



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

# NÁVRH PROTIEROZNÍCH A PROTIPOVODNÍCH OPATŘENÍ PRO ZVOLENÉ KATASTRÁLNÍ ÚZEMÍ

DESIGN OF EROSION AND FLOOD CONTROL MEASURES FOR THE SELECTED CADASTRAL  
AREA

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JIŘÍ SVOBODA

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. VERONIKA SOBOTKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2021



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství krajiny

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Jiří Svoboda
Název	Návrh protierozních a protipovodňových opatření pro zvolené katastrální území
Vedoucí práce	Ing. Veronika Sobotková, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

---

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

---

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

## PODKLADY A LITERATURA

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/mzp/KB\\_metodicky\\_navod\\_identifikace.pdf](http://www.povis.cz/mzp/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.

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V zájmovém území bude proveden průzkum terénu, analýza území z hlediska erozních a odtokových poměrů. Na základě vyhodnocení stávajícího stavu území bude provedena identifikace kritických profilů a návrh adaptačních opatření pro ochranu zastavěného území obce. S využitím standardních a digitálních podkladů v zadaném území bude proveden výpočet erozního smyvu a výpočet objemu přímého odtoku a kulminačního průtoku pro vybrané kritické profily. Dále bude provedeno vyhodnocení všech vypočítaných hodnot před návrhem adaptačních opatření a po návrhu opatření.

## STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

---

Ing. Veronika Sobotková, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce je v úvodu zaměřena na rozbor současných erozních a odtokových poměrů v katastrálním území Zádolí u Vysokého Mýta a v katastrálním území Stříhanov. Analýza současných erozních a odtokových poměrů je provedena s využitím programů ArcGIS, USLE2D a DesQ–MaxQ. Následuje návrh protierozního a protipovodňového opatření s hlavním cílem ochránit obec Zádolí–Stříhanov. Poté jsou dimenzovány navržené technické opatření na stanovené návrhové průtoky. V závěru práce se vyhodnocuje účinnost navržených ochranných opatření a porovnává se průměrný erozní smyv a odtokové veličiny před návrhem a po návrhu ochranného opatření.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

vodní eroze, povrchový odtok, DesQ, CN, protierozní opatření, průleh, kritický bod, kritický profil

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis is in the introduction focused on the evaluation of the current erosion and runoff conditions in the cadastral area of Zádolí u Vysokého Mýta and in the cadastral area Stříhanov. The analysis of current erosion and runoff conditions is carried with the use of programs ArcGIS, USLE2D and DesQ–MaxQ. The following is a design of erosion and flood control measures with the main aim of protecting the village Zádolí–Stříhanov. Then the design technical measures are dimensioned for the specified design flows. In conclusion of the thesis is evaluated the efficiency of the design protective measures and the average soil loss and runoff quantities are compared before and after the design of the protective measures.

## **KEYWORDS**

water erosion, surface runoff, DesQ, CN, erosion control measures, broad base terraces, critical point, critical profile

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Jiří Svoboda *Návrh protierozních a protipovodňových opatření pro zvolené katastrální území*. Brno, 2021. 73 s., 4 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Veronika Sobotková, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Návrh protierozních a protipovodňových opatření pro zvolené katastrální území* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 27. 5. 2021

---

Jiří Svoboda  
autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Návrh protierozních a protipovodňových opatření pro zvolené katastrální území* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27. 5. 2021

---

Jiří Svoboda  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych poděkoval Ing. Veronice Sobotkové, Ph.D. za potřebné rady, věcné připomínky, a především za trpělivost a motivaci, kterou mi k vypracování této bakalářské práci dodala. Dále bych chtěl poděkovat prof. Ing. Miroslavu Dumbrovskému, CSc. za přínosné rady.

