



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

OCHRANA ZASTAVĚNÉHO ÚZEMÍ OBCE NÁVRHEM VODOHOSPODÁŘSKÝCH OPATŘENÍ V POVODÍ

PROTECTION OF THE BUILT-UP AREA OF THE MUNICIPALITY BY THE PROPOSAL OF WATER
MANAGEMENT MEASURES IN THE RIVER BASIN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martin Majkus

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. MIROSLAV DUMBROVSKÝ, CSc.

BRNO 2020



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	Martin Majkus
Název	Ochrana zastavěného území obce návrhem vodohospodářských opatření v povodí
Vedoucí práce	prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.
Datum zadání	30. 11. 2019
Datum odevzdání	22. 5. 2020

V Brně dne 30. 11. 2019

prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

1. Holý M, a kol - Eroze a životní prostředí, ČVUT Praha 1998
2. Janeček M, a kol. : Ochrana zemědělské půdy před erozí, metodika 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

S využitím DMT a nástrojů GIS v daném povodí analyzujte faktory rozhodující z hlediska povodňového ohrožení zastavěného území. Integrovanou ochranu území před nepříznivými účinky přívalových srážek v zadaném území navrhnete v přispívajících plochách kritických bodů. K hodnocení odtokových poměrů využijte metodu čísel odtokových křivek CN v modifikaci modelu DesQ.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

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

ABSTRAKT

Cílem této práce je v dané lokalitě provést vyhodnocení důležitých faktorů, které rozhodují o povodňové ohroženosti zastavěného území. Současně je nutné zhodnotit míru erozního ohrožení půdy a následně v přispívajících plochách kritických bodů a profilů navrhnout komplexní ochranná opatření, která tyto nepříznivé hodnoty sníží.

V úvodní části budou shrnuty dosavadní poznatky v rámci dané problematiky a známé postupy pro určení hodnot povrchového odtoku a míry erozního ohrožení. V návrhové části bude zpracován rozbor řešené lokality a dále navržena vhodná vodohospodářská opatření, která zajistí ochranu zastavěného území obce a zlepšení erozních poměrů. K analýze zájmového území a návrhu opatření byl využit software ArcGIS-ArcMap a DesQ-MaxQ. Získané informace byly dále zpracovány v editorech MS Excel a MS Word.

KLÍČOVÁ SLOVA

Povrchový odtok, vodní eroze, povodí, kritický profil, zastavěné území, orná půda, přívalová povodeň

ABSTRACT

The aim of this paper is to evaluate the important factors that determine the flood risk of the built-up area in the surveyed location. Also, it is necessary to assess the intensity of erosion treat to the soil and then propose comprehensive protective measures in the catchment areas of critical points and profiles, which will reduce these unfavourable values.

The introductory part will summarize the existing knowledge and methods for determining the values of surface runoff and the degree of erosion risk. In the design part, surveyed locality analysis will be proved. Furthermore, the suitable water management measures will be proposed. The measures will ensure the protection of built-up area of the municipality and improvement of erosion conditions. For analysis of the area and for propose of measures were used ArcGIS-ArcMap and DesQ-MaxQ software. Obtained information was then processed in MS Excel and Word editors.

KEYWORDS

Surface run-off, water erosion, river basin, critical profile, built-up area, cropland, flash flood

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MAJKUS, Martin. *Ochrana zastavěného území obce návrhem vodohospodářských opatření v povodí*. Brno, 2020. 77 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Ochrana zastavěného území obce návrhem vodohospodářských opatření v povodí* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 5. 6. 2020

Martin Majkus
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Ochrana zastavěného území obce návrhem vodohospodářských opatření v povodí* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 5. 6. 2020

Martin Majkus
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto chci poděkovat panu prof. Ing. Miroslavu Dumbrovskému, CSc. za odborný přístup, cenné připomínky a poskytnuté podklady pro zpracování této bakalářské práce. Dále děkuji paní starostce městyse Hustopeče nad Bečvou, Ing. Júlii Vozákové, za poskytnuté podklady a vřelý přístup. V neposlední řadě děkuji své rodině a blízkým, kteří mě ve studiu podporovali.

OBSAH

1	ÚVOD	1
2	ROZBOR PROBLEMATIKY	2
2.1	OCHRANA ZASTAVĚNÉHO ÚZEMÍ	2
2.1.1	<i>Obecně o ochraně zastavěného území</i>	2
2.1.2	<i>Zastavěné území</i>	2
2.2	VODNÍ EROZE	2
2.2.1	<i>Plošná vodní eroze</i>	2
2.2.2	<i>Výmolvá vodní eroze</i>	3
2.2.3	<i>Proudová vodní eroze</i>	4
2.3	SPLAVENINY	4
2.3.1	<i>Dnové splaveniny</i>	5
2.3.2	<i>Suspendované splaveniny</i>	5
2.4	POVODNĚ	5
2.4.1	<i>Přirozené povodně</i>	6
2.4.2	<i>Zvláštní povodně</i>	6
2.4.3	<i>Povodně v nedávné historii</i>	7
3	POPIS ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	9
3.1	OBČANSKÁ VYBAVENOST, VÝROBA, ZÁSTAVBA	10
3.2	KRAJINNÝ POKRYV	10
3.3	HYDROLOGICKÉ POMĚRY	11
3.4	GEOMORFOLOGICKÉ, GEOLOGICKÉ A PEDOLOGICKÉ POMĚRY	14
3.5	KLIMATICKÉ POMĚRY	16
3.6	EROZNÍ POMĚRY	16
3.6.1	<i>Větrná eroze</i>	16
3.6.2	<i>Vodní eroze</i>	16
3.7	ODTOKOVÉ POMĚRY	17
3.7.1	<i>Povodňová ohroženost</i>	17
3.7.2	<i>Ohroženost svahovými sesuvy</i>	18
3.7.3	<i>Analýza časových možností</i>	18
4	POUŽITÉ METODY A PROGRAMY	19
4.1	METODA ČÍSEL ODTOKOVÝCH KŘIVEK – CN	19
4.2	USLE (UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION)	19
4.2.1	<i>Faktor erodovatelnosti půdy (K)</i>	20
4.2.2	<i>Faktor ochranného vlivu vegetace (C)</i>	21
4.3	ARCGIS–ARCMAP	21
4.3.1	<i>Digitální model terénu</i>	22
4.3.2	<i>Směry a akumulace odtoku</i>	22
4.4	DESQ–MAXQ	22
5	VÝSLEDKY PRÁCE – NÁVRH OPATŘENÍ	23
5.1	KRITICKÉ PROFILY	23
5.1.1	<i>Pasportizace KB a KP</i>	25
5.2	NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ	48
5.2.1	<i>Organizační a agrotechnická opatření</i>	48
5.2.2	<i>Technická opatření</i>	52
6	VYHODNOCENÍ ÚČINNOSTI NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ	55
6.1	VODNÍ EROZE	55
6.2	POVRCHOVÝ ODTOK	57
6.3	EFEKTIVITA NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ	58
7	ZÁVĚR	59
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	60

SEZNAM TABULEK	63
SEZNAM OBRÁZKŮ	64
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	67
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ	68

1 ÚVOD

V posledních letech si jistě klademe otázky týkající se probíhající klimatické změny. Budeme mít i v dalších letech dostatek vody? Zůstanou naše pole alespoň z části úrodná? Tyto a další otázky a možné obavy z budoucnosti jsou pochopitelné a celá řada odborníků se je snaží řešit.

Jedním z očividných důkazů této klimatické změny je vedle dlouhotrvajícího sucha také častější výskyt přívalových srážek. Přírozená infiltrační schopnost půdy je při intenzivních deštích překonána a dochází k povrchovému odtoku, který s sebou odnáší také drobné částice půdy. Přívalová srážka takto dokáže i v malém povodí postupnou akumulací v údolnici vyvolat nebezpečnou povodňovou vlnu. V tzv. kritických bodech (KB) dochází k vnikání povrchového odtoku na zastavěné území. Dešťová voda, obohacená o částice odnesené půdy a další unášený materiál, zde často napáchá rozsáhlé škody na majetku a v nejhorších případech i zdraví obyvatel. Takovouto přírodní katastrofu nazýváme přívalovou povodní. Nápravy povodňových škod a případný návrat odnesené půdy zpět na zemědělské plochy představují obrovské finanční i časové náklady. Je proto nutné dopředu počítat s nepříznivými vlivy přírody a pokusit se zmírnit projevy vhodnou úpravou krajiny.

V minulých letech proběhla na území České republiky (ČR) a jiných států Východního bloku rozsáhlá kolektivizace zemědělství. Soukromá pole byla po 2. světové válce komunistickou vládou znárodněna a drobné zemědělské plochy s různými plodinami byly zceleny do rozsáhlých lánů. Nevhodné osevní postupy, těžká mechanizace a plošné odvodnění těmto plochám rozhodně neprospěly. V porevolučních letech stát pozemky navrátil do původních soukromých vlastnictví, avšak drtivá většina orné půdy byla pronajata k obhospodářování velkým zemědělským podnikům. Ty dále pokračují v hospodaření jedné plodiny na rozsáhlých, špatně organizovaných plochách. V důsledku těchto negativních zásahů je velká část zemědělské plochy v ČR ohrožena zrychlenou vodní erozí. Svrchní úrodná vrstva půdy, tzv. ornice, je při vyšší hodnotě eroze značně oslabena a na nejvíce postižených lokalitách již zcela chybí. Takto degenerovaná půda přináší velmi malou úrodu, která se do budoucích let ještě sníží, pokud neproběhnou významné změny.

V současné době poskytuje účinnou nápravu krajiny zejména proces komplexních pozemkových úprav (KoPÚ). V rámci těchto složitých procesů jsou řešená území kompletně analyzována, zhodnocena a ve výsledku upravena do stavu, který je vyhovující po všech stránkách.

V této práci se zaměříme na konkrétní lokalitu – obec Hustopeče nad Bečvou v okrese Přerov. Provedeme zde rozbor důležitých poměrů a faktorů, které mají vliv na povodňové ohrožení zastavěné části obce a míru vodní eroze na přilehlých zemědělských plochách. Následně navrhne vodohospodářská opatření, která poskytnou dostatečnou ochranu zastavěného území obce a optimalizují erozní poměry na přijatelnější úroveň.

2 ROZBOR PROBLEMATIKY

2.1 OCHRANA ZASTAVĚNÉHO ÚZEMÍ

2.1.1 Obecně o ochraně zastavěného území

Každá obec v ČR má podle legislativy jakožto samosprávný celek své území. Toto území je dáno hranicí katastrálního území obce a sestává z extravilánu (pole, lesy, louky, sady, ...) a intravilánu, tj. zastavěného území. Ochrana tohoto zastavěného území je jednou z hlavních priorit zastupitelů obce. Nemovitosti, majetek, nebo dokonce i holé životy obyvatel obce mohou být ohroženy zejména při živelných katastrofách, jako jsou například povodně, vichřice nebo požár. Je tedy nutné dbát na prevenci a dopředu počítat s možným výskytem těchto negativních dějů. [1]

2.1.2 Zastavěné území

Pojem intravilán byl poprvé stanoven ve vyhlášce Ministerstva zemědělství a lesního hospodářství č. 97/1966 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení o ochraně zemědělského půdního fondu (ZPF). Vyhláška v §4 přesně specifikuje zastavěnou plochu (tj. intravilán) jako území obce, které je soustavně zastavěno, nebo jinak technicky upraveno pro účely obce. Patří sem také zemědělské pozemky, které jsou však situovány v zástavbě a není zde vhodné použití mechanizačních prostředků. [2]

2.2 VODNÍ EROZE

Při vodní erozi dochází k odnosu částic půdy působením odtékající vody. Kinetická energie srážky dopadající na zemský povrch je při povrchovém odtoku přeměněna na energii mechanickou. Při dopadu dešťových kapek tedy dochází k rozrušení půdních celků (tzv. agregátů) na menší částičky. Pokud je množství dopadající vody větší než schopnost půdy tuto vodu vsakovat, půda je nasycena a dochází k povrchovému odtoku. Odtékající voda s sebou odnáší částičky rozpadlých agregátů a vnáší je spolu s dalšími látkami do vodních toků, nádrží, nebo stokových sítí. Vlivem zrychlené vodní eroze dochází ke značnému oslabování nejmúrodnější vrstvy zemědělské půdy – ornice. Společně s úbytkem půdy na polích dochází k zanášení vodních toků a nádrží, tím je snížena jejich kapacita a objem. Po určité době je tedy nutné jejich vyčištění a v ideálním případě uložení sedimentů zpět na zemědělské plochy. Celkové finanční náklady vyvolané vodní erozí tedy dosahují řádu desítek milionů Kč. [3]

Vodní eroze působí na orné půdě buďto v ploše (plošná eroze), nebo v odtokových drahách (výmolová eroze). Erozi také rozlišujeme podle směru působení na hloubkovou (vertikální) a boční (laterální). Kromě působení na povrchu působí vodní eroze také podpovrchově. Tento děj můžeme nazývat sufozí a dochází jí k vyplavování částic a postupnému sedání vrstev. Podle intenzity dále rozlišujeme erozi normální, abnormální nebo zrychlenou. [4]

2.2.1 Plošná vodní eroze

Při plošné vodní erozi dochází k rovnoměrnému rozrušování a následnému smyvu půdních částic na celém území. Dochází tedy k plošnému odtoku a při něm k postupnému

snižování mocnosti půdy. V prvním stupni dochází k odnosu jemných půdních částic a na ně navázaných chemických látek. Mění se půdní textura a obsah živin v půdě. Tato tzv. selektivní eroze nezanechává viditelné stopy, avšak pozvolna mění vlastnosti půdy. Po přivalovém dešti bývají často jemným materiálem zaneseny příkopy i komunikace. S větší kinetickou energií povrchového odtoku může na nevhodně utvářeném profilu docházet k tzv. vrstevné erozi. Půdní profil složený z odolných a málo odolných vrstev je erodován ve vrstvách. Obvykle dochází ke ztrátě celé orniční vrstvy. [4]



Obr. 1 Ukázka plošné eroze (Čejkovice, foto VÚMOP, v.v.i.) [5]

2.2.2 Výmolová vodní eroze

Při výmolové erozi vytváří povrchový odtok na plochách postupným soustředěním mělké zářezy, které se v čase prohlubují. Podle velikosti zářezy rozdělujeme na rýžky, brázdy, rýhy, výmoly a strže. [4]

Rýžková a brázdová eroze

V první fázi vznikají na svazích rýžky a brázdy. Rýžky jsou drobné zářezy, které v husté síti pokrývají plochu. Brázdová eroze má podobu mělkých širších zářezů, přičemž jejich hustota je v porovnání s rýžkami nižší. Tyto dva typy eroze jsou často označovány jako nejvyšší stupeň eroze plošné. [4]

Rýhová a výmolová eroze

Pokračujícím soustředěným odtokem vznikají z rýžek a brázd hlubší rýhy, které se směrem po svahu prohlubují, hovoříme o erozi rýhové. Jejím vyšším stupněm je eroze výmolová, při níž dochází k hlubokým výmolům. [4]

Stržová eroze

V nejvyšším stadiu výmolové eroze dochází k vzniku hlubokých a rozsáhlých strží. Zde již vlivem erozní činnosti dochází k devastaci území. [4]



Obr. 2 Ukázka stržové eroze (Zátor, foto VÚMOP, v.v.i.) [5]



Obr. 3 Ukázka rýhové eroze s počínající depozicí transportovaných splavenin (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)

Kromě primární výmolové eroze dochází také k erozi sekundární, kdy zemědělec při orání půdy opět z části zaplní dráhy soustředěného odtoku (DSO) a tím pádem je tato půda „nachystána“ k odnosu při další intenzivnější srážce.

2.2.3 Proudová vodní eroze

Posledním typem vodní eroze je eroze proudová, tedy děj, ke kterému dochází ve vodních tocích působením vodního proudu. V korytě toku dochází k erozi dnové i břehové. [4]

2.3 SPLAVENINY

Jako splaveniny označujeme tuhé částice, které s sebou unáší voda. Jedná se o organické i anorganické látky, produkty vodní eroze, ať už z povodí, nebo přímo z vodního toku. Mezi splaveniny neřadíme částice, které jsou unášeny na vodní hladině (např. listy, větve, ...), označujeme je jako splávi. Celkově splaveniny rozdělujeme na dnové a suspendované (plaveniny). [6]

2.3.1 Dnové splaveniny

Hrubozrnný materiál, který je unášen po dně koryta vodního toku, označujeme jako dnové splaveniny. Materiál se po dně pohybuje sunutím, valením nebo poskakováním. [6] Podle velikosti dnové splaveniny rozlišujeme [7]:

- Písek 0,1–7 mm
- Štěrk 7–70 mm
- Kameny 70–500 mm
- Balvany >500 mm

Ke vnikání tohoto hrubšího materiálu dochází převážně na horní části toku při bystřinném proudění. V nižších polohách toku pak dnové splaveniny plní významnou ekologickou funkci a pomáhají tvořit přirozené prostředí pro vodní organismy. [7]

2.3.2 Suspendované splaveniny

Suspendované splaveniny jsou ve vodním toku unášeny ve vznosu. Tangenciální síla proudící vody je ve velké části toku vyšší než tíha částic, a proto k jejich sedimentaci dochází až při velmi pomalém proudění, například na dolním toku nebo ve vodních nádržích. [6]

Plaveniny

Většina suspendovaných splavenin má původ mimo vodní tok a označujeme ji jako plaveniny. Tento jemnozrnný materiál je transportován v rámci vodní eroze z povodí a usazuje se v záchytných příkopech nebo v dolních částech svahů. Vlivem intenzivních srážek dochází při povrchovém odtoku k odnosu materiálu a jeho vniknutí do hydrologické sítě. [6]

Plaveniny mají z velké části původ na plochách orné půdy. Jemná úrodná vrstva je tedy odnášena i s navázanými chemickými látkami (např. hnojiva, pesticidy, ...) a poté významně ovlivňují kvalitu povrchových vod. Časem dochází k akumulaci splavenin ve vodních tocích a nádržích, tím je snížena jejich kapacita a plnohodnotná funkčnost. Je tedy nutné splaveniny, nejčastěji ve formě bahna, vytěžit a uložit na skládku. Takto vytěžený materiál je podle legislativy brán jako odpad, a proto je jeho účelnější využití značně omezené. [4], [6]

2.4 POVODNĚ

Pod pojmem povodeň rozumíme jev, při kterém dochází k dočasnému zvýšení hladiny ve vodním toku a rozlívání vody mimo koryto. Podle původu rozlišujeme povodně přirozené, které vznikly přírodními jevy (např. vlivem vydatných srážek), nebo povodně zvláštní (při porušení hráze vodní nádrže). [8], [9]

Povodně jsou nejčastěji vyvolány nadměrným srážkovým úhrnem. Dopadající srážky jsou nejprve vsakovány, avšak pokud je infiltrační schopnost půdy překonána, nastává povrchový odtok. Z malých povodí se odtékající voda akumuluje v menších vodních tocích, které se dále vlévají do významnějších toků. Pokud není kapacita koryta takového toku dostatečná, dochází k jeho tzv. vybřežení a tím pádem k rozlívání vody do okolí. Voda s sebou odnáší vše, co není dostatečně těžké nebo stabilní a působí obrovské škody v intravilánech i mimo zastavěná území obcí. [8], [9]

2.4.1 Přírozené povodně

K přírozeným povodňovým jevům dochází nejčastěji [9]:

- **v zimních a jarních měsících** vlivem tání sněhové pokrývky, případně kombinací s dešťovými srážkami. Tyto povodně se vyskytují nejvíce na podhorských tocích a postupují dále do níže položených úseků větších toků.
- **v letních měsících** při dlouhotrvajících regionálních deštích. K povodním dochází zpravidla v celé zasažené lokalitě s výraznými důsledky na středních a větších tocích.
- **v letních měsících** při krátkodobých intenzivních srážkách (tzv. přívalové povodně – viz podkapitola)
- **v zimních měsících** při vzniku ledových jevů. Kapacita koryta může být značně omezena a problémy poté způsobují i relativně malé průtoky.

