



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

IDENTIFIKACE KRITICKÝCH BODŮ A VYHODNOCENÍ JEJICH PŘÍSPÍVAJÍCÍCH PLOCH V POVODÍ ČIŽINY

IDENTIFICATION OF CRITICAL POINTS AND THE EVALUATION OF THEIR CONTRIBUTING
AREAS IN THE ČIŽINA WATERSHED.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

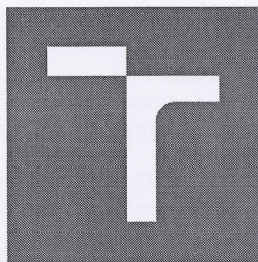
Radek Hanuliak

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. MIROSLAV DUMBROVSKÝ, CSc.

BRNO 2017



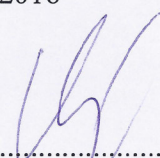
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM B3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR 3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
PRACOVISŤE Ústav vodního hospodářství krajiny

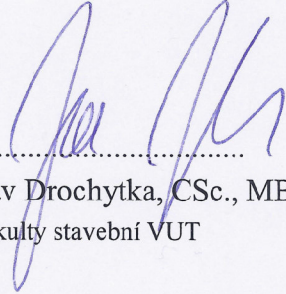
ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

STUDENT Radek Hanuliak
NÁZEV Identifikace kritických bodů a vyhodnocení jejich přispívajících ploch v povodí Čižiny
VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.
DATUM ZADÁNÍ 30. 11. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ 26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016


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




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

PODKLADY A LITERATURA

1. Holý M, a kol - Eroze a životní prostředí, ČVUT Praha 1998
2. Janeček M, a kol. : Ochrana zemědělské půdy před erozí, metodika ČZU Praha, 2012
3. Dumbrovský M, - Mezera J, Střítecký L.: Metodický návod pro projektování pozemkových úprav, metodika ČMKPU 2005
4. Hrádek F, - Implementace hydrologického modelu DeSQ, VUMOP Praha 1997
5. Manuál-USLE2D,- <http://geo.kuleuven.be/geography/modelling/erosion/usle2d/index.htm>

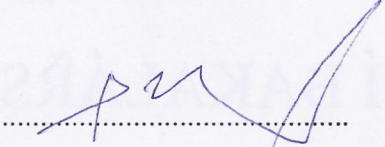
ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

S využitím DMT a nástrojů GIS v daném povodí identifikujte kritické profily rozhodující z hlediska povodňového ohrožení zastavěného území. V jejich sběrných plochách analyzujte komplex fyzickogeografických faktorů ovlivňujících základní charakteristiky přímého odtoku, erozní smyv a transport splavenin. K hodnocení odtokových poměrů využijte metodu čísel odtokových křivek CN v modifikaci modelu DeSQ.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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


.....
prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.

Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Cílem bakalářské práce, bylo vyhodnotit kritické profily v obci Lichnov u Bruntálu. Proběhla identifikace kritických profilů rozhodujících z hlediska povodňového ohrožení zastavěného území. V jejich sběrných plochách byla realizována analýza komplexu fyzicko-geografických faktorů ovlivňujících přímý odtok, erozní smyv a transport splavenin. Hodnocení proběhlo za pomoci DMT s využitím nástrojů ArcMap a DesQ.

Klíčová slova

Kritický profil, Lichnov u Bruntálu, povodňové ohrožení, fyzicko-geografické faktory, přímý odtok, erozní smyv, transport splavenin, DMT, ArcMap, DesQ

Abstract

The aim of the bachelor thesis was to evaluate the critical profiles in the village of Lichnov near Bruntál. There was performed an identification of critical profiles, which are decisive for the flood threats of the built-up area. An analysis of the complex of physical-geographic factors influencing direct drain, soil loss and sediment transport was realised in collection areas. Evaluation was carried out using DMT, with the use of tools of ArcMap and DesQ.

Keywords

Critical profile, Lichnov u Bruntálu, flood threat, physical-geographic factors, direct flow, soil loss, sediment transport, digital terrain model, ArcMap, DesQ

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Radek Hanuliak *Identifikace kritických bodů a vyhodnocení jejich přispívajících ploch v povodí Čižiny*. Brno, 2017. 54 s. 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 zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 23. 5. 2017

Radek Hanuliak
autor práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 17. 5. 2017

Radek Hanuliak
autor práce

PODĚKOVÁNÍ:

Rád bych poděkoval především svému vedoucímu, prof. Ing. Miroslavu Dumbrovskému, CSc. za vedení, trpělivost a schovívavost při vypracování bakalářské práce. Dále poděkování patří i Ing. Danielu Hájkovi za pomoc v programu ArcGIS.

Obsah

1	Úvod.....	11
1.1	Eroze.....	11
1.2	Kritický bod.....	12
1.3	LPIS	12
1.4	BPEJ.....	12
1.5	Komplexní pozemkové úpravy.....	13
2	Popis území	14
2.1	Charakteristika území.....	14
2.2	Geomorfologie území.....	14
2.3	Klimatické podmínky.....	15
2.4	Hydrologické poměry.....	16
2.5	Pedologické poměry.....	17
3	Popis použitých metod.....	20
3.1	Systémy ArcGIS.....	20
3.1.1	ArcMap.....	20
3.2	Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE 2D)	20
3.3	Program DesQ - MaxQ	21
4	Výsledky	22
4.1	Analýza srážkových a odtokových poměrů v KÚ Lichnov.....	22
4.1.1	Kritické povodí č. 1.....	24
4.1.2	Kritické povodí č. 2	26
4.1.3	Kritické povodí č. 3.....	27
4.1.4	Kritické povodí č. 4	29
4.1.5	Kritické povodí č. 5.....	31
4.1.6	Kritické povodí č. 6.....	33
4.1.7	Kritické povodí č. 7.....	34
4.1.8	Kritické povodí č. 8.....	35
4.1.9	Souhrnný výpis hodnot.....	37
4.2	Analýza průměrného ročního erozního smyvu pro KÚ Lichnov	38
4.2.1	Eroze a aktuální situace v 1. kritickém povodí	38
4.2.2	Eroze a aktuální situace v 2. kritickém povodí	39
4.2.3	Eroze a aktuální situace v 3. kritickém povodí	40
4.2.4	Eroze a aktuální situace v 4. kritickém povodí	41
4.2.5	Eroze a aktuální situace v 5. kritickém povodí	41
4.2.6	Eroze a aktuální situace v 6. kritickém povodí	43

4.2.7	Eroze a aktuální situace v 7. kritickém povodí.....	43
4.2.8	Eroze a aktuální situace v 8. kritickém povodí	44
4.2.9	Souhrnná tabulka smyvu	45
5	Závěr	47
6	Citace a přílohy	48
6.1	Použitá literatura	48
6.2	Seznam tabulek.....	50
6.3	Seznam obrázků.....	52
6.4	Seznam grafu	53
6.5	Seznam použitých zkratk	54

1 Úvod

Eroze půdy se u nás dlouho neřešila, kvůli tehdejšímu politickému režimu. V dnešní době, se tato situace začala řešit a to na popud způsobených škod častějšími přívalovými srážkami, kde se voda nemůže zastavit a stéká do intravilánu i s půdou. Jestliže se podíváme na ostatní státy ve světě, tak zjistíme, že jsou na tom podstatně lépe, co se týče zefektivnění zemědělství a zabránění eroze.

V této obci, v roce 1996, proběhly ničivé bleskové povodně a napáchaly miliónové škody. Po této události se v roce 2011 začala stavět retenční nádrž Lichnov II.

V mé práci se zabývám stavem před vybudováním retenční nádrže, která by měla Lichnov u Bruntálu ochránit před bleskovými povodněmi.

1.1 Eroze

Půda je v našich klimatických podmínkách rozrušována především vodou a větrem. Tento proces se nazývá eroze. Eroze je jedním z nejvýznamnějších přirozených činitelů, který vede ke změnám krajiny. Vodní eroze je proces, při kterém dochází k rozrušování povrchu půdy působením vody jako následek intenzivních srážek nebo během rychlého tání sněhu, kdy voda stéká po povrchu a odnáší svrchní vrstvu půdy. Při větrné erozi je povrch půdy rozrušován působením větru, který vyvolává pohyb půdních částic, někdy i na značné vzdálenosti. Největší působení větrné eroze lze očekávat na rovinatém povrchu nechráněném vegetací. K erozi dochází také při záplavách a sesuvech půdy.

Negativní působení vodní eroze spočívá v odnosu svrchní, neúrodnější části půdy (ornice), čímž se zhoršují její vlastnosti, a v jejím ukládání na jiných místech. Důsledkem eroze jsou škody na majetku, zanášení a znečištění vodních toků a nádrží, často spojené s přísunem nadměrného množství živin z hnojiv a dalších chemikálií do vodního prostředí, kde mohou způsobit eutrofizaci a úhyn živočichů. Působením větrné eroze dochází k poškozování klíčících rostlin, škodám způsobeným navátím ornice apod.

V současné době je v ČR zhruba polovina zemědělské půdy ohrožena vodní erozí a desetina větrnou erozí. Za posledních 30 let se degradace půdy vlivem vodní eroze výrazně zrychlila. Hlavním důvodem je nevhodné hospodaření, zejména intenzivní zemědělská činnost. [1]

1.2 Kritický bod

Jednotlivé charakteristiky kritických bodů (KB) jsou pro stanovení erozní zranitelnosti území naprosto klíčové (velikost a sklonitostní poměry sběrné plochy, druhy pozemků a procentuální zastoupení orné půdy), stejně jako základní charakteristiky přímého povrchového odtoku (odtokové křivky CN). Doplňkovým ukazatelem k základním charakteristikám KB a přímého povrchového odtoku je tzv. erozní ohrožení, stanovené na základě celostátně dostupných podkladů ke všem sběrným plochám, které jsou identifikátorem potenciální nebezpečnosti vztahované k jednotlivým kritickým bodům. Výstupem tohoto můžou být hodnoty průměrného erozního smyvu z přispívající plochy KB [t/ha/rok] získané např. rovnicí dle Wischmeiera – Smitha. Vyšší stupeň erozního ohrožení teoreticky indikuje větší množství erodovaného materiálu vnikajícího do obce a s tím spojené výrazné generování škod. [2]

1.3 LPIS

LPIS (Land Parcel Identification System) je geografický informační systém (GIS), který je tvořen primárně evidencí využití zemědělské půdy. LPIS vznikl na základě zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství na přelomu let 2003 a 2004, tedy jeho česká verze. Celkově jde o databáze využívání zemědělské krajiny v EU. Každé parcele je přiděleno číslo, které tabulkově koresponduje se způsobem využívání krajiny. Hlavním účelem registru půdy je ověřování údajů v žádostech o dotace poskytovaných ve vazbě na zemědělskou půdu a to bez ohledu na to, zda jde o dotace financované ze zdrojů EU nebo o národní dotační programy. [3]

1.4 BPEJ

BPEJ je zkratka, která znamená "bonitovaná půdně ekologická jednotka". Jde o základní mapovací a oceňovací jednotku zemědělské půdy, která je určena pětímístným kódem. Kód BPEJ shrnuje primární půdní a klimatické podmínky, které ovlivňují produktivitu půdy a tím i její prodejní hodnotu. [4]

Systém BPEJ vyčleňuje v současnosti celkem 78 hlavních půdních jednotek (HPJ), ty se dále spojují ve 13 skupin půd, které jsou charakteristické podobnými vlastnostmi. Do budoucna se uvažuje rozšíření počtu HPJ o půdy člověkem ovlivněné či vytvořené

(kultizemě a antropozemě) a půdy vzniklé v důsledku působení procesu vodní eroze (koluvizemě). V současné době je již hotov návrh nových HPJ, ale nejdříve je nutné stanovit možné dopady rozšíření počtu HPJ po zavedení do praxe, včetně ekonomických důsledků. [5]

1.5 Komplexní pozemkové úpravy

Komplexní pozemkové úpravy řeší nové uspořádání vlastnických vztahů k pozemkům v obvodu pozemkové úpravy. Do obvodu jsou zahrnuty pozemky zpravidla jednoho katastrálního území – extravilánu. Nezahrnují se pozemky v zastavěné části obce a pozemky určené k zastavění.

