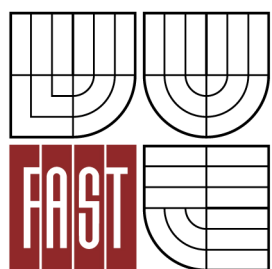




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

NÁVRH OCHRANY A ORGANIZACE POVODÍ V K.Ú. HRADČANY NA MORAVĚ

Design of landscape conservation measures in cadastre Hradčany na Moravě

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

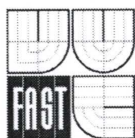
DAVID DOHNAL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. MIROSLAV DUMBROVSKÝ, CSc.

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program

B3607 Stavební inženýrství

Typ studijního programu

Bakalářský studijní program s prezenční formou studia

Studijní obor

3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby

Pracoviště

Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student

David Dohnal

Název

Návrh ochrany a organizace povodí v k.ú
Hradčany na Moravě

Vedoucí bakalářské práce

doc. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.

**Datum zadání
bakalářské práce**

30. 11. 2011

**Datum odevzdání
bakalářské práce**

25. 5. 2012

V Brně dne 30. 11. 2011

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



.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

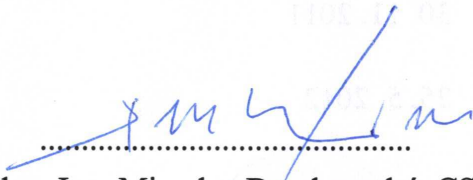
1. Holý M, a kol - Eroze a životní prostředí, ČVUT Praha 1998
2. Metodika: Ochrana zemědělské půdy před erozí VÚMOP Praha 2007
3. Návrhové průtoky pro velmi malá povodí, Hydroprojekt Praha, 1989
4. Dumbrovský M, - Mezera J,,: Metodický návod pro pozemkové úpravy a související informace, metodika VUMOP 2005
5. Hrádek F, - Implementace hydrologického modelu DeSQ, VUMOP Praha 1997

Zásady pro vypracování

Na základě podrobné analýzy přírodních podmínek navrhnete v zadaném povodí komplexní ochranu a organizaci řešeného území. Po návrhu opatření proveďte vyhodnocení se zaměřením na erozní a odtokové poměry. S využitím daných výškopisných a polohopisných podkladů vytvořte digitální model terénu. Digitální model terénu bude vytvořen v prostředí Arc GIS a Atlas DMT. K analýzám erozních a odtokových poměrů využijte erozní a hydrologické nástroje GIS.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací
Technická zpráva
Grafické přílohy



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

Abstrakt

Cílem práce bylo vyhodnotit erozní a odtokové poměry v katastrálním území Hradčany na Moravě. Navrhnout příslušná opatření pro snížení erozní ohroženosti zemědělských pozemků a zlepšení odtokových poměrů krajiny.

Klíčová slova

Hradčany na Moravě, Eroze, USLE, DesQ, CN

Abstract

The aim was to evaluate the erosion and drainage conditions in cadastre Hradčany na Moravě, propose appropriate measures to reduce the vulnerability of land erosion and improve runoff conditions of the landscape.

Keywords

Hradčany na Moravě, Erosion, USLE, DesQ, CN

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

DOHNAL, David. *Návrh ochrany a organizace povodí v k.ú. Hradčany na Moravě*. Brno, 2012. 67 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce doc. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc..

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně, a že jsem uvedl všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 24.5.2012

.....

podpis autora

Poděkování:

Na začátek bych chtěl poděkovat vedoucímu práce doc. Ing. Miroslavu Dumbrovskému, Csc., za rady a připomínky při zpracování bakalářské práce.

OBSAH

1	ÚVOD.....	3
2	LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	4
3	POPIS POUŽITÝCH METOD	8
3.1	Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí	8
3.2	Metoda čísel odtokových křivek.....	11
3.3	Model DesQ.....	12
3.3.1	Využití modelu.....	12
3.3.2	Přehled vstupních a výstupních veličin modelu	13
4	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	14
4.1	Všeobecné údaje	14
4.2	Popis přírodních podmínek	16
4.3	Hydrologické poměry.....	17
4.3.1	Vodní toky.....	17
4.3.1	Nádrže	18
4.3.2	Současný stav odtokových poměrů	19
4.4	Geologické a půdní podmínky.....	25
4.4.1	Reliéf terénu.....	25
4.4.2	Geologicko – litologické poměry	25
4.4.3	Pedologické poměry.....	26
4.4.4	Bonitované půdně ekologické jednotky	26
4.4.5	Hydrologické skupiny půd	31
4.5	Vegetační pokryv.....	33
4.5.1	Využití pozemků	33
4.5.2	Krajinná zeleň	34
4.6	Sklonitostní poměry	34
5	VYHODNOCENÍ EROZNÍCH POMĚRŮ	35
5.1	Současný stav erozní ohroženosti pozemků	35
6	NÁVRH PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ	38
6.1.1	Výkaz výměr navrhovaných opatření.....	40

7	NÁVRH KOMPLEXNÍ OCHRANY A ORGANIZACE VYBRANÉHO POVODÍ.	41
7.1.1	Předmět návrhu	42
7.1.2	Účel navrhovaných staveb	42
7.1.3	Návrh a dimenzace protierozních opatření.....	42
7.1.4	Návrh a dimenzace protipovodňových opatření.....	46
7.1.1	Hráz.....	48
7.2	Vliv na životní prostředí	49
8	ÚČINNOST NAVRHOVANÝCH PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ.....	50
8.1	Vyhodnocení odtokových poměrů po návrhu Protierozních opatření.....	53
9	ZÁVĚR.....	59
10	FOTODOKUMENTACE.....	60
11	POUŽITÁ LITERATURA	62
	SEZNAM TABULEK	64
	SEZNAM OBRÁZKŮ	66
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	68

1 ÚVOD

Cílem práce s názvem „Návrh ochrany a organizace povodí v k.ú. Hradčany na Moravě“ je komplexní náhled a posouzení problematiky vodní eroze a odtoku vody z krajiny způsobené přívalovými dešti. Tyto deště mají negativní dopad na krajinu, obec Hradčany, samotné občany a jejich majetek. Přívalový déšť, který je nebezpečný kvůli jeho vysoké intenzitě, způsobuje vymílání a odnos částic půdy do recipientů. Škoda takto způsobená je jednak ekologická, protože vytvoření úrodné horní vrstvy půdního profilu trvá tisíce let a vodou je transportována do vodních toků a nádrží, kde se znehodnocuje a jednak ekonomická, z důvodu menší produkce pěstovaných plodin. Pokud se nepozdrží srážková voda v krajině a umožní se rychlý odtok vody do intravilánu obce, je ohrožován lidský majetek a kolikrát i samotné životy lidí či zvířat. Proto jsou v dnešní společnosti upřednostňovány organizační, technická, agrotechnická a biotechnická opatření, která se snaží o co nejvyšší infiltraci a retenci spadené vody na zemský povrch.

V katastrálním území Hradčany na Moravě je ochrana a organizace povodí zaměřena na co nejefektivnější kombinaci výše uvedených opatření k docílení snížení eroze půdy na zemědělských pozemcích a transformaci povodňového průtoku obcí na neškodný průtok. K analýze současného stavu erozních a odtokových poměrů byl využit program ArcGIS, k výpočtu průtoků v kritických profilech model DesQ a k výpočtu eroze tzv. „Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí - USLE“.

2 LITERÁRNÍ REŠERŠE

Eroze půd dosahuje světového měřítko. Je problémem téměř každého státu na světě. Nemůžeme jí zastavit, pouze zmírnit její dopady a následky.

Eroze způsobuje komplikace v produkci zemědělské výroby a následně vyvolává peněžité škody na lidských obydlích v intravilánech obcí. Povrchovým odtokem a smyvem půdy ze zemědělských ploch dochází k transportu nejúrodnější části půdního profilu tzv. ornice. Dalším negativním důsledkem je zmenšování mocnosti půdního profilu, zvyšování šterkovitosti, snižování obsahu humusu a živin. Takto znehodnocená půda má menší produkci plodin. Aplikovaná osiva, hnojiva, přípravky na ochranu rostlin jsou bez náhrady splaveny společně s částecí půdy do vodních toků a následně do vodních nádrží. [10]

Na půdních částicích se chemicky i fyzikálně zachycují látky nejrůznějšího charakteru. Jsou jimi rezidua pesticidů, těžké kovy, hnojiva obsahující dusíkaté a fosforečné látky. Podle odhadů se 30% - 50% z celkového množství fosforů dostává do vodotečí smyvem ze zemědělských půd. Ke značné eutrofizaci vod dochází právě nadměrou přítomností fosforu. Smyv zemědělské půdy je považován za jedno z hlavních znečištění vodních zdrojů. Vytváří se splaveniny, zanáší se koryta a vodní nádrže. Menší kapacita vodotečí je pocíťována při přívalových srážkách a povodňových průtocích, kdy voda poškozuje budovy, komunikace a i koryta samotných vodních toků. [13]

Vodní erozi vyvolávají dešťové srážky, povrchový odtok a transport půdních částic. Velikost vodní eroze je ovlivněna řadou faktorů. Prvním z nich je intenzita a doba trvání srážky, čím je větší intenzita srážky, tím je větší velikost kinetické energie kapky dopadající na půdní profil. Množství vody vsáknuté při dešti do země, je dáno především půdními poměry. Hluboké půdy infiltrují daleko více vody oproti mělkým. U morfologie terénu rozhoduje sklon, délka a tvar svahu. V neposlední řadě ovlivňuje intenzitu eroze způsob a využití pozemků, včetně použitých agrotechnologií. [10]

Srážková voda dopadající na určité území se soustřeďuje na svazích od rozvodnic neboli hřbetnic do nejnižších míst, nazývaných údolnice. Podle velikosti sběrného území vznikají v údolnicích rýžky, rýhy, rigoly, strže. Z nejstrmějších míst svahu voda transportuje půdní částice do míst s menším sklonem a až do hydrografické sítě, kde vytváří splaveniny. Splaveniny jsou tvořeny zejména smyvem orné půdy, ale i z ploch stavenišť a lesní půdy s mechanizovanou těžbou dřeva. [10]

Nástroj pro výpočet erozní ohroženosti zemědělských půd se v České republice používá tzv. „Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí – USLE“, dle Wischmeiera a Smithe. Jedná se o empirický vztah vycházející z přípustné ztráty půdy na jednotkovém pozemku o standardní délce 22 m a sklonu 9 %. USLE neumí řešit transport sedimentu, proto se s vývojem výpočetní techniky začalo přistupovat k nejrůznějším matematickým a fyzikálním modelům, příkladem je SMODERP. Tyto modely jsou podrobnější, přesnější,

umožňují kalibraci a především kladou důraz na určení transportu splavenin. Se vzrůstající složitostí programu je potřeba i kvalitnějších vstupních digitálních dat. Příkladem je prostředí GIS, které je bez digitálních dat nepoužitelné. [10,13]

V České republice je okolo 50% z celkové výměry orné půdy ohroženo vodní erozí. Jen na malé části území je provedena ochrana, která by přispěla ke zmírnění devastace zemědělských pozemků erozí a zanášení recipientů. [10]

Po roce 1989 se transformovala a privatizovala zemědělská družstva a očekávalo se rozdělení velkých ploch a šetrnější hospodaření na pozemcích. Pokud by na některých parcelách hospodařili soukromí zemědělci a každý by byl produkčně zaměřen na jiný typ plodiny, došlo by k organizačnímu rozdělení zemědělských ploch a zmenšení smyvu. Zemědělské podniky jsou v současnosti téměř výhradními uživateli pozemků, jejich činnost je zaměřena na plodiny nejvíce zpeněžitelné a ve většině případu jsou to plodiny, které nezabrání erozi půdy, ale spíše naopak. [10]

Naštěstí pro omezení eroze půdy ze strany zemědělství a podporu životního prostředí byl vyvinut program GAEC - „Dobrý zemědělský a environmentální stav“. Pravidla vychází z nařízení Rady (ES) č. 73/2009. Stručně řečeno se jedná o zajištění zemědělského hospodaření s ochranou životního prostředí. Pokud zemědělci nechtějí přijít o dotace, musí dodržovat standardy programu GAEC. V České republice je prosazeno jedenáct standardů GAEC, rozdělených do pěti tematických okruhů: eroze půdy, organické složky půdy, struktura půdy, minimální úroveň péče, ochrany vody a hospodaření s ní. O erozi půdy pojednává GAEC 1 a GAEC 2. [8]

- GAEC 1 nařizuje žadateli o dotace na orné půdě s větším sklonem než 7° založení po sklizni další plodinu nebo ponechat strniště na poli alespoň do 30. listopadu popřípadě zorání nebo podmítnutí půdy z důvodu lepšího zasakování vody, také minimálně do 30. listopadu. [8]
- GAEC 2 se věnuje silně erozně ohroženým plochám a zakazuje pěstování plodin širokořádkových. Obilniny a řepka olejná se mohou pěstovat pouze s použitím ochranných technologií například setí do mulče nebo bezorebné setí. [8]

V současné době jsou nejlepším nástrojem pro realizaci zvláště technických protierozních a protipovodňových opatření pozemkové úpravy, konkrétně plán společných zařízení v rámci komplexních pozemkových úprav. [10]

Provádění pozemkových upravují legislativní předpisy:

- Zákon č. 139/2002 Sb. o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech
- Vyhláška o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav č. 545/2002 Sb.

- Metodický návod k provádění pozemkových úprav vydaný Ministerstvem zemědělství v roce 2010
- Technický standard plánu společných zařízení v pozemkových úpravách vydaný Ministerstvem zemědělství v roce 2010

Největší výhodou, a tím i vysvětlení, proč jsou komplexní pozemkové úpravy nejlepším nástrojem pro návrh řešení protierozních a protipovodňových opatření je z názvu vyplývající komplexnost. Návrh se provádí bez ohledu na současné vlastníky, kteří jsou v katastru. Řešení je na základě dané konfigurace terénu a jediné omezení, které se respektuje je zastavěné a zastavitelné území obce dle schváleného územního plánu. Řešení vlastnických vztahů a návrh nového umístění pozemků se provádí až po schválení plánu společných zařízení. Vlastníci jsou povinni ze zákona respektovat schválený návrh plánu společných zařízení. Neprovádí se vynětí ze zemědělského půdního fondu, změny kultur jsou provedeny rozhodnutím pozemkového úřadu o schválení návrhu pozemkových úprav. [19]

Návrhy bez pozemkové úpravy jsou zdoluhavé, zejména projednání s vlastníky v rámci územního řízení o umístění stavby prováděné obecnými stavebními úřady. Dalšími problémy jsou samotné výkupy pozemků a zpřístupnění pozemků.

Pro společná zařízení se přednostně využívá státní a obecní půda. V případě, že je nedostatek státních a obecních pozemků, zákon umožňuje, 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 bývá využívána zřídka, protože dochází k odporu ze strany vlastníků, proto příslušný pozemkový úřad raději provádí výkupy pozemků od vlastníků, kteří s výkupem musí souhlasit. [19]

Plán společných zařízení se skládá ze čtyř dílčích celků:

- zpřístupnění pozemků
- protierozní ochrana zemědělského půdního fondu
- vodohospodářská opatření
- opatření k ochraně a tvorbě životního prostředí

Zpřístupnění pozemků řeší přístupnost každé parcely zemědělské půdy z obecní cesty. Druhotně však může řešit protierozní a protipovodňová opatření. Jedná-li se o cestu vedoucí napříč svahem je vhodné zvednout niveletu cesty oproti stávajícímu terénu a vytvořit překážku vodě proudící ze svahu. Voda se odvede zatravněnou mělkou příkopou nebo průlehem podél cesty do recipientu a nezpůsobuje problémy na svahu pod navrženou cestou. [19]

Protierozní opatření jsou úzce spojena s opatřeními vodohospodářskými a vzájemně se doplňují. Základní dělení protierozních opatření je na technická a netechnická, do nichž patří

organizační a agrotechnická opatření. Upřednostňována by měla být opatření netechnická. Nicméně zkušenosti s nedodržováním správného hospodaření na pozemcích uživatelů, tlačí projektanty k návrhům technického charakteru. Organizační a agrotechnická opatření jsou součástí návrhu plánu společných zařízení, ale většinou zůstávají jen v papírové podobě a dodržování je uživateli opomíjeno. Mezi technická protierozní opatření patří průlehy, příkopy, protierozní nádrže, terasy, vsakovací pásy, zatravněné údolnice, sedimentační pásy, přehrážky a další. [15]

Vodohospodářská opatření vychází z analýzy odtokových poměrů v povodí. Je kladen důraz na retenci vody v krajině, zamezení rychlého odtoku vody, revitalizaci vodních toků, bezpečné odvedení vody do recipientů. Návrh by se měl odvíjet od velikosti povodňových škod a porovnávat alternativní levnější řešení. Při návrhu retenčních nádrží je nutná realizace protierozních opatření, z důvodu zanášení nádrží splaveninami. Podle funkce se vodohospodářská opatření dělí na [15]:

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

Opatření k ochraně a tvorbě životního prostředí, především územní systém ekologické stability, je nedílnou součástí plánu společných zařízení. Jde o systém biocenter a biokoridorů, s cílem zajištění ekologické stability krajiny. Doplnují protierozní a vodohospodářská opatření, zkracují délky svahů, zvyšují infiltrační a retenční schopnost krajiny. [15]

3 POPIS POUŽITÝCH METOD

3.1 UNIVERZÁLNÍ ROVNICE PRO VÝPOČET DLOUHODOBÉ ZTRÁTY PŮDY EROZÍ

Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí, jak už z názvu vyplývá, slouží pro stanovení míry erozního ohrožení zemědělské půdy. Rovnice se také nazývá, podle autorů, univerzální rovnice Wischmeier-Smitha. Jedná se o empirický vztah, který vzešel z pokusů na jednotkovém pozemku o délce 22 m a sklonu 9 %. [10]

Výpočet ztráty půdy vodní erozí [10]:

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad [\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (3.1)$$

kde: G je průměrná dlouhodobá ztráta půdy

R faktor erozní účinnosti deště

K faktor erodovatelnosti půdy

L faktor délky svahu

S faktor sklonu svahu

C faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu

P faktor účinnosti protierozních opatření

R faktor

Vychází z naměřených dat o dešťových srážkách a je dán vztahem [10]:

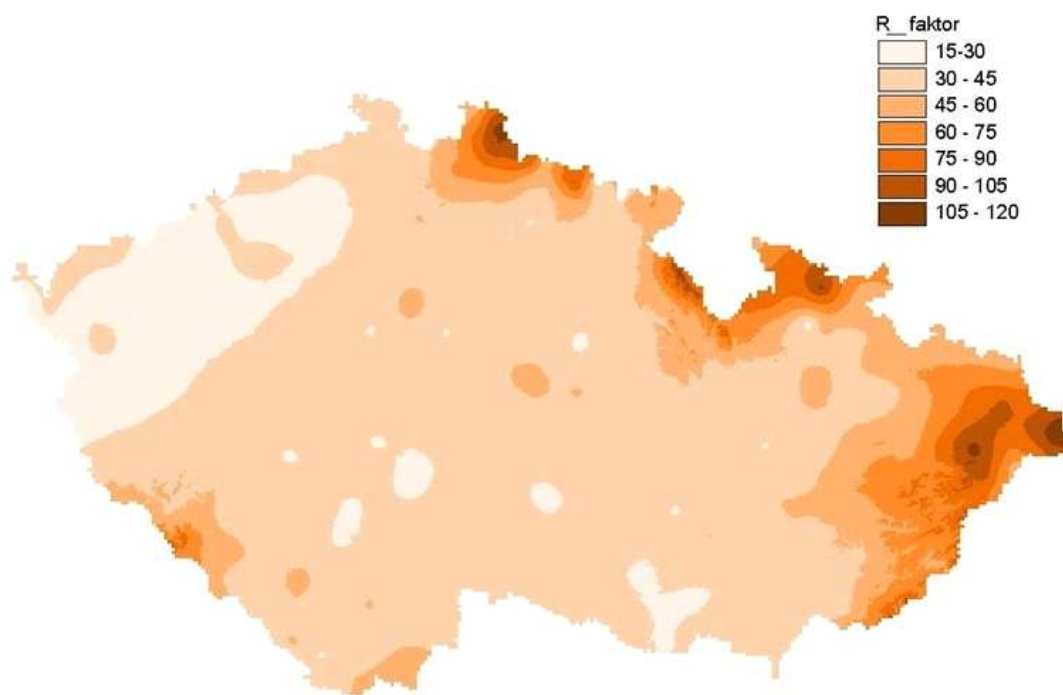
$$R = \frac{E \cdot i_{30}}{100} \quad [\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (3.2)$$

kde: R je faktor erozní účinnosti deště

E celková kinetická energie deště

i_{30} maximální třicetiminutová intenzita deště

Průměrná roční hodnota faktoru erozní účinnosti deště byla pro Českou republiku $R=20 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$. Nové studie a sledování delších časových záznamů ukázaly, že v České republice by měla být brána v úvahu dvojnásobná průměrná roční hodnota R faktoru. [10]



Obr. 3.1 Upravené průměrné hodnoty R-faktoru v MJ ha⁻¹ cm h⁻¹ v ČR [10]

K faktor

Faktor erodovatelnosti půd je ztráta půdy ze standardního pozemku vyjádřená v t·ha⁻¹ na jednotku faktoru erozní účinnosti deště. [10]

Stanovení [10]:

- dle empirického vztahu, za předpokladu, že obsah prachu a práškového písku nepřekročí 70 %

$$100 \cdot K = 2,1 \cdot M^{1,14} \cdot 10^{-4} \cdot (12 - a) + 3,25 \cdot (b - 2) + 2,5 \cdot (c - 3) \quad (3.3)$$

kde: M = (% prachu + % práškového písku) · (100 - % jílu)

a obsah humusu ornice

b třída struktury ornice

c třída propustnosti půdního profilu

- z nomogramu
- podle hlavní půdní jednotky bonitované půdně ekologické jednotky

L faktor

Velikost ztráty půdy je přímo úměrná délce svahu. Hodnota faktoru délky svahu se určí vztahem [10]:

$$L = \left(\frac{l}{22,13} \right)^m \quad (3.4)$$

kde: 22,13 je délka standardního pozemku [m]

l nepřerušená délka svahu [m]

m exponent sklonu svahu

S faktor

Intenzita eroze je přímo úměrná velikosti sklonu svahu. Faktor sklonu svahu se vypočte vztahem [10]:

$$S = 10,8 \cdot \sin \theta + 0,03 \quad \text{pro sklon} < 9 \% \quad (3.5)$$

$$S = 16,8 \cdot \sin \theta - 0,5 \quad \text{pro sklon} < 9 \% \quad (3.6)$$

kde: θ je úhel sklonu svahu [°]

C faktor

Faktor ochranného vlivu vegetace charakterizuje vliv pěstovaných plodin před působením dešťových srážek. Vegetace zpomaluje odtok vody a má vliv na vlastnosti půdy, pórovitost a propustnost. Největší protierozní ochrannou funkci mají travní porosty, naproti tomu širokořádkové plodiny chrání půdu nejméně. Hodnoty C faktoru se určí tabulkově dle pěstovaných plodin a způsobu obdělávání. [10]

Příklad běžného osevního postupu [14]

plodina	faktor „C“ roční
---------	------------------

1. Ječmen jarní	0,15
2. Vojtěška (jetel, jetelotráva)	0,02
3. Vojtěška	0,02
4. Okopanina (rané brambory)	0,60
5. Pšenice ozimá	0,12
6. Kukuřice na siláž (sláma předplo- diny sklizena), setí do strniště	0,23

7. Okopanina (cukrovka) 0,44

1 – 7 součet 1,58

1 – 7 průměr 0,226

P faktor

Charakterizuje realizovaná protierozní opatření, jako jsou průlehy, záchytné příkopy, terasy, meze a organizační opatření. Pokud nelze žádné opatření brát na zřetel uvažuje se hodnota P faktoru=1. [10]

3.2 METODA ČÍSEL ODTOKOVÝCH KŘIVEK

Metoda čísel odtokových křivek (CN – Curve Number) je základní srážkoodtokový model publikovaný v roce 1972 v USA. Při zadání elementárních vstupních informací, jednoduše určí objem přímého odtoku z povodí a kulminační průtok podle návrhového přívalového deště v povodí do velikosti 10 km². Stanovení přímého odtoku vychází z poměru objemu odtoku k úhrnu přívalové srážky, který se rovná poměru objemu vody zadržené při odtoku k potenciálnímu objemu, který může být zadržen. Přímý odtok se skládá z povrchového a hypotermického odtoku. Povrchový odtok je charakterizován větším číslem CN. Na velikost celkového odtoku působí množství srážek, počáteční ztráty, stav půdy, druh vegetačního pokryvu. Počáteční ztráta odtoku je odhadnuta na 20 % z potenciální retence, tvoří ji intercepce, infiltrace a povrchová retence. [10]

Vztah pro určení výšky přímého odtoku [10]:

$$H_0 = \frac{(H_s - 0,2 \cdot A)^2}{(H_s + 0,8 \cdot A)} \quad \text{pro } H_s \geq 0,2A \quad (3.7)$$

kde: H_0 je přímý odtok [mm]

H_s úhrn návrhového deště [mm]

A potenciální retence [mm]

$$A = 25,4 \cdot \frac{1000}{(CN - 10)} \quad (3.8)$$

kde: CN je číslo odtokové křivky [-]

Objem přímého odtoku O_{ph} je dán vztahem [10]:

$$O_{ph} = 1000 \cdot P_p \cdot H_o \quad (3.9)$$

kde: O_{ph} je objem přímého odtoku [m^3]

P_p je plocha povodí [km^2]

H_o je přímý odtok [mm]

Kulminační průtok se vypočte dle vztahu [10]:

$$Q = 0,00043 \cdot q_{ph} \cdot P_p \cdot H_o \cdot f \quad (3.10)$$

kde: Q je kulminační průtok [m^3/s]

q_{ph} je jednotkový kulminační průtok

P_p plocha v povodí [km^2]

H_o výška odtoku [mm]

f opravný součinitel pro rybníky a mokřady

3.3 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. [5]

3.3.1 Využití modelu

Pomocí modelu DesQ se v nepozorovaných profilech povodí stanovují [5]:

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

3.3.2 Přehled vstupních a výstupních veličin modelu

Pro vystižení co nejpřesnějších výstupních dat jsou důležitá kvalitní vstupní data. Potřebné podklady popisuje následující tabulka [5]:

Tab. 3.1 Vstupní data modelu DesQ [5]

Veličiny	Popis	Jednotka
F	plocha povodí	[km ²]
Fs	plocha svahu	[km ²]
Is	průměrný sklon svahu	[%]
gammaS	drsnostní charakteristika	[sec]
CN_type	typ odtokové křivky	[...]
CN	číslo odtokové křivky	[...]
Hs_1d_N	1-denní max. srážkový úhrn	[mm]
t_dMAX	max. reálná doba trvání deště	[min]
Lu	délka údolnice	[km]
Iu	průměrný sklon údolnice	[%]

Po úspěšném zadání vstupních dat se vygenerují výstupní charakteristiky v kritickém bodě povodí [5]:

Tab. 3.2 Výstupní data modelu DesQ [5]

Veličiny	Popis	Jednotka
CNpr	přepočtené číslo CN	[...]
Rp	potenciální retence povodí	[mm]
Ls	střední délka svahu	[km]
Lso	délka dráhy svahového odtoku	[km]
As	hydraulická charakteristika	[mm.min]
t_d	doba trvání výpočtového deště	[min]
i_d	intenzita výpočtového deště	[mm.min]
Hd	výška výpočtového deště	[mm]
t_sp	doba trvání přítoku na svah	[min]
i_sp	intenzita přítoku na svah	[mm.min]
Hsp	výška přítoku na svah	[mm]
Os	objem hydrogramu odtoku	[m ³]
maxi_so	max. intenzita odtoku ze svahu	[mm/min]
Qs_max	max. odtok ze svahu	[m ³ /sec]
Qs_maxtot	max. odtok z povodí	[m ³ /sec]
t_vh	doba vzestupu hydrogramu	[min]
t_ph	doba poklesu hydrogramu	[min]
t_kh	doba trvání kulminace	[min]
t_ch	celková doba trvání odtoku	[min]
WpvN	návrhový objem povodňové vlny ze svahu	[m ³]
WpvN_tot	návrhový objem povodňové vlny z povodí	[m ³]

4 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

4.1 VŠEOBECNÉ ÚDAJE

Obec Hradčany leží v Olomouckém kraji 10 km východně od města Přerov. Výměra katastrálního území je 533 ha. Rozkládá se v nadmořské výšce od 230 m n. m. do 300 m n. m.. Zájmovým územím protéká ze severovýchodu na jihozápad vodní tok Šišemka. V obci je vybudovaná kanalizace bez ČOV, vodovod, rozvod plynu, elektřiny a telefonu. Nenachází se zde škola, pošta, stanice policie ani zdravotnické zařízení. Obec patří do správního obvodu s rozšířenou působností se sídlem v Přerově. Na orné půdě hospodaří především akciová společnost AGRAS Želatovice a.s. a částečně soukromí zemědělci. Malá část území je zatravněna či zalesněna. Sklon pozemků je velice rozmanitý. Nachází se zde rovinatá a mírně svažité území se sklonem pozemků do 7 %, mírně svažité až svažité pozemky se sklonem do 20 % a místy se vyskytují strže. [12]

Zájmové území sousedí s těmito katastrálními územími:

- Pavlovice u Přerova
- Šišma
- Dřevohostice
- Nahošovice
- Domaželice
- Čechy
- Podolí u Přerova



Obr. 4.1 Přehledná situace zájmového území [9]



Obr. 4.2 Letecký snímek Hradčan [11]

4.2 POPIS PŘÍRODNÍCH PODMÍNEK

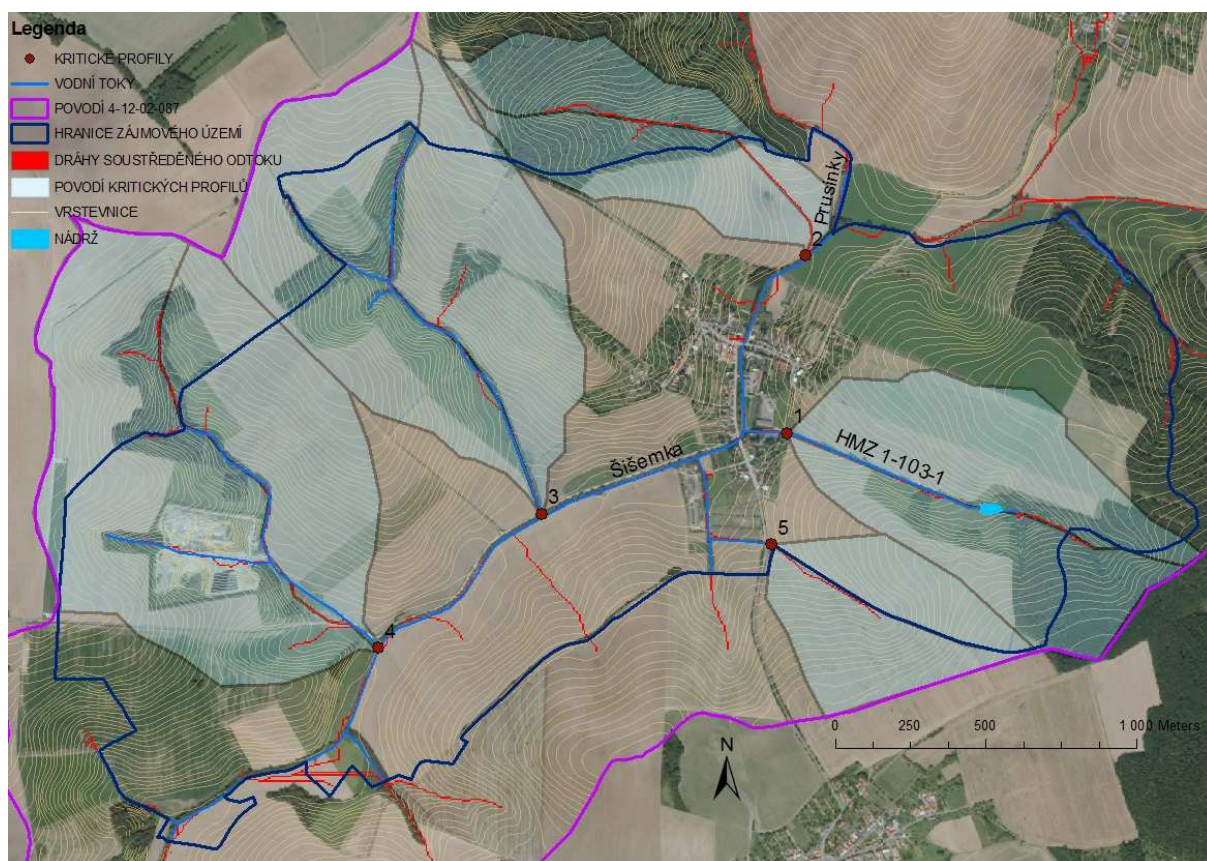
Zájmové území patří i se svým nejbližším okolím do oblasti teplé, okrsku teplého, mírně vlhkého, pahorkatinového s mírnou zimou. Nejbližší meteorologická stanice je 2 km severozápadně od obce Hradčany v Pavlovicích u Přerova. Roční průběh teplot a srážek z této stanice shrnuje následující tabulka: [6,11]

Tab. 4.1 Klimatické údaje [6]

měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
teplota [°C]	-2.6	-1.4	3	8.2	13.6	16.4	18.4	17.4	13.8	8.5	3.2	-0.5
úhrn srážek [mm]	33	28	33	47	67	90	87	88	62	60	49	40

Roční úhrn srážek je 684mm. Průměrná roční teplota dosahuje 8,2°C, nejteplejším měsícem je červenec s průměrnou teplotou 18,4 °C, nejchladnějším leden s teplotou -2,6°C. První mrazový den se dostavuje 11.10. - 22.10., poslední 21.4. - 1.5. Nejvíce srážek spadá v červnu a nejméně v únoru. [6]

4.3 HYDROLOGICKÉ POMĚRY



Obr. 4.3 Hydrologické poměry

4.3.1 Vodní toky

Řešené území leží v hlavním povodí řeky Moravy, dílčím povodí Střední Moravy I. Nejvýznamnějším tokem v katastrálním území Hradčany na Moravě je vodní tok Šišemka, který protéká územím od severovýchodu přes obec Hradčany jihozápadním směrem, kde opouští zájmové území. [2,18]

Hydrologickou síť doplňuje několik svodnic. Všechny svodnice odvádí srážkovou vodu z území do toku Šišemka.

Hydrografickou síť zájmového území tvoří toky [2,18]:

- Šišemkapovodí 4-12-02-087
- Prusinky.....povodí 4-12-02-087
- HMZ 1-103-1.....povodí 4-12-02-087
- HMZ 1-31-4.....povodí 4-12-02-087
- Bezejmenné toky.....povodí 4-12-02-087

Vodní tok Šišemka protéká řešeným územím v celkové délce asi 3,6 km. Ústí do něj několik přítoků [2,18]:

levostranné přítoky:

- HMZ 1-103-1 ústící v zastavěném území obce
- HMZ 1-31-4 ústící jihozápadně od obce
- Bezejmenný tok ústící v trati „Zadní rybník“

pravostranné přítoky:

- Vodní tok Prusinky ústící severně od obce
- Bezejmenný tok ústící v trati „Přední rybník“
- Bezejmenný tok ústící v trati „Prostřední rybník“
- Bezejmenný tok ústící v trati „Malá strana“

Správcem toku Šišemka je Povodí Moravy, s.p. [2]

Do vodního toku Šišemka ústí v zájmovém území dvě HMZ, jeden vodní tok a čtyři bezejmenné toky.

První HMZ 1-103-1 začíná u rybníka na východě území a teče západně a do toku Šišemka ústí v intravilánu obce.

Druhé HMZ 1-31-4 začíná na východě území u kat. hranice s k.ú. Nahošovice v trati „Padělky“, do toku Šišemka ústí na jihozápadě u obce.

Vodní tok Prusinky přitéká do Hradčan ze severu z katastrálního území Pavlovice u Přerova, do Šišemky ústí severně od obce v trati „Kratšina“.

První bezejmenný tok vzniká soustředěným odtokem z dílčích údolnic a z plošného odvodnění pozemků. Začíná v trati „Debřa“ a vede jižním směrem, kde ústí do hlavního toku.

Druhý tok začíná u skládky odpadů a ústí do Šišemky v trati „Prostřední rybník“.

Poslední dva bezejmenné toky jsou poměrně krátké, ústí do Šišemky na jihozápadě území v trati „Zadní rybník“ a „Malá strana“

4.3.1 Nádrže

V zájmovém území se východně od obce nachází jedna menší malá vodní plocha o výměře asi 1500 m². Osa hráze je lomená. Její stav je v havarijním stavu. Vhodná by byla rekonstrukce hráze, nicméně obec požaduje vybudování nové hráze níže po toku a zvětšení vodní plochy. Ve stávajícím rybníku se vyskytují sladkovodní ryby a jiní drobní živočichové. Výpust' rybníka tvoří počátek HMZ 1-103-1.