Přívalové povodně

V posledních letech můžeme stále častěji pozorovat extrémní přívalové deště, které v krátké době postihnou malá území. Srážkový úhrn takového deště je tak vysoký (intenzita více než 100 mm), že dalece přesáhne schopnost půdy infiltrovat. Dešťová voda tedy začíná velmi rychle odtokovými drahami gravitačně proudit a kinetickou energií odnáší s sebou vše, co stojí v cestě (částice orné půdy, dřevo, různé předměty). Pokud není takto obohacená voda zastavena ochrannými opatřeními, vniká do vodního toku nebo dokonce na zastavěné území obce. Tento tzv. blátotok vyvolává na území postižených obcí obrovské škody. [10]

Přívalové povodně (anglicky flash floods) bývají často nesprávně označovány jako bleskové povodně. Tento název je však poměrně výstižný, protože obrovské nebezpečí přívalových povodní je hlavně v jejich nenadálosti a rychlosti. Schopnosti předpovídat rychlý přívalový déšť jsou velmi omezené a oproti dlouhotrvajícím deštům jsou méně očekávatelné. [10]

Přívalové povodně způsobují největší škody nejčastěji v malých povodích vějířovitého typu s plochou 1–20 km² s koncentrací přívalového deště po dobu cca 1 hodiny. [10]

2.4.2 Zvláštní povodně

Zvláštní povodně jsou zapříčiněny umělými vlivy, nejčastěji vlivem protržení hráze vodního díla (VD), které se nachází nad lokalitou. Obecně může být protržení hráze způsobeno [9]:

- technickou závadou na VD (např. málo kapacitní bezpečnostní objekt)
- silným zemětřesením
- leteckou katastrofou – pád středně velkého či velkého letadla do hráze
- válečným konfliktem
- teroristickým útokem

Velká VD mají v rámci vysoké zabezpečení většinou dostatečně kapacitní výpustné i bezpečnostní objekty, avšak u starších rybníků a nádrží bývají tyto parametry nedostatečné. Při silném dešti tedy může nastat situace, kdy přítok do nádrže značně přesáhne odtok výpustným i bezpečnostním objektem. Hladina vody stoupne do nebezpečné výšky, kdy hrozí přelití sypané hráze. Průsak hráze je v takové situaci vyšší a dochází k vyplavování částic (tzv. sufozi). Síla vody dokáže hráz porušit a „vyhlodat“ v ní díru. Porušenou hrází se poté žene nová povodňová vlna a často tak velmi zkomplikuje průběh povodně v celé zátopové oblasti. [9]

2.4.3 Povodně v nedávné historii

V České republice patří povodně mezi největší přírodní katastrofy a dochází k nim v malých i velkých povodích. Největší škody si v poslední době vyžádaly povodně v červenci roku 1997, které postihly hlavně řeku Moravu, Odru a Bečvu. Tyto povodně byly způsobeny velmi intenzivními dešti (až 230 mm/den) a vyvolaly průtoky velikosti až Q_{800} . Povodně si tehdy vyžádaly 50 lidských životů a další škody cca 62,2 miliard Kč. [11]

V zájmové oblasti způsobila největší škody povodeň v červnu roku 2009, při níž byla postižena velká část území městyse Hustopeče nad Bečvou. Tehdy došlo ke kombinaci dlouhodobého regionálního deště a lokálních přívalových srážek. Povrchový odtok zvýšil hladinu v obvykle malých vodních tocích až o 4 metry a zároveň zasáhl zastavěné území i mimo inundaci toků, ze svažitých polí a luk na severní straně území. K tragickému průběhu povodně také přispělo protržení hráze retenční nádrže nad místní částí (MČ) Hustopeče (viz obr. 7). Povodeň byla kombinací přirozené letní přívalové a zvláštní povodně. Událost jsem ve svých 13 letech osobně prožil.



Obr. 4 Dům v ulici Potoční zasažený při povodni (Hustopeče n./B., foto V. Vahala, VI. 2009) [12]



Obr. 5 Loučský potok při povodni cca 1,5 m pod max. úrovní (Hustopeče n/B., foto V. Vahala, VI. 2009) [12]



Obr. 6 Loučský potok při obvyklém průtoku (Hustopeče n/B., foto M. Majkus, II. 2020)

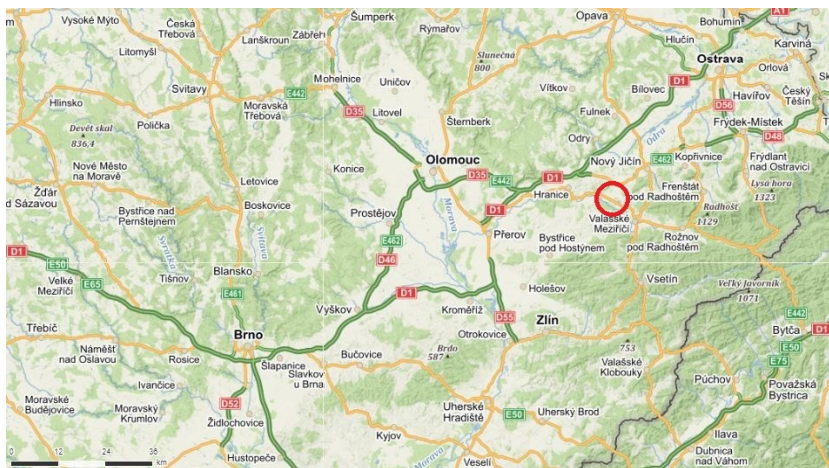


Obr. 7 Hráz retenční nádrže poškozená při povodni (Hustopeče n/B., foto V. Vahala, VI. 2009) [12]

3 POPIS ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

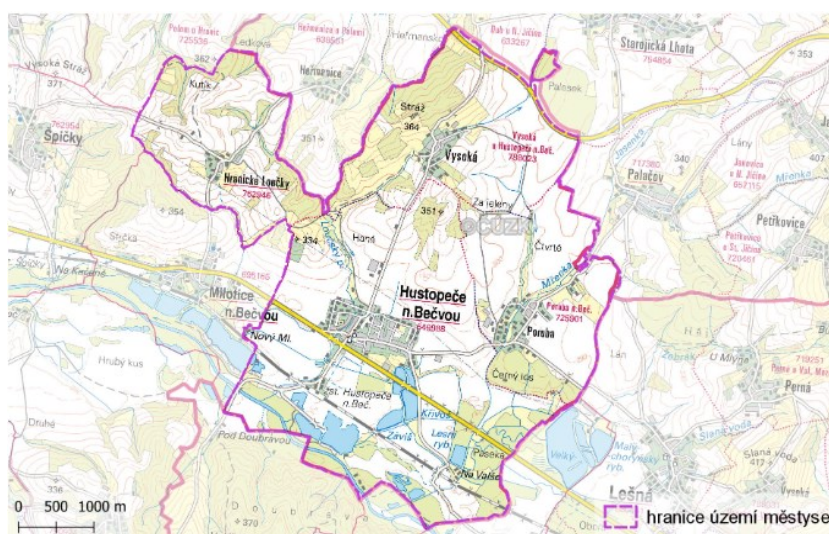
Obec Hustopeče nad Bečvou se nachází v nejvýchodnějším cípu Olomouckého kraje v okrese Přerov v nadmořské výšce cca 275 m n. m. Jak již název obce napovídá, leží na pravém břehu řeky Bečvy, zhruba v polovině vzdálenosti mezi městy Valašské Meziříčí a Hranice. [15]

Zájmová lokalita se nachází v jižní části protáhlé sníženiny Moravská brána. Územím obce prochází evropská rozvodnice, která tvoří hranici mezi povodím Moravy (Dunaj - Černé moře) a Odry (Baltské moře). Naše zájmové území leží z větší části v povodí řeky Bečvy, která se dále vlévá do řeky Moravy. [13]



Obr. 8 Poloha městyse Hustopeče nad Bečvou [14]

Hustopeče nad Bečvou jsou svým zřízením městyse a sestávají celkem ze 4 MČ: Hustopeče, Poruba, Vysoká a Hranické Loučky. Jednotlivé části mají svá katastrální území a celkem zabírají plochu 23,9 km². Obec je dobře přístupná po silnici I/35 E442 a také po železniční trati č. 280. Jednotlivé místní části jsou přístupny po místních komunikacích, případně i polních cestách. V obci Hustopeče nad Bečvou trvale žije 1 771 obyvatel (údaje k 1. 1. 2019). Územní plán (ÚP) městyse nabyl účinnosti 13. 3. 2018. [15], [16]



Obr. 9 Území městyse Hustopeče nad Bečvou na přehledné mapě [13]

3.1 OBČANSKÁ VYBAVENOST, VÝROBA, ZÁSTAVBA

V rámci občanského vybavení je v městyji zřízena mateřská škola, 9letá základní škola, zdravotní středisko (praktický lékař pro děti i dospělé, gynekologie, stomatologie), lékárna, pošta, knihovna, pečovatelský dům (24 lůžek), 2 obchody s potravinami, prodejna nábytku, restaurace, 2 hospody a 3 kulturní domy. V MČ Hustopeče, Poruba a Vysoká jsou zřízeny jednotky sboru dobrovolných hasičů. V MČ Hustopeče byla zbudována oddílná stoková síť a čistírna odpadních vod (ČOV). [13]

V městyji Hustopeče nad Bečvou probíhá výroba především v masné firmě Váhala. Dále se v těsné blízkosti Loučského potoka nachází firma Elektron-ETTO, která vyrábí topná tělesa. Na území městyse byla v minulosti zbudována jednotná zemědělská družstva (JZD), která po revoluci slouží k soukromému hospodaření.

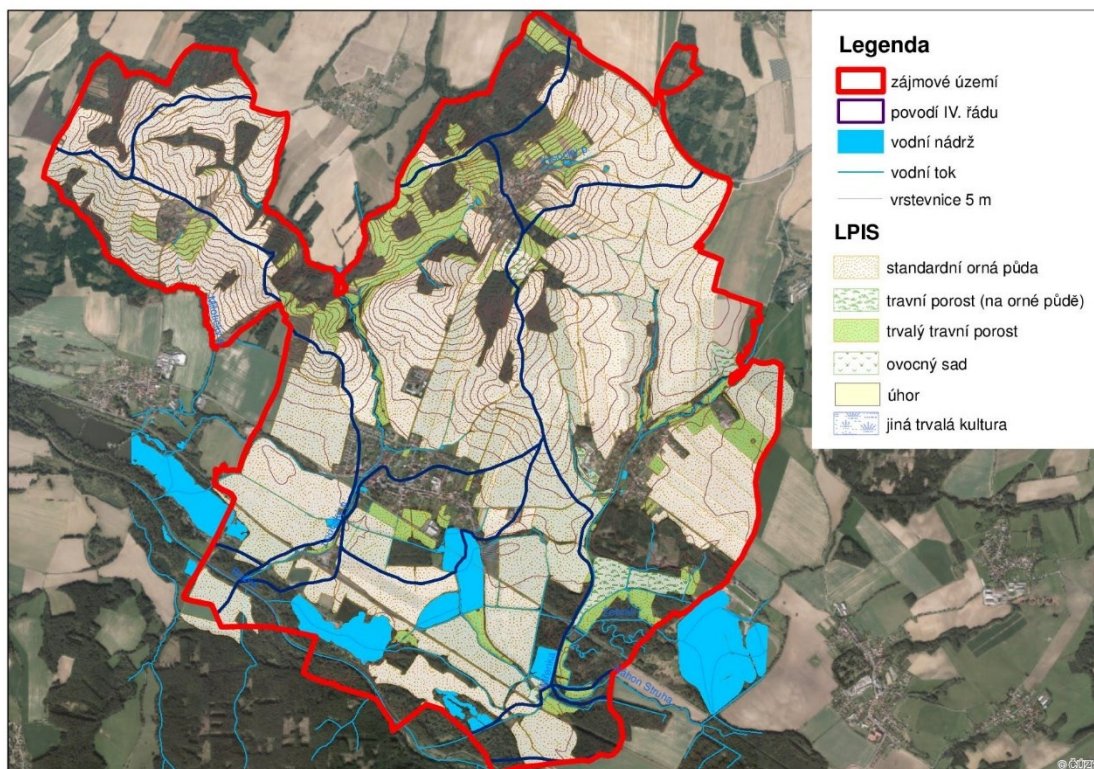
Intravilány místních částí jsou zastavěny převážně rodinnými domy na soukromých zahradách. V MČ Hustopeče bylo v minulosti zbudováno několik bytových domů a 2 panelové domy.

3.2 KRAJINNÝ POKRYV

Zájmové území se nachází z velké části v říční nivě. Řeka Bečva zde tvoří významný krajinný prvek společně s lesy a porosty převážně v jižní a východní části. Většina zájmové lokality je pokryta kulturami zemědělských plodin na orné půdě (viz obr. 10). Část plochy je trvale zatravněna, ovocné sady jsou zde zastoupeny v malé míře. Poměrně velkou část zabírají také vodní plochy rybníků a malých nádrží. Vegetační doprovod je rozmístěn podél hranic polí, silnic a vodních ploch. [13]

Tab. 1 Využití pozemků v městyji Hustopeče n./B. [13]

Druh pozemku	Plocha	Zastoupení
Orná půda	1 340,1 ha	56 %
Chmelnice	0 ha	0 %
Vinice	0 ha	0 %
Zahrady	68,7 ha	2,9 %
Sady	2,9 ha	0,1 %
Trvalé travní porosty	291 ha	12,2 %
Lesní půda	398,9 ha	16,7 %
Vodní plochy	64,9 ha	2,7 %
Zastavěné plochy	35 ha	1,5 %
Ostatní plochy	189,5 ha	7,9 %
Celková výměra k.ú.	2391 ha	100 %



Obr. 10 Mapa využití pozemků v městysi Hustopeče n./B. (zdroj: vlastní)

3.3 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Zájmová lokalita se nachází na pravém břehu řeky Bečvy, která je v oblasti nejvýznamnějším vodním tokem. Do řeky přitékají z MČ Poruba a Hustopeče pravé přítoky Mřenka a Loučský potok. Z levostranných přítoků je významná Juhyně, která se do Bečvy vlévá v Choryni nad zájmovou lokalitou. Na pravém břehu Bečvy se nachází několik jezer, která vznikla původně těžbou štěrkopísků a nyní slouží hlavně pro rekreaci a rybaření. Spolu s dalšími požárními a rybochovnými nádržemi tvoří tato jezera vodní plochu 64,9 ha. Zájmovým územím prochází rozvodnice hlavních evropských povodí Dunaje (Moravy) a Odry. Území zasahuje celkem do 11 dílčích povodí IV. řádu: [13]

Tab. 2 Dílčí povodí IV. řádu [17] – tab. pokračuje na str. 12

ČHP IV. řádu	Vodní tok	Plocha povodí [km ²]
2-01-01-057	Luha	7,249
2-01-01-061	Lhotecký potok	6,280
4-11-02-019	Bečva	3,689
4-11-02-020	Mřenka	23,524
4-11-02-021	Žebrák	5,327
4-11-02-022	Mřenka	0,682
4-11-02-023	Bečva-náhon	5,689
4-11-02-024	Loučský potok	6,777

ČHP IV. řádu	Vodní tok	Plocha povodí [km ²]
4-11-02-025	Bečva	4,474
4-11-02-026	Milotický potok-náhon	10,922
4-11-02-027	Bečva	6,021

Bečva

Řeka Bečva má svá prameniště na východním a severním úbočí vrcholu Vysoká (1024 m n. m.) ve Vsetínských vrších ve výšce okolo 920 m n. m. Odtud řeka pokračuje ve 2 ramenech. Jižněji situovaná Vsetínská Bečva dlouhá 59 km (s plochou povodí 734,1 km²) a severněji situovaná Rožnovská Bečva dlouhá 38 km (s plochou povodí 254,4 km²) se stékají ve Valašském Meziříčí. Řeka dále pokračuje v délce 61,5 km západním směrem přes naši zájmovou lokalitu (ř. km 52,850–50,542) a dále přes města Hranice, Lipník nad Bečvou, Přerov. Mezi městy Troubky a Tovačov se Bečva vlévá do řeky Moravy. Právě v této oblasti soutoku byly v roce 1997 při povodni způsobeny největší škody. [18]

Tab. 3 Průtoky na řece Bečvě [18]

Místo profilu	ř. km	Q _a [m ³ /s]	N-leté průtoky [m ³ /s]							
			1	2	5	10	20	50	100	
Teplice nad Bečvou (Bečva)	41,4	15,5	219	317	452	555	659	799	908	
Valašské Meziříčí (Rožnovská Bečva)	1,40	3,79	66,5	102	161	214	274	364	441	
Jarcová (Vsetínská Bečva)	65,2	9,39	151	201	274	333	394	479	547	

Oblast kolem Bečvy je v zájmové lokalitě převážně zalesněna, místy je využívána jako zemědělská půda. Na pravém břehu se nachází několik bývalých štěrkových jezer (známé jako „štěrkáče“), které v současnosti slouží převážně pro rekreaci. Z toho důvodu jsou přilehlé rekreační objekty a chatková oblast chráněny hrázkami na pravé straně břehu řeky. V říčním km 50,560 vede přes řeku silniční most (silnice III. třídy do Kelče; viz obr. 11). V pravé části inundace řeky vede na náspu železniční trať (Hranice – Valašské Meziříčí). [18]

Bečva je řeka, která je přirozeně štěrkonosná. Na toku dosud nebyla vybudována přehrada, avšak v současné době existují studie a stále jsou diskutovány varianty pro výstavbu vodního díla Skalička. [19]



Obr. 11 Silniční most přes Bečvu (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, IV. 2020)

Mřenka

Potok Mřenka pramení na severním úbočí Petřkovské hory (608 m n. m.) v nadmořské výšce okolo 500 m n. m. Mřenka teče západním až jihozápadním směrem přes osadu Palačov, kde se stáčí jižním směrem a pokračuje přes Porubu. Tok je v obou osadách regulován; v Porubě jsou břehy zpevněny lomovým kamenem a profil koryta má tvar lichoběžníku. Nad Porubou potok meandruje mezi zemědělskými pozemky, podél toku jsou břehové porosty. Tok pokračuje intravilánem Poruby a dále přes centrální nezastavěnou část městyse mezi lesními a zemědělskými pozemky, okolí potoka je zatravněno. Na okraji lesa Bučky ústí Mřenka do Bečvy (ř. km 53,204). Správcem vodního toku je Povodí Moravy, s. p. [18]

V intravilánu Poruby se na Mřence na ř. km 3,670 nachází mostek místní komunikace, pod ním v ř. km 3,477 a 3,465 betonové lávky, dále v ř. km 3,146 mostek místní komunikace s nadzemním vedením plynu (viz obr. 12) a dále v ř. km 3,100 silniční most (silnice Hustopeče – Poruba). Na levém břehu Mřenky je v centrální části Poruby malá betonová vodní nádrž, která původně sloužila jako koupaliště. Dále přechází přes Mřenku v ř. km 1,787 most silnice E442 a v ř. km 1,036 most železniční tratě. [18]



Obr. 12 Potok Mřenka v ř. km 3,146 (Poruba, foto M. Majkus, III/2020)

Loučský potok

Loučský potok pramení severně nad Hranickými Loučkami v lokalitě U Hájků v nadmořské výšce cca 325 m n. m. Potok protéká jihovýchodním směrem mezi zemědělskými pozemky a loukami, břehy jsou porostlé stromy a keři. Intravilánem městyse protéká potok v ř. km 2,000 – 1,410. Koryto toku je zpevněné kamennými, nebo betonovými zdmi, příčný profil má tvar obdélníku až lichoběžníku. Dále potok protéká mezi zemědělskými pozemky a ústí do Bečvy v ř. km 50,909. Správcem vodního toku je Povodí Moravy, s. p. [18]

Na potoce se v intravilánu Hustopečí nachází v ř. km 1,95 mostek (ulice J. V. Choráze), na levém břehu jsou zde 2 panelové domy a dům s pečovatelskou službou. Dále vede přes potok betonová lávka a v ř. km 1,836 mostek (konec ulice Potoční), před nímž do potoka přitéká levostranný bezejmenný přítok. V následujícím úseku v centru obce vedou přes potok 4 lávky k objektům na levém břehu, zástavba je na obou březích. V ř. km 1,545 se v blízkosti základní školy a elektrotechnické firmy (viz obr. 13) nachází most místní komunikace (ulice Školní). Potok dále pokračuje až k mostu silnice E422 (ř. km 1,41). Po

levém břehu vede silnice III. třídy do Kelče. Přes potok dále vede železniční most (ř. km 0,56) a silniční most (ř. km 0,29). [18]



Obr. 13 Loučský potok v ulici Školní v ř. km 1,545 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II/2020)

Vodní díla

Obec Hustopeče nad Bečvou má na svém území několik malých VD. Z velké části se jedná o bývalá štěrková jezera nebo rybníky. Díla plní funkce retenční, požární, rekreační a rybochovnou. [18]

Nad MČ Hustopeče (na severní hranici katastrálního území) se nachází bývalá retenční nádrž, která byla poškozena přelitím hráze při povodni v roce 2009 a je ponechána v tomto stavu do nynějších dní. Nádrž bude dále popsána v rámci pasportizace kritických míst (viz kapitola 5.1.1 – KB 6).

