



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

# IDENTIFIKACE VHODNÝCH MÍST PRO ZADRŽENÍ VODY V KRAJINĚ V POVODÍCH IV. ŘÁDU V POVODÍ TRKMANKY

IDENTIFICATION OF SUITABLE PLACES FOR RETAINING WATER IN THE LANDSCAPE IN THE  
LANDSCAPE IN WATERSHEDS OF THE FOURTH ORDER IN THE TRKMANKA WATERSHED

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

**Patrik Valný**

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

**Ing. Veronika Sobotková, Ph.D.**

**BRNO 2023**

# Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav vodního hospodářství krajiny  
Student: **Patrik Valný**  
Vedoucí práce: **Ing. Veronika Sobotková, Ph.D.**  
Akademický rok: 2022/23  
Studijní program: B3607 Stavební inženýrství  
Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

## **Identifikace vhodných míst pro zadržení vody v krajině v povodích IV. řádu v povodí Trkmanky**

### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Vlivem změny klimatu se potýkáme jak se stavem sucha tak i s povodňovými situacemi. Je potřeba reagovat na suchu i povodňové situace tím, že co nejvíce zadržíme vodu v krajině, než aby rovnou otekla do vodních toků a tam pak způsobovala povodňové škody. V rámci bakalářské práce proběhne identifikace míst vhodných pro retenci a akumulaci vody v krajině. Bude také zpracována analýza odtokových poměrů ve vybraných povodích.

### **Cíle a výstupy bakalářské práce:**

Ve vybraných povodích IV. řádu, která leží v povodí Trkmanky bude provedena identifikace vhodných míst pro situování malých vodních ploch. Bakalář pomocí programů GIS zpracuje odtokové poměry daných území a identifikuje dráhy soustředěných odtoků, pomocí kterých stanoví kritické profily. Dále určí vhodná místa pro retenci vody v krajině a na základě průzkumů terénu vyhodnotí, zda předurčená místa jsou vhodná pro realizaci malé vodní plochy, jako jsou malé vodní nádrže, vodní tůňe, mokřady, atd. V rámci práce také bude pořízena fotodokumentace a charakteristika zájmových míst. Ve vybraných povodích kritických profilů budou navržena vhodná opatření pro zadržení vody v krajině a snížení hodnot odtokových charakteristik.

### **Seznam doporučené literatury a podklady:**

1. Drbal, K. a kol. Metodika mapování povodňového rizika. In Vyhodnocení povodní v červnu a červenci 2009 na území České republiky, MŽP: Praha, 2009; str. 151–161. Dostupné online: <http://voda.chmi.cz/pov09/doc/01.pdf>

2. Drbal, K.; Dumbrovský, M. a kol. Metodický návod pro identifikaci KB. Brno: MŽP, 2009, 7 str. Dostupné online: [http://www.povis.cz/mzpj/KB\\_metodicky\\_navod\\_identifikace.pdf](http://www.povis.cz/mzpj/KB_metodicky_navod_identifikace.pdf)
3. Dumbrovský, M. a kol. Dopady povodní na krajinu a životní prostředí. In Vyhodnocení povodní v červnu a červenci 2009 na území České republiky, MŽP: Praha, 2009; str. 117–125. Dostupné online: <http://voda.chmi.cz/pov09/doc/01.pdf>
4. Holý, M. a kol. Eroze a životní prostředí, Praha: ČVUT, 1998.
5. Janeček, M. a kol. Ochrana zemědělské půdy před erozí: Metodika. Praha: ČZU, 2012, ISBN 978-80-87415-42-9
6. Morgan, R.P.C. Soil Erosion and Conservation. Third Edition. Oxford: Blackwell Publishing. 2005, p. 304, ISBN 1-4051-1781-8.
7. Hrádek, F. Implementace hydrologického modelu DeSQ, Praha: ČZU, 1997.
8. Metodický návod k provádění pozemkových úprav - aktuální verze
9. Technický standard plánu společných zařízení - aktuální verze

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 30. 11. 2022

L. S.

---

doc. Ing. Daniel Marton, Ph.D.  
vedoucí ústavu

---

Ing. Veronika Sobotková, Ph.D.  
vedoucí práce

---

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.  
děkan

## ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na identifikaci vhodných míst pro zadržení vody v krajině. Vyhodnocované území se skládá ze tří vybraných povodí IV. řádu v povodí řeky Trkmanky v Jihomoravském kraji. V první části práce byla provedena analýza zájmového území. Pomocí programů ArcGIS, USLE2D a DesQ – MaxQ byly vyhodnoceny erozní a odtokové poměry, díky kterým byly stanoveny kritické body a kritické profily ohrožující intravilány obcí povrchovým odtokem a splaveninami. Také byla určena místa závěrových profilů, která ohrožují například místní komunikace, ta byla poté podrobena terénnímu průzkumu a byla pořízena fotodokumentace. Následně na vyhodnocených a morfologicky vhodných místech byly navrženy malé vodní nádrže. Závěrem z vyhodnocených dat erozních a odtokových poměrů bylo sestaveno pořadí ohroženosti.

## KLÍČOVÁ SLOVA

analýza území, vodní eroze, povrchový odtok, malé vodní plochy, USLE, ArcGIS

## ABSTRACT

The bachelor thesis is focused on the identification of suitable places for water retention in the landscape. The evaluated area consists of three selected catchments of the 4th order in the Trkmanka River basin in the South Moravian Region. In the first part of the work the analysis of the area of interest was carried out. Using ArcGIS, USLE2D and DesQ – MaxQ software, erosion and runoff conditions were evaluated to determine the critical points and critical profiles threatening the intravilanas of the municipalities by surface runoff and sediments. Also, the locations of the final profiles that threaten, for example, local roads were identified, these were then subjected to a field survey and photodocumentation was taken. Subsequently, small reservoirs were designed at the assessed and morphologically suitable locations. Finally, from the evaluated erosion and runoff data, a ranking of vulnerability was established.

## KEYWORDS

area analysis, water erosion, surface runoff, small water reservoirs, USLE, ArcGIS

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

VALNÝ, Patrik. *Identifikace vhodných míst pro zadržení vody v krajině v povodích IV. řádu v povodí Trkmanky*. Brno, 2023. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí Ing. Veronika Sobotková, Ph.

## PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Identifikace vhodných míst pro zadržení vody v krajině v povodích IV. řádu v povodí Trkmanky* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 26. 5. 2023

---

Patrik Valný

autor

## PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Identifikace vhodných míst pro zadržení vody v krajině v povodích IV. řádu v povodí Trkmanky* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26. 5. 2023

---

Patrik Valný

autor

## PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat své vedoucí Ing. Veronice Sobotkové, Ph.D. za odborné vedení, konzultace, rady, vstřícnost a trpělivost během zpracování této práce.

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1	CÍL PRÁCE.....	3
<b>2</b>	<b>CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ</b> .....	<b>4</b>
2.1	OBECNÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ.....	4
2.2	KLIMATICKÉ POMĚRY .....	5
2.3	HYDROLOGICKÉ POMĚRY .....	6
2.4	GEOLOGICKÉ POMĚRY.....	7
2.5	GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY.....	9
2.6	SKLONITOSTNÍ POMĚRY .....	10
2.7	PEDOLOGICKÉ POMĚRY .....	11
2.7.1	PEDOLOGICKÉ POMĚRY S VYUŽITÍM HPJ.....	12
2.7.2	PEDOLOGICKÉ POMĚRY S VYUŽITÍM HYDROLOGICKÝCH SKUPIN PŮD (HSP).....	15
2.8	VYUŽITÍ ÚZEMÍ.....	17
<b>3</b>	<b>MALÉ VODNÍ PLOCHY (MVP) A JINÁ MOŽNÁ OPATŘENÍ</b> .....	<b>18</b>
3.1	MALÉ VODNÍ NÁDRŽE – MVN .....	18
3.1.1	SUCHÉ NÁDRŽE, POLDRY .....	20
3.2	MOKŘADY, TŮNĚ .....	20
3.2.1	MOKŘADY .....	20
3.2.2	TŮNĚ.....	20
3.2.3	PŘÍNOSY MOKŘADŮ A TŮNÍ.....	21
3.3	TECHNICKÁ A BIOTECHNICKÁ OPATŘENÍ VEDOUcí K TVORBĚ MVP .....	21
3.3.1	PRŮLEHY .....	22
3.3.2	PŘÍKOPY .....	22
3.3.3	STABILIZACE DSO.....	23
3.3.4	PŘEHRÁŽKY.....	24



<b>4</b>	<b>POUŽITÉ METODY .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1</b>	<b>VYMEZENÍ KRITICKÝCH BODŮ, KRITICKÝCH PROFILŮ A ZÁVĚROVÝCH PROFILŮ .....</b>	<b>25</b>
4.1.1	VYMEZENÍ KB, KP A ZP V PROSTŘEDÍ GIS .....	25
<b>4.2</b>	<b>VÝPOČET PRŮMĚRNÉ DLOUHODOBÉ ZTRÁTY PŮDY DLE UNIVERZÁLNÍ ROVNICE .....</b>	<b>26</b>
4.2.1	POSOUZENÍ EROZNÍ OHROŽENOSTI.....	26
4.2.2	FAKTOR EROZNÍ ÚČINNOSTI DEŠTĚ (R) .....	27
4.2.3	FAKTOR ERODOVATELNOSTI PŮDY (K).....	27
4.2.4	FAKTOR DÉLKY SVAHU (L).....	27
4.2.5	FAKTOR SKLONU SVAHU (S).....	28
4.2.6	FAKTOR OCHRANNÉHO Vlivu VEGETACE (C).....	29
4.2.7	FAKTOR ÚČINNOSTI PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ (P) .....	29
<b>4.3</b>	<b>VÝPOČET ZTRÁTY PŮDY V PROSTŘEDÍ GIS.....</b>	<b>29</b>
4.3.1	EROZNĚ HODNOCENÉ PLOCHY (EHP) .....	29
4.3.2	STANOVENÍ FAKTORU R.....	30
4.3.3	STANOVENÍ K FAKTORU.....	30
4.3.4	STANOVENÍ LS FAKTORU – USLE2D .....	30
4.3.5	STANOVENÍ FAKTORU C.....	30
4.3.6	STANOVENÍ P FAKTORU.....	30
<b>4.4</b>	<b>ODHAD TRANSPORTU SPLAVENIN.....</b>	<b>31</b>
<b>4.5</b>	<b>METODA ČÍSEL ODTOKOVÝCH KŘIVEK CN.....</b>	<b>31</b>
4.5.1	METODA CN KŘIVEK V PROSTŘEDÍ GIS.....	32
<b>4.6</b>	<b>MODEL DESQ – MAXQ .....</b>	<b>34</b>
<b>5</b>	<b>STANOVENÍ EROZNÍCH A ODTOKOVÝCH POMĚRŮ PRO SOUČASNÝ STAV</b>	
	<b>35</b>	
<b>5.1</b>	<b>SOUČASNÝ STAV EROZNÍCH POMĚRŮ .....</b>	<b>35</b>
5.1.1	POMĚR ODNOSU SPLAVENIN .....	38
<b>5.2</b>	<b>SOUČASNÝ STAV ODTOKOVÝCH POMĚRŮ.....</b>	<b>39</b>
5.2.1	VYMEZENÍ KB, KP A ZP .....	39
5.2.2	VYHODNOCENÍ ODTOKOVÝCH POMĚRŮ .....	39
5.2.3	PRŮZKUM A VYHODNOCENÍ SBĚRNÝCH POVODÍ KB A KP .....	42
<b>6</b>	<b>VYHODNOCENÍ OHROŽENOSTI KB A KP .....</b>	<b>56</b>

<b>7</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>58</b>
<b>8</b>	<b>POUŽITÁ LITERATURA.....</b>	<b>59</b>
<b>9</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....</b>	<b>62</b>
<b>10</b>	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>63</b>
<b>11</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>64</b>

# 1 ÚVOD

Bakalářská práce je zaměřena na identifikaci vhodných míst pro zadržení vody v krajině na území třech povodí IV. řádu nacházejícím se na severozápadu okresu Hodonín v Jihomoravském kraji.

Změna klimatu patří mezi největší výzvy, kterým v současnosti Česká republika a celý svět čelí. Vlivem změny klimatu jsou očekávány výraznější výkyvy počasí – dlouhá období sucha, nebo naopak silné přívalové deště.

Dlouhodobé sucho bude mít v budoucnu stále vyšší vliv na krajinu a vodní zdroje. Vody bude ubývat v krajině, ve vodních tocích, mokřadech, lužních lesích, vodních nádržích, a hlavně v podzemí, kde je monitorován stálý pokles hladiny podzemních vod. Člověkem pozměněná krajina a nevhodnou zemědělskou činností upravená zemědělská půda nejsou schopny udržet vodu, umožnit infiltraci povrchové vody do podzemí a bránit povrchovému odtoku, čímž dochází k erozní činnosti. Pro zmírňování těchto negativních účinků je nutné soustředit se na kroky vedoucí k zadržení vody [3, 26].

Opačným jevem změny klimatu jsou povodně. Povodně jsou způsobeny dlouhotrvajícími nebo přívalovými dešti. Krajina nedokáže absorbovat množství vody a ta se stéká do vodních toků, které se rychle plní. Při překročení jejich kapacity se voda vylévá do krajiny nebo v horším případě do měst a obcí, kde páchá škody na majetku [3, 33].

Zvolené území kopcovitého charakteru bylo v posledních letech již několikrát ohroženo přívalovými dešti a následným plošným smyvem orné půdy. Významné splachy této orné půdy páchají velké škody na majetku jak zemědělcům na polích, občanům, tak i obcím a kraji. Poslední velké deště byly nahlášeny v letních měsících v letech 2019 a 2022, kdy byla pole téměř bez rostlinného pokryvu a čerstvě osetá, došlo tedy k velkému eroznímu smyvu půdy a zanesení veřejných prostor a silnic, které lze vidět na obr. 1. Také se v krajině nachází poměrně malý počet protierozních prvků a jakýchkoliv vodních ploch, proto je právě tato lokalita velice ohrožena [2].



**Obr. 1 – Následky přivalových dešťů z let 2019 a 2022 [2]**

Obr. 2 byl převzat z webového portálu Monitoring eroze zemědělské půdy. Tento portál slouží lidem k nahlásování erozních událostí, které zrovna probíhají či proběhly v posledních dnech. V důsledku těchto nahlášených událostí je možné efektivněji navrhnout protierozní opatření. Na obr. 2 jsou znázorněny nahlášené plochy, na kterých nastal v posledních letech problém [2].



**Obr. 2 – Plochy postihnuté erozí dle Státního pozemkového úřadu [2]**

## 1.1 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce je nejprve provést analýzu zájmového území skládajícího se ze tří vybraných povodí IV. řádu s ohledem na erozní a odtokové poměry. Pomocí drah soustředěného odtoku budou stanoveny kritické body, kritické profily a k nim následně přispívající plochy. Tato místa budou podrobena terénnímu průzkumu a bude zhotovena fotodokumentace.

Dále pomocí vyhodnocení zájmového území a terénního průzkumu budou identifikována vhodná místa pro návrh malých vodních ploch a tím snížení hodnot odtokových charakteristik.

## 2 CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

### 2.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ

Zájmové území se skládá ze tří povodí IV. řádu s čísly hydrologického pořadí 4-17-01-0180, 4-17-01-0210 a 4-17-01-0220. Zasahuje do katastrálních území obcí Žarošice, Archlebov, Dražůvky, Želetice, Nenkovice, Násedlovice, Uhřice a Ždánice. Celé území se nachází v severozápadní části okresu Hodonín v Jihomoravském kraji a má rozlohu 42,040 km<sup>2</sup>.



Obr. 3 – Mapa katastrálních území

## 2.2 KLIMATICKÉ POMĚRY

V České a Slovenské republice je nejpoužívanější klasifikace podnebí dle Quitta z roku 1971. Tato klasifikace se skládá ze čtrnácti klimatologických charakteristik, které byly vybrány podle klimatologických dat především z Atlasu podnebí Československé republiky. Celá ČSSR byla tak rozdělena na 23 jednotek se třemi hlavními oblastmi. V teplé oblasti pět jednotek (T1–T5), v mírně teplé jedenáct jednotek (MT1–MT11) a v chladné oblasti sedm (CH1–CH7). Současná Česká republika má však pouze 13 z 23 jednotek [4].

V zájmovém území se nacházejí jednotky T2 a T4, ty představují nejteplejší a nejsušší oblasti. Je pro ně typické krátké, teplé až mírně teplé jaro, léto je dlouhé, teplé a suché. Oproti tomu podzim je krátký a teplý, zima je krátká, suchá až velmi suchá. Všechny klimatické charakteristiky k těmto dvěma jednotkám jsou popsány v tab. 1 [4].

Tab. 1. Charakteristika klimatických poměrů dle Quitta [4]

<b>Klimatická charakteristika teplé oblasti</b>	<b>T4</b>	<b>T2</b>
Počet letních dní	60–70	50–60
Počet dní s prům. teplotou 10 °C a více	170–180	160–170
Počet dní s mrazem	100–110	100–110
Počet ledových dní	30–40	30–40
Prům. lednová teplota	-2 až -3	-2 až -3
Prům. červencová teplota	19–20	18–19
Prům. dubnová teplota	9–10	8–9
Prům. říjnová teplota	9–10	7–9
Prům. počet dní se srážkami 1 mm a více	80–90	90–100
Suma srážek ve vegetačním období	300–350	350–400
Suma srážek v zimním období	200–300	200–300
Suma srážek celkem	500–650	550–700
Počet dní se sněhovou pokrývkou	40–50	40–50
Počet zatažených dní	110–120	120–140
Počet jasných dní	40–60	40–50

### 2.3 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Zájmové území tvoří tři povodí IV. řádu s čísly hydrologického pořadí 4-17-01-018, 4-17-01-021 a 4-17-01-022. Největším tokem na tomto území je říčka Trkmanka s jejím pravostranným přítokem Spáleným potokem. Spálený potok (ID toku 10186024) pramení nad obcí Archlebov, kterou následně protéká a odvodňuje tak jižní část Dambořické vrchoviny. Dalším menším tokem na řešeném území je Zdravovodský potok, do kterého vtéká Klášovský potok a Malénský potok [6, 7].

Trkmanka pramení na severozápadě od obce Ždánice. Tok s celkovou délkou 42,3 km a plochou povodí 379,3 km<sup>2</sup> nakonec vtéká do řeky Dyje, tedy spadá do úmoří Černého moře. Trkmanka i její přítoky protékají silně zemědělsky využívanou krajinou a ve více místech toku dochází k výrazným erozním procesům. V tab. 2 jsou uvedeny průtoky z hydrologické stanice ve Velkých Pavlovicích [8, 9].

Tab. 2. N-leté průtoky v řece Trkmance [9]

Průměrný roční stav [cm]	Průměrný roční průtok	N-leté průtoky				
	Q <sub>a</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>1</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>5</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>10</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>50</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>100</sub> [m <sup>3</sup> /s]
127	0,333	4,1	12,4	17,4	32,4	40,5

V zájmovém území se nachází i několik vodních nádrží z nichž největší se nazývá Balaton, má rozlohu 4,51 ha a leží na Spáleném potoce [10].

Dále zde najdeme i několik bezejmenných toků, pro tuto práci byly větší a důležitější z nich označeny VT1–VT6 a bezejmenné vodní nádrže VN1–VN7.



