{A_s}{22,13}\right)^m * \left(\frac{\sin \alpha}{0,09}\right)^n \quad (4.2)$$

Kde:

- LS topografický faktor
- $A_s$  jednotková plocha odtoku (UCA)
- $\alpha$  sklon v radiánech
- m kalibrační parametr (cca 0,4-0,56)
- n kalibrační parametr (cca 1,2-1,3)

Tato metoda spočívá v nahrazení horizontální projekce nepřerušené délky svahu ( $l_d$ ) v původním vzorci dle Wismaiera a Smithe jednotkovou zdrojovou plochou ( $A_s$ ). Tato plocha je v prostředí GIS generována vynásobením rastru akumulace povrchového odtoku a délkou hrany pixelu uváděnou v metrech. V našem případě se jedná o délku 5m.

Výhoda v použití této metodiky je zejména v rychlosti vyhodnocení větších oblastí. Nevýhodou naopak je lokální nadhodnocení výsledného smyvu způsobené konvergencí terénu. [10]

#### 4.2.1.4 Faktor ochranného vlivu vegetace – C

Vliv tohoto faktoru na smyv půdy se projevuje přímou ochranou povrchu půdy před destruktivním působením dopadajících dešťových kapek a zpomalováním rychlosti povrchového odtoku a nepřímo působením vegetace na půdní vlastnosti, zejména na pórovitost a propustnost, včetně omezení možnosti zanášení pórů jemnými půdními částicemi a mechanickým zpevněním půdy kořenovým systémem. [9]

Pro řešení protierozní ochrany pozemků a posouzení jejich dlouhodobé erozní ohroženosti se faktor C stanoví pro danou strukturu pěstovaných plodin podle postupu jejich střídání na pozemcích, včetně období mezi střídáním plodin a při určení nástupu a způsobu agrotechnických prací v 5-ti obdobích [9]:

1. Období podmínky a hrubé brázdy
2. Období od přípravy pozemku k setí do jednoho měsíce po zasetí nebo sázení
3. Období pro dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí či sázení, u ozimu do 30.4.
4. Období od konce 3. období do konce sklizně
5. Období strniště

#### 4.2.1.5 Faktor účinnosti protierozních opatření – P

Pokud nejsou na pozemku žádná opatření nebo je nelze předpokládat, pak nelze s účinností příslušných protierozních opatření vyjádřených hodnotami faktoru P počítat a hodnota faktoru  $P=1$ . [9]

### 4.2.2 Metoda CN křivek [9]

Tato metoda řeší problematiku přímého odtoku z významných dešťů na povodí bez limnigrafického měření (Curve Number Method = CN). Byla vyvinuta americkou Službou ochrany půd (U. S. Soil Conservation Service) a v současnosti je používána v mnoha zemích světa, včetně České republiky. [9]

Pro svou jednoduchost a dostupnost vstupních údajů je velice oblíbená. Jednoduchost této metody spočívá v reakci odtoku z přívalové deště na čtyři snadno pochopitelné vlastnosti povodí: půdní hydrologické charakteristiky, využití a obhospodařování půdy, vlastnosti povrchu a předchozí nasycenost povodí. Je doporučována zejména pro malá povodí do plochy cca 10 km<sup>2</sup>. [9]

Metoda CN je modelem infiltrační ztráty a původně byla vytvořena jako celkový model, jak prostorový, tak i časový, pro převod výšky přívalové srážky na objem přímého odtoku. Nedostatkem je, že nepopisuje prostorové a časové variability a její použitelnost je omezena na modelování ztrát při přívalových deštích. [9]

Princip metody je založen na hypotéze lineárního vztahu poměru skutečného a maximálně možného (potencionálního) rozdílu výšky srážky  $H_S$  a výšky přímého odtoku z ní  $H_O$  a poměru hodnot ke srážce:

$$H_O = \frac{(H_S - 0,2 * A)^2}{H_S + 0,8 * A} [mm]; \text{ pro } H_S > 0,2 * A \quad (4.3)$$

Kde:  $H_S$  výška srážky [mm]

$H_O$  výška přímého odtoku [mm]

$A$  potencionální retence aktivní zóny povodí [mm] vyjádřena pomocí křivek CN

$$A = 25,4 * \frac{1000}{CN} - 10 [mm] \quad (4.4)$$

Objem přímého odtoku:

$$O_{ph} = 1000 * P_p * H_O [m^3] \quad (4.5)$$

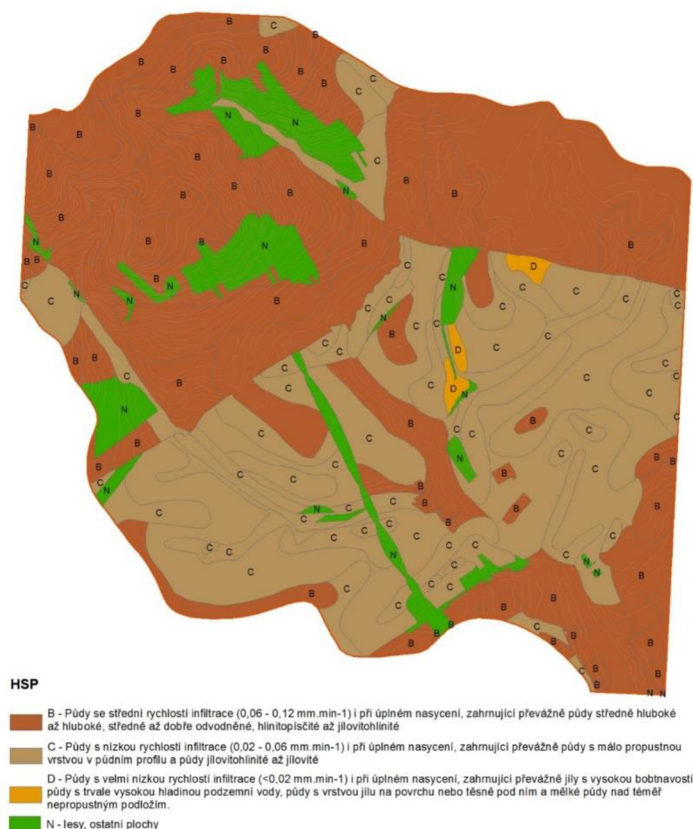
Kde:  $P_p$  plocha povodí [km<sup>2</sup>]

#### Návrhový déšť [9]

O tuto hodnotu pro vyšetřované území je nutné požádat ČHMÚ. Rámcově lze použít hodnoty úhrnů maximálních 24 - hodinových srážek s návrhovou četností výskytu pro nejbližší stanici ČHMÚ.

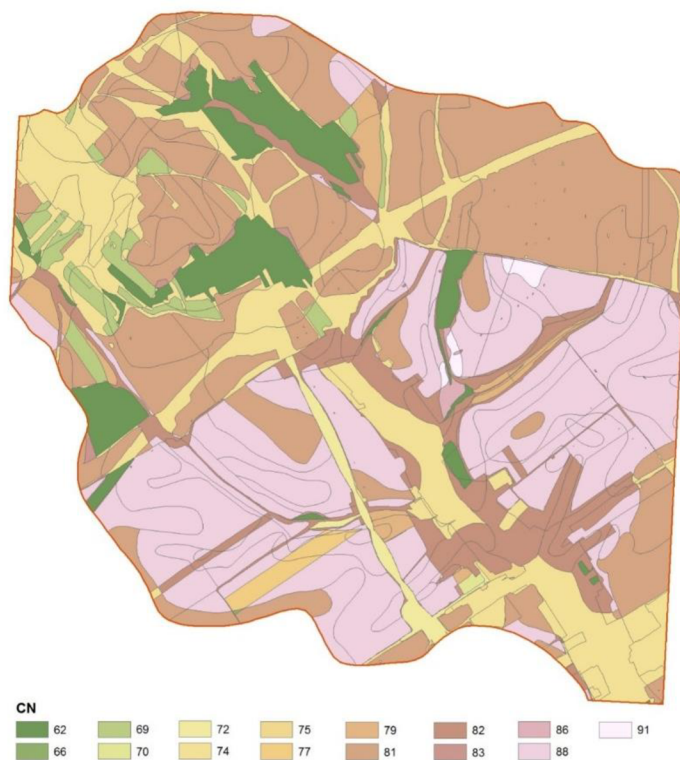
Čísla odtokových křivek (CN) jsou určena podle:

- Hydrologických vlastností půd*, které jsou rozděleny do 4 skupin A, B, C, D, na základě minimálních rychlostí infiltrace vody do půdy bez pokryvu po dlouhodobém sycení.



Obrázek 4.2 - Mapa hydrologických skupit půd (HSP)

- b) *Vlhkosti půdy* určované na základě 5denního úhrnu předcházejících srážek, respektive indexu předchozích srážek (IPS) ve 3 stupních, kdy IPS I odpovídá takovému minimálnímu obsahu vody v půdě, který ještě umožňuje uspokojivou orbu a obdělávání, při IPS III je půda přesycena vodou z předcházejících dešťů. Pro návrhové účely se uvažuje IPS II.
- c) *Využití půdy*, vegetačního pokryvu, způsobu obdělávání a uplatnění protierozních opatření.



Obrázek 4.3 - Mapa CN

### 4.2.3 Kulminační průtok $Q_{pH}$

Určení tohoto průtoku je obtížnou částí nepřímých hydrologických metod. Povodí s podstatně rozdílnými čísly CN a dobou koncentrace povrchového odtoku v důsledku různé sklonitosti svahů, půd a způsobu jejich využití je nutné rozdělit na dílčí povodí.

Při výpočtu se v metodě odtokových křivek používá poměru  $I_a/H_s$ , což je poměr počáteční akumulace k jednodennímu maximálnímu srážkovému úhrnu. Pro tento poměr se podle doby koncentrace určí jednotkový kulminační průtok  $q_{pH}$  z nomogramu. [9]

Objem přímého odtoku  $O_{ph}$  je dán vztahem:

$$O_{ph} = 1000 * P_p * H_0 \quad [m^3] \quad (4.6)$$

Kde:  $P_p$  plocha povodí [ $km^2$ ]

$H_0$  přímý odtok [mm]

Kulminační průtok  $Q$  se stanoví ze vztahu:

$$Q = 0,00043 * q_{pH} * P_p * H_0 * f \quad [m^3 \cdot s^{-1}] \quad (4.7)$$

Kde:  $q_{pH}$  jednotkový kulminační průtok

$P_p$  plocha povodí [ $km^2$ ]

$H_0$  výška odtoku [mm]

$f$  opravný součinitel pro rybníky a mokřady

#### 4.2.4 Model DesQ

Model DesQ se používá pro výpočet maximálních a návrhových průtoků ve stanovených kritických profilech malých povodí na základě údajů o přívalových deštích, jejich intenzitě a době trvání. Výsledkem jsou údaje potřebné pro dimenzování protipovodňových opatření. [11]

Pomocí tohoto modelu se v nepozorovaných profilech povodí stanovují [11]:

- maximální N-letý průtok, způsobený deštěm kritické doby trvání
- maximální N-letý průtok, způsobený deštěm navrhnuté doby trvání a náležití náhradní intenzity
- maximální průtok, vyvolaný deštěm navrhnuté doby trvání a intenzity
- N-letý objem a tvar povodňové vlny, vyvolaný maximálním N-letým jednodenním srážkovým úhrnem
- vliv agrotechnických a technických opatření v povodí na maximální průtok
- velikost objemu a tvar povodňové vlny

## 5 Identifikace kritických profilů včetně výpočtů jejich základních charakteristik

### 5.1 Metoda stanovení kritických bodů

Z hydrologicky korektního digitálního modelu terénu (DMT) vytvořeného na základě vrstevnic ZABAGED je odvozena mapa směrů odtoků pomocí funkce *flow direction*. Na základě analýzy směrů odtoku se následně provede v programu GIS pomocí funkce *flow accumulation* generování akumulace odtoku a následné odvození hydrografické mikrosítě drah soustředěného povrchového odtoku (DSO) v závislosti na velikosti připínavající plochy 0,5 km<sup>2</sup>.

V místech, kde vygenerované akumulace vnikají do zastavěné části obcí, se stanoví tzv. kritické body. Bod je určen průsečíkem akumulace  $\geq 0,5 \text{ km}^2$  a hranice intravilánu. Z hlediska plošného rozsahu příčinného jevu přívalových srážek a primárně lokálních důsledků následných povodní se dále uvažují ty kritické body, jejichž přispívající plocha nepřesáhne velikost rozlohy 10 km<sup>2</sup>.

K těmto bodům se následně vytvoří údolnice a polygony sběrných ploch.

Stanoveným sběrným plochám se pomocí nástroje *Spatial Analyst (SA) – Calculate geometry* stanoví jejich rozloha.



## 5.2 Sběrné plochy

### 5.2.1 Sběrná plocha 1

Nachází se v jiho-západní části a jde o největší sběrnou plochu v řešeném území, jejíž celková výměra je 2,5 km<sup>2</sup> s údolnicí o délce 3,41 km a průměrným sklonem 3,83 %.

Na území se nacházejí 2 vodní nádrže. Nádrže jsou mezi sebou propojeny a vytéká z nich potok, jež nemá oficiální název. Pro tuto práci byl pojmenován „Vodní tok 5“, napojuje se na potok Butovický a má celkovou délku 2,88 km. Na kilometru 0,17 se na něj napojuje Vodní tok 6 o délce 0,17 km a na km 0,79 „Vodní tok 7“ o délce 0,04 km.

Plocha je využívána převážně pro zemědělské účely. V jižní části se nachází pozemek o výměře 0,073 km<sup>2</sup>, na níž se pěstují rychle rostoucí dřeviny.

Sběrnou plochou vede dálnice D1 a silnice II. třídy č. 479. V severní části zasahuje do obce Bílov.

Tabulka 5.1: Tabelární výčet sběrné plochy č. 1

	Ø sklon	Plocha,	Délka	Max nadmořská výška	Min nadmořská výška
	[%]	[ha]	[km]	[m. n. m.]	[m. n. m.]
Sběrná plocha	6,69	250,09	-	-	-
Údolnice	3,83	-	3,41	354,00	247,00
	Počet	Plocha, délka	Jednotka		
Orná půda	19	149,7	[ha]		
Lesy	6	13,4	[ha]		
TTP	12	22,0	[ha]		
Rychle rostoucí dřeviny	1	7,3	[ha]		
Ostatní plochy	-	79,5	[ha]		
Toky	3	2908,5	[m]		
Nádrže	2	2504,6	[m <sup>2</sup> ]		



Obrázek 5.1 – Sběrná plocha č. 1

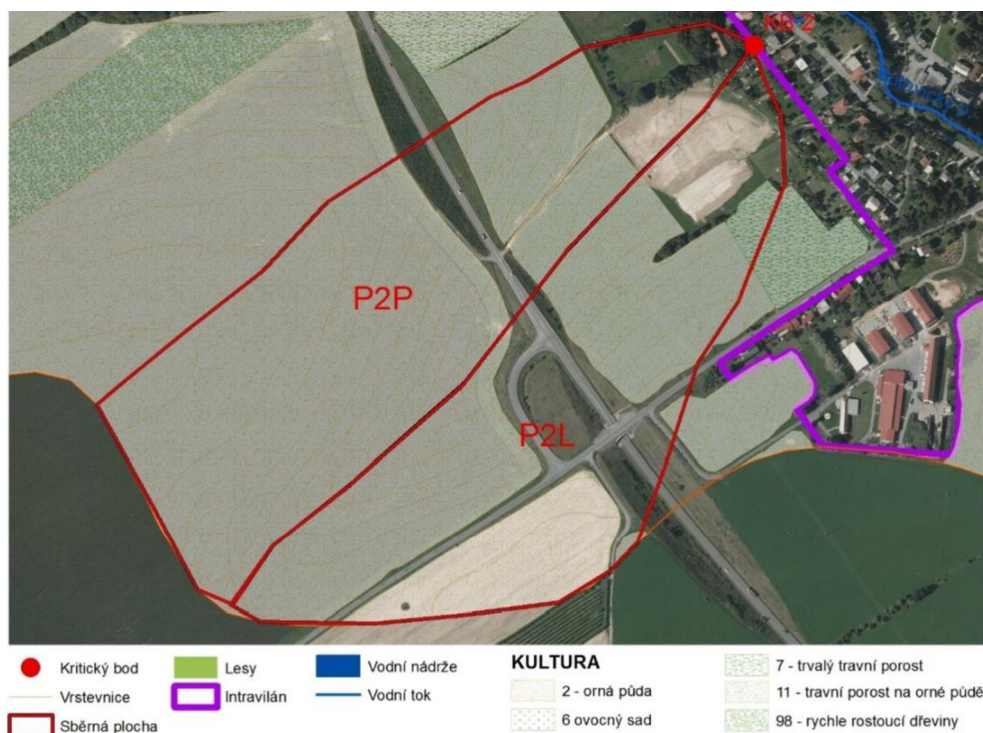
## 5.2.2 Sběrná plocha 2

Nachází se v jižní části, její výměra je 0,36 km<sup>2</sup> s údolnicí o délce 3,41 km a průměrným sklonem 3,83 %. Jedná se také o plochu využívanou převážně pro zemědělské účely.