Pozemkové úpravy jsou nenahraditelným předpokladem pro další vygenerování místních iniciativ. Je to cesta obnovy ztracených spojení, navázání násilně přerušovaných či zapomenutých příběhů, jedná se o ožívání míst, která ztratila svá jména, svoji kontinuitu. Chceme-li přispět k nápravě, pak musíme podporovat tyto ozdravné iniciativy, které samy na venkově vznikají. A zde je právě významné a nezastupitelné místo pozemkových úprav. Perfektně odvedená komplexní pozemková úprava ve své projekční části, tak i ve své síle navržených opatření v plánu společných zařízení, mají ohromnou realizační a motivační váhu. [6]

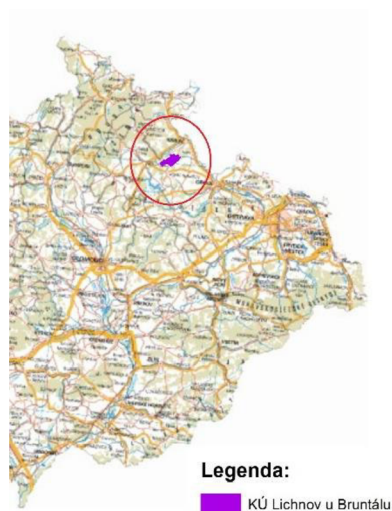
2 Popis území

2.1 Charakteristika území

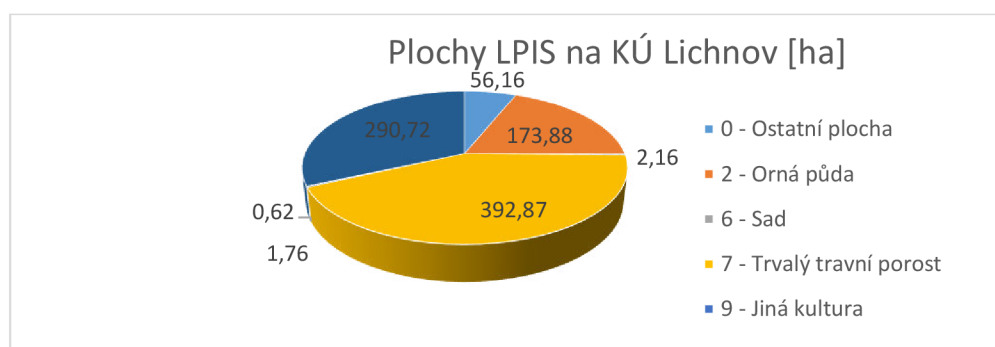
Lichnov u Bruntálu je obec vzdálená cca 17,5 km od Bruntálu. Katastrální území Lichnova se skládá ze dvou částí, z KÚ Lichnov a KÚ Dubnice. Sídlo mají oba celky v Lichnově.

Obec je situována na severo-východě České republiky, asi 14 km od hranic z Polskem. V okolí obce je převážně zemědělsky obhospodařovaná půda. Výjimkou je jiho-západní část obce, kde se nachází velký lesní masiv. Intravilán obce je situován kolem údolnice řeky Čížiny a Tetřevského potoku směrem do údolí.

V obci v současné době žije 1065 obyvatel, 933 v Lichnově a 132 v místní části Dubnici.



Obrázek 1 Umístění KÚ Lichnov v ČR



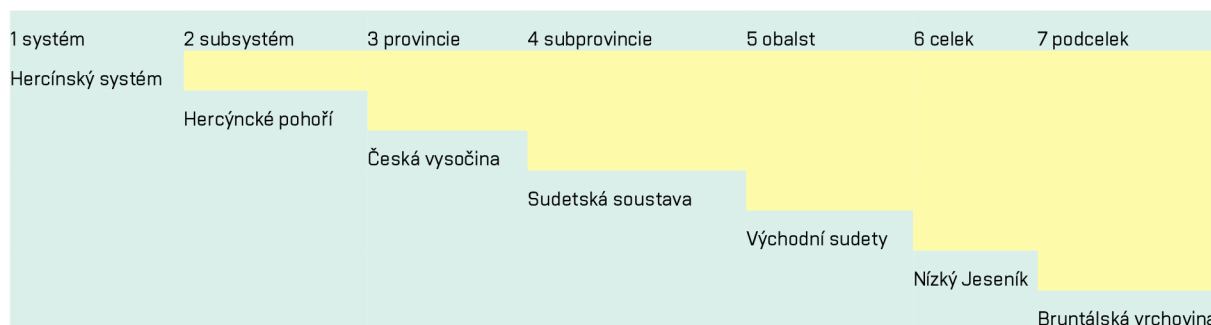
Graf 1 Výpis celkových ploch KÚ Lichnov

2.2 Geomorfologie území

Geomorfologie území má mírně zvlněný pahorkatinový až vrchovinový charakter. Území se nachází na východním okraji Bruntálské vrchoviny, která tvoří mnoho širokých a údolí.

Nadmořské výšky jsou zde od 340 až 630 m n.m. Nejnižším místem v KÚ Lichnov je bod, kde Čížina opouští území Lichnovu, nevyšší místo je pak umístěno na jihovýchodě KÚ Lichnov, v lesním masivu nedaleko Velkého Tetřeva. Nachází se zde tzv. Křížová bouda (598 m n.m.)

Geomorfologické členění: [7]



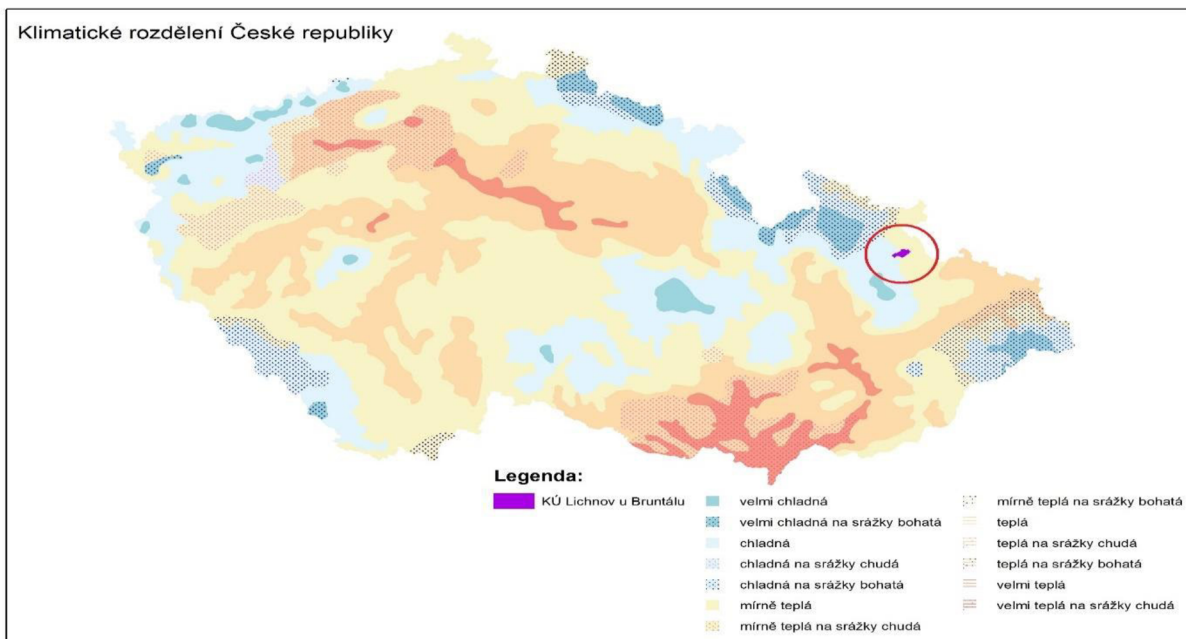
Tabulka 1 Geomorfologické rozdělení KÚ Lichnov [7]

2.3 Klimatické podmínky

Území leží na rozhraní klimatických oblastí MT2 a převažující oblasti MT7. Jedná se tedy o mírně teplou oblast. Průměrná roční teplota území je podle měřící stanice v Horním Benešově za období padesátiletého pozorování (za léta 1901 až 1950) 6,8°C, ve vegetačním období 13,0°C. Průměrný úhrn srážek zde dosahuje 648 mm, v období měsíců IV. - IX. 416 mm. KÚ Lichnova a Dubnice je zařazeno do bramborářského výrobního typu a podtypů ječného a žitného. Z pedologického hlediska v oblasti převažují podzolované půdy a horské podzoly hlinité až jílovité [8]

Vybrané klimatické charakteristiky	mírně teplá oblast	
	MT 2	MT 7
Počet letních dnů	20-30	30-40
Počet mrazových dnů	110-130	110-130
Průměrná teplota v lednu (°C)	-3až-4	-2až-3
Průměrná teplota v červenci (°C)	16-17	16-17
Srážkový úhrn ve veget. období (mm)	450-500	400-450
Srážkový úhrn v zimním období (mm)	250-300	250-300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	80-100	60-80

Tabulka 2 Klimatické charakteristiky - Lichnov



Obrázek 2 Klimatické rozdělení České republiky - ArcMap

2.4 Hydrologické poměry

Nejvýznamnějšími vodními toky obce Lichnov jsou Čižina a Lichnovský potok. Jihozápadní částí zájmového katastrálního území protéká Tetřevský potok, jeden z drobných přítoků Čižiny s relativně největší rozlohou povodí, jehož spodní část je málo zalesněna.

Říčka Čižina je tokem podhůří Hrubého Jeseníku. Čižina pramení v nadmořské výšce přibližně 630 m n.m. jihozápadně od města Horního Benešova a ústí do řeky Opavy v úseku mezi městy Opavou a Krnovem. Její celkovou délku 23,5 km od pramene k ústí dělí ve spodní třetině (nad km 5,2) hráz menší údolní nádrže Pocheň. Délka vzdutí nádrže je asi 1,3 km. Celý tok od pramene po ústí je ve správě státního podniku Povodí Odry. Mezi větší sídla ležící přímo na toku patří Horní Benešov v horní trati vodního toku a ve střední pak Lichnov, jehož zástavba v úzkém údolí sleduje trasu toku přibližně na 4,5 km jeho délky. Na dolním konci tratě Čižina krátkým úsekem protéká Brumovicemi – Pustým Mlýnem.

Tok protéká geomorfologickým celkem Nízký Jeseník z členité vrchoviny kerno-hrástové stavby České vysočiny přes členitou pahorkatinu obdobné struktury až na roviny akumulčního rázu řeky Opavy (opavsko-moravická niva) kvartérních struktur oblasti výrazné akumulace spraší. Geologicky je převážná část povodí tvořena kulmskými drobami, pískovci, slepenci a břidlicemi, na dolním toku sprašemi a usazeninami zalednění. [9]

Hydrologické charakteristiky uzavěrového profilu		N-leté průtoky	Q_1	Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}
		m ³ /s	10.0	16.0	26.1	35.5	46.4	63.2	77.9
		ovlivněné N-leté							
		M-denní průtoky	Q_{30d}	Q_{90d}	Q_{180d}	Q_{270d}	Q_{330d}	Q_{355d}	Q_{364d}
Q_a [m ³ /s]	0.439	m ³ /s	1.06	0.527	0.272	0.144	0.077	0.044	0.023

Tabulka 3 Hydrologické charakteristiky Čižiny [9]

2.5 Pedologické poměry

V celém k. ú. Lichnova jednoznačně převládají půdy typu hnědozemě. V zemědělsky obdělávaných partiích se vesměs jedná o mezotrofní až eutrofně mezotrofní hnědé půdy, v lesních partiích a především v horních částech půdních katén a na konvexních tvarech mezoreliéfu to jsou oligotrofní hnědé půdy.

Mělké rankery jsou jen místy na skalních výchozech a na prudkých balvanitých svazích. Z hlediska vazby na původní vegetaci a rekonstrukci potenciálních přírodních ekosystémů hrají v zájmovém území důležitou roli ostrůvky oligotrofních hnědozemí na konvexních tvarech, kde lze předpokládat jako přirozená společenstva borové doubravy. Taková situace je na více místech pahorkatiny severně od zastavěné části obce.

Na severním okraji komplexu Sosnovského lesa a na poměrně velkých plochách lesů v mělké pánvi prameništ Tetřevského potoka se ve vazbě na podmáčené javoro-olšové bučiny a smrčiny vyskytují oglejené půdy, a to jak pseudogleje, tak i semigleje a pravé gleje. Glejové půdy se v mapovaném území vyskytují i v nivách potoků na kvartérních sedimentech. Jedná se především o širokou nivu Čižiny a nivu dolního toku Tetřevského potoka.

Vznik půdních typů sledovaného území byl nejvíce ovlivněn sedimenty v podloží – eolitickými (sprašové hlíny) a fluvialními popř. glacifluviálními v nivě Čižiny. Půdní reakce je v celé oblasti neutrální až mírně kyselá, což je dáno převahou kyselých sedimentů [10].

V území se nachází 18 hlavních půdních jednotek.