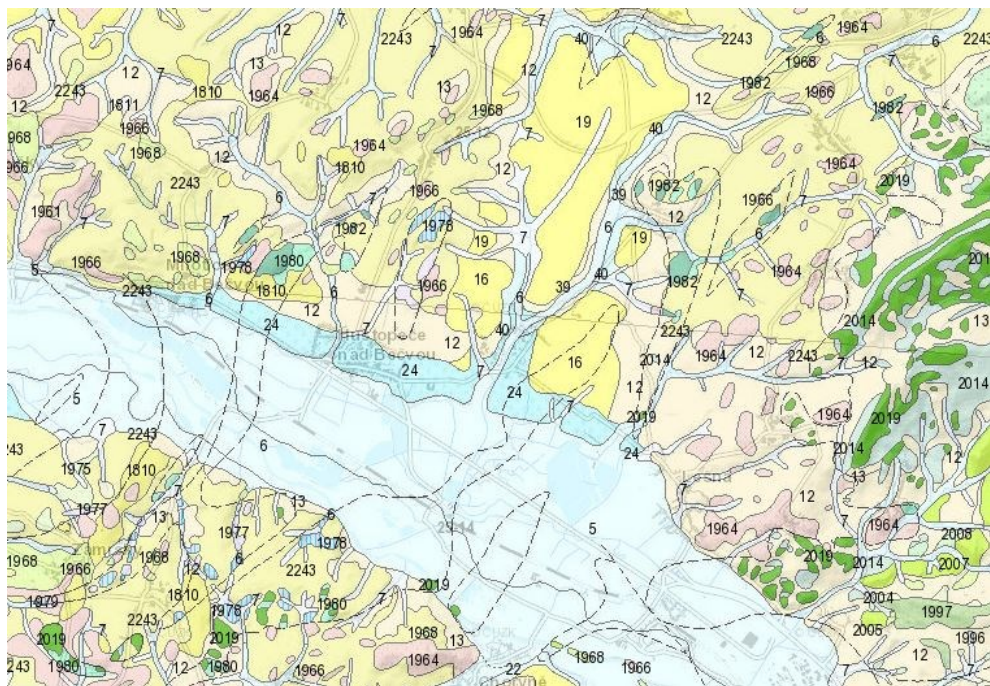
Území městyse je částečně dotčeno v rámci plánovaného VD Skalička. V současné době je záměr ve fázi zpracování několika variant studie a vykupování pozemků. [19]

3.4 GEOMORFOLOGICKÉ, GEOLOGICKÉ A PEDOLOGICKÉ POMĚRY

„Zájmové území se nachází v systému Alpsko-himalájském, v Západobeskydském podhůří, v geomorfologickém celku Podbeskydská pahorkatina podcelku Příborská pahorkatina.“ [13]

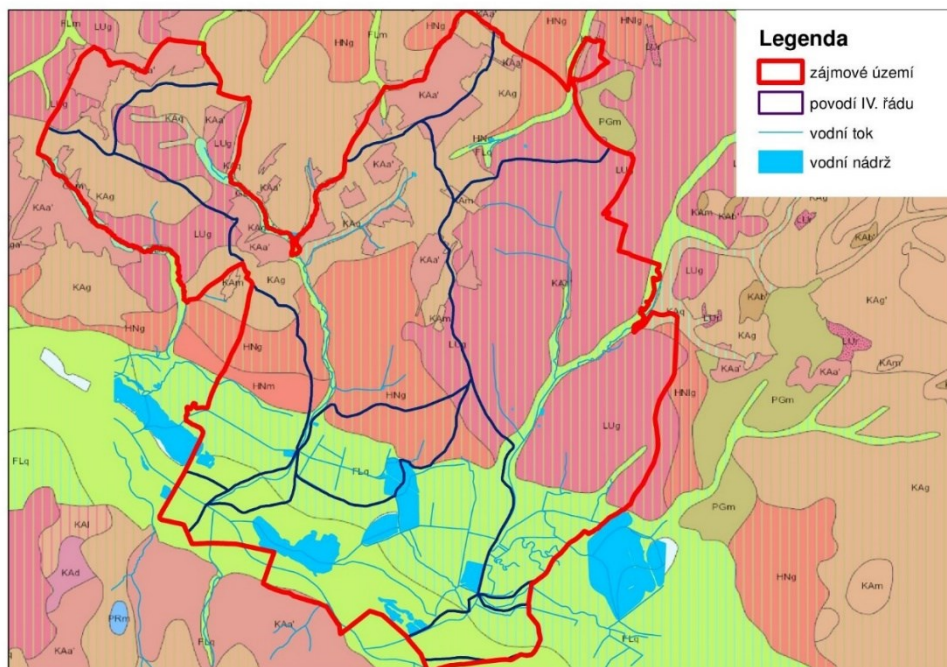
„Geologické podloží inundance řeky Bečvy je tvořeno kvarténními sedimenty (štěrky, písky), vyšší polohy terciálními pískovci a břidlicemi.“ [13]

„Z půdního hlediska je území městyse rozlišeno na fluvizem glejovou (nachází se v nivě řeky Bečvy), na niž směrem do vyšších nadmořských výšek navazuje hnědozem oglejená, luvizem oglejená a nejvýše se nachází kambizem až arenická.“ [13]



Obr. 14 Geologická mapa zájmové lokality [20]

Legenda hornin: 5 – nivní sedimenty, 7 – smíšený sediment, 12 – písčito-hlinitý až hlinito-písčítý sediment, 13 – kamenitý až hlinito-kamenitý sediment, 16 – spraš a sprašová hlína, 19 – sprašová hlína, 22 – písek, štěrk, 39 – štěrk, 40 – jíl, varvy, 1810 – pestré štěrky, písky, silty, jíly, 1964 – pískovec, slepenec, 1966 – pelity (pískovce), 1968, 1976 – jílovec, pískovec, slepenec, 1977 – jílovec, pískovec, 1979 – jílovec, 1982 – tešinit, pirit, tuf, tufit, 1991 – pískovec, jílovec, 1992 – jílovec, silicit, vápenec, 2007 – jílovec, pískovec, silicit, 2014 – jílovec, pískovec, pelosiderit



Obr. 15 Půdní mapa zájmové lokality (zdroj: vlastní)

Legenda půd: PRm – pararendzina modální, FLm – fluvizem modální, FLg – fluvizem glejová, HNm – hnědozem modální, HNg – hnědozem oglejená, LUg – luvizem oglejená, Kam – kambizem modální, KAa' – kambizem slabě oglejená, KAa – kambizem oglejená, KAa' – kambizem mesobazická

3.5 KLIMATICKÉ POMĚRY

„Z klimatického hlediska (podle Quitta, 1971) správní území náleží do mírně teplé oblasti MT 10. Tato oblast je charakteristická tím, že v ní prší zhruba ve třetině dní (32 %) roku, přičemž ve vegetačním období připadají maximálně dvě třetiny (64 %) ročního úhrnu srážek, na zimu třetina. Sněhová pokrývka se může vytvořit až v pětině (22 %) dní roku. Zamračená obloha se vyskytuje nejvýše v 41 % dní roku, jasná obloha max. ve 14 % dní.“ [13]

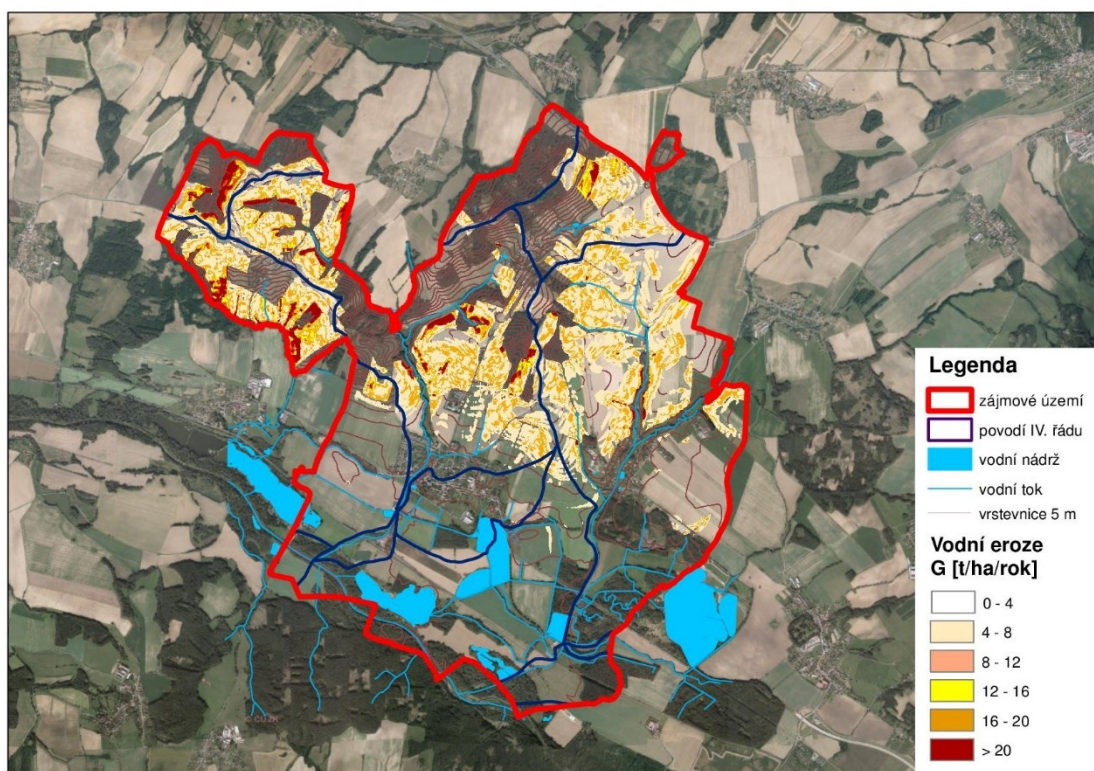
3.6 EROZNÍ POMĚRY

3.6.1 Větrná eroze

Zájmová oblast je podle mapy větrné eroze ohrožena v malé míře [21]. K občasně prašnosti v zájmové lokalitě dochází na plochách orné půdy hlavně při suchém počasí vlivem pohybu zemědělských strojů.

3.6.2 Vodní eroze

Území městyse Hustopeče nad Bečvou je ohroženo vodní erozí. Míra ohroženosti závisí na řadě faktorů (délka nepřerušného svahu, sklonitost, využití území atd.) a její výpočet je upřesněn v rámci použitých metod (viz kapitola 4.2 – USLE).



Obr. 16 Mapa potenciální dlouhodobé ztráty půdy (zdroj: vlastní)

Obecně můžeme konstatovat, že vodní erozí je ohrožená hlavně severní část lokality. V jižní části je situována říční niva a sklony svahů jsou zde velmi malé, také proto zde úroveň dlouhodobé ztráty půdy nedosahuje přes mezní hranici 4 t/ha/rok. S postupnou vyšší

nadmořskou výškou roste také míra ohrožení vodní erozí. Svahy nad intravilány MČ Hustopeče a Poruba jsou ve většině plochy využívány jako zemědělská půda. Dlouhodobá ztráta půdy v kritických oblastech přesahuje hranici 20 t/ha/rok. Z toho důvodu je nutný návrh protierozních opatření (PEO).

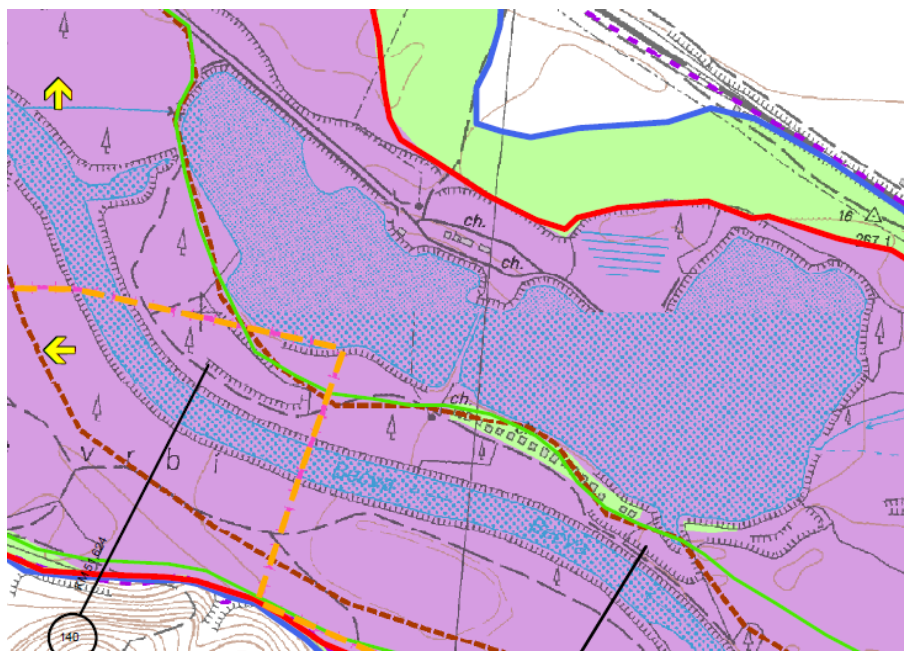
3.7 ODTOKOVÉ POMĚRY

Odtokové poměry v zájmové lokalitě vychází převážně z morfologie terénu, pedologických poměrů a krajinného pokryvu. Obecně zde dochází k odtoku vody z vyšších poloh (hlavně v severní části území) směrem k řece Bečvě. Kromě vodních toků dochází k postupné akumulaci vody při nasycení půdy také v údolnicích na zemědělských plochách. V některých úsecích byly dříve zbudovány meliorační zařízení – drenáže a svodné příkopy, jejichž funkčnost byla průběhem let snížena. [22]

Odtokové poměry jsou dále ovlivněny lokálními objekty (ploty, skládky materiálů, mosty, lávky, zemědělské areály, ...) a výjimečnými situacemi na tocích (ledové jevy, porucha VD na toku). [22]

3.7.1 Povodňová ohroženost

Hlavní tok zájmové lokality, řeka Bečva, má pro průtoky Q_5 , Q_{20} a Q_{100} vymezeno záplavové území. Toto záplavové území bylo vyhlášeno Krajským úřadem Olomouckého kraje a je platné od 31. 3. 2016. Záplavové území Bečvy nepostihuje hlavní část intravilánu městyse, ohrožené jsou však 2 chatové osady a rekreační objekty; ty se nacházejí v nevhodné pozici na pravém břehu Bečvy – mezi korytem řeky a vodními plochami šterkových jezer. Osady jsou částečně chráněny hrázkami. K jejich částečnému zatopení však podle mapy záplavového území dochází již při Q_5 . Úplné zatopení oblasti nastane při Q_{20} . Železniční trať na náspu tvoří severní hranici záplavového území Q_{100} . [22], [23]



Obr. 17 Část z mapy záplavového území Bečvy (zasazení chatové osady již při Q_5) [23]

Legenda záplavového území: zelená č. – rozliv při Q_5 , červená č. – rozliv při Q_{20} , modrá č. – rozliv při Q_{100}

Menší vodní toky nemají stanovena záplavová území. Při extrémních nebo dlouhotrvajících srážkách může dojít k vybřežení vody z koryt a v zastavěném území k zatopení několika objektů. Na Loučském potoce zasahuje rozliv na zastavěném území v úseku od ulice J. V. Choráze až k mostu přes silnici I/35 E442; ohroženy jsou hlavně rodinné domy v ulici Potoční (viz obr. 4). Níže po toku zasáhne rozliv zemědělské pozemky, případně silnici. Potok Mřenka a její přítok se nad zastavěným územím MČ Poruba rozlévají na zemědělské a zalesněné pozemky, v intravilánu jsou pak ohroženy 2 nemovitosti. V MČ Vysoká protéká Vysoký potok, který ohrožuje 1 objekt. [22]

3.7.2 Ohroženost svahovými sesuvy

Území městyse leží v karpatském flyšovém pásmu, a proto je díky charakteru podloží náchylné ke svahovým sesuvům. Nebezpečí hrozí zejména při vysokých úhrnech srážek, kdy je podloží saturováno. V zájmové lokalitě jsou Českou geologickou službou (ČGS) zmapovány 2 stabilizované sesuvy. [22]

3.7.3 Analýza časových možností

U modelové povodňové vlny je důležitým faktorem její postupová doba, tj. čas, za který průtok z horního sledovaného profilu doteče do profilu dolního. Se zvyšujícím se průtokem je postupová doba kratší až do vybřežení a rozlívání vody do inundace, poté se doba prodlužuje. [24]

Orientační postupová doba modelové povodňové vlny na toku Bečva v zájmové lokalitě je 1–3 hodiny. Loučský potok a Mřenka jsou nad intravilánem městyse velmi krátké (3 a 6 km), proto je odhadovaná postupová doba od spadnutí srážek v povodí v řádu desítek minut až 2 hodiny. Nástup povodňové vlny bude při přívalových srážkách velmi rychlý. [24]

4 POUŽITÉ METODY A PROGRAMY

Pro zpracování analýzy zájmové lokality a pro návrh vhodných vodohospodářských opatření byly využity následující výpočtové metody a dostupné školní verze programů ArcMap (ArcGIS), DesQ, LS converter aj. Pro následné tabelární zpracování výsledků byl využit editor MS Excel.