4.3.2 Současný stav odtokových poměrů

Dráhy soustředěného odtoku vznikají tam, kde je sběrná plocha větší než 5 ha. Pro analyzování kritických profilů byl použit DMT, ze kterého se v prostředí ArcGIS odvozuje směr, délka a akumulace odtoku. Čísla CN byla odvozena pomocí zonální statistiky v nástavbě ArcGIS Spatial Analyst na základě HSP a vegetačního pokryvu. [3]

Na mapě je několik kritických profilů, které je potřeba analyzovat, posoudit a případně navrhnout ochranná opatření. Zejména je důležité se soustředit na kritické profily u intravilánu obce a vodní stavy profilů u ústí do hlavního toku, které ovlivňují velikost průtoku v toku a mohou způsobovat problémy při průchodu povodňové vlny obcí ležící po směru toku. Pokud je přispívající množství vody z povodí posouzeno jako větší než únosné, je potřeba navrhnout opatření, které umožní větší retenci a infiltraci vody v krajině.

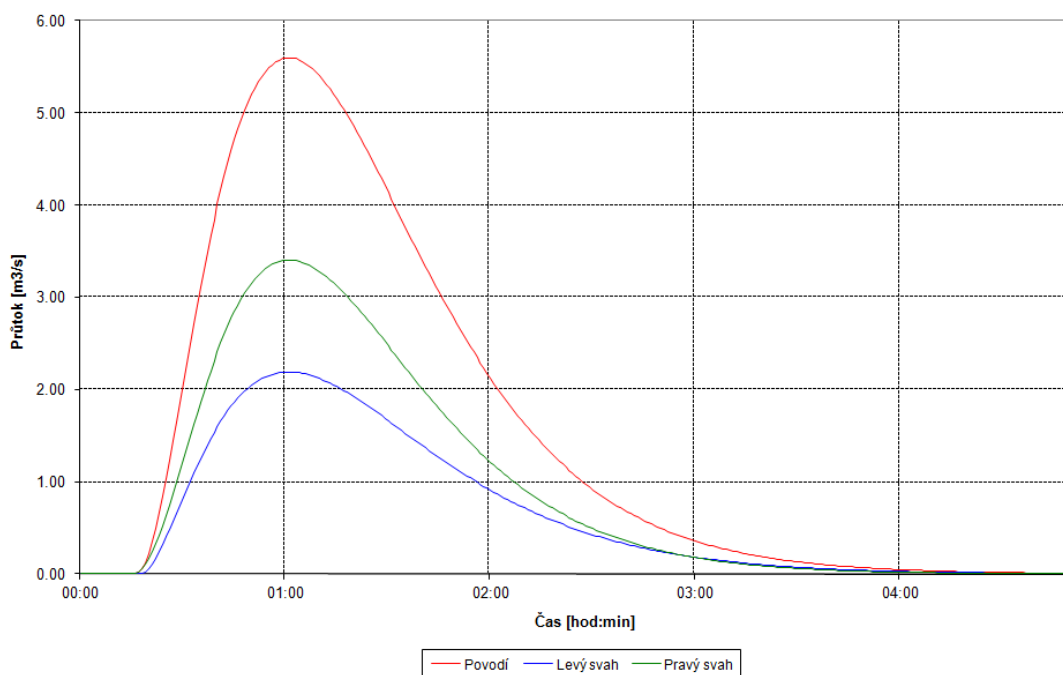
V katastrálním území Hradčany na Moravě bylo stanoveno 5 nejkritičtějších profilů charakterizovaných v následujících tabulkách s příslušnými hydrogramy.

Tab. 4.2 Vstupní údaje programu DesQ

Identifikace	Vstupní veličiny	Povodí				
		1	2	3	4	5
Levý svah	plocha [km ²]	0.33	0.23	0.48	0.48	0.20
	sklon [%]	11.50	8.90	9.30	9.00	9.10
	CN [-]	71	64	76	76	77
	typ odtokové křivky [-]	2	2	2	2	2
	drsnostní charakteristika [sec]	6	6	6	6	6
Pravý svah	plocha [km ²]	0.38	0.28	0.61	0.83	0.14
	sklon [%]	9.3	8.7	11.3	11.5	9.1
	CN [-]	76	69	76	74	77
	typ odtokové křivky [-]	2	2	2	2	2
	drsnostní charakteristika [sec]	6	6	6	6	6
Údolnice	délka [km]	1.40	1.57	1.79	1.73	0.97
	sklon [%]	4.71	6.81	4.93	6.19	6.49

Tab. 4.3 Povodí č. 1

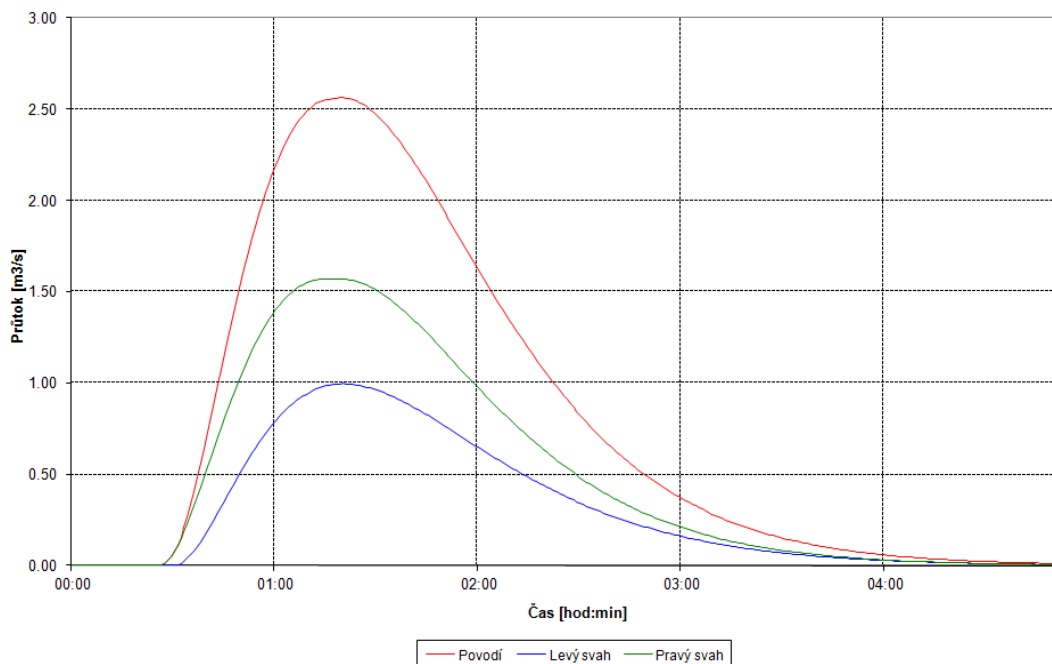
N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
N	doba opakování					[roky]
5	$Q_{\max}$	maximální průtok	1.24	0.519	0.716	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	7.38	3.08	4.3	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}5}$	14.9	6.34	8.61	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
10	$Q_{\max}$	maximální průtok	2.01	0.834	1.16	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	9.39	3.9	5.49	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}10}$	18.7	7.91	10.8	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
20	$Q_{\max}$	maximální průtok	3.05	1.28	1.76	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	11.4	4.67	6.75	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}20}$	21.9	9.19	12.7	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
50	$Q_{\max}$	maximální průtok	4.42	1.82	2.59	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	13.9	5.57	8.38	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}50}$	24.9	10.3	14.6	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
100	$Q_{\max}$	maximální průtok	5.6	2.19	3.41	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	15.5	6.08	9.4	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}100}$	27.5	11.3	16.3	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$



Obr. 4.4 Hydrogram povodňové vlny povodí č. 1

Tab. 4.4 Povodí č. 2

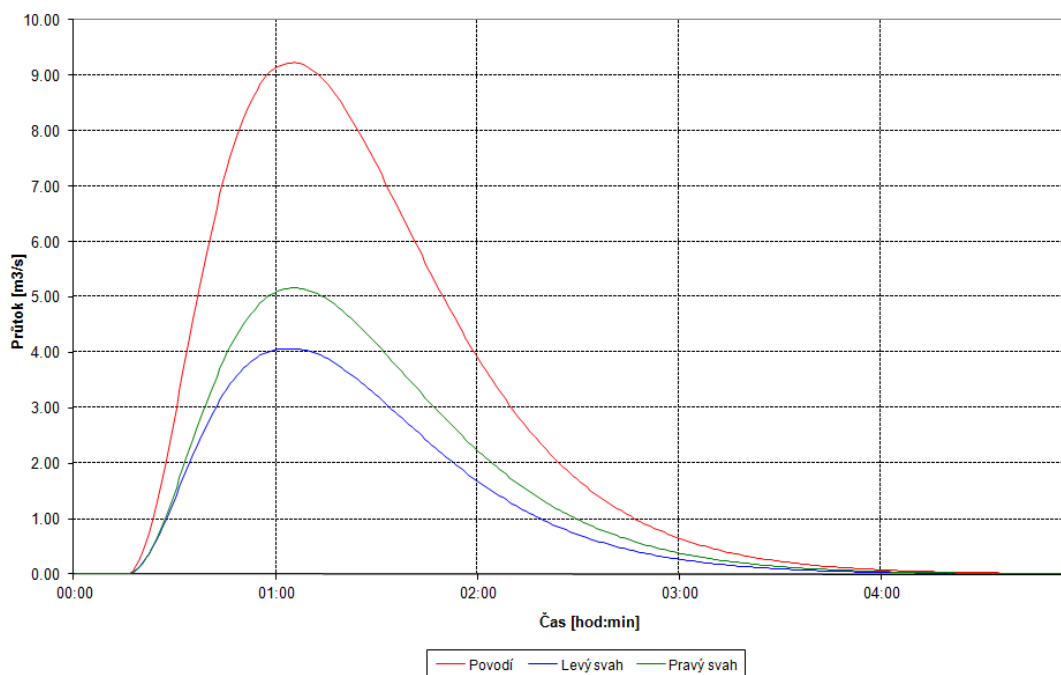
N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
N	doba opakování					[roky]
5	$Q_{\max}$	maximální průtok	0.707	0.285	0.417	$[m^3.s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	4.05	1.64	2.4	$[10^3.m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	8.56	3.52	5.04	$[10^3.m^3]$
10	$Q_{\max}$	maximální průtok	1.12	0.453	0.667	$[m^3.s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	5.08	2.04	3.04	$[10^3.m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	10.6	4.35	6.28	$[10^3.m^3]$
20	$Q_{\max}$	maximální průtok	1.58	0.609	0.969	$[m^3.s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	6.02	2.36	3.66	$[10^3.m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	12.1	4.88	7.23	$[10^3.m^3]$
50	$Q_{\max}$	maximální průtok	2.11	0.761	1.35	$[m^3.s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	7.01	2.63	4.37	$[10^3.m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	13.2	5.17	8	$[10^3.m^3]$
100	$Q_{\max}$	maximální průtok	2.56	0.996	1.57	$[m^3.s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	8.18	3.01	5.17	$[10^3.m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	14.1	5.45	8.68	$[10^3.m^3]$



Obr. 4.5 Hydrogram povodňové vlny povodí č. 2

Tab. 4.5 Povodí č. 3

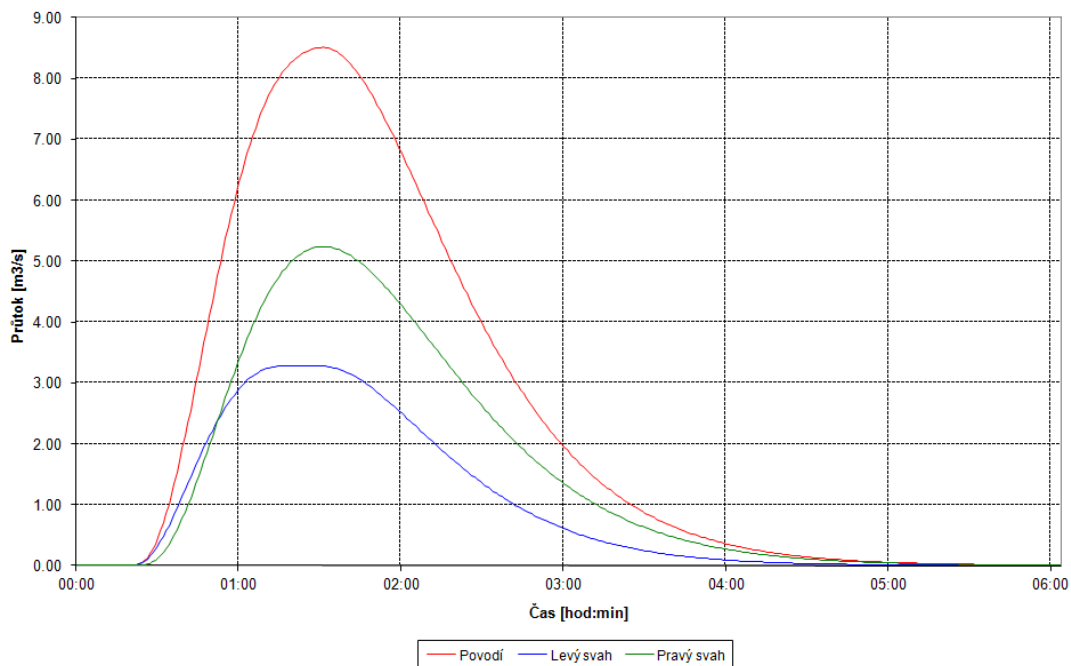
N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
N	doba opakování					[roky]
5	$Q_{\max}$	maximální průtok	1.95	0.854	1.09	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	12.7	5.59	7.1	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	24.7	10.9	13.8	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{\max}$	maximální průtok	3.17	1.38	1.76	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	16.2	7.13	9.07	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	30.9	13.6	17.3	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{\max}$	maximální průtok	4.83	2.12	2.7	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	19.9	8.78	11.2	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	36.4	16	20.4	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{\max}$	maximální průtok	7.22	3.15	4	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	24.5	10.8	13.7	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	42	18.5	23.5	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{\max}$	maximální průtok	9.27	4.06	5.16	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	27.7	12.2	15.5	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	46.6	20.5	26.1	$[10^3 \cdot m^3]$



Obr. 4.6 Hydrogram povodňové vlny povodí č. 3

Tab. 4.6 Povodí č. 4

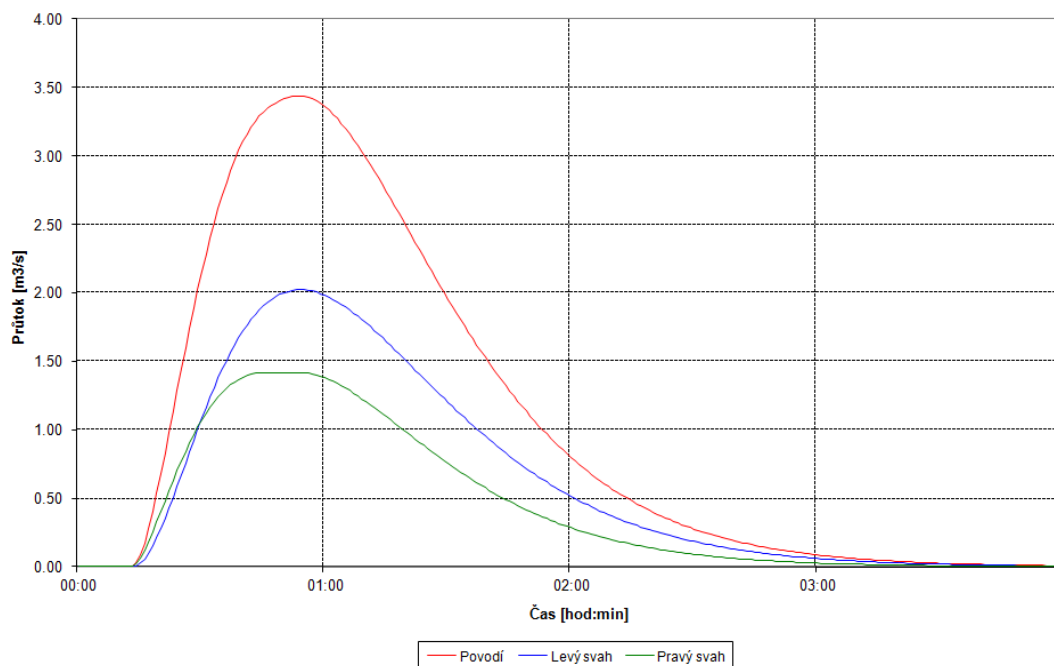
N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
N	doba opakování					[roky]
5	$Q_{\max}$	maximální průtok	0.013	0.007	0.006	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1.24	0.482	0.757	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	1.96	0.761	1.2	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{\max}$	maximální průtok	2.91	1.14	1.77	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	20.4	7.87	12.6	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	35.6	13.6	22	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{\max}$	maximální průtok	4.44	1.7	2.75	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	25.5	9.86	15.7	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	41.8	16	25.8	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{\max}$	maximální průtok	6.62	2.54	4.03	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	31.3	12.2	19.1	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	48	18.5	29.5	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{\max}$	maximální průtok	8.54	3.27	5.24	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	35.6	13.9	21.7	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	53.1	20.5	32.6	$[10^3 \cdot m^3]$



Obr. 4.7 Hydrogram povodňové vlny povodí č. 4

Tab. 4.7 Povodí č. 5

N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
N	doba opakování					[roky]
5	$Q_{\max}$	maximální průtok	0.008	0.004	0.004	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	359	211	148	$[\text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}5}$	566	333	233	$[\text{m}^3]$
10	$Q_{\max}$	maximální průtok	1.16	0.68	0.476	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	4.92	2.9	2.03	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}10}$	9.96	5.86	4.1	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
20	$Q_{\max}$	maximální průtok	1.79	1.05	0.733	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	6.09	3.58	2.51	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}20}$	11.8	6.92	4.85	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
50	$Q_{\max}$	maximální průtok	2.67	1.56	1.09	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	7.47	4.39	3.08	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}50}$	13.6	8.01	5.61	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
100	$Q_{\max}$	maximální průtok	3.45	2.02	1.42	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	8.46	4.98	3.48	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}100}$	15.2	8.92	6.25	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$