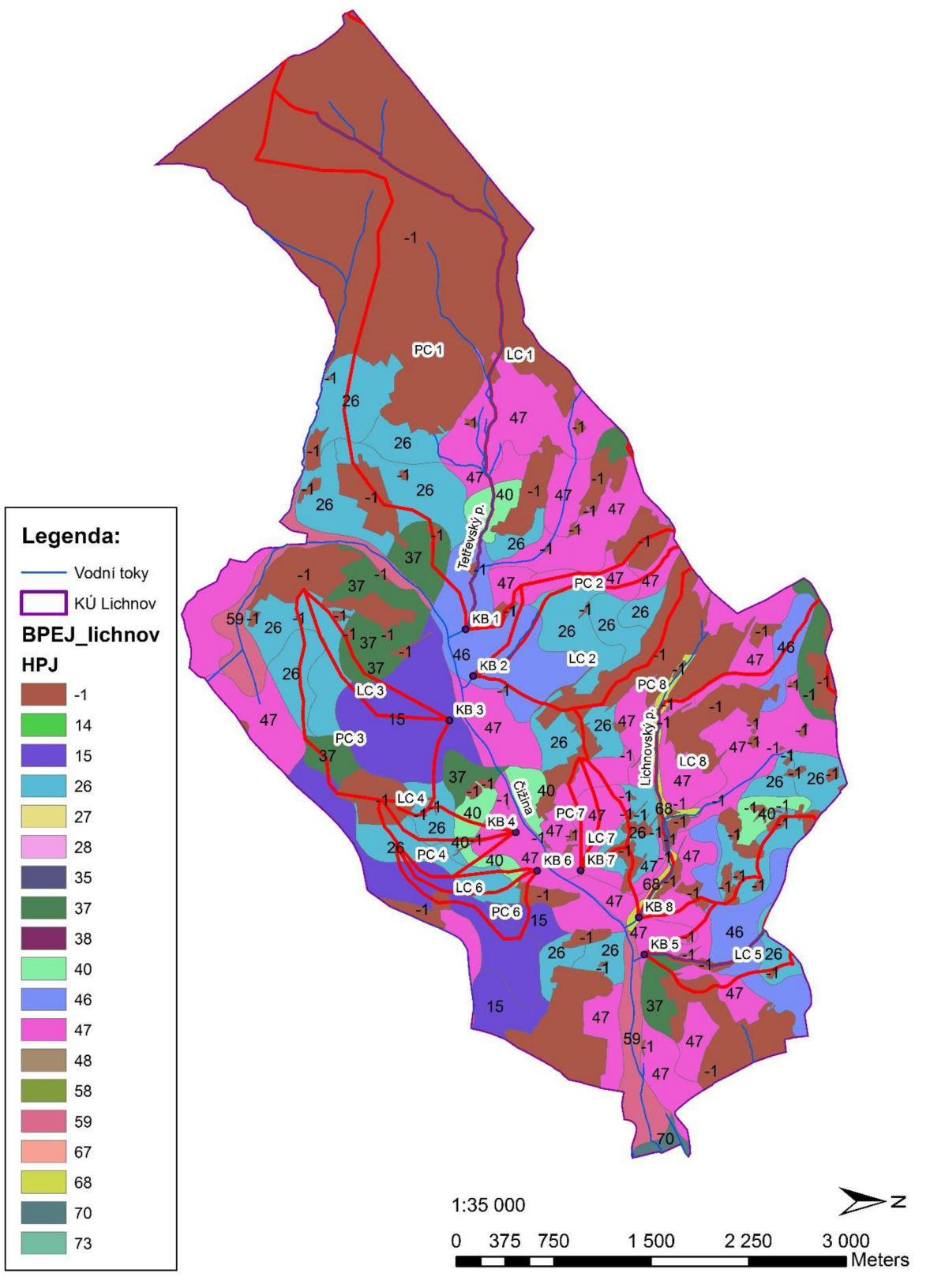
Vypsaly jsem z nich následující, s nejčtenějším zastoupením (některé HPJ jsou v minimálním počtu zastoupení v území):

- **HPJ 15** Luvizemě modální a hnědozemě luvické, včetně oglejených variet na svahových hlínách s eolickou příměsí, středně těžké až těžké, až středně skeletovité, vláhově příznivé pouze s krátkodobým převlhčením.
- **HPJ 26** Kambizemě modální eubazické a mezobazické na břidlicích, převážně středně těžké, až středně skeletovité, s příznivými vláhovými poměry.

- **HPJ 37** Kambizemě litické, kambizemě modální, kambizemě rankerové a rankery modální na pevných substrátech bez rozlišení, v podornici od 30 cm silně skeletovité nebo s pevnou horninou, slabě až středně skeletovité, v ornici středně těžké lehčí až lehké, převážně výsušné, závislé na srážkách.
- **HPJ 40** Půdy se sklonitostí vyšší než 12 stupňů, kambizemě, rendziny, pararendziny, rankery, regozemě, černozemě, hnědozemě a další, zrnitostně středně těžké lehčí až lehké, s různou skeletovitostí, vláhově závislé na klimatu a expozici.
- **HPJ 46** Hnědozemě luvické oglejené, luvizemě oglejené na svahových (polygenetických) hlínách, středně těžké, ve spodině těžší, bez skeletu až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému zamokření.
- **HPJ 47** Pseudogleje modální, pseudogleje luvické, kambizemě oglejené na svahových (polygenetických) hlínách, středně těžké, ve spodině těžší až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému zamokření.
- **HPJ 48** Kambizemě oglejené, rendziny kambické oglejené, pararendziny kambické oglejené a pseudogleje modální na opukách, břidlicích, permokarbonu nebo flyši, středně těžké lehčí až středně těžké, bez skeletu až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému, převážně jarnímu zamokření.
- **HPJ 68** Gleje modální i modální zrašelinělé, gleje histické, černice glejové zrašelinělé na nivních uloženinách v okolí menších vodních toků, půdy úzkých depresí včetně svahů, obtížně vymežitelné, středně těžké až velmi těžké, nepříznivý vodní režim [11]

Převážně se však na KÚ Lichnova vyskytuje HPJ 26.

Mapa HPJ



Obrázek 3. Mapa BPEJ

3 Popis použitých metod

3.1 Systémy ArcGIS

ArcGIS je geografický informační systém určený pro práci s prostorovými daty. Může data vytvářet a spravovat, ale především je dokáže analyzovat, najít v nich nové vztahy a vše přehledně vizualizovat. Výsledky lze poté sdílet nejen ve formátu tradiční mapy, ale i jako interaktivní aplikace či přehledné reporty. [12]

3.1.1 ArcMap

ArcMap je aplikace ArcGIS Desktop, která slouží pro všechny mapové úlohy včetně kartografie, prostorových analýz a editace dat. V jeho prostředí naleznete většinu nástrojů, které vám pomohou data zpracovat, připravit pro analýzu, získat z nich nové informace a výsledky nakonec zobrazit a vytvořit z nich mapu nebo je odeslat k publikaci na server.

Stovky analytických nástrojů

Pro zpracování dat a jejich analýzu můžete využít mnoho tzv. geoprocessingových nástrojů. Přístup k nim máte z přehledného hierarchizovaného rozhraní nebo pomocí inteligentního vyhledávání. Samozřejmostí je možnost dávkového zpracování.

Nástroje navíc naleznete i jako funkce v jazyku Python. Můžete je tedy vkládat do skriptů a svoji práci maximálně automatizovat. [13]

3.2 Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE 2D)

USLE neboli Universal Soil Loss Equation je erozní model umožňující předpovídat dlouhodobou ztrátu půdy smyvem z daného povodí se stanoveným způsobem krajinného rázu. Jedná se o matematický výpočtový model, pomocí kterého získáme data pro výpočet erozního smyvu v programu ArcGIS.

Hlavní metodickou rovnicí pro určení erozního smyvu je Univerzální rovnice Wischmeier – Smith. Tato rovnice zahrnuje šest hlavních a erozi-tvorných faktorů. Faktory jsou hydrologické, klimatické, geologické a vegetační poměry.

Detailněji jsou tyto faktory popsány v rovnici:

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

Kde:

R faktor erozní účinnosti deště [$MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}$]

K	faktor erodovatelnosti půdy [MJ N ⁻¹]
LS	faktor délky a sklonu svahu [-]
C	faktor ochranného vlivu vegetace [-]
P	faktor vlivu protierozních opatření [-]

[14]

3.3 Program DesQ - MaxQ

Program provádí výpočet na základě hydrologického modelu DesQ-MaxQ, který vyvinul Prof.Ing. František Hrádek, DrSc.. Tento model je určen pro stanovení návrhových charakteristik povodňových vln v nepozorovaných profilech malých povodí vyvolaných přívalem dešti a výpočet ovlivnění maximálních průtoků a objemů povodňových vln změnou charakteristik povodí. [15]

4 Výsledky

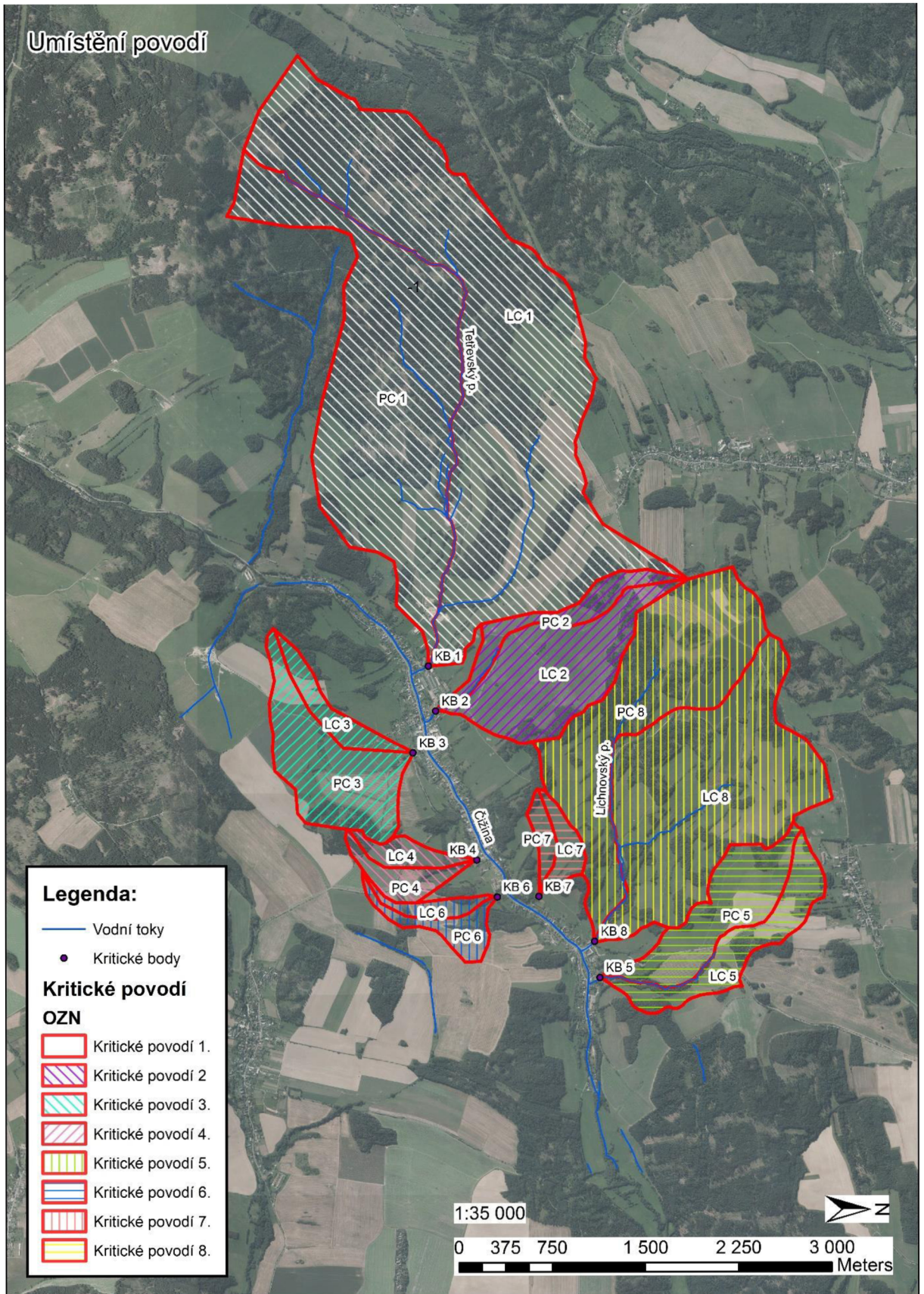
4.1 Analýza srážkových a odtokových poměrů v KÚ Lichnov

Proběhlo důkladné prozkoumání faktorů ovlivňujících srážkovo-odtokové poměry v KÚ Lichnov pomocí výpočtového modelu DesQ a srovnání výstupů všech dotčených kritických povodí. Počítačový program DesQ MaxQ po zadání vstupních dat, typu požadovaných výsledků z ArcMap a hodnot srážkových úhrnů od nejbližší srážkoměrné stanice, která se nachází v Bruntálu, program vypočítal výstupy pro N-letosti.

Při zadání vstupních veličin, výpočtový model DesQ MaxQ, umožňuje vybrat varianty daného území. Je možno zadat rozdělení povodí, jedná-li se o kritické povodí o jednom svahu, kde je myšleno, že údolnice je zároveň hranicí daného kritického povodí. Druhá možnost, je výběr výpočtu pomocí dvou svahů, které jsem aplikoval do všech svých 8 kritických povodí. Dále se zde vybírá varianta od I po III. I. Varianta zadává hodnoty pro 1 denní maximální srážkový úhrn pro N=5, N=10, N=20, N=50, N=100 [mm] z předem vyplněných srážkoměrných stanic po celé ČR. Je nutno si zvolit nejbližší možnou srážkoměrnou stanici, v mém případě srážkoměrnou stanici v Bruntálu. II. Varianta je méně obsáhlá pro vstupní hodnoty. Obsahuje 1-denní maximální srážkový úhrn pro N [rok] volitelné a pro N=100 [mm]. III. Varianta neuvažuje nad žádnými daty ze srážkoměrných stanic.