Veškeré podklady pro výpočty byly pro tuto práci poskytnuty v rámci výuky předmětu BS007 Projekt vodního hospodářství krajiny.

4.1 METODA ČÍSEL ODTOKOVÝCH KŘIVEK – CN

Jedná se o nepřímou metodu založenou na znalosti charakteristiky povodí, která byla odvozena v USA pro potřeby Služby na ochranu půdy (Soil Conservation Service) v 70. letech 20. století. Metoda je poměrně jednoduchá a přesná a ve výsledku dokáže stanovit objem přímého odtoku a kulminační průtok pro návrhový přívalový déšť v povodí s plochou do 10 km². Tyto výstupy jsou poté klíčovým podkladem pro návrh a dimenzování technických ochranných opatření. [3]

Základním vstupem je srážkový úhrn návrhového deště zvolené doby opakování za předpokladu jeho rovnoměrného rozdělení v ploše povodí. Objem (výška) tohoto deště je pomocí čísel odtokových křivek – CN (courve number) transformován na objem (výšku) přímého odtoku. Z toho vyplývá, že čím vyšší je číslo CN, tím vyšší procento srážky odeče, tj. maximální 100 % odtok srážky odpovídá číslu CN 100. Hodnoty čísel jsou závislé na vegetačním pokryvu, hydrologických vlastnostech půd, velikosti nepropustných ploch, intercepci a povrchové retenci. [3]

Stanovení CN čísel probíhá v zásadě podle [3]:

- 1) hydrologických vlastností půd – hydrologické skupiny A, B, C, D
- 2) vlhkosti půdy určované na základě 5–denního úhrnu předcházejících srážek, tzv. index předchozích srážek (IPS) – kategorie IPS I, IPS II a IPS III:
 - IPS I – minimální obsah vody pro uspokojivou orbu a obdělávání
 - IPS II – střední hodnota nasycení
 - IPS III – přesycená půda z předchozích dešťů
- 3) využití půdy, vegetačního pokryvu, způsobu obdělávání a uplatnění protierozních opatření

V případě této práce bylo využito průměrných hodnot čísel CN pro střední nasycenost IPS II dle tab. 2.3 z metodiky PEO [3].

4.2 USLE (UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION)

Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy byla formulována v roce 1978 v rámci ministerstva zemědělství USA. Tento výpočtový vztah uvedli na základě dlouhodobého měření statistici Wischmeier a Smith. Měření probíhalo na standardních elementárních odtokových plochách o délce 22,13 m a sklonu 9 %. Po každém přívalovém dešti byl povrch pozemků mechanicky kypřen ve směru sklonu jako úhor bez vegetace. Výsledkem je hodnota přípustné ztráty půdy, kterou dále použijeme ke stanovení míry erozní ohroženosti. [3]

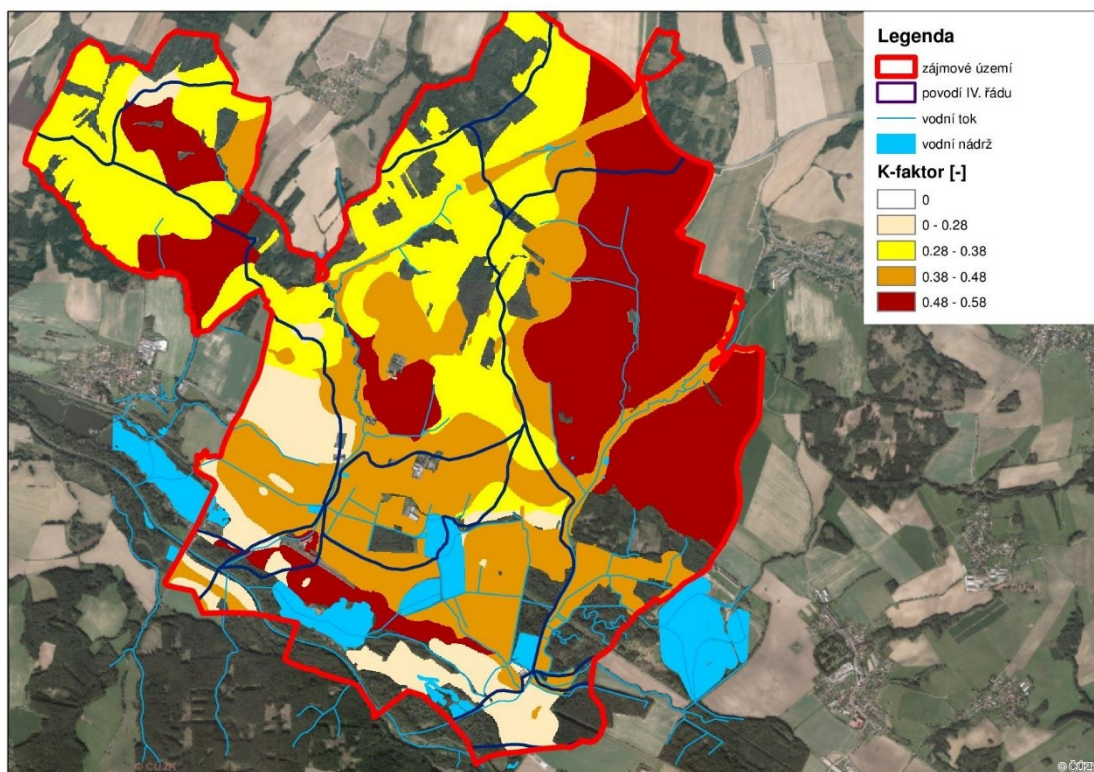
Dlouhodobá ztráta půdy se podle rovnice USLE stanoví následujícím vztahem [3],[4]:

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

- G ... dlouhodobá průměrná ztráta půdy [t/ha/rok]
- R ... faktor erozní účinnosti dešťů, vyjádřený v závislosti na kinetické energii, úhrnu a intenzitě erozně nebezpečných dešťů [MJ/(ha·cm)/h]
- K ... faktor erodovatelnosti půdy, vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty v ornici a propustnosti půdního profilu [t/(ha·h·ha)/MJ/cm]
- L ... faktor délky svahu, vyjadřující vliv neporušené délky svahu na velikost ztráty půdy erozí [-]
- S ... faktor sklonu svahu, vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí [-]
- C ... faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu, vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice [-]
- P ... faktor účinnosti protierozních opatření [-]

Pro stanovení jednotlivých faktorů pro tuto práci bylo použito standardních postupů dle metodiky [3]. Faktor R je uvažován jako konstanta 40 MJ/(ha·cm)/h. Faktor K byl stanoven z vrstvy BPEJ, faktor C z vrstvy LPIS. Topografický faktor LS byl vygenerován jako rastrová vrstva. Faktor P byl uvažován jako konstanta 1.

4.2.1 Faktor erodovatelnosti půdy (K)

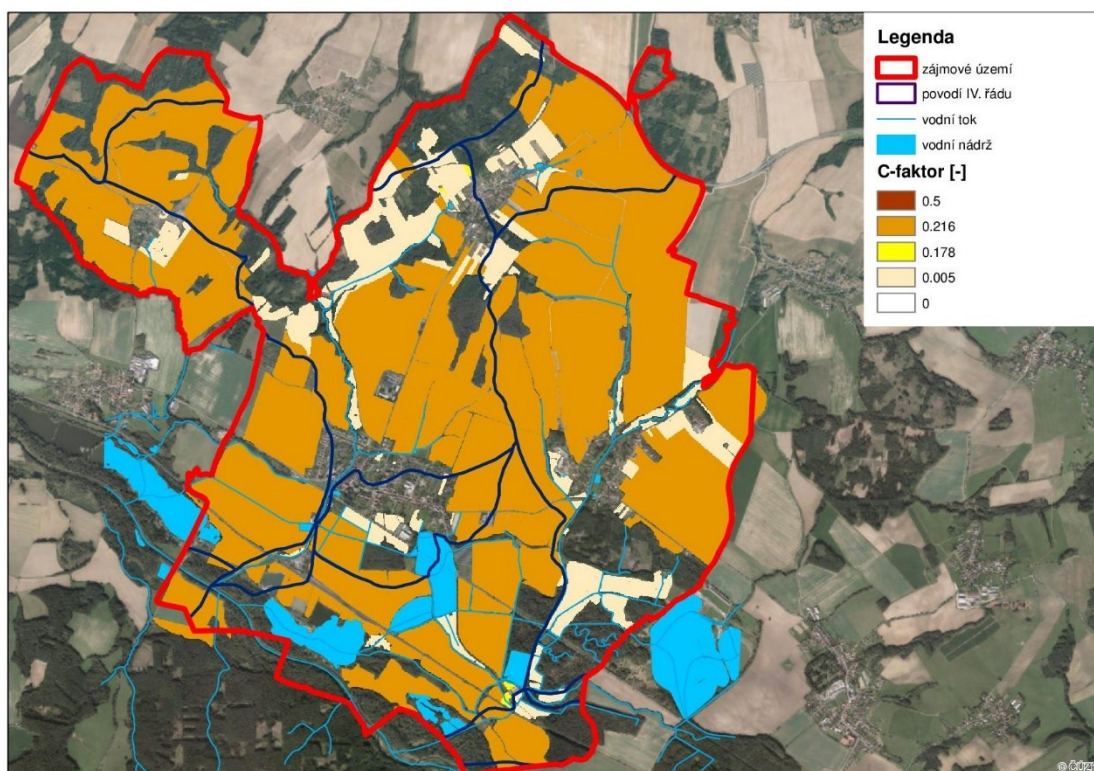


Obr. 18 Mapa K-faktoru (zdroj: vlastní)

4.2.2 Faktor ochranného vlivu vegetace (C)

Tab. 4 Průměrné hodnoty C-faktoru dle klimatického regionu [27]

klimatický region	C faktor pro TTP	C faktor pro ornou půdu	C faktor pro ostatní plochy ZPF
0	0,005	0,291	0,307
1	0,005	0,278	0,286
2	0,005	0,266	0,264
3	0,005	0,254	0,243
4	0,005	0,241	0,221
5	0,005	0,229	0,199
6	0,005	0,216	0,178
7	0,005	0,204	0,156
8	0,005	0,192	0,135
9	0,005	0,179	0,113



Obr. 19 Mapa C-faktoru (zdroj: vlastní)

4.3 ARCGIS–ARCMAP

ArcGIS je geografický informační systém, který vyvinula americká společnost ESRI (Environmental Systems Research Institute). Z celé řady aplikací, které ArcGIS obsahuje, byla pro práci s geografickými daty použita aplikace ArcMap (AM) ve verzi 10.4. [25]

AM pracuje s vektorovými daty (body, linie, polygony, ...) a vytváří z nich vlastní datový formát *Shapefile* (*.shp). Dále AM pracuje s rastrovými daty (mapy, obrázky). Důležité pro správnou funkci a zobrazení všech vrstev je správné nastavení souřadnicového systému. V našem případě bylo použito standardně souřadného systému S-JTSK Krovak EastNorth (Systém Jednotné Trigonometrické Sítě Katastrální vycházející z Křovákova zobrazení). Pro práci v AM můžeme přidávat data nebo si vytvořit nová. Aplikace nám poskytuje širokou paletu nástrojů pro analýzu, úpravu a vizualizaci vybrané lokality. Pro tuto práci byly použity nástroje převážně z kategorie *Spatial Analyst*. [25]

4.3.1 Digitální model terénu

Digitální model terénu (DMT) je jedním z nejdůležitějších podkladů pro práci s geografickými daty. Model věrně kopíruje skutečný zemský povrch; vychází ze skutečných naměřených dat a interpolačně dotváří zbylá data. V AM byl nejprve vygenerován funkcí *Topo to Raster* s krokem 5x5 základní DMT, kde jsou vstupními podklady shapefilové vrstvy hlavních vrstevnic, vodních toků, vodních nádrží a hranice zájmového území. Dále byl tento základní DMT s pomocí funkce *Fill* vyhlazen do přesnější, hydrologicky vhodnější podoby. Výsledný model byl použit jako základní podklad pro analýzu zájmové lokality.

4.3.2 Směry a akumulace odtoku

Ke stanovení směru proudění vody v povodí bylo nejprve nutné stanovit směry odtoku. S využitím vyhlazeného DMT a funkce *Flow Direction* byla vytvořena nová vrstva, popisující směry odtoku. Funkce vyhledává v jednotlivých buňkách modelu buňky sousední, kde je nejvyšší výškový pokles a voda by touto cestou nejpřirozeněji odtékala.

S využitím směrů odtoku jako podkladní vrstvy byla vygenerována funkcí *Flow Accumulation* vrstva akumulace odtoku. Výsledný rastr slouží k určení DSO. Vyhodnocení jednotlivých DSO na orné půdě a jejich střet s hranicí intravilánu a následné vymezení kritických bodů patří mezi hlavní cíle této práce.

4.4 DESQ–MAXQ

Výstižná definice programu DesQ–MaxQ je citována z oficiální webové stránky: „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 přívalovými dešti a výpočet ovlivnění maximálních průtoků a objemů povodňových vln změnou charakteristik povodí.“ [26]

Část naměřených a vypočítaných dat z AM byla využita jako podklad pro výpočet v DesQ–MaxQ. V rámci této bakalářské práce bylo nutné zjistit maximální průtoky a objemy povodňových vln, které vznikají ve vyšetřovaných KB. Podkladními daty pro výpočet v DesQ–MaxQ jsou:

- délka údolnice [km]
- sklon údolnice [%]
- srážkové úhrny pro danou lokalitu [mm]
- plocha svahů [km²]
- sklon svahu [%]
- drsnost svahu (8)
- typ CN křivky (II)
- číslo CN křivky [-]

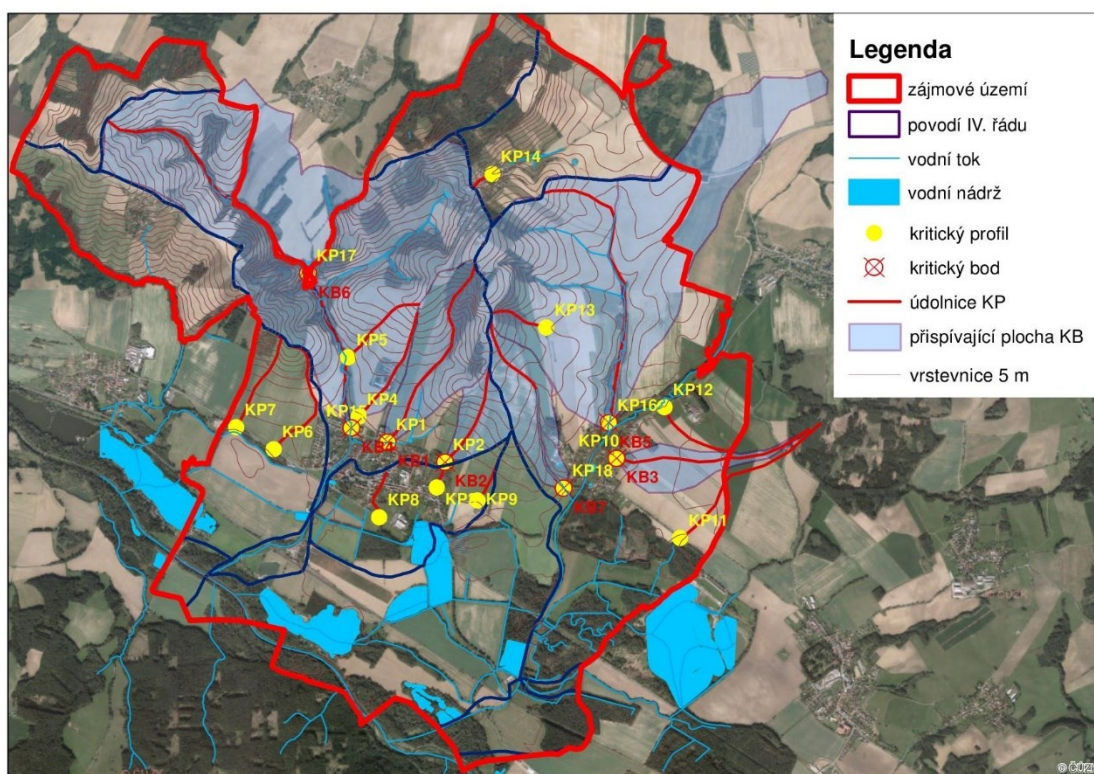
Srážková data byla použita podle nejbližší srážkoměrné stanice ve Valašském Meziříčí (O3VALM01) pro maximální 1denní srážkové úhrny s dobou opakování $N = 5, 10, 20, 50$ a 100 let. Při výpočtu metodou Dva svahy bylo počítáno s přispívajícími plochami (povodími) KB, které byly rozděleny údolnicemi na levé a pravé svahy. Výstupem programu jsou kromě tabelovaných hodnot také grafy N -letých povodňových vln pro jednotlivé KB.

5 VÝSLEDKY PRÁCE – NÁVRH OPATŘENÍ

5.1 KRITICKÉ PROFILY

Kritický profil (KP) je místo, kde hrozí vniknutí akumulované vody na zastavěné území a tím pádem ohrožení jeho části. Tato místa by měla mít dostatečně kapacitní záchytná opatření (propustky, příkopy, vpusti, ...), která tuto vodu zachytí a bezpečně převedou na vhodnější místo.

V zájmové lokalitě bylo stanoveno 17 profilů, ve kterých hrozí potenciální nebezpečí vniknutí akumulované vody na zastavěné území, nebo komunikace. Při počátečním průzkumu terénu bylo zvaženo zařazení dalšího profilu v místě retenční nádrže nad MČ Hustopeče, která byla poškozena při povodni v roce 2009 a takto přispěla k nárůstu povodňového průtoku. Celkem bylo tedy identifikováno 18 KP.