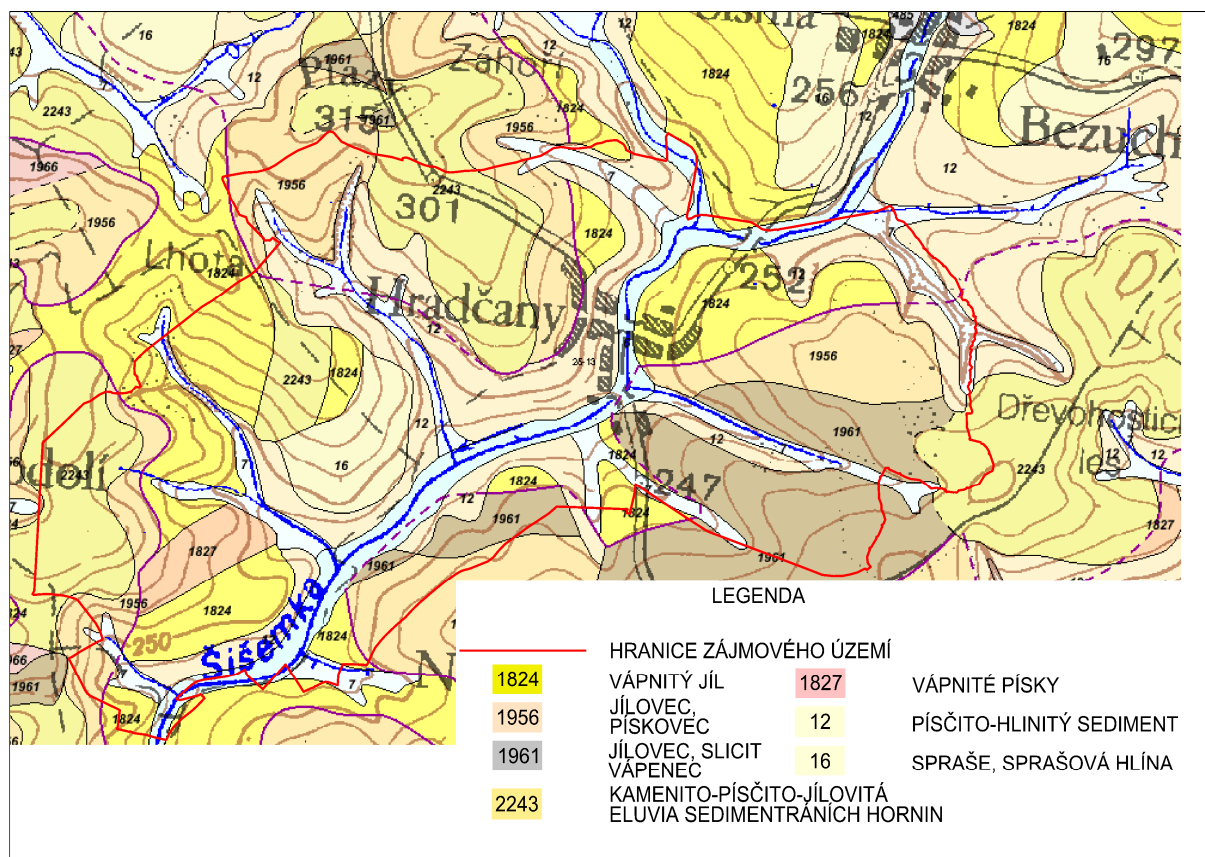
Obr. 4.8 Hydrogram povodňové vlny povodí č. 5

4.4 GEOLOGICKÉ A PŮDNÍ PODMÍNKY

4.4.1 Reliéf terénu

Řešené území se rozkládá na Dřevohosticko – holešovské plošině. Krajina je členitá o průměrné nadmořské výšce 270 m. Nevyšší bod leží na severozápadě území v trati „Záhonky“, kde je kóta terénu 300 m n. m. Naopak nejnižší místo je na jihozápadě území v trati „Malá strana“, kde vodní tok Šišemka opouští katastrální území ve výšce 230 m n. m.. [6]

4.4.2 Geologicko – litologické poměry



Obr. 4.9 Geologická mapa [11]

Zájmové území je tvořeno pokryvy vytvořených převážně v kenozoiku. [6,11]

Mezi paleogenní pokryvy patří flyšové horniny se střídáním pískovců a jílovců, jsou podkladem hnědozemí a nachází se na jihozápadě katastrálního území. Jihovýchod území je tvořen pískovci a slepenci. [6,11]

K neogenním pokryvům se řadí severozápadní část katastru s vápnitými jíly, s polohami vápnitých písků a štěrků a kamenito-píščito-jílovitá eluvia sedimentárních hornin badenu, karpátu a flyše. [6,11]

V okolí vodních toků jsou kvartérní nezpevněné sedimenty písčito - hlinité až hlinito – písčité, spraše a sprašové hlíny. Půdy vytvořené na spraších jsou středně těžké, vodopropustné a snadno obdělávatelné. Odvápněné spraše jsou prakticky sprašové hlíny, ale jsou tmavší než spraše. [6,11]

Nejmladší horniny jsou nivní uloženiny. Na nich vznikly půdy glejové. [6,11]

4.4.3 Pedologické poměry

Vývoj půd je závislý na mnoha faktorech. Půda se vytváří po mnoho staletí a je výsledkem působením půdotvorných faktorů. Hlavními faktory jsou klimatické podmínky, půdotvorný substrát, členitost území a vliv podzemních a srážkových vod. Od půdotvorného substrátu se odvíjí půdní druhy, primární chemismus půdy a intenzita zvětrávání. Klima a půdotvorný substrát způsobují vyluhování svrchních vrstev půdního profilu a transport rozpustných látek do spodních vrstev. Sklonitost pozemků a srážkové vody mají negativní vliv na vodní plošné a rýhové eroze. [7]

Dalším půdotvorným faktorem jsou živé organizmy a člověk. Člověk svými zásahy do krajiny ovlivňuje vznik půd většinou negativně. Především špatnou agrotechnikou, ale správným obděláváním může přispět ke zkulturnění půdy. [7]

4.4.4 Bonitované půdně ekologické jednotky

Historie průzkumu půd

Na území našeho státu je více než stoletá potřeba zatřídit, ocenit a charakterizovat využití produkční účinnosti půd. Prvním požadavkem bylo určení ocenění půdy pro účel koupi, prodeje, dědictví a vedení statistiky. Při klasifikaci se využívalo podrobných terénních průzkumů. [1]

Do dvacátých let minulého století byla půda klasifikována podle zrnitosti, vrstevnatosti, obsahu humusu, minerální síly a obsahu přístupových živin. Po druhé světové válce se půda klasifikovala podle zrnitosti z provedených čtyř sond v každém katastru. [1]

V šedesátých letech se provedl komplexní průzkum půd. Průzkum půdu klasifikoval podle kombinace horizontů půdního profilu a půdních vlastností, zejména zrnitosti, skeletovitosti a vrstevnatosti. Tato klasifikace je často označována jako geneticko-agronomická. [1]

V roce 1977 byl dokončen terénní průzkum a mapování BPEJ. Výsledek je zpracován v bonitačních mapách a v tzv. záznamech BPEJ. [1]

Bonitační informační systém

- Půdně kartografický informační systém
- Bonitační numerická databáze

Půdně kartografický informační systém představuje soubor map BPEJ v měřítku 1: 5 000 a 1: 50 000 pro celé území republiky. [1]

Bonitačně numerická databáze je nastavena tak, aby bylo možné ji na základě nových poznatků a metod dále rozšiřovat a prohlubovat. Databáze se skládá ze tří bloků. [1]

Půdoznalecký blok koncentruje základní vlastnosti o klimatu, šterkovitosti a kamenitosti, hloubce půdy, reliéfu terénu, svažitosti a expozici a doplňující vlastnosti o nadmořské výšce, reliéfu blízkého okolí, překážky, které zhoršují obdělávatelnost půdy, odvodnění, závlahy, využití pozemků. [1]

Ekonomický blok zajišťuje údaje o produkčních parametrech naturálních výnosů pšenice, žita, ječmene, kukuřice na zrno, brambor atd. Přináší informace o výskytu speciálních kultur a činitelích působících na zemědělskou výrobu, jimiž jsou závlahy, odvodnění atd. [1]

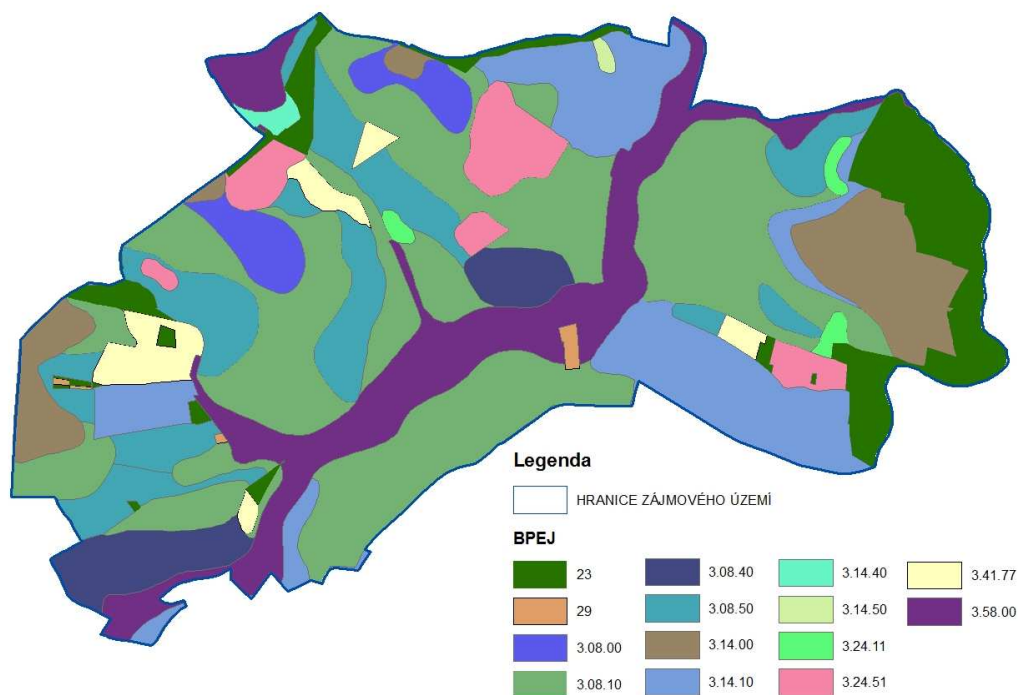
Programový blok soustřeďuje programy, které slučují bloky předchozí a integrují informační základny různých databází. [1]

BPEJ

Základní mapovací a oceňovací jednotkou pro zemědělskou půdu je pětimístný kód BPEJ. Jsou poznatkem vyhodnocení vlastností klimatu, genetických vlastností půd, půdotvorných substrátů, zrnitosti půdy, obsahu skeletu, hloubky půdy, sklonitosti a expozice. Tyto údaje nejsou jediným směrným údajem. Záznamy BPEJ také obsahují poznatky o nadmořské výšce, reliéfu okolní krajiny, vláhové poměry, výskyt balvanů, údaje o hydromelioracích, výskyt teras, o současném stavu a návrhu využívání pozemků, údaje o uživatelích a výměře BPEJ v rámci k.ú. [1]

V zájmovém území se nachází následující půdní typy [17]:

- Černozemě
- Luvizemě
- Kambizemě
- Svažité půdy
- Fluvizemě



Obr. 4.10 Mapa BPEJ [17]

Tab. 4.8 Zastoupení BPEJ v zájmovém území [17]

Kód BPEJ	Třída ochrany ZPF	Výměra [ha]	Zastoupení [%]
30800	II	14.66	3.0
30810	III	173.99	35.8
30840	IV	22.06	4.5
30850	IV	62.73	12.9
31400	II	36.73	7.6
31410	III	66.96	13.8
31440	IV	1.75	0.4
31450	IV	0.73	0.2
32411	IV	3.58	0.7
32451	IV	22.16	4.6
34177	V	14.48	3.0
35800	II	66.06	13.6
Celkem		485.88	100.0

Konkrétní vlastnosti půdní charakteristiky vyjadřují číslce v pětímístném kódu BPEJ

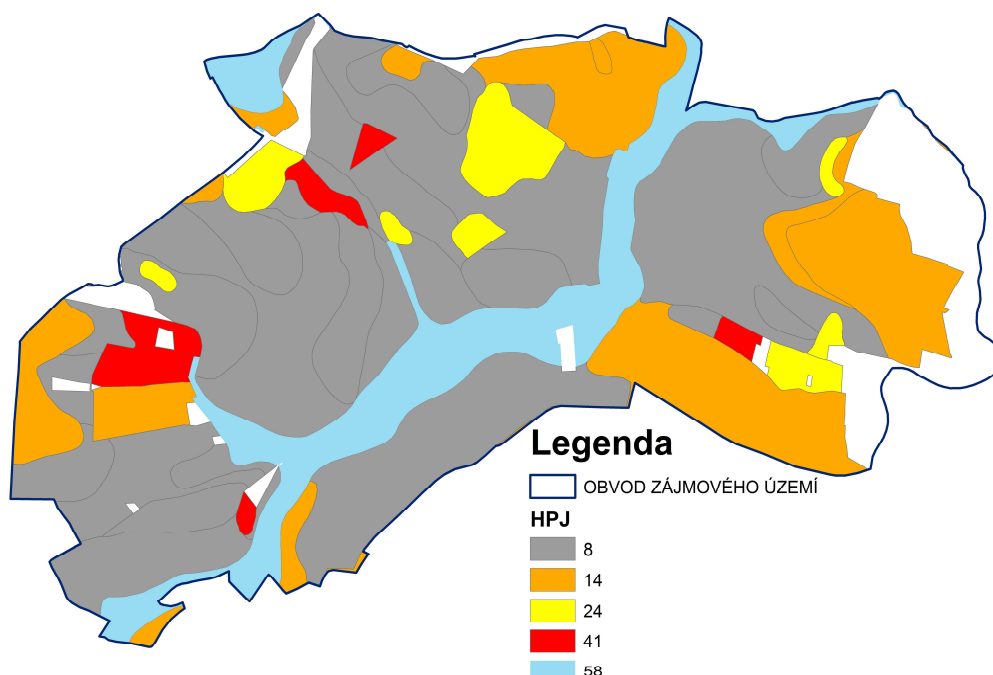
1. číslice

Vyjadřuje klimatický region, který je shodný pro danou oblast při posouzení vlivu na růst a vývoj zemědělských plodin. V naší republice je vytvořeno celkem dvacet klimatických regionů označených kódem 0 až 9. [1]

Tab. 4.9 Klimatický region [1,17]

Kód	Symbol regionu	Popis klimatického regionu	Zastoupení [%]
3	T3	Region teplý, mírně vlhký, se sumou teplot nad 10°C 2500-2800, průměrnou roční teplotou 8-9°C, průměrným ročním úhrnem srážek 550-650 mm, 10-20% pravděpodobností suchých vegetačních období a s vláhovou jistotou 4-7	100.0

2. a 3. číslice



Obr. 4.11 Mapa hlavních půdních jednotek

Vyjadřují hlavní půdní jednotku (HPJ). Jde o rozdělení půdních forem podle příbuznosti ekonomických vlastností, subtypu, půdotvorného substrátu, zrnitosti, sklonitostí, hloubce půdního profilu, skeletovitostí, hydromorfizmem. [1]

Tab. 4.10 Hydrologické skupiny půd [16,17]

Kód	Charakteristika HPJ	Zastoupení [%]
08	Černozemě modální a černozemě pelické, hnědozemě, luvizemě, popřípadě i kambizemě luvické, smyté, kde dochází ke kultivaci přechodného horizontu nebo substrátu na ploše větší než 50 %, na spraších, sprašových a svahových hlínách, středně těžké i těžší, převážně bez skeletu a ve vyšší sklonitosti	56.3
14	Luvizemě modální, hnědozemě luvické včetně slabě oglejených na sprašových hlínách (prachovicích) nebo svahových (polygenetických) hlínách s výraznou eolickou příměsí, středně těžké s těžkou spodinou, s příznivými vláhovými poměry	21.9
24	Kambizemě modální eubazické až mezobazické i kambizemě pelické z přemístěných svahovin karbonátosilikátových hornin - flyše a kulmských břidlic, středně těžké až těžké, až středně skeletovité, se střední vododržností	5.3
41	Půdy se sklonitostí vyšší než 12 stupňů, kambizemě, rendziny, pararendziny, rankery, regozemě, černozemě, hnědozemě a další, zrnitostně středně těžké až velmi těžké s příznivějšími vláhovými poměry	3.0
58	Fluvizemě glejové na nivních uloženinách, popřípadě s podloží teras, středně těžké nebo středně těžké lehčí, pouze slabě skeletovité, hladina vody níže 1 m, vláhové poměry po odvodnění příznivé	13.6
Celkem		100.0

4. číslice

Určuje kombinaci sklonitosti a expozice. Sklonitost je vyjádřena stupněm sklonitosti v pěti klasifikovaných kategoriích. Jeden stupeň odpovídá asi 2,2 % svažitosti. [17]

Tab. 4.11 Sklonitost a expozice [1,17]

Kód	Sklonitost		Expozice		Zastoupení [%]
0	0-1	rovina (0° - 3°)	0	všestranná	24.2
1	2	mírný svah (3° - 7°)	0	všestranná	50.3
4	3	střední svah (7° - 12°)	1	jižní (JZ – JV)	4.9
5	3	střední svah (7° - 12°)	3	severní (SZ – SV)	17.6

Kód	Sklonitost		Expozice		Zastoupení [%]
7	4	výrazný svah (12°- 17°)	3	severní (SZ – SV)	3.0
Celkem					100.0

5. číslice

Zahrnuje kombinaci skeletovitosti půdy a hloubky půdního profilu. Hloubka je rozdělena do čtyř kategorií od půd hlubokých až po půdy mělké. [17]

Tab. 4.12 Skeletovitost a hloubka půdního profilu [1,17]

Kód	Skeletovitost		Hloubka		Zastoupení [%]
0	0	žádná	0	hluboká (nad 60,0 cm)	91.7
1	0-1	slabě skeletovitá	0	hluboká (nad 60,0 cm)	5.3
7	0-1	slabě skeletovitá	0-1	středně hluboká (30,0 - 60,0cm) až hluboká (nad 60,0 cm)	3.0
Celkem					100.0

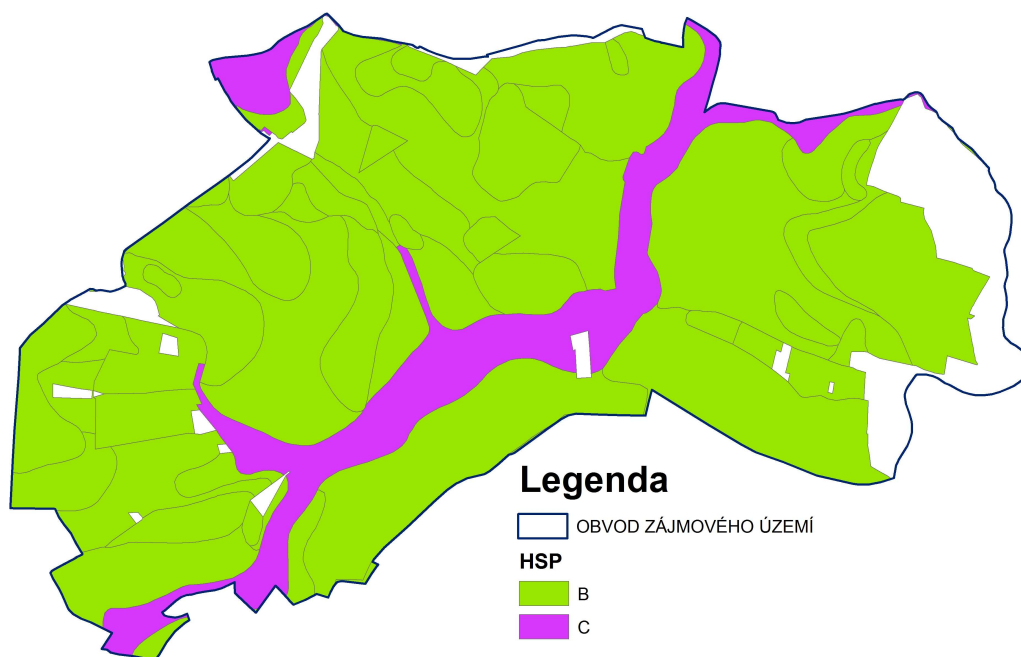
4.4.5 Hydrologické skupiny půd

Velikost infiltrace vody do půdy je závislá na hydrologických vlastnostech půdy. Rozděluje se do čtyř skupin: [10]

- A - půdy s vysokou rychlostí infiltrace i při úplném nasycení
- B - půdy se střední rychlostí infiltrace i při úplném nasycení
- C - půdy s nízkou rychlostí infiltrace i při úplném nasycení
- D - půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace i při úplném nasycení

Pro zařizování půd do hydrologických skupin se uplatňuje tabulka, kde každé hlavní půdní jednotce připadá hydrologická skupina.