Po doplnění všech hodnot pro veškerá dílčí kritická povodí jsem data shrnul do tabulky [37] podle výstupů pro N-100. Podle uvedených údajů je zřejmé, že největší objem přívalové vlny je v 1. kritickém povodí, která zaujímá plochu bezmála 8 km².

Veškeré vstupní hodnoty, které jsou dosazovány do programu DesQ MaxQ jsou převzaty z vymodelovaného území z programu ArcMap. Tyto hodnoty jsou separovány pro dílčí kritická povodí pomocí funkce Zonal Statistics. Hodnoty nebyly nijak ručně odměřovány, vše je řešeno pomocí výstupů z programu ArcMap.



Obrázek 4 - Celková mapa povodí Čížiny

4.1.1 Kritické povodí č. 1

1. kritické povodí se nachází na západě KÚ a zaujímá a je největším vymodelovaným kritickým povodím v katastru. Sběrná plocha povodí zasahuje i do vedlejšího katastrálního území obce Zátor. Popis ploch dle tab.:

Zátor - LPIS		
Označení	Název kultury	Plocha [ha]
2	Orná půda	66,96
7	Trvalý travní porost	59,27

Tabulka 4 Výčet ploch LPIS ze zasahujícího KÚ Zátor

I když tyto plochy nezasahují do řešeného KÚ Lichnov, bylo potřeba je doplnit pro získání celkových ploch LPIS pro 1. kritické povodí.

Plochy LPIS 1. kritické povodí

Levá strana

Označení	Název kultury	Plocha [ha]	Zastoupení [%]
2	Orná půda	30,37	6,11
7	Trvalý travní porost	132,63	26,67
21	Les	334,34	67,23
30	Ostatní plocha	0	0
Celkem		497,34	100

Tabulka 5 Výčet ploch LPIS pro 1. kritické povodí - levá strana

Z tabulky 5 je zřejmé, že se jedná o převážně zalesněné území bez většího podílu orné půdy na levé straně 1. kritického povodí.

Pravá strana

Označení	Název kultury	Plocha [ha]	Zastoupení [%]
2	Orná půda	0	0,00
7	Trvalý travní porost	71,18	23,66
21	Les	214,26	71,22
30	Ostatní plocha	15,41	5,12
Celkem		300,85	100

Tabulka 6 Výčet ploch LPIS pro 1. kritické povodí - pravá strana

Dle výše uvedené tabulky 6, je celková plocha levé části kritického povodí menší zhruba o polovinu, ale má velmi podobné procentuální zastoupení přispívajících ploch LPIS.

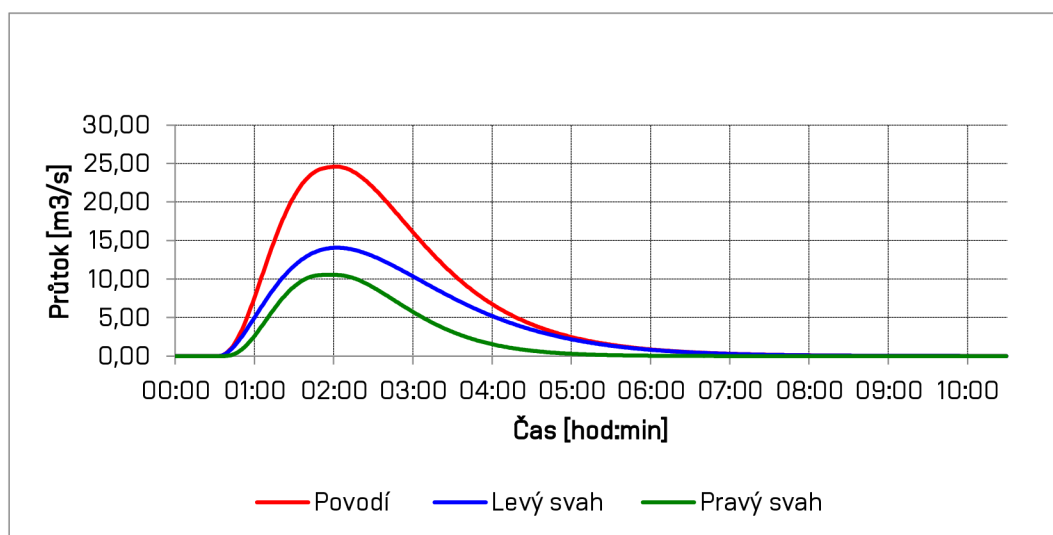
Vstupní hodnoty pro výpočet hodnot do programu DesQ jsou vyčíslené z programu ArcMap pro 1. kritické povodí:

Kritické povodí 1 - Vstupní údaje		
Délka údolnice [km]	5,2	
Sklon údolnice [%]	3,94	
	Levý svah	Pravý svah
Plocha svahu [km ²]	4,97	3,01
Sklon svahu [%]	9,15	8,51
Drsnost Y [s]	3,63	3
Číslo CN křivky [-]	74,43	73,11

Tabulka 7 Vstupní hodnoty programu DesQ - 1. kritické povodí

Hodnoty byly převzaty z vymodelovaného prostředí ArcMap, pomocí zonální statistiky a kontingenční tabulky byly upřesněny pro vyplnění vstupních hodnot DesQ.

Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 1. kritické povodí N=100



Graf 2 Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 1. kritické povodí

Hodnoty přívalové povodňové vlny na 1. kritickém povodí z programu DesQ MaxQ

N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky	
N	doba opakování				[roky]	
5	Q _{max}	maximální průtok	6,03	2,96	3,06	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	72	45,7	26,3	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d5}	133	84,1	48,6	[10 ³ .m ³]
10	Q _{max}	maximální průtok	9,29	4,58	4,71	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	89,3	56,8	32,5	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d10}	159	101	58,2	[10 ³ .m ³]
20	Q _{max}	maximální průtok	13,4	6,98	6,44	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	110	70,2	39,8	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d20}	179	114	65,2	[10 ³ .m ³]
50	Q _{max}	maximální průtok	19,3	10,7	8,62	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	135	86,7	48,6	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d50}	197	125	71,2	[10 ³ .m ³]
100	Q _{max}	maximální průtok	24,6	14,1	10,5	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	155	99,6	55,5	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d100}	213	136	76,8	[10 ³ .m ³]

Tabulka 8 Hodnoty maximálních průtoků a objemů povodňové vlny 1. kritické. Povodí

4.1.2 Kritické povodí č. 2

2. kritické povodí se nachází na severozápadě obce Lichnov. Voda přitékající z 2. kritického povodí vstupuje do intravilánu ve středu obce. Její plochy tvoří převážně trvalý travní porost spolu se zalesněním.

Plochy LPIS 3. kritické povodí

Levá strana

Označení	Název kultury	Plocha [ha]	Zastoupení [%]
2	Orná půda	2,67	2,65
7	Trvalý travní porost	77,43	76,98
21	Les	16,34	16,24
30	Ostatní plocha	4,15	4,13
Celkem		100,59	100,00

Tabulka 9 Výčet ploch LPIS pro 2. kritické povodí – levá strana

Pravá strana

Označení	Název kultury	Plocha [ha]	Zastoupení [%]
2	Orná půda	2,13	7,06
7	Trvalý travní porost	19,59	64,98
21	Les	6,71	22,26
30	Ostatní plocha	1,72	5,70
Celkem		30,15	100,00

Tabulka 10 Výčet ploch LPIS pro 2. kritické povodí – pravá strana

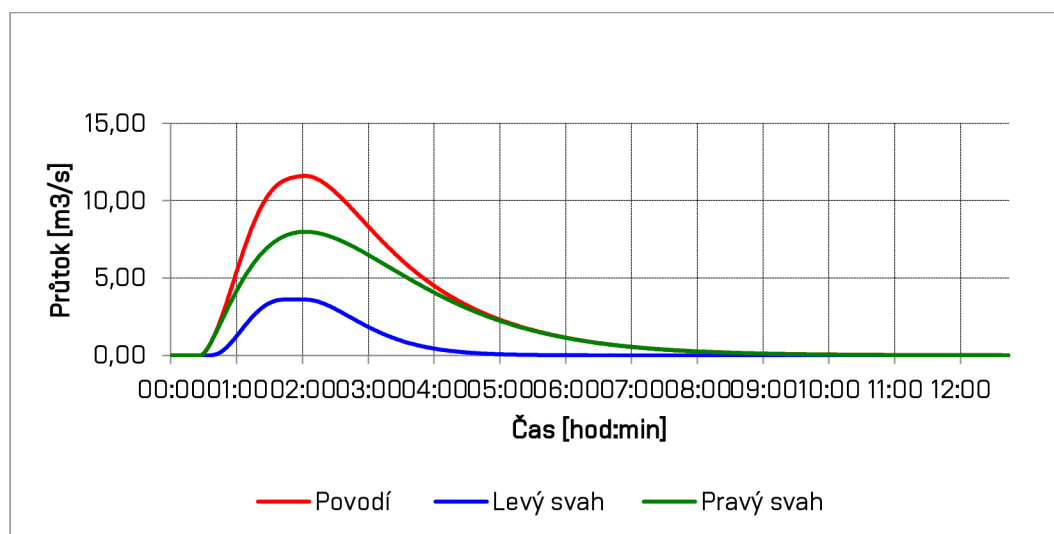
Druhé kritické povodí na pravé straně je dle výpisu LPIS ploch z poloviny zastoupené ornou půdou pro zemědělské účely.

Vstupní hodnoty pro výpočet hodnot do programu DesQ jsou vyčíslené z programu ArcMap pro 2. kritické povodí:

Kritické povodí 2 - Vstupní údaje		
Délka údolnice [km]	2,47	
Sklon údolnice [%]	6,07	
	Levý svah	Pravý svah
Plocha svahu [km ²]	1,01	3,02
Sklon svahu [%]	9,17	7,45
Drsnost Y [s]	3,6	3,54
Číslo CN křivky [-]	73,69	77,42

Tabulka 11 Vstupní hodnoty programu DesQ - 2. kritické povodí

Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 2. kritické povodí N=100



Graf 3 Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 2. kritické povodí

Hodnoty přívalové povodňové vlny na 2. kritickém povodí z programu DesQ MaxQ

N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky	
N	doba opakování				[roky]	
5	Q_{max}	maximální průtok	2,82	0,631	2,18	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	48,5	10,9	37,6	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	73,3	16,6	56,7	$[10^3 \cdot m^3]$
10	Q_{max}	maximální průtok	4,22	0,946	3,27	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	59,2	13,2	46,1	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	88,3	19,9	68,4	$[10^3 \cdot m^3]$
20	Q_{max}	maximální průtok	6,03	1,35	4,66	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	70,5	15,5	55,1	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	100	22,3	78	$[10^3 \cdot m^3]$
50	Q_{max}	maximální průtok	8,89	2,95	5,94	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	78,9	16,8	62	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	112	24,5	87,6	$[10^3 \cdot m^3]$
100	Q_{max}	maximální průtok	11,6	3,61	7,99	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	91,2	19,3	72	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	123	26,5	96,1	$[10^3 \cdot m^3]$

Tabulka 12 Hodnoty maximálních průtoků a objemů povodňové vlny pro 2. kritické. Povodí

4.1.3 Kritické povodí č. 3

Kritické povodí č. 3 se nachází u levého břehu řeky Čížiny. Území je děleno údolnicí, která toto území dělí na jednu část s převážným trvalým travním porostem a druhou část, kde ve velké míře převažuje zemědělská orná půda.

Plochy LPIS 3. kritické povodí:

Levá strana

Označení	Název kultury	Plocha [ha]	Zastoupení [%]
2	Orná půda	4,77	22,45
7	Trvalý travní porost	14,33	67,44
21	Les	0,01	0,05
30	Ostatní plocha	2,14	10,07
Celkem		21,25	100,00

Tabulka 13 Výčet ploch LPIS pro 3. kritické povodí – levá strana

Levá strana 3. kritického povodí je charakteristická malou plošnou výměrou. Je zde téměř nulové zastoupení lesa. Největší podíl má trvalý travní porost.