Obr. 20 Poloha KP a KB (zdroj: vlastní)

Tab. 5 KP a KB na území městyse Hustopeče n./B. (zdroj: vlastní) – tab. pokračuje na str. 24

KP	KB	Místní část, lokalita	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	CN _{II}	P _{p,r}	H _{m,r}
[-]	[-]	[-]	A [km ²]	I _p [%]	ORP [%]	F [-]	[-]	[-]	[-]
1	1	Hustopeče, Dílce	0.78	8.43	76.67	7.90	83.78	0.08	0.35
2	2	Hustopeče, Draha	0.26	5.37	84.69	2.87	88.82	0.03	0.35
3	-	Hustopeče, Východ	0.04	1.35	7.92	0.09	86.39	0.00	0.35
4	-	Hustopeče, k salaši	0.17	4.29	53.01	1.26	79.43	0.02	0.35
5	-	Hustopeče, k salaši 2	0.12	7.04	100.00	1.54	89.00	0.01	0.35
6	-	Hustopeče, k Miloticím	0.22	4.13	91.83	2.55	86.04	0.02	0.35

KP	KB	Místní část, lokalita	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	CNII	P _{p,r}	H _{m,r}
[-]	[-]	[-]	A [km ²]	I _p [%]	ORP [%]	F [-]	[-]	[-]	[-]
7	-	Hustopeče, k Miloticím 2	0.17	8.33	51.19	1.23	79.82	0.02	0.35
8	-	Hustopeče, Pod Humny	0.02	2.84	0.00	0.03	81.53	0.00	0.35
9	-	Hustopeče, farma Vahala	0.03	1.68	99.22	0.39	87.95	0.00	0.35
10	3	Poruba, u hřiště	0.32	1.42	78.51	3.21	85.15	0.03	0.35
11	-	Poruba, samota	0.51	2.19	21.47	1.88	77.01	0.05	0.35
12	-	Poruba, farma Zdeňka	0.10	2.29	56.93	0.74	84.22	0.01	0.35
13	-	Poruba, pod Carvaškou	0.15	9.24	42.60	0.96	75.37	0.02	0.35
14	-	Vysoká, střed	0.13	8.78	3.95	0.30	84.06	0.01	0.35
15	4	Loučský potok v HnB	4.67	10.45	54.66	36.19	79.86	0.47	0.35
16	5	přítok Mřenky v Porubě	3.61	4.98	85.96	39.18	80.38	0.36	0.35
17	6	Hustopeče, ret. nádrž	2.35	11.92	40.00	14.83	84.68	0.23	0.35
18	7	Poruba, pod mlýnem	0.47	5.09	72.46	4.45	83.33	0.05	0.35

Identifikace kritických míst byla provedena na základě metodického návodu [28]. Odtokové dráhy akumulované vody byly vygenerovány v programu AM; DMT zde byl vytvořen s gridem 5x5 (25 m²), dále pak vycházíme z ploch povodí 5 ha (3 ha); výsledná hodnota akumulace je tedy 2 000 (1 200). V místech, kde odtokové linie akumulace vnikají na zastavěné území nebo na komunikace, byly stanoveny KP. Následně byly pro KP vykresleny přispívající plochy (povodí) a stanoveny jejich charakteristiky.

Dle metodiky jsou pro identifikaci KB klíčová 4 kombinovaná kritéria [28]:

- **Kritérium K₁** vyplývá z velikosti přispívající plochy KP a označuje jej jako KB při překročení hranice 0,3 km² do rozmezí 10 km².
- **Kritérium K₂** zohledňuje průměrný sklon přispívající plochy a má jako okrajovou podmínku minimální hodnotu 3,5 %.
- **Kritérium K₃** zohledňuje podíl plochy orné půdy k celkové ploše povodí, přičemž spodní hranice je 40 %.
- **Kritérium K₄** vychází z hodnoty ukazatele kritických podmínek vzniku negativních projevů z přívalových srážek F :

$$F = P_{p,r} \cdot H_{m,r} \cdot (a_1 \cdot I_p + a_2 \cdot ORP + a_3 \cdot CNII),$$

kde F – ukazatel kritických podmínek [-],
 a – vektor vah [1,48876; 3,09204; 0,467171],
 $P_{p,r}$ – relativní hodnota velikosti přispívající plochy (vzhledem k max. 10 km²) [-],
 I_p – hodnota průměrného sklonu přispívající plochy [%],
 ORP – podíl plochy orné půdy [%],
 $CNII$ – hodnoty CNII pro území ČR,
 $H_{m,r}$ – relativní hodnota úhnu jednodenních srážek s dobou opakování 100 let pro území ČR (vzhledem k max. 285,7 mm) [-].

Obr. 21 ukazatel F [28]

Výsledek prvotní identifikace kritických míst v městysi Hustopeče nad Bečvou je shrnut v tab. 2; červeně jsou zde vyznačena kritéria K₁–K₄, která podmiňují označení KB.

5.1.1 Pasportizace KB a KP

Po prvotním stanovení KP a jejich klasifikaci dle metodiky [28] byla jednotlivá místa navštívena, prozkoumána a byla pořízena fotodokumentace. V rámci pasportizace jsou jednotlivé KP a KB popsány, zhodnoceny a jsou doporučena vhodná opatření.

KB 1 (KP 1)

Kritický bod (profil) č. 1 se nachází na severní hranici intravilánu v katastrálním území (k.ú.) Hustopeče nad Bečvou v ulici Dílce. Profil je situován v patě mírného svahu, přispívající plocha bodu má velikost 78,35 ha a její údolnice je dlouhá 1 807 m. Přispívající plocha je z velké části využívána jako zemědělská půda, v severní části je zalesněna. Část povrchového odtoku je zachycena ve svodném příkopu (viz obr. 23), který vede po svahu v pravé části přispívající plochy. Údolnice ve spodní části ústí do záchytného příkopu (obr. 24), který je na svém konci opatřen vpustí (obr. 25) do zatrubněného vodního toku. Tok dále pokračuje v otevřeném korytě, poté prochází propustkem pod místní komunikací a následně v ulici Na Hrázi tvoří levý přítok Loučského potoka.

V potenciálním ohrožení je několik bytových a rodinných domů včetně jedné novostavby. Maximální průtok byl pro KB 1 stanoven na 11,50 m³/s.

Doporučení pro KB 1: Návrh organizačních, agrotechnických a technických opatření v přispívající ploše.

Tab. 6 Přispívající plocha KP 1

Kritický bod č. 1		
<i>Hustopeče, Dílce</i>		
Vodní eroze		
průměrný smyv	8.21	t/ha/rok
celkový smyv	479.98	t/rok
Sklon		
průměrný	8.43	%
Nadmořská výška		
nejnižší bod	273.50	m n. m.
nejvyšší bod	350.03	m n. m.
průměrná	306.36	m n. m.
Maximální průtok Q_{100}	11.50	m³/s
Geologické jednotky		
písčité a hlinitý sediment, pelit (pískovec)		
Hlavní půdní jednotky		
hnědozem oglejená		



Obr. 22 Přispívající plocha KB 1 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)



Obr. 23 Svodný příkop v pravé části svahu (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)



Obr. 24 Záchytný příkop v KB 1 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, III. 2020)



Obr. 25 Vpust na konci záchytného příkopu (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)

KB 2 (KP 2)

Kritický bod (profil) č. 2 se nachází na severovýchodní hranici intravilánu v k.ú. Hustopeče n./B. v ulici Draha. Profil leží v patě mírného svahu, který je využit jako zemědělská půda. Svah je v horní části přispívající plochy rozdělen liniovým opatřením – protierozní mezí s vegetací (obr. 26). V patě svahu byl zbudován záchytný příkop (viz obr. 28), který odvádí zachycenou vodu do zatrubněného úseku.

V místě KB 2 byl postaven rodinný dům, v potenciálním ohrožení je dále několik dalších rodinných domů a přilehlých zahrad. Maximální průtok v KB 2 byl stanoven na 5,19 m³/s.

Doporučení pro KB 2: SDSO; návrh agrotechnických a technických opatření v přispívající ploše.

Tab. 7 Přispívající plocha KP 2

Kritický bod č. 2		
<i>Hustopeče, Draha</i>		
Vodní eroze		
průměrný smyv	5.56	t/ha/rok
celkový smyv	140.62	t/rok
Sklon		
průměrný	5.37	%
Nadmořská výška		
nejnižší bod	275.98	m n. m.
nejvyšší bod	316.72	m n. m.
průměrná	294.14	m n. m.
Maximální průtok Q_{100}	5.19	m³/s
Geologické jednotky		
písčité a hlinitý sediment, spraš, pelit		
Hlavní půdní jednotky		
hnědozem oglejená, luvizem oglejená		



Obr. 26 Protierožní mez v horní části přispívající plochy KB 2 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)



Obr. 27 Přispívající plocha KP 2 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)



Obr. 28 Záchytný příkop v KB 2, vtok do zatrubněné části (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)

KP 3

Kritický profil č. 3 se nachází při východní hranici intravilánu v k.ú. Hustopeče n./B. v ulici Polní (viz obr. 29). Přispívající plocha profilu má velikost 3,68 ha a je z velké části v intravilánu, levá část je na orné půdě.

V potenciálním ohrožení jsou při přívalovém dešti 2 rodinné domy a přilehlé zahrady. K přítoku vody zde dochází ze severní a východní části přispívající plochy. Všechna kombinační kritéria profilu jsou velmi nízká, proto jej označujeme jako poměrně bezpečný.

Doporučení pro KP 3: Návrh záchytného průlehu v levé části přispívající plochy.



Obr. 29 KP 3 v ulici Polní [29]

KP 4

Kritický profil č. 4 se nachází v severní části intravilánu v k.ú. Hustopeče n./B. Místní komunikace „k salaši“ je zde potenciálně ohrožena srážkovou vodou z údolnice severovýchodního svahu. Přispívající plocha profilu má velikost 17,46 ha a postihuje zemědělskou půdu, zemědělský areál i silnici z MČ Hustopeče do MČ Vysoká. Podél ohrožené komunikace vede záchytný příkop. V KP 4 byl pod komunikací zbudován propustek (viz obr. 31), který srážkovou vodu ze záchytného příkopu odvádí do svodného průlehu (viz obr. 32) a následně do Loučského potoka.

Doporučení pro KP 4: Údržba propustku a svodného průlehu; SDSO; návrh agrotechnických a technických opatření v přispívající ploše.



Obr. 30 Přispívající plocha KP 4 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)



Obr. 31 Propustek pod komunikací v KP 4 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)



Obr. 32 Svodný průleh v KP 4 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)

KP 5

Kritický profil č. 5 se nachází v severní části intravilánu v k.ú. Hustopeče n./B. poblíž KP 4 dále na komunikaci „k salaši“. Srážková voda z východního svahu v tomto místě ohrožuje komunikaci. Přispívající plocha profilu má velikost 12,19 ha a je celá využita jako zemědělská půda. Podél komunikace vede záchytný příkop (viz obr. 33). V KP 4 byl zbudován pod komunikací propustek (viz obr. 34), který srážkovou vodu z příkopu převede do blízkého Loučského potoka.

V přispívající ploše jsou patrné rozsáhlé projevy vodní eroze; podle mapy erozních poměrů (viz obr. 16) je tato lokalita nejvíce degradována.

Doporučení pro KP 5: Údržba propustku; opevnění vtoku do koryta Loučského potoka; návrh agrotechnických a technických opatření v přispívající ploše.



Obr. 33 Přispívající plocha a záchytný příkop KP 5 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, IV. 2020)



Obr. 34 Vtok do propustku v KP 5 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, IV. 2020)



Obr. 35 Výstř propustku KP 5 do Loučského potoka (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, IV. 2020)

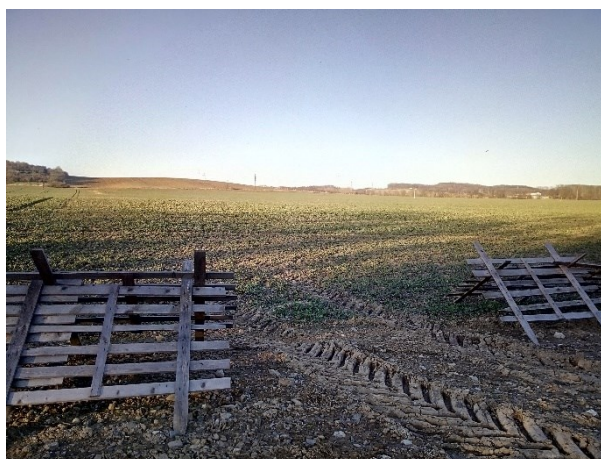
KP 6, KP 7

Kritické profily č. 6 a 7 se nachází v západní části při hranici k.ú. Hustopeče n./B. v těsné blízkosti silnice I/35 E442 v patě svahu. Přispívající plocha KP 6 má velikost 22,06 ha, pro KP 7 byla stanovena přispívající plocha 16,90 ha. Přispívající plochy jsou téměř zcela využívány jako zemědělská půda. Odvodnění kritických profilů je vyřešeno v rámci nově zbudované cyklostezky Hustopeče n./B.–Milotice n./B., která vede podél silnice na náspu (viz obr. 36). Odtékající voda z polí je zachycena v příkopu podél cyklostezky a propustky (viz obr. 38, 39 a 40) dále odtéká pod komunikacemi do bezejmenného toku na jižní straně od silnice.

Doporučení pro KP 6 a 7: Stabilizace DSO; návrh průlehů v přispívající ploše.



Obr. 36 Pohled na cyklostezku na náspu podél silnice I/35 E442 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)



Obr. 37 Svah nad KP 6 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)



Obr. 38 Propustek pod cyklostezkou v KP 6 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, III. 2020)



Obr. 39 Záchytný příkop a propustek pod silnicí I/35 E442 v KP 6 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, III. 2020)



Obr. 40 Propustek pod cyklostezkou v KP 7 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, III. 2020)

KP 8

Kritický profil č. 8 se nachází v jižní části intravilánu v k.ú. Hustopeče n./B. na silnici I/35 E442. Lokalita se nachází v blízkosti firmy Váhala (viz obr. 41). Přispívající plocha profilu má velikost 2,31 ha a je z velké části na zatravněné ploše a intravilánu. Srážková voda odtéká jižním směrem ve svodném příkopu (viz obr. 42) a je dále svedena záchytným příkopem podél silnice k propustku. Kritéria kritického profilu jsou velmi nízká, označujeme jej jako bezpečný.

Doporučení pro KP 8: Údržba svodného příkopu.



Obr. 41 Firma Váhala v blízkosti KP 8 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, IV. 2020)



Obr. 42 Zarostlý svodný příkop (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, IV. 2020)

KP 9

Kritický profil č. 9 se nachází ve východní části k.ú. Hustopeče n./B. Odtékající voda z údolnice severního svahu zde potenciálně ohrožuje místní komunikaci z MČ Hustopeče do MČ Poruba. V těsné blízkosti KP pod komunikací byl zbudován zemědělský areál – farma Vahala. Přispívající plocha KP má velikost 3,19 ha a je celá využita jako zemědělská půda. Údolnice je zakončena v záchytném příkopu, který vede podél komunikace (viz obr. 44). Akumulovaná voda je z příkopu odvedena pod komunikací propustkem (viz obr. 45) do svodného průlehu, který ji dále odvádí do vodní nádrže v MČ Hustopeče.

Doporučení pro KP 9: SDSO; agrotechnická a technická opatření v přispívající ploše.



Obr. 43 Přispívající plocha KP 9 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)



Obr. 44 Záchytný příkop podél komunikace (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)



Obr. 45 Pohled do propustku (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)

KB 3 (KP 10)

Kritický bod č. 3 se nachází v k.ú. Poruba nad Bečvou ve středu MČ Poruba. K soustředěnému odtoku dešťových vod zde dochází v údolnici mírného východního svahu. Přispívající plocha KB má velikost 32,28 ha a je z velké části využívána jako zemědělská půda. V horní části přispívající plochy je území zalesněno, v dolní části je úsek zatravněn.

Soustředěně odtékající voda je nad místní komunikací zadržena v záchytném příkopu a dále propustkem (viz obr. 47) odvedena pod komunikací. Propustek je na druhé straně zaústěn do zatrubněného úseku délky cca 175 m, který srážkové vody odvádí do potoku Mřenka. Maximální průtok pro KB 3 byl stanoven na 5,19 m³/s.

V současné době je v místě KB 3 plánována rekonstrukce místní asfaltové komunikace a novostavba chodníku. Stavební práce byly zahájeny 25. 5. 2020.

Doporučení pro KP 3: Zkapacitnění záchytného příkopu; údržba propustku a zatrubněného úseku; návrh průlehu v přispívající ploše.

Tab. 8 Přispívající plocha KB 3

Kritický bod č. 3		
<i>Poruba, u hřiště</i>		
Vodní eroze		
průměrný smyv	5.56	t/ha/rok
celkový smyv	140.62	t/rok
Sklon		
průměrný	5.37	%
Nadmořská výška		
nejnižší bod	275.98	m n. m.
nejvyšší bod	316.72	m n. m.
průměrná	294.14	m n. m.
Maximální průtok Q_{100}	5.19	m³/s
Geologické jednotky		
spraš, písčité a šterkovité sedimenty		
Hlavní půdní jednotky		
luzem oglejená, hnědozem oglejená		



Obr. 46 Přispívající plocha KB 3 (Poruba, foto M. Majkus, II. 2020)



Obr. 47 Vtok do propustku ze záchytného příkopu v KB 3 (Poruba, foto M. Majkus, II. 2020)

KP 11

Kritický profil č. 11 se nachází v k.ú. Poruba n./B. asi 0,7 km východně od MČ Poruba na místní komunikaci z Poruby do Lešné. Komunikace na nízkém náspu zde ukončuje mírný svah a KP 11 leží v jeho údolnici. Přispívající plocha má velikost 51,02 ha a je z velké části využívána jako zemědělská půda. Akumulovaná dešťová voda je z údolnice převáděna propustkem (viz obr. 49) pod komunikací a dále po louce (viz obr. 50) do vodního toku. V blízkosti KP, těsně pod komunikací, stojí rodinný dům.

Doporučení pro KP 11: SDSO; agrotechnická opatření v přispívající ploše a pod komunikací na odtokové straně.



Obr. 48 Přispívající plocha KP 11 (Poruba, foto M. Majkus, II. 2020)



Obr. 49 Vtok do propustku v KP 11 (Poruba, foto M. Majkus, II. 2020)



Obr. 50 Výtok z propustku na louku (Poruba, foto M. Majkus, II. 2020)

KP 12

Kritický profil č. 12 se nachází v severní části intravilánu v k.ú. Poruba n./B. na místní komunikaci mezi MČ Poruba a areálem farmy Zdeňka. Srážková voda zde přitéká v údolnici mírného východního svahu. K ochraně komunikace byl v místě profilu zbudován záchytný příkop (viz obr. 52) a k odvodu vody pod komunikací propustek, který je těsně pod komunikací zaústěn do potoka Mřenka (viz obr. 53). Přispívající plocha KP má velikost 9,67 ha a je využívána z většiny jako zemědělská půda, částečně je zatravněna.

Doporučení pro KP 12: Zkapacitnění záchytného příkopu; údržba propustku; organizační a technická opatření v přispívající ploše.



Obr. 51 Přispívající plocha KP 12 (Poruba, foto M. Majkus, II. 2020)



Obr. 52 Záchytný příkop a propustek KP 12 (Poruba, foto M. Majkus, II. 2020)



Obr. 53 Výtok z propustku do Mřenky (Poruba, foto M. Majkus, II. 2020)

KP 13

Kritický profil č. 13 se nachází v severní části k.ú. Poruba n./B. cca 1 km od MČ Poruba na polní cestě vedoucí do MČ Vysoká. K povrchovému odtoku zde dochází v údolnici jihovýchodního svahu kopce Carvaška. Přispívající plocha KP má velikost 15,16 ha a je využita jako orná půda a lesní porost.

Údolnice je v místě KP rozdělena polní cestou (viz obr. 55) a dále pokračuje východním směrem, kde nakonec ústí do bezejmenného pravého přítoku Mřenky. V ose údolnice bylo v minulosti zbudováno meliorační zařízení – podzemní drenáž (viz obr. 54). V dolním úseku údolnice je na soukromém pozemku navržen mokřad (soustava tůní), který bude využívat drenáž jako zdroj vody.

Polní cesta v místě KP nemá takřka žádná ochranná opatření, při vydatnějších srážkách stojí voda na povrchu cesty.

Doporučení pro KP 13: Návrh propustku a záchytných příkopů; případná oprava melioračního zařízení; organizační a agrotechnická opatření.