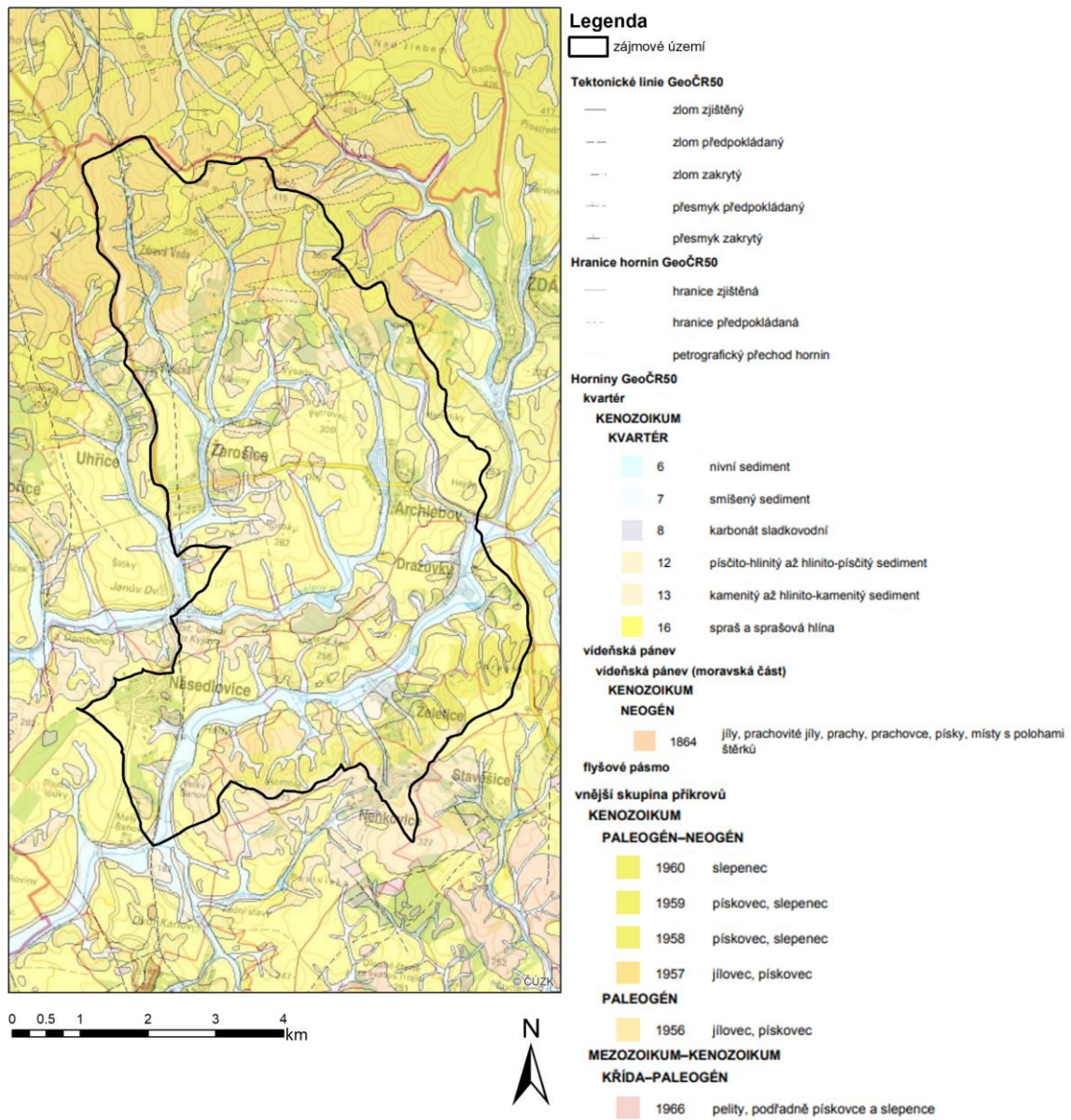


**Obr. 4 – Hydrologické poměry**

## 2.4 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Z geologického hlediska se v zájmovém území nachází ze zpevněných hornin především pískovce, jílovce a slepence. Tyto horniny se nalézají spíše v severní části zájmového území a také v katastrálním území Nenkovic. Z nezpevněných hornin se nejvíce vyskytuje

spraš a sprašová hlína. Podél vodních toků se nacházejí nivní sedimenty a v menší míře smíšené sedimenty [5].



Obr. 5 - Geologická mapa [11]

Tab. 3. Výčet nejčastěji přítomných horninových typů [5]

ID	Hornina	Horninový typ	Soustava	Oblast	Éra	Útvar
6	nivní sediment	sediment nezpevněný	Český masiv	kvartér	Kenozoikum	Kvartér
7	smíšený sediment	sediment nezpevněný	Český masiv	kvartér	Kenozoikum	Kvartér
16	spraš a sprašová hlína	sediment nezpevněný	Český masiv	kvartér	Kenozoikum	Kvartér
1956	jílovec, pískovec	sediment zpevněný	Karpaty	flyšové pásmo	Kenozoikum	Paleogén
1957	jílovec, pískovec	sediment zpevněný	Karpaty	flyšové pásmo	Kenozoikum	Paleogén-Neogén
1958	pískovec, slepenec	sediment zpevněný	Karpaty	flyšové pásmo	Kenozoikum	Paleogén-Neogén
1959	pískovec, slepenec	sediment zpevněný	Karpaty	flyšové pásmo	Kenozoikum	Paleogén-Neogén
1960	slepenec	sediment zpevněný	Karpaty	flyšové pásmo	Kenozoikum	Paleogén-Neogén

## 2.5 GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY

Kompletní geomorfologické zatřídění zájmového území je uvedeno v tab. 4.

Celé zájmové území patří do oblasti Středomoravské Karpaty, ta se skládá ze čtyř geomorfologických celků, přičemž naše území spadá pouze do dvou z nich. Ždánický les zabírá jen malou část na severu zájmového území, zato Kyjovská pahorkatina se rozléhá téměř přes celé území. Z geomorfologických podcelků zaujímá největší část Mutěnická pahorkatina, která je nejnižším a nejrozhlehlším místem Kyjovské pahorkatiny a je pro ni typický plochý erozně-denudační reliéf s široce rozevřenými mělkými údolími, zaoblenými rozvodnými hřbety a nízkými vyvýšeninami [1, 15].

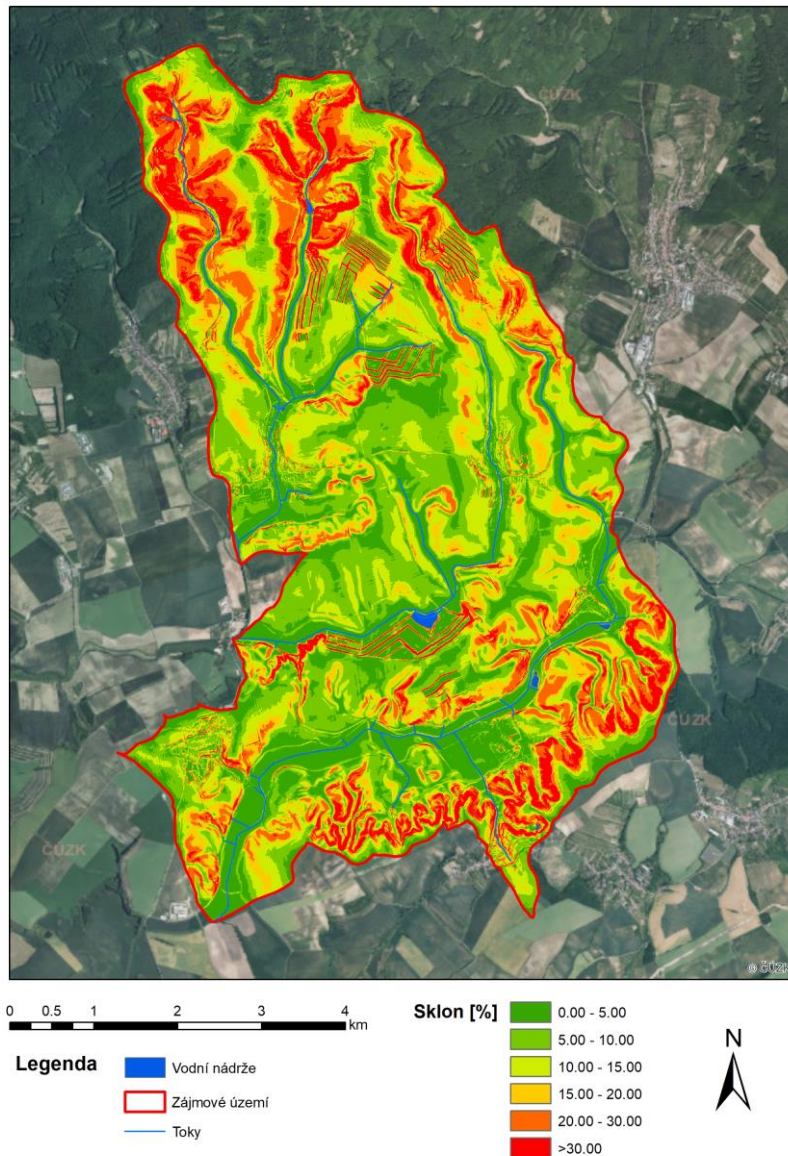
Tab. 4. Geomorfologické členění zájmového území [1]

<b>Systém</b>	Alpsko-Himalájský
<b>Provincie</b>	Západní Karpaty
<b>Subprovincie</b>	Vnější západní Karpaty
<b>Oblast</b>	Středomoravské Karpaty
<b>Celek</b>	Ždánický les
	Kyjovská pahorkatina
<b>Podcelek</b>	Dambořická vrchovina
	Věteřovská vrchovina
	Mutěnická pahorkatina
<b>Okrsek</b>	Uhřická vrchovina
	Krumvířská pahorkatina
	Strážovická vrchovina
	Bukovanská vrchovina

## 2.6 SKLONITOSTNÍ POMĚRY

V zájmovém území se objevují velmi rozmanité sklonitosti terénu (viz obr. 6). Nejvyšších sklonů je dosahováno v severní části území ve výše položených oblastech podél vodních toků a také v jižní až jihovýchodní části v obcích Želetice a Nenkovice. Naopak průměrné nižší sklonitosti se objevují ve středové oblasti území.

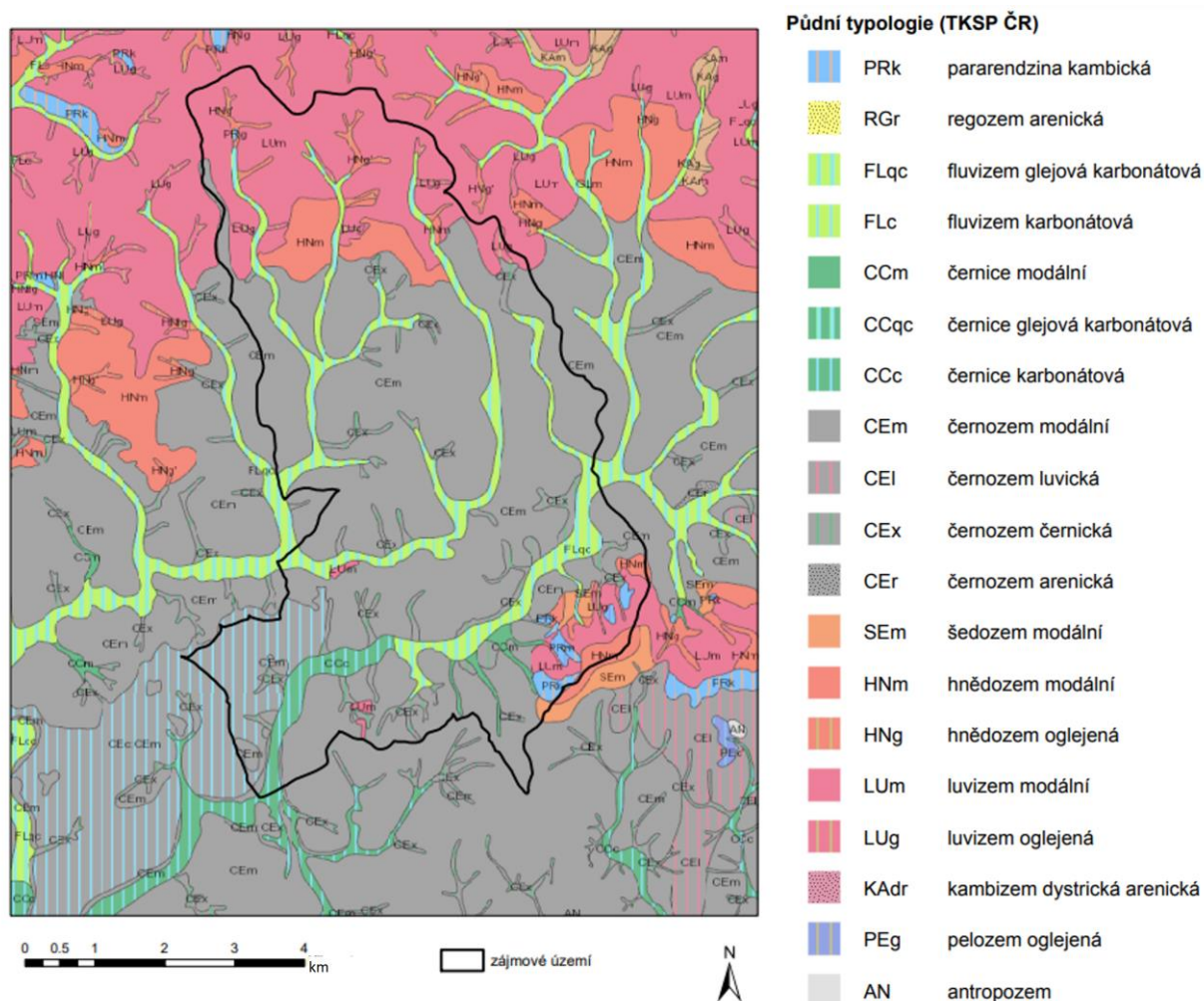




**Obr. 6 – Mapa sklonitosti**

## 2.7 PEDOLOGICKÉ POMĚRY

Na zájmovém území z hlediska pedologického převažují černozemě, především černozem modální, v menší míře černozem černická. Dále se pak ve větších nadmořských výškách vyskytují hnědozem a luvizem. Nejrozšířenějšími subtypy jsou hnědozem modální, hnědozem slabě oglejená, luvizem modální a luvizem oglejená. Podél vodních toků se nachází fluvizem glejová karbonátová a černice karbonátová [5].



**Obr. 7 - Mapa půdních typů [5]**

### 2.7.1 PEDOLOGICKÉ POMĚRY S VYUŽITÍM HPJ

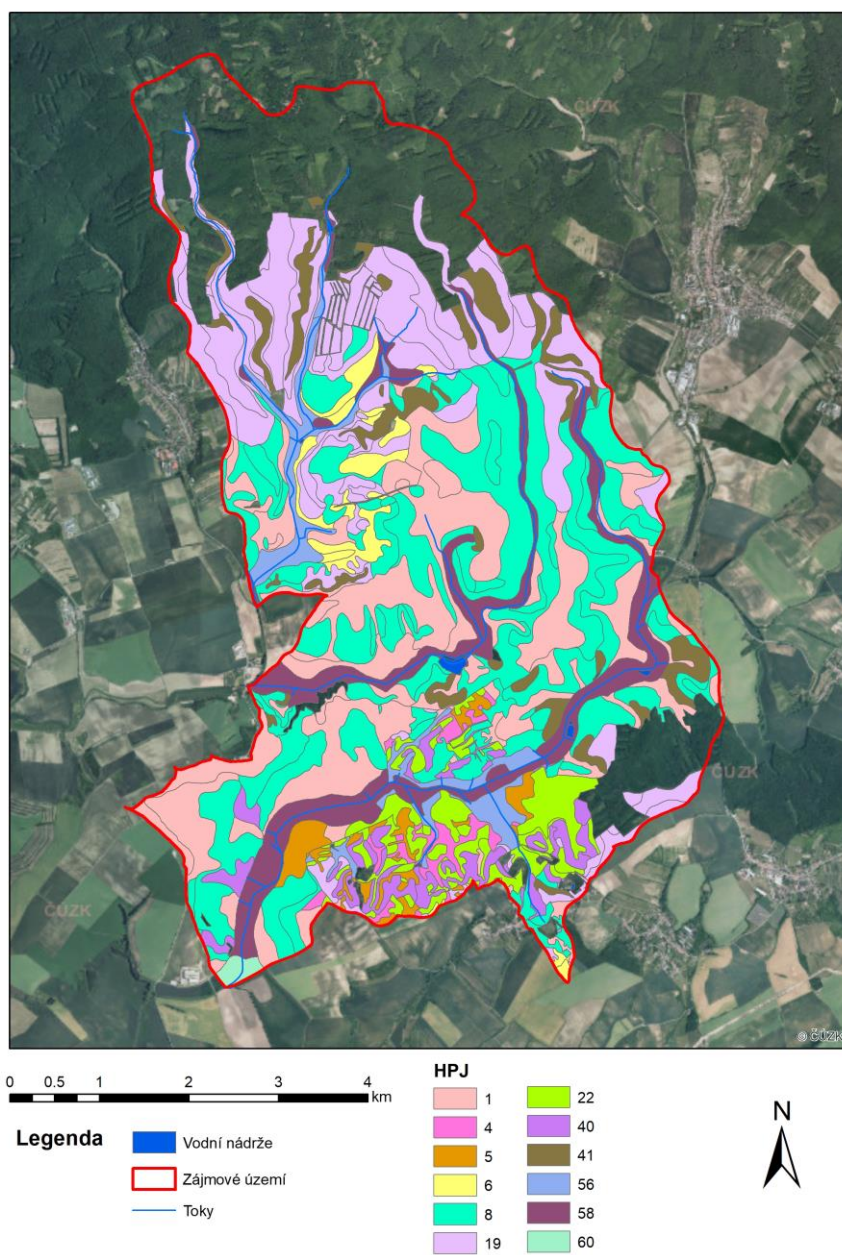
Hlavní půdní jednotka se určuje z kódu BPEJ (Bonitovaná půdně ekologická jednotka). BPEJ slouží k hodnocení produkční schopnosti půd a k jejich nejučelnějšímu využití. Jedná se o pětimístný kód (viz tab. 5), kde první číslice určuje klimatický region, druhá a třetí číslice hlavní půdní jednotku (HPJ), čtvrtá číslice vytyčuje sklonitost a příslušnost ke světovým stranám a pátá číslice stanovuje hloubku a skeletovitost půdy [13].