V zájmovém území se nachází hydrologické skupiny půd typu B a C.



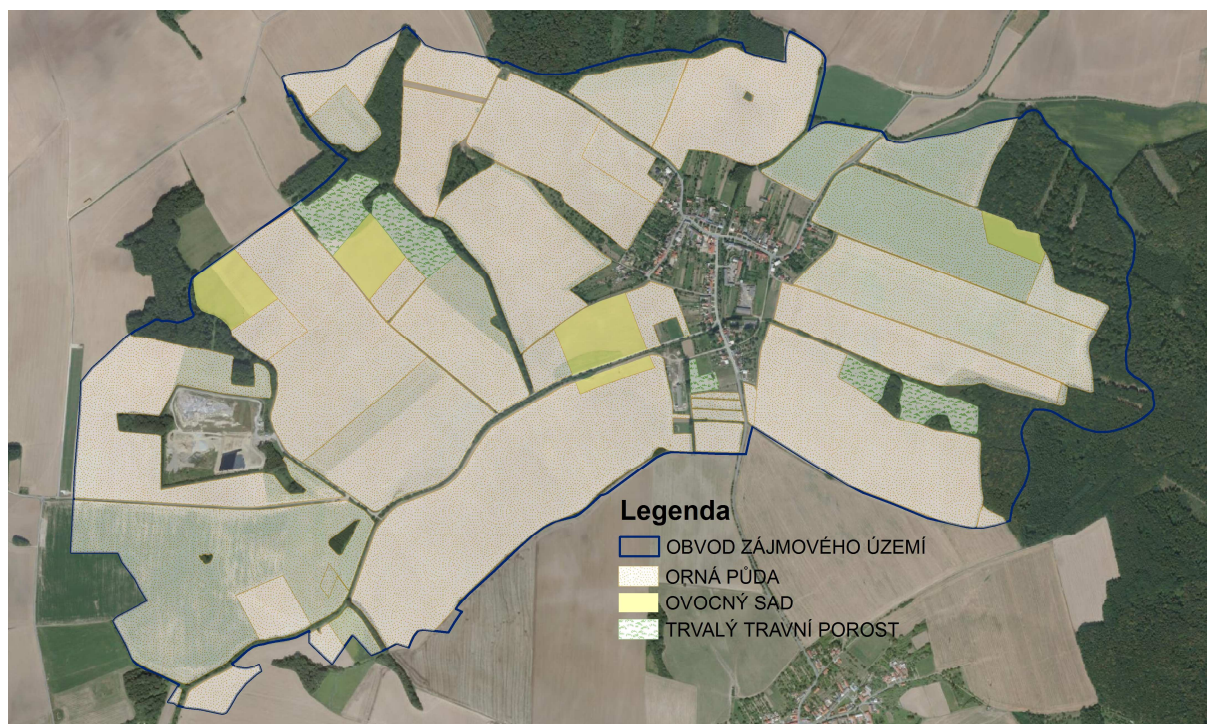
Obr. 4.12 Hydrologické skupiny půd

Tab. 4.13 Charakteristika hydrologických skupin půd [10]

Hydrologická skupina	Charakteristika HSP	Zastoupení [%]
B	Půdy se střední rychlostí infiltrace ($0,06 - 0,12 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité	86.4
C	Půdy s nízkou rychlostí infiltrace ($0,02 - 0,06 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité	13.6
Celkem		100.0

4.5 VEGETAČNÍ POKRYV

4.5.1 Využití pozemků



Obr. 4.13 Mapa LPIS [4]

LPIS je geografický informační systém, který je tvořen hlavně evidencí využití zemědělské půdy. Primárně registr půdy slouží k ověřování údajů v žádostech o dotace ve vazbě na zemědělskou půdu poskytovaných ze zdrojů EU nebo z národních dotačních programů. [4]

Další využití představuje evidence použitých hnojiv, přípravků na ochranu rostlin atd. [4]

Tab. 4.14 LPIS [4]

Kultura	Kód	Zastoupení [ha]	Zastoupení [%]
Orná půda	2	371.57	92.3
Ovocný sad	6	17.55	4.4
Trvalý travní porost	7	13.33	3.3
Celkem		402.45	100.0

Z tabulky vyplývá, že většina plochy je aktivně zemědělsky využívána a jen malé procento je zatravněno.

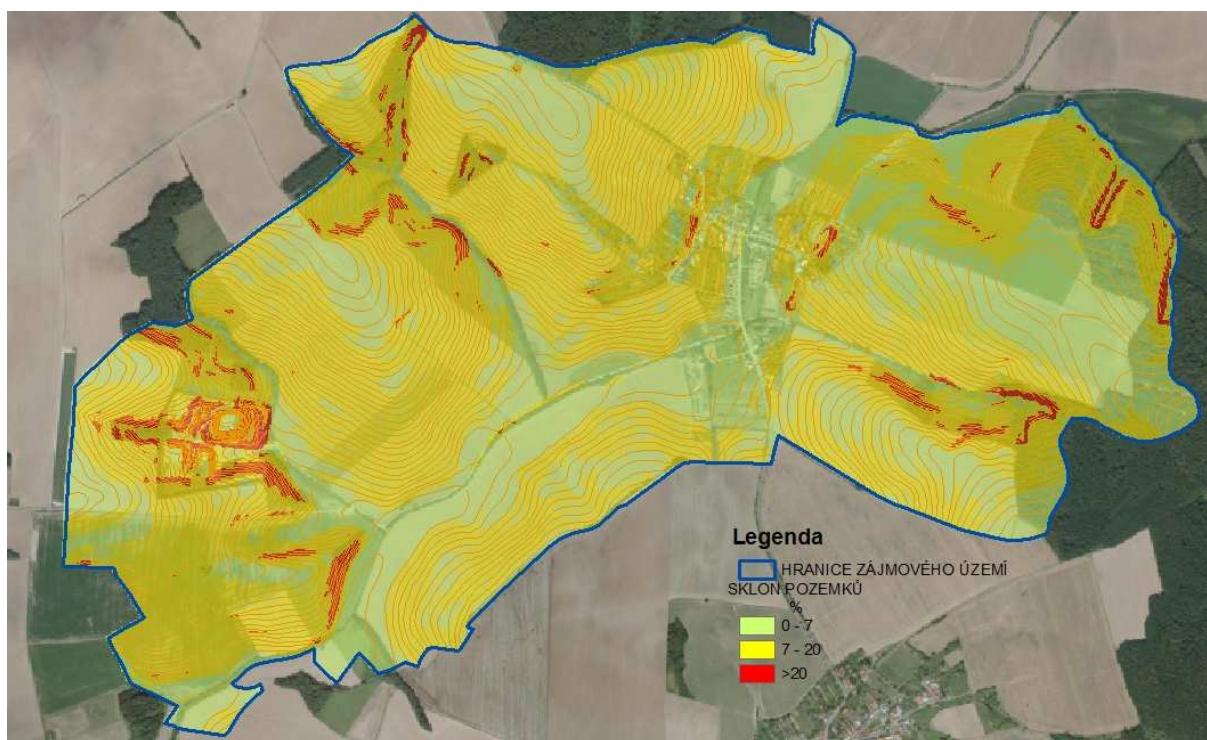
4.5.2 Krajinná zeleň

Krajinná zeleň je koncentrována jako liniová zeleň kolem státních silnic, polních cest a vodních toků. Lesy jsou rozprostřeny na malé části území, proto je liniová zeleň nepostradatelnou součástí krajinného rázu. Má hlavně estetickou funkci, přesto není poškozená zeleň průběžně nahrazována novou a zdravou. [2]

Podél vodních toků se vyskytují olše, topoly, břízy, jasany, vrby, bezy. Obec Hradčany nově vysadila ovocné stromy, třešně a švestky, podél některých polních cest. [2]

Největší dominantou je porost podél vodního toku Šišemka, který je k vidění téměř z každého koutu katastrálního území. [2]

4.6 SKLONITOSTNÍ POMĚRY



Obr. 4.14 Sklonitost pozemků v Hradčanech

Sklon pozemků byl odvozen z vrstevnic, vytvořením digitálního modelu terénu v prostředí ArcGIS a v nástavbě Spatial Analyst Tools. [3]

Převážná část zájmového území je poměrně hodně sklonitá se sklonem pozemků od 7 % do 20 %. Málo sklonité pozemky se nacházejí v nejbližším okolí vodního toku Šišemka a na východě území. Naopak svažité pozemky jsou na západě katastrálního území, v menší míře jsou zastoupeny na jihovýchodě a severozápadě zájmového území.

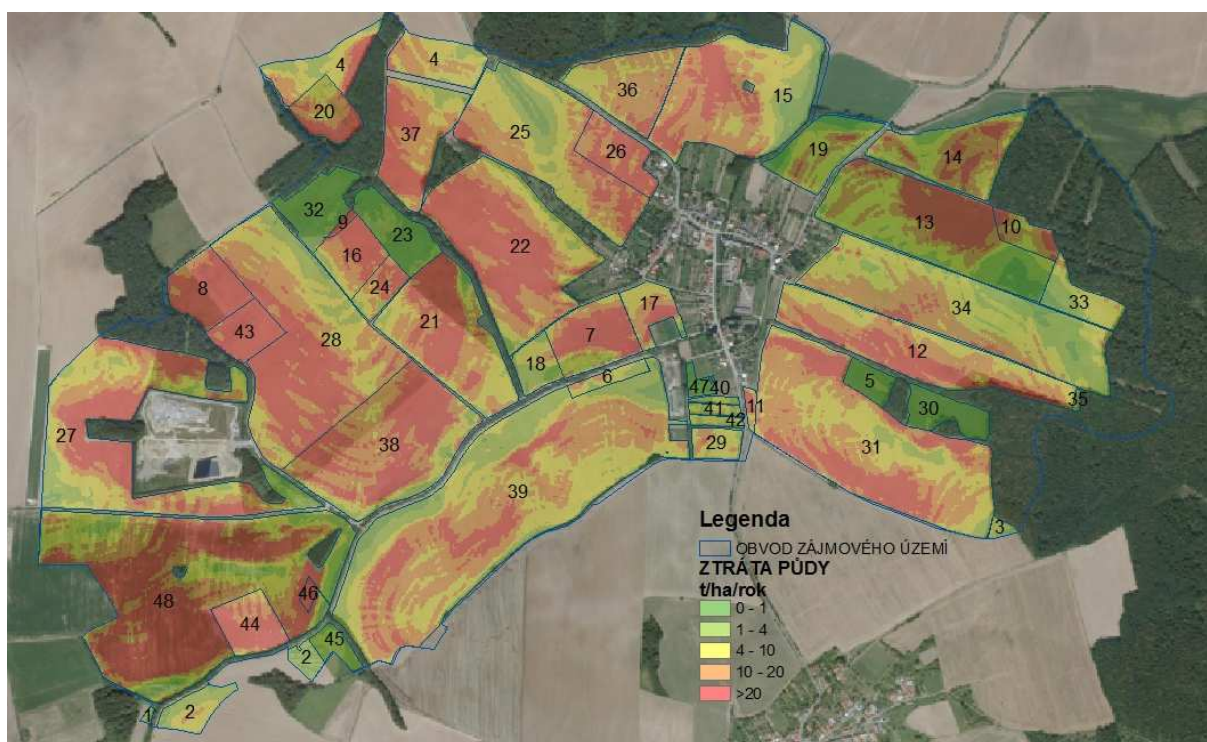
5 VYHODNOCENÍ EROZNÍCH POMĚRŮ

Pro stanovení míry erozního ohrožení bylo využito následujících podkladů:

- Mapa BPEJ
- Mapa LPIS
- ZABAGED

Po provedení výpočtu v programech ArcMap, LSconvertor a USLE2D byla provedena zonální statistika na půdní bloky LPIS a získán průměrný roční smyv půdy ze zemědělských pozemků.

5.1 SOUČASNÝ STAV EROZNÍ OHROŽENOSTI POZEMKŮ



Obr. 5.1 Současný stav erozní ohroženosti pozemků

Tab. 5.1 Současný stav erozní ohroženosti pozemků

Označení erozních ploch	Výměra [m ²]	Průměrný smyv [t/ha/rok]	Přípustný smyv [t/ha/rok]
1	1492	1.49	10.00
2	32430	3.19	10.00
3	4336	1.52	10.00
4	84372	10.21	10.00
5	15807	0.58	10.00

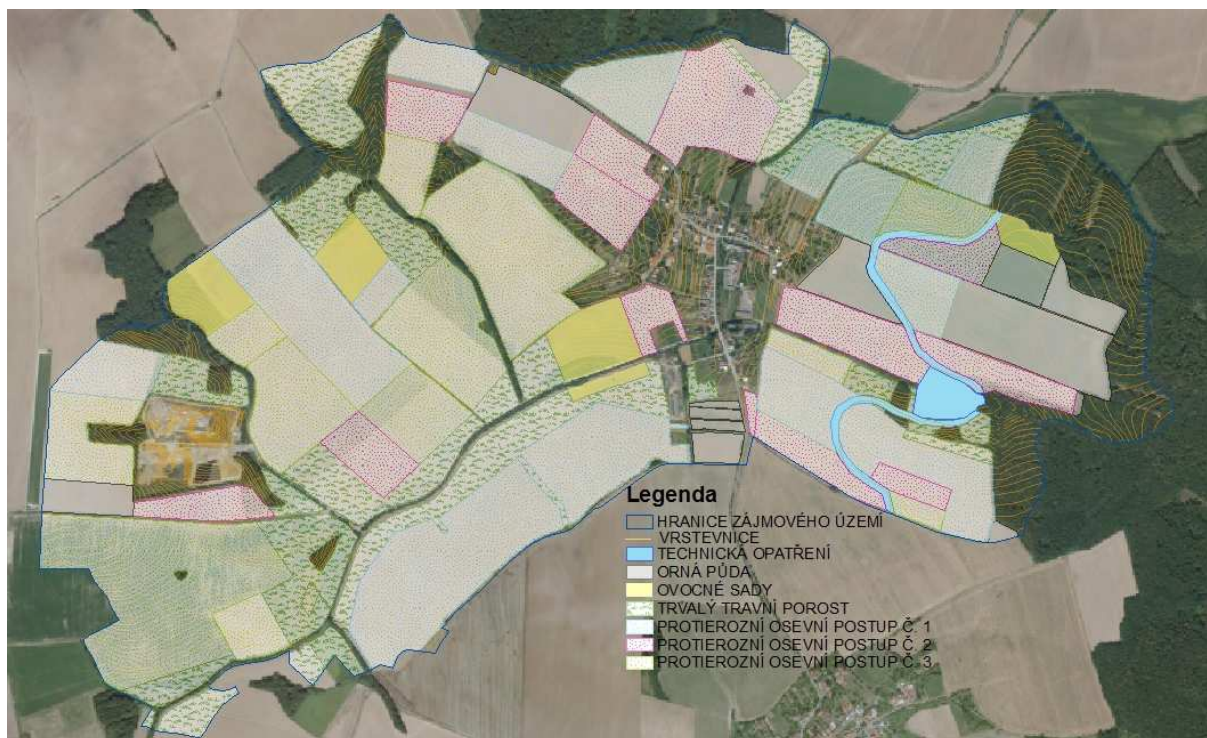
Označení erozních ploch	Výměra [m ²]	Průměrný smyv [t/ha/rok]	Přípustný smyv [t/ha/rok]
6	12182	7.12	10.00
7	56337	27.22	10.00
8	47337	56.59	10.00
9	2830	50.64	10.00
10	20490	19.41	10.00
11	4507	24.44	10.00
12	138416	17.28	10.00
13	172224	19.27	10.00
14	82856	13.10	10.00
15	177584	13.65	10.00
16	36360	30.65	10.00
17	26617	14.50	10.00
18	21864	5.03	10.00
19	51739	6.76	10.00
20	33217	20.66	10.00
21	131797	21.53	10.00
22	197920	24.20	10.00
23	40428	0.71	10.00
24	20261	17.04	10.00
25	167052	10.94	10.00
26	38271	24.96	10.00
27	240865	18.51	10.00
28	264358	18.95	10.00
29	16515	7.91	10.00
30	29682	0.36	10.00
31	276250	17.00	10.00
32	40534	0.42	10.00
33	30051	4.90	10.00
34	215796	8.02	10.00
35	1933	3.97	10.00
36	67230	12.44	10.00
37	79503	18.82	10.00
38	182520	21.95	10.00
39	462252	10.66	10.00
40	3421	3.81	10.00
41	6102	4.35	10.00

Označení erozních ploch	Výměra [m ²]	Průměrný smyv [t/ha/rok]	Přípustný smyv [t/ha/rok]
42	6049	4.19	10.00
43	30699	53.53	10.00
44	35841	32.22	10.00
45	13095	1.43	10.00
46	3945	40.85	10.00
47	6817	0.04	10.00
48	392336	22.47	10.00

Pozn.: červeně označená čísla charakterizují plochy, které překračují přípustný smyv

Z tabulky vyplývá, že vodní erozí jsou nejvíce ohrožené pozemky na západě území, kde povolená hodnota erozního smyvu je překročena i více než pětinašobně. Všechny pozemky nebo jejich části, které jsou mimo kritéria přípustného smyvu je potřeba řešit návrhem protierozních opatření.

6 NÁVRH PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ



Obr. 6.1 Protierozní opatření

Katastrální území Hradčany na Moravě se vyznačuje svažitými a silně erodovanými zemědělskými pozemky, které bylo nutné vyřešit návrhem protierozních opatření. Technická protierozní opatření jsou podrobněji popsána v následující kapitole.

Organizační opatření jsou charakterizována změnou běžného osevního postupu na protierozní osevní postup s jiným koeficientem faktoru ochranného vlivu vegetace.