Obr. 54 Přispívající plocha KP 13 (Poruba, foto M. Majkus, II. 2020)



Obr. 55 Polní cesta v místě KP 13 (Poruba, foto M. Majkus, II. 2020)

KP 14

Kritický profil č. 14 se nachází v intravilánu v k.ú. Vysoká u Hustopečí nad Bečvou (viz obr. 56). Přispívající plocha KP má velikost 13,36 ha a postihuje z velké části intravilán, dále pak zatravněné a zalesněné plochy. Hlavní odtoková dráha kopíruje trasu místní komunikace, a v dolní části je zaústěna do Vysockého potoka. Vedlejší dráhy akumulace začínají na severním a jižním svahu nad středem obce. Horní části svahů jsou zatravněné, případně zalesněné. Kombinační kritéria KP jsou nízká, výjimkou je kritérium sklonu K_2 , které má vysokou hodnotu 8,78 %. KP 14 je ve výsledku zabezpečený.

Doporučení pro KP 14: Agrotechnická opatření v pravé části přispívající plochy.



Obr. 56 KP 14 v MČ Vysoká [29]

KB 4 (KP 15)

Kritický bod č. 4 se nachází v severní části intravilánu k.ú. Hustopeče n./B. Koryto Loučského potoka v tomto profilu vchází do zastavěného území a pokračuje jižním směrem. Kritickým místem je profil mostu (viz obr. 57 a 58) mezi ulicemi J. V. Choráze a Chmelník. Přispívající plocha KB, tj. povodí Loučského potoka po tomto profil, má velikost 467,30 ha a je zhruba z poloviny využita jako orná půda, dále jako lesní nebo travní porost.

V těsné blízkosti KB se nachází panelový dům, domov s pečovatelskou službou a 2 rodinné domy. Při přívalové povodni je ohroženo celé okolí vodního toku. Koryto potoka je v daném profilu mostu řádně zpevněno a upraveno. Těsně pod mostem se nachází vodočetná lať a přímo na konstrukci je ultrazvukový průtokoměr (viz obr. 59).

Doporučení pro KB 4: Návrh organizačních a agrotechnických opatření v přispívající ploše.

Tab. 9 Přispívající plocha KB 4

Kritický bod č. 4		
<i>Loučský potok v Hustopečích n./B.</i>		
Vodní eroze		
průměrný smyv	9.28	t/ha/rok
celkový smyv	4336.51	t/rok
Sklon		
průměrný	10.45	%
Nadmořská výška		
nejnižší bod	271.48	m n. m.
nejvyšší bod	372.89	m n. m.
průměrná	319.31	m n. m.
Maximální průtok Q_{100}	25.50	m³/s
Geologické jednotky		
nivní a smíšený sediment, sprašová hlína		
Hlavní půdní jednotky		
kambizem oglejená, hnědozem, fluvizem		



Obr. 57 KB 5 v korytě Loučského potoka v profilu mostu (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, III. 2020)



Obr. 58 Pohled na mostní konstrukci a okolí KB 5 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, III. 2020)



Obr. 59 Vodočetná laň a ultrazvukový průtokoměr (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, III. 2020)

KB 5 (KP 16)

Kritický bod č. 5 se nachází v severní části intravilánu k.ú. Poruba n./B. Koryto pravého bezejmenného přítoku zde prochází hranicí zastavěného území a ve vzdálenosti cca 80 m se vlévá do Mřenky. Přispívající plocha KB má velikost 360,66 ha a je asi z 85 % využívána jako orná půda.

V těsné blízkosti KB 5 se na levém břehu nachází rodinný dům, dále po toku je zbudován most, přes který vede místní komunikace. V tomto místě překračuje tok plynové potrubí (viz obr. 60). Poblíž soutoku s Mřenkou se nachází na pravém břehu malá chatová osada, dále na levém břehu zahrada a rodinný dům.

Doporučení pro KB 5: Údržba a opevnění koryta toku; zkapacitnění mostku; návrh organizačních a agrotechnických opatření v přispívající ploše.

Tab. 10 Přispívající plocha KB 5

Kritický bod č. 5		
<i>Přítok Mřenky v Porubě</i>		
Vodní eroze		
průměrný smyv	7.02	t/ha/rok
celkový smyv	2531.87	t/rok
Sklon		
průměrný	4.98	%
Nadmořská výška		
nejnižší bod	275.40	m n. m.
nejvyšší bod	355.13	m n. m.
průměrná	304.66	m n. m.
Maximální průtok Q_{100}	18.40	m³/s
Geologické jednotky		
nivní sediment, písčitá hlína, písekovec		
Hlavní půdní jednotky		
kambizem, fluvizem oglejená, hnědozem		



Obr. 60 KB 5 (Poruba, foto M. Majkus, IV. 2020)



Obr. 61 Mostek těsně pod KB 5 (Poruba, foto M. Majkus, IV. 2020)



Obr. 62 Úsek před soutokem (Poruba, foto M. Majkus, IV. 2020)

KB 6 (KP 17)

Kritický bod č. 6 se nachází na severozápadní hranici k.ú. Hustopeče n./B., cca 1 km od MČ Hustopeče. V tomto profilu se stéká Loučský potok a jeho levý bezejmenný přítok, také proto zde v minulosti byla zbudována retenční nádrž. Nádrž leží těsně za hranicí zájmového území v sousedním k.ú. Heřmanice v okrese Nový Jičín v Moravskoslezském kraji. Přispívající plocha KB má velikost 234,54 ha a je z velké části využívána jako zemědělská půda, dále jako lesní porost.

Sypaná hráz nádrže byla přelita a následně porušena při povodni v červnu roku 2009. Vytékající voda poté přispěla k devastující povodňové vlně, která postihla MČ Hustopeče a způsobila obrovské škody poblíž koryta Loučského potoka i ve vzdálenějších částech zastavěného území.

Důvodem přelítí hráze byla malá kapacita bočního bezpečnostního přelivu (viz obr. 64). Protržená hráz a funkční objekty (viz obr. 65) nádrže byly ponechány v tomto stavu až do nynějších dní. Hráz je velmi zarostlá náletovými dřevinami, dno nádrže zůstává i nadále vlhké a je porostlé rákosem (viz obr. 66).

Doporučení pro KP 6: Kompletní obnova VD; návrh organizačních a agrotechnických opatření v přispívající ploše.

Tab. 11 Přispívající plocha KB 6

Kritický bod č. 6		
<i>Hustopeče n./B., retenční nádrž</i>		
Vodní eroze		
průměrný smyv	13.27	t/ha/rok
celkový smyv	1101.38	t/rok
Sklon		
průměrný	11.92	%
Nadmořská výška		
nejnižší bod	287.60	m n. m.
nejvyšší bod	369.04	m n. m.
průměrná	321.48	m n. m.
Maximální průtok Q_{100}	23.70	m³/s
Geologické jednotky		
smíšený sediment, spraš, jíł		
Hlavní půdní jednotky		
kambizem, luvizem oglejená		



Obr. 63 Protržená hráz retenční nádrže (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)



Obr. 64 Boční bezpečnostní přeliv (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)



Obr. 65 Požerák (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)



Obr. 66 Dno nádrže (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)

KB 7 (KP 18)

Kritický bod č. 7 se nachází v jihozápadní části intravilánu k.ú. Poruba n./B. V tomto profilu protéká bezejmenný vodní tok v propustku pod místní komunikací přímo v místě křižovatky a následně tvoří pravostranný přítok Mřenky. Přispívající plocha KP má velikost 52,10 ha a je využívána především jako orná půda a zatravněná plocha.

KB bezprostředně neohrožuje žádné domy. Nátoková část před propustkem je vůči okolnímu terénu poměrně zahloubená a kapacitní; nad vodním tokem zde přechází potrubí plynu (viz obr. 68). Koryto za propustkem je značně zarostlé (viz obr. 69).

Doporučení pro KB 7: Údržba koryta toku a propustku; návrh organizačních, agrotechnických a technických opatření v přispívající ploše.

Tab. 12 Přispívající plocha KB 7

Kritický bod č. 7		
<i>Poruba, pod mlýnem</i>		
Vodní eroze		
průměrný smyv	6.91	t/ha/rok
celkový smyv	360.01	t/rok
Sklon		
průměrný	5.08	%
Nadmořská výška		
nejnižší bod	275.39	m n. m.
nejvyšší bod	334.59	m n. m.
průměrná	299.91	m n. m.
Maximální průtok Q_{100}	5.25	m³/s
Geologické jednotky		
smíšený sediment, spraš, jíł		
Hlavní půdní jednotky		
luzizem glejová		



Obr. 67 Přispívající plocha KP 18 (Poruba, foto M. Majkus, IV. 2020)



Obr. 68 Vtok do propustku v KP 18 (Poruba, foto M. Majkus, IV. 2020)



Obr. 69 Přítok Mřenky za propustkem (Poruba, foto M. Majkus, IV. 2020)

5.2 NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ

Navrhovaná opatření jsou komplexní; chrání půdu v povodí před nepříznivými účinky povrchového odtoku (vodní eroze) a ve výsledku chrání zastavěné území před splachy ze zemědělských ploch při povodních. Opatření v první řadě zvyšují retenci vody na zemědělských plochách, to zajistí, že je hodnota výsledného povrchového odtoku nižší. Opatření takto napomohou vodohospodářským poměrům i produkční schopnosti půdy. [3]

5.2.1 Organizační a agrotechnická opatření

- **Organizační opatření** jsou základním typem protierozních opatření a spočívají v určení velikosti a tvaru pozemků, rozmístování plodin a delimitaci kultur. Organizační opatření rozdělujeme do 5 kategorií: delimitace kultur, ochranné zatravňování, ochranné zalesňování, protierozní rozmístování plodin, velikost a tvar zemědělských pozemků. [4]
- **Agrotechnická opatření** navazují na organizační opatření a mají zásadní význam v protierozní ochraně. Jejich velikou výhodou jsou nízké náklady při jejich správném provedení. Agrotechnická opatření provádíme na orné půdě, trvalých travních porostech a na speciálních kulturách (vinice, sady). [4]

Vymezení erozně nepříznivých plodin (VENP)

VENP je navrženo na pozemcích orné půdy, kde sklon přesahuje 5 %. V rámci návrhu jsou vymezeny plochy, kde by neměly být pěstovány plodiny, které mají nízkou protierozní funkci, tj. kukuřice, brambory a cukrovka. Původní hodnota C-faktoru je uplatněním VENP snížena na hodnotu 0,08.

Agrotechnická (AGT) opatření

AGT opatření jsou navržena na pozemcích orné půdy, kde sklon přesahuje 7 %. V rámci návrhu opatření budou uplatněny vhodné protierozní technologie pěstování, např. výsev a orba souběžně s vrstevnicemi, uplatnění ochranných plodin a meziplodin, ponechání strniště po sklizni a další. Původní hodnota C-faktoru je uplatněním AGT opatření snížena na 0,08.

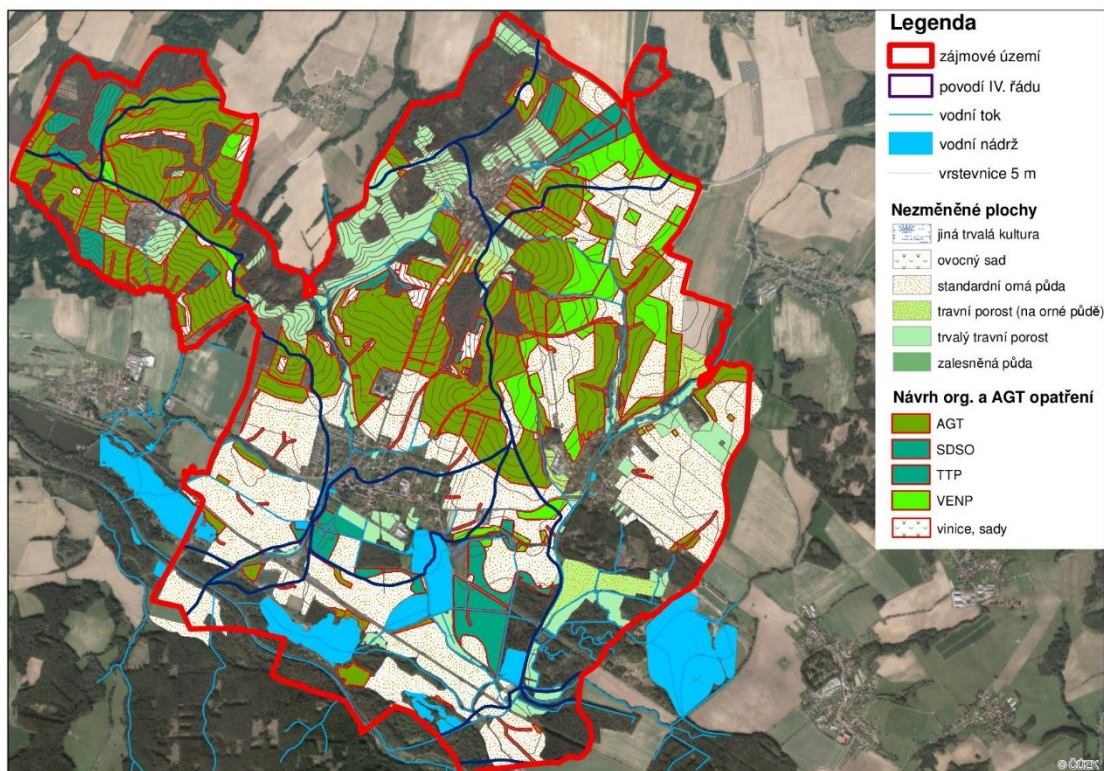
Trvalý travní porost (TTP)

Trvalý travní porost snižuje původní hodnotu C-faktoru na 0,005 a je navržen pro níže uvedené podmínky jako plošný ochranný prvek (TTP), nebo jako liniová opatření k účinné stabilizaci drah soustředěného odtoku (SDSO) a podél vodních toků (OPAS):

- **TTP** je navrženo na plochách orné půdy, na kterých:
 - a) je sklon vyšší než 20 %
 - b) jsou mělké půdy (kategorie HPJ 37, 38, 40 a 41)
 - c) jsou hydromorfní půdy (kategorie HPJ 63–78)
- **SDSO** je navržena v celkové šířce 20 m pro odtokové dráhy s přispívající plochou větší než 5 ha.
- **OPAS** je navržen podél vodních toků v celkové šířce 24 m. Vodní toky v zájmové lokalitě, kromě úseků v intravilánu, již ochranným travním pásem nebo vegetačním doprovodem opatřeny jsou.

Ochranné sady a vinice (VS)

Sady a vinice jsou navrženy na plochách se sklonem vyšším než 15 %. Výsadby vegetace by měly být provedeny souběžně s vrstevnicemi tak, aby účinně přerušovaly souvislé plochy svahu. Mezi pásy plodin budou plochy osety travním porostem. Původní hodnota C-faktoru je snížena na pozemcích nově navržených sadů a vinic na 0,178.



Obr. 70 Mapa navrhovaných organizačních a AGT opatření (zdroj: vlastní)

Tab. 13 Výkaz výměr navrhovaných organizačních a AGT opatření (zdroj: vlastní) – tab. pokračuje na str. 51

Prvek	Označení	Plocha [ha]	Prvek	Označení	Plocha [ha]	Prvek	Označení	Plocha [ha]
<i>VENP</i>	VENP1	2.03	<i>AGT</i>	AGT33	1.38	<i>SDSO</i>	SDSO9	0.18
	VENP2	0.60		AGT34	4.17		SDSO10	1.53
	VENP3	2.73		AGT35	0.31		SDSO11	0.12
	VENP4	5.33		AGT36	2.26		SDSO12	0.43
	VENP5	9.40		AGT37	21.81		SDSO13	0.07
	VENP6	0.36		AGT38	0.42		SDSO14	0.23
	VENP7	0.11		AGT39	7.35		SDSO15	0.12
	VENP8	3.79		AGT40	5.17		SDSO16	0.57
	VENP9	0.21		AGT41	20.47		SDSO17	0.58
	VENP10	0.42		AGT42	2.92		SDSO18	0.28
	VENP11	5.25		AGT43	4.51		SDSO19	1.77
	VENP12	6.31		AGT44	2.87		SDSO20	0.12
	VENP13	1.99		AGT45	6.09		SDSO21	1.18
	VENP14	8.01		AGT46	0.59		SDSO22	0.47
	VENP15	0.27		AGT47	4.56		SDSO23	0.19
	VENP16	0.32		AGT48	4.78		SDSO24	0.00
	VENP17	0.81		AGT49	1.04		SDSO25	0.17
	VENP18	2.57		AGT50	14.35		SDSO26	0.18
	VENP19	0.29		AGT51	5.79		SDSO27	0.39

Prvek	Označení	Plocha [ha]	Prvek	Označení	Plocha [ha]	Prvek	Označení	Plocha [ha]
<i>VENP</i>	VENP20	3.76	<i>AGT</i>	AGT52	4.22	<i>SDSO</i>	SDSO28	0.35
	VENP21	0.82		AGT53	17.51		SDSO29	0.87
	VENP22	9.39		AGT54	0.01		SDSO30	0.36
	VENP23	13.53		AGT55	6.47		SDSO31	0.75
	VENP24	5.06		AGT56	8.20		SDSO32	0.18
	VENP25	4.24		AGT57	1.97		SDSO33	0.48
	VENP26	1.22		AGT58	5.19		SDSO34	0.28
	VENP27	2.27		AGT59	0.67		SDSO35	0.55
	VENP28	2.95		AGT60	0.81		SDSO36	0.38
	VENP29	2.42		AGT61	13.61		SDSO37	0.00
<i>AGT</i>	AGT1	38.25	<i>Vinice, sady</i>	AGT62	5.60	<i>TTP</i>	TTP1	2.19
	AGT2	3.81		AGT63	3.15		TTP2	0.44
	AGT3	7.03		AGT64	2.54		TTP3	0.08
	AGT4	3.06		AGT65	8.38		TTP4	0.73
	AGT5	0.91		AGT66	1.23		TTP5	3.30
	AGT6	10.54		AGT67	4.55		TTP6	2.37
	AGT7	11.48		AGT68	23.38		TTP7	7.79
	AGT8	1.17		AGT69	0.62		TTP8	3.04
	AGT9	0.08		AGT70	36.94		TTP9	3.29
	AGT10	47.97		AGT71	2.44		TTP10	0.40
	AGT11	2.64		AGT72	1.88		TTP11	2.13
	AGT12	0.25		<i>SDSO</i>	VS1		2.03	TTP12
	AGT13	1.25	VS2		0.87		TTP13	0.17
	AGT14	8.83	VS3		5.38		TTP14	3.19
	AGT15	0.92	VS4		0.87		TTP15	0.34
	AGT16	1.58	VS5		0.22		TTP16	0.43
	AGT17	11.42	VS6		4.18		TTP17	2.83
	AGT18	21.94	VS7		0.25		TTP18	4.21
	AGT19	3.57	VS8		2.61		TTP19	1.13
	AGT20	29.43	VS9		0.48		TTP20	0.35
	AGT21	0.55	VS10		1.98		TTP21	2.10
	AGT22	15.37	VS11	1.41	TTP22		1.47	
	AGT23	0.86	VS12	1.13	TTP23		13.67	
	AGT24	6.24	VS13	0.61	TTP24		2.09	
	AGT25	6.78	SDSO1	1.23	TTP25		2.64	
	AGT26	4.06	SDSO2	0.45	TTP26		3.88	
	AGT27	1.40	SDSO3	0.25	TTP27		1.02	
	AGT28	3.58	SDSO4	0.09	TTP28		5.71	
	AGT29	1.63	SDSO5	0.01	TTP29		6.27	
	AGT30	2.76	SDSO6	0.36	TTP30		4.52	
	AGT31	6.26	SDSO7	0.08	TTP31		4.07	
	AGT32	2.40	SDSO8	1.38	TTP32		9.43	

Tab. 14 Souhrn navrhovaných organizačních a AGT opatření (zdroj: vlastní)

Opatření	Plocha [ha]	Délka [m]
VENP	96.50	-
AGT	518.19	-
TTP	102.00	-
SDSO	16.63	8316.15
Vinice, sady	22.02	-

V zájmovém území jsou navržena organizační a AGT opatření v celkové ploše 755,35 ha.