Pravá strana

Označení	Název kultury	Plocha [ha]	Zastoupení [%]
2	Orná půda	42,03	50,24
7	Trvalý travní porost	24,46	29,24
21	Les	10,02	11,98
30	Ostatní plocha	7,15	8,55
Celkem		83,66	100,00

Tabulka 14 Výčet ploch LPIS pro 3. kritické povodí - pravá strana

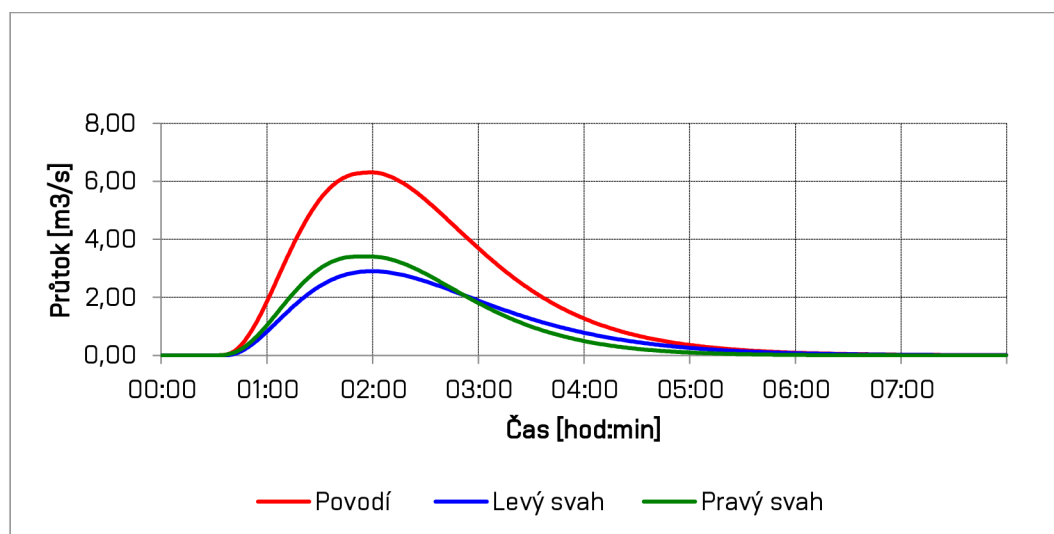
Pravá strana 3. povodí je o ¼ rozsáhlejší, než strana levého povodí. Jsou zde umístěny zemědělské orné plochy, které zaujímají polovinu celkové plochy pravé strany kritického povodí.

Vstupní hodnoty pro program DesQ:

Kritické povodí 3 - Vstupní údaje		
Délka údolnice [km]	1,69	
Sklon údolnice [%]	7,27	
	Levý svah	Pravý svah
Plocha svahu [km ²]	1,01	0,84
Sklon svahu [%]	8,76	10,88
Drsnost Y [s]	3,75	4,9
Číslo CN křivky [-]	72,19	76,14

Tabulka 15 Vstupní hodnoty programu DesQ - 3. kritické povodí

Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 3. kritické povodí N=100



Graf 4 Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 3. kritické povodí

Hodnoty přívalové povodňové vlny na 3. kritickém povodí z programu DesQ MaxQ

N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky	
N	doba opakování				[roky]	
	Q_{max}	maximální průtok	1,62	0,737	0,885	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
5	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	17,2	8,73	8,5	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	30,8	15,7	15	$[10^3 \cdot m^3]$
10	Q_{max}	maximální průtok	2,47	1,11	1,36	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	21,3	10,7	10,5	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	36,9	18,8	18,1	$[10^3 \cdot m^3]$
20	Q_{max}	maximální průtok	3,6	1,56	2,04	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	25,5	12,7	12,8	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	41,5	21	20,6	$[10^3 \cdot m^3]$
50	Q_{max}	maximální průtok	5,04	2,23	2,81	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	31	15,2	15,8	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	45,6	22,7	22,9	$[10^3 \cdot m^3]$
100	Q_{max}	maximální průtok	6,3	2,9	3,4	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	35,7	17,3	18,4	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	49,4	24,4	25	$[10^3 \cdot m^3]$

Tabulka 16 Hodnoty maximálních průtoků a objemů povodňové vlny pro 3. kritického povodí

4.1.4 Kritické povodí č. 4

Kritické povodí č. 4 je umístěno na severovýchodě na obce Lichnov, na levém břehu řeky Čížiny. Na obou svazích je v převážné většině zastoupena orná půda.

Plochy LPIS 4. kritické povodí

Levá strana

Označení	Název kultury	Plocha [ha]	Zastoupení [%]
2	Orná půda	6,07	42,12
7	Trvalý travní porost	3,82	26,51
21	Les	2,13	14,78
30	Ostatní plocha	2,39	16,59
Celkem		14,41	100,00

Tabulka 17 Výčet ploch LPIS pro 4. kritické povodí - levá strana

Pravá strana

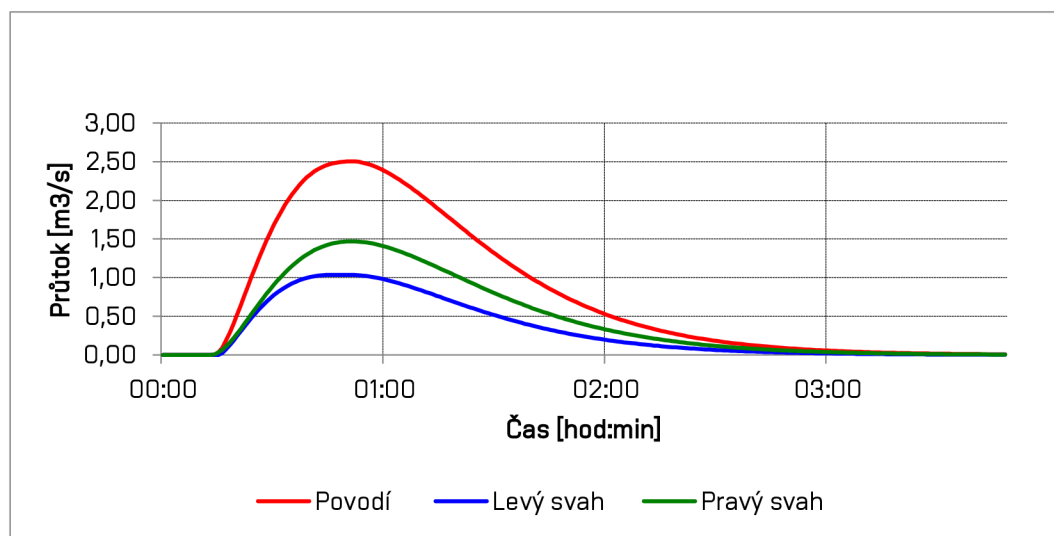
Označení	Název kultury	Plocha [ha]	Zastoupení [%]
2	Orná půda	11,18	59,85
7	Trvalý travní porost	2,32	12,42
21	Les	1,92	10,28
30	Ostatní plocha	3,26	17,45
Celkem		18,68	100,00

Tabulka 18 Výčet LPIS ploch pro 4. kritické povodí - pravá strana

Kritické povodí 4 - Vstupní údaje		
Délka údolnice [km]	1,17	
Sklon údolnice [%]	10,66	
	Levý svah	Pravý svah
Plocha svahu [km ²]	0,14	0,19
Sklon svahu [%]	12,51	9,7
Drsnost Y [s]	4,84	5,48
Číslo CN křivky [-]	76,46	78,63

Tabulka 19 Vstupní hodnoty programu DesQ - 4. kritické povodí

Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 4. kritické povodí N=100



Graf 5 Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 4. kritické povodí

Hodnoty přívalové povodňové vlny na 4. kritickém povodí z programu DesQ MaxQ

N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky	
N	doba opakování				[roky]	
5	Q _{max}	maximální průtok	0,631	0,26	0,366	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	2,84	1,17	1,67	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d5}	6,29	2,62	3,67	[10 ³ .m ³]
10	Q _{max}	maximální průtok	0,96	0,393	0,564	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	3,5	1,44	2,06	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d10}	7,59	3,15	4,44	[10 ³ .m ³]
20	Q _{max}	maximální průtok	1,39	0,569	0,812	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	4,19	1,71	2,48	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d20}	8,66	3,58	5,08	[10 ³ .m ³]
50	Q _{max}	maximální průtok	2,01	0,818	1,16	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	5	2,01	2,98	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d50}	9,75	4	5,74	[10 ³ .m ³]
100	Q _{max}	maximální průtok	2,53	1,03	1,47	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	5,58	2,23	3,35	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d100}	10,7	4,38	6,32	[10 ³ .m ³]

Tabulka 20 Hodnoty maximálních průtoků a objemů povodňové vlny 4. kritického povodí

4.1.5 Kritické povodí č. 5

Povodí č. 5 je situováno na východě KÚ Lichnov. Na levé straně území převažuje mezi LPIS ostatní plocha, kdežto u pravého svahu jsou si téměř rovny hodnoty ploch lesů a trvalého travního porostu.

Plochy LPIS 5. kritické povodí

Levá strana

Označení	Název kultury	Plocha [ha]	Zastoupení [%]
2	Orná půda	8,99	17,79
7	Trvalý travní porost	20,62	40,79
9	Jiná kultura	0,02	0,04
21	Les	2,73	5,40
30	Ostatní plocha	18,19	35,98
Celkem		50,55	100,00

Tabulka 21 Výčet ploch LPIS pro 5. kritické povodí - levá strana

Pravá strana

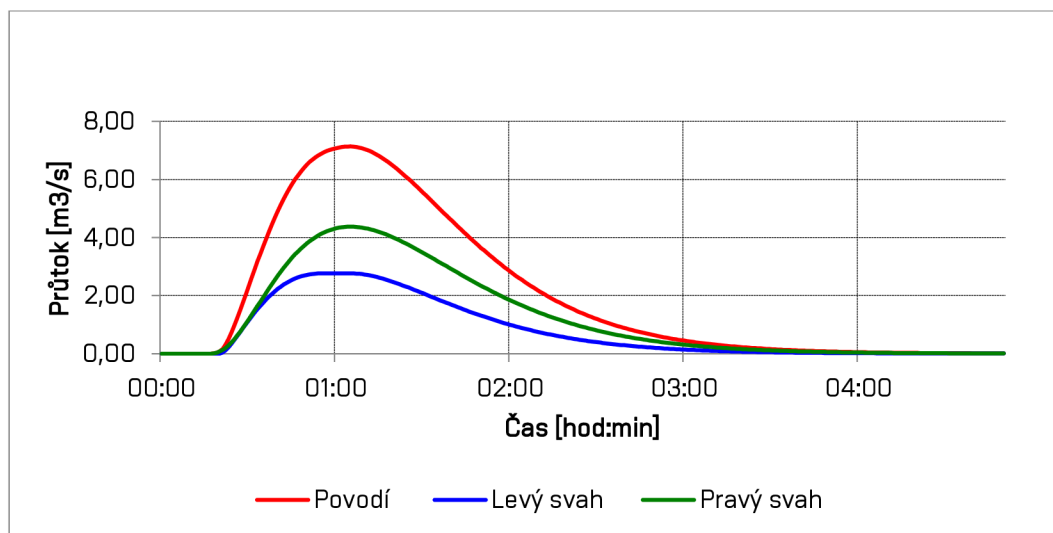
Označení	Název kultury	Plocha [ha]	Zastoupení [%]
2	Orná půda	18,6	27,74
7	Trvalý travní porost	23,9	35,64
11	Zatravněná orná půda	0,62	0,92
21	Les	2,38	3,55
30	Ostatní plocha	21,56	32,15
Celkem		67,06	100,00

Tabulka 22 Výčet ploch LPIS pro 5. kritické povodí - pravá strana

Kritické povodí 5 - Vstupní údaje		
Délka údolnice [km]	2,4	
Sklon údolnice [%]	5,8	
	Levý svah	Pravý svah
Plocha svahu [km ²]	0,51	0,67
Sklon svahu [%]	11,46	9,93
Drsnost Y [s]	3,01	4,73
Číslo CN křivky [-]	74,1	77,74

Tabulka 23 Vstupní hodnoty programu DesQ – 5. kritické povodí

Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 5. kritické povodí N=100



Graf 6 Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 5. kritické povodí

Hodnoty přívalové povodňové vlny na 5. kritickém povodí z programu DesQ MaxQ

N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky	
N	doba opakování				[roky]	
5	Q _{max}	maximální průtok	1,78	0,699	1,08	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	10,3	4,07	6,28	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d5}	21,2	8,45	12,8	[10 ³ .m ³]
10	Q _{max}	maximální průtok	2,73	1,06	1,64	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	12,8	4,98	7,77	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d10}	25,6	10,2	15,4	[10 ³ .m ³]
20	Q _{max}	maximální průtok	3,94	1,53	2,36	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	15,2	5,86	9,36	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d20}	29	11,4	17,6	[10 ³ .m ³]
50	Q _{max}	maximální průtok	5,64	2,17	3,4	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	18	6,78	11,2	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d50}	32,4	12,6	19,8	[10 ³ .m ³]
100	Q _{max}	maximální průtok	7,14	2,76	4,37	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	20,1	7,46	12,6	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d100}	35,3	13,6	21,7	[10 ³ .m ³]

Tabulka 24 Hodnota maximálních průtoků a objemů povodňové vlny pro 5. kritického povodí

4.1.6 Kritické povodí č. 6

Povodí je situováno na západě území, situováno na levém břehu řeky Čížiny. Převážnou většinu ploch LPIS v 6. kritickém povodí zaujímá orná půda. Je procentuálně stejně zastoupená na obou svazích kritického povodí.