Sběrnou plochou vede silnice II. třídy č. 464.

Tabulka 5.2: Tabelární výčet sběrné plochy č. 2

	Ø sklon	Plocha	Délka	Max nadmořská výška	Min nadmořská výška
	[%]	[ha]	[km]	[m. n. m.]	[m. n. m.]
Sběrná plocha	6,03	35,70	-	-	-
Údolnice	3,27	-	0,882	270,50	247,00
	Počet	Plocha, délka	Jednotka		
Orná půda	6	26,7	[ha]		
Lesy	-	-	[ha]		
TTP	1	0,3	[ha]		
Rychle rostoucí dřeviny	-	-	[ha]		
Ostatní plochy	-	8,71	[ha]		
Toky	-	-	[m]		
Nádrže	-	-	[m <sup>2</sup> ]		



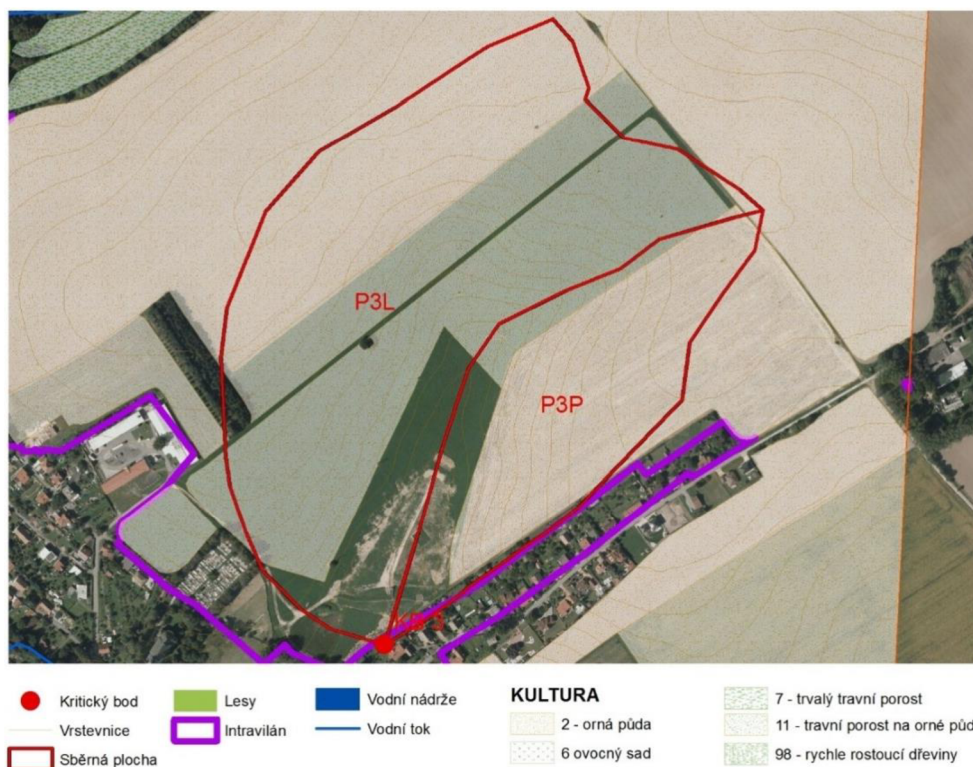
Obrázek 5.2 - Sběrná plocha č. 2

### 5.2.3 Sběrná plocha 3

Tato plocha se nachází severo-východně od obce Butovice. Její celková rozloha činí 0,29 km<sup>2</sup>, s údolnicí o délce 0,748 m a průměrným sklonem 3,92 %. Je také využívána zejména pro zemědělské účely.

Tabulka 5.3: Tabelární výčet sběrné plochy č. 3

	∅ sklon	Plocha	Délka	Max nadmořská výška	Min nadmořská výška
	[%]	[ha]	[km]	[m. n. m.]	[m. n. m.]
Sběrná plocha	5,92	29,27	-	-	-
Údolnice	3,92	-	0,748	274,00	249,20
	Počet	Plocha, délka	Jednotka		
Orná půda	5	24,1	[ha]		
Lesy	-	-	[ha]		
TTP	-	-	[ha]		
Rychle rostoucí dřeviny	-	-	[ha]		
Ostatní plochy	-	5,2	[ha]		
Toky	-	-	[m]		
Nádrže	-	-	[m <sup>2</sup> ]		



Obrázek 5.3 - Sběrná plocha č. 3

## 5.2.4 Sběrná plocha 4

Plocha o rozloze 1,99 km<sup>2</sup> se nachází severně od obce Butovice. Průměrný sklon údolnice o délce 2,64 km je 5,93 %. Na ploše se nacházejí 3 vodní toky celkové délce 1,98 km. V severní části ji protíná dálnice D1.

I tato sběrná plocha je využívána pro zemědělské účely.

Tabulka 5.4: Tabeleární výčet sběrné plochy č. 4

	Ø sklon	Plocha	Délka	Max nadmořská výška	Min nadmořská výška
	[%]	[ha]	[km]	[m. n. m.]	[m. n. m.]
Sběrná plocha	4,59	198,75	-	-	-
Údolnice	5,93	-	2,642	282,00	249,60
	Počet	Plocha, délka	Jednotka		
Orná půda	16	167,2	[ha]		
Lesy	2	5,2	[ha]		
TTP	3	3,6	[ha]		
Rychle rostoucí dřeviny	-	-	[ha]		
Ostatní plochy	-	22,7	[ha]		
Toky	3	1981,9	[m]		
Nádrže	-	-	[m <sup>2</sup> ]		



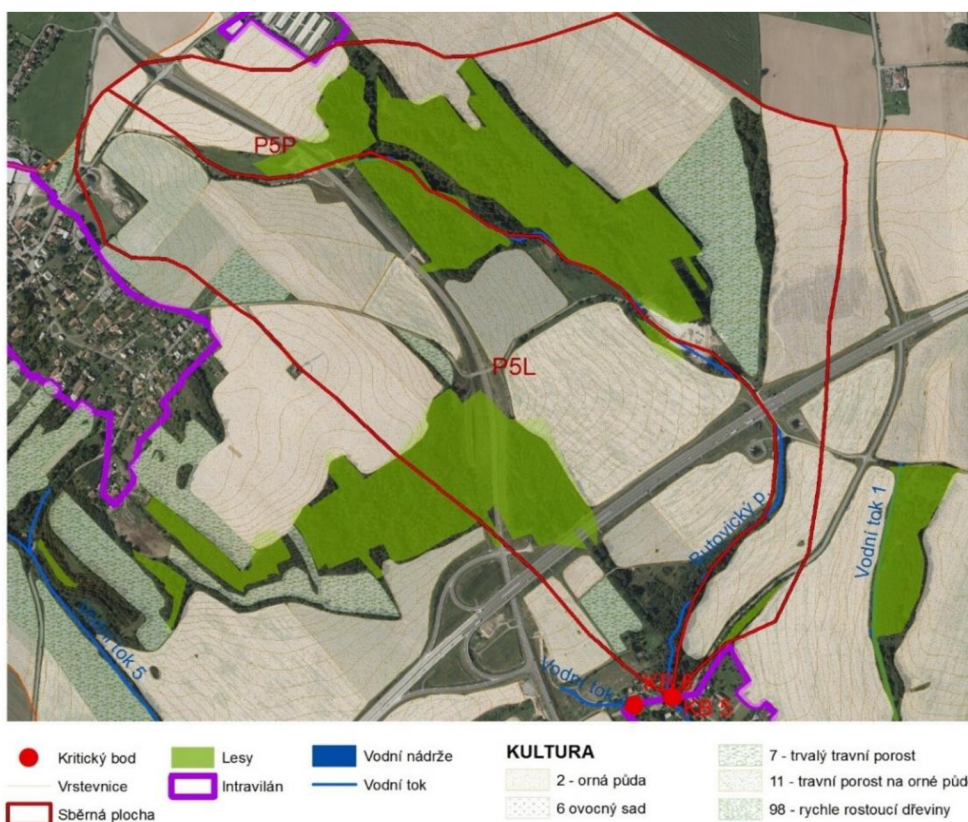
Obrázek 5.4 - Sběrná plocha č. 4

## 5.2.5 Sběrná plocha 5

Nachází se v severní části řešeného území. Její rozloha čítá 1,8 km<sup>2</sup>, údolnice má délku 1,3 km a průměrný sklon je 7,16 %. Sběrnou plochou protéká Butovický potok. Je zde i několik zalesněných a zatravněných ploch, o rozlohách 0,08 km<sup>2</sup> a 0,11 km<sup>2</sup>.

Tabulka 5.5: Tabelární výčet sběrné plochy č. 5

	Ø sklon	Plocha	Délka	Max nadmořská výška	Min nadmořská výška
	[%]	[ha]	[km]	[m. n. m.]	[m. n. m.]
Sběrná plocha	8,7	180,23	-	-	-
Údolnice	7,16	-	1,304	343,80	255,00
	Počet	Plocha, délka	Jednotka		
Orná půda	21	94,8	[ha]		
Lesy	5	8,0	[ha]		
TTP	4	11,3	[ha]		
Rychle rostoucí dřeviny	-	-	[ha]		
Ostatní plochy	-	66,2	[ha]		
Toky	1	2012,2	[m]		
Nádrže	-	-	[m <sup>2</sup> ]		



Obrázek 5.5 - Sběrná plocha č. 5

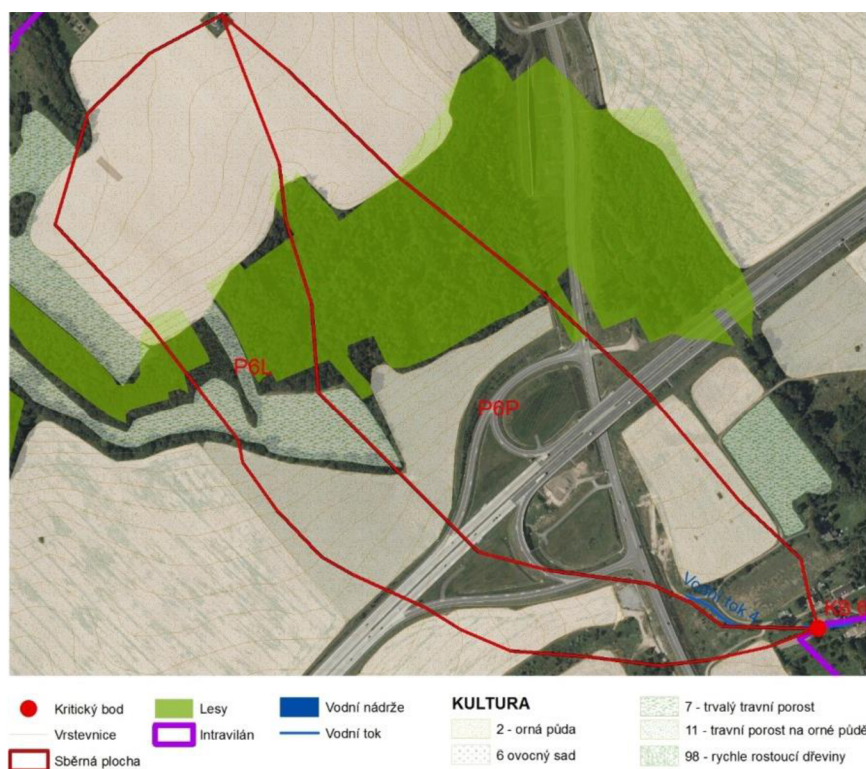
## 5.2.6 Sběrná plocha 6

Tato sběrná plocha o rozloze 0,41 km<sup>2</sup> se nachází severo-západně od obce Butovice. Její údolnice má délku 0,748 km a průměrný sklon 3,92 %. Jde o povodí s největším zastoupením lesního porostu s ohledem na velikost sběrné plochy. Lesy zde pokrývají 0,078 km<sup>2</sup> z celkové plochy. Protéká zde menší vodní tok o délce 187,5 m.

Plochu protíná dálnice D1 a silnice II. třídy č. 474.

Tabulka 5.6: Tabelární výčet sběrné plochy č. 6

	Ø sklon	Plocha	Délka	Max nadmořská výška	Min nadmořská výška
	[%]	[ha]	[km]	[m. n. m.]	[m. n. m.]
Sběrná plocha	8,9	42,06	-	-	-
Údolnice	3,92	-	0,748	346,00	257,80
	Počet	Plocha, délka	Jednotka		
Orná půda	6	18,7	[ha]		
Lesy	3	7,8	[ha]		
TTP	2	2,0	[ha]		
Rychle rostoucí dřeviny	-	-	[ha]		
Ostatní plochy	-	13,5	[ha]		
Toky	1	187,5	[m]		
Nádrže	-	-	[m <sup>2</sup> ]		



Obrázek 5.6 - Sběrná plocha č. 6



Obrázek 5.7 - Kritické body, sběrné plochy a akumulace



## 5.3 Výpočet DesQ

Pro výpočet v modelu DesQ byly použity srážkové úhrny ze stanice Nový Jičín viz.

Tabulka 5.1.