5.2.2 Technická opatření

- **Technická a biotechnická opatření** pomáhají zmírňovat dopady plošného a soustředěného povrchového odtoku. Ochranné prvky působí na morfologii svahů – zkracují nepřerušovanou délku a upravují sklon. Rozlišujeme vsakovací pásy, obdělávatelné průlehy, záchytné příkopy, hrázky, terasy, odvodňovací stavby, nádrže, hrazení bystřin a úpravy koryt. [4]

Sběrné a svodné průlehy

- **Sběrné průlehy (SbPru)** jsou navrženy v přispívajících plochách KP a KB tak, aby rozdělávaly svahy na více částí. Dále průlehy chrání zastavěné území; poskytují potřebnou kapacitu k odvedení povrchového odtoku při povodních.
- **Svodné průlehy (SvPru)** odvádí srážkové vody ze sběrných průlehy do vodotečí.
- **Záchytné průlehy (ZPru)** poskytují dostatečnou kapacitu pro návrhové průtoky, chrání zastavěné území.

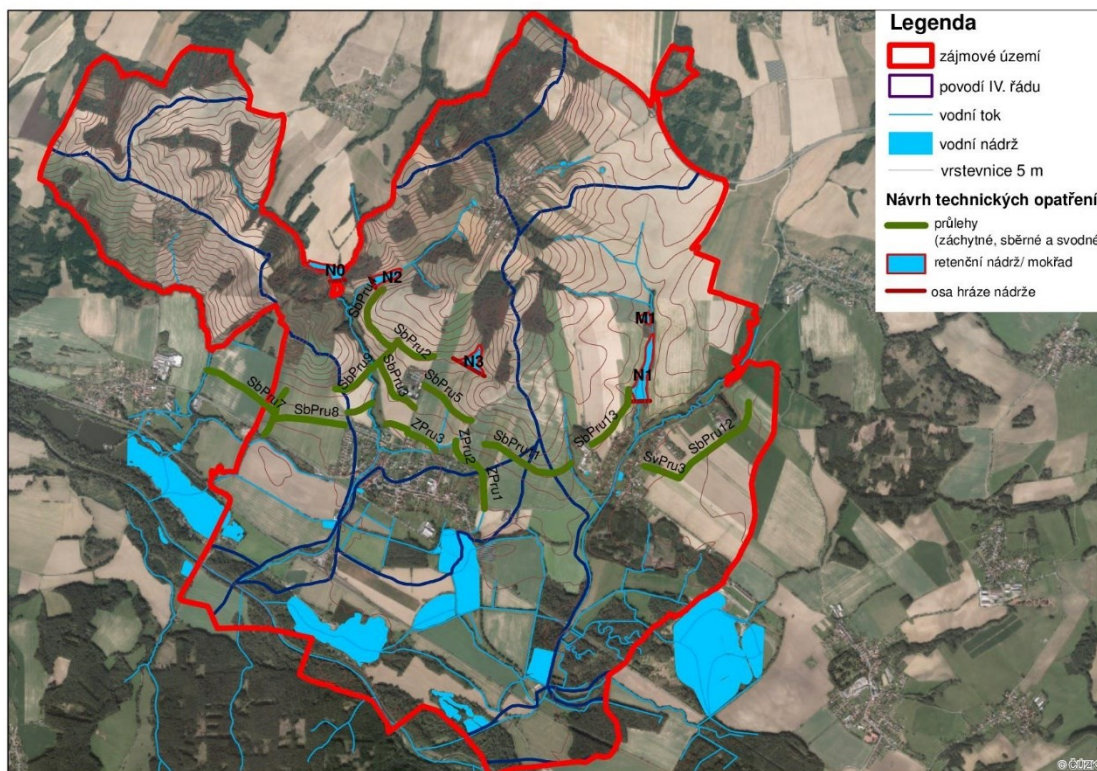
Retenční nádrže (N)

Návrh ochranných nádrží je podmíněn zejména geologickými a hydrologickými poměry v zájmové lokalitě. Vhodně zbudované VD plní kromě pozitivní retenční funkce také významnou funkci ochrannou – dokáže tzv. „zploštit“ průběh povodňové vlny.

V zájmové lokalitě byly navrženy 4 retenční nádrže, z nichž 1 již v daném profilu zbudována byla, ale je v současné době nefunkční. Pro předběžný výpočet návrhových objemů povodňových vln bylo v povodích nádrží počítáno s CN 76. Celkový maximální zadržovaný objem vody v retenčních nádržích je odhadován na 355 tis. m³.

Mokřady (M)

V zájmové lokalitě je severně nad MČ Poruba navržena soustava tůní. Tento návrh je již zanesen v územním plánu městyse Hustopeče n./B. a je v práci uveden v rámci podpory navržených opatření.

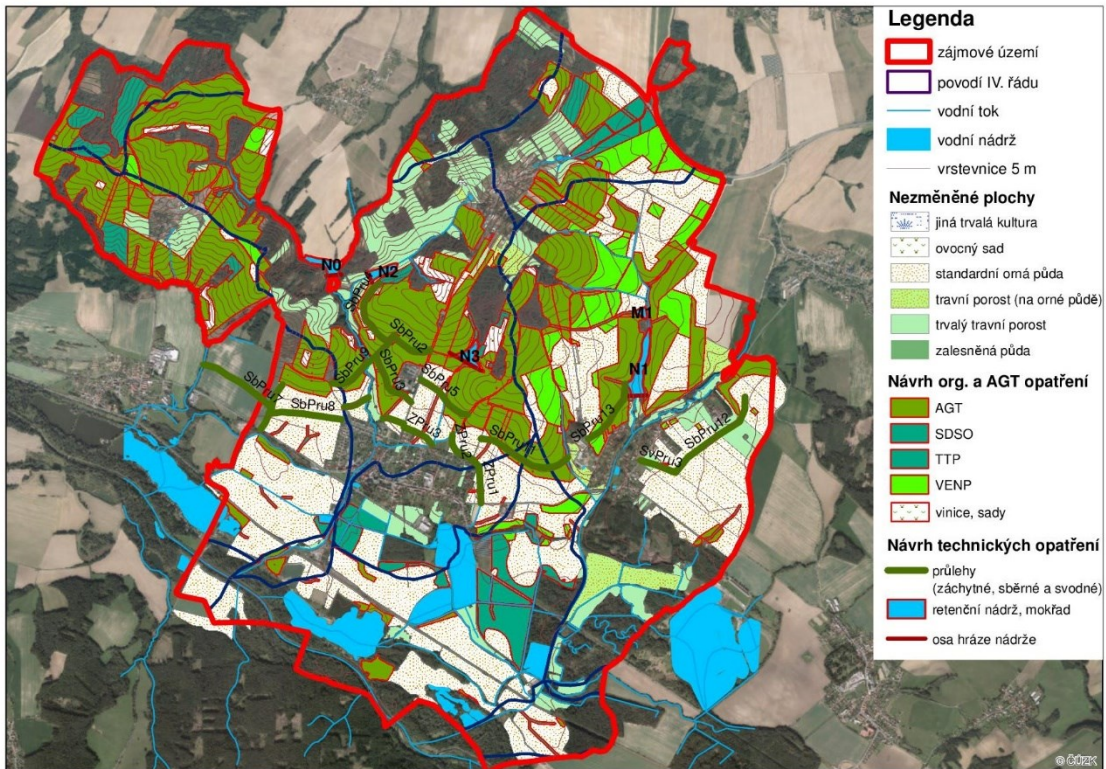


Obr. 71 Mapa navrhovaných technických opatření (zdroj: vlastní)

Tab. 15 Výkaz výměr navrhovaných technických opatření (zdroj: vlastní)

Prvek	Označení	Délka [m]	Prvek	Označení	Délka [m]	Plocha [m ²]
Průleh sběrný	SbPru1	189.99	Průleh sběrný	SbPru13	601.86	-
	SbPru2	367.27	Průleh svodný	SvPru1	437.03	-
	SbPru3	533.25		SvPru2	283.09	-
	SbPru4	652.08		SvPru3	318.02	-
	SbPru5	265.53	Průleh záchytný	ZPru1	401.70	-
	SbPru6	251.83		ZPru2	304.77	-
	SbPru7	704.19		ZPru3	293.47	-
	SbPru8	633.89	Retenční nádrž	N0	-	26 129
	SbPru9	405.47		N1	-	45 613
	SbPru10	230.70		N2	-	17 451
	SbPru11	843.16		N3	-	21 756
	SbPru12	935.98	Mokřad	M1	-	6 347

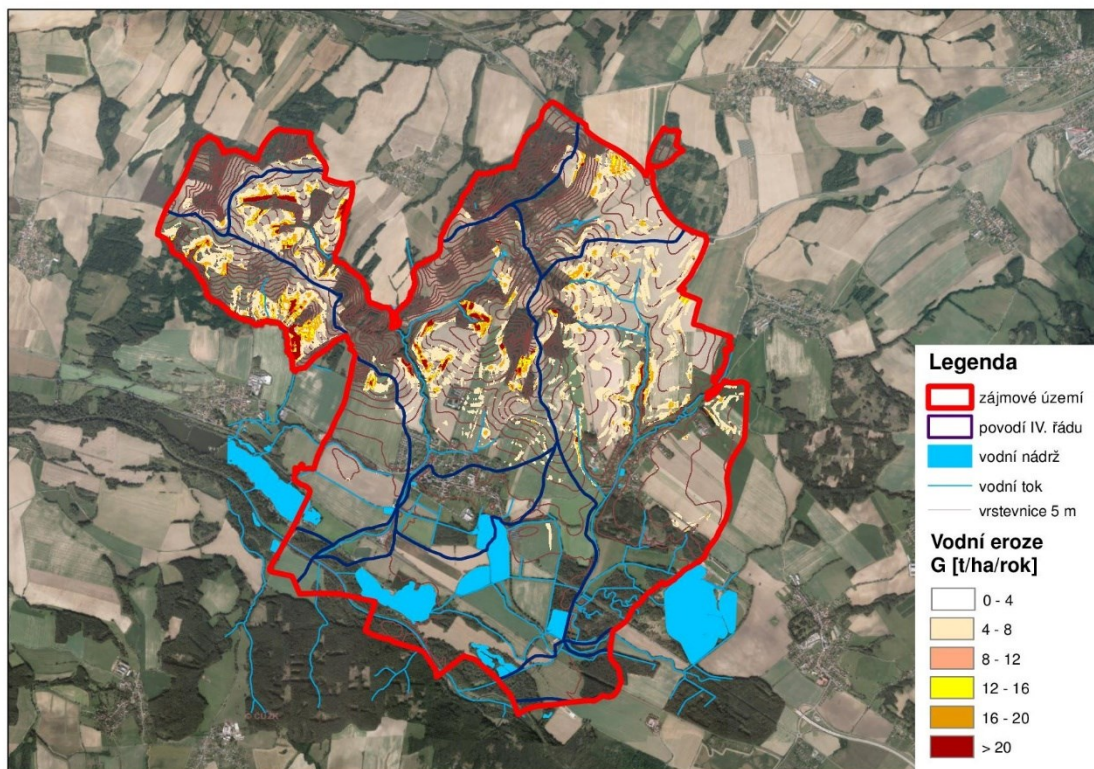
V zájmové lokalitě jsou navržena liniová technická opatření (průlehy) v celkové délce 8,65 km. Navrhovaná VD (retenční nádrže a mokřad) mají celkový zábor plochy 11,73 ha.



Obr. 72 Kompletní mapa navrhovaných opatření (zdroj: vlastní)

6 VYHODNOCENÍ ÚČINNOSTI NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ

6.1 VODNÍ EROZE



Obr. 73 Mapa erozní ohroženosti po uplatnění navrhovaných opatření (zdroj: vlastní)

Tab. 16 Vodní eroze na plochách EHP > 5 ha (zdroj: vlastní) - tab. pokračuje na str. 56, 57

EHP	Plocha [ha]	Procentní podíl intervalu hodnot G [t/ha/rok]						před	po
		0-4	4-8	8-12	12-16	16-20	>20	$G_{\text{průměr}}$ [t/h/rok]	$G_{\text{průměr}}$ [t/h/rok]
EHP1	45.57	8	13	15	13	10	42	22.51	8.21
EHP3	7.92	100	0	0	0	0	0	0.37	0.37
EHP7	23.41	9	24	24	17	9	18	14.37	5.33
EHP9	18.88	5	18	22	18	13	25	16.77	3.53
EHP11	14.11	14	23	20	16	9	18	13.37	5.30
EHP15	8.40	4	29	34	18	8	7	10.84	4.02
EHP17	19.21	33	23	13	11	9	12	9.47	1.42
EHP19	13.31	20	25	22	11	7	15	11.64	3.67
EHP20	39.49	30	25	16	9	5	14	10.51	5.03
EHP23	11.88	19	11	11	10	17	33	15.48	0.69
EHP24	5.60	18	38	22	15	4	3	8.72	3.23
EHP25	5.89	100	0	0	0	0	0	0.20	0.20
EHP26	6.82	100	0	0	0	0	0	0.69	0.64

EHP	Plocha	Procentní podíl intervalu hodnot G [t/ha/rok]						před	po
		[ha]	0-4	4-8	8-12	12-16	16-20	>20	G _{průměr}
								[t/h/rok]	[t/h/rok]
EHP27	18.70	36	32	19	5	3	5	7.01	3.65
EHP34	60.74	21	23	24	12	7	13	11.10	4.62
EHP36	31.75	100	0	0	0	0	0	1.21	1.14
EHP37	14.52	100	0	0	0	0	0	0.43	0.39
EHP41	18.92	95	5	0	0	0	0	1.69	1.17
EHP42	7.79	99	1	0	0	0	0	1.31	0.89
EHP43	7.49	100	0	0	0	0	0	0.34	0.34
EHP44	8.80	100	0	0	0	0	0	0.68	0.38
EHP45	9.70	20	16	29	19	8	8	10.44	4.57
EHP48	14.97	90	9	0	0	0	0	1.75	1.03
EHP50	30.20	100	0	0	0	0	0	0.60	0.50
EHP52	12.19	18	32	28	9	5	7	9.29	3.51
EHP54	46.47	62	24	10	2	1	1	4.29	2.25
EHP57	10.30	100	0	0	0	0	0	0.02	0.02
EHP59	8.67	53	43	4	0	0	0	3.91	2.21
EHP62	38.71	20	37	22	9	5	7	8.91	3.96
EHP70	28.42	31	45	17	4	1	1	6.20	2.55
EHP74	19.12	100	0	0	0	0	0	0.42	0.42
EHP75	16.13	100	0	0	0	0	0	0.46	0.45
EHP76	17.44	100	0	0	0	0	0	0.40	0.09
EHP83	38.11	95	5	0	0	0	0	1.67	1.24
EHP86	12.20	100	0	0	0	0	0	1.56	1.28
EHP88	14.43	40	25	16	7	4	7	7.71	3.79
EHP89	19.82	100	0	0	0	0	0	0.33	0.29
EHP90	27.03	100	0	0	0	0	0	0.66	0.60
EHP92	11.07	79	21	1	0	0	0	3.11	2.79
EHP96	6.98	57	34	7	2	0	0	4.21	2.28
EHP97	6.74	100	0	0	0	0	0	0.27	0.27
EHP100	8.31	100	0	0	0	0	0	0.01	0.01
EHP105	10.85	100	0	0	0	0	0	0.50	0.42
EHP109	7.22	100	0	0	0	0	0	0.01	0.01
EHP112	14.77	35	37	17	7	2	1	6.40	2.91
EHP113	12.82	54	30	8	4	2	2	5.37	3.85
EHP114	19.48	89	7	3	1	0	0	2.02	1.51
EHP115	10.70	43	28	22	4	2	1	5.98	3.19
EHP119	13.25	96	2	1	0	0	0	1.80	1.60
EHP122	21.31	57	34	7	2	0	0	4.15	2.71
EHP124	36.42	24	31	21	10	4	10	10.43	4.33
EHP125	6.26	40	46	13	1	0	0	5.21	3.09
EHP127	13.00	59	20	11	5	3	3	5.27	2.61

EHP	Plocha	Procentní podíl intervalu hodnot G [t/ha/rok]						před	po
		[ha]	0–4	4–8	8–12	12–16	16–20	>20	G _{průměr}
								[t/h/rok]	[t/h/rok]
EHP129	11.75	97	3	1	0	0	0	1.91	1.65
EHP132	9.44	46	19	17	11	5	2	6.58	2.97
EHP134	47.24	31	32	19	10	3	5	8.03	3.88
EHP136	22.70	99	1	0	0	0	0	1.59	1.52
EHP137	10.73	100	0	0	0	0	0	0.07	0.07
EHP142	5.56	100	0	0	0	0	0	0.23	0.23
EHP145	17.09	8	20	21	23	13	15	12.77	2.45
EHP149	5.54	16	20	18	11	10	25	13.85	5.16
EHP157	6.09	22	24	22	12	12	9	10.24	3.79
EHP159	16.38	48	32	15	4	1	0	5.18	3.30
EHP160	22.52	71	22	5	2	0	0	3.32	2.28
EHP161	7.70	13	25	13	15	10	24	13.85	9.49
EHP163	18.69	100	0	0	0	0	0	0.30	0.30
EHP167	10.39	25	50	13	3	4	6	7.46	3.69
EHP169	8.93	100	0	0	0	0	0	0.35	0.35
EHP174	26.70	43	43	11	2	0	0	4.94	2.01
EHP175	17.76	21	38	24	10	5	3	8.03	3.25
EHP180	9.66	27	35	25	10	3	0	7.16	5.36
EHP192	10.88	38	47	11	3	0	0	5.29	2.99
EHP197	8.86	45	24	10	6	4	11	8.45	3.44
EHP200	0.56	100	0	0	0	0	0	0.21	0.21
EHP203	10.16	30	45	22	1	1	1	6.02	3.46
EHP204	27.00	8	28	36	16	7	4	10.10	3.75
EHP206	17.74	100	0	0	0	0	0	0.23	0.23

6.2 POVRCHOVÝ ODTOK

Tab. 17 Povrchový odtok v přispívajících plochách KB (zdroj: vlastní)

KB	Plocha povodí	CN _{průměr}		Objem přímého odtoku (Q ₁₀₀) [tis. m ³]		Kulminační průtok (Q ₁₀₀) [m ³ /s]	
		[-]	[-]				
	[km ²]	před	po	před	po	před	po
1	0.78	84	79	45.6	37.8	11.50	5.92
2	0.26	89	83	18.3	14.7	5.19	2.73
3	0.32	85	82	19.7	17.4	4.12	2.65
4	4.67	80	77	234.1	208.0	25.50	16.00
5	3.61	80	79	184.4	175.0	18.40	9.97
6	2.35	85	76	141.0	101.0	23.70	13.60
7	0.52	83	80	29.8	26.2	5.25	4.24

6.3 EFEKTIVITA NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ

Výsledkem navrhovaných organizačních a AGT opatření je významné snížení dlouhodobé ztráty půdy G na plochách EHP. Na plochách EHP větších než 5 ha je celkový efekt snížení G v průměru o 56 %. Opatření dále pozitivně ovlivní retenční schopnost krajiny, což v důsledku sníží povrchový odtok cca o 14 %. Navrhovaná technická opatření (retenční nádrže, průlehy) poskytnou ochranu krajiny a zastavěného území před povodněmi a rovněž napomohou k celkové retenční schopnosti krajiny a v dlouhodobém horizontu k posílení zásob podzemní vody.