*„Hlavní půdní jednotka je definována jako syntetická agronomizovaná jednotka charakterizovaná účelovým (agronomickým) seskupením genetických půdních typů, subtypů, půdotvorných substrátů, zrnitosti, hloubky půdy, typem a stupněm hydromorfizmu a reliéfem území. Klasifikační soustava bonitace představuje 78 HPJ, které z geneticko agronomického hlediska tvoří 13 základních skupin [13].“*



Tab. 5. Charakteristika kódu BPEJ [13]

Označení kódu BPEJ	Pořadí číslice v kódu BPEJ		Rozsah hodnot
X.xx.xx	1.	kód klimatického regionu	0–9
x.XX.xx	2. a 3.	kód hlavní půdní jednotky	1–78
x.xx.Xx	4.	sružený kód sklonitosti a expozice	0–9
x.xx.xX	5.	sružený kód skeletovitosti a hloubky půdy	0–9



Obr. 8 - Mapa HPJ

## V zájmovém území se vyskytují půdy s těmito HPJ:

- HPJ 1 – „Černozemě modální, černozemě karbonátové, na spraších nebo karpatském flyši, půdy středně těžké, převážně bez skeletu, až středně skeletovité v území terasových štěrků, velmi hluboké, příznivé až výsušné v závislosti na klimatu [12]. “
- HPJ 4 – „Černozemě arenické na písčích nebo na mělkých spraších (maximální překryv do 0,3 m) uložených na písčích a štěrkopísčích, zrnitostně převážně lehké až středně těžké lehčí, bezskeletovité až slabě skeletovité, silně propustné půdy s výsušným režimem [12]. “
- HPJ 5 – „Černozemě modální a černozemě modální karbonátové, černozemě luvické a fluvizemě modální i karbonátové na spraších s mocností 0,3–0,7 m na velmi propustném podloží, středně těžké až lehčí středně těžké, převážně bezskeletovité, ojediněle až slabě skeletovité, středně výsušné, závislé na srážkách ve vegetačním období [12]. “
- HPJ 6 – „Černozemě pelické, černozemě pelické karbonátové, černozemě černické pelické a černozemě černické pelické karbonátové na velmi těžkých substrátech (jílech, slínech, karpatském flyši, tufech, tufitech a tercierních sedimentech), těžké až velmi těžké s vylehčeným orničním horizontem, ojediněle štěrkovité, s tendencí povrchového převlhčení v profilu [12]. “
- HPJ 8 – „Černozemě modální, hnědozemě modální a luvické, luvizemě modální, popřípadě i kambizemě modální a luvické, včetně slabě oglejených variet, smyté, kde dochází ke kultivaci přechodného horizontu nebo substrátu na ploše větší než 50 %, na spraších, sprašových a svahových hlínách, lehčí středně těžké a středně těžké, převážně bez skeletu až slabě skeletovité ve vyšší sklonitosti [12]. “
- HPJ 19 – „Pararendziny modální, kambické i vyluhované na opukách a tvrdých slínovcích nebo vápnatých svahových hlínách, ojediněle i kambizemě modální na zahliněném štěrkopísku, včetně slabě oglejených variet, středně těžké až s těžkou spodinou, slabě až středně skeletovité, s dobrým vláhovým režimem až krátkodobě převlhčené [12]. “
- HPJ 22 – „Půdy arenického subtypu, regozemě, pararendziny, kambizemě, popřípadě i fluvizemě na mírně těžších substrátech typu hlinitý písek nebo písčitá hlína [12]. “
- HPJ 40 – „Půdy se sklonitostí vyšší než 12 stupňů, na všech substrátech, zrnitostně středně těžké lehčí až lehké, s různou skeletovostí, vláhově závislé na klimatu a expozici [12]. “
- HPJ 41 – „Půdy se sklonitostí vyšší než 12 stupňů, zrnitostně středně těžké až velmi těžké, s různou skeletovostí, s poněkud příznivějšími vláhovými poměry [12]. “
- HPJ 56 – „Fluvizemě modální eubazické až mezobazické, fluvizemě kambické, fluvizemě stratifikované, koluvizemě modální, včetně karbonátových a oglejených subtypů na nivních uloženinách (> 0,7 m), často s podložím teras, glaciofluviálních štěrkopísků, středně těžké lehčí až středně těžké, zpravidla bez skeletu až slabě skeletovité, vláhově příznivé [12]. “



- HPJ 58 – „Fluvizemě glejové a oglejené na nivních uloženinách (> 0,7 m), popřípadě s podložím teras, středně těžké nebo středně těžké lehčí (výjimečně i lehké), bez skeletu až slabě skeletovité, hladina vody níže 1 m, vláhové poměry nepříznivé [12]. “
- HPJ 60 – „Černice modální i černice modální karbonátové, černice arenické, černice fluvické na nivních uloženinách, spraši, sprašových i soliflukčních hlínách, středně těžké, lehčí středně těžké, bez skeletu až slabě skeletovité, příznivé vláhové podmínky až mírně vlhčí [12]. “

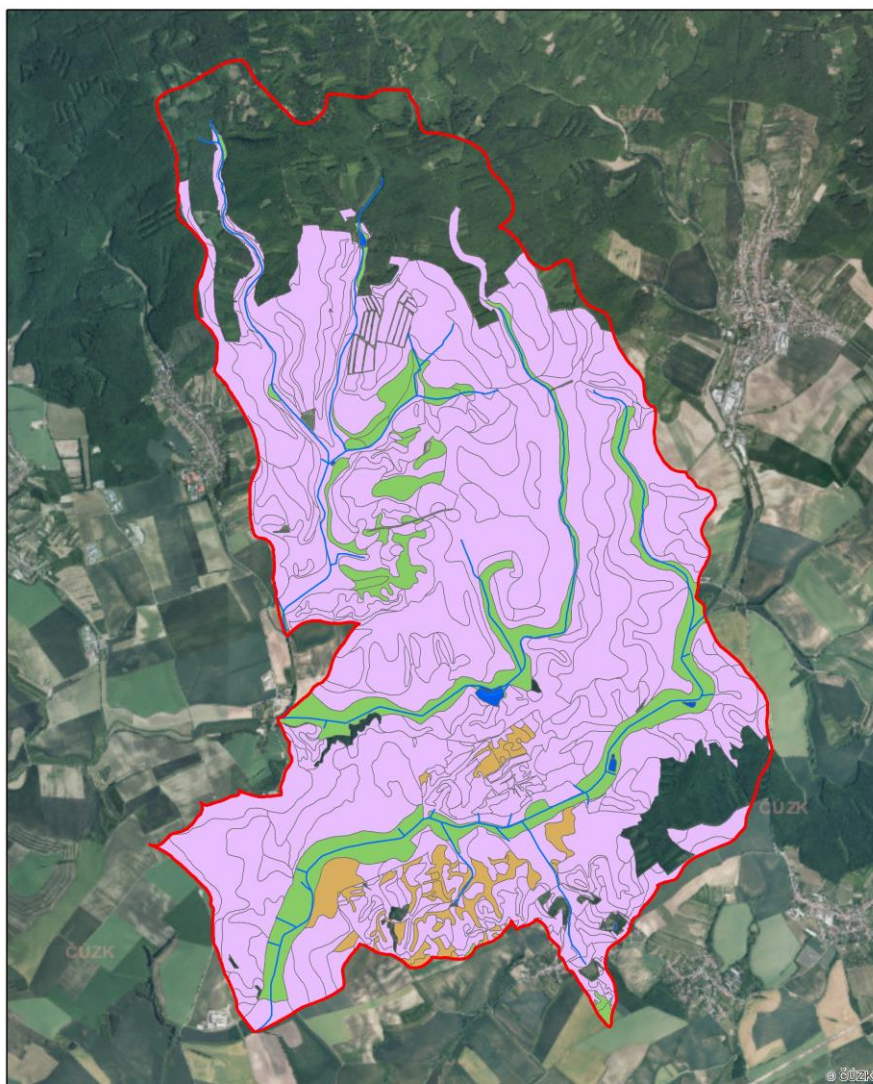
## 2.7.2 PEDOLOGICKÉ POMĚRY S VYUŽITÍM HYDROLOGICKÝCH SKUPIN PŮD (HSP)

Půdy také lze dělit dle hydrologických skupin půd (HSP) a to do čtyř skupin: A, B, C a D. Jde o rozdělení podle rychlosti infiltrace půdy bez pokryvu při úplném nasycení vodou. Skupinu HSP je možné zjistit z hlavní půdní jednotky (HPJ) pomocí převodní tabulky, která je k nalezení v metodice Janeček a kol. V tab. 6 jsou uvedeny přesné charakteristiky hydrologických vlastností dle příslušné skupiny [14].

V zájmovém území je nejvíce zastoupena skupina B (viz obr. 9). Skupina C se nalézá v blízkém okolí vodních toků a skupina A se objevuje v menší míře v jižní části zájmového území.

Tab. 6. Hydrologické skupiny půd [14]

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



0 0.5 1 2 3 4 km

<b>Legenda</b>	 Vodní nádrž	<b>HSP</b>	 A
	 Zájmové území		 B
	 Toky		 C



**Obr. 9 – Mapa HSP**

## 2.8 VYUŽITÍ ÚZEMÍ

K vyhodnocení využití zájmového území posloužily portál ČUZK (Český úřad zeměměřický a katastrální) [1] a Portál farmáře – LPIS [23]. Z tab. 7 je zřejmé, že nadpoloviční část území zabírá orná půda, která se nachází ve všech částech území. Další hojně zastoupen je lesní porost rozléhající se především na severu a jihovýchodě území. Jiná využití ploch se vyskytují pouze v jednotkách procent z celkové rozlohy.

Tab. 7. Využití území [1, 23]

Využití plochy	Plocha [ha]	Plocha [%]
LPIS – orná půda	2329,54	55,41
ZBG – Lesní půda se stromy	788,73	18,76
ZBG – Orná půda a ostatní dále nespecifikované plochy	296,08	7,04
ZBG – Ovocný sad, zahrada	285,47	6,79
ZBG – Trvalý travní porost	114,90	2,73
LPIS – vinice	68,75	1,64
LPIS – travní porost	59,30	1,41
ZBG – Lesní půda s křovinatým porostem	50,45	1,20
ZBG – Vinice	43,19	1,03
ZBG – Ostatní plocha v sídlech	36,38	0,87
ZBG – Areál účelové zástavby	35,73	0,85
ZBG – Cesta neudržovaná	23,81	0,57
LPIS – ovocný sad	10,65	0,25
ZBG – Silnice, dálnice – silnice II. a III. třídy	10,32	0,25
ZBG – Cesta udržovaná	8,52	0,20
ZBG – Vodní tok (užší než 5 m)	7,48	0,18
ZBG – Vodní plocha	6,71	0,16
ZBG – Silnice, dálnice – silnice I. třídy	6,29	0,15
ZBG – Okrasná zahrada, park	5,97	0,14
LPIS – tráva na orné	5,44	0,13
LPIS – jiná trvalá kultura	5,31	0,13
LPIS – úhor	1,98	0,047
ZBG – Hřbitov	1,41	0,033
ZBG – Silnice neevidovaná	0,76	0,018
ZBG – Železniční trať – vícekolejná	0,32	0,008
ZBG – Železniční stanice, zastávka	0,20	0,005
ZBG – Parkoviště, odpočívka	0,14	0,003
ZBG – Železniční trať – jednokolejná	0,11	0,003
ZBG – Kolejiště	0,06	0,001
<b>Celkový součet</b>	<b>4204,00</b>	<b>100,00</b>

### 3 MALÉ VODNÍ PLOCHY (MVP) A JINÁ MOŽNÁ OPATŘENÍ

#### 3.1 MALÉ VODNÍ NÁDRŽE – MVN

Malou vodní nádrž se rozumí vodní nádrž o objemu ovladatelného prostoru do 2 mil. m<sup>3</sup> a s maximální hloubkou 9 m. Kompletní návrh MVN je nutno provádět v souladu s ČSN 75 2410 „Malé vodní nádrže“ [24].

MVN je možné dělit z funkčního hlediska na:

- zásobní nádrže,
- ochranné nádrže – retenční,
- čistící nádrže (upravující vlastnosti vody),
- rybochovné nádrže (rybníky),
- hospodářské nádrže (požární nádrže, nádrže pro chov drůbeže),
- speciální účelové nádrže (vyrovnávací a přečerpávací nádrže),
- asanační nádrže (např. zachytné, skladovací),
- rekreační nádrže,
- krajinnotvorné nádrže [24].

Je vhodné, aby vodní nádrž byla víceúčelová. Na základě svých funkcí může zachytávat povodňové průtoky, transformovat povodňové vlny, omezovat negativní účinky velkých vod nebo transport půdních částic z erozních procesů [26].

V rámci protierozní a protipovodňové ochrany se nejčastěji navrhují nádrže se stálým nadržáním nebo suché retenční nádrže. Vhodnými místy pro návrh jsou dráhy soustředěného odtoku bez stálého přítoku, místa přímo na toku nebo v jeho bezprostřední blízkosti. Ochranné retenční nádrže na tocích by měly být průtočné a neměly by být překážkou pro běžný stav toku. Využití zátopy u suchých nádrží vychází většinou z místních podmínek. Vhodné je budovat MVN mimo osu toku, aby byly minimalizovány negativní vlivy na tok [24, 26].

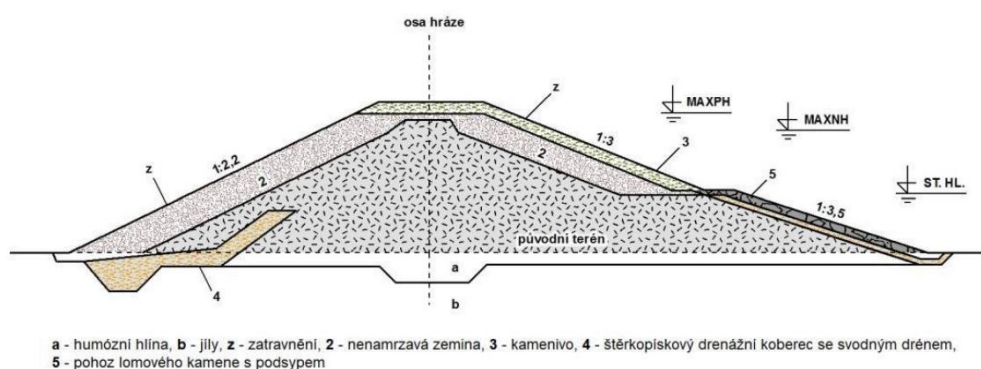
Nejvhodnějším místem pro umístění nádrže je většinou nejužší místo v údolí. Efektivnost se posuzuje podle objemového ukazatele  $\eta$ . Aby byl návrh ekonomicky výhodný, jeho hodnota by neměla klesnout pod 4 [24]. Objemový ukazatel se stanoví ze vztahu:

$$\eta = V_A / V_H [-],$$

kde:  $V_A$  objem zásobního prostoru nádrže  $[m^3]$ ,  
 $V_H$  objem tělesa hráze  $[m^3]$  [24].

Vodohospodářské řešení je základem pro stanovení určitých prostorů nádrže, tedy objemů a výšek hladin. Celý prostor, ve kterém je zadržena voda, se označuje zátopa. Nejnižší část je označována jako „mrtvý prostor“. Jde o objem vody, který není možné vypustit spodními výpusti. Tento prostor spadá do stálého nadržení. Zásobní prostor vymezuje objem vody, který se při vyšších průtocích plní a následně může využívat. Nad ním se nachází prostor retenční neboli ochranný, ten se plní pouze za povodňových stavů. Ochranný prostor může být rozdělen na ovladatelný (po hranu bezpečnostního přelivu) a neovladatelný [24, 25].

Hráz u MVN je ve většině případů sypaná, pouze ojediněle betonová či zděná. Příčný profil je většinou lichoběžníkový. Z ekonomického hlediska se hráz ideálně buduje ze zeminy vytěžené nebo z blízkého okolí. Použitá zemina však musí být podrobena průzkumu, jestli je vhodná pro využití, především z hlediska jejích vlastností. Rozlišují se hráze homogenní tvořené jedním typem zeminy nebo hráze heterogenní tvořené více druhy zemin rozlišujících těsnící jádro a stabilizační části. Na obr. 10 je ukázka příčného řezu hrází [24, 25, 26].



**Obr. 10 – Vzorový příčný řez zemní hrází MVN [26]**

Velmi důležitými prvky MVN jsou bezpečnostní a výpustná zařízení (funkční zařízení). Bezpečnostní přeliv slouží k neškodnému převedení povodňových průtoků a k zamezení poškození tělesa hráze. Bezpečnostní zařízení se dimenzují ve většině případů alespoň na stoletý průtok  $Q_{100}$ . Výpustná zařízení jsou tvořena potrubím v tělese hráze a požerákem. Požerák je věžový objekt, který umožňuje nastavování úrovně hladiny

pomocí dluží (hradících prken). Funkční zařízení bývají spojována do jednoho objektu, tehdy hovoříme o tzv. sdruženém objektu [24, 25, 27].

### 3.1.1 SUCHÉ NÁDRŽE, POLDRY

Hlavním účelem suché nádrže je zadržování vody při povodni a tím zmenšování vybraných N-letých průtoků. Hlavním rozdílem od jiných nádrží jen ten, že prostor zátopy je obvykle zemědělsky nebo lesnický využíván. Doporučuje se vytvoření trvalého vzduší hladiny v nádrži s nevýznamným objemem z důvodu udržení trvalého vodního režimu v základové spáře hráze a jejích objektů [27].

Návrh suché nádrže vychází z komplexního posouzení poměrů v povodí nádrže. Posoudí se i jiné možnosti ochrany před povodněmi (úprava toku, víceúčelová vodní nádrž, úpravy v povodí, samostatná ochrana jednotlivých objektů apod.). Vhodná může být kombinace různých výše uvedených opatření [27].

## 3.2 MOKŘADY, TŮNĚ

### 3.2.1 MOKŘADY

Definice krajinného prvku „mokřad“ dle nařízení vlády č. 307/2014 Sb., o stanovení podrobností evidence využití půdy podle užitelských vztahů, zní: „*Mokřadem se rozumí samostatný útvar neliniového typu s minimální výměrou 100 m<sup>2</sup>, sloužící k zajištění retence vody v krajině s cílem udržovat přirozené podmínky pro život vodních a mokřadních ekosystémů podle § 2 odst. 2 písm. i) zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Krajinný prvek mokřad může být evidován na ploše půdního bloku podle § 3a odst. 9 písm. a) a § 3a odst. 10 zákona o zemědělství*“ [28].

Jde o místo v krajině, které má vyšší hladinu povrchové nebo podpovrchové vody a má potenciál být zamokřené alespoň 3 měsíce v roce (tato podmínka nemusí být splněna každoročně). Většinou se jedná o místo, na němž se vyskytuje i bohatá flóra a fauna a může být označováno jako biocentrum [28, 29].

### 3.2.2 TŮNĚ

Pod pojmem tůň rozumíme prohlubeň v terénu zaplavenou vodou nebo klidnou hlubší část vodního toku. Vzniká hloubením v terénu, je napájena srážkovou, povrchovou nebo podpovrchovou vodou a většinou se u ní nevyskytuje trvalý přítok a odtok [29].



Tůně nelze ztotožňovat s rybníky. Ty mají zpravidla technické prvky (hráz, funkční zařízení), je možné je vypustit a slouží prioritně k chovu ryb [29].



**Obr. 11 – Tvorba tůní v okolí vodního toku [31]**

### 3.2.3 PŘÍNOSY MOKŘADŮ A TŮNÍ

Mokřady a tůně mají mnoho přínosů pro životní prostředí (ŽP), těmi hlavními jsou:

- retence vody v krajině (zlepšení klimatických podmínek v okolí),
- biotop pro flóru a faunu,
- zvýšení hodnoty kulturní krajiny (ekologická stabilita) [28].

### 3.3 TECHNICKÁ A BIOTECHNICKÁ OPATŘENÍ VEDOUcí K TVORBĚ MVP

Technická opatření se navrhují jako prvky systému protierozních opatření zejména na pozemcích, kde důsledky povrchového odtoku ohrožují intravilán obce. Optimálním návrhem prostorového rozmístění liniových záchytných prvků dojde ke snížení hodnoty faktoru délky svahu L. Záchytné prvky jsou navrhovány tak, aby svým umístěním (vedle funkce přerušení délky svahu a rozčlenění pozemků) řídily směr obdělávání pozemků a způsob hospodaření. Vhodným rozčleněním svahu může dojít nejen ke snížení hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace C, ale také ke snížení průměrné hodnoty čísla CN v daném sběrném území [14].

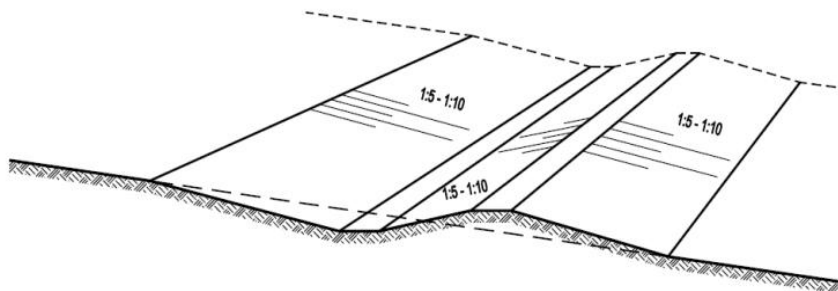
Kromě výše zmíněných ochranných nádrží rozlišujeme tato technická opatření:

- průlehy,
- příkopy,
- přehrážky,
- stabilizace drah soustředěného odtoku [14].