Tabulka 5.7: Srážkové úhrny ze stanice Nový Jičín

Maximální srážkový úhrn						
N	5	10	20	50	100	[roky]
H	63,2	74,6	86,4	100,9	112,3	[mm]

Tabulka 5.8: Vstupní hodnoty pro model DesQ

Identifikace	Vstupní veličiny	Povodí					
		1	2	3	4	5	6
Levý svah	plocha [km <sup>2</sup> ]	1,41	0,17	0,21	0,567	0,957	0,201
	sklon [%]	5,8	5,97	5,58	5,02	8,69	8,03
	CN kukuřice [-]	81,9	82,7	86,9	79,5	75,8	73,2
	CN obilniny [-]	77,0	77,3	80,2	75,4	72,9	72,7
	CN zatravněné [-]	76,1	76,4	79,3	73,7	71,3	71,0
	typ odtokové křivky [-]	2	2	2	2	2	2
	drsnostní charakteristika [sec]	8	8	8	8	8	8
Pravý svah	plocha [km <sup>2</sup> ]	1,09	0,19	0,086	1,42	0,848	0,22
	sklon [%]	7,8	5,87	6,88	4,19	8,47	9,59
	CN kukuřice [-]	80	86,2	86,8	83,3	75,5	76,5
	CN obilniny [-]	74,9	79,5	80,4	76,1	74,4	73,3
	CN zatravněné [-]	73,7	78,7	79,6	74,2	73,2	73,4
	typ odtokové křivky [-]	2	2	2	2	2	2
	drsnostní charakteristika [sec]	8	8	8	8	8	8
Údolnice	délka [km]	3,41	0,88	0,748	1,725	2,642	1,304
	sklon [%]	3,83	3,27	3,92	2,53	5,93	7,16

### 5.3.1 Výpočty pro širokořádkové plodiny – kukuřici

Tabulka 5.9: Odtokové poměry v povodí č. 1

N	N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
5	Q <sub>max</sub>	maximální průtok	5,28	2,59	2,7	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	objem povodňové vlny PV	44,1	25,6	18,4	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	objem PV vyvolaný H <sub>1d5</sub>	80,9	46,8	34,1	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
10	Q <sub>max</sub>	maximální průtok	8,6	4,93	3,67	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	objem povodňové vlny PV	60,9	35,4	25,5	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	objem PV vyvolaný H <sub>1d10</sub>	101	58,3	42,5	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
20	Q <sub>max</sub>	maximální průtok	13,3	7,69	5,59	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	objem povodňové vlny PV	76,1	44,3	31,8	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	objem PV vyvolaný H <sub>1d20</sub>	120	69,2	50,4	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
50	Q <sub>max</sub>	maximální průtok	20,6	11,9	8,64	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	objem povodňové vlny PV	94,5	55,1	39,4	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	objem PV vyvolaný H <sub>1d50</sub>	141	81,5	59,2	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
100	Q <sub>max</sub>	maximální průtok	27,1	15,7	11,4	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	objem povodňové vlny PV	108	63,1	45,1	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	objem PV vyvolaný H <sub>1d100</sub>	158	91,6	66,4	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]

Tabulka 5.10: Odtokové poměry v povodí č. 2

N	N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
5	Q <sub>max</sub>	maximální průtok	1,37	0,596	0,772	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	objem povodňové vlny PV	6,57	2,86	3,71	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	objem PV vyvolaný H <sub>1d5</sub>	13,1	5,79	7,27	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
10	Q <sub>max</sub>	maximální průtok	2,2	0,961	1,24	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	objem povodňové vlny PV	8,31	3,63	4,68	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	objem PV vyvolaný H <sub>1d10</sub>	16,2	7,21	8,99	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
20	Q <sub>max</sub>	maximální průtok	3,42	1,47	1,94	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	objem povodňové vlny PV	10,3	4,49	5,82	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	objem PV vyvolaný H <sub>1d20</sub>	19,2	8,55	10,7	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
50	Q <sub>max</sub>	maximální průtok	5,26	2,24	3,02	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	objem povodňové vlny PV	12,8	5,54	7,24	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	objem PV vyvolaný H <sub>1d50</sub>	22,7	10,1	12,6	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
100	Q <sub>max</sub>	maximální průtok	6,82	3,02	3,79	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	objem povodňové vlny PV	14,9	6,43	8,42	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	objem PV vyvolaný H <sub>1d100</sub>	25,6	11,4	14,2	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]

Tabulka 5.11: Odtokové poměry v povodí č. 3

N	N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
5	Q <sub>max</sub>	maximální průtok	1,07	0,756	0,308	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	objem povodňové vlny PV	6,32	4,49	1,83	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	objem PV vyvolaný H <sub>1d5</sub>	11,6	8,22	3,35	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
10	Q <sub>max</sub>	maximální průtok	1,72	1,22	0,496	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	objem povodňové vlny PV	8,01	5,69	2,32	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	objem PV vyvolaný H <sub>1d10</sub>	14,3	10,2	4,15	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
20	Q <sub>max</sub>	maximální průtok	2,65	1,87	0,762	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	objem povodňové vlny PV	9,94	7,06	2,88	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	objem PV vyvolaný H <sub>1d20</sub>	17	12,1	4,92	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
50	Q <sub>max</sub>	maximální průtok	4,1	2,88	1,17	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	objem povodňové vlny PV	12,4	8,81	3,59	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	objem PV vyvolaný H <sub>1d50</sub>	20,1	14,3	5,83	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
100	Q <sub>max</sub>	maximální průtok	5,42	3,83	1,56	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	objem povodňové vlny PV	14,2	10,1	4,12	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	objem PV vyvolaný H <sub>1d100</sub>	22,6	16,1	6,56	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]

Tabulka 5.12: Odtokové poměry v povodí č. 4

N	N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
5	Q <sub>max</sub>	maximální průtok	2,66	0,686	1,97	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	objem povodňové vlny PV	46	11,9	34,1	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	objem PV vyvolaný H <sub>1d5</sub>	66,8	17,5	49,3	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
10	Q <sub>max</sub>	maximální průtok	4,26	1,87	2,39	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	objem povodňové vlny PV	50,6	13	37,6	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	objem PV vyvolaný H <sub>1d10</sub>	83,1	21,8	61,3	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
20	Q <sub>max</sub>	maximální průtok	6,68	2,55	4,14	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	objem povodňové vlny PV	66,5	17,1	49,4	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	objem PV vyvolaný H <sub>1d20</sub>	98,6	25,8	72,8	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
50	Q <sub>max</sub>	maximální průtok	10,7	3,5	7,19	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	objem povodňové vlny PV	87,6	22,5	65,2	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	objem PV vyvolaný H <sub>1d50</sub>	116	30,3	86	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
100	Q <sub>max</sub>	maximální průtok	14,3	4,26	10,1	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	objem povodňové vlny PV	104	26,6	77,2	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	objem PV vyvolaný H <sub>1d100</sub>	131	33,9	96,7	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]

Tabulka 5.13: Odtokové poměry v povodí č. 5

N	N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
5	$Q_{max}$	maximální průtok	3,27	1,67	1,6	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	27	14,4	12,6	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d5}$	49,2	26,2	23	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{max}$	maximální průtok	5,37	2,86	2,5	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	35,4	18,9	16,5	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d10}$	61,4	32,7	28,7	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{max}$	maximální průtok	8,2	4,23	3,98	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	43	22,9	20	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d20}$	72,3	38,5	33,8	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{max}$	maximální průtok	12,4	6,45	5,97	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	53	28,3	24,7	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d50}$	83,9	44,7	39,2	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{max}$	maximální průtok	16,1	8,25	7,89	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	59,9	32	27,9	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	93,6	49,9	43,7	$[10^3 \cdot m^3]$

Tabulka 5.14: Odtokové poměry v povodí č. 6

N	N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
5	$Q_{max}$	maximální průtok	1,06	0,438	0,625	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	5,15	2,3	2,85	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d5}$	11,2	5,07	6,15	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{max}$	maximální průtok	1,72	0,7	1,02	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	6,53	2,91	3,62	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d10}$	14	6,33	7,68	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{max}$	maximální průtok	2,58	1,1	1,48	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	8,25	3,65	4,6	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d20}$	16,5	7,42	9,06	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{max}$	maximální průtok	3,84	1,49	2,34	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	9,73	4,25	5,48	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d50}$	19,1	8,52	10,5	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{max}$	maximální průtok	4,94	1,89	3,06	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	11	4,77	6,24	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	21,2	9,45	11,8	$[10^3 \cdot m^3]$

## 5.2.2 Výpočty pro úzkořádkové plodiny – obilniny

Tabulka 5.15: Odtokové poměry v povodí č. 1

N	N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
5	$Q_{max}$	maximální průtok	3,94	1,93	2,01	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	38,1	22,2	15,9	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d5}$	69,1	40	29	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{max}$	maximální průtok	6,49	3,19	3,3	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	48,8	28,5	20,4	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d10}$	86,3	50	36,3	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{max}$	maximální průtok	10,1	5,84	4,21	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	66,1	38,6	27,5	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d20}$	102	59	42,6	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{max}$	maximální průtok	15,4	8,92	6,45	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	81,2	47,6	33,6	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d50}$	118	68,8	49,3	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{max}$	maximální průtok	20	11,5	8,31	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	93	54,6	38,4	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	132	76,9	54,9	$[10^3 \cdot m^3]$

Tabulka 5.16: Odtokové poměry v povodí č. 2

N	N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
5	$Q_{max}$	maximální průtok	0,942	0,423	0,515	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	5,46	2,46	2,99	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d5}$	10,7	4,88	5,85	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{max}$	maximální průtok	1,53	0,688	0,837	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	6,95	3,14	3,82	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d10}$	13,4	6,09	7,3	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{max}$	maximální průtok	2,36	1,06	1,27	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	8,61	3,87	4,74	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d20}$	15,8	7,2	8,64	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{max}$	maximální průtok	3,58	1,64	1,95	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	10,6	4,73	5,85	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d50}$	18,5	8,39	10,1	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{max}$	maximální průtok	4,67	2,09	2,54	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	12,1	5,4	6,71	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	20,7	9,38	11,4	$[10^3 \cdot m^3]$

Tabulka 5.17: Odtokové poměry v povodí č. 3

N	N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
5	$Q_{max}$	maximální průtok	0,706	0,497	0,206	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	5,14	3,64	1,5	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d5}$	9,32	6,6	2,72	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{max}$	maximální průtok	1,15	0,807	0,333	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	6,57	4,65	1,92	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d10}$	11,6	8,23	3,39	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{max}$	maximální průtok	1,77	1,25	0,516	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	8,15	5,77	2,38	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d20}$	13,8	9,75	4,02	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{max}$	maximální průtok	2,72	1,93	0,784	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	10,1	7,16	2,96	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d50}$	16,2	11,4	4,72	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{max}$	maximální průtok	3,57	2,49	1,03	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	11,6	8,2	3,39	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	18,2	12,8	5,31	$[10^3 \cdot m^3]$

Tabulka 5.18: Odtokové poměry v povodí č. 4

N	N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
5	$Q_{max}$	maximální průtok	1,79	0,924	0,865	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	31,4	8,82	22,6	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d5}$	54,4	15,3	39,1	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{max}$	maximální průtok	2,95	1,52	1,43	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	40,4	11,3	29,1	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d10}$	68	19,1	48,9	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{max}$	maximální průtok	4,6	2,23	2,37	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	52	14,6	37,4	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d20}$	80,2	22,5	57,6	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{max}$	maximální průtok	7,05	3,03	4,02	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	67,6	18,9	48,7	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d50}$	93	26,1	66,9	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{max}$	maximální průtok	9,34	3,75	5,59	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	79,8	22,3	57,5	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	104	29,1	74,7	$[10^3 \cdot m^3]$

Tabulka 5.19: Odtokové poměry v povodí č. 5

N	N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
5	$Q_{max}$	maximální průtok	2,87	1,38	1,5	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	25,3	13,1	12,2	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d5}$	46,1	23,9	22,2	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{max}$	maximální průtok	4,72	2,26	2,46	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	32,4	16,7	15,7	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d10}$	57,6	29,9	27,7	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{max}$	maximální průtok	7,15	3,49	3,67	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	40,4	20,8	19,6	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d20}$	67,5	35	32,6	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{max}$	maximální průtok	10,7	5,33	5,35	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	50,1	25,7	24,4	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d50}$	77,7	40,1	37,6	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{max}$	maximální průtok	13,8	7,03	6,8	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	57,7	29,5	28,1	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	86,3	44,5	41,8	$[10^3 \cdot m^3]$

Tabulka 5.20: Odtokové poměry v povodí č. 6

N	N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
5	$Q_{max}$	maximální průtok	0,97	0,448	0,522	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	4,93	2,33	2,6	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d5}$	10,5	4,99	5,56	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{max}$	maximální průtok	1,57	0,725	0,849	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	6,27	2,96	3,31	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d10}$	13,2	6,23	6,94	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{max}$	maximální průtok	2,36	1,08	1,28	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	7,67	3,61	4,05	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d20}$	15,4	7,29	8,14	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{max}$	maximální průtok	3,48	1,62	1,82	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	9,5	4,47	5,03	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d50}$	17,7	8,36	9,35	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{max}$	maximální průtok	4,46	2,05	2,4	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	10,6	4,98	5,62	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	19,6	9,26	10,4	$[10^3 \cdot m^3]$

## 5.2.3 Výpočty pro pastviny

Tabulka 5.21: Odtokové poměry v povodí č. 1

N	N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
5	$Q_{max}$	maximální průtok	3,72	1,85	1,87	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	37	21,7	15,4	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d5}$	66,9	39	27,9	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{max}$	maximální průtok	6,13	3,06	3,07	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	47,6	27,9	19,7	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d10}$	83,6	48,7	34,9	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{max}$	maximální průtok	9,47	5,47	4,01	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	63,5	37,3	26,2	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d20}$	98,3	57,4	40,9	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{max}$	maximální průtok	14,5	8,42	5,99	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	78,8	46,5	32,3	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d50}$	114	66,6	47,1	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{max}$	maximální průtok	18,9	11,1	7,84	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	89,8	53,1	36,7	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	127	74,4	52,3	$[10^3 \cdot m^3]$

Tabulka 5.22: Odtokové poměry v povodí č. 2

N	N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
5	$Q_{max}$	maximální průtok	0,894	0,402	0,491	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	5,3	2,39	2,91	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d5}$	10,4	4,73	5,68	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{max}$	maximální průtok	1,45	0,651	0,795	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	6,76	3,04	3,72	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d10}$	13	5,91	7,1	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{max}$	maximální průtok	2,23	0,993	1,22	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	8,37	3,75	4,62	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d20}$	15,4	6,97	8,4	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{max}$	maximální průtok	3,39	1,53	1,86	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	10,3	4,57	5,69	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d50}$	17,9	8,1	9,82	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{max}$	maximální průtok	4,41	1,99	2,42	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	11,7	5,22	6,52	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	20,1	9,05	11	$[10^3 \cdot m^3]$



Tabulka 5.23: Odtokové poměry v povodí č. 3

N	N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
5	$Q_{max}$	maximální průtok	0,67	0,472	0,196	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	5,01	3,54	1,47	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d5}$	9,07	6,41	2,65	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{max}$	maximální průtok	1,09	0,769	0,319	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	6,4	4,52	1,88	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d10}$	11,3	8	3,31	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{max}$	maximální průtok	1,69	1,17	0,487	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	7,97	5,63	2,34	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d20}$	13,4	9,47	3,92	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{max}$	maximální průtok	2,58	1,81	0,752	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	9,85	6,96	2,89	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d50}$	15,7	11,1	4,6	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{max}$	maximální průtok	3,38	2,37	0,986	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	11,3	7,97	3,31	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	17,6	12,5	5,16	$[10^3 \cdot m^3]$

Tabulka 5.24: Odtokové poměry v povodí č. 4

N	N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
5	$Q_{max}$	maximální průtok	1,61	0,838	0,776	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	29,8	8,4	21,4	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d5}$	51,4	14,5	36,9	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{max}$	maximální průtok	2,66	1,38	1,28	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	38,2	10,8	27,5	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d10}$	64,3	18,1	46,2	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{max}$	maximální průtok	4,14	2,14	2	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	47,8	13,5	34,4	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d20}$	75,5	21,3	54,2	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{max}$	maximální průtok	6,3	2,87	3,43	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	62,6	17,6	45	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d50}$	87	24,5	62,5	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{max}$	maximální průtok	8,28	3,55	4,74	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	73,6	20,6	52,9	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	96,7	27,2	69,5	$[10^3 \cdot m^3]$

Tabulka 5.25: Odtokové poměry v povodí č. 5

N	N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
5	$Q_{max}$	maximální průtok	2,64	1,25	1,39	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	24,2	12,4	11,8	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d5}$	44,1	22,7	21,3	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{max}$	maximální průtok	4,35	2,09	2,26	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	31,4	16,1	15,3	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d10}$	55	28,3	26,7	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{max}$	maximální průtok	6,55	3,15	3,4	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	38,7	19,8	19	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d20}$	64,3	33	31,2	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{max}$	maximální průtok	9,71	4,87	4,84	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	48,4	24,6	23,8	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d50}$	73,5	37,6	35,9	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{max}$	maximální průtok	12,5	6,23	6,28	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	54,9	27,8	27,1	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	81,3	41,5	39,8	$[10^3 \cdot m^3]$