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>11</b>
1.1	Cíle práce.....	11
<b>2</b>	<b>CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ.....</b>	<b>13</b>
2.1	Identifikační údaje .....	13
2.2	Klimatické poměry.....	14
2.3	Geologické poměry.....	15
2.4	Geomorfologické poměry .....	17
2.5	Morfologické poměry .....	17
2.5.1	Sklonitostní poměry .....	18
2.6	Pedologické poměry.....	19
2.6.1	Pedologické poměry s využitím BPEJ .....	20
2.6.2	Hydrologická skupina půd (HSP).....	22
2.7	Hydrologické poměry .....	23
2.8	Ochranná pásma vodních zdrojů .....	25
2.9	Využití území .....	25
<b>3</b>	<b>POUŽITÉ METODY .....</b>	<b>27</b>
3.1	Opatření proti vodní erozi.....	27
3.1.1	Organizační opatření.....	27
3.1.2	Agrotechnická protierozní opatření .....	28
3.1.3	Technická a biotechnická protierozní opatření .....	29
3.2	Výpočet erozního smyvu dle rovnice USLE .....	31
3.3	Stanovení erozního smyvu v prostředí ArcGIS.....	31
3.4	Posouzení erozní ohroženosti .....	32
3.5	Odtokové poměry pomocí čísel odtokových křivek CN.....	33
3.6	Kritický bod (KB) a kritický profil (KP).....	34



3.7	Hydrologický model DesQ–MaxQ .....	34
<b>4</b>	<b>VYHODNOCENÍ SOUČASNÝCH EROZNÍCH A ODTOKOVÝCH POMĚRŮ .....</b>	<b>36</b>
4.1	Vyhodnocení současných erozních poměrů .....	36
4.2	Identifikace KB, KP, ZP a jejich sběrných povodích.....	38
4.3	Tvorba mapy CN v prostředí ArcGIS .....	40
4.4	Vyhodnocení odtokových poměrů (současný stav) .....	41
<b>5</b>	<b>NÁVRH PROTIEROZNÍCH A PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ.....</b>	<b>44</b>
5.1	Navržená organizační opatření.....	44
5.2	Navržená technická opatření .....	45
5.2.1	Stanovení návrhových průtoků technických liniových prvků.....	46
5.2.2	Dimenzování technických liniových prvků .....	48
5.2.3	Popis navržených technických liniových prvků .....	50
5.3	Dimenzování trubních propustků.....	56
5.3.1	Popis trubních propustlů .....	58
5.4	Stabilizace strže.....	59
5.5	Vyhodnocení erozních poměrů po návrhu opatření .....	60
5.6	Vyhodnocení odtokových poměrů po návrhu opatření .....	62
5.7	Vliv návrhu opatření na cestní příkop CPRI1, vodní toky VT1 a VT2 .....	65
5.8	Křížení navrženého opatření s inženýrskými sítěmi.....	66
<b>6</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>67</b>
<b>7</b>	<b>POUŽITÉ ZDROJE .....</b>	<b>68</b>
7.1	Veřejně dostupné a poskytnuté mapové podklady.....	70
<b>8</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....</b>	<b>71</b>
<b>9</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>72</b>

10	SEZNAM TABULEK.....	73
11	SEZNAM PŘÍLOH.....	73

# 1 ÚVOD

Bakalářská práce je zaměřena na návrh protierozních a protipovodňových opatření na vybraných erozně hodnocených plochách, které spadají nebo zasahují do katastrálního území Zádolí u Vysokého Mýta a katastrálního území Stříhanov. Obec Zádolí–Stříhanov byla už několikrát v minulosti zasažena přívalovými povodněmi, které vyvolaly velmi intenzivní srážky a takový příklad je na obr. 1, kde je zachycená přívalová povodeň v létě v roce 2012, která zasáhla obec a způsobila škody na majetku. Proto je návrh ochranných opatření na místě.

V současné době je v ČR více než 50 % orné půdy ohroženo vodní erozí. Při přívalové srážce dochází k povrchovému odtoku a ke smyvu půdy hlavně ze zemědělských pozemků a při vniku povrchového odtoku a produktu eroze do intravilánu dochází ke vzniku velkých škod. Eroze půdy negativně ovlivňuje vlastnosti půd, ochuzuje zemědělské půdy o nejurodnější část, zhoršuje její fyzikálně-chemické vlastnosti, zmenšuje mocnost půdního profilu, snižuje obsah živin a humus, zvyšuje štěrkovitost apod [13].