7 ZÁVĚR

V rámci bakalářské práce byla provedena analýza území městyse Hustopeče nad Bečvou v okrese Přerov v Olomouckém kraji. Při analýze byl kladen důraz především na odtokové poměry, ohroženost zastavěného území v rámci povodní a na erozní ohroženost přílehlé zemědělské půdy. V teoretické části byla shrnuta řešená problematika a uvedeny dosavadní poznatky z odpovídající literatury. V návrhové části byly uvedeny použité metody a vztahy. Dále byla provedena pasportizace KP a KB a doporučena ochranná opatření. V závěru práce byla navržena vhodná vodohospodářská opatření a dále posouzena jejich efektivita.

Území obce Hustopeče nad Bečvou vyžaduje vodohospodářská opatření, která napomohou ochránit intravilán před přívalovými povodněmi, které zde již v minulosti způsobily značné škody. Zároveň tato ochranná opatření zajistí lepší retenční schopnost krajiny a zmírní dopady vodní eroze.

Kritická místa v zájmové lokalitě jsou poměrně vhodně opatřena záchytnými příkopy a propustky, v některých případech však vyžadují alespoň zkapacitnění nebo ideálně zbudování průlehu v přispívající ploše. Pokud budou tato opatření zanedbána, může dojít při přívalovém dešti k přehlcení současných záchytných zařízení a k zasažení intravilánu obce blátotokem. Zbudování zatravněných průlehu je výhodné z hlediska jejich vsakovací i odváděcí funkce. Průlehy je vhodné doplnit vegetací (ovocnými stromy a keři) a tím zlepšit také biodiverzitu a vzhled krajiny. Současně jsou v přispívajících plochách navržena také organizační a AGT opatření, která rovněž zvýší retenční schopnost krajiny a tím pádem sníží hodnoty povrchového odtoku i vodní eroze.

V zájmové lokalitě byly určeny 4 vhodné profily pro vybudování zemní hráze retenční nádrže. Jedním z těchto míst je KB 6 – hráz retenční nádrže, která byla poškozena při povodni v roce 2009. Nádrž je v dezolátním stavu již 11. rokem a její rekonstrukce je zcela na místě. Problémem však může být její poloha ve vedlejší k.ú. Heřmanice v Moravskoslezském kraji.

Vodohospodářská opatření navrhovaná v této práci mohou v budoucnu sloužit jako součást plánu společných zařízení (PSZ) v procesu KoPÚ. V současné době jsou KoPÚ v zájmové lokalitě navrhovány pro k.ú. Poruba nad Bečvou a Vysoká u Hustopečí n./B.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Vymezení zastavěného území: metodický pokyn. In: *Ministerstvo pro místní rozvoj České republiky: Ústav územního rozvoje* [online]. Praha, 2013 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <http://www.uur.cz/images/8-stanoviska-a-metodiky/04-Vymezeni-zastaveneho-uzemi.pdf>
- [2] Vymezení zastavěného území (ve smyslu SZ): metodické doporučení. In: *Ministerstvo pro místní rozvoj České republiky: Odbor územního plánování* [online]. Praha, 2007 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <http://www.uur.cz/images/8-stanoviska-a-metodiky/04-Vymezeni-zastaveneho-uzemi.pdf>
- [3] JANEČEK, Miroslav, a kol. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9
- [4] HOLÝ, Miloš. *Eroze a životní prostředí*. Praha: České vysoké učení technické, 1994. ISBN 80-01-01078-3.
- [5] Projevy vodní eroze: fotogalerie. In: *Ministerstvo zemědělství České republiky* [online]. Praha, 2011 [cit. 2020-02-18]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/133904/Fotogalerie_projevy_eroze.pdf
- [6] Splaveniny. In: *Wikipedie: Otevřená encyklopedie* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2020 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Splaveniny>
- [7] JUST, Tomáš. Splaveniny ve vodních tocích. In: *Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky: Regionální pracoviště Střední Čechy* [online]. Praha [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <http://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/splaveniny-ve-vodnich-tocich/>
- [8] Povodeň, In: *Wikipedie: Otevřená encyklopedie* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2020 [cit. 2020-03-20]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Povodeň>
- [9] Druh a rozsah ohrožení, In: *Elektronický digitální povodňový portál (EDPP): Povodňový plán městyse Hustopeče nad Bečvou* [online]. Brno: Envipartner, 2010-2020 [cit. 2020-03-20]. Dostupné z: https://www.edpp.cz/hnb_druh-a-rozsah-ohrozeni/
- [10] Přívalové povodně, In: *Ministerstvo životního prostředí ČR* [online]. Praha, 2008-2020 [cit. 2020-03-21]. Dostupné z: https://ww.mzp.cz/cz/privalove_povodne
- [11] Povodeň 1997, In: *Povodí Moravy* [online]. Brno, Media Age, 2010-2020 [cit. 2020-03-21]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/cz/uzitecne/povoden-1997/>
- [12] VAHALA, Vlastimil. 2009: fotogalerie, In: *Jednota Orel Hustopeče nad Bečvou* [online]. Hustopeče nad Bečvou, 2010 [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <http://www.orel-hustopecenb.cz/index.php?cont=fotogalerie-orel-jednota&kategorie=5&skupina=34>
- [13] Charakteristika zájmového území, In: *EDPP: Povodňový plán městyse Hustopeče nad Bečvou* [online]. Brno: Envipartner, 2010-2020 [cit. 2020-03-26]. Dostupné z: https://www.edpp.cz/hnb_charakteristika-zajmoveho-uzemi/
- [14] Základní mapa, In: *Mapy.cz* [online]. Praha: Seznam, 1996-2020 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni>

- [15] Současnost, In: *Hustopeče nad Bečvou: oficiální stránka městyse* [online]. Chomutov, Galileo Corporation [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://www.ihustopece.cz/mestys/soucasnost/>
- [16] Počet obyvatel v obcích – k 1. 1. 2019: Tabulková část, In: *Český statistický úřad* [online]. Praha, 2019 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/pocet-obyvatel-v-obcich-za0wri436p>
- [17] Hydrologický seznam podrobného členění povodí vodních toků ČR, In: *Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ): Úsek hydrologie* [online]. Praha, 2019 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: http://voda.chmi.cz/opv/doc/hydrologicky_seznam_povodi.pdf
- [18] Hydrologické údaje, In: *EDPP: Povodňový plán městyse Hustopeče nad Bečvou* [online]. Brno: Envipartner, 2010-2020 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: https://www.edpp.cz/hnb_hydrologicke-udaje/
- [19] Povodí Bečvy, In: *Povodí Moravy: Vodní dílo Skalička* [online]. Brno, Media Age, 2010-2020 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://www.skalička.pmo.cz/cz/stranka/povodi-becvy/>
- [20] Geovědní mapy: M 1:50 000, In: *Česká geologická služba (ČGS)* [online]. Praha [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>
- [21] Půda v mapách, In: *Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy: Půdní služba* [online]. Praha, 2006-2020 [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: <https://mapy.vumop.cz/>
- [22] Odtokové poměry, In: *EDPP: Povodňový plán městyse Hustopeče nad Bečvou* [online]. Brno, Envipartner, 2010-2020 [cit. 2020-04-18]. Dostupné z: https://edpp.cz/hnb_odtokove-pomery/
- [23] Záplavové území toku Bečva: mapa Hustopeče nad Bečvou, In: *Město Hranice: oficiální webové stránky* [online] Brno, Povodí Moravy, s.p., 2011 [cit. 2020-04-18]. Dostupné z: <https://mesto-hranice.cz/clanky/zaplavove-uzemi-a-aktivni-zony-becvy/>
- [24] Analýza časových možností, In: *EDPP: Povodňový plán městyse Hustopeče nad Bečvou* [online]. Brno: Envipartner, 2010-2020 [cit. 2020-04-18]. Dostupné z: https://www.edpp.cz/hnb_analyza-casovych-moznosti/
- [25] Desktopový GIS: ArcMap, In: *Arcdata Praha* [online] Redlands, Esri, 1969-2020 [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/produkty/arcgis/desktopovy-gis/arcmap/>
- [26] Charakteristika programu, In: *Program DesQ-MaxQ* [online]. [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://www.desq-maxq.cz/index.html>
- [27] Nabídka datových a mapových podkladů – Ohroženost vodní erozí, In: *Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.* [online]. Praha, 2013 [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: https://www.vumop.cz/sites/default/files/20130529_katalogmap_ohrozenost_vodni_erozi.pdf
- [28] Metodický návod pro identifikaci KB, In: *Povodňový informační systém (POVIS)* [online]. Praha, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. M. (VÚV), 2009 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: http://www.povis.cz/mzp/KB_metodicky_navod_identifikace.pdf

- [29] Turistická mapa: panorama, In: *Mapy.cz* [online]. Praha, Seznam, 1996-2020 [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: <https://www.mapy.cz/turisticka>

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Využití pozemků v městysi Hustopeče n./B. [13].....	10
Tab. 2 Dílčí povodí IV. řádu [17] – tab. pokračuje na str. 12	11
Tab. 3 Průtoky na řece Bečvě [18]	12
Tab. 4 Průměrné hodnoty C-faktoru dle klimatického regionu [27]	21
Tab. 5 KP a KB na území městyse Hustopeče n./B. (zdroj: vlastní) – tab. pokračuje na str. 24	23
Tab. 6 Přispívající plocha KP 1	25
Tab. 7 Přispívající plocha KP 2	27
Tab. 8 Přispívající plocha KB 3.....	36
Tab. 9 Přispívající plocha KB 4.....	41
Tab. 10 Přispívající plocha KB 5.....	43
Tab. 11 Přispívající plocha KB 6.....	45
Tab. 12 Přispívající plocha KB 7.....	47
Tab. 13 Výkaz výměr navrhovaných organizačních a AGT opatření (zdroj: vlastní) – tab. pokračuje na str. 51.....	50
Tab. 14 Souhrn navrhovaných organizačních a AGT opatření (zdroj: vlastní).....	52
Tab. 15 Výkaz výměr navrhovaných technických opatření (zdroj: vlastní).....	53
Tab. 16 Vodní eroze na plochách EHP > 5 ha (zdroj: vlastní) - tab. pokračuje na str. 56, 57	55
Tab. 17 Povrchový odtok v přispívajících plochách KB (zdroj: vlastní)	57

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Ukázka plošné eroze (Čejkovice, foto VÚMOP, v.v.i.) [5]	3
Obr. 2 Ukázka stržové eroze (Zátor, foto VÚMOP, v.v.i.) [5].....	4
Obr. 3 Ukázka rýhové eroze s počínající depozicí transportovaných splavenin (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)	4
Obr. 4 Dům v ulici Potoční zasažený při povodni (Hustopeče n./B., foto V. Vahala, VI. 2009) [12]	7
Obr. 5 Loučský potok při povodni cca 1,5 m pod max. úrovní (Hustopeče n/B., foto V. Vahala, VI. 2009) [12].....	8
Obr. 6 Loučský potok při obvyklém průtoku (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020) .	8
Obr. 7 Hráz retenční nádrže poškozená při povodni (Hustopeče n./B., foto V. Vahala, VI. 2009) [12]	8
Obr. 8 Poloha městyse Hustopeče nad Bečvou [14]	9
Obr. 9 Území městyse Hustopeče nad Bečvou na přehledné mapě [13].....	9
Obr. 10 Mapa využití pozemků v městyse Hustopeče n./B. (zdroj: vlastní).....	11
Obr. 11 Silniční most přes Bečvu (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, IV. 2020)	12
Obr. 12 Potok Mřenka v ř. km 3,146 (Poruba, foto M. Majkus, III/2020).....	13
Obr. 13 Loučský potok v ulici Školní v ř. km 1,545 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II/2020)	14
Obr. 14 Geologická mapa zájmové lokality [20]	15
Obr. 15 Půdní mapa zájmové lokality (zdroj: vlastní).....	15
Obr. 16 Mapa potenciální dlouhodobé ztráty půdy (zdroj: vlastní)	16
Obr. 17 Část z mapy záplavového území Bečvy (zasažení chatové osady již při Q_5) [23].	17
Obr. 18 Mapa K-faktoru (zdroj: vlastní)	20
Obr. 19 Mapa C-faktoru (zdroj: vlastní).....	21
Obr. 20 Poloha KP a KB (zdroj: vlastní).....	23
Obr. 21 ukazatel F [28].....	24
Obr. 22 Přispívající plocha KB 1 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020).....	26
Obr. 23 Svodný příkop v pravé části svahu (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)..	26
Obr. 24 Záchytný příkop v KB 1 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, III. 2020).....	26
Obr. 25 Vpust na konci záchytného příkopu (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)	27
Obr. 26 Protierozní mez v horní části přispívající plochy KB 2 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)	28
Obr. 27 Přispívající plocha KP 2 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020).....	28
Obr. 28 Záchytný příkop v KB 2, vtok do zatrubněné části (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)	28

Obr. 29 KP 3 v ulici Polní [29].....	29
Obr. 30 Přispívající plocha KP 4 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020).....	29
Obr. 31 Propustek pod komunikací v KP 4 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020) ..	30
Obr. 32 Svodný průleh v KP 4 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)	30
Obr. 33 Přispívající plocha a záchytný příkop KP 5 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, IV. 2020).....	31
Obr. 34 Vtok do propustku v KP 5 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, IV. 2020)	31
Obr. 35 Výúst propustku KP 5 do Loučského potoka (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, IV. 2020).....	31
Obr. 36 Pohled na cyklostezku na náspu podél silnice I/35 E442 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)	32
Obr. 37 Svah nad KP 6 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)	32
Obr. 38 Propustek pod cyklostezkou v KP 6 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, III. 2020)	33
Obr. 39 Záchytný příkop a propustek pod silnicí I/35 E442 v KP 6 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, III. 2020).....	33
Obr. 40 Propustek pod cyklostezkou v KP 7 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, III. 2020)	33
Obr. 41 Firma Váhala v blízkosti KP 8 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, IV. 2020).....	34
Obr. 42 Zarostlý svodný příkop (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, IV. 2020)	34
Obr. 43 Přispívající plocha KP 9 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020).....	35
Obr. 44 Záchytný příkop podél komunikace (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)	35
Obr. 45 Pohled do propustku (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020).....	35
Obr. 46 Přispívající plocha KB 3 (Poruba, foto M. Majkus, II. 2020).....	36
Obr. 47 Vtok do propustku ze záchytného příkopu v KB 3 (Poruba, foto M. Majkus, II. 2020)	37
Obr. 48 Přispívající plocha KP 11 (Poruba, foto M. Majkus, II. 2020)	37
Obr. 49 Vtok do propustku v KP 11 (Poruba, foto M. Majkus, II. 2020)	38
Obr. 50 Výtok z propustku na louku (Poruba, foto M. Majkus, II. 2020).....	38
Obr. 51 Přispívající plocha KP 12 (Poruba, foto M. Majkus, II. 2020)	39
Obr. 52 Záchytný příkop a propustek KP 12 (Poruba, foto M. Majkus, II. 2020)	39
Obr. 53 Výtok z propustku do Mřenky (Poruba, foto M. Majkus, II. 2020).....	39
Obr. 54 Přispívající plocha KP 13 (Poruba, foto M. Majkus, II. 2020)	40
Obr. 55 Polní cesta v místě KP 13 (Poruba, foto M. Majkus, II. 2020)	40
Obr. 56 KP 14 v MČ Vysoká [29].....	41
Obr. 57 KB 5 v korytě Loučského potoka v profilu mostu (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, III. 2020).....	42

Obr. 58 Pohled na mostní konstrukci a okolí KB 5 (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, III. 2020).....	42
Obr. 59 Vodočetná lať a ultrazvukový průtokoměr (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, III. 2020).....	42
Obr. 60 KB 5 (Poruba, foto M. Majkus, IV. 2020)	43
Obr. 61 Mostek těsně pod KB 5 (Poruba, foto M. Majkus, IV. 2020)	44
Obr. 62 Úsek před soutokem (Poruba, foto M. Majkus, IV. 2020).....	44
Obr. 63 Protržená hráz retenční nádrže (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)	45
Obr. 64 Boční bezpečnostní přeliv (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)	46
Obr. 65 Požerák (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)	46
Obr. 66 Dno nádrže (Hustopeče n./B., foto M. Majkus, II. 2020)	46
Obr. 67 Přispívající plocha KP 18 (Poruba, foto M. Majkus, IV. 2020).....	47
Obr. 68 Vtok do propustku v KP 18 (Poruba, foto M. Majkus, IV. 2020).....	48
Obr. 69 Příklad Mřenky za propustkem (Poruba, foto M. Majkus, IV. 2020).....	48
Obr. 70 Mapa navrhovaných organizačních a AGT opatření (zdroj: vlastní)	50
Obr. 71 Mapa navrhovaných technických opatření (zdroj: vlastní)	53
Obr. 72 Kompletní mapa navrhovaných opatření (zdroj: vlastní).....	54
Obr. 73 Mapa erozní ohroženosti po uplatnění navrhovaných opatření (zdroj: vlastní).....	55

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

KB	Kritický bod
ČR	Česká republika
KoPÚ	Komplexní pozemková úprava
ZPF	Zemědělský půdní fond
VÚMOP, v.v.i.	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, veřejná výzkumná instituce
DSO	Dráha soustředěného odtoku
VD	Vodní dílo
MČ	Místní část
ÚP	Územní plán
ČOV	Čistírna odpadních vod
ČHP	Číslo hydrologického pořadí
PEO	Protierozní opatření
ČGS	Česká geologická služba
CN	Course number (<i>číslo odtokové křivky</i>)
IPS	Index předchozích srážek
USLE	Universal soil loss equation (<i>univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy</i>)
BPEJ	Bonitovaná půdně ekologická jednotka
LPIS	Land parcel identification system (<i>identifikační systém pozemkových parcel</i>)
AM	ArcMap
DMT	Digitální model terénu
KP	Kritický profil
k.ú.	Katastrální území
VENP	Vymezení erozně nepříznivých plodin
AGT	Agrotechnická (opatření)
TTP	Trvalý travní porost
HPJ	Hlavní půdní jednotky
SDSO	Stabilizace dráhy soustředěného odtoku
OPAS	Ochranný vegetační pás podél vodního toku
EHP	Erozně hodnocený pozemek
PSZ	Plán společných zařízení

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

Q_N	Průtok s dobou opakování N let (např. 800, 100, 20, 5 let) [m^3/s]
I/35 E442	Silnice I. třídy č. 35; evropská mezinárodní silnice č. 442
G	Dlouhodobá ztráta půdy [t/ha/rok]
R, K, C, L, S, P	Faktory pro rovnici USLE
K_1-K_4	Kombinační kritéria pro stanovení KB
A	Plocha přispívající plochy KP [km^2]
I_p	Průměrný sklon přispívající plochy KP [%]
ORP	Zastoupení plochy orné půdy v přispívající ploše [%]
F	Ukazatel kritických podmínek [-]
CN_{II}	Hodnoty čísel CN pro IPS II [-]
$P_{p,r}$	Relativní hodnota velikosti přispívající plochy [-]
$H_{m,r}$	Relativní hodnota úhrnu 1-denních srážek s dobou opakování 100 let [-]