Tab. 6.1 Běžný osevní postup [14]

Plodina	faktor "C" roční
Ječmen jarní	0.150
Vojtěška	0.020
Vojtěška	0.020
Okopanina (rané brambory)	0.600
Pšenice ozimá	0.120
Kukuřice na siláž (sláma předplodiny sklizena), setí do strniště	0.230
Okopanina	0.440
Průměr	0.226

Tab. 6.2 Protierozní osevní postup č. 1

Plodina	faktor "C" roční
Ječmen jarní	0.150
Vojtěška	0.020
Vojtěška	0.020
Pšenice ozimá	0.120
Kukuřice na siláž (sláma předplodiny sklizena), setí do strniště	0.230
Průměr	0.108

Tab. 6.3 Protierozní osevní postup č. 2

Plodina	faktor "C" roční
Jetelotráva	0.005
Jetelotráva	0.005
Ozimá řepka (hrách)	0.120
Pšenice jarní	0.100
Ječmen jarní	0.150
Pšenice ozimá	0.120
Ječmen jarní do strniště	0.130
Jetelotráva	0.005
Průměr	0.079

Tab. 6.4 Protierozní osevní postup č. 3

Plodina	faktor "C" roční
Jetelotráva	0.005
Jetelotráva	0.005
Pšenice jarní	0.100
Vojtěška	0.020
Vojtěška	0.020
Průměr	0.03

Na pozemcích s větším sklonem než 20 % a hydromorfních půdách je navrženo zatravnění. Jedná se o plochy kolem vodního toku Šišemka a polní trať „Amerika“ na severozápadě území.

K zatravnění jsou také navrženy údolnice, které jsou charakterizovány přispívající plochou větší než 5 ha a jsou v analýze hydrologických poměrů vyznačeny jako kritické. Šířka zatravněných údolnic je vždy 20 m.

6.1.1 Výkaz výměr navrhovaných opatření

Tab. 6.5 Porovnání záboru ZPF před a po návrhu opatření

Před návrhem opatření	Kultura	Výměra [ha]	Po návrhu opatření	Kultura	Návrh opatření	Výměra [ha]
	Orná půda	371.57		Orná půda	Běžný OP	38.36
					Protierozní OP 1	106.01
					Protierozní OP 2	59.92
					Protierozní OP 3	103.45
	Trvalý travní porost	13.33		Trvalý travní porost		77.16
	Ovocný sad	17.55		Ovocný sad	Zatravnění meziřadí	17.55
Celkem	402.45	Celkem		402.45		

7 NÁVRH KOMPLEXNÍ OCHRANY A ORGANIZACE VYBRANÉHO POVODÍ

Při výběru povodí, které je z hlediska erozního a vodohospodářského nejvíce problematické a ve kterém se navrhují podrobná ochranná opatření, bylo využito poznatků vyhodnocení odtokových poměrů modelu DesQ, terénního průzkumu a zkušenosti místních znalců. Z výše uvedených hledisek je nejkritičtější povodí č. 1. V zájmovém území jsou zastoupeny dílčí povodí s podstatně většími kulminačními průtoky a povodňovými vlnami, ale povodí č. 1 je jedinné, které přímo postihuje zastavěné území obce a způsobuje škody na majetku lidí a obce. Proto jsou nemalé náklady spojené s výstavbou protierozních a protipovodňových opatření odůvodnitelné a snadněji prosaditelné při získávání dotačních titulů z evropské unie na realizaci těchto ochranných prvků.



LEGENDA			
	HRANICE ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ		VODNÍ PLOCHA
	KATASTRÁLNÍ HRANICE		PRŮLEH
	POLNÍ CESTY KATEGORIE, DÉLKA		TP - TRUBNÍ PROPUSTEK
	OZNAČENÍ CESTY-ASFALTOVÝ POVRCH		B - Brod
	OZNAČENÍ CESTY-TRAVNATÝ POVRCH		INTERAKČNÍ PRVEK
	VODNÍ TOK		ODPADNÍ KORYTO

Obr. 7.1 Technická protierozní a protipovodňová opatření

7.1.1 Předmět návrhu

- Protierozní ochrana – záchytné průlehy PR1 a PR2
- Protipovodňová ochrana - vodní nádrž N1

7.1.2 Účel navrhovaných staveb

Problematika protierozní ochrany krajiny je řešena návrhem dvou záchytných průlehů, které rozdělí dlouhé svahy na více částí a zachycenou vodu odvedou do vodní nádrže N1. Malý spád průlehů, do 1%, zajišťuje částečnou infiltraci vody. Průleh PR1 se kříží s hlavní polní cestou C1 a vedlejší polní cestou C2. Pod hlavní polní cestou je navrženo vybudování trubního propustku TP1. Vzhledem ke konfiguraci terénu je průchod vody přes cestu C2 řešen zřízením brodu.

Hlavním účelem vodní nádrže N1 je protipovodňová ochrana zastavěné části území obce při přívalových srážkách spadných sice na malou plochu, ale o velké intenzitě a vyvolávajících tzv. bleskové povodně.

Retenční prostor nádrže navržený podle objemu povodňové vlny transformuje kulminační průtok na neškodný odtok. Po pomnutí přívalové srážky se retenční prostor postupně vyprázdní pro případný příchod další přívalové srážky. Vedlejší účel vodní nádrže N1 je krajínotvorný a rybochovný.

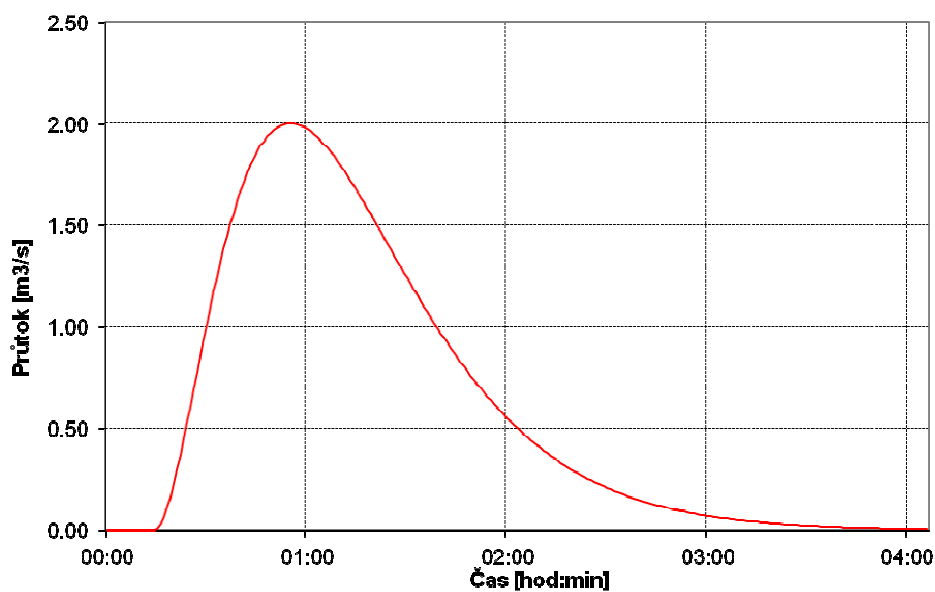
7.1.3 Návrh a dimenzace protierozních opatření

Tab. 7.1 Vstupní údaje programu DesQ

Identifikace	Vstupní veličiny	Povodí	
		PR1	PR2
Svah	plocha [km ²]	0.22	0.16
	sklon [%]	6.30	8.80
	CN [-]	75	73
	typ odtokové křivky [-]	2	2
	drsnotní charakteristika [sec]	6	6
Údolnice	délka [km]	1.12	0.94
	sklon [%]	1.00	1.00

Tab. 7.2 Odtokové poměry průlehu č. 1

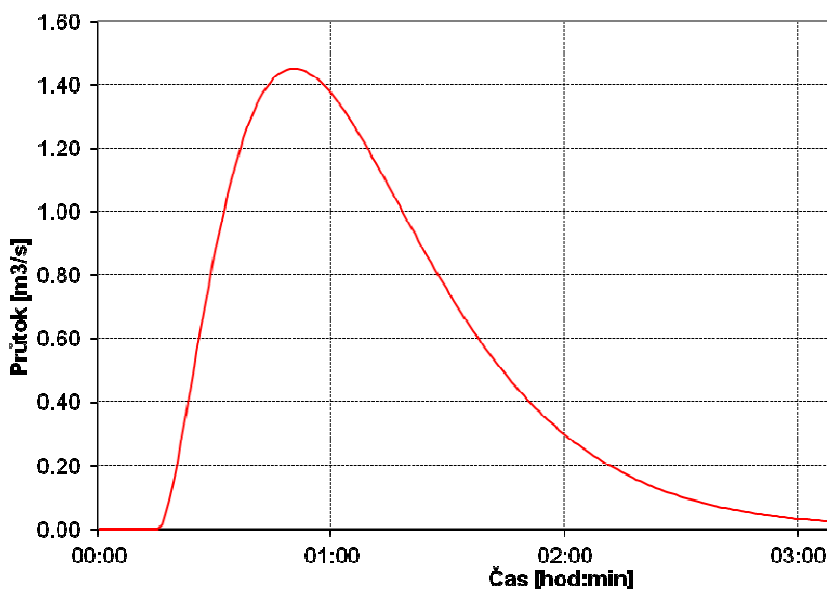
N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Jednotky
N	doba opakování			[roky]
5	$Q_{\max}$	maximální průtok	0.004	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	210	$[\text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}5}$	333	$[\text{m}^3]$
10	$Q_{\max}$	maximální průtok	0.706	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	2.92	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}10}$	6.03	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
20	$Q_{\max}$	maximální průtok	1.05	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	3.6	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}20}$	7.09	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
50	$Q_{\max}$	maximální průtok	1.58	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	4.35	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}50}$	8.14	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
100	$Q_{\max}$	maximální průtok	2	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	4.93	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}100}$	9.02	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$



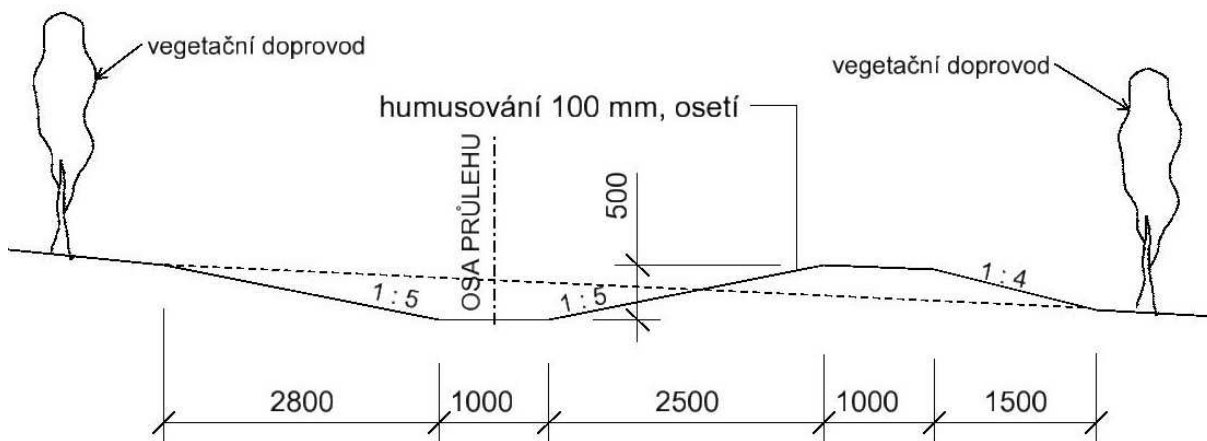
Obr. 7.2 Hydrogram povodňové vlny průlehu č. 1

Tab. 7.3 Odtokové poměry průlehu č. 2

N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Jednotky
N	doba opakování			[roky]
5	$Q_{\max}$	maximální průtok	0.003	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	139	$[\text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}5}$	221	$[\text{m}^3]$
10	$Q_{\max}$	maximální průtok	0.531	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1.85	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}10}$	4.1	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
20	$Q_{\max}$	maximální průtok	0.783	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	2.25	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}20}$	4.8	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
50	$Q_{\max}$	maximální průtok	1.13	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	2.71	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}50}$	5.45	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
100	$Q_{\max}$	maximální průtok	1.45	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	3.05	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}100}$	6	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$



Obr. 7.3 Hydrogram povodňové vlny průlehu č. 2



Obr. 7.4 Vzorový příčný řez průlehy PR1 a PR2

Tab. 7.4 Výpočty průtoků v průlezech

h [m]	$A=h \cdot b + m \cdot h^2$ [m ²]	$O= B + 2\sqrt{(m^2 h^2 + h^2)}$ [m]	$R=A/O$ [m]	C(Manning) $C=R^{1/6}/n$ [m ^{0,5} /s]	$v=C \cdot (R \cdot I)^{1/2}$ [m/s]	$Q=A \cdot v$ [m ³ /s]
0.0	0.00	1.00	0.000	0.0	0.00	0.00
0.1	0.15	2.02	0.074	19.6	0.54	0.08
0.2	0.40	3.04	0.132	21.6	0.78	0.31
0.3	0.75	4.06	0.185	22.9	0.98	0.74
0.4	1.20	5.08	0.236	23.8	1.16	1.39
0.5	1.75	6.10	0.287	24.6	1.32	2.31

Vzorový příčný řez záchytných průlehu

šířka dna.....1,0 m

sklon svahů.....1:5

hloubka průlehu.....0,5 m

odstranění ornice.....200 mm

humusování.....100 mm

osetí travním semenem

Příčný řez se mění u navrženého trubního propustku a brodu.

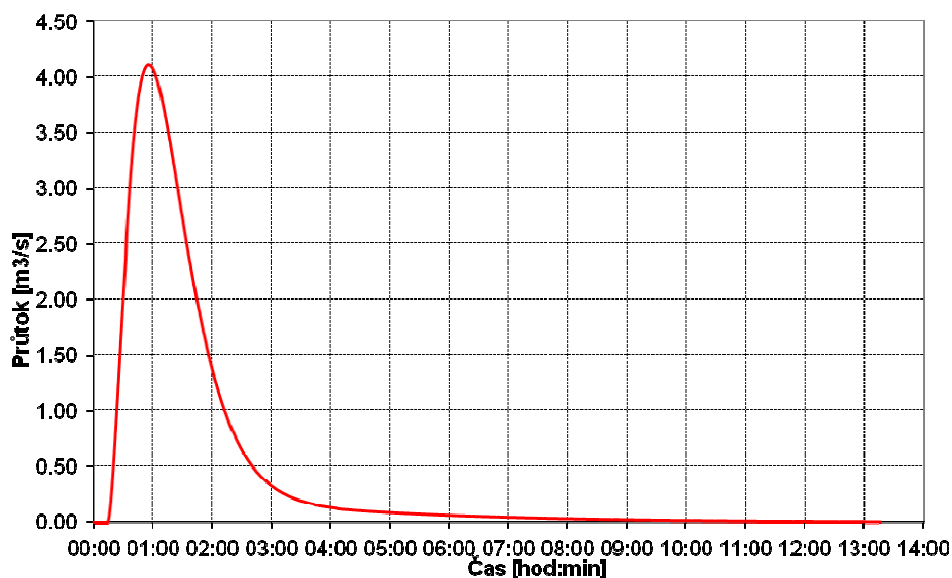
7.1.4 Návrh a dimenzace protipovodňových opatření

Tab. 7.5 Vstupní údaje programu DesQ

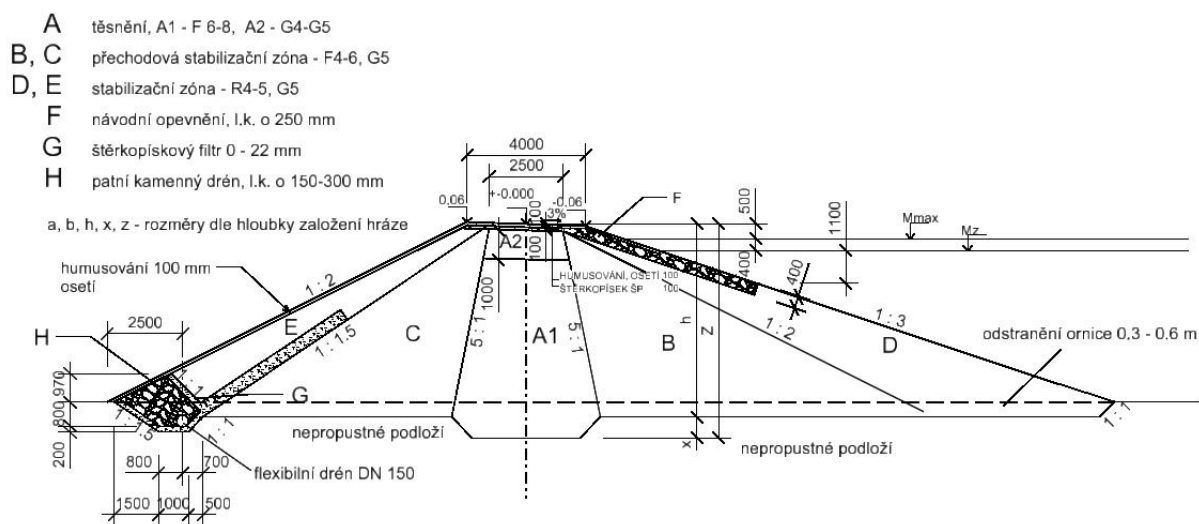
Identifikace	Vstupní veličiny	Povodí
		N1
Levý svah	plocha [km ²]	0.33
	sklon [%]	8.30
	CN [-]	67
	typ odtokové křivky [-]	2
	drsnostní charakteristika [sec]	6
Pravý svah	plocha [km ²]	0.33
	sklon [%]	6.9
	CN [-]	73
	typ odtokové křivky [-]	2
	drsnostní charakteristika [sec]	6
Údolnice	délka [km]	0.64
	sklon [%]	8.20

Tab. 7.6 Odtokové poměry v povodí nádrže N1

N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Jednotky
N	doba opakování			[roky]
5	Q _{max}	maximální průtok	0.009	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	515	[m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d5}	819	[m ³]
10	Q _{max}	maximální průtok	1.615	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	7.29	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d10}	15.41	[10 ³ .m ³]
20	Q _{max}	maximální průtok	2.357	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	8.84	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d20}	17.81	[10 ³ .m ³]
50	Q _{max}	maximální průtok	3.394	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	10.37	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d50}	19.85	[10 ³ .m ³]
100	Q _{max}	maximální průtok	4.068	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	11.54	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d100}	21.62	[10 ³ .m ³]



Obr. 7.5 Hydrogram povodňové vlny v povodí nádrže č. 1



Obr. 7.6 Vzorový příčný řez hrází nádrže č. 1

Návrh hráze

šířka koruny.....	4 m
sklon koruny hráze.....	3 %
sklon návodního svahu.....	1:3
sklon vzdušného svahu.....	1:2
délka hráze.....	110,5 m
kóta koruny hráze.....	260 m n. m.
kóta dna u paty hráze.....	254 m n. m.