### 3.3.1 PRŮLEHY

Protierozní průlehy slouží k zachytávání povrchově stékající vody a k neškodnému odvedení. Jedná se o mělký široký příkop s mírným sklonem svahů, založený s malým podélným sklonem (obr. 12). Podle funkce se rozlišují záchytné a svodné průlehy [14].

Záchytné průlehy se navrhují na pozemcích do sklonu 15 % zpravidla zatravněné. Bývají zaústěny do svodných příkopů, průlehubů či do stabilizovaných údolnic. Naopak svodné průlehy se navrhují pro neškodné odvedení odtoku ze záchytných průlehubů, z krátkodobě trvajících přívalových dešťů nebo náhlého tání sněhu [14].



**Obr. 12 – Vzorový příčný řez záchytným průlehem [14]**

### 3.3.2 PŘÍKOPY

Příkop je prvek podobný průlehu s prudšími svahy, zachycuje povrchově stékající vodu, kterou vsakuje nebo postupně odvádí. Příkopy sběrné a záchytné (obr. 13) se budují nad chráněným územím tam, kde hrozí nebezpečí při odtoku z výše položených ploch. Záchytné příkopy poskytují několik výhod. Retence a retardace povrchového odtoku přináší ochranu území před škodami způsobenými přívalovými srážkami. Zkracují délky svahů a tím redukuje smyvy orné půdy. Také mají pozitivní vliv na zvýšení vsaku vody do půdy [14, 26, 32].

Příkopy svodné jsou navrhovány k odvádění odtoku a transportovaných splavenin. Jelikož se navrhují s vyšším podélným sklonem, bývají zpravidla zpevněny [14].



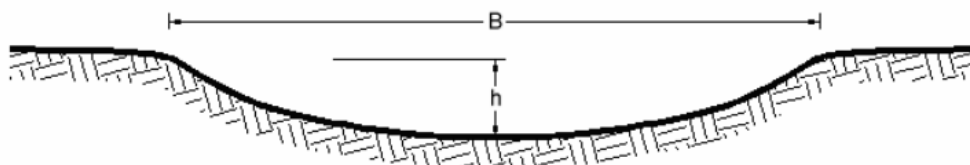


**Obr. 13 - Záchytný zatravněný příkop v k.ú. Brodek u Konice [26]**

### 3.3.3 STABILIZACE DSO

Dráhy soustředěného povrchového odtoku zpevněné vegetačním krytem (obr. 14) jsou schopny bezpečně odvést povrchový odtok, ke kterému dochází v důsledku morfologické rozmanitosti krajiny v době přívalových dešťů nebo tání sněhu, kdy soustředěně po povrchu odtékající voda v těchto místech zpravidla způsobuje erozní rýhy. Ochranný účinek trav proti vodní erozi spočívá především v útlumu kinetické energie, ve snížení rychlosti a množství povrchově stékající vody projevující se ve snížení její vymílací a transportní schopnosti a také v mechanickém zpevnění půdy kořenovým systémem [14].

K návrhu odpovídajících parametrů zatravněných DSO potřebujeme znát hydrologické podklady a hydraulické parametry, na základě kterých navrhne parametry průtočné plochy příčného profilu jakož i potřebu opevnění. Stabilizaci DSO jde provádět podobně jako revitalizaci toku s vytvářením drobných tůní v jeho okolí (obr. 11) [14].



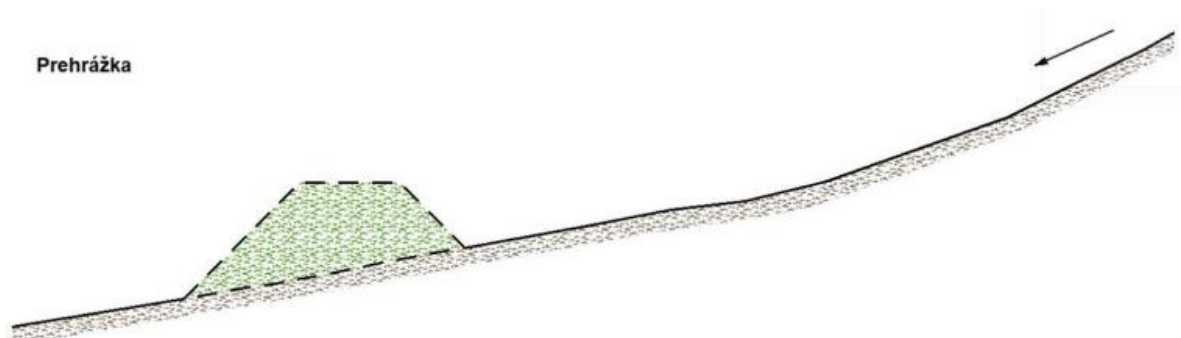
**Obr. 14 - Parabolický profil zatravněné údolnice [14]**

### 3.3.4 PŘEHRÁŽKY

Přehrážky jsou známé především jako opatření k hrazení bystřin a strží, ale je možná i jejich realizace v drahách soustředěného odtoku na zemědělsky obdělávaných pozemcích. Tyto příčné prahy, pásy či stupně bývají bez spodních výpustí (jako tomu bývá u přehrážek pro hrazení bystřin), podporují stabilizaci údolnice, snižují podélný sklon, slouží k akumulaci soustředěného odtoku a napomáhají bezpečnému odvedení odtoku při zvýšených srážkových událostech. Je možné se setkat s případy, kdy je třeba navýšit zadržovaný objem a tím snížit přítok například do dešťové kanalizace. V takovém případě je možné realizovat přehrážky napříč údolnicí se zpevněnými vývažšti [14, 26].



Obr. 15 – Přehrážka z dřeva a kameniva ve strži u obce Spáňov [14]



Obr. 16 – Vzorový podélný řez přehrážkou v DSO [26]

## 4 POUŽITÉ METODY

### 4.1 VYMEZENÍ KRITICKÝCH BODŮ, KRITICKÝCH PROFILŮ A ZÁVĚROVÝCH PROFILŮ

Kritický bod – KB vymezuje místo, kde dráhy soustředěného odtoku (DSO) vnikají do intravilánu (zastavěné části obce). Pro identifikaci KB jsou rozhodující kombinovaná kritéria [20]:

K 1.	velikost přispívající plochy	0,3–10,0 km <sup>2</sup> ,
K 2.	průměrný sklon přispívající plochy	≥3,5 %,
K 3.	podíl plochy orné půdy v povodí	≥40 % [19].

Na základě šetření na modelových povodích, kde byly zjištěny škody i z ploch povodí se zastoupením orné půdy nižším než 40 %, případně ploch zcela zalesněných, byl výběr provedený podle podmínek kritérií rozšířen:

K 1 A.	velikost přispívající plochy	1,0–10,0 km <sup>2</sup> ,
K 2 A.	průměrný sklon přispívající plochy	≥5 % [19].

V práci byla také vymezena místa kritických profilů – KP a závěrových profilů – ZP. KP mají stejnou definici pro vymezení polohy jako KB, nemusejí však splňovat více uvedená kritéria K1–K3. U závěrových profilů DSO protínají vodní tok, vodní plochu či komunikaci.

#### 4.1.1 VYMEZENÍ KB, KP A ZP V PROSTŘEDÍ GIS

Základem pro stanovení kritických bodů, profilů a závěrových profilů je digitální model terénu (DMT), ze kterého se stanoví DSO. Pomocí funkce *Topo to raster* v programu ArcGIS jsou převedeny vrstevnice právě na DMT. Je nutné tento DMT vyhladit (*Fill*), aby se odstranily nedokonalosti jako jsou výčnělky či poklesy terénu. Dále se určí směry odtoků (nástroj *flow direction*) a z nich akumulace odtoku (nástroj *flow accumulation*). Klasifikace buněk DMT 5x5 m pro akumulaci odtoku je nastavena nad 1200 buněk. Jedná se o velikost sběrné plochy nad bodem, kde může docházet k přeměně plošného povrchového odtoku v odtok soustředěný. Díky takto nastavené akumulaci se mohou vygenerovat odtokové linie (nástroj *flow lenght*).

Pro KB a KP byla vykreslena sběrná povodí a údolnice pomocí vrstevnic, ortofotomapy a terénního průzkumu. Délky údolnic, plochy povodí a jejich sklony byly vypočteny v atributové tabulce v prostředí GIS.

## 4.2 VÝPOČET PRŮMĚRNÉ DLOUHODOBÉ ZTRÁTY PŮDY DLE UNIVERZÁLNÍ ROVNICE

Výpočet ztráty půdy (ohroženost zemědělských půd vodní erozí a funkčnost protierozních opatření) se provádí pomocí univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty vodní erozí (USLE) dle Wischmeiera a Smithe (1978) upravené M. Janečkem (2012) ve tvaru:

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

kde:	G	průměrná dlouhodobá roční ztráta půdy	[t·ha <sup>-1</sup> ·rok <sup>-1</sup> ],
	R	faktor erozní účinnosti deště	[MJ·ha <sup>-1</sup> ·cm·h <sup>-1</sup> ],
	K	faktor náchylnosti půdy k erozi	[t·ha·h·(ha·MJ·cm) <sup>-1</sup> ],
	L	faktor délky svahu	[-],
	S	faktor sklonu svahu	[-],
	C	faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu	[-],
	P	faktor účinnosti protierozních opatření	[-] [14, 16].

Rovnici lze použít pouze pro období delší než jeden rok a výsledná hodnota udává dlouhodobou průměrnou roční ztrátu půdy [14].

### 4.2.1 POSOUZENÍ EROZNÍ OHROŽENOSTI

Pro současný nebo navrhovaný způsob využívání řešené plochy se použijí příslušné hodnoty faktorů do rovnice USLE a stanoví se dlouhodobá průměrná ztráta půdy vodní erozí v t·ha<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup>. Jestli výsledná hodnota překročí hodnotu přípustné ztráty půdy, znamená to, že pozemek nezajišťuje dostatečnou protierozní ochranu. V takovém případě je vhodné navrhnout efektivnější protierozní opatření a výpočet provést znovu [14].

Mělké půdy (s hloubkou do 30 cm) by neměly být využívány k zemědělství, nýbrž zalesnění či zatravnění. U středně hlubokých (30–60 cm) a hlubokých (nad 60 cm) půd se uvádí jednotná hodnota přípustné ztráty půdy 4 t·ha<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup> a to z důvodu, aby nedošlo k znehodnocení těchto hlubokých velmi úrodných půd. Přibližnou mocnost půdy lze určit podle 5. číslice kódu BPEJ vyjadřující skeletovitost a hloubku půdy nebo terénním průzkumem. Hloubka půdy je značně omezena skalním podložím, rozpadem půdy a velkou skeletovitostí [14].

U vodních zdrojů hraje velkou roli v eutrofizaci vod především fosfor, který se může do vody dostávat prostřednictvím eroze a zhoršovat tak jakost vody. Závisí však na více faktorech, tudíž je doporučeno rozmezí erozního smyvu  $0,5\text{--}2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ , které nezpůsobuje výraznější eutrofizaci [14].

#### 4.2.2 FAKTOR EROZNÍ ÚČINNOSTI DEŠTĚ (R)

Faktor erozní účinnosti deště R je závislý na četnosti výskytu srážek, jejich kinetické energii, úhrnu a intenzitě. Za předpokladu, že jsou ostatní faktory rovnice USLE konstantní, je vyjádřen vztahem:

$$R = E \cdot i_{30}/100,$$

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

E celková kinetická energie deště  $[\text{J}\cdot\text{m}^{-2}]$ ,

$i_{30}$  maximální 30minutová intenzita deště  $[\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}]$  [14].

Hodnota R-faktoru se za daný rok určí ze součtu erozní účinnosti jednotlivých příválových dešťů, vyjma dešťů s úhrnem srážek menším než 12,5 mm, pokud během 15 minut nepadlo alespoň 6,25 mm a jestli je odděluje od ostatních dešťů alespoň 6 hodin. V České republice pro téměř veškeré zemědělské pozemky lze uvažovat průměrná hodnota  $40 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$  [14].

#### 4.2.3 FAKTOR ERODOVATELNOSTI PŮDY (K)

Faktor K určuje náchylnost půdy k erozi podle půdních vlastností, ty ovlivňují infiltrační schopnost a odolnost vůči dopadajícím dešťovým kapkám a povrchově odtékající vodě. V rovnici USLE je definován jako ztráta půdy ze standardního pozemku v  $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$  na jednotku faktoru erozní účinnosti deště R v  $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$  [14].

Stanovení faktoru K lze provést podle odvozeného vztahu nebo vyčíst ze sestrojeného nomogramu. U obou těchto možností je třeba mít výsledky rozborů půdy odebrané z dané lokality. Také je možné přibližně stanovit faktor K podle HPJ bonitační soustavy půd nebo podle půdních typů, subtypů a variet Taxonometrického klasifikačního systému půd ČR [14].

#### 4.2.4 FAKTOR DÉLKY SVAHU (L)

Faktor L udává vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty půdy erozí. S rostoucí délkou se zvyšuje i intenzita eroze. Délka bývá měřena od místa vzniku povrchového odtoku až do bodu, kde se erodovaný materiál začíná ukládat nebo je odtok soustředěn

do odtokové dráhy. Délka svahu může být přerušena některým z prvků (příkop, průleh, hrázka apod.) [14].

Výpočet faktoru délky svahu L lze provést pomocí vztahu Wischmeiera a Smithe (1978) s přihlédnutím na pojetí přístupu v Revidované rovnici ztráty půdy (Renard et al., 1997) ve tvaru:

$$L = (l / 22,13)^m,$$

kde:	22,13	délka standardního pozemku	[m],
	l	horizontální projekce nepřerušené délky svahu; není to vzdálenost rovnoběžná s povrchem půdy	[m],
	m	exponent sklonu svahu vyjadřující náchylnost svahu k tvorbě rýžkové eroze [14].	

#### 4.2.5 FAKTOR SKLONU SVAHU (S)

Faktor sklonu svahu S vyjadřuje vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí. S rostoucím sklonem se zvyšuje ztráta půdy, ale razantněji než u L-faktoru. Hodnotu lze určit ze vztahů (RENARD et al., 1997):

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

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

kde:  $\theta$  je úhel sklonu svahu [rad nebo m/m] a výpočet goniometrické funkce musí být proveden v systému rad [14].

Pokud se jedná o svah s proměnnými sklony, je možno rozdělit plochu na 10 stejných dílů a faktor S stanovit jako vážený průměr dílčích úseků pomocí vztahu:

$$S = 0,03S_1 + 0,06S_2 + 0,07S_3 + 0,09S_4 + 0,10S_5 + 0,11S_6 + 0,12S_7 + 0,13S_8 + 0,14S_9 + 0,15S_{10}$$

kde:	$S_i$	hodnota faktoru S pro i-tý úsek svahu,
	$S_1$	nejvýše položený úsek,
	$S_{10}$	nejníže položený úsek [14].

Často jsou faktory L a S vyjádřeny společně jako topografický faktor LS. Při řešení heterogenních svahů a půd se doporučuje pracovat na základě GIS analýz a pro výpočty využívat digitální model terénu ve formě rastru (jako tomu je i v této práci), který lze vygenerovat z digitálního vrstevnic systému Zabaged nebo lze využít jiných výškopisných dat jako například DMR 4G [16].

#### 4.2.6 FAKTOR OCHRANNÉHO VLIVU VEGETACE (C)

Hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace závisí na hustotě a druhu pěstovaných plodin, které přímo zabraňují rozrušování zeminy dešťovými kapkami a zpomalují rychlost povrchového odtoku, ale působí i nepřímo na půdní vlastnosti. Značně vhodnější protierozní ochranu tvoří oproti běžně pěstovaným širokořádkovým plodinám traviny a jeteloviny. [14].

#### 4.2.7 FAKTOR ÚČINNOSTI PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ (P)

Faktor účinnosti protierozních opatření P dle Wischmeiera a Smithe (1978) je závislý na sklonu svahů a na parametrech daného druhu protierozního opatření. Hodnoty faktoru P byly určeny pro pásové střídání plodin, vrstevnicové obdělávání a hrázkování. Pokud nejsou tato opatření na pozemku uplatněna nebo není zaručeno dodržení postupů, nelze předpokládat účinnost těchto opatření a uvažuje se hodnota  $P = 1$  [14].

### 4.3 VÝPOČET ZTRÁTY PŮDY V PROSTŘEDÍ GIS

Pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy podle rovnice USLE použijeme program ArcGIS – ArcMap, přesněji jeho funkce Raster Calculator. Je tedy nutné mít všechny vstupní vrstvy ve formátu raster a vhodně zpracovány.

#### 4.3.1 EROZNĚ HODNOCENÉ PLOCHY (EHP)

Erozně hodnocenou plochou (EHP) se rozumí blok zemědělsky obdělávané půdy se stejnou kulturou a u níž nedochází k přerušení délky svahu. Nepřerušovaná délka svahu se měří od rozvodnice nebo od horní hrany pozemku, vždy však od prvku přerušujícího povrchový odtok (např. příkop, průleh, hrázka). Změna plodiny či technologie na pozemku není důvodem pro přerušení délky svahu [14].

Pro potřeby této práce při tvorbě EHP byla výchozím podkladem vrstva veřejného registru půdy LPIS (Land Parcel Identification System). Všechny prvky LPIS byly převedeny na bloky EHP, jelikož na všech těchto pozemcích se předpokládá, že dochází k erozi. Dále v námi řešených povodích KB a KP byly dokresleny plochy, na kterých dochází k erozi, pouze nejsou přihlášeny v registru půdy. Tyto pozemky byly dokresleny na základě ortofotomapy a terénního průzkumu. Ostatní plochy jsou brány jako přerušující prvek (bariéra – toky, cesty s příkopy, příkopy, průlehy, apod.) nebo na nich nedochází k erozi.

### 4.3.2 STANOVENÍ FAKTORU R

Jak již bylo zmíněno v kapitole 3.2.2, pro téměř veškeré zemědělské pozemky v ČR lze uvažovat dle metodiky Janeček a kol. (2012) průměrnou hodnotu  $40 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$  [14].

### 4.3.3 STANOVENÍ K FAKTORU

Vstupním podkladem pro stanovení K faktoru je vrstva BPEJ (bonitovaných půdně ekologických jednotek), především 2. a 3. číslice označující HPJ (viz kap. 2.7.1). Pomocí převodní tabulky v metodice Janeček a kol. (2012) „Tab. 1.5. Hodnoty faktoru K pro jednotlivé HPJ“ [14] jsou ručně vepsány příslušné hodnoty K faktoru a vrstva převedena na rastr.

### 4.3.4 STANOVENÍ LS FAKTORU – USLE2D

Faktory L a S jsou počítány dohromady jako LS faktor. Potřebné vrstvy pro výpočet jsou vyhrazený digitální model terénu (DMT) a upravená vrstva EHP. Do vrstvy EHP jsou přidány plochy, které nepodléhají erozi, ale nejsou ani přerušujícím prvkem (např. zpevněná cesta bez příkopu). Dále je tento shapefile převeden na rastr a reklasifikován. LS faktor je počítán v programu USLE2D, který pracuje pouze s daty ve formátu Idrisi, je tedy nutné provést převod pomocí programu LS-converter. Nejprve jsou vrstvy DMT a upravené EHP v programu ArcGIS převedeny na textové soubory ASCII (.asc), se kterými umí pracovat program LS-converter, a ten převede vrstvy na Idrisi (.rst). Samotný výpočet v programu USLE2D je proveden nastavením routingu *Flux decomposition* a LS algoritmu *MC COOL, Moderate*. Následně se vrstvy převedou opačným postupem přes LS - converter zpět do programu ArcGIS.