Tabulka 5.26: Odtokové poměry v povodí č. 6

N	N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
5	$Q_{max}$	maximální průtok	0,899	0,401	0,497	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	4,74	2,2	2,54	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d5}$	10,1	4,73	5,4	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{max}$	maximální průtok	1,45	0,648	0,804	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	6,03	2,8	3,23	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d10}$	12,7	5,9	6,75	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{max}$	maximální průtok	2,16	0,987	1,17	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	7,47	3,45	4,02	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d20}$	14,8	6,87	7,89	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{max}$	maximální průtok	3,15	1,44	1,7	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	9,08	4,18	4,91	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d50}$	16,8	7,81	9,03	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{max}$	maximální průtok	4	1,78	2,23	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	10,1	4,63	5,48	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	18,6	8,62	10	$[10^3 \cdot m^3]$

## 5.4 Ohrožené objekty



Obrázek 5.8 – Povodí č. 1 - zpevněná cesta, fotbalové hřiště (vlevo), zastavěný pozemek (vpravo) [20]



Obrázek 5.9 - Povodí č. 3 – rodinné domy [20]



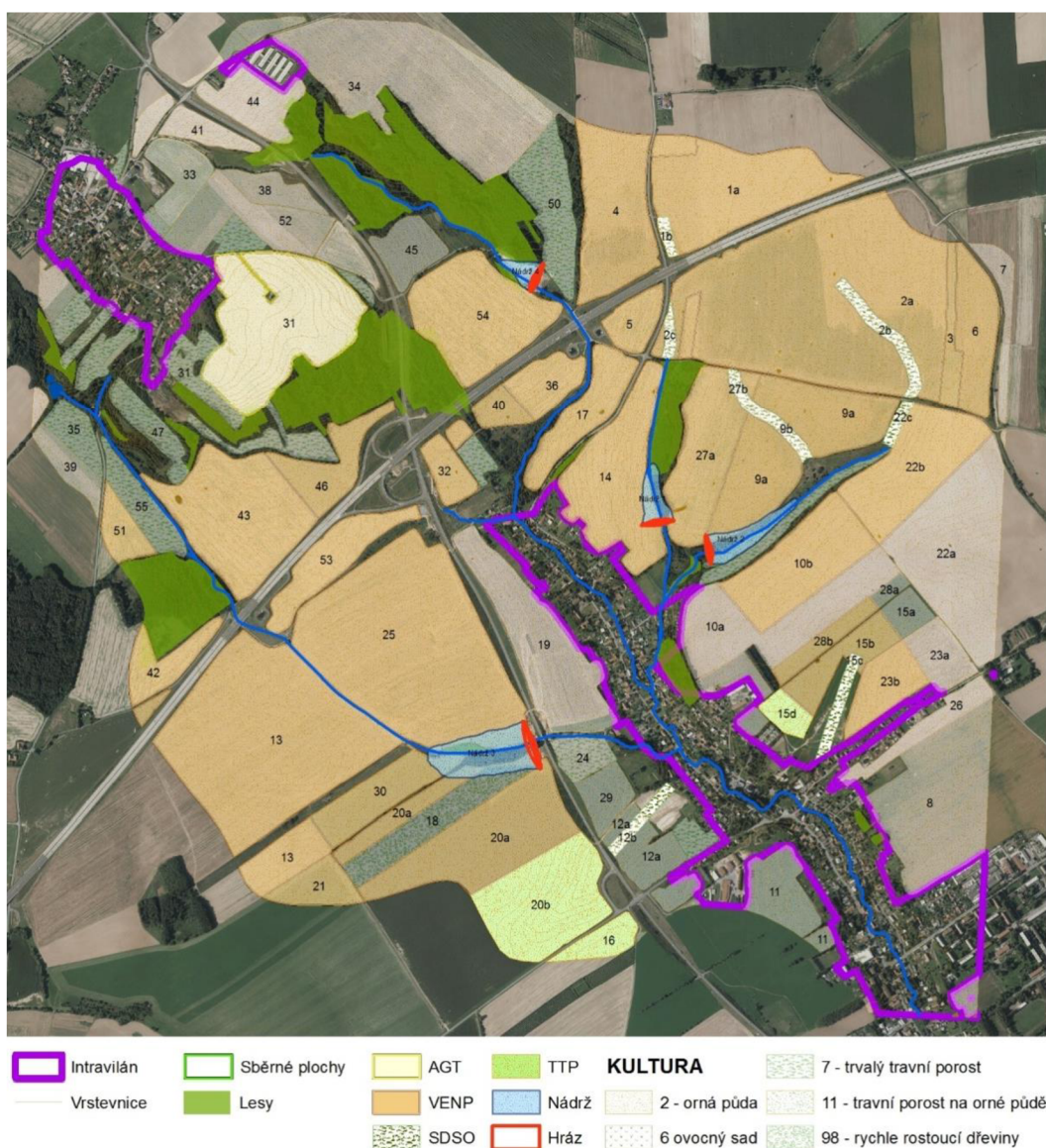
Obrázek 5.10 - Povodí č. 4 - zpevněná cesta, zahrada a plocha pro pastvu koní [20]

## 6 Návrh ochranných opatření

Opatření slouží ke zvýšení retence vody na zemědělských půdách, a to zejména při přívalových srážkách (povodních). Pokud intenzita a úhrn srážek jsou větší než vsakování vody do půdy, tak dojde k povrchovému odtoku. Při opakované erozi se zvyšují ztráty půdních částic a dochází ke znehodnocení půdního fondu.

Na pozemcích, kde je erozní smyv vyšší než, který je přípustný, je nutné realizovat protierozní opatření.

Veškerá protierozní opatření jsou zobrazena v měřítku 1:15 000 v příloze 1: Mapa návrhu protierozních opatření. V menším měřítku pak na Obrázku 6.1. V tabulce 6.1 je plošný výčet jednotlivých protierozních opatření.



Obrázek 6.1 - Mapa protierozních opatření

Tabulka 6.1: Výčet PEO

Název využití pozemku/PEO	Plocha	Označení
	[ha]	
VENP	16,94	1a
SDSO	0,59	1b
VENP	62,32	2a
SDSO	2,12	2b
SDSO	0,65	2c
VENP	62,32	3
VENP	14,44	4
VENP	3,29	5
VENP	62,32	6
standardní orná půda	3,01	7
standardní orná půda	19,21	8
VENP	18,16	9a
SDSO	1,74	9b
standardní orná půda	13,78	10a
VENP	12,54	10b
standardní orná půda	6,22	11
standardní orná půda	5,05	12a
standardní orná půda	5,05	12a
SDSO	1,28	12b
VENP	38,11	13
VENP	4,61	13
VENP	15,65	14
standardní orná půda	1,97	15a
VENP	4,88	15b
SDSO	1,53	15c
TTP	1,94	15d
TTP	2,72	16
VENP	6,73	17
rychle rostoucí dřeviny	7,29	18
standardní orná půda	15,21	19
VENP	20,29	20a
TTP	14,23	20b
VENP	3,80	21
standardní orná půda	20,23	22a
VENP	12,77	22b
SDSO	0,70	22c
standardní orná půda	4,05	23a
VENP	5,06	23b
trvalý travní porost	2,62	24
VENP	41,16	25

Název využití pozemku/PEO	Plocha	Označení
	[ha]	
standardní orná půda	0,79	28a
VENP	2,71	28b
standardní orná půda	3,25	29
VENP	7,01	30
trvalý travní porost	3,39	31
AGT	22,10	31
VENP	2,82	32
standardní orná půda	4,33	33
standardní orná půda	29,52	34
trvalý travní porost	2,86	35
VENP	4,20	36
standardní orná půda	3,05	38
standardní orná půda	2,83	39
VENP	2,10	40
standardní orná půda	2,76	41
VENP	4,18	42
VENP	18,40	43
standardní orná půda	5,72	44
standardní orná půda	4,23	45
VENP	5,91	46
trvalý travní porost	2,89	47
trvalý travní porost	8,07	50
VENP	2,96	51
standardní orná půda	8,98	52
VENP	7,11	53
VENP	15,57	54
trvalý travní porost	4,12	55

## 6.1 Vyloučení erozně nepříznivých plodin (VENP)

Snížení eroze bude zabezpečeno pěstováním plodin s nízkou hodnotou faktoru ochranného vlivu vegetace C. Dojde tím k vyloučení pěstování širokořádkových plodin, jako je kukuřice nebo slunečnice. Pěstovány zde budou plodiny jako např.: pšenice ozimá, oves, luštěniny a ostatní píceiny jednoleté a víceleté.

Celková plocha, která zaujímá toto opatření činí 490,38 ha.

## 6.2 Agrotechnická opatření (AGT)

Půda ohrožená erozí by neměla zůstat bez dostatečného vegetačního krytu, nebo alespoň bez krytu z posklizňových zbytků (strniště), a to zejména v období, kdy se často vyskytují přívalové deště, tj. od poloviny května do počátku září.

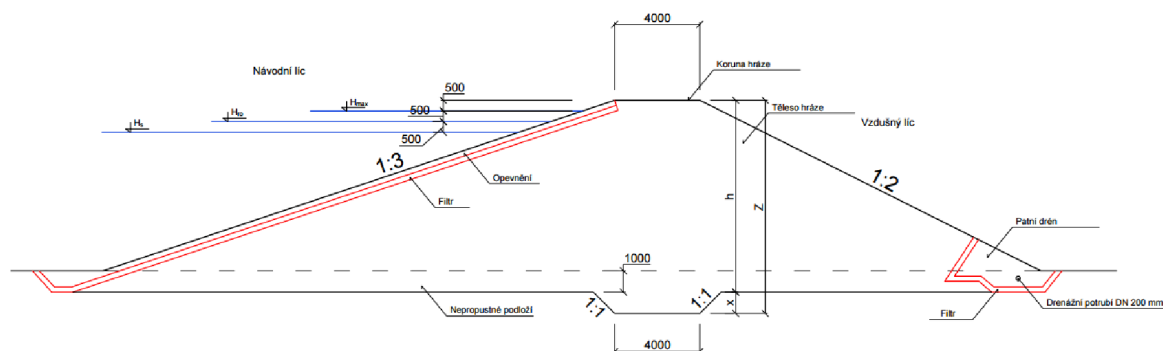
Vlastní protierozní agrotechnikou, tj. způsobem obdělávání zemědělské půdy, je v první řadě směr orby. Setí a všechny ostatní kultivační i sklizňové operace by měly být vždy prováděny, pokud to sklon a systém mechanizačních prostředků dovolí, ve směru vrstevnic nebo co s nejmenším odklonem od tohoto směru.

Toto opatření bude použito u jednoho pozemku o celkové výměře 22,1 ha.

## 6.3 Protierozní nádrže

V řešeném budou navrženy 4 nádrže, které jsou dimenzovány níže. Jejich navržení je především v oblastech s vysokým soustředěným odtokem, a to z důvodu zadržení odtékající vody v krajině a zabránění ohrožení intravilánu tímto odtokem.

Navrženy budou nehomogenní sypané hráze dle ČSN 75 2410. opevnění návodního líce bude z lomového kamene. Vzdušný líc bude stabilizován ohumusováním a osetím. Šířka koruny hráze bude 4 m. Sklon návodního svahu bude 1:3 a sklon vzdušného svahu 1:2. (Obrázek 6.2)



Obrázek 6.2 - Vzorový příčný řez hrází

### 6.3.1 Návrh a dimenze nádrží

Tabulka 6.2: Vstupní hodnoty nádrží pro model DesQ

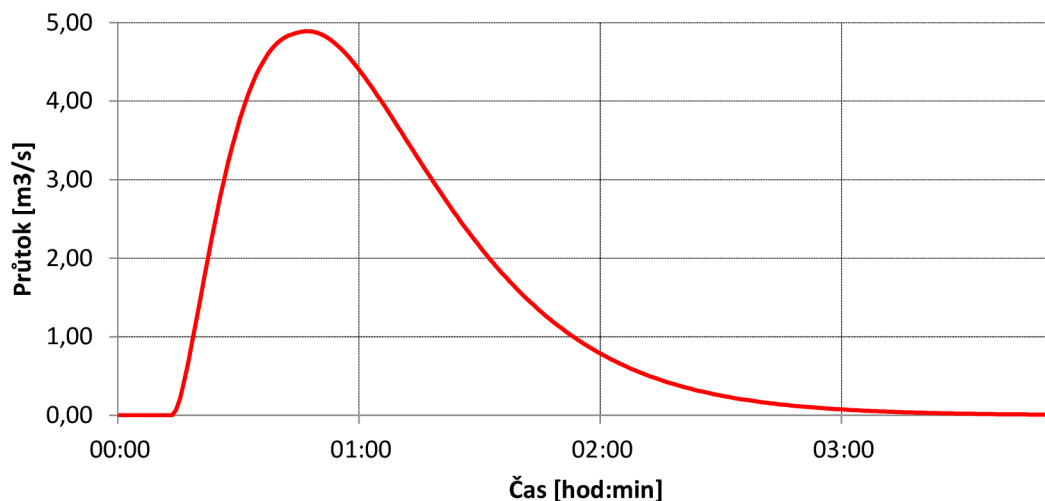
Identifikace	Vstupní veličiny	Nádrž			
		1	2	3	4
Levý svah	plocha [km <sup>2</sup> ]	0,197	0,662	1,27	0,354
	sklon [%]	4,95	3,96	5,87	12,27
	CN [-]	72,7	71,8	75,6	73,0
	typ odtokové křivky [-]	2	2	2	2
	drsnostní charakteristika [sec]	8	8	8	8
Pravý svah	plocha [km <sup>2</sup> ]	0,255	0,618	0,976	0,49
	sklon [%]	5,39	4,33	8,25	9,69
	CN [-]	70,2	72,7	73,3	72,3
	typ odtokové křivky [-]	2	2	2	2
	drsnostní charakteristika [sec]	8	8	8	8
Údolnice	délka [km]	3,02	1,87	1,36	1,6
	sklon [%]	4,44	2,14	3,24	7,58



### 6.3.1.1 Výpočet DesQ

Tabulka 6.3: Odtokové poměry v povodí nad nádrží č. 1

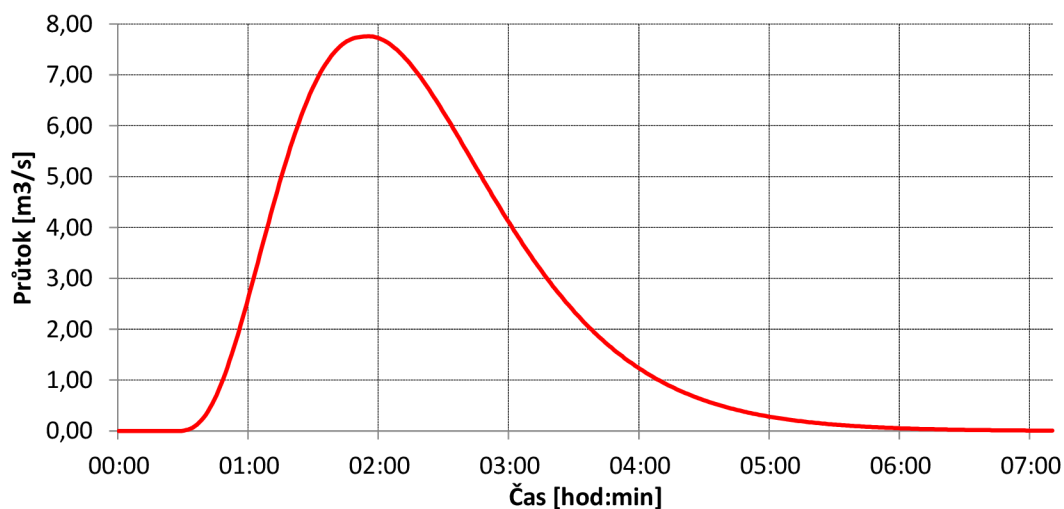
N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky	
N	doba opakování				[roky]	
100	$Q_{max}$	maximální průtok	4,93	2,27	2,62	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	9,82	4,63	5,18	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	19,7	9,08	10,6	$[10^3 \cdot m^3]$