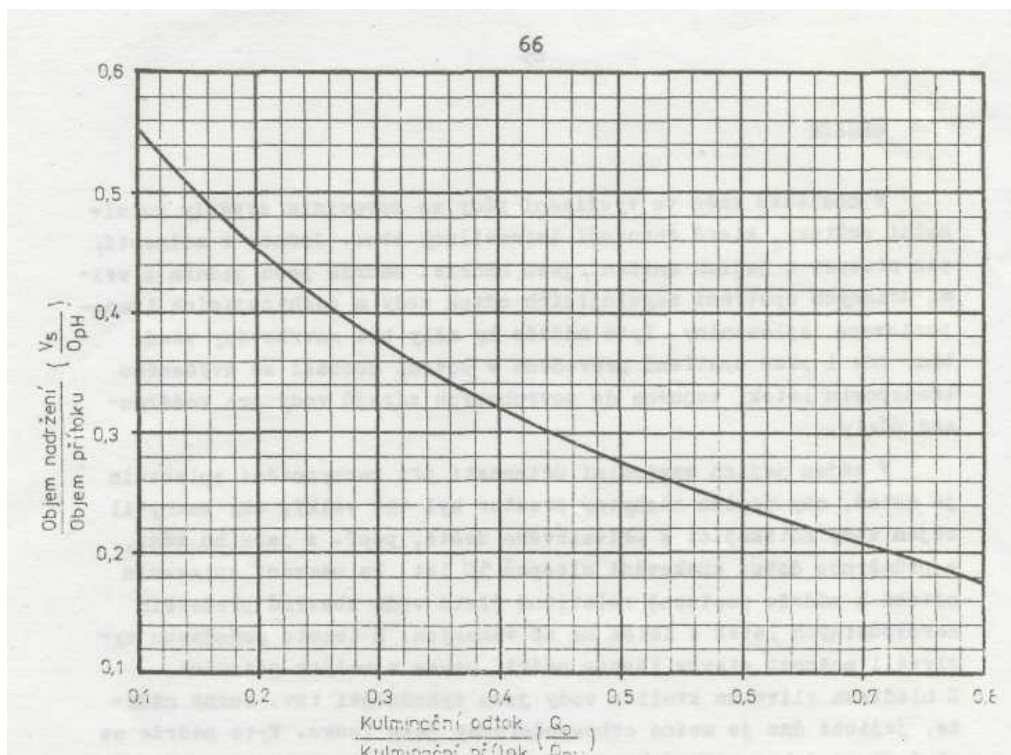
Výpočet potřebného objemu nádrže [10]

Kulminační přítok $Q_{MAX}=4.068 \text{ m}^3/\text{s}$

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

Objem povodňové vlny $W_{PVT1d}= 21620 \text{ m}^3$

$$\frac{O_{NE}}{Q_{MAX}} = \frac{1}{4.068} = 0.246 \quad (5.1)$$



Obr. 7.7 Nomogram k určování retenčního objemu nádrže [10]

$$\frac{V_s}{W_{PVT,1d}} = 0.405 \Rightarrow V_s = 0.405 \cdot W_{PVT,1d} = 0,405 \cdot 21620 = 8756 \text{ m}^3 \quad (5.2)$$

kde: V_s je potřebný retenční objem nádrže [m^3]

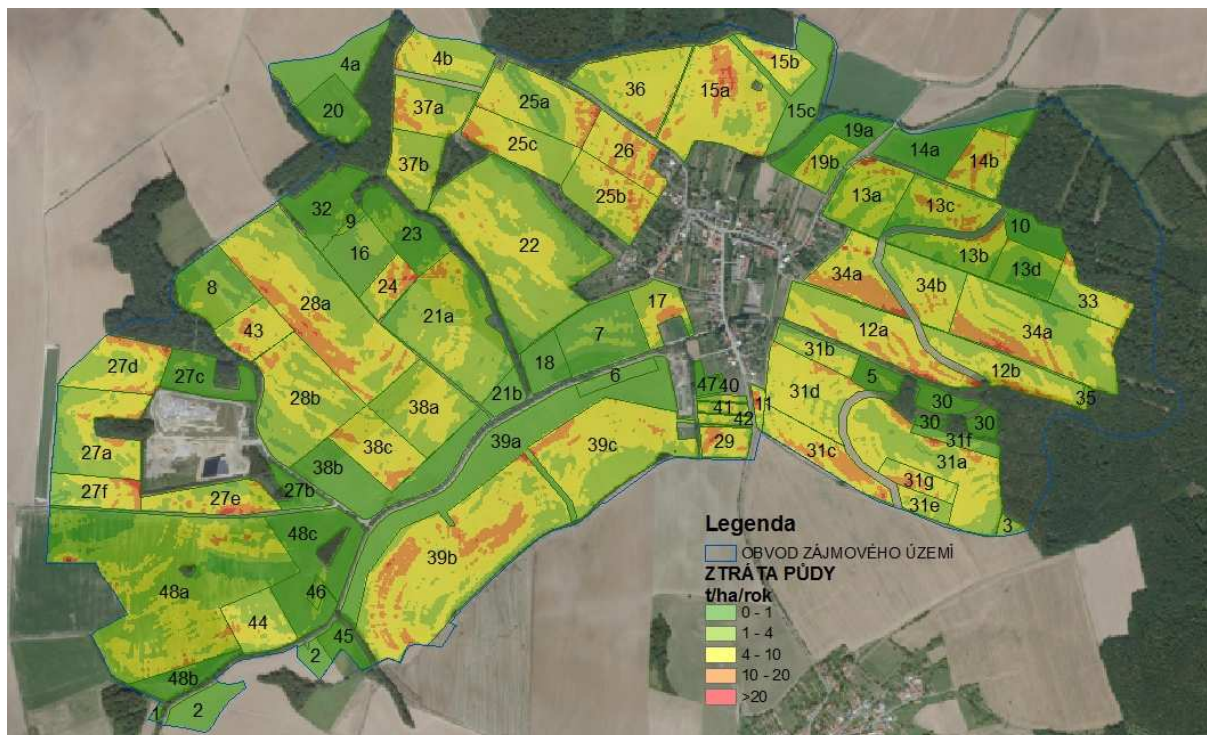
7.1.1 Hráz

Zemní hráz je navržena nehomogenní dle ČSN 75 2410. Zemina bude použita z prostoru zátopy nádrže N1 ze vzdálenější části, z důvodu zachování kvality podloží hráze při proudění vody. Opevnění návodního líce bude z lomového kamene. Vzdušní líc bude stabilizován ohumusováním a osetím.

7.2 VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Všechna navrhovaná opatření jsou přírodě blízká. Kolem vodohospodářských a protierozních opatření je navržen vegetační doprovod pro vytvoření klidových zón. Dalšími funkcemi vegetačního doprovodu jsou hygienické a protihlukové.

8 ÚČINNOST NAVRHOVANÝCH PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ



Obr. 8.1 Erozní ohroženost pozemků po návrhu PEO

Tab. 8.1 Stav erozního ohrožení pozemků po návrhu PEO

Označení erozních ploch	Výměra [m ²]	Průměrný smyv [t/ha/rok]	Přípustný smyv [t/ha/rok]	Návrh opatření
1	1492	0.03	10.00	Zatravnění
2	32430	0.07	10.00	Zatravnění
3	4336	1.52	10.00	Běžný OP
4 a	43229	0.25	10.00	Zatravnění
4 b	41143	4.32	10.00	Protierozní OP1
5	15807	0.60	10.00	Zatravnění
6	12182	0.16	10.00	Zatravnění meziřadí
7	56337	0.60	10.00	Zatravnění meziřadí
8	47337	1.26	10.00	Zatravnění meziřadí
9	2830	1.13	10.00	Zatravnění meziřadí
10	20490	0.39	10.00	Zatravnění meziřadí

Označení erozních ploch	Výměra [m ²]	Průměrný smyv [t/ha/rok]	Přípustný smyv [t/ha/rok]	Návrh opatření
11	4507	8.65	10.00	Protierozní OP2
12 a	85444	6.94	10.00	Protierozní OP2
12 b	52972	4.55	10.00	Protierozní OP2
13 a	53386	5.15	10.00	Protierozní OP1
13 b	39522	4.24	10.00	Protierozní OP2
13 c	48533	5.64	10.00	Protierozní OP3
13 d	30783	2.07	10.00	Běžný OP
14 a	47789	0.23	10.00	Zatrávnění
14 b	35067	7.93	10.00	Protierozní OP1
15 a	110361	6.89	10.00	Protierozní OP2
15 b	22292	6.04	10.00	Běžný OP
15 c	44931	0.07	10.00	Zatrávnění
16	36360	0.68	10.00	Zatrávnění meziřadí
17	26617	5.13	10.00	Protierozní OP2
18	21864	0.11	10.00	Zatrávnění
19 a	28337	0.10	10.00	Zatrávnění
19 b	23402	4.54	10.00	Protierozní OP1
20	33217	0.46	10.00	Zatrávnění
21 a	118558	3.07	10.00	Protierozní OP3
21 b	13239	0.16	10.00	Zatrávnění
22	197920	3.21	10.00	Protierozní OP3
23	40428	0.71	10.00	Zatrávnění
24	20261	8.14	10.00	Protierozní OP1
25 a	64879	5.22	10.00	Běžný OP
25 b	52714	6.09	10.00	Protierozní OP2
25 c	49458	5.63	10.00	Protierozní OP1
26	38271	8.84	10.00	Protierozní OP2
27 a	75514	4.08	10.00	Protierozní OP3
27 b	12783	0.07	10.00	Zatrávnění
27 c	32022	0.40	10.00	Zatrávnění
27 d	50346	5.90	10.00	Protierozní OP1
27 e	38277	6.41	10.00	Protierozní OP2
27 f	31923	6.50	10.00	Běžný OP
28 a	167313	6.18	10.00	Protierozní OP1
28 b	97045	3.89	10.00	Protierozní OP3
29	16515	7.91	10.00	Běžný OP
30	29682	0.35	10.00	Zatrávnění
31 a	100701	4.79	10.00	Protierozní OP1
31 b	23242	3.72	10.00	Protierozní OP3

Označení erozních ploch	Výměra [m ²]	Průměrný smyv [t/ha/rok]	Přípustný smyv [t/ha/rok]	Návrh opatření
31 c	42833	8.53	10.00	Protierozní OP2
31 d	61845	5.97	10.00	Protierozní OP1
31 e	14340	4.02	10.00	Protierozní OP3
31 f	12999	0.61	10.00	Zatravnění
31 g	20290	7.43	10.00	Protierozní OP2
32	40534	0.42	10.00	Zatravnění
33	30051	4.90	10.00	Běžný OP
34 a	165285	7.02	10.00	Běžný OP
34 b	50511	5.24	10.00	Protierozní OP1
35	1933	3.97	10.00	Běžný OP
36	67230	5.94	10.00	Protierozní OP1
37 a	42638	5.10	10.00	Protierozní OP2
37 b	36865	3.18	10.00	Protierozní OP3
38 a	64013	4.03	10.00	Protierozní OP3
38 b	73748	0.34	10.00	Zatravnění
38 c	44759	7.24	10.00	Protierozní OP2
39 a	122827	0.09	10.00	Zatravnění
39 b	221413	6.65	10.00	Protierozní OP1
39 c	118012	5.38	10.00	Protierozní OP1
40	3421	3.81	10.00	Běžný OP
41	6102	4.35	10.00	Běžný OP
42	6049	4.19	10.00	Běžný OP
43	30699	7.11	10.00	Protierozní OP3
44	35841	4.28	10.00	Protierozní OP3
45	13095	0.03	10.00	Zatravnění
46	3945	0.90	10.00	Zatravnění
47	6817	0.04	10.00	Zatravnění
48 a	291956	3.36	10.00	Protierozní OP3
48 b	22726	0.30	10.00	Zatravnění
48 c	77654	0.32	10.00	Zatravnění

Legenda:

OP.... Osevní postup

8.1 VYHODNOCENÍ ODTOKOVÝCH POMĚRŮ PO NÁVRHU PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ

Návrhem protierozních opatření došlo k ovlivnění odtokových poměrů. Jedním ze vstupních parametrů pro výpočet kulminačních průtoků a tvaru hydrogramu povodně jsou CN křivky, které se při změně ozevních postupů snížily a tedy se snížil i kulminační průtok a objem povodňové vlny.

Tab. 8.2 Srovnání CN čísel před a po návrhu opatření

Současný stav	Označení subpovodí	Číslo CN	Navržený stav	Označení subpovodí	Číslo CN
	1L	71		1L	70
	1P	76		1P	74
	2L	64		2L	64
	2P	69		2P	68
	3L	76		3L	73
	3P	76		3P	74
	4L	76		4L	72
	4P	74		4P	73
	5L	77		5L	77
	5P	77		5P	74

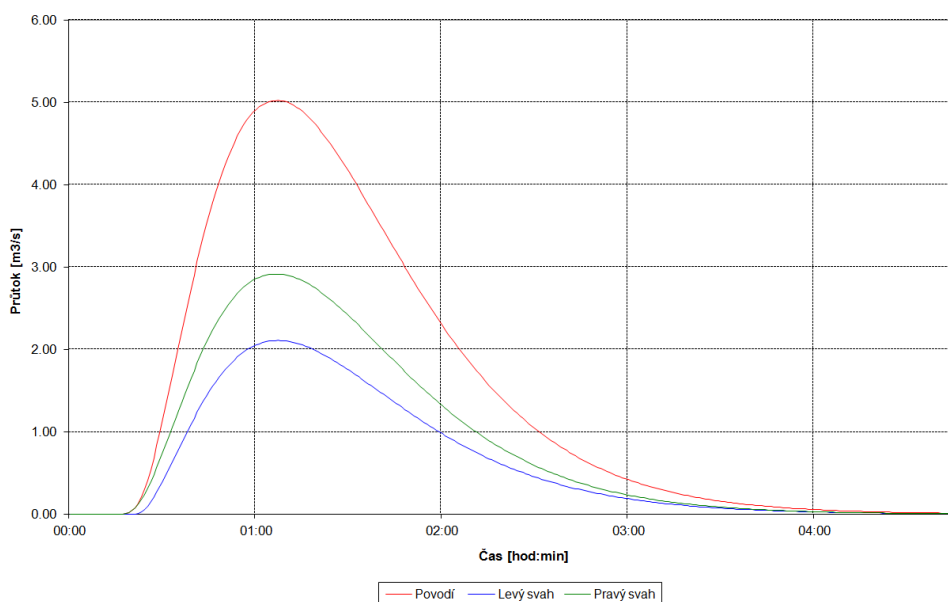
Legenda:

1L.... Levá strana svahu povodí č. 1

1P.... Pravá strana svahu povodí č. 1

Tab. 8.3 Povodí č. 1

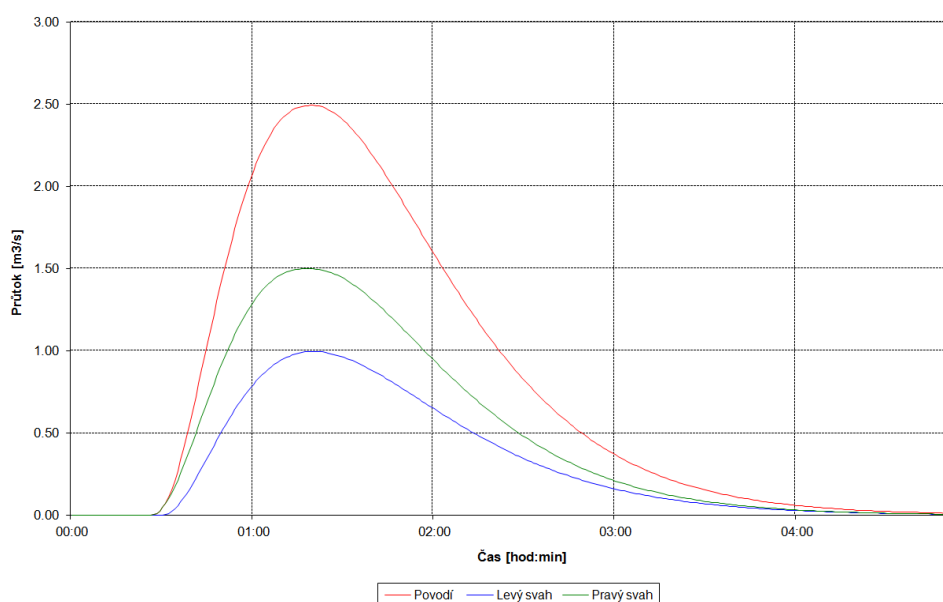
N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
N	doba opakování					[roky]
5	$Q_{\max}$	maximální průtok	1.12	0.478	0.64	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	7.11	3.04	4.07	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	14.2	6.14	8.06	$[10^3 \cdot m^3]$
10	$Q_{\max}$	maximální průtok	1.82	0.778	1.04	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	9	3.83	5.17	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	17.7	7.65	10.1	$[10^3 \cdot m^3]$
20	$Q_{\max}$	maximální průtok	2.73	1.16	1.56	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	11	4.6	6.36	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	20.7	8.85	11.8	$[10^3 \cdot m^3]$
50	$Q_{\max}$	maximální průtok	4.02	1.7	2.3	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	13.1	5.39	7.73	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	23.4	9.87	13.5	$[10^3 \cdot m^3]$
100	$Q_{\max}$	maximální průtok	5.02	2.11	2.91	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	14.7	5.97	8.74	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	25.7	10.8	14.9	$[10^3 \cdot m^3]$