### 4.3.5 STANOVENÍ FAKTORU C

Faktor C byl stanoven z vrstvy LPIS, podle kódu kultury. Pro ornou půdu (kód kultury 2, 10, 11 a 12) byl přidělen C faktor na základě klimatického regionu (v našem zájmovém území 0). Pomocí převodní tabulky (Kadlec a Toman, 2002 [22]) dostáváme hodnotu 0,291. Dalším kulturám byly hodnoty stanoveny na základě metodiky Janeček a kol. (2012) [14]. Pro trvalý travní porost (kód kultury 7 a 9) je hodnota 0,005, pro lesy (kód kultury 91,98 a 99) 0,001 a pro jiné kultury (kód kultury 3, 4, 5 a 6) hodnota 0,44. Následně byla vektorová vrstva převedena na rastrovou podle C faktoru.

### 4.3.6 STANOVENÍ P FAKTORU

Jelikož uvažujeme území bez jakýchkoliv erozních opatření, je užitá hodnota  $P = 1$ .



#### 4.4 ODHAD TRANSPORTU SPLAVENIN

K odhadu průměrného ročního množství transportovaných splavenin v určitém povodí lze použít metodu poměru odnosu (SDR). Ten je definován jako poměr ročního množství splavenin v tomto profilu k celkové erozi v povodí. Poměr odnosu může nabývat hodnoty 1 (100 %) v případě transportu veškerých částic uvolněných erozí z povodí a hodnoty 0 (0 %) při zachycení veškerých částic v rámci povodí [14].

Jelikož se v této práci vyskytují poměrně malá povodí, je zvolena metoda pouze orientační (Robinson, A. R., 1977), která udává podíly odnosu splavenin podle velikosti ploch povodí tab. 8) [30].

Tab. 8. Poměr odnosu ve vztahu k velikosti povodí (Robinson, A. R., 1977) [30]

Plocha povodí [km <sup>2</sup> ]	Podíl odnosu splavenin [%]
0,1	53
0,5	39
1	35
5	27
10	24
50	15
100	13
200	11
500	8,5

#### 4.5 METODA ČÍSEL ODTOKOVÝCH KŘIVEK CN

Metoda čísel odtokových křivek se řadí mezi nepřímé metody pro stanovení objemu přímého odtoku a kulminačního průtoku. Základním prvkem pro využití odtokových křivek CN je srážkový úhrn návrhového deště zvolené doby opakování za předpokladu jeho rovnoměrného rozložení na ploše povodí. Čísla CN křivek jsou závislá na hydrologických vlastnostech půd, vegetačním pokryvu, intercepci, povrchové retenci a rozloze nepropustných ploch. Hodnota CN je tím vyšší, čím spíše se jedná o povrchový odtok, tedy čím je půda méně propustná [14, 20]. Stanovují se dle:

- čtyř hydrologických skupin půd A, B, C, D (viz kap. 2.7.2),
- vlhkosti půdy získané na základě 5denního úhrnu srážek neboli IPS (index předchozích srážek), rozdělené do třech stupňů, přičemž pro návrh se uvažuje IPS II pro středně nasycené půdy (Janeček a kol., 2012),
- využití území (vegetační pokryv, způsob obdělávání, užitá protierozní ochrana) [18].

Přímý odtok  $H_0$  se vypočítá na základě vztahu (Janeček a kol., 2012):

$$H_0 = (H_s - 0,2A)^2 / (H_s + 0,8A)$$

pro  $H_s \geq 0,2A$

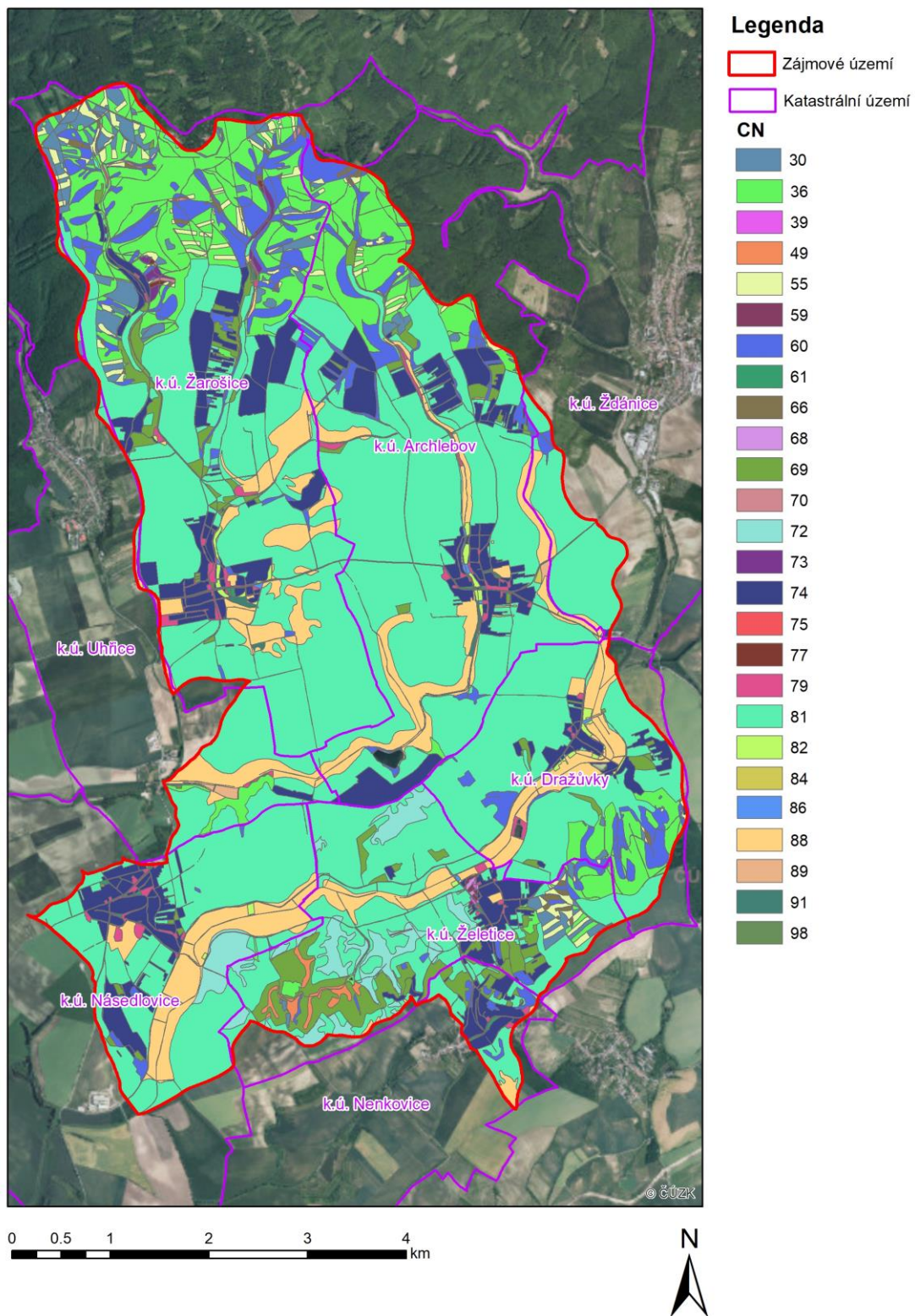
$$A = 25,4 (1000 / CN - 10),$$

kde:	$H_0$	přímý odtok	[mm],
	$H_s$	úhrn návrhového deště	[mm],
	A	potenciální retence (vyjádřená pomocí CN)	[mm],
	CN	číslo odtokových křivek	[-] [14, 18].

#### 4.5.1 METODA CN KŘIVEK V PROSTŘEDÍ GIS

Pro potřeby této práce byla čísla CN křivek stanovena v prostředí GIS. Z vrstvy BPEJ na základě znalosti HPJ (hlavní půdní jednotky) byla každému bloku přidělena skupina HSP (hydrologická skupina půd) pomocí převodní tabulky 2.2 uvedené v metodice Janeček a kol., 2012 [14].

Vrstva pokryvu vznikla za účelem znalosti kódu kultur. Byly spojeny vrstvy vymežující intravilán, zemědělskou půdu (LPIS), lesy a ostatní plochy. Čísla CN byla specifikována ze znalosti právě HSP a kódu kultur dle tabulky 2.3 z metodiky Janeček a kol., 2012 [14]. Hodnoty CN křivek v lesích byly převzaty z projektu AdaptaN I, který pracoval ve spolupráci s Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHÚL) a vycházel z metodiky Dumbrovský a kol., 2020 [18]. Z výsledné mapy CN (obr. 17) je patrné zastoupení jednotlivých čísel odtokových křivek CN. Všechna sběrná povodí byla rozdělena podél údolnice na levý a pravý svah a ze zonální statistiky vyšla průměrná čísla CN, která dále vstupovala do výpočtu v programu DesQ – MaxQ.



Obr. 17 – Mapa čísel CN odtokových křivek

#### 4.6 MODEL DESQ – MAXQ

Hydrologický model DesQ – MaxQ byl využit pro účely této bakalářské práce na výpočet průtoků na sběrných povodích pro variantu se dvěma svahy. Jedná se o aktualizovaný model DesQ prof. Hrádka (1997). V názvu DesQ značí návrhový průtok a MaxQ je zkratkou pro maximální průtok. Model je určen pro malá neměřená povodí do 10 m<sup>2</sup>, tedy není potřeba údajů o průtocích a vodních stavech na tocích [17].

Model je možné využít pro:

- výpočet maximálních N-letých průtoků a objemů povodňových vln, vyvolaných přívalovými dešti kritické doby trvání,
- výpočet maximálních průtoků a objemů povodňových vln vyvolaných dešti zadané doby trvání a intenzity,
- hodnocení dopadů hospodářské činnosti v povodí na srážko-odtokové procesy,
- odvození tvaru povodňových vln (časové řady) [17].

## 5 STANOVENÍ EROZNÍCH A ODTOKOVÝCH POMĚRŮ PRO SOUČASNÝ STAV

### 5.1 SOUČASNÝ STAV EROZNÍCH POMĚRŮ

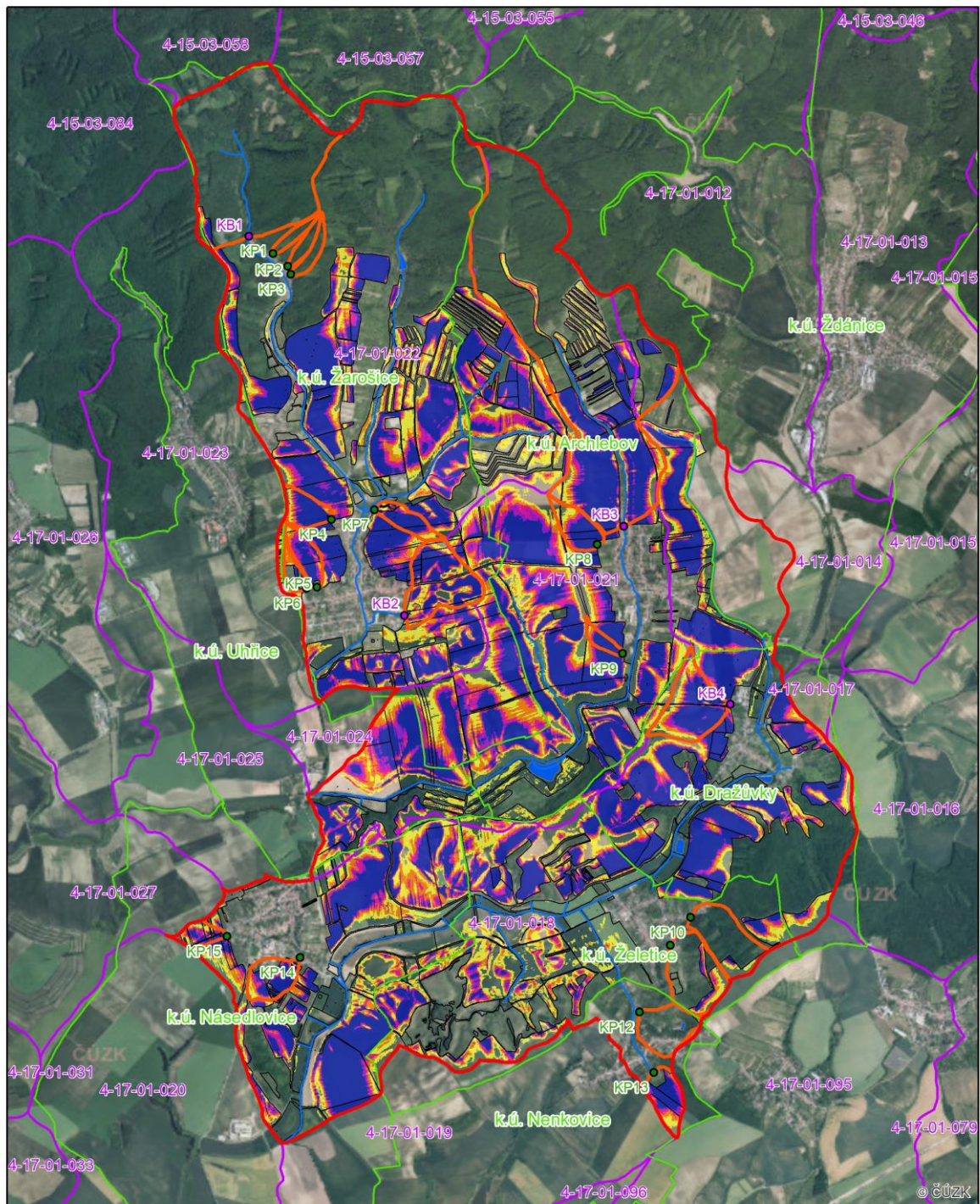
Jak již bylo rozebráno v kap. 4.3.1, současný stav erozních poměrů byl zhodnocen pomocí EHP. Celkem bylo stanoveno 392 bloků EHP, na kterých byla vyhodnocena eroze a ta byla následně vztažena na řešená sběrná povodí KB a KP. Výpočet průměrné ztráty půdy byl proveden v programu ArcGIS (ArcMap) a pomocí zonální statistiky byla získána průměrná hodnota daných sběrných povodí. Vynásobením hodnotou zemědělského půdního fondu (ZPF) získáváme celkovou ztrátu půdy v tunách za rok (viz tab. 9). Na obr. 18 je viditelná erozní ohroženost jak na sběrných povodích, tak i na dalších EHP. Na téměř všech sběrných povodích je překročena přípustná ztráta půdy  $4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ , tudíž nezajišťují dostatečnou protierozní ochranu. Grafické vyhodnocení bylo rozděleno na kategorie 0–4, 4–8, 8–12, 12–16, 16–20 a  $>20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ . Z obr. 18 je zjevné, že velká část zájmového území spadá právě do kategorie  $>20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ . Pro výpočty v této práci se do zemědělského půdního fondu (ZPF) řadí orná půda, travní porost, vinice, ovocné sady a jiná trvalá kultura.

Z tab. 9 je patrné, že nejvyšší průměrná ztráta půdy G vychází pro sběrná povodí KP8 ( $39,36 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ ), KP9 ( $36,77 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) a KP4 ( $32,42 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ ). Oproti tomu celková ztráta půdy vyšla značně nejvyšší pro KB3 ( $4311,64 \text{ t}\cdot\text{rok}^{-1}$ ), poté pro KB4 ( $983,82 \text{ t}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) a KB2 ( $846,50 \text{ t}\cdot\text{rok}^{-1}$ ). Je to způsobeno vysokým zastoupením půdy ZPF ve sběrných povodích KB na rozdíl od sběrných povodí KP.

Tab. 9. Přehled ohroženosti sběrných povodí KB a KP vodní erozí

OZN	Katastrální území	Plocha povodí [ha]	Ø sklon povodí [%]	Plocha ZPF [ha]	Průměrná ztráta půdy G [t·ha <sup>-1</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]	Celková ztráta půdy [t·rok <sup>-1</sup> ]
KB1	Žarošice	183,7	18,79	2,65	20,49	54,22
KB2	Žarošice	39,5	11,26	37,60	22,51	846,50
KB3	Archlebov	350,5	15,45	164,45	26,22	4311,64
KB4	Dražůvky	33,8	8,94	33,76	29,15	983,82
KP1	Žarošice	7,1	21,83	0,00	-	-
KP2	Žarošice	5,1	23,37	0,00	-	-
KP3	Žarošice	6,0	20,78	0,00	-	-
KP4	Žarošice	21,8	11,10	12,04	32,42	390,38
KP5	Žarošice	11,7	8,44	11,46	20,77	237,93
KP6	Žarošice	7,5	9,52	6,67	8,10	54,01
KP7	Žarošice	18,6	10,40	10,68	28,88	308,43
KP8	Archlebov	18,2	9,90	14,03	39,36	552,33
KP9	Archlebov	15,3	10,01	4,61	36,77	169,43
KP10	Želetice	29,4	18,26	4,66	6,64	30,96
KP11	Želetice	33,3	22,42	10,22	9,08	92,85
KP12	Nenkovice	15,4	20,25	0,41	3,81	1,54
KP13	Nenkovice	16,0	9,48	15,51	23,93	371,09
KP14	Násedlovice	16,1	12,18	12,24	27,06	331,30
KP15	Násedlovice	8,1	6,77	7,79	12,84	99,94





Obr. 18 – Mapa erozní ohroženosti zájmového území



### 5.1.1 POMĚR ODNOSU SPLAVENIN

Poměr odnosu splavenin byl určen na základě znalosti převodní tabulky Robinson, A. R., 1977 dle plochy sběrného povodí. Hodnoty v tab. 10 byly interpolovány mezi hodnotami uvedenými ve zmiňované tab. 8 a vynásobeny celkovou ztrátou půdy. Největší celkový odnos splavenin vyšel pro sběrné povodí KB3 (1293,06 t·rok<sup>-1</sup>), i přes nejnižší podíl odnosu (29,99 %). Výsledek ovlivňuje značně nejvyšší hodnota ztráty půdy pro tohle sběrné povodí.