Plochy LPIS 6. kritické povodí

Levá strana

Označení	Název kultury	Plocha [ha]	Zastoupení [%]
2	Orná půda	7,29	68,13
7	Trvalý travní porost	1,77	16,54
21	Les	0	0,00
30	Ostatní plocha	1,64	15,33
Celkem		10,7	100,00

Tabulka 25 Výčet ploch LPIS 6. kritické povodí - levá strana

Pravá strana

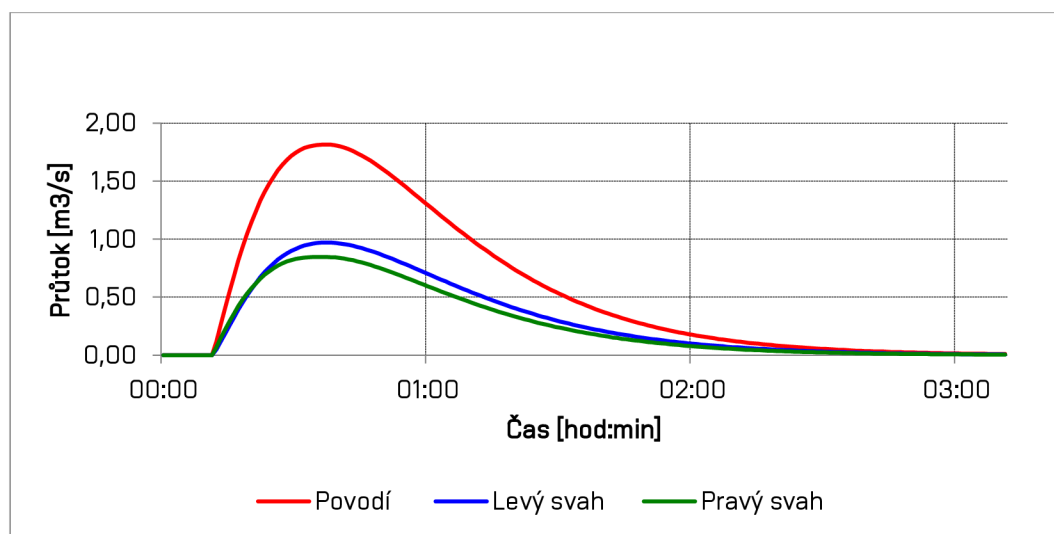
Označení	Název kultury	Plocha [ha]	Zastoupení [%]
2	Orná půda	12,59	67,87
7	Trvalý travní porost	2,14	11,54
21	Les	1,96	10,57
30	Ostatní plocha	1,86	10,03
Celkem		18,55	100,00

Tabulka 26 Výčet ploch LPIS 6. kritické povodí - pravá strana

Kritické povodí 6 - Vstupní údaje		
Délka údolnice [km]	1,29	
Sklon údolnice [%]	7,58	
	Levý svah	Pravý svah
Plocha svahu [km ²]	0,11	0,09
Sklon svahu [%]	8,32	7,18
Drsnost Y [s]	5,41	4,82
Číslo CN křivky [-]	78,15	78,33

Tabulka 27 Vstupní hodnoty programu DesQ - 6. kritické povodí

Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 6. kritické povodí N=100



Graf 7 Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 6. kritické povodí

Hodnoty přívalové povodňové vlny na 6. kritickém povodí z programu DesQ MaxQ

Tabulka N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky	
N	doba opakování				[roky]	
5	Q_{max}	maximální průtok	0,519	0,278	0,241	$[m^3.s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1,49	0,8	0,693	$[10^3.m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	3,85	2,07	1,79	$[10^3.m^3]$
10	Q_{max}	maximální průtok	0,792	0,411	0,38	$[m^3.s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1,82	0,973	0,844	$[10^3.m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	4,65	2,49	2,16	$[10^3.m^3]$
20	Q_{max}	maximální průtok	1,11	0,578	0,502	$[m^3.s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	2,2	1,18	1,02	$[10^3.m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	5,32	2,85	2,47	$[10^3.m^3]$
50	Q_{max}	maximální průtok	1,49	0,785	0,683	$[m^3.s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	2,55	1,37	1,19	$[10^3.m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	6	3,22	2,79	$[10^3.m^3]$
100	Q_{max}	maximální průtok	1,84	0,97	0,845	$[m^3.s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	2,83	1,51	1,32	$[10^3.m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	6,6	3,54	3,07	$[10^3.m^3]$

Tabulka 28 Hodnota maximálních průtoků a objemů povodňové vlny pro 6. kritického povodí

4.1.7 Kritické povodí č. 7

Povodí číslo 7 je ze všech modelovaných nejmenší, nachází se ve druhé polovině obce a má společnou hranici s povodím č.8. Je to povodí s největším podílem trvalého travního porostu ze všech řešených.

Plochy LPIS 7. kritické povodí

Levá strana

Označení	Název kultury	Plocha [ha]	Zastoupení [%]
2	Orná půda	0	0,00
7	Trvalý travní porost	11,89	87,04
21	Les	1,2	8,78
30	Ostatní plocha	0,57	4,17
Celkem		13,66	100,00

Tabulka 29 Výčet ploch LPIS 6. kritické povodí - levá strana

Pravá strana

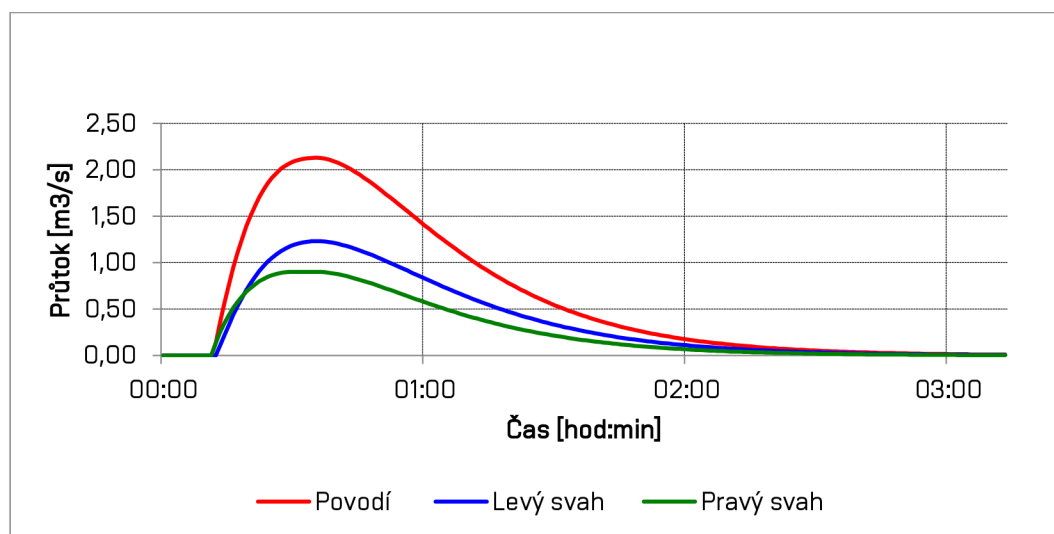
Označení	Název kultury	Plocha [ha]	Zastoupení [%]
2	Orná půda	0	0,00
7	Trvalý travní porost	8,31	90,23
21	Les	0,55	5,97
30	Ostatní plocha	0,35	3,80
Celkem		9,21	100,00

Tabulka 30 Výčet ploch LPIS 6. kritické povodí - pravá strana

Kritické povodí 7 - Vstupní údaje		
Délka údolnice [km]	0,92	
Sklon údolnice [%]	10,34	
	Levý svah	Pravý svah
Plocha svahu [km ²]	0,14	0,09
Sklon svahu [%]	12,35	11,61
Drsnost Y [s]	2	3
Číslo CN křivky [-]	77,04	78,75

Tabulka 31 Vstupní hodnoty programu DesQ - 7. kritické povodí

Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 7. kritické povodí N=100



Graf 8 Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 7. kritické povodí

Hodnoty přívalové povodňové vlny na 7. kritickém povodí z programu DesQ MaxQ

N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky	
N	doba opakování				[roky]	
5	Q_{max}	maximální průtok	0,634	0,364	0,264	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1,62	0,939	0,681	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	4,36	2,54	1,81	$[10^3 \cdot m^3]$
10	Q_{max}	maximální průtok	0,945	0,544	0,397	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	1,98	1,14	0,834	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	5,26	3,06	2,19	$[10^3 \cdot m^3]$
20	Q_{max}	maximální průtok	1,29	0,722	0,534	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	2,33	1,34	0,992	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	6	3,49	2,51	$[10^3 \cdot m^3]$
50	Q_{max}	maximální průtok	1,73	0,959	0,723	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	2,72	1,55	1,17	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	6,75	3,91	2,84	$[10^3 \cdot m^3]$
100	Q_{max}	maximální průtok	2,11	1,23	0,899	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	2,99	1,7	1,29	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	7,41	4,29	3,13	$[10^3 \cdot m^3]$

Tabulka 32 Hodnota maximálních průtoků a objemů povodňové vlny pro 7. kritického povodí

4.1.8 Kritické povodí č. 8

Povodí č. 8, co se týče plochy, je druhé největší v řešené oblasti KÚ Lichnov. Jsou zde z největší části obsaženy trvalé travní porosty spolu s lesním porostem a s dosti vyváženým sklonitostním poměrem.

Plochy LPIS 8. kritické povodí

Levá strana

Označení	Název kultury	Plocha [ha]	Zastoupení [%]
2	Orná půda	19,56	8,46
7	Trvalý travní porost	113,83	49,26
21	Les	53,9	23,32
30	Ostatní plocha	43,81	18,96
Celkem		231,1	100,00

Tabulka 33 Výčet ploch LPIS pro 8. kritické povodí - levá strana

Pravá strana

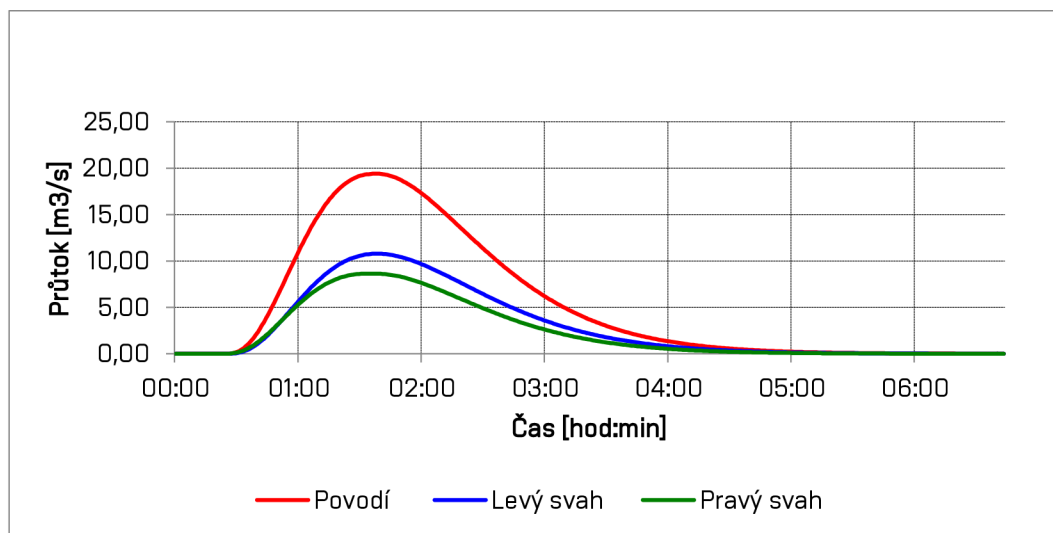
Označení	Název kultury	Plocha [ha]	Zastoupení [%]
2	Orná půda	44,65	25,46
7	Trvalý travní porost	54,49	31,08
11	Zatravněná orná půda	0,62	0,35
21	Les	55,19	31,48
30	Ostatní plocha	20,39	11,63
Celkem		175,34	100,00

Tabulka 34 Výčet ploch LPIS pro 8. kritické povodí - pravá strana

Kritické povodí 8 - Vstupní údaje		
Délka údolnice [km]	3,39	
Sklon údolnice [%]	4,52	
	Levý svah	Pravý svah
Plocha svahu [km ²]	2,31	1,75
Sklon svahu [%]	11,99	12
Drsnost Y [s]	3,82	4,57
Číslo CN křivky [-]	76,53	77,63

Tabulka 35 Vstupní hodnoty programu DesQ - 8. kritické povodí

Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 8. kritické povodí N=100



Graf 9 Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 8. kritické povodí

Hodnoty přívalové povodňové vlny na 8. kritickém povodí z programu DesQ MaxQ

N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky	
N	doba opakování				[roky]	
5	Q _{max}	maximální průtok	4,68	2,46	2,22	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	41	22,8	18,1	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d5}	75,3	42,1	33,2	[10 ³ .m ³]
10	Q _{max}	maximální průtok	7,28	3,9	3,38	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	51,6	28,8	22,9	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d10}	90,8	50,7	40,1	[10 ³ .m ³]
20	Q _{max}	maximální průtok	10,6	5,91	4,68	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	63,8	35,4	28,3	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d20}	103	57,7	45,7	[10 ³ .m ³]
50	Q _{max}	maximální průtok	15,3	8,46	6,74	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	77	42,6	34,4	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d50}	116	64,4	51,4	[10 ³ .m ³]
100	Q _{max}	maximální průtok	19,4	10,8	8,62	[m ³ .s ⁻¹]
	W _{PVT}	objem povodňové vlny PV	86,7	47,9	38,8	[10 ³ .m ³]
	W _{PVT,1d}	objem PV vyvolaný H _{1d100}	127	70,5	56,5	[10 ³ .m ³]

Tabulka 36 Hodnota maximálních průtoků a objemů povodňové vlny pro 8. kritického povodí

4.1.9 Souhrnný výpis hodnot

Po srovnání výsledků spočítaných v programu DesQ je zřejmé, že kritické povodí číslo 1 je největší hrozbou bleskové přívalové srážky pro intravilán. Jsou zde největší hodnoty průtoků a do intravilánu v 1. kritickém bodě vteče největší objem vody. Nepříznivým faktorem je to, že největší povodí s největším možným průtokem vody je na začátku obce.