Obrázek 6.3 - Hydrogram 100leté povodně pro nádrž č. 1

Tabulka 6.4: Odtokové poměry v povodí nad nádrží č. 2

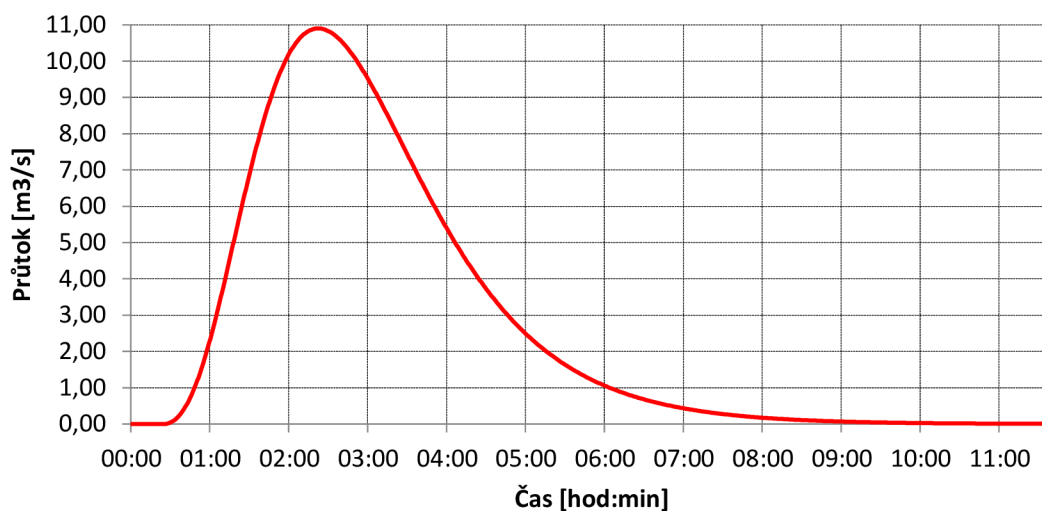
N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky	
N	doba opakování				[roky]	
100	$Q_{max}$	maximální průtok	7,76	3,87	3,89	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	42,5	21,5	21	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	57,9	29,4	28,5	$[10^3 \cdot m^3]$



Obrázek 6.4 - Hydrogram 100leté povodně pro nádrž č. 2

Tabulka 6.5: Odtokové poměry v povodí nad nádrží č. 3

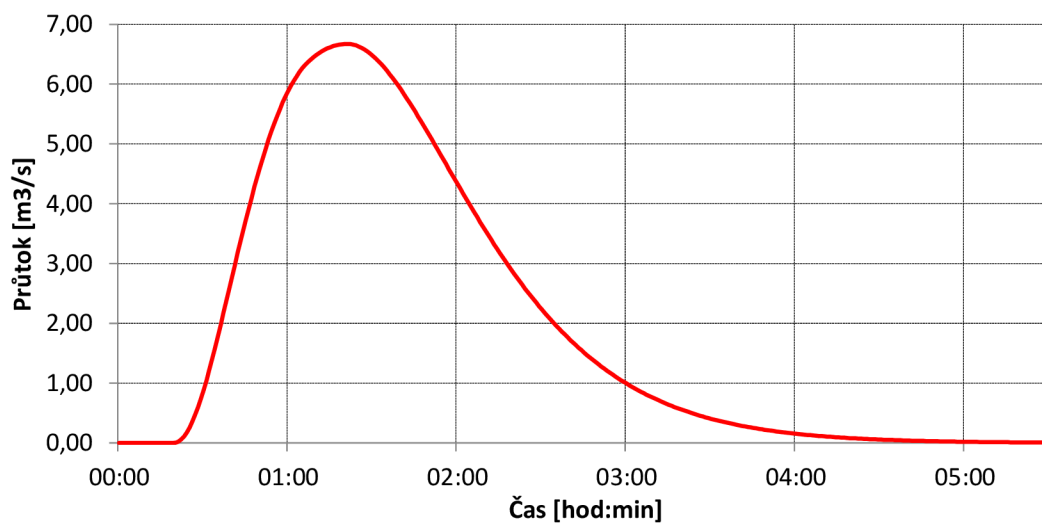
N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky	
N	doba opakování				[roky]	
100	$Q_{max}$	maximální průtok	10,9	5,67	5,23	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	88,7	53,2	35,5	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	114	68	46,1	$[10^3 \cdot m^3]$



Obrázek 6.5 - Hydrogram 100leté povodně pro nádrž č. 3

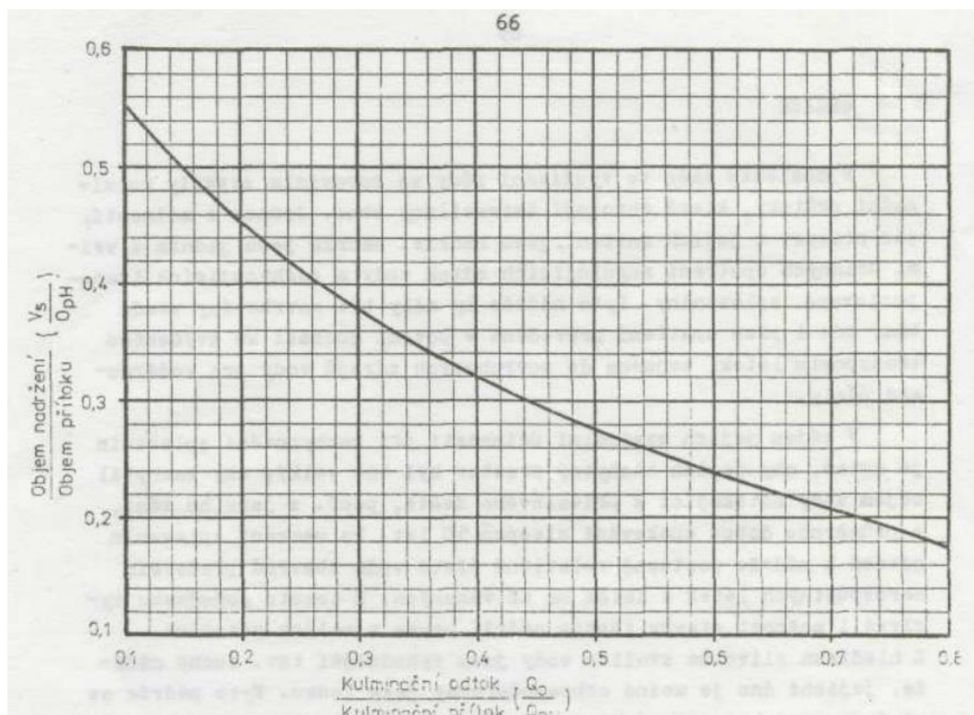
Tabulka 6.6: Odtokové poměry v povodí nad nádrží č. 4

N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky	
N	doba opakování				[roky]	
100	$Q_{max}$	maximální průtok	6,73	2,86	3,82	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	24,8	10,6	14,2	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	38,7	16,5	22,2	$[10^3 \cdot m^3]$



Obrázek 6.6 - Hydrogram 100leté povodně pro nádrž č. 4

### 6.3.1.2 Výpočet potřebného objemu nádrže



Obrázek 6.7 - Nomogram k určování retenčního objemu nádrže [9]

#### Nádrž č. 1

Kulminační průtok  $Q_{MAX} = 4,93 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Neškodný odtok  $O_{NE} = 1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Objem povodňové vlny  $W_{PVT,1d} = 19\,700 \text{ m}^3$

$$\frac{O_{NE}}{Q_{MAX}} = \frac{1}{4,93} = 0,201 \quad (8.1)$$

$$\frac{V_S}{W_{PVT,1d}} = 0,455 \rightarrow 0,455 * W_{PVT,1d} = 0,455 * 19\,700 = 8\,964 \text{ m}^3 \quad (8.2)$$

#### Nádrž č. 2

Kulminační průtok  $Q_{MAX} = 7,76 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Neškodný odtok  $O_{NE} = 1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Objem povodňové vlny  $W_{PVT,1d} = 57\,900 \text{ m}^3$

$$\frac{O_{NE}}{Q_{MAX}} = \frac{1}{7,76} = 0,129 \quad (8.3)$$

$$\frac{V_S}{W_{PVT,1d}} = 0,505 \rightarrow 0,505 * W_{PVT,1d} = 0,505 * 57\,900 = 29\,240 \text{ m}^3 \quad (8.4)$$

### Nádrž č. 3

Kulminační průtok  $Q_{MAX} = 10,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Neškodný odtok  $O_{NE} = 1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Objem povodňové vlny  $W_{PVT1d} = 114\,000 \text{ m}^3$

$$\frac{O_{NE}}{Q_{MAX}} = \frac{1,5}{10,9} = 0,52 \quad (8.5)$$

$$\frac{V_S}{W_{PVT,1d}} = 0,52 \rightarrow 0,52 * W_{PVT,1d} = 0,52 * 114000 = 59280 \text{ m}^3 \quad (8.6)$$

### Nádrž č. 4

Kulminační průtok  $Q_{MAX} = 6,73 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Neškodný odtok  $O_{NE} = 1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Objem povodňové vlny  $W_{PVT1d} = 38\,700 \text{ m}^3$

$$\frac{O_{NE}}{Q_{MAX}} = \frac{1}{6,73} = 0,15 \quad (8.7)$$

$$\frac{V_S}{W_{PVT,1d}} = 0,5 \rightarrow 0,5 * W_{PVT,1d} = 0,5 * 38700 = 19350 \text{ m}^3 \quad (8.8)$$

Tabulka 6.7: Návrhové parametry hrází

Název	Délka hráze	Kóta dna	Plocha	Výška hráze	Kóta hráze	Hladina stálého nadržení	Kóta hladiny stálého nadržení	Objem	$V_s$
	[m]	[m. n. m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m. n. m]	[m]	[m. n. m]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]
Nádrž 1	119,2	255,00	15262	2,5	258,00	2	257,50	10409	8964
Nádrž 2	107,6	252,80	24616	4	256,80	3,5	256,30	33473	29240
Nádrž 3	182,0	251,30	54143	4,5	255,80	4	255,30	71278	59280
Nádrž 4	109,3	271,50	13609	4,0	275,50	3,5	273,50	21272	19350

## 6.4 Trvalý travní porost (TTP)

Navrhuje se zejména na pozemcích se sklony většími jak 20 %. Dále pak na plochách, kde jsou identifikovány mělké a hydromorfní půdy, obě hodnoty jsou charakterizovány pomocí HPJ.

V našem případě bylo zatravnění použito především nad intravilánem obce.

Celková plocha, která toto opatření zaujímá je 18,89 ha.

## 6.5 Stabilizace drah soustředěného odtoku (SDSO)

Navrženy byly v místech s vysokým povrchovým odtokem. Slouží k neškodnému odvedení odtoku z povodí při krátkodobě trvajících přívalových deštích nebo při náhlém tání sněhu.

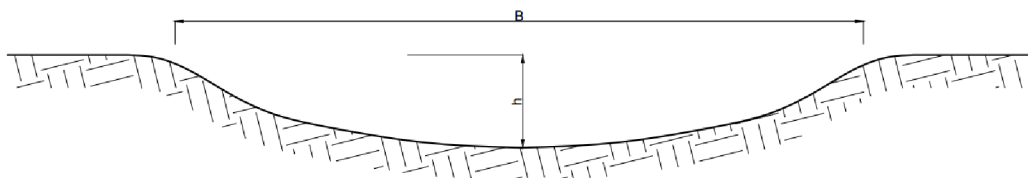
Orientační parametry zatravněné údolnice [9]:

- Max. střední profilová rychlost – pro zatravněné průlehy je  $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- Příčný profil – nejlépe parabolický, případně lichoběžníkový, sklon 1:10 až 1:5
- Max. hloubka – 100 cm
- Min. hloubka – 30 cm

Jsou schopny bezpečně, bez projevů eroze odvést povrchový odtok, ke kterému dochází v důsledku morfologické rozmanitosti krajiny, zejména na příčně zvlněných pozemcích, v úžlabinách a údolnicích v době přívalových deštů nebo jarního tání. Optimální ochranou těchto míst je vegetační kryt, nejlépe zatravnění. [9]

$$S = \frac{2}{3} * B * h; B = 1,5 * \frac{S}{h} \quad (6.1)$$

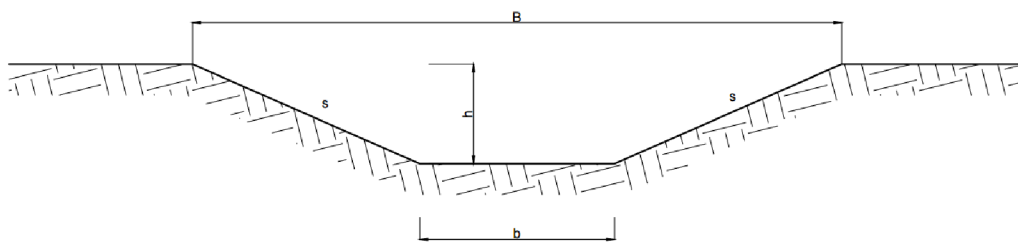
- Kde: S průtočná plocha parabolického profilu zatravněné údolnice  
B šířka profilu zatravněné údolnice při hloubce h  
h hloubka profilu zatravněné údolnice



Obrázek 6.8 - Parabolický profil zatravněné údolnice

$$S = b * h + s * h^2; B = b + 2 * h * s \quad (6.2)$$

- Kde: S průtočná plocha lichoběžníkového profilu zatravněné údolnice  
B šířka profilu zatravněné údolnice při hloubce h  
h hloubka profilu zatravněné údolnice  
b šířka profilu zatravněné údolnice ve dně při hloubce  $h = 0 \text{ m}$   
s sklon svahu zatravněné údolnice



Obrázek 6.9 - Lichoběžníkový profil zatravněné údolnice

Zatravněny budou pásy o šířce cca 20 m s hloubkou asi 0,5m.

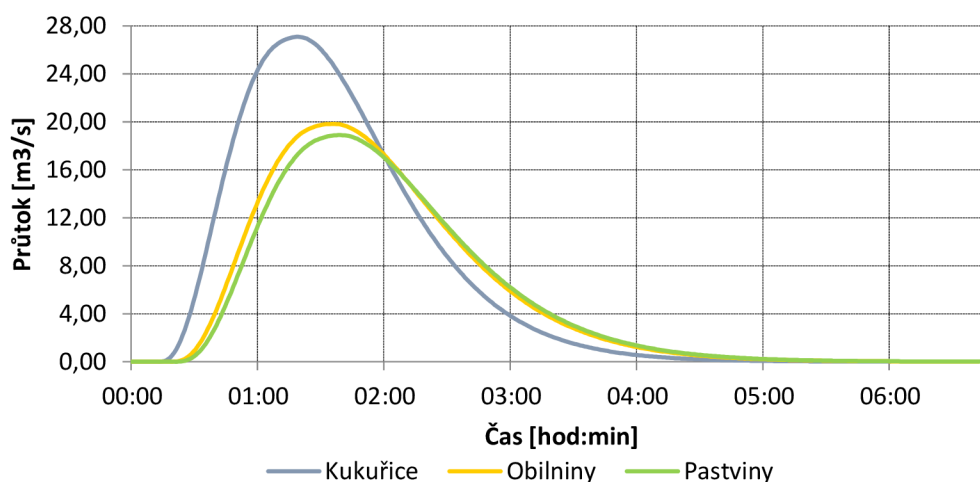
## 7 Výsledky řešení – textové, tabelární a grafické

Po průzkumu řešeného území bylo identifikováno 6 kritických profilů, kterými je ohrožen intravilán obce.