Tab. 10. Poměr odnosu splavenin

OZN	Plocha povodí [km <sup>2</sup> ]	Podíl odnosu splavenin [%]	Celková ztráta půdy [t·rok <sup>-1</sup> ]	Celkový odnos splavenin [t·rok <sup>-1</sup> ]
KB1	1,837	33,33	54,22	18,07
KB2	0,395	42,68	846,50	361,24
KB3	3,505	29,99	4311,64	1293,06
KB4	0,338	44,67	983,82	439,47
KP1	0,071	54,02	-	-
KP2	0,051	54,72	-	-
KP3	0,060	54,40	-	-
KP4	0,218	48,87	390,38	190,78
KP5	0,117	52,41	237,93	124,69
KP6	0,075	53,88	54,01	29,10
KP7	0,186	49,99	308,43	154,18
KP8	0,182	50,13	552,33	276,88
KP9	0,153	51,15	169,43	86,66
KP10	0,294	46,21	30,96	14,30
KP11	0,333	44,85	92,85	41,64
KP12	0,154	51,11	1,54	0,79
KP13	0,160	50,90	371,09	188,89
KP14	0,161	50,87	331,30	168,52
KP15	0,081	53,67	99,94	53,63

## 5.2 SOUČASNÝ STAV ODTOKOVÝCH POMĚRŮ

### 5.2.1 VYMEZENÍ KB, KP A ZP

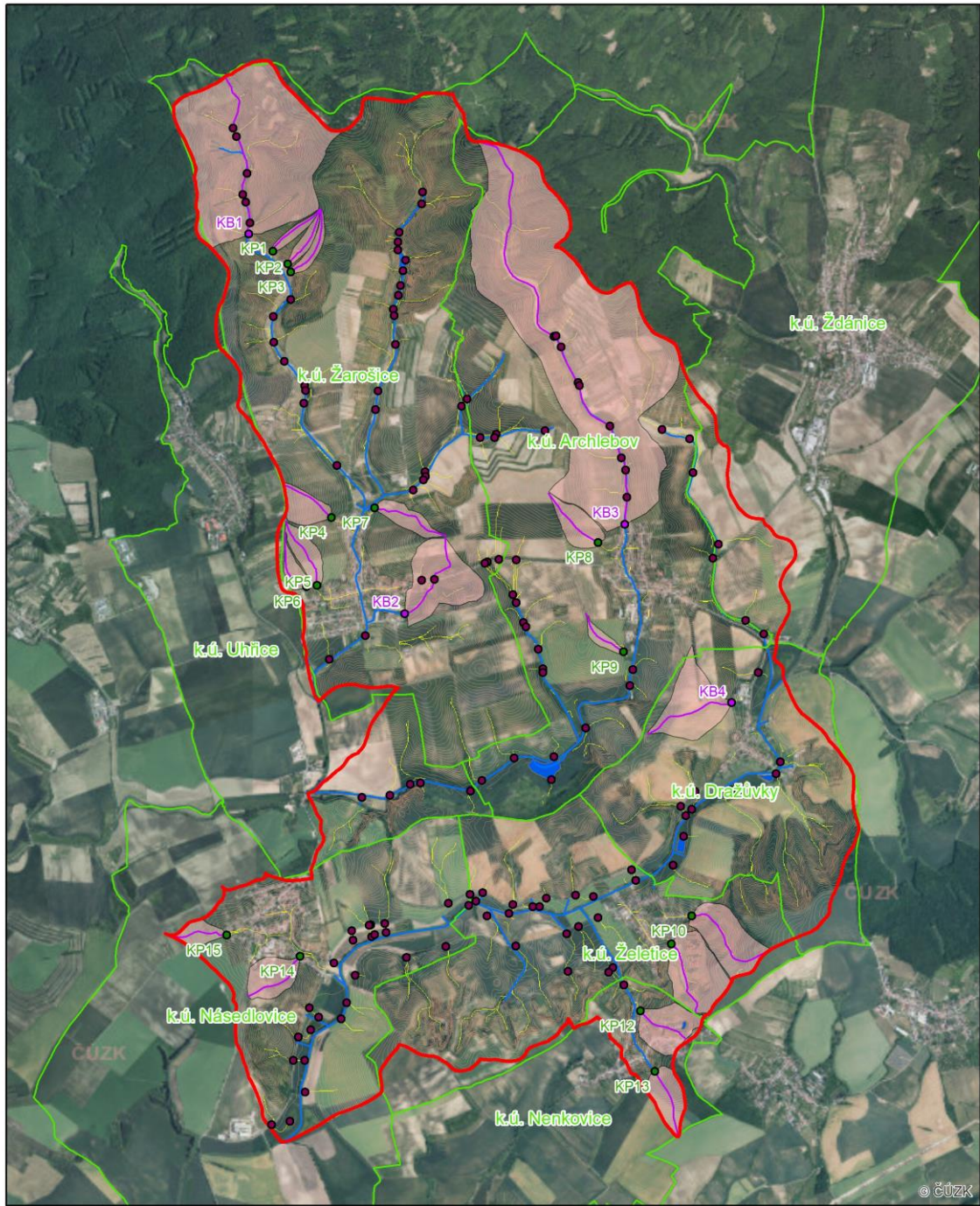
Celkem byly stanoveny 4 kritické body, 15 kritických profilů a 137 závěrových profilů (obr. 19). Místa KB byla převzata z Povodňového informačního systému (POVIS) [21]. Místa, kde DSO vnikají do intravilánu, byla označena jako KP a místa, kde DSO vnikají do vodního toku, vodní plochy a pozemní komunikace (resp. propustek), byla označena jako ZP. ZP byly rozděleny podle toho, kam vniká DSO viz tab. 11.

Tab. 11. Rozdělení ZP podle vniku DSO

<b>DSO vnikající do</b>	<b>počet</b>
komunikace	36
toku	96
vodní plochy	5
<b>Celkem</b>	<b>137</b>

### 5.2.2 VYHODNOCENÍ ODTOKOVÝCH POMĚRŮ

Veškeré KB, KP a ZP a k nim příslušná sběrná povodí a údolnice jsou viditelná na obr. 19 jakožto grafické zhodnocení odtokových poměrů. Výpočet pro tato povodí, tedy 100leté kulminační průtoky ( $Q_{100}$ ) a objemy povodňových vln pro  $N=100$  ( $W_{PVT,100}$ ), byl proveden v modelu DesQ – MaxQ. Tab. 12 zobrazuje jak tyto výsledky, tak i vstupní veličiny. Do výpočtu vstupuje také úhrn srážek, který byl převzat z nejbližší srážkoměrné stanice Ždánice. U povodí, která mají průměrnou hodnotu odtokových křivek CN menší než 60, byl výpočet proveden dvakrát z důvodu požadavku reálnějších výstupů.



0 0.5 1 2 3 4 km

**Legenda**

- KP
- KB
- ZP

- Vodní nádrže
- Zájmové území
- Katastrální území

- Toky
- Vrstevnice
- Sběrná povodí

- Údolnice
- Akumulace**
- 0 - 1 200
- >1 200.01



**Obr. 19 - Mapa odtokových poměrů**

Tab. 12. Charakteristiky a vyhodnocené hodnoty odtokových poměrů ve sběrných povodích KB a KP

OZN	Katastrální území	Délka údolnice	Sklon údolnice	Plocha povodí	Ø sklon povodí	Ø CN	Q <sub>100</sub>	W <sub>PVT,100</sub>
		[km]	[%]	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[-]	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
KB1	Žarošice	1,639	5,72	1,837	18,79	43,29	0,160	4,87
						60,00	3,540	28,2
KB2	Žarošice	0,962	6,94	0,395	11,26	82,52	6,300	13,5
KB3	Archlebov	4,369	4,24	3,505	15,45	63,31	10,800	64,5
KB4	Dražůvky	0,912	6,08	0,338	8,94	81,02	4,720	11,4
KP1	Žarošice	0,626	19,10	0,071	21,83	42,70	0,017	0,088
						60,00	0,227	0,318
KP2	Žarošice	0,634	19,96	0,051	23,37	45,82	0,044	0,149
						60,00	0,285	0,398
KP3	Žarošice	0,737	17,98	0,060	20,78	48,17	0,080	0,27
						60,00	0,356	0,463
KP4	Žarošice	0,567	8,65	0,218	11,10	81,00	1,950	3,62
KP5	Žarošice	0,713	7,10	0,117	8,44	81,00	2,000	2,76
KP6	Žarošice	0,632	6,98	0,075	9,52	77,02	0,958	1,12
KP7	Žarošice	0,843	7,46	0,186	10,40	82,78	2,390	2,44
KP8	Archlebov	0,683	8,23	0,182	9,90	81,04	2,460	3,76
KP9	Archlebov	0,537	8,32	0,153	10,01	81,00	0,995	0,993
KP10	Želetice	1,050	9,27	0,294	18,26	53,64	0,585	2,58
						60,00	1,200	3,57
KP11	Želetice	0,747	10,10	0,333	22,42	70,88	2,490	7,74
KP12	Nenkovice	0,533	9,62	0,154	20,25	72,83	2,090	4,39
KP13	Nenkovice	0,682	7,96	0,160	9,48	81,64	2,760	4,54
KP14	Násedlovice	0,683	8,58	0,161	12,18	82,46	2,900	4,75
KP15	Násedlovice	0,625	5,27	0,081	6,77	81,13	1,510	1,87

Nejvyšší hodnotu stoletého kulminačního průtoku a objemu stoleté povodňové vlny má sběrné povodí KB3 ( $Q_{100} = 10,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $W_{PVT,100} = 64,5 \cdot 10^3 \cdot \text{m}^3$ ) i přes poměrně malé průměrné číslo CN 63,31. Je tedy zřejmé, že největší roli při stanovení odtokových veličin hrají plochy sběrných povodí.

Byl proveden i terénní průzkum zájmového území zaměřený především na místa KB a KP a zároveň byla zhotovena fotodokumentace. V dalších podkapitolách jsou tato místa podrobněji rozebrána. Byly vhodně navrženy MVP a doplňující liniové prvky. Pro potřeby této práce byly jako liniové prvky označovány záchytné (odvádějící vodu) a zasakovací (zadržující vodu) příkopy a průlehy, přehrážky na tocích a ve střížích (zelená linie). Jako svodné prvky byly označeny svodné příkopy a průlehy vedoucí vodu ze záchytných prvků do vodního toku či vodní nádrže (hnědá linie).



### 5.2.3 PRŮZKUM A VYHODNOCENÍ SBĚRNÝCH POVODÍ KB A KP

#### KRITICKÝ BOD KB1

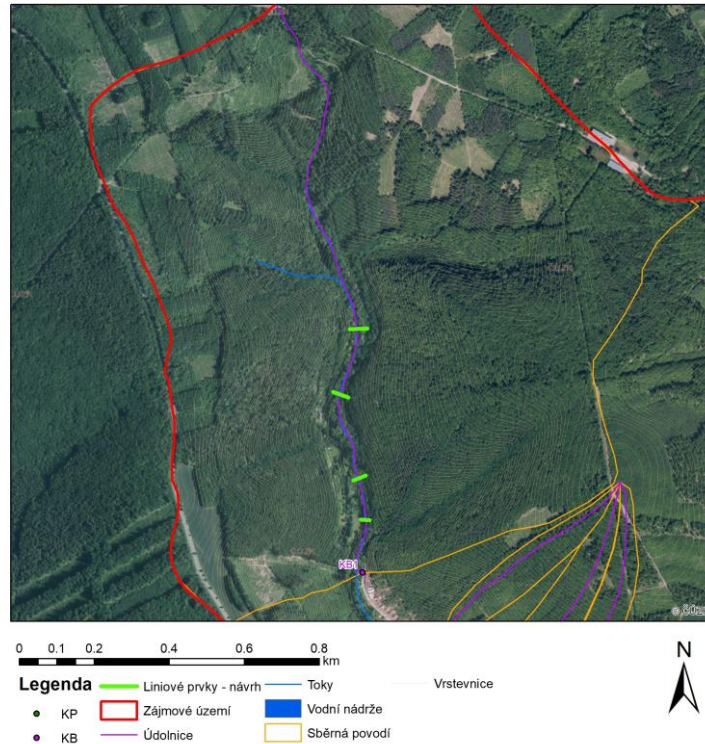
Kritický bod KB1 se nachází na severozápadě zájmového území. Se sběrnou plochou 1,84 km<sup>2</sup> je druhým největším sběrným povodím. Údolnice kopíruje pramennou část Zdravovodského potoka. Jedná se o povodí s poměrně vysokou nadmořskou výškou v porovnání se zbytkem řešeného území. Tento bod ohrožuje část obce Žarošice nazývanou „Zdravá voda“.

Téměř celá plocha sběrného povodí je pokryta lesním porostem (tab. 13), tudíž je velká část vody vsáknuta do půdy. Avšak v některých měsících se při vydatných srážkách Zdravovodský potok rozvodňuje (viditelná berma na obr. 20 – vpravo) a může docházet k ohrožení zastavěné části obce.

Vhodným opatřením by mohlo být několik přehrážek na tomto potoce (obr. 21), které by navyšovaly zadržovaný objem vody a tvořily tak protipovodňové opatření v deštivých obdobích.



**Obr. 20 – KB1 – pohled na cestu vedoucí z vesnice (vlevo), uzávěrový profil na potoku (vpravo)**



**Obr. 21 – KB1 – mapa s návrhem přehrážek na vodním toku**

## KRITICKÝ BOD KB2

Kritický bod KB2 leží i se svou sběrnou plochou východně od intravilánu obce Žarošice. Sběrné povodí se rozkládá na ploše 0,395 km<sup>2</sup>, které křížuje silnice I/54. Většinu sběrného povodí tvoří orná půda (viz tab. 13), tudíž zde dochází k poměrně velké erozi a odnosu půdy. Průměrná ztráta půdy činí 22,51 t·ha<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup> a celková roční ztráta půdy je 846,50 t·rok<sup>-1</sup>. Odtokové charakteristiky (stoletý kulminační průtok a objem povodňové vlny) vyšly  $Q_{100} = 6,30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a  $W_{PVT,100} = 13,50 \cdot 10^3 \cdot \text{m}^3$ .

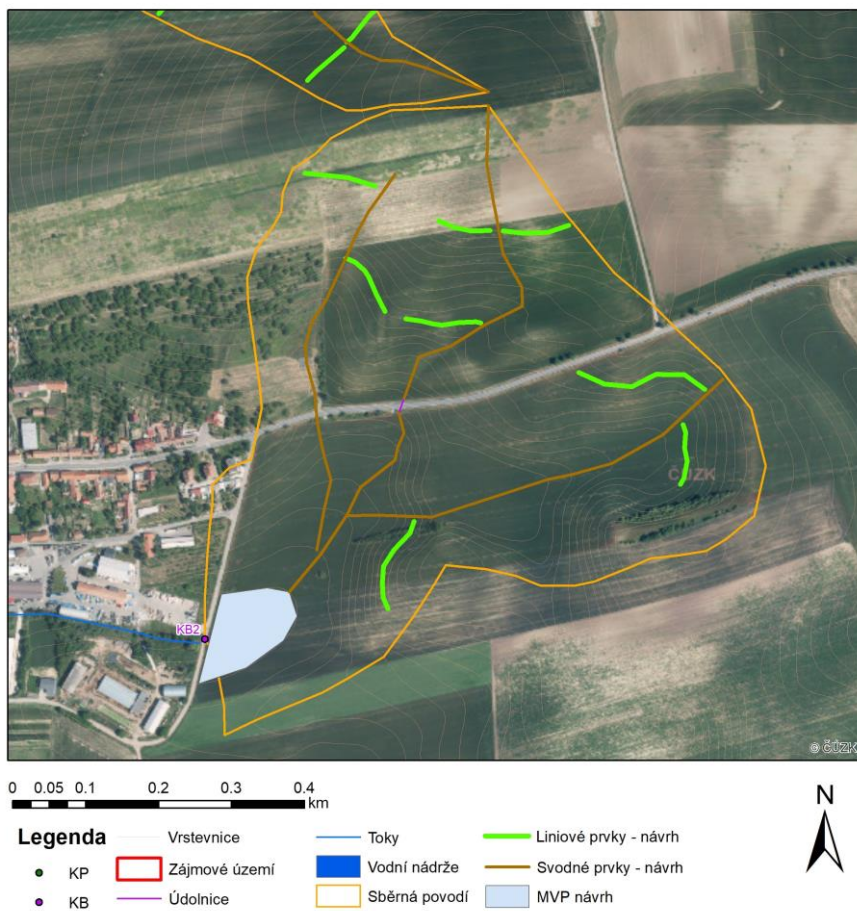
Uzávěrový profil sběrného povodí se nachází na propustku (obr. 22 – vpravo), který je však v nebezpečném a neudržovaném stavu. Propustek je zaústěn do koryta vedoucího intravilánem obce.

Pro snížení povodňového rizika se nabízí návrh MVN – suchého poldru (obr. 23) na závěrovém profilu tohoto sběrného povodí s doprovodnou zelení. Tato ochranná nádrž by poskytovala ochranu před povrchově tekoucí vodou nesoucí s sebou také částičky zeminy z orné půdy. Dále je nezbytná kompletní přestavba jak propustku, tak i navazujícího koryta. Také jsou ve sběrném povodí navrženy záchytné příkopy (viz obr. 23), které by vhodně sváděly povrchovou vodu do DSO či do svodného prvku a podporovaly vsak vody do půdy.





**Obr. 22 – KB2 – pohled na sběrné povodí (vlevo), uzávěrový profil – neudržovaný propustek (vpravo)**



**Obr. 23 – KB2 – mapa s návrhem MVP – suchého poldru**



## KRITICKÝ BOD KB3

Sběrné povodí KB3 se nachází na severovýchodě zájmového území a severně od obce Archlebov. Jedná se o největší stanovené sběrné povodí s rozlohou 3,51 km<sup>2</sup>. V jižní části je hojně zastoupena orná půda, zato v severní části převažují lesy. Průměrná hodnota ztráty půdy činí 26,22 t·ha<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup>. Jelikož se jedná o rozlehlé povodí, dosahuje celková roční ztráta půdy 4311,64 t·rok<sup>-1</sup>. Také vypočtená hodnota kulminačního průtoku a objem povodňové vlny tohoto povodí vychází nejvyšší ze všech sběrných povodí:  $Q_{100} = 10,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $W_{PVT,100} = 64,5 \cdot 10^3 \cdot \text{m}^3$ .

Údolnice kopíruje trasu Spáleného potoka. Pokud se zaměříme na morfologii terénu, byl by zde efektivní návrh průtočné nádrže na toku (obr. 24 – vpravo), která by pomáhala ochránit intravilán před možnými nebezpečnými průtoky v potoce.



**Obr. 24 – KB3 – pohled na sběrné povodí (vlevo), mapa s návrhem MVP (vpravo)**

## KRITICKÝ BOD KB4

Kritický bod 4 se nachází na severozápadě obce Dražůvky. Středem povodí vede polní cesta, která pokračuje do obce (obr. 25 – vlevo). Téměř na celé ploše se vyskytuje orná půda. Povrchová voda stéká z této půdy na polní cestu, po které pokračuje až do intravilánu spolu s půdními částicemi a ohrožuje tak obytné domy a zahrady. Průměrná ztráta půdy vyšla na 29,15 t·ha<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup> a celková ztráta na této ploše 983,82 t·rok<sup>-1</sup>. Stoletý kulminační průtok vyšel  $Q_{100} = 4,72 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a objem stoleté povodňové vlny  $W_{PVT,100} = 11,4 \cdot 10^3 \cdot \text{m}^3$ .

Jelikož voda stéká z obou stran pozemků, jeví se jako jediné vhodné místo (i morfologicky) pro MVP právě na polní cestě (viz obr. 25 – vpravo). Při tomto návrhu by bylo třeba pro zachování přístupu na pozemky přesunout polní cestu. Také je na tomto sběrném povodí navrženo 10 záchytných příkopů pro svedení povrchového odtoku do navržených svodných příkopů nebo stabilizované DSO.



**Obr. 25 – KB4 – pohled na sběrné povodí (vlevo), Mapa s návrhem MVP (vpravo)**

*Tab. 13. Využití území KB1 – KB4*

Kultura	KB1	KB2	KB3	KB4
Orná půda [ha]	4,62	36,24	145,23	33,65
Lesní půda [ha]	171,04	0,00	151,07	0,00
Ovocný sad, zahrada [ha]	2,14	0,91	13,10	0,00
Vinice, jiná kultura [ha]	0,00	1,58	19,21	0,00
Trvalý travní porost [ha]	1,77	0,00	16,10	0,00
Vodní plocha, tok [ha]	0,27	0,00	0,40	0,00
Ostatní plocha [ha]	3,77	0,77	5,29	0,11

### KRITICKÉ PROFILY KP1, KP2 A KP3

Kritické profily KP1, KP2 i KP3 jsou pokryty po celé své ploše lesním porostem. Tato místa (stejně jako KB1) ohrožují severní část obce Žarošice nazývanou „Zdravá voda“. Jelikož se jedná pouze o lesní půdy (tab. 14), nedochází zde ani k nadměrné plošné erozi. Skrz vysokou svažitosť území může při nadměrných srážkách docházet k ohrožení intravilánu, vhodným opatřením je např. vystavění přehrážky v údolnicích a DSO,

aby měla voda více času vsáknout se do půdy. Jelikož však jde o nejméně ohrožená povodí, nemají tato opatření vysokou prioritu.