Označení	Prům. CN	Prům. sklon [%]	Maximální průtok [m ³ /s]	Objem povodňové vlny [10 ³ .m ³]
LC 1	74,43	9,15	14,10	99,60
PC 1	73,11	8,51	10,50	55,50
Celkově	73,77	8,83	24,60	155,10
LC 2	73,69	9,17	3,61	19,30
PC 2	77,42	7,45	7,99	72,00
Celkově	75,55	8,31	11,60	91,30
LC 3	72,19	8,76	2,90	17,30
PC 3	76,14	10,88	3,40	18,40
Celkově	74,17	9,82	6,30	35,70
LC 4	76,46	12,51	1,03	2,23
PC 4	78,63	9,70	1,47	3,35
Celkově	77,54	11,11	2,50	5,58
LC 5	74,10	11,46	2,76	7,46
PC 5	77,74	9,93	4,37	12,60
Celkově	75,92	10,70	7,13	20,06
LC 6	78,15	8,32	0,97	1,51
PC 6	78,33	7,18	0,85	1,32
Celkově	78,24	7,75	1,82	2,83
LC 7	77,04	12,35	1,23	1,70
PC 7	78,75	11,61	0,90	1,29
Celkově	77,90	11,98	2,13	2,99
LC 8	76,53	11,99	10,80	47,90
PC 8	77,63	12,00	8,62	38,80
Celkově	77,08	11,99	19,42	86,70
Maximální	78,75	12,51	24,60	155,10
Minimální	72,19	7,18	0,85	1,29

Tabulka 37 Souhrnná tabulka povodňových průtoků a povodňové vlny

4.2 Analýza průměrného ročního erozního smyvu pro KÚ Lichnov

Z obdržených podkladů a detailního prostudování a zakomponování do programu ArcMap, jsem pomocí rovnice USLE vypočítal ovlivňující faktory. Vygenerování průměrných hodnot z dílčích kritických povodí jsem docílil pomocí výše zmíněného programu a to funkcí Zonal Statistics.

Pro vymodelování digitálního modelu terénu (dále jen DMT) bylo potřeba několika druhů dat. Tyto data musely obsahovat výškové uskupení vrstevnic, toky protínající zájmové území a vymezení oblasti, v mém případě KÚ Lichnov u Bruntálu.

Pro veškeré výpočty je hodnota R faktoru = 40 z průměru celé České republiky. Hodnota P faktoru je 1, tedy bez jakýchkoliv protierozních úprav.

Výpis průměrných a maximálních erozních smyvů je souhrnně vypsán na konci dílčích kritických povodí v tabulce č. 38

4.2.1 Eroze a aktuální situace v 1. kritickém povodí

Na vtoku do intravilánu jsou zaústěny dvě vtokové trouby průměru DN1000. Místo je zanesené různými splaveninami. Břehy jsou zde porostlé náletovými dřevinami v podobě olše a vrby, které by při bleskové přívalové srážce mohly být povaleny, následně by došlo k ucpání propustku. To by mělo za následek zasažení rodinných domů umístěných pod propustkem a následné škody na majetku. Na obrázku č. 5 jsou vyfoceny trouby po směru tekoucí vody do intravilánu.



Obrázek 5 - Vtokový objekt do intravilánu - 1. kritické povodí

Na obrázku č. 6 je vyfocen nátok do trub. Svou rozlohou je 1. kritické povodí ze všech modelovaných největší. Vzhledem ke své rozloze přivede do intravilánu nejvíce vody. Koryto bylo po mém prozkoumání zanesené a břehy byly podemleté.



Obrázek 6 –Nátokové koryto do intravilánu - 1. kritické povodí

4.2.2 Eroze a aktuální situace v 2. kritickém povodí

Na 2. kritickém povodí lze vidět čerstvě čištěný příkop. Toto povodí má rozlohu 130 ha. Na obrázku č. 7 je znázorněná plocha nad propustkou. Cesta kolem propustky je v horní oblasti zároveň i údolnicí. Je tedy možné, že při bleskové přívalové srážce může docházet k transportu splavenin po komunikaci a následně svedené do příkopu a intravilánu



Obrázek 7 Nátokový koridor do intravilánu - 2, kritické povodí

Na obrázku č. 8 lze i vidět budovy potenciálně zasažené bleskovou přívalovou srážkou.



Obrázek 8 - Propustek pro převod vody do řeky Čížiny - 2. kritické povodí

4.2.3 Eroze a aktuální situace v 3. kritickém povodí

Třetí kritické povodí je jedno z již řešeným protierozním opatřením po povodních v roce 1996. Je zde vyfocena sběrná plocha erozního smyvu a spadlé srážky. Protínají se zde dva směry svedené do jedné trouby o průměru DN1200 a chráněnou ocelovými česlemi. Dle získaných informací paní starostky zde bylo nevyhovující potrubí s malou kapacitou, které nedokázalo převést vodu se splaveninami. Za zobrazeným propustkem na obrázku č. 9 lze vidět ohrožený intravilán.



Obrázek 9 - Řešení protierozního a záchytného typu na 3. kritickém povodí

4.2.4 Eroze a aktuální situace v 4. kritickém povodí

Bod vtoku do intravilánu je zde u zdravotního střediska a do místní firmy na druhé straně. Škody by tedy byly veliké. Eroze zde je svedena do betonové strouhy. Průtokový profil strouhy je malý, ovšem čistý.



Obrázek 10 - Vtok do intravilánu - 4. kritické povodí

Na obrázku č. 11 je vidět řešení svodu vody z povodí. Podle místa kde voda vniká do intravilánu má spíše trajektorii po cestě nežli ve žlabu. Do žlabu je svedena trouba malého DN, dle mého názoru sloužící jako drén na odvodnění mokřadu.



Obrázek 11 - Pohled na vnik eroze do intravilánu pro 4. kritické povodí

4.2.5 Eroze a aktuální situace v 5. kritickém povodí

Poslední kritické povodí je zaústěno do nádvoří rodinného domu s rodinnou firmou, zaměřenou na dřevovýrobu. Zde jsem se setkal s kladným přístupem lidí a zároveň k nesprávně volenému umístění pro skladování dřeva. Rodina zde měla hromadu naskládaného suchého dřeva. Dále byl vodní koridor velice poznamenán vodní erozí a extrémně poznamenán nálety dřevin jak je vidno na obrázku č. 12.



Obrázek 12 - Vtok pro 5. kritické povodí

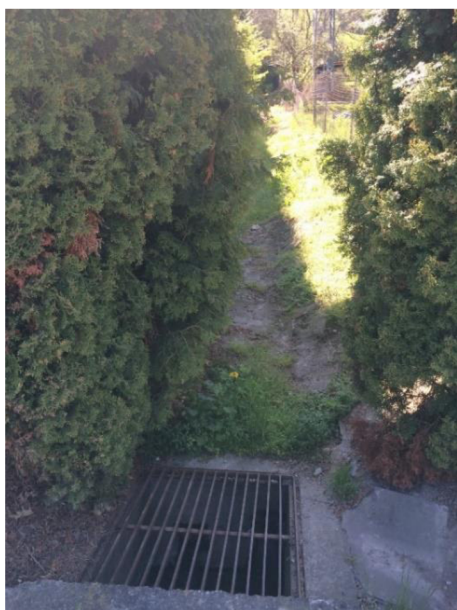
Na obrázku č. 13 můžeme vidět poloviční zásah do průtočného profilu tak, aby nebránilo nic potenciální kritické srážce proudit dále a neakumulovat se.



Obrázek 13 – Obecní pozemek, vtok z 5 kritického povodí

4.2.6 Eroze a aktuální situace v 6. kritickém povodí

Zde přichází v úvahu poškození majetku na straně místních obyvatelů. Bod vtoku se nachází nad zástavbou dvou rodinných domů oddělených příkopem a následným propustkem. Mezi těmito stavbami je z jedné strany živý plot a z druhé je klasické oplocení. Po zahlcení propustní mříže je erozní smyv veden na komunikaci a následně do řeky Čížiny.



Obrázek 14 - Nátok do intravilánu 6. kritického povodí

4.2.7 Eroze a aktuální situace v 7. kritickém povodí

Na 7. kritickém povodí je v hlavním ohrožení soukromý pozemek s novou zástavbou. Na obrázku č. 15 je pohled z povodí do intravilánu. Na levé straně fotografie lze vidět stodolu, za kterou pokračuje pozemek a zástavba soukromého vlastníka.



Obrázek 15 - Pohled ze 7. kritického povodí do intravilánu

4.2.8 Eroze a aktuální situace v 8. kritickém povodí

Povodí je rozlehlé a zaústěné touto výpustí. Na obrázku č. 16 je vidět i zástavba, která je dle mého zkoumání již nepoužívaná. Nacházíme se zde na konci obce. Cesta na obrázku č. 16 vede z Dubnice.



Obrázek 16 - Vtok do intravilánu z 8. kritického povodí

Na obrázku č. 17 je pohled na zanesenou nátokovou část z 8. kritického povodí a dále nálety dřevin, které brání eroznímu smyvu a průniku vody do propusktu. Propustek je obetonován, aby byla navýšena jeho efektivita zachycení.



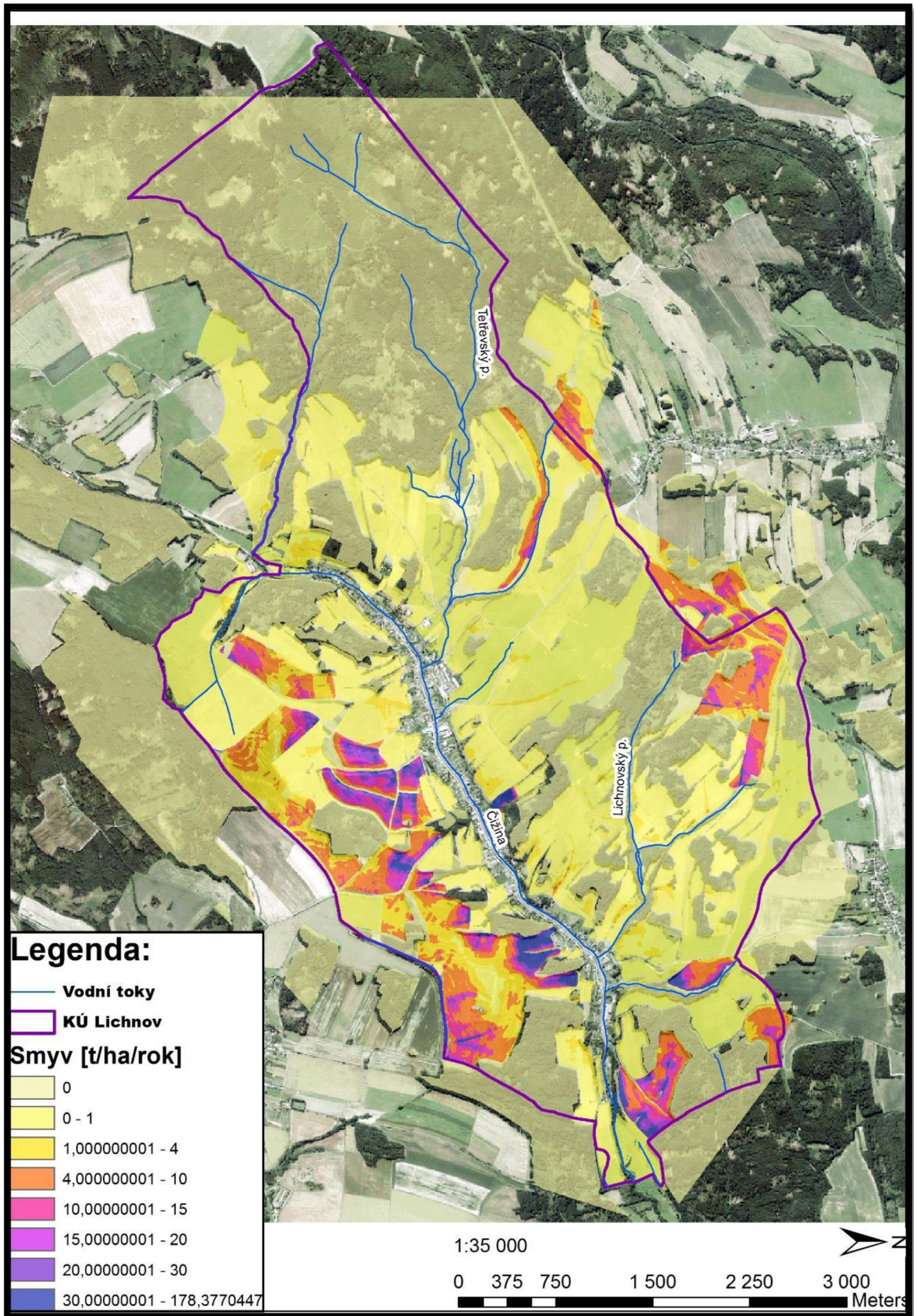
Obrázek 17 - Betonový propustek se zachycením 8. kritického povodí

4.2.9 Souhrnná tabulka smyvu

Z výsledné tabulky je zřejmé, že největší erozní smyv je na 3. a 4. kritickém povodí. U 3. kritického povodí se jedná o pravou stranu s hodnotou průměrného ročního smyvu na hodnotu 7,15 t/ha/rok. Levá strana je diametrálně rozdílná s hodnotou 1,43 t/ha/rok. Ve 4. kritickém povodí je nejvyšší hodnota na levé straně 7,15 t/ha/rok, na pravé straně, oproti 3. kritickému povodí není tak velký rozdíl. Hodnota erozního smyvu pro pravou stranu 4. kritického povodí je 5,92 t/ha/rok.