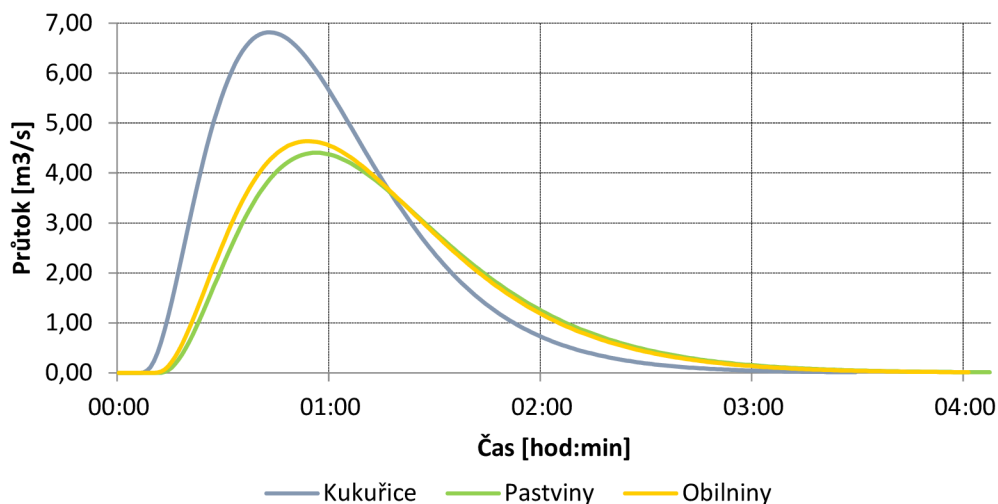
Pro porovnání odtokových poměrů ze zemědělské půdy, byly použity tři rozdílné hodnoty CN, a to pro širokořádkové (kukuřice) a úzkořádkové (obilniny) plodiny a pro zatravnění. Nejvyšší hodnoty CN byly pro širokořádkové plodiny, a tím také byla vyvolána větší povodňová oproti druhým dvou zmiňovaných (Tabulka 7.1).

Tabulka 7.1: Porovnání poklesu odtokových poměrů různých hodnot CN

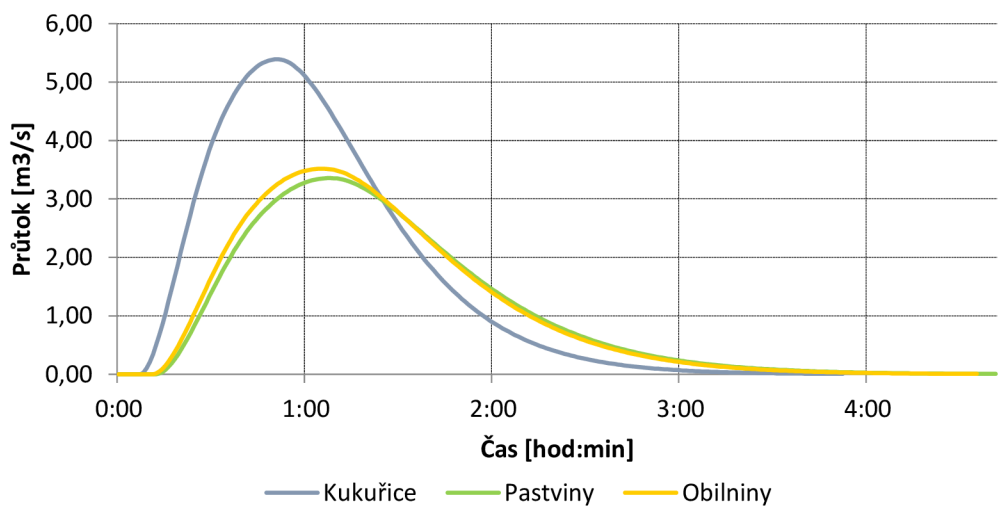
Povodí 1	$Q_{max}$	$W_{PVT}$	$W_{PVT,1d}$
	$[m^3 \cdot s^{-1}]$	$[m^3 \cdot s^{-1}]$	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
Kukuřice	27,10	108,0	158,0
Obilniny	20,00	93,0	132,0
Zatravnění	18,90	89,8	127,0
Povodí 2	$Q_{max}$	$W_{PVT}$	$W_{PVT,1d}$
	$[m^3 \cdot s^{-1}]$	$[m^3 \cdot s^{-1}]$	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
Kukuřice	6,82	14,9	25,6
Obilniny	4,67	12,1	20,7
Zatravnění	4,41	11,7	20,1
Povodí 3	$Q_{max}$	$W_{PVT}$	$W_{PVT,1d}$
	$[m^3 \cdot s^{-1}]$	$[m^3 \cdot s^{-1}]$	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
Kukuřice	5,42	14,2	22,6
Obilniny	3,57	11,6	18,2
Zatravnění	3,38	11,3	17,6
Povodí 4	$Q_{max}$	$W_{PVT}$	$W_{PVT,1d}$
	$[m^3 \cdot s^{-1}]$	$[m^3 \cdot s^{-1}]$	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
Kukuřice	14,30	104,0	131,0
Obilniny	9,34	79,8	104,0
Zatravnění	8,28	73,6	96,7
Povodí 5	$Q_{max}$	$W_{PVT}$	$W_{PVT,1d}$
	$[m^3 \cdot s^{-1}]$	$[m^3 \cdot s^{-1}]$	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
Kukuřice	16,01	59,9	93,6
Obilniny	13,80	57,7	86,3
Zatravnění	12,50	54,9	81,3
Povodí 6	$Q_{max}$	$W_{PVT}$	$W_{PVT,1d}$
	$[m^3 \cdot s^{-1}]$	$[m^3 \cdot s^{-1}]$	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
Kukuřice	4,94	11,0	21,2
Obilniny	4,46	10,6	19,6
Zatravnění	4,00	10,1	18,6



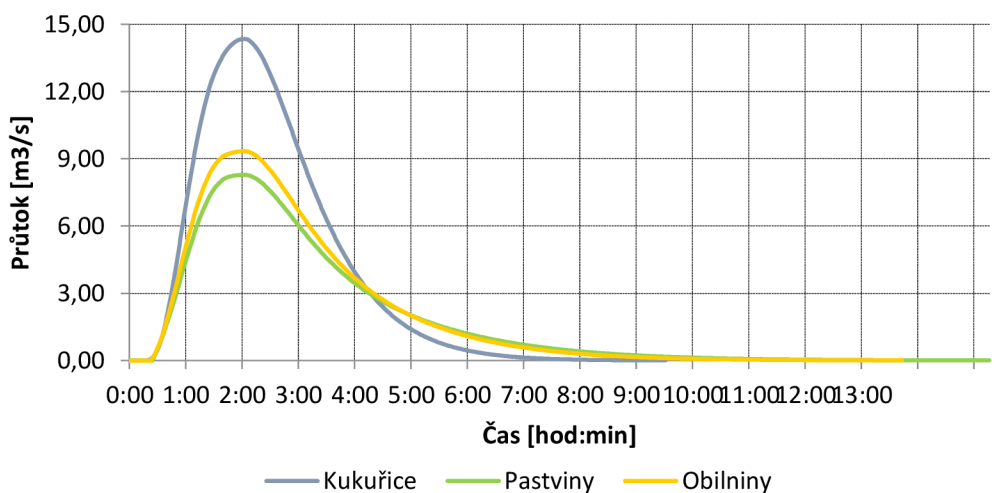
Obrázek 7.1 - Porovnání 100letých povodňových vln pro různá CN v povodí č. 1



Obrázek 7.2 - Porovnání 100letých povodňových vln pro různá CN v povodí č. 2

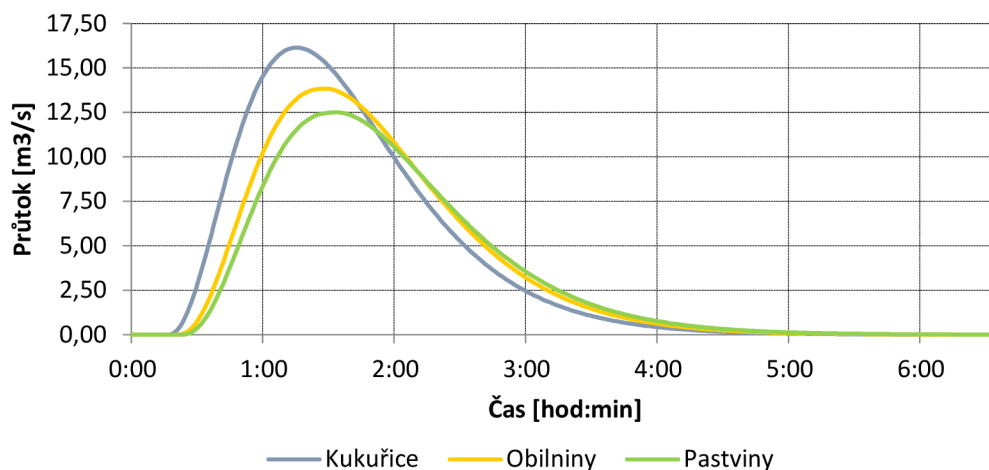


Obrázek 7.3 - Porovnání 100letých povodňových vln pro různá CN v povodí č. 3

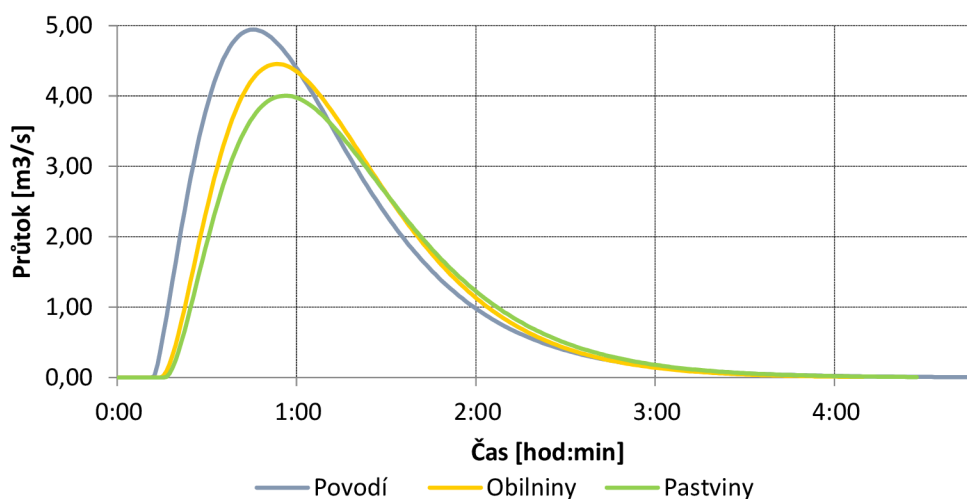


Obrázek 7.4 - Porovnání 100letých povodňových vln pro různá CN v povodí č. 4





Obrázek 7.5 - Porovnání 100letých povodňových vln pro různá CN v povodí č. 5



Obrázek 7.6- Porovnání 100letých povodňových vln pro různá CN v povodí č. 6

V řešeném území bude navrženo pět druhů ochranných opatření, a to VENP, SDSO, TTP, AGT a ochranné retenční nádrže. Jednotlivá ochranná opatření jsou uvedena v následující tabulce. Bez jakéhokoliv opatření zůstane 194,3 ha zemědělské půdy z celkových 635,1 ha.

Tabulka 7.2: Suma ploch opatřených protierozními opatřeními

Název	Plocha	Jednotka
VENP	490,38	[ha]
AGT	22,1	[ha]
TTP	18,89	[ha]
SDSO	10,34	[ha]

## 8 Vyhodnocení účinnosti navržených opatření

### 8.1 Výpočet DesQ po PEO

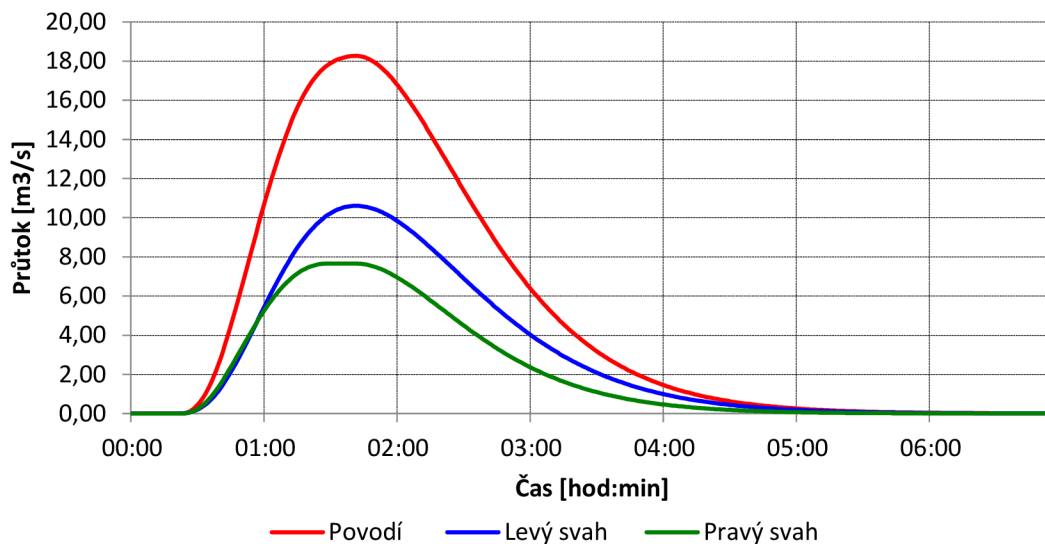
Tabulka 8.1: Vstupní hodnoty pro model DesQ

Identifikace	Vstupní veličiny		Povodí					
			1	2	3	4	5	6
Levý svah	plocha [km <sup>2</sup> ]		1,41	0,17	0,21	0,567	0,957	0,201
	sklon [%]		5,8	5,97	5,58	5,02	8,69	8,03
	Původní CN	kukuřice [-]	81,9	82,7	86,9	79,5	75,8	73,2
		obilniny [-]	77,0	77,3	80,2	75,4	72,9	72,7
		zatravněné [-]	76,1	76,4	79,3	73,7	71,3	71,0
	Nové CN	PEO [-]	75,6	73,6	78	72,7	72	71,4
	typ odtokové křivky [-]		2	2	2	2	2	2
	drsnostní charakteristika [sec]		8	8	8	8	8	8
Pravý svah	plocha [km <sup>2</sup> ]		1,09	0,19	0,0857	1,42	0,848	0,22
	sklon [%]		7,8	5,87	6,88	4,19	8,47	9,59
	Původní CN	kukuřice [-]	80	86,2	86,8	83,3	75,5	76,5
		obilniny [-]	74,9	79,5	80,4	76,1	74,4	73,3
		zatravněné [-]	73,7	78,7	79,6	74,2	73,2	73,4
	Nové CN	PEO [-]	73,6	76,1	78,1	72,8	73,9	72,5
	typ odtokové křivky [-]		2	2	2	2	2	2
	drsnostní charakteristika [sec]		8	8	8	8	8	8
Údolnice	délka [km]	3,41	0,88	0,748	1,725	2,642	1,304	
	sklon [%]	3,83	3,27	3,92	2,53	5,93	7,16	

Po PEO je nové CN menší i než kdyby byly všechny zemědělské pozemky zatravněny.