#### KRITICKÝ PROFIL KP4

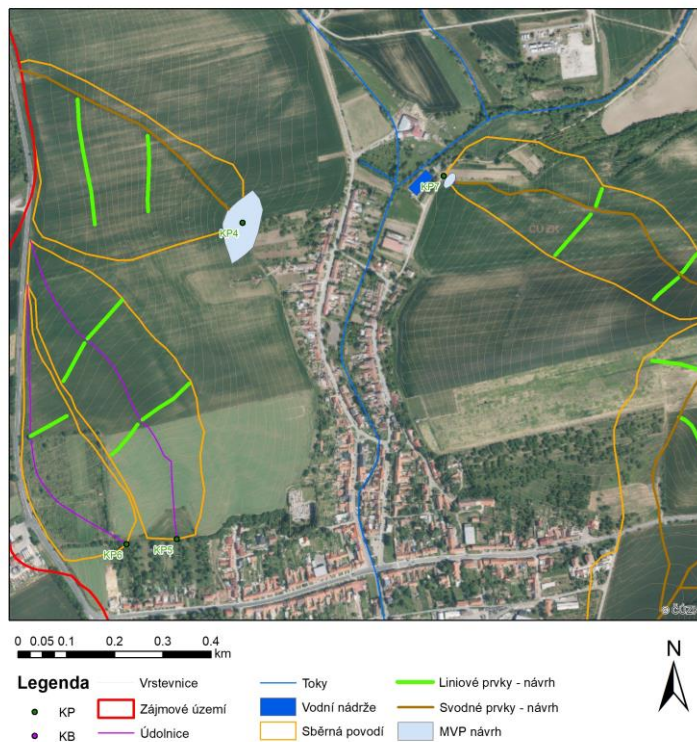
Sběrné povodí KP4 se nachází na severozápadě obce Žarošice. Přes celé povodí se rozkládá orná půda, tedy má i vysokou hodnotu průměrné ztráty půdy  $29,15 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Umístění údolnice bylo stanoveno nejen na základě vrstevnic, ale její pozice byla dále upravena dle ortofotomapy a terénního průzkumu, aby odpovídala skutečnosti.

Na obr. 26 je viditelná DSO, kde povrchový odtok vymílá půdní částice, proto je zde vhodná stabilizace a zatravnění této DSO. Byla zde navržena suchá ochranná MVN (obr. 27), avšak návrh zasahuje i do zahrad, tudíž by bylo nutné obstarat povolení nebo posunout navrženou MVN výše na méně výhodné místo. Jelikož zde není zcela ideální morfologie terénu pro MVN, byl by nezbytný výpočet efektivity nádrže dle objemového ukazatele. Dva navržené záchytné příkopy zaústěné do této DSO by podpořily bezpečný odvod vody a vsak do půdy.



**Obr. 26 – KP4 – pohled na sběrné povodí**





**Obr. 27 – Mapa sběrná povodí KP4-KP7 s návrhem MVP**

### KRITICKÉ PROFILY KP5 A KP13

Na místech KP5 a KP13 jsou již vybudovány ochranné suché nádrže (suché poldry) viz obr. 28, které chrání intravilán před povrchovým odtokem a erozí. Pro zvýšení retence a postupné zasakování se nabízí vybudování tůní v těchto poldrech. Popř. je možné stabilizovat DSO a doplnit plochu o záchytné prvky (viz obr. 27).



**Obr. 28 – Suchý poldr v Žarošicích (KP5)**

## KRITICKÉ PROFILY KP6 A KP7

Sběrná povodí KP6 a KP7 se nacházejí na sever od intravilánu obce Žarošice. Rozlohou se jedná o menší sběrná povodí. Sběrné povodí KP6 leží v těsné blízkosti sběrného povodí KP5, ve kterém je již vybudován suchý ochranný poldr, tudíž je možné povrchový odtok a splaveniny směřovat právě k tomuto poldru.

KP7 je značně ohroženější, ohrožuje však pouze okrajovou část obce, ve které se obytné domy již nenacházejí. Z tohoto důvodu je zde navržena tůň (obr. 27), která podpoří i zdejší mikroklima a flóru s faunou. Blízkost vodního toku a nízká nadmořská výška jsou rovněž vhodnými předpoklady pro návrh tůň. Skrz podpoření ochrany půdy jsou zde navrženy 4 příkopy.



**Obr. 29 – Pohled na sběrné povodí KP6 (vlevo), pohled na sběrné povodí KP7 (vpravo)**

## KRITICKÉ PROFILY KP8 A KP9

Kritický profil KP8 se nachází na severozápadě obce Archlebov. Tento profil byl vyhodnocen jako nejohroženější ze všech kritických profilů (vyjma KB). Hodnota průměrné ztráty půdy činí  $39,36 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ . Výpočet odtokových charakteristik v programu DesQ – MaxQ vyšel  $Q_{100} = 2,46 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$  a  $W_{PVT,100} = 3,76\cdot 10^3\cdot\text{m}^3$ .

Byla zde navržena suchá ochranná vodní nádrž (viz obr. 30 – vpravo), která však leží v zahradách občanů. Pokud by nebylo možné sehnat povolení a odkoupit tyto pozemky, bylo by nutné posunout MVP výše na ornou půdu, kde je však morfologicky méně výhodná pozice. Čtyři navržené záchytné příkopy (obr. 30 – vpravo) by sváděly povrchový odtok k této vodní nádrži.

Kritický profil KP9 se nalézá na jihozápad od intravilánu obce Archlebov. Jedná se o velmi malé sběrné povodí, složené však pouze z orné půdy. Závěrový profil leží až na okraji intravilánu, tudíž toto povodí neohrožuje obytné domy. Efektivní by se zde mohl jevit

návrh záchytných prvků (obr. 30 – vpravo) pro zadržení povrchově stékající vody a půdních částic.

Tab. 14. Využití území KP1 – KP8

Kultura	KP1	KP2	KP3	KP4	KP5	KP6	KP7	KP8
Orná půda [ha]	0,00	0,00	0,00	12,03	11,46	2,60	10,47	14,04
Lesní půda [ha]	4,32	4,95	5,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ovocný sad, zahrada [ha]	0,06	0,03	0,07	0,01	0,00	3,39	0,12	0,06
Vinice, jiná kultura [ha]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trvalý travní porost [ha]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Vodní plocha, tok [ha]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ostatní plocha [ha]	0,07	0,08	0,12	0,00	0,00	0,00	0,07	0,12



**Obr. 30 – Pohled na sběrné povodí KP8 (vlevo), mapa návrhu MVP KP8 a KP9 (vpravo)**

### KRITICKÉ PROFILY KP10, KP11 A KP12

Kritický profil KP10 se nalézá na jihovýchodě obce Želetice. Jde o sběrné povodí o rozloze 29,4 ha skládající se z téměř veškeré lesní půdy (tab. 15). I když se jedná o lesní porost, byly zde navrženy přehrážky, jelikož na základě terénního průzkumu byla zjištěna jejich potřeba. V místě KP10 navazuje na zpevněnou cestu cesta nezpevněná, kolem které v posledních letech vznikají nové rodinné domy a povrchová voda stékající z lesa by tyto domy mohla ohrožovat.

KP11 ležící na jihu obce Želetice, sousedící s výše zmíněným KP10, má sběrnou plochu 33,3 ha. Hodnota stoletého kulminačního průtoku činí  $Q_{100} = 2,49 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a poměrně



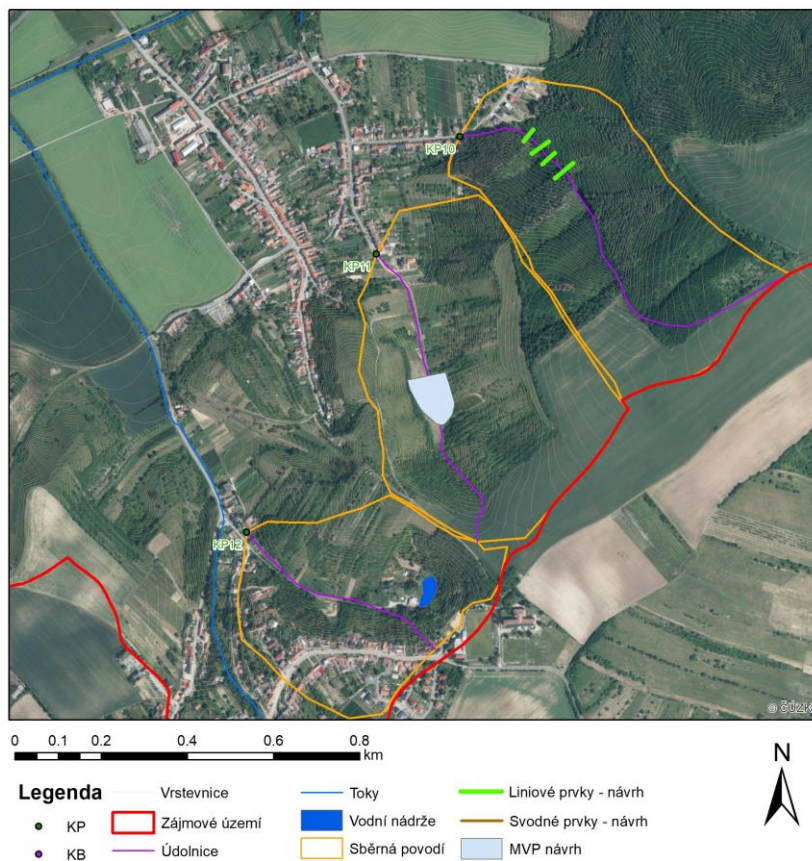
vysoká hodnota objemu povodňové vlny  $W_{PVT,100} = 7,74 \cdot 10^3 \cdot m^3$ . Sběrné povodí je složeno z orné půdy, trvalého travního porostu i dalších trvalých kultur. Zhruba od středu sběrného povodí až k uzávěrovému profilu se táhne polní cesta vedoucí ke zpevněné cestě v obci. V místě KP11 se nalézá příčný žlab (viz obr. 31 – vlevo), částečně chránící obec. Nad cestou byla navržena suchá retenční nádrž (obr. 32) z důvodu zvýšení ochrany intravilánu, jelikož se tímto směrem obec rozrůstá o nové obytné domy.

KP12 se nalézá v katastrálním území Nenkovice a má rozlohu 15,4 ha. Jelikož sběrné povodí leží z velké části přes soukromé pozemky (zahrady) a domy, je velmi složité zde efektivně navrhnout MVP. Také se zde již jedna MVP nachází (viz obr. 32).



**Obr. 31 – Pohled na sběrné povodí KP11 (vlevo), pohled na sběrné povodí KP10 (vpravo)**





**Obr. 32 – Mapa navržených MVP KP10, KP11 a KP12**

## KRITICKÉ PROFILY KP14 A KP15

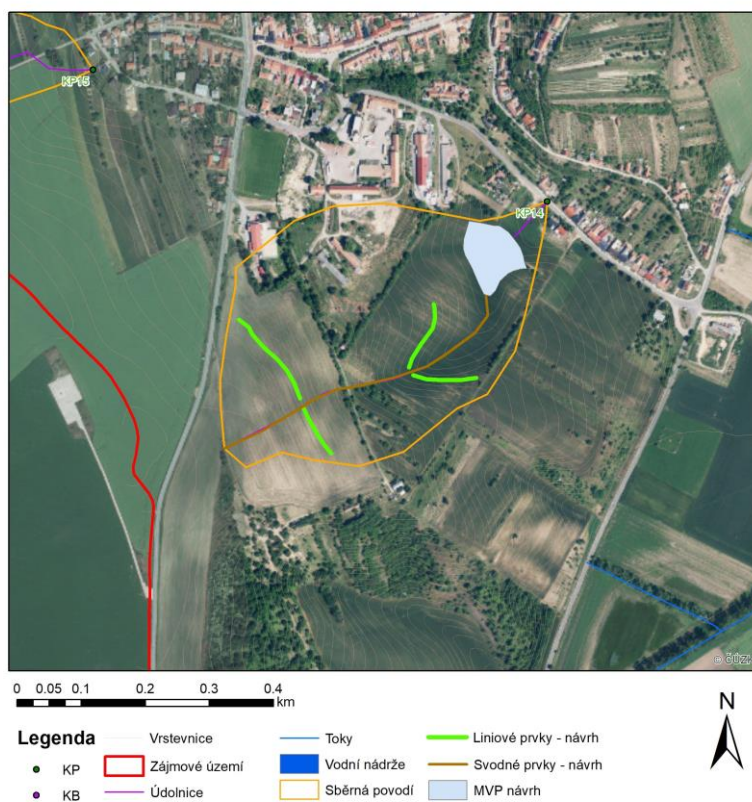
Kritické profily KP14 a KP15 se nacházejí na jihu a západě obce Násedlovice. Sběrná povodí se skládají z téměř většiny orné půdy (tab. 15).

KP14 je jeden z kritických profilů silně ohrožujících intravilán obce. Ve sběrném povodí se nacházejí polní cesty, které však nejsou zpevněny ani opatřeny příkopem, tudíž nepředstavují překážku povrchovému odtoku. Průměrná ztráta půdy činí  $27,06 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Stoletý kulminační průtok vyšel  $Q_{100} = 2,90 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a objem povodňové vlny  $W_{PVT,100} = 4,75 \cdot 10^3 \cdot \text{m}^3$ . Byla zde navržena suchá ochranná nádrž (obr. 34), která by měla poskytovat dostatečnou ochranu intravilánu. Je však nutno ověřit efektivnost navržené MVN. Záchytné příkopy by podpořily ochranu této obce a sváděly povrchový odtok do svodného příkopu a ten následně do navržené MVN.

Ve sběrném povodí KP15 se vyskytuje zpevněná polní cesta, opatřena příčným žlabem (obr. 33 – vpravo) v místě, kde polní cesta vniká do intravilánu. Není zde navržena však MVP, jelikož se zde pro ni nejeví žádné vhodné místo.



Obr. 33 – Pohled na sběrné povodí KP14 (vlevo), pohled na sběrné povodí KP15 (vpravo)



Obr. 34 – Mapa navržených MVP KP14



Tab. 15. Využití území KP9 – KP15

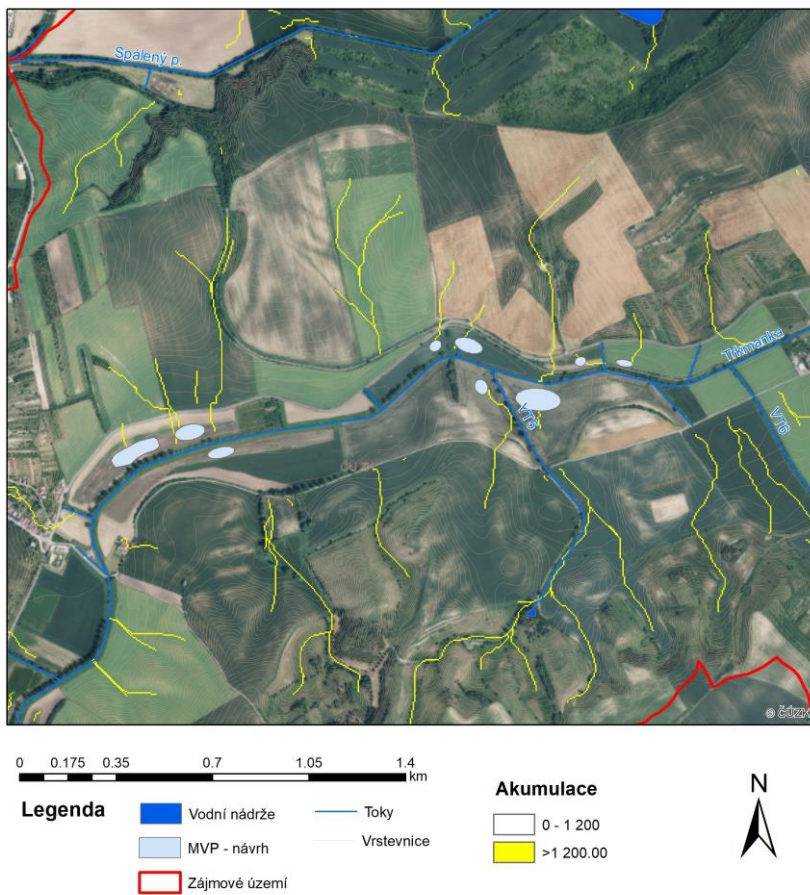
Kultura	KP9	KP10	KP11	KP12	KP13	KP14	KP15
Orná půda [ha]	4,62	5,85	12,77	4,11	14,49	12,38	7,90
Lesní půda [ha]	0,00	22,72	4,65	3,85	1,00	0,00	0,00
Ovocný sad, zahrada [ha]	0,00	0,41	3,67	8,26	0,00	0,00	0,00
Vinice, jiná kultura [ha]	0,00	0,00	0,11	1,25	0,00	0,13	0,03
Trvalý travní porost [ha]	0,00	0,16	11,73	1,52	0,00	0,00	0,00
Vodní plocha, tok [ha]	0,00	0,00	0,00	0,22	0,01	0,00	0,00
Ostatní plocha [ha]	0,00	0,21	0,30	1,54	0,00	3,62	0,19

## VYBRANÉ ZÁVĚROVÉ PROFILY

Do této kapitoly byly vybrány ukázkové závěrové profily, které jsou vhodné pro návrh tůň a mokřadů. Tato místa se nacházejí především podél řeky Trkmanky a cesty vedoucí kolem ní. Jedná se o úsek mezi obcemi Násedlovice a Želetice. Byly zde navrženy tůně a mokřady, jakožto přírodě blízké MVP. Jako mokřady jsou vybrány dvě MVP na severozápadě (obr. 36), jelikož se zde nachází zamokřená půda a často na orné půdě voda zůstává stát. Ostatní MVP navržené na obr. 36 jsou uvažovány jako hloubené tůně. V kritických místech ZP byla pořízena fotodokumentace (viz obr. 35). Při provádění terénního průzkumu se také zaměřovalo na místa nahlášená na Státní pozemkový úřad.



Obr. 35 – DSO viditelné při terénním průzkumu



Obr. 36 – Mapa navržených MVP v místech ZP

## 6 VYHODNOCENÍ OHROŽENOSTI KB A KP

Po vyhodnocení erozních a odtokových poměrů a provedení všech výpočtů bylo stanoveno pořadí ohroženosti sběrných povodí KB a KP. Pro zvolení pořadí ohroženosti byly vybrány následující parametry sběrných povodí: plocha sběrného povodí, průměrná hodnota CN křivky, průměrná ztráta půdy, celková ztráta půdy (zohledňující plochu ZPF v povodí), stoletý kulminační průtok, objem povodňové vlny a celkový odnos splavenin. Každému sběrnému povodí KB a KP bylo přiřazeno pořadí vzestupně (od nejméně příznivé hodnoty) pro každý hodnocený parametr. Následně jednotlivá pořadí byla sečtena a stanoveno finální pořadí ohroženosti.

Z tab. 16 vyplývá, že nejohroženějším sběrným povodím je povodí KB2, poté KB3 a KB4. Pokud by došlo k realizaci protierozních, protipovodňových a vodohospodářských opatření, doporučuji postupovat prioritně od těchto sběrných povodí.