Obr. 8.2 Hydrogram povodňové vlny povodí č. 1

Tab. 8.4 Povodí č. 2

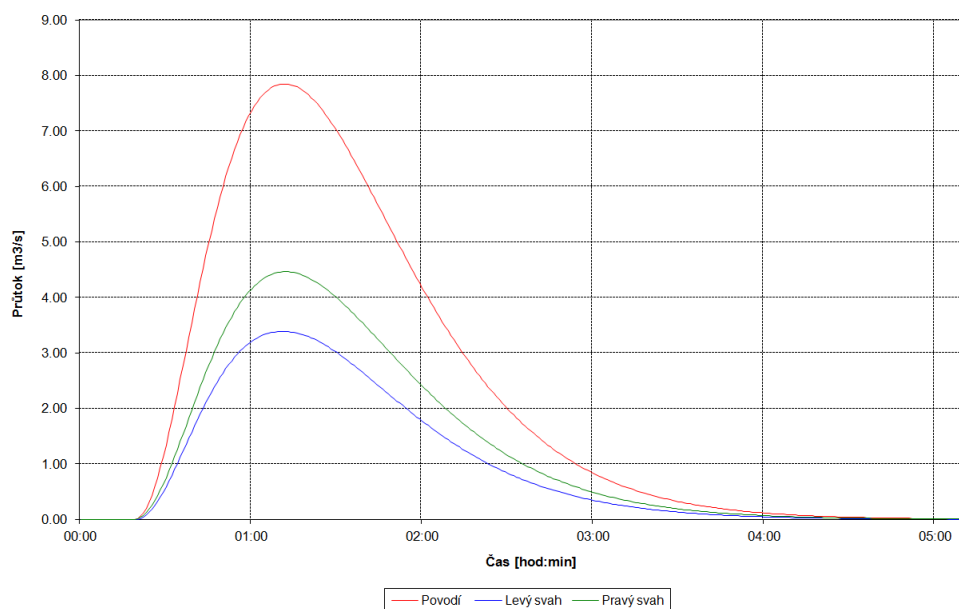
N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
N	doba opakování					[roky]
5	$Q_{\max}$	maximální průtok	0.678	0.281	0.397	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	3.99	1.65	2.33	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}5}$	8.4	3.52	4.88	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
10	$Q_{\max}$	maximální průtok	1.08	0.445	0.63	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	5	2.06	2.95	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}10}$	10.4	4.35	6.07	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
20	$Q_{\max}$	maximální průtok	1.54	0.63	0.91	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	5.95	2.4	3.55	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}20}$	11.8	4.88	6.96	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
50	$Q_{\max}$	maximální průtok	2.06	0.814	1.24	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	6.97	2.72	4.25	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}50}$	12.8	5.17	7.64	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
100	$Q_{\max}$	maximální průtok	2.49	0.996	1.5	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	7.86	3.01	4.85	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}100}$	13.7	5.45	8.25	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$



Obr. 8.3 Hydrogram povodňové vlny povodí č. 2

Tab. 8.5 Povodí č. 3

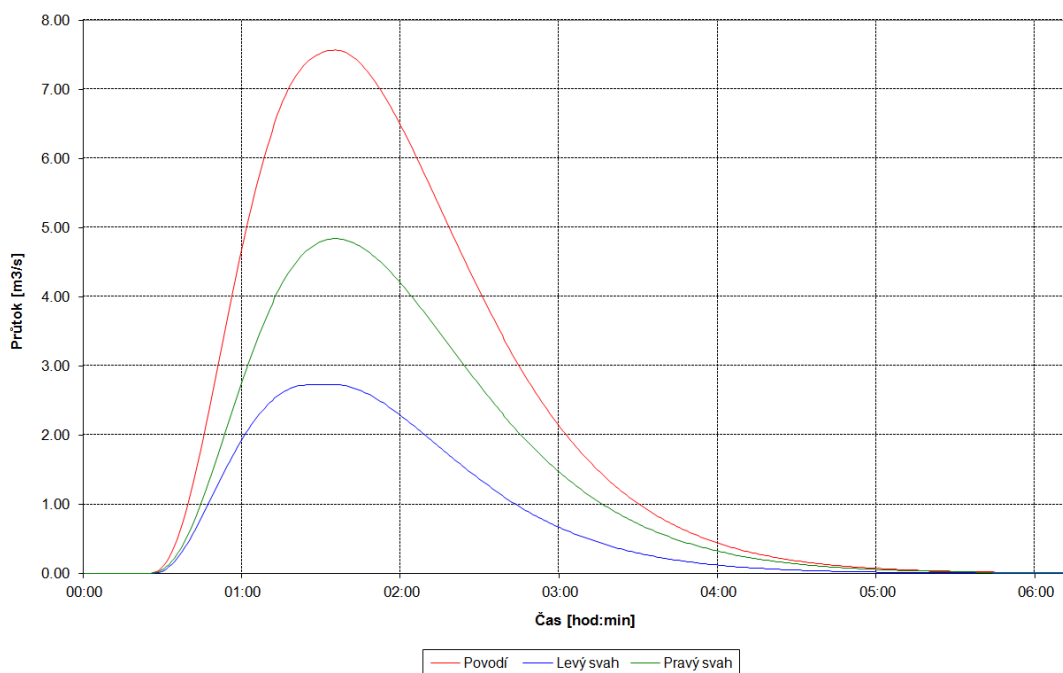
N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
N	doba opakování					[roky]
5	$Q_{\max}$	maximální průtok	1.72	0.737	0.973	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	11.8	5.09	6.71	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}5}$	22.8	9.85	12.9	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
10	$Q_{\max}$	maximální průtok	2.77	1.19	1.58	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	15	6.45	8.53	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}10}$	28.5	12.3	16.2	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
20	$Q_{\max}$	maximální průtok	4.19	1.8	2.36	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	18.4	7.89	10.5	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}20}$	33.3	14.4	19	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
50	$Q_{\max}$	maximální průtok	6.18	2.65	3.48	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	22.3	9.52	12.8	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}50}$	38	16.3	21.7	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
100	$Q_{\max}$	maximální průtok	7.92	3.38	4.46	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	25.2	10.8	14.5	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}100}$	41.9	18	23.9	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$



Obr. 8.4 Hydrogram povodňové vlny povodí č. 3

Tab. 8.6 Povodí č. 4

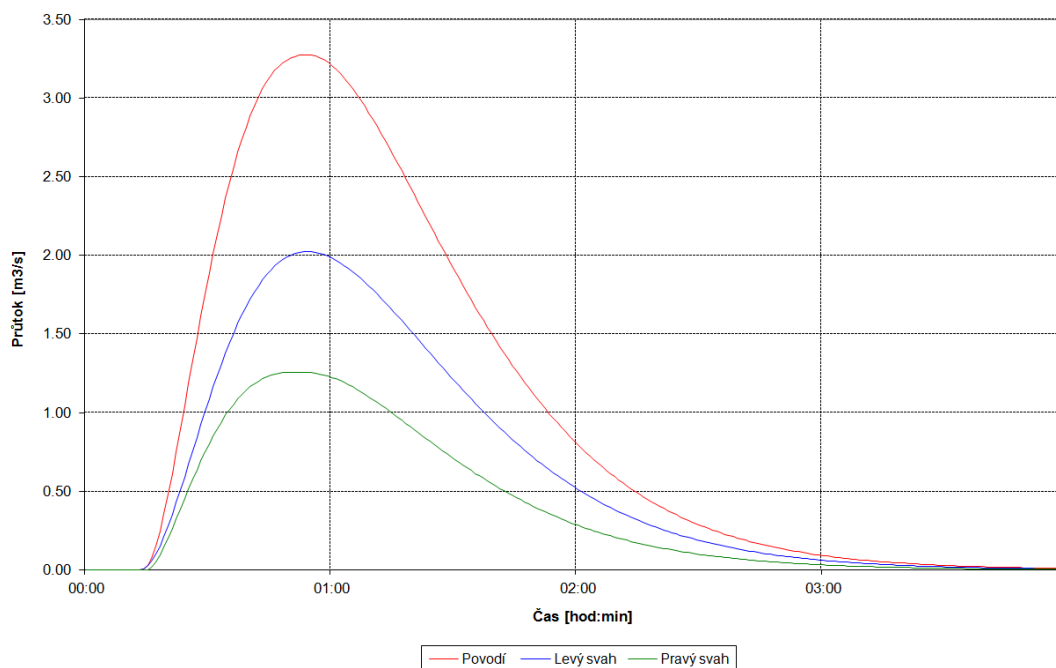
N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
N	doba opakování					[roky]
5	$Q_{\max}$	maximální průtok	0.01	0.005	0.006	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1.12	0.399	0.723	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}5}$	1.78	0.634	1.15	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
10	$Q_{\max}$	maximální průtok	2.63	0.993	1.64	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	18.8	6.73	12.1	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}10}$	33.2	11.9	21.3	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
20	$Q_{\max}$	maximální průtok	4.01	1.43	2.58	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	23.6	8.41	15.2	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}20}$	38.7	13.9	24.9	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
50	$Q_{\max}$	maximální průtok	5.93	2.11	3.8	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	28.6	10.1	18.5	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}50}$	43.9	15.7	28.3	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
100	$Q_{\max}$	maximální průtok	7.62	2.73	4.84	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	32.4	11.4	20.9	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$
	$W_{\text{PVT},1\text{d}}$	objem PV vyvolaný $H_{1\text{d}100}$	48.3	17.2	31.1	$[10^3 \cdot \text{m}^3]$



Obr. 8.5 Hydrogram povodňové vlny povodí č. 4

Tab. 8.7 Povodí č. 5

N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
N	doba opakování					[roky]
5	$Q_{\max}$	maximální průtok	0.007	0.004	0.003	$[m^3.s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	339	211	128	$[m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	535	333	202	$[m^3]$
10	$Q_{\max}$	maximální průtok	1.11	0.68	0.427	$[m^3.s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	4.69	2.9	1.79	$[10^3.m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	9.57	5.86	3.71	$[10^3.m^3]$
20	$Q_{\max}$	maximální průtok	1.7	1.05	0.651	$[m^3.s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	5.77	3.58	2.19	$[10^3.m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	11.3	6.92	4.35	$[10^3.m^3]$
50	$Q_{\max}$	maximální průtok	2.53	1.56	0.951	$[m^3.s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	7.02	4.39	2.62	$[10^3.m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	13	8.01	4.97	$[10^3.m^3]$
100	$Q_{\max}$	maximální průtok	3.29	2.02	1.25	$[m^3.s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	7.91	4.98	2.93	$[10^3.m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	14.4	8.92	5.49	$[10^3.m^3]$



Obr. 8.6 Hydrogram povodňové vlny povodí č. 5

9 ZÁVĚR

V bakalářské práci na základě dostupných údajů a materiálů o katastrálním území Hradčany na Moravě, bylo analyzováno celé území z hlediska erozních a odtokových poměrů. Po zpracování a vyhodnocení všech dat byla navržena ochranná přírodě blízká opatření, která řeší problémy smyvu ze zemědělských ploch a následný soustředěný odtok do zastavěného území obce.

Omezení průtoků intravilánem obce je zabezpečeno návrhem dvou záchytných průlehů, které odvádí vodu z pozemků nad zastavěným územím obce do ochranné nádrže. Nádrž svým retenčním prostorem transformuje kulminační průtok návrhového deště na neškodný odtok.

Na plochách zemědělské výroby, které jsou erozně ohroženy, je kombinací několika protierozních osevních postupů svah rozdělen a reorganizován do dílčích celků. Při dodržování navrhovaných opatření zemědělskými podniky dojde ke snížení smyvu ze zemědělských pozemků. Na příliš svažitéch pozemcích a hydromorfních půdách jsou navrženy trvalé travní porosty, u kterých je eroze zanedbatelná.

10 FOTODOKUMENTACE



Obr. 10.1 Obec Hradčany ze severozápadní strany území [2]



Obr. 10.2 Pohled na údolí toku Šišemka [2]



Obr. 10.3 Vodní eroze na severozápadě území [2]



Obr. 10.4 Obtékání ucpaného trubního propustku na západě území [2]

11 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] *BONITACE ČS. ZEMĚDĚLSKÝCH PŮD A SMĚRY JEJICH VYUŽITÍ*. Nové Město n. Cidlonou: Podnik racionalizace řízení a výpočetní techniky MZVŽ ČSR, 1984.
- [2] DOHNAL, David a Michaela HANOUSKOVÁ. ING. FRANTIŠEK HANOUSEK. *Komplexní pozemková úprava v k. ú. HRADČANY NA MORAVĚ: Vyhodnocení podkladů a analýza současného stavu*. Prostějov, 2010, 54 s.
- [3] DUMBROVSKÝ, Miroslav. *GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY*. Brno, 2009.
- [4] EAGRI: Portál farmáře. [online]. 2012 [cit. 2012-05-09]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/farmar/LPIS>
- [5] HRÁDEK, František. *HYDROLOGICKÉ PODKLADY PRO NÁVRH PROTIEROZNÍ OCHRANY PŘI POZEMKOVÝCH ÚPRAVÁCH*.
- [6] *Komplexní průzkum půd ČSSR: Průvodní zpráva k hospodářskému obvodu JZD Hradčany okres Přerov*. Brno, 1963.
- [7] *Komplexní průzkum půd ČSSR: Průvodní zpráva k hospodářskému obvodu JZD Vranovice-Kelčice okres Prostějov*. Brno, 1971.
- [8] Kontrola podmíněnosti. [online]. 2012, s. 212 [cit. 2012-05-08]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/157405/CC_2012_final.pdf
- [9] *Mapy.cz* [online]. 2012 [cit. 2012-05-08]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz/#x=17.617620&y=49.451654&z=11>
- [10] Metodika. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Praha, 2012
- [11] *Národní geoportál INSPIRE* [online]. 2012 [cit. 2012-05-09]. Dostupné z: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map/>
- [12] *Obec Hradčany* [online]. 2012 [cit. 2012-05-08]. Dostupné z: <http://www.obechradcany.cz/>
- [13] *Pozemkové úpravy*. Praha, 2009, roč. 17, č. 69. ISSN 1214-5815.
- [14] *Protierozní ochrana zemědělských pozemků: Typizační směrnice*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1985.
- [15] *TECHNICKÝ STANDARD PLÁNU SPOLEČNÝCH ZAŘÍZENÍ V POZEMKOVÝCH ÚPRAVÁCH*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2010.
- [16] Vyhláška 546/2002 Sb., kterou se stanoví charakteristika bonitovaných půdně ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci. Praha, 2002.

- [17] VÝZKUMNÝ ÚSTAV MELIORACÍ A OCHRANY PŮDY PRAHA. *Mapa bonitovaných půdně - ekologických jednotek - BPEJ*. 1:5000. Brno, 1996
- [18] *ZÁKLADNÍ VODOHOSPODÁŘSKÁ MAPA ČR*. 1:50000. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 1998.
- [19] Zákon o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech. In: *139/2002 Sb.* 2002.

SEZNAM TABULEK

Tab. 3.1 Vstupní data modelu DesQ	13
Tab. 3.2 Výstupní data modelu DesQ	13
Tab. 4.1 Klimatické údaje.....	16
Tab. 4.2 Vstupní údaje programu DesQ	19
Tab. 4.3 Povodí č. 1	20
Tab. 4.4 Povodí č. 2.....	21
Tab. 4.5 Povodí č. 3.....	22
Tab. 4.6 Povodí č. 4.....	23
Tab. 4.7 Povodí č. 5.....	24
Tab. 4.8 Zastoupení BPEJ v zájmovém území.....	28
Tab. 4.9 Klimatický region.....	29
Tab. 4.10 Hydrologické skupiny půd	30
Tab. 4.11 Sklonitost a expozice.....	30
Tab. 4.12 Skeletovitost a hloubka půdního profilu	31
Tab. 4.13 Charakteristika hydrologických skupin půd.....	32
Tab. 4.14 LPIS.....	33
Tab. 5.1 Současný stav erozní ohroženosti pozemků.....	35
Tab. 6.1 Běžný osevní postup.....	38
Tab. 6.2 Protierozní osevní postup č. 1	39
Tab. 6.3 Protierozní osevní postup č. 2	39
Tab. 6.4 Protierozní osevní postup č. 3	39
Tab. 6.5 Porovnání záboru ZPF před a po návrhu opatření.....	40
Tab. 7.1 Vstupní údaje programu DesQ	42
Tab. 7.2 Odtokové poměry průlehu č. 1	43
Tab. 7.3 Odtokové poměry průlehu č. 2	44
Tab. 7.4 Výpočty průtoků v průlezech.....	45
Tab. 7.5 Vstupní údaje programu DesQ	46
Tab. 7.6 Odtokové poměry v povodí nádrže N1	46

Tab. 8.1 Stav erozního ohrožení pozemků po návrhu PEO.....	50
Tab. 8.2 Srovnání CN čísel před a po návrhu opatření.....	53
Tab. 8.3 Povodí č. 1.....	54
Tab. 8.4 Povodí č. 2.....	55
Tab. 8.5 Povodí č. 3.....	56
Tab. 8.6 Povodí č. 4.....	57
Tab. 8.7 Povodí č. 5.....	58

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 3.1 Upravené průměrné hodnoty R-faktoru v MJ ha ⁻¹ cm h ⁻¹ v ČR.....	9
Obr. 4.1 Přehledná situace zájmového území.....	15
Obr. 4.2 Letecký snímek Hradčan	15
Obr. 4.3 Hydrologické poměry	17
Obr. 4.4 Hydrogram povodňové vlny povodí č. 1.....	20
Obr. 4.5 Hydrogram povodňové vlny povodí č. 2.....	21
Obr. 4.6 Hydrogram povodňové vlny povodí č. 3.....	22
Obr. 4.7 Hydrogram povodňové vlny povodí č. 4.....	23
Obr. 4.8 Hydrogram povodňové vlny povodí č. 5.....	24
Obr. 4.9 Geologická mapa.....	25
Obr. 4.10 Mapa BPEJ	28
Obr. 4.11 Mapa hlavních půdních jednotek	29
Obr. 4.12 Hydrologické skupiny půd	32
Obr. 4.13 Mapa LPIS.....	33
Obr. 4.14 Sklonitost pozemků v Hradčanech.....	34
Obr. 5.1 Současný stav erozní ohroženosti pozemků.....	35
Obr. 6.1 Protierozní opatření	38
Obr. 7.1 Technická protierozní a protipovodňová opatření	41
Obr. 7.2 Hydrogram povodňové vlny průlehu č. 1.....	43
Obr. 7.3 Hydrogram povodňové vlny průlehu č. 2.....	44
Obr. 7.4 Vzorový příčný řez průlehy PR1 a PR2	45
Obr. 7.5 Hydrogram povodňové vlny v povodí nádrže č. 1	47
Obr. 7.6 Vzorový příčný řez hrází nádrže č. 1	47
Obr. 7.7 Nomogram k určování retenčního objemu nádrže	48
Obr. 8.1 Erozní ohroženost pozemků po návrhu PEO	50
Obr. 8.2 Hydrogram povodňové vlny povodí č. 1.....	54
Obr. 8.3 Hydrogram povodňové vlny povodí č. 2.....	55
Obr. 8.4 Hydrogram povodňové vlny povodí č. 3.....	56

Obr. 8.5 Hydrogram povodňové vlny povodí č. 4.....	57
Obr. 8.6 Hydrogram povodňové vlny povodí č. 5.....	58
Obr. 10.1 Obec Hradčany ze severozápadní strany území	60
Obr. 10.2 Pohled na údolí toku Šišemka	60
Obr. 10.3 Vodní eroze na severozápadě území	61
Obr. 10.4 Obtékání ucpaného trubního propustku na západě území.....	61

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

BPEJ	Bonitovaná půdně ekologická jednotka
C	Cesta
CN	Curve Number
ČOV	Čistírna odpadních vod
DMT	Digitální model terénu
EU	Evropská unie
GAEC	Dobry zemědělský a environmentální stav
GIS	Geografický informační systém
HMZ	Hlavní meliorační zařízení
HPJ	Hlavní půdní jednotka
HSP	Hydrologická skupina půd
LPIS	Veřejný registr půd
OP	Osevní postup
PR	Průleh
TP	Trubní propustek
USLE	Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí
ZABAGED	Základní báze geografických dat