Tabulka 8.2: Odtokové poměry v povodí č. 1

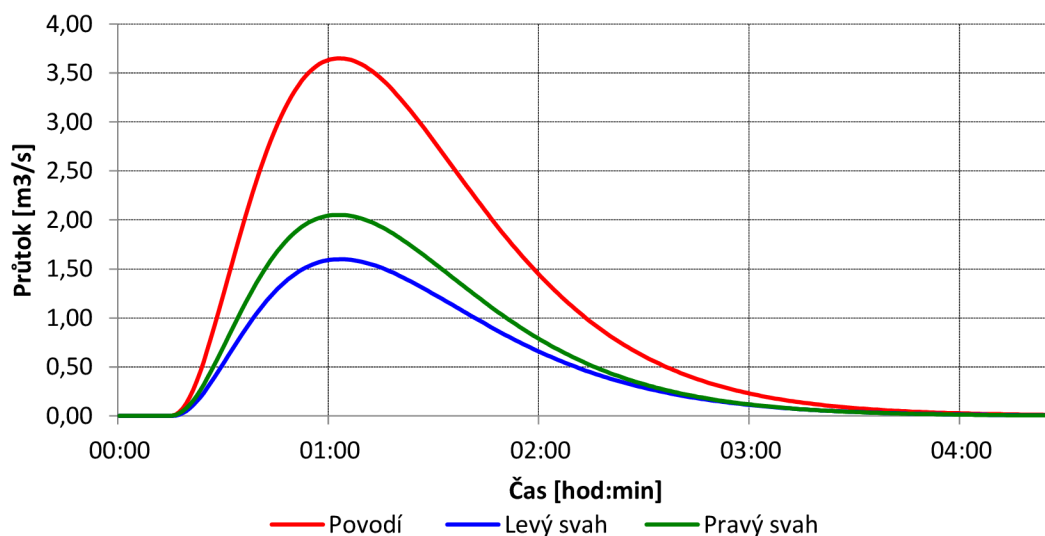
N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky	
N	doba opakování				[roky]	
100	$Q_{max}$	maximální průtok	18,4	10,6	7,66	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	88,9	52,2	36,8	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	125	72,9	52,1	$[10^3 \cdot m^3]$



Obrázek 8.1 - Hydrogram 100leté povodně pro povodí č. 1

Tabulka 8.3: Odtokové poměry v povodí č. 2

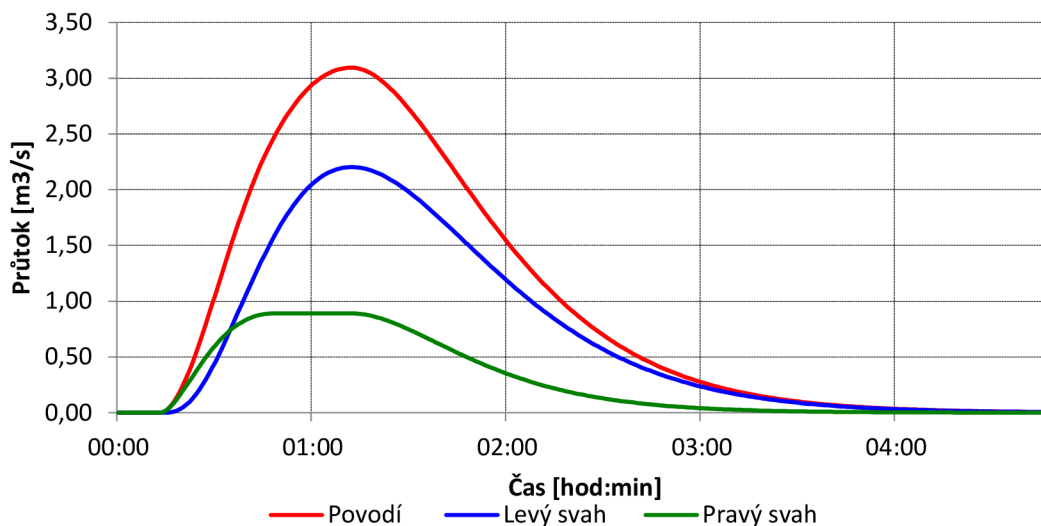
N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky	
N	doba opakování				[roky]	
100	$Q_{max}$	maximální průtok	3,65	1,6	2,05	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	10,7	4,68	6,03	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	18	8,03	10	$[10^3 \cdot m^3]$



Obrázek 8.2 - Hydrogram 100leté povodně pro povodí č. 2

Tabulka 8.4: Odtokové poměry v povodí č. 3

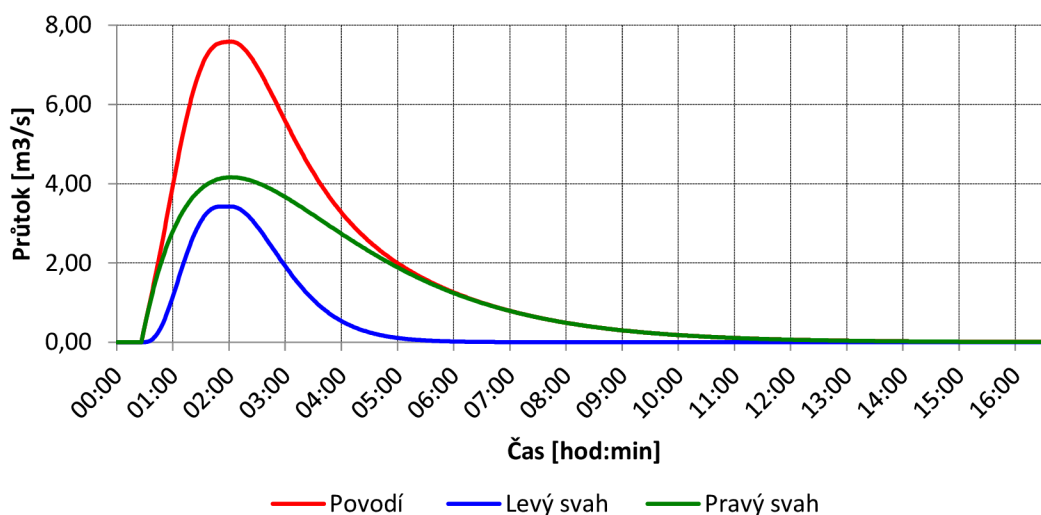
N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky	
N	doba opakování				[roky]	
100	$Q_{max}$	maximální průtok	3,11	2,2	0,891	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	10,8	7,67	3,15	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	16,8	11,9	4,88	$[10^3 \cdot m^3]$



Obrázek 8.3 - Hydrogram 100leté povodně pro povodí č. 3

Tabulka 8.5: Odtokové poměry v povodí č. 4

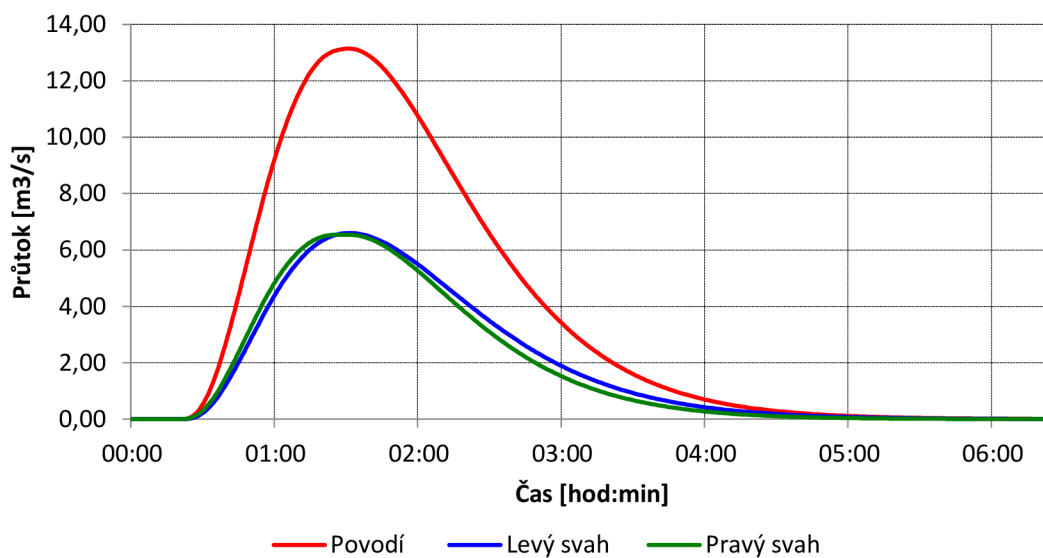
N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky	
N	doba opakování				[roky]	
100	$Q_{max}$	maximální průtok	7,59	3,42	4,16	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	69,3	19,7	49,6	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	91,8	26,1	65,7	$[10^3 \cdot m^3]$



Obrázek 8.4 - Hydrogram 100leté povodně pro povodí č. 4

Tabulka 8.6: Odtokové poměry v povodí č. 5

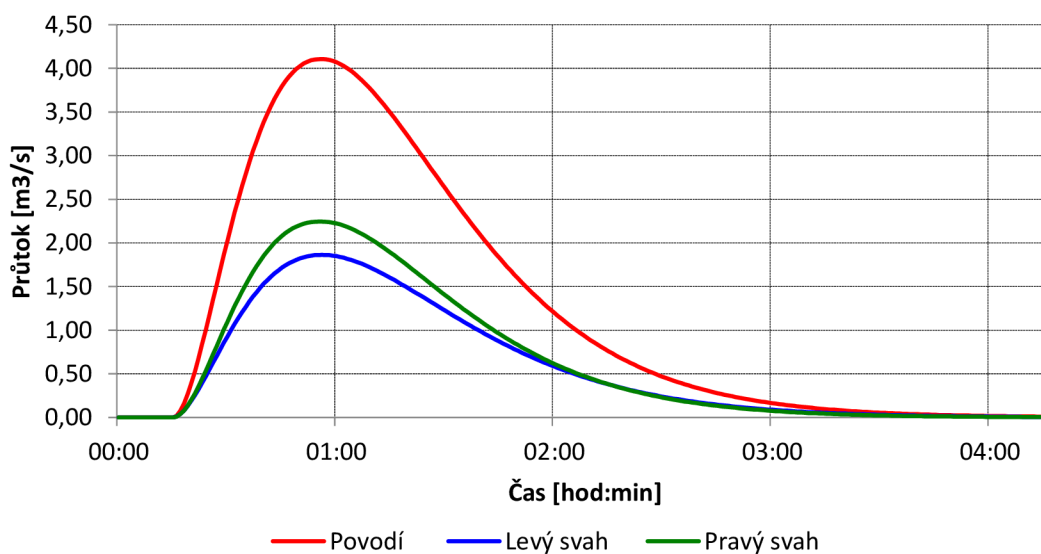
N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky	
N	doba opakování				[roky]	
100	$Q_{max}$	maximální průtok	13,1	6,6	6,54	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	56,5	28,6	27,9	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	83,9	42,8	41	$[10^3 \cdot m^3]$



Obrázek 8.5 - Hydrogram 100leté povodně pro povodí č. 5

Tabulka 8.7: Odtokové poměry v povodí č. 6

N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky	
N	doba opakování				[roky]	
100	$Q_{max}$	maximální průtok	4,11	1,86	2,24	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	$W_{PVT}$	objem povodňové vlny PV	10,3	4,74	5,52	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný $H_{1d100}$	18,8	8,77	10,1	$[10^3 \cdot m^3]$



Obrázek 8.6 - Hydrogram 100leté povodně pro povodí č. 6

## 8.2 Výpočet erozního smyv

Tabulka 8.8: Porovnání erozního smyvu před a po PEO

Pro ornou půdu C=		0,216		po PEO		Rozdíl		Druh PEO
Ozn. EP	Plocha	∅ smyv	Celkový smyv	∅ smyv	Celkový smyv	∅ smyv	Celkový smyv	
	[ha]	[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	
1	17,40	9,4	65194,7	4,0	27514,8	5,4	37679,9	VENP
2	53,80	11,4	244363,2	5,0	106729,7	6,4	137633,5	VENP (51,1) + SDSO (2,7)
3	2,71	15,3	16606,6	7,4	7992,2	8,0	8614,4	VENP
4	14,34	14,4	82636,8	6,9	39715,2	7,5	42921,6	VENP
5	3,26	9,0	11739,4	4,3	5636,9	4,7	6102,6	VENP
6	7,22	8,0	23094,0	3,8	11098,5	4,2	11995,6	VENP
7	2,92	1,6	1873,3	1,6	1873,3	0,0	0,0	bez opatření
8	19,09	10,4	79501,7	10,4	79501,7	0,0	0,0	bez opatření
9	19,21	13,8	105739,8	6,1	47034,5	7,6	58705,3	VENP (18,2)+ SDSO (0,9)
10	26,25	11,6	121356,1	8,2	85984,7	3,4	35371,4	VENP (12,5)
11	6,12	11,0	26903,2	11,0	26903,2	0,0	0,0	bez opatření
12	5,10	15,2	29567,3	13,9	27050,2	1,3	2517,1	SDSO (0,7)
13	42,57	10,7	182185,2	5,1	87625,3	5,6	94559,8	VENP
14	15,46	12,2	75588,4	5,9	36472,6	6,3	39115,8	VENP
15	8,87	20,0	70969,0	8,6	30590,8	11,4	40378,2	VENP (4,9) + TTP (1,9) + SDSO (0,1)
16	2,66	5,5	5822,5	0,1	140,8	5,3	5681,8	TTP
17	6,62	6,4	17011,2	3,1	8219,6	3,3	8791,6	VENP
18	7,29	66,2	192963,0	66,2	192963,0	0,0	0,0	bez opatření
19	15,00	11,1	66629,9	11,1	66629,9	0,0	0,0	bez opatření
20	34,34	17,6	242318,8	4,8	66006,4	12,8	176312,4	VENP
21	3,74	4,4	6556,6	2,1	3137,7	2,3	3418,9	VENP
22	32,95	12,4	163107,2	9,7	127944,8	2,7	35162,3	VENP (12,8)
23	9,02	14,2	51039,7	8,0	28820,8	6,1	22218,9	VENP (5,1)
24	2,58	0,5	501,4	0,5	501,4	0,0	0,0	bez opatření
25	40,81	12,2	199705,0	5,9	96001,6	6,4	103703,5	VENP
26	3,82	8,4	12781,0	8,4	12781,0	0,0	0,0	bez opatření
27	12,45	8,9	44551,5	4,1	20516,2	4,8	24035,4	VENP (12) + SDSO (0,45)
28	3,46	21,0	29077,6	10,4	14440,6	10,6	14637,1	VENP (2,7)
29	3,19	12,3	15656,5	12,3	15656,5	0,0	0,0	bez opatření
30	6,97	10,4	29030,7	5,0	13869,7	5,4	15161,0	VENP
31	19,42	11,0	85711,5	5,3	41539,0	5,7	44172,5	AGT

Pro ornou půdu C=		0,216		po PEO		Rozdíl		Druh PEO
Ozn. EP	Plocha	∅ smyv	Celkový smyv	∅ smyv	Celkový smyv	∅ smyv	Celkový smyv	
	[ha]	[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	
32	2,75	9,0	9850,9	4,3	4742,5	4,6	5108,4	VENP
33	4,28	24,0	41175,7	24,0	41175,7	0,0	0,0	bez opatření
34	29,21	20,5	240025,8	20,5	240025,8	0,0	0,0	bez opatření
35	2,80	0,6	691,5	0,6	691,5	0,0	0,0	bez opatření
36	4,19	14,8	24868,4	7,1	11925,0	7,7	12943,4	VENP
37	3,33	1,1	1509,2	1,1	1509,2	0,0	0,0	bez opatření
38	3,00	39,5	47451,7	39,5	47451,7	0,0	0,0	bez opatření
39	2,79	9,1	10133,2	9,1	10133,2	0,0	0,0	bez opatření
40	2,08	12,1	10096,7	5,9	4888,9	6,3	5207,8	VENP
41	2,70	16,3	17568,3	16,3	17568,3	0,0	0,0	bez opatření
42	3,62	3,9	5584,6	1,9	2689,3	2,0	2895,3	VENP
43	18,26	19,0	138786,4	9,2	67003,8	9,8	71782,6	VENP
44	5,37	16,0	34277,8	16,0	34277,8	0,0	0,0	bez opatření
45	4,19	22,0	36897,8	22,0	36897,8	0,0	0,0	bez opatření
46	5,81	14,5	33621,7	7,0	16184,9	7,5	17436,8	VENP
47	2,79	0,9	994,1	0,9	994,1	0,0	0,0	bez opatření
48	2,30	29,4	27027,8	29,4	27027,8	0,0	0,0	bez opatření
49	2,04	0,6	517,3	0,6	517,3	0,0	0,0	bez opatření
50	7,92	0,8	2621,8	0,8	2621,8	0,0	0,0	bez opatření
51	2,93	13,8	16120,4	6,6	7760,8	7,1	8359,6	VENP
52	8,95	20,9	74738,6	20,9	74738,6	0,0	0,0	bez opatření
53	7,05	9,7	27478,0	4,7	13203,4	5,1	14274,6	VENP
54	14,87	21,8	129478,4	10,5	62412,5	11,3	67066,0	VENP
55	4,03	0,7	1104,9	0,7	1104,9	0,0	0,0	bez opatření

Pozn.: Pokud opatření není na celé ploše, je v závorce uvedena plocha, kterou zaujímá v [ha].