Tab. 16. Vyhodnocení ohroženosti sběrných povodí KB a KP

OZN	Plocha povodí		ø CN		Průměrná ztráta půdy G		Celková ztráta půdy		Q <sub>100</sub>		W <sub>PVT,100</sub>		Celkový odnos splavenin		Σp	Pořadí ohroženosti
	[ha]	p	[-]	p	[t·ha <sup>-1</sup> ·rok <sup>-1</sup> ]	p	[t·rok <sup>-1</sup> ]	p	[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	p	[10 <sup>3</sup> ·m <sup>3</sup> ]	p	[t·rok <sup>-1</sup> ]	p		
KB2	39,5	3	82,52	2	22,51	9	846,50	3	6,30	2	13,50	3	361,2	3	25	<b>1</b>
KB3	350,5	1	63,31	14	26,22	7	4311,64	1	10,80	1	64,50	1	1293,1	1	26	<b>2</b>
KB4	33,8	4	81,02	7	29,15	4	983,82	2	4,72	3	11,40	4	439,5	2	26	<b>2</b>
KP8	18,2	9	81,04	6	39,36	1	552,33	4	2,46	8	3,76	9	276,9	4	41	<b>4</b>
KP14	16,1	10	82,46	3	27,06	6	331,30	7	2,90	5	4,75	6	168,5	7	44	<b>5</b>
KP13	16	11	81,64	4	23,93	8	371,09	6	2,76	6	4,54	7	188,9	6	48	<b>6</b>
KP4	21,8	7	81,00	10	32,42	3	390,38	5	1,95	12	3,62	10	190,8	5	52	<b>7</b>
KP7	18,6	8	82,78	1	28,88	5	308,43	8	2,39	9	2,44	13	154,2	8	52	<b>7</b>
KB1	183,7	2	43,29	18	20,49	11	54,22	13	3,54	4	28,20	2	18,1	14	64	<b>9</b>
KP11	33,3	5	70,88	13	9,08	13	92,85	12	2,49	7	7,74	5	41,6	12	67	<b>10</b>
KP5	11,7	14	81,00	9	20,77	10	237,93	9	2,00	11	2,76	12	124,7	9	74	<b>11</b>
KP9	15,3	13	81,00	8	36,77	2	169,43	10	1,00	15	0,99	16	86,7	10	74	<b>11</b>
KP15	8,1	15	81,13	5	12,84	12	99,94	11	1,51	13	1,87	14	53,6	11	81	<b>13</b>
KP12	15,4	12	72,83	12	3,81	16	1,54	16	2,09	10	4,39	8	0,8	16	90	<b>14</b>
KP10	29,4	6	53,64	15	6,64	15	30,96	15	1,20	14	3,57	11	14,3	15	91	<b>15</b>
KP6	7,5	16	77,02	11	8,10	14	54,01	14	0,96	16	1,12	15	29,1	13	99	<b>16</b>
KP3	6	18	48,17	16	0,00	17	0,00	17	0,36	17	0,46	17	0,0	17	119	<b>17</b>
KP2	5,1	19	45,82	17	0,00	17	0,00	17	0,29	18	0,40	18	0,0	17	123	<b>18</b>
KP1	7,1	17	42,70	19	0,00	17	0,00	17	0,23	19	0,32	19	0,0	17	125	<b>19</b>

Pokud porovnáme vyhodnocení ohroženosti (tab. 16) a navržená místa MVP (tab. 17), je viditelné, že MVP jsou navrženy ve vhodných sběrných povodích. V nejméně ohrožených sběrných povodích KB2, KB3 a KB4 jsou navrženy ochranné vodní nádrže o největší ploše, to platí i pro velmi ohrožené KP8 a KP14. V těchto povodích je taktéž navržen největší počet doplňujících liniových prvků (příkopů/průlehů). Pro potřeby této práce se rozumí jako záchytný/zasakovací prvek záchytný či zasakovací příkop/průleh, přehrázkou rozumíme přehrázku ve strži nebo na vodním toku a jako sběrný prvek je označen sběrný příkop popř. stabilizace DSO (tab. 17).

Tab. 17. Vyhodnocení navržených MVP a liniových prvků

OZN	MVP		Liniové prvky [počet]		
	[počet]	plocha [ha]	záchytné/zasakovací prvky	přehrážky	Sběrné prvky
KB1	-	-	-	4	-
KB2	1	1,08	8	-	4
KB3	1	1,68	-	-	-
KB4	1	0,74	10	-	2
KP4	1	0,81	2	-	1
KP7	1	0,05	4	-	1
KP8	1	0,33	4	-	1
KP9	-	-	2	-	1
KP10	-	-	-	4	-
KP11	1	0,87	-	-	-
KP12	-	-	-	-	-
KP14	1	0,71	4	-	1

## 7 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo vybrat vhodná místa pro návrh malých vodních ploch za pomoci vyhodnocení erozních a odtokových poměrů. Nejprve byla provedena komplexní analýza zájmového území. V prostředí GIS byly stanoveny na základě vygenerovaných drah soustředěného odtoku kritické body, kritické profily a závěrové profily. Pro KB a KP byly vykresleny údolnice a sběrná povodí, která dále vstupovala do vyhodnocení. Celkem byly identifikovány v zájmovém území 4 kritické body, 15 kritických profilů a 137 závěrových profilů. U všech KB a KP byl proveden výpočet odtokových charakteristik metodou CN v programu DesQ – MaxQ. Metodou USLE byla stanovena dlouhodobá průměrná i celková ztráta půdy na sběrných povodích. Jak pro erozní, tak i odtokové poměry byla zhotovena přehledná tabulka. Nakonec byly vykresleny vhodně umístěné malé vodní plochy.

Se zaměřením na místa sběrných povodí KB a KP byla provedena terénní pochůzka a zhotovena fotodokumentace.

Finálním výstupem z uskutečněných rozborů a výpočtů je tabulka ohroženosti, ze které vyplývá jasně vyšší ohroženost pro kritické body než kritické profily. Nejohroženějším bodem je KB2 ohrožující obec Žarošice. Z kritických profilů se nejohroženější jeví KP8 nacházející se u obce Archlebov. MVP byly navrženy právě v těchto nejvíce ohrožených sběrných povodích.

Cíle bakalářské práce, které byly stanoveny v úvodu práce, považuji za splněné.



## 8 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] *Geoportál ČUZK* [online]. Praha: ČUZK, 2010 [cit. 2022-11-23]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [2] *Monitoring eroze zemědělské půdy* [online]. Praha: Státní pozemkový úřad, 2022 [cit. 2022-11-23]. Dostupné z: <https://me.vumop.cz/app/?zoom=5&er=-571913.5898311217,-1182553.4543694572>
- [3] *Inspirace přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině* [online]. 2021 [cit. 2022-11-24]. Dostupné z: <https://agronavigator.cz/agroinspirace/inspirace-priode-blizkych-opatreni-pro-zadrzeni-vody-v-krajine>
- [4] HRUBAN, Robert. *Klimatické oblasti dle Evžena Quitta (1971). Moravské Karpaty* [online]. Halenkovice, 2021 [cit. 2022-11-26]. Dostupné z: <http://moravskekarpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klimaticke-oblasti-dle-e-quitta-1971/>
- [5] Česká geologická služba: *Mapové aplikace - Půdní mapa 1 : 50 000* [online]. [cit. 2022-11-26]. Dostupné z: <http://mapy.geology.cz/pudy/>
- [6] *Hustopeče Správci vodních toků. EDPP.CZ Elektronický digitální povodňový portál* [online]. 2010 [cit. 2022-11-26]. Dostupné z: [https://www.edpp.cz/orphus\\_spravci-vodnich-toku/](https://www.edpp.cz/orphus_spravci-vodnich-toku/)
- [7] HRUBAN, Robert. *Spálený potok. Moravske-karpaty.cz* [online]. 2017, 24. 3. 2017 [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/hydrografie/spaleny-potok/>
- [8] HRUBAN, Robert. *Trkmanka. Moravske-karpaty.cz* [online]. 2017, 22. 3. 2017 [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/hydrografie/trkmanka/>
- [9] *Velké Pavlovice. Hlásná a předpovědní povodňová služba* [online]. Český hydrometeorologický ústav. [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: [https://hydro.chmi.cz/hpps/popup\\_hpps\\_prfdyn.php?seq=2505256](https://hydro.chmi.cz/hpps/popup_hpps_prfdyn.php?seq=2505256)
- [10] *Hustopeče Hydrologické údaje. EDPP.CZ Elektronický digitální povodňový portál* [online]. 2010 [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: [https://www.edpp.cz/orphus\\_hydrologicke-udaje/](https://www.edpp.cz/orphus_hydrologicke-udaje/)
- [11] *Geologická mapa 1 : 50 000 - indexy, Geologická mapa 1 : 50 000 - doplňky, Geologická mapa 1 : 50 000, Klad listů ZM50. In: Geovědní mapy 1 : 50 000* [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 2023-03-07]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>
- [12] *Vyhláška č. 227/2018 Sb.: Vyhláška o charakteristice bonitovaných půdně ekologických jednotek a postupu pro jejich vedení a aktualizaci. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2018, ročník 2018, 113/2018, číslo 227.* [cit. 2023-02-22]. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2018-227/zneni-20190101>
- [13] *EKatalog BPEJ. In: VÚMOP, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, vvi* [online]. Praha: VÚMOP, 2022 [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/>

- [14] JANEČEK, Miloslav. Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.
- [15] HRUBAN, Robert. Mutěnická pahorkatina. *Moravske-karpaty.cz* [online]. 2014, 29. 4. 2014 [cit. 2023-03-22]. Dostupné z: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/geomorfologie/mutenicka-pahorkatina/>
- [16] Metodický návod pro provádění pozemkových úprav a Technický standard plánu společných zařízení. Právní předpisy a metodiky. Pozemkové úpravy. *Státní pozemkový úřad*. [online]. 2022 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://www.spucr.cz/uzemkovy-uprav/uzemkovy-uprav/pravni-predpisy-a-metodiky/metodicky-navod-k-provadeni-pozemkovych-uprav-a-technicky-standard-planu-spolecnych-zarizeni>
- [17] HRÁDEK, František a Karel KURŮK. Maximální odtok z povodí: teorie svahového odtoku a hydrologický model DesQ – MAX Q. Praha: Credit, 2001. ISBN 80-213-0782-X.
- [18] Dumbrovský, M. a kol.: Retenční schopnosti krajiny a její řešení v procesu pozemkových úprav. Certifikovaná metodika, Brno, VUT v Brně, 2020. Str. 58.
- [19] Drbal, K., a kol. (2009): Metodický návod pro identifikaci KB. Brno: Ministerstvo životního prostředí ČR, 7 s.
- [20] NOVÁK, Pavel RNDr a Martin TOMEK. Prevence a zmírňování následků přívalových povodní ve vztahu k působnosti obcí: Certifikovaná metodika výsledků výzkumu, vývoje a inovací. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i, 2015. ISBN 978-80-87361-44-3.
- [21] Riziková území při přívalových srážkách. HV Map for WebMap. [online]. Ministerstvo životního prostředí ČR [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: [https://webmap.dppcr.cz/dpp\\_cr/povis.dll?MAP=rizika\\_prival&lon=16.8422165&lat=49.2188637&scale=483840](https://webmap.dppcr.cz/dpp_cr/povis.dll?MAP=rizika_prival&lon=16.8422165&lat=49.2188637&scale=483840)
- [22] Kadlec, M., Toman, F. (2002): Závislost faktoru protierozní účinnosti vegetačního pokryvu C na klimatickém regionu, In: Bioklima - Prostředí - Hospodářství, s. 544 – 550, ISBN 80-85813-99-8.
- [23] Registr půdy - LPIS [online]. Portál farmáře, eAGRI, 2009 [cit. 2023-05-13]. Dostupné z: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(gsqis3pbxsnd2sqh32gv40dg\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&ext=dSady\\_zabaged&side=zabaged&menu=24](https://geoportal.cuzk.cz/(S(gsqis3pbxsnd2sqh32gv40dg))/Default.aspx?mode=TextMeta&ext=dSady_zabaged&side=zabaged&menu=24)
- [24] ČSN 75 2410: Malé vodní nádrže. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [25] Malé vodní nádrže (TP 1.19) – PROFESIS. PROFESIS – Profesionální informační systém ČKAIT [online]. 2023 ČKAIT [cit. 2023-05-13]. Dostupné z: <https://profesis.ckait.cz/dokumenty-ckait/tp-1-19/#1-2-4>

- [26] KATALOG PŘÍRODĚ BLÍZKÝCH OPATŘENÍ PRO ZADRŽENÍ VODY V KRAJINĚ. VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T. G. MASARYKA [online]. Praha, 2018 [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: [https://www.suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1\\_katalog\\_opatreni\\_0.pdf](https://www.suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1_katalog_opatreni_0.pdf)
- [27] TNV 75 2415: SUCHÉ NÁDRŽE. Praha. ODVĚTOVÁ TECHNICKÁ NORMA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ, 2013.
- [28] Metodika vymezení krajinného prvku „mokřad“ [online]. Praha, 2016 [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: [https://eagri.cz/public/web/file/456017/Metodika\\_mokrad\\_total\\_final.pdf](https://eagri.cz/public/web/file/456017/Metodika_mokrad_total_final.pdf)
- [29] Budování nových tůní. Mokřady z.s. [online]. 2023 [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://mokrady.wbs.cz/budovani-novych-tuni.html>
- [30] Vašinová K. *Vliv změny R faktoru v kontextu návrhu komplexních ochranných opatření v povodí Kamenice*. Disertační práce, 2012.
- [31] Envicons, s.r.o. [online]. 2009 [cit. 20.05.2023]. Dostupné z: <https://www.envicons.cz/index.php?part=reference&id=58>
- [32] SKŘIVANOVÁ, Zuzana, Jaroslav TMĚJ a Jaroslav ZUNA. *Záchytné příkopy: Příležitost pro zadržení vody v krajině*.
- [33] *ZADRŽOVÁNÍ VODY V KRAJINĚ JAKO PREVENCE POVODNÍ A SUCHA* [online]. 2021 [cit. 2023-05-24]. Dostupné z: <https://www.diakoniespolu.cz/clanky/adaptace-krajiny/zadrzovani-vody-v-krajine-jako-prevence-povodni-a-sucha/>

## 9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ČR	Česká republika
ČSSR	Československá socialistická republika
KB	kritický bod
KP	kritický profil
ZP	závěrový profil
ID	identification
VT	vodní tok
VN	vodní nádrž
BPEJ	bonitovaná půdně ekologická jednotka
HPJ	hlavní půdní jednotka
HSP	hydrologická skupina půd
ČUZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
LPIS	Land Parcel Identification System
ZBG	Zabaged – základní báze geografických dat České republiky
MVP	malá vodní plocha
MNV	malá vodní nádrž
ČSN	Česká soustava norem
CN	Curve Number (číslo křivky)
DSO	dráha soustředěného odtoku
DIBAVOD	Digitální báze vodohospodářských dat
GIS	geografický informační systém
DMT	digitální model terénu
USLE	Universal Soil Loss Equation (univerzální rovnice ztráty půdy)
DMR 4G	Digitální model reliéfu České republiky 4. generace
EHP	erozně hodnocená plocha
SDR	sediment delivery ratio
ZPF	zemědělský půdní fond

## 10 SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Charakteristika klimatických poměrů dle Quitta [4]</i> .....	5
<i>Tab. 2. N-leté průtoky v řece Trkmance [9]</i> .....	6
<i>Tab. 3. Výčet nejčastěji přítomných horninových typů [5]</i> .....	9
<i>Tab. 4. Geomorfologické členění zájmového území [1]</i> .....	10
<i>Tab. 5. Charakteristika kódu BPEJ [13]</i> .....	13
<i>Tab. 6. Hydrologické skupiny půd [14]</i> .....	15
<i>Tab. 7. Využití území [1, 23]</i> .....	17
<i>Tab. 8. Poměr odnosu ve vztahu k velikosti povodí (Robinson, A. R., 1977) [30]</i> .....	31
<i>Tab. 9. Přehled ohroženosti sběrných povodí KB a KP vodní erozí</i> .....	36
<i>Tab. 10. Poměr odnosu splavenin</i> .....	38
<i>Tab. 11. Rozdělení ZP podle vniku DSO</i> .....	39
<i>Tab. 12. Charakteristiky a vyhodnocené hodnoty odtokových poměrů ve sběrných povodích KB a KP</i> ..	41
<i>Tab. 13. Využití území KB1 – KB4</i> .....	46
<i>Tab. 14. Využití území KP1 – KP8</i> .....	50
<i>Tab. 15. Využití území KP9 – KP15</i> .....	54
<i>Tab. 16. Vyhodnocení ohroženosti sběrných povodí KB a KP</i> .....	56
<i>Tab. 17. Vyhodnocení navržených MVP a liniových prvků</i> .....	57

## 11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 – Následky příválových dešťů z let 2019 a 2022 [2].....	2
Obr. 2 – Plochy postihnuté erozí dle Státního pozemkového úřadu [2] .....	2
Obr. 3 – Mapa katastrálních území.....	4
Obr. 4 – Hydrologické poměry .....	7
Obr. 5 – Geologická mapa [11].....	8
Obr. 6 – Mapa sklonitosti.....	11
Obr. 7 – Mapa půdních typů [5] .....	12
Obr. 8 – Mapa HPJ.....	13
Obr. 9 – Mapa HSP.....	16
Obr. 10 – Vzorový příčný řez zemní hrází MVN [26].....	19
Obr. 11 – Tvorba tůní v okolí vodního toku [31] .....	21
Obr. 12 – Vzorový příčný řez záchytným průlehem [14] .....	22
Obr. 13 – Záchytný zatravněný příkop v k.ú. Brodek u Konice [26] .....	23
Obr. 14 – Parabolický profil zatravněné údolnice [14].....	23
Obr. 15 – Přehrážka z dřeva a kameniva ve strži u obce Spáňov [14] .....	24
Obr. 16 – Vzorový podélný řez přehrážkou v DSO [26] .....	24
Obr. 17 – Mapa čísel CN odtokových křivek .....	33
Obr. 18 – Mapa erozní ohroženosti zájmového území.....	37
Obr. 19 – Mapa odtokových poměrů .....	40
Obr. 20 – KB1 – pohled na cestu vedoucí z vesnice (vlevo), uzávěrový profil na potoku (vpravo)...	42
Obr. 21 – KB1 – mapa s návrhem přehrážek na vodním toku.....	43
Obr. 22 – KB2 – pohled na sběrné povodí (vlevo), uzávěrový profil – neudržovaný propustek (vpravo) .....	44
Obr. 23 – KB2 – mapa s návrhem MVP – suchého poldru.....	44
Obr. 24 – KB3 – pohled na sběrné povodí (vlevo), mapa s návrhem MVP (vpravo).....	45
Obr. 25 – KB4 – pohled na sběrné povodí (vlevo), Mapa s návrhem MVP (vpravo).....	46
Obr. 26 – KP4 – pohled na sběrné povodí .....	47
Obr. 27 – Mapa sběrná povodí KP4-KP7 s návrhem MVP .....	48
Obr. 28 – Suchý poldr v Žarošicích (KP5).....	48



Obr. 29 – Pohled na sběrné povodí KP6 (vlevo), pohled na sběrné povodí KP7 (vpravo).....	49
Obr. 30 – Pohled na sběrné povodí KP8 (vlevo), mapa návrhu MVP KP8 a KP9 (vpravo) .....	50
Obr. 31 – Pohled na sběrné povodí KP11 (vlevo), pohled na sběrné povodí KP10 (vpravo) .....	51
Obr. 32 – Mapa navržených MVP KP10, KP11 a KP12.....	52
Obr. 33 – Pohled na sběrné povodí KP14 (vlevo), pohled na sběrné povodí KP15 (vpravo) .....	53
Obr. 34 – Mapa navržených MVP KP14.....	53
Obr. 35 – DSO viditelné při terénním průzkumu.....	54
Obr. 36 – Mapa navržených MVP v místech ZP.....	55