Povodí	Plocha [ha]	PRŮMĚRNÝ SMYV [t/ha/rok]
LC 1	497,34	0,42
PC 1	300,85	0,05
LC 2	100,59	0,37
PC 2	30,15	0,53
LC 3	21,25	1,43
PC 3	83,66	7,15
LC 4	14,41	7,15
PC 4	18,69	5,92
LC 5	50,55	0,09
PC 5	67,06	2,33
LC 6	10,67	5,13
PC 6	18,55	4,71
LC 7	13,66	0,46
PC 7	9,21	0,51
LC 8	231,09	0,88
PC 8	175,34	2,26
Maximální	464,93	7,15
Minimální	9,25	0,09

Tabulka 38 Hodnoty smyvu pro dílčí plochy



Obrázek 18 Mapa smyvu KÚ Lichnov

5 Závěr

Po závěrečném srovnání výstupních hodnot pro KÚ Lichnov U Bruntálu zcela vyplynul fakt, že uvedená oblast je velice náchylná na kritické přívalové srážky. Tento fakt dokazuje i to, že v roce 1996 byla obec zasažena ničivou povodňovou vlnou, která v malém časovém intervalu ztekla z okolních svahů do obce. Měla devastující účinky a vyžádala si jednu lidskou oběť. Na tento popud je v obci již vybudováno protierozní opatření v podobě poldrů, nádrží, suchých nádrží a zatravněných drah soustředěného odtoku. Mou prací jsem zjistil nejhorší body, kde by potencionální přívalová srážka napáchala nejvíce škod. Zjištěné modely mi následně potvrdila místní paní starostka a místní obyvatelé. Cílem mé bakalářské práce bylo analyzovat odtokové poměry před KPÚ pro danou geomorfologickou jednotku, erozní smyvy v dané oblasti, které jsou touto srážkou zasaženy jako první v intravilánu. Zjistil jsem, že bez nynějších opatření by obec měla problém se srážkami, jak dokazuje fotodokumentace. V době, kdy jsem byl osobně danou oblast zkoumat, jsem zjistil, že kritické uzávěrové profily nejsou zcela v takové kondici, v jaké by měly být. Propustky byly zaneseny a v drahách soustředěného odtoku bylo velmi blízko uskladněné dřevo, které může sehrát svou roli v ucpávání propustků a páchání škod v intravilánu při kritické srážce.

Spousta obcí v České republice, hlavně na jižní Moravě, trpící podobnými problémy, by si mohla vzít příklad z Lichnova. Oceňuji zde zejména velmi kladný a aktivní přístup místní paní starostky. Protierozní opatření hodnotím kladně, od dob co je zde mají, nebyl s povodněmi jakýkoliv větší problém dle slov místní paní starostky.

6 Citace a přílohy

6.1 Použitá literatura

- [1]. CENIA. Vítejte na zemi. *Eroze půdy*. [Online] [Citace: 20. Květen 2017.]. Dostupné z: http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=eroze_pudy&site=puda
- [2]. HÁJEK, Daniel. *Identifikace drah soustředěného povrchového odtoku a jejich stabilizace*. Brno, 2013. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny.
- [3]. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. EAGRI. *O aplikaci Regist půdy* [Online] [Citace: 16. Leden 2016.]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/farmer/LPIS/>
- [4]. INIZIO. Pozemky a farmy. *BPEJ* [Online] [Citace: 3. Červen 2016.]. Dostupné z: <http://www.pozemkyafarmy.cz/bpej.html>
- [5]. VÝZKUMNÝ ÚSTAV MELIORACÍ A OCHRANU PŮDY, v.v.l.. eKatalog BPEJ. *Hlavní půdní jednotka*. [Online] [Citace: 5. Květen 2016.]. Dostupné z: <http://bpej.vumop.cz>
- [6]. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. EAGRI. *Pozemkové úpravy a tvorba krajiny* [Online] [Citace: 2. Únor 2017.]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/venkov/archiv/pozemkove-upravy/pozemkove-upravy/co-jsou-pozemkove-upravy/>
- [7]. WEBHOUSE. Obec Lichnov. Geologie obce. *Geomorfologie* [Online] [Citace: 3. Červen 2016.]. Dostupné z: <http://www.obeclichnov.cz/geologie-obce/d-12145/p1=4245>
- [8]. WEBHOUSE. Obec Lichnov. Geologie obce. *Klimatické a přírodní podmínky* [Online] [Citace: 3. Červen 2016.]. Dostupné z: <http://www.obeclichnov.cz/geologie-obce/d-12145/p1=4245>
- [9]. EDPP. Lichnov – Povodňový plan. *Hydrologické údaje* [Online] [Citace: 10. Červen 2016.]. Dostupné z: https://www.edpp.cz/lic_hydrologicke-udaje/
- [10]. STRÁDALOVÁ, Lucie. *Návaznost ÚSES na prvky protierozní a protipovodňové ochrany v KPÚ*. Brno, 2013. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny.
- [11]. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. EAGRI. Právní předpisy. *Odstavec předpisu 327/1998* [Online] [Citace: 10. Květen 2017.]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100163547.html>

- [12]. ARCDATA PRAHA. Desktopový GIS. *ArcMap* [Online] [Citace: 21. Květen 2017]. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/produkty/arccgis/desktopovy-gis/arccmap>
- [13]. ENSRI. ArcGIS 9. *What is ArcGIS?* [Online] [Citace: 25. Srpen 2016.]. Dostupné z: http://downloads.esri.com/support/documentation/ao_/698What_is_ArcGIS.pdf
- [14]. **Janeček, Miloslav a kol.** *Ochrana zemědělské půdy před erozí, metodika*. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.
- [15]. DESQ-MAXQ. Hlavní stránka. *Charakteristika programu* [Online] [Citace: 17. Květen 2017.]. Dostupné z: <http://www.desq-maxq.cz/index.html>

6.2 Seznam tabulek

Tabulka 1 Geomorfologické rozdělení KÚ Lichnov [7]	15
Tabulka 2 Klimatické charakteristiky - Lichnov	15
Tabulka 3 Hydrologické charakteristiky Čížiny	17
Tabulka 4 Výčet ploch LPIS ze zasahujícího KÚ Zátor	24
Tabulka 5 Výčet ploch LPIS pro 1. kritické povodí - levá strana	24
Tabulka 6 Výčet ploch LPIS pro 1. kritické povodí - pravá strana	24
Tabulka 7 Vstupní hodnoty programu DesQ - 1. kritické povodí	25
Tabulka 8 Hodnoty maximálních průtoků a objemů povodňové vlny 1. kritické. Povodí	25
Tabulka 9 Výčet ploch LPIS pro 2. kritické povodí – levá strana	26
Tabulka 10 Výčet ploch LPIS pro 2. kritické povodí – pravá strana	26
Tabulka 11 Vstupní hodnoty programu DesQ - 2. kritické povodí	26
Tabulka 12 Hodnoty maximálních průtoků a objemů povodňové vlny pro 2. kritické. Povodí	27
Tabulka 13 Výčet ploch LPIS pro 3. kritické povodí – levá strana	28
Tabulka 14 Výčet ploch LPIS pro 3. kritické povodí - pravá strana	28
Tabulka 15 Vstupní hodnoty programu DesQ - 3. kritické povodí	28
Tabulka 16 Hodnoty maximálních průtoků a objemů povodňové vlny pro 3. kritického povodí	29
Tabulka 17 Výčet ploch LPIS pro 4. kritické povodí - levá strana	30
Tabulka 18 Výčet ploch LPIS pro 4. kritické povodí - pravá strana	30
Tabulka 19 Vstupní hodnoty programu DesQ - 4. kritické povodí	30
Tabulka 20 Hodnoty maximálních průtoků a objemů povodňové vlny 4. kritického povodí	31
Tabulka 21 Výčet ploch LPIS pro 5. kritické povodí - levá strana	31
Tabulka 22 Výčet ploch LPIS pro 5. kritické povodí - pravá strana	31
Tabulka 23 Vstupní hodnoty programu DesQ – 5. kritické povodí	32
Tabulka 24 Hodnota maximálních průtoků a objemů povodňové vlny pro 5. kritického povodí	32
Tabulka 25 Výčet ploch LPIS 6. kritické povodí - levá strana	33
Tabulka 26 Výčet ploch LPIS 6. kritické povodí - pravá strana	33
Tabulka 27 Vstupní hodnoty programu DesQ - 6. kritické povodí	33

Tabulka 28 Hodnota maximálních průtoků a objemů povodňové vlny pro 6. kritického povodí.....	34
Tabulka 29 Výčet ploch LPIS 6. kritické povodí - levá strana.....	34
Tabulka 30 Výčet ploch LPIS 6. kritické povodí - pravá strana	34
Tabulka 31 Vstupní hodnoty programu DesQ - 7. kritické povodí.....	34
Tabulka 32 Hodnota maximálních průtoků a objemů povodňové vlny pro 7. kritického povodí.....	35
Tabulka 33 Výčet ploch LPIS pro 8. kritické. povodí - levá strana	36
Tabulka 34 Výčet ploch LPIS pro 8. kritické. povodí - pravá strana	36
Tabulka 35 Vstupní hodnoty programu DesQ - 8. kritické povodí	36
Tabulka 36 Hodnota maximálních průtoků a objemů povodňové vlny pro 8. kritického povodí.....	37
Tabulka 37 Souhrnná tabulka povodňových průtoků a povodňové vlny	37
Tabulka 38 Hodnoty smyvu pro dílčí plochy	45

6.3 Seznam obrázků

Obrázek 1 Umístění KÚ Lichnov v ČR.....	14
Obrázek 2 Klimatické rozdělení České republiky - ArcMap	16
Obrázek 3. Mapa BPEJ	19
Obrázek 4 - Celková mapa povodí Čížiny	23
Obrázek 5 - Vtokový objekt do intravilánu - 1. kritické povodí.....	38
Obrázek 6 –Nátokové koryto do intravilánu - 1. kritické povodí	39
Obrázek 7 - Propustek pro převod vody do řeky Čížiny - 2. kritické povodí	40
Obrázek 8 Nátokový koridor do intravilánu - 2, kritické povodí.....	39
Obrázek 9 - Řešení protierozního a záchytného typu na 3. kritickém povodí.....	40
Obrázek 10 - Vtok do intravilánu - 4. kritické povodí	41
Obrázek 11 - Pohled na vnik eroze do intravilánu pro 4. kritické povodí.....	41
Obrázek 12 - Vtok pro 5. kritické povodí	42
Obrázek 13 – Obecní pozemek, vtok z 5 kritického povodí	42
Obrázek 14 - Nátok do intravilánu 6. kritického povodí	43
Obrázek 15 - Pohled ze 7. kritického povodí do intravilánu	43
Obrázek 16 - Vtok do intravilánu z 8. kritického povodí	44
Obrázek 17 - Betonový propustek se zachycením 8. kritického povodí.....	44
Obrázek 18 Mapa smyvu KÚ Lichnov.....	46

6.4 Seznam grafu

Graf 1 Výpis celkových ploch KÚ Lichnov	14
Graf 2 Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 1. kritické povodí	25
Graf 3 Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 2. kritické povodí	27
Graf 4 Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 3. kritické povodí	29
Graf 5 Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 4. kritické povodí	30
Graf 6 Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 5. kritické povodí	32
Graf 7 Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 6. kritické povodí	33
Graf 8 Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 7. kritické povodí	35
Graf 9 Hydrogram přívalové povodňové vlny pro 8. kritické povodí	36

6.5 Seznam použitých zkratek

BPEJ	bonitovaná půdně ekologická jednotka
KB	kritický bod
LPIS	registr využití zemědělské půdy
USLE	univerzální rovnice ztráty půdy
GIS	geografický informační systém
CN	runoff curve number (číslo CN křivky)
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
DMT	digitální model terénu
HPJ	hlavní půdní jednotka
HSP	hydrologická skupina půd
KPÚ	komplexní pozemkové úpravy
KÚ	katastrální území
MT	mírně teplá oblast