Výsledky erozního smyvu po návrhu protierozních opatření byly porovnány s hodnotami erozního smyvu pro faktor ochranného vlivu vegetace C = 0,216. Z tabulky je patrné, že hodnoty erozního smyvu jsou více jak o polovinu menší oproti původním hodnotám bez použití protierozních opatření.



Obrázek 8.7 - Mapa erozního smyvu po návrhu PEO

Tabulka 8.9: Porovnání erozního smyvu v rámci povodí před a po návrhu PEO

	C = 0,61		C = 0,216		C = 0,1		Po PEO	
	Ø smyv	Celkový smyv	Ø smyv	Celkový smyv	Ø smyv	Celkový smyv	Ø smyv	Celkový smyv
Povodí č.	[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]		[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]		[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]		[t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	
1	33,8	2210101	13,9	910963	8,1	528688	9,1	592168
2	43,0	461391	15,2	163406	7,1	75675	4,0	43868
3	40,8	233003	14,4	82506	6,7	38197	6,6	41028
4	32,6	2186922	11,5	774575	5,3	358757	5,3	359974
5	51,2	2137155	18,2	758642	8,4	352793	15,0	625627
6	32,1	255334	11,4	90960	5,4	42566	5,6	44479



## 9 Závěr

V bakalářské práci bylo, na základě dostupných a poskytnutých údajů o katastrálních územích Bílov, Butovice a Velké Albrechtice, analyzováno celé území z hlediska erozních a odtokových poměrů. Po zpracování a vyhodnocení všech dat byla navržena přírodě blízká ochranná opatření, která řeší problémy erozního smyvu z orných ploch a také i soustředěný odtok do intravilánu obce.

Omezení průtoků zastavěným územím obce je zabezpečeno návrhem ochranných nádrží. Nádrže svými retenčními prostory transformují kulminační průtok návrhového deště na neškodný odtok.

Na plochách pro zemědělskou výrobu, které jsou erozně ohroženy, bylo navrženo vyloučení erozně nepříznivých plodin a agrotechnické opatření. Několik pozemků nebo jen jejich část bude zatravněno.

Při dodržování navržených opatření zemědělskými podniky, dojde ke snížení smyvu ze zemědělských pozemků.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Půdní typy. *Mendelova univerzita v Brně* [online]. Brno: Mendelova univerzita, 2017 [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/print.php?page=5260&typ=html](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=5260&typ=html)
- [2] Půdní typy. *Mendelova univerzita v Brně* [online]. Mendelova univerzita, Brno: Mendelova univerzita, 2017 [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/print.php?page=5262&typ=html](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=5262&typ=html)
- [3] Taxonomický klasifikační systém půd ČR. *Ústav pro hospodářskou úpravu lesů* [online]. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 2004 [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: [http://www.uhul.cz/images/typologie/taxonomicky\\_klasifikacni\\_system\\_pud\\_v\\_cr.pdf](http://www.uhul.cz/images/typologie/taxonomicky_klasifikacni_system_pud_v_cr.pdf)
- [4] Typy půd. *Příroda.cz* [online]. Mendelova univerzita (Brno): Hladký, 2012 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=1821&stranka=4>
- [5] Sedimenty nezpevněné. *Virtuální muzeum* [online]. Virtuální muzeum České geologické služby: Česká geologická služba, 2011 [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <http://muzeum.geology.cz/d.pl?item=26>
- [6] Sedimenty zpevněné. *Virtuální muzeum* [online]. Virtuální muzeum České geologické služby: Česká geologická služba, 2011 [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <http://muzeum.geology.cz/d.pl?item=27>
- [7] Dynamická geomorfologie pevnin. *Institut geologického inženýrství* [online]. VŠB - Technická univerzita Ostrava: Hornicko-geologická fakulta, 2012 [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: [http://geologie.vsb.cz/geomorfologie/Prednasky/8\\_kapitola.htm](http://geologie.vsb.cz/geomorfologie/Prednasky/8_kapitola.htm)
- [8] DUMBROVSKÝ, Miroslav a Rudolf MILERSKI. *Vodní hospodářství krajiny II*. FAST VUT. Brno, 2005.
- [9] JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 9788087415429.
- [10] Brychta, Jiří a Petrů Jan (2013). Metody vyhodnocování vodní eroze pomocí geoinformačních systémů. *Digitální technologie v geoinformatice, kartografii a dálkovém průzkumu Země*. Praha: ČVUT.
- [11] HRÁDEK, František. *HYDROLOGICKÉ PODKLADY PRO NÁVRH PROTIEROZNÍ OCHRANY PŘI POZEMKOVÝCH ÚPRAVÁCH*.
- [12] DUMBROVSKÝ, Miroslav. *GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY*. Brno, 2009.

- [13] EAGRI: Portál farmáře. [online]. 2012 [cit. 2017-05-23]. Dostupné z:  
<http://eagri.cz/public/web/mze/farmer/LPIS>
- [14] Vodní eroze. *Vodní eroze* [online]. 2006 [cit. 2017-05-24]. Dostupné z:  
<http://eroze.sweb.cz/home.htm>
- [15] Vodní eroze. *Geohazardy* [online]. Geohazardy: Bokr [cit. 2017-05-24]. Dostupné z:  
<http://www.geology.cz/aplikace/geohazardy/katalog/geohazard-28/>
- [16] Ortofotomapa. *Georeal* [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z:  
<http://www.georeal.cz/cz/produktydata/ortofotomapa>
- [17] Geovědní a geologické mapy. *Geologické mapy* [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z:  
<http://www.geologicke-mapy.cz/>
- [18] *Zákon č. 139/2002 Sb.: Zákon o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů.* 2002.
- [19] *Technický standard dokumentace plánu společných zařízení v pozemkových úpravách.* In: .  
Praha: Státní pozemkový úřad, 2016.
- [20] Panorama. In: *Mapy.cz* [online]. Seznam.cz, 2013 [cit. 2017-05-26]. Dostupné z:  
<https://mapy.cz/>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 3.1 - Pedologické podmínky .....	6
Obrázek 3.2 - Geologické podmínky .....	7
Obrázek 3.3 - Hydrologické podmínky .....	8
Obrázek 3.4 - Erozní smyv v rámci celého území pro $C = 0,1$ .....	12
Obrázek 3.5 - Erozní smyv v rámci celého území pro $C = 0,216$ .....	12
Obrázek 3.6 - Erozní smyv v rámci celého území pro $C = 0,61$ .....	13
Obrázek 3.7 - Mapa kritických profilů .....	14
Obrázek 4.1 - Mapa HPJ .....	18
Obrázek 4.2 - Mapa hydrologických skupit půd (HSP) .....	21
Obrázek 4.3 - Mapa CN .....	22
Obrázek 5.1 - Sběrná plocha č. 1 .....	26
Obrázek 5.2 - Sběrná plocha č. 2 .....	27
Obrázek 5.3 - Sběrná plocha č. 3 .....	28
Obrázek 5.4 - Sběrná plocha č. 4 .....	29
Obrázek 5.5 - Sběrná plocha č. 5 .....	30
Obrázek 5.6 - Sběrná plocha č. 6 .....	31
Obrázek 5.7 - Kritické body, sběrné plochy a akumulace .....	32
Obrázek 5.8 - Povodí č. 1 - zpevněná cesta, fotbalové hřiště (vlevo), zastavěný pozemek (vpravo) [20] .....	43
Obrázek 5.9 - Povodí č. 3 – rodinné domy [20] .....	43
Obrázek 5.10 - Povodí č. 4 - zpevněná cesta, zahrada a plocha pro pastvu koní [20]..	43
Obrázek 6.1 - Mapa protierozních opatření.....	44
Obrázek 6.2 - Vzorový příčný řez hrází .....	47
Obrázek 6.3 - Hydrogram 100leté povodně pro nádrž č. 1 .....	49
Obrázek 6.4 - Hydrogram 100leté povodně pro nádrž č. 2 .....	49
Obrázek 6.5 - Hydrogram 100leté povodně pro nádrž č. 3 .....	50
Obrázek 6.6 - Hydrogram 100leté povodně pro nádrž č. 4 .....	50
Obrázek 6.7 - Nomogram k určování retenčního objemu nádrže [9].....	51
Obrázek 6.8 - Parabolický profil zatravněné údolnice.....	53

Obrázek 6.9 - Lichoběžníkový profil zatravněné údolnice .....	54
Obrázek 7.1 - Porovnání 100letých povodňových vln pro různá CN v povodí č. 1 .....	55
Obrázek 7.2 - Porovnání 100letých povodňových vln pro různá CN v povodí č. 2 .....	56
Obrázek 7.3 - Porovnání 100letých povodňových vln pro různá CN v povodí č. 3 .....	56
Obrázek 7.4 - Porovnání 100letých povodňových vln pro různá CN v povodí č. 4 .....	56
Obrázek 7.5 - Porovnání 100letých povodňových vln pro různá CN v povodí č. 5 .....	57
Obrázek 7.6- Porovnání 100letých povodňových vln pro různá CN v povodí č. 6 .....	57
Obrázek 8.1 - Hydrogram 100leté povodně pro povodí č. 1 .....	59
Obrázek 8.2 - Hydrogram 100leté povodně pro povodí č. 2 .....	59
Obrázek 8.3 - Hydrogram 100leté povodně pro povodí č. 3 .....	60
Obrázek 8.4 - Hydrogram 100leté povodně pro povodí č. 4 .....	60
Obrázek 8.5 - Hydrogram 100leté povodně pro povodí č. 5 .....	61
Obrázek 8.6 - Hydrogram 100leté povodně pro povodí č. 6 .....	61
Obrázek 8.7 - Mapa erozního smyvu po návrhu PEO .....	64

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 3.1: Vodní toky.....	8
Tabulka 3.2: Vodní nádrže .....	9
Tabulka 3.3: Erozní poměry na pozemcích při uvažování různých faktorů C.....	10
Tabulka 3.4: Erozní smyv v rámci sběrných ploch .....	14
Tabulka 5.1: Tabelární výčet sběrné plochy č. 1.....	25
Tabulka 5.2: Tabelární výčet sběrné plochy č. 2.....	27
Tabulka 5.3: Tabelární výčet sběrné plochy č. 3.....	28
Tabulka 5.4: Tabelární výčet sběrné plochy č. 4.....	29
Tabulka 5.5: Tabelární výčet sběrné plochy č. 5.....	30
Tabulka 5.6: Tabelární výčet sběrné plochy č. 6.....	31
Tabulka 5.7: Srážkové úhrny ze stanice Nový Jičín.....	33
Tabulka 5.8: Vstupní hodnoty pro model DesQ.....	33
Tabulka 5.9: Odtokové poměry v povodí č. 1 .....	34
Tabulka 5.10: Odtokové poměry v povodí č. 2 .....	34
Tabulka 5.11: Odtokové poměry v povodí č. 3 .....	35
Tabulka 5.12: Odtokové poměry v povodí č. 4 .....	35
Tabulka 5.13: Odtokové poměry v povodí č. 5 .....	36
Tabulka 5.14: Odtokové poměry v povodí č. 6 .....	36
Tabulka 5.15: Odtokové poměry v povodí č. 1 .....	37
Tabulka 5.16: Odtokové poměry v povodí č. 2 .....	37
Tabulka 5.17: Odtokové poměry v povodí č. 3 .....	38
Tabulka 5.18: Odtokové poměry v povodí č. 4 .....	38
Tabulka 5.19: Odtokové poměry v povodí č. 5 .....	39
Tabulka 5.20: Odtokové poměry v povodí č. 6 .....	39
Tabulka 5.21: Odtokové poměry v povodí č. 1 .....	40
Tabulka 5.22: Odtokové poměry v povodí č. 2 .....	40
Tabulka 5.23: Odtokové poměry v povodí č. 3 .....	41
Tabulka 5.24: Odtokové poměry v povodí č. 4 .....	41
Tabulka 5.25: Odtokové poměry v povodí č. 5 .....	42

Tabulka 5.26: Odtokové poměry v povodí č. 6 .....	42
Tabulka 6.1: Výčet PEO.....	45
Tabulka 6.2: Vstupní hodnoty nádrží pro model DesQ .....	48
Tabulka 6.3: Odtokové poměry v povodí nad nádrží č. 1 .....	49
Tabulka 6.4: Odtokové poměry v povodí nad nádrží č. 2 .....	49
Tabulka 6.5: Odtokové poměry v povodí nad nádrží č. 3 .....	50
Tabulka 6.6: Odtokové poměry v povodí nad nádrží č. 4 .....	50
Tabulka 6.7: Návrhové parametry hrází.....	52
Tabulka 7.1: Porovnání poklesu odtokových poměrů různých hodnot CN .....	55
Tabulka 7.2: Suma ploch opatřených protierozními opatřeními.....	57
Tabulka 8.1: Vstupní hodnoty pro model DesQ .....	58
Tabulka 8.2: Odtokové poměry v povodí č. 1 .....	59
Tabulka 8.3: Odtokové poměry v povodí č. 2 .....	59
Tabulka 8.4: Odtokové poměry v povodí č. 3 .....	60
Tabulka 8.5: Odtokové poměry v povodí č. 4 .....	60
Tabulka 8.6: Odtokové poměry v povodí č. 5 .....	61
Tabulka 8.7: Odtokové poměry v povodí č. 6 .....	61
Tabulka 8.8: Porovnání erozního smyvu před a po PEO.....	62
Tabulka 8.9: Porovnání erozního smyvu v rámci povodí před a po návrhu PEO .....	64

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

AGT	agrotechnická opatření
BPEJ	bonitovaná půdně ekologická jednotka
CN	curve number
DMT	digitální model terénu
GIS	geografický informační systém
HPJ	hlavní půdní jednotka
HSP	hydrologická skupina půd
LPIS	veřejný registr půd
PEO	protierozní opatření
SDSO	stabilizace drah soustředěného odtoku
TTP	trvalý travní porost
USLE	univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy
VENP	vyloučení erozně nepříznivých plodin
ZABAGED	základní báze geografických dat
DIBAVOD	digitální báze vodohospodářských dat



## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1:            A.1    Mapa protierozních opatření