*Obr. 1. Přívalová povodeň v obci Zádolí–Stříhanov v roce 2012 [1]*

## 1.1 Cíle práce

Aby mohl být proveden návrh ochranného opatření, je prvním z cílů vyhodnotit stávající stav území v rámci terénního průzkumu a současné erozní a odtokové poměry. Výpočet eroze je zpracován dle platné metodiky Ochrana zemědělské půdy před erozí (Janeček a kol., 2012) pomocí programů ArcGIS a USLE2D. Výstupem je mapa a tabulka současného erozního smyvu způsobeného vodní erozí na erozně hodnocených plochách (EHP). Pro stanovení odtokových poměrů je nutné identifikovat kritické a závěrové profily, jejich dráhy soustředěného

odtoku a sběrná povodí. Následně se stanoví na základě metody CN křivek prostřednictvím modelu DesQ–MaxQ objemy přímého odtoku a kulminační průtoky.

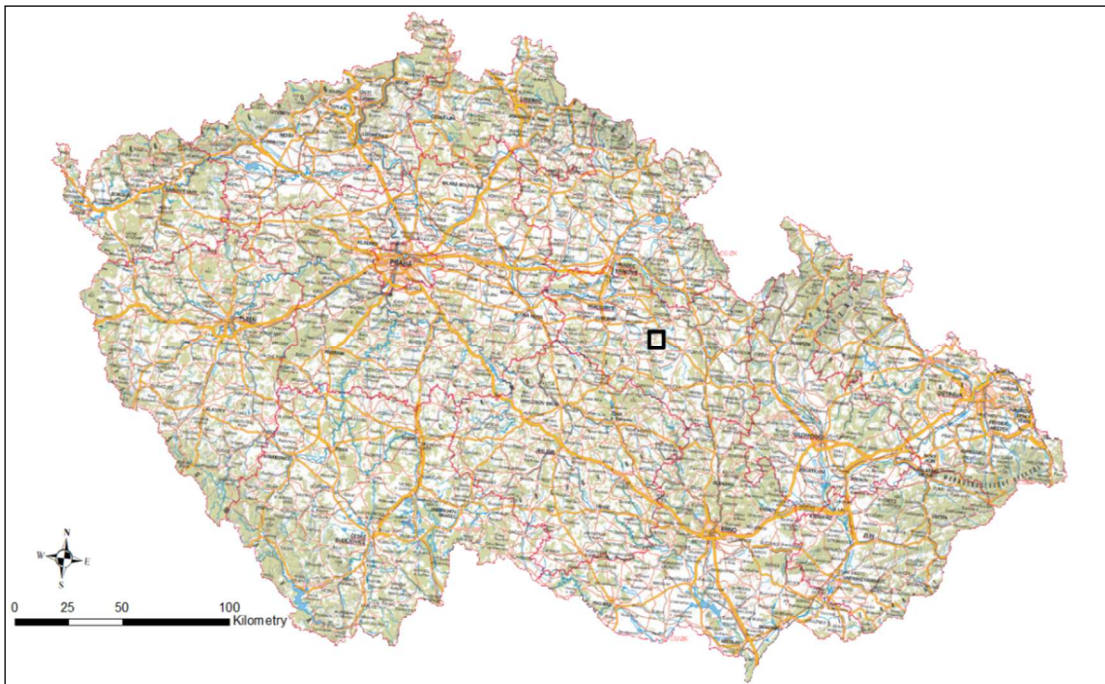
Po rozboru současného stavu je proveden návrh protierozních a protipovodňových opatření s hlavním cílem ochránit intravilán obce. Po návrhu ochranných opatření je dalším z cílů nadimenzovat navržené technické liniové prvky a propustky na stanovené návrhové průtoky, které se vypočtou opět prostřednictvím modelu DesQ.

Závěrem je vyhodnocena účinnost navržených ochranných opatření, kde se porovnává erozní smyv na řešených EHP před a po návrhu opatření a také odtokové veličiny v kritických a závěrových profilech před a po návrhu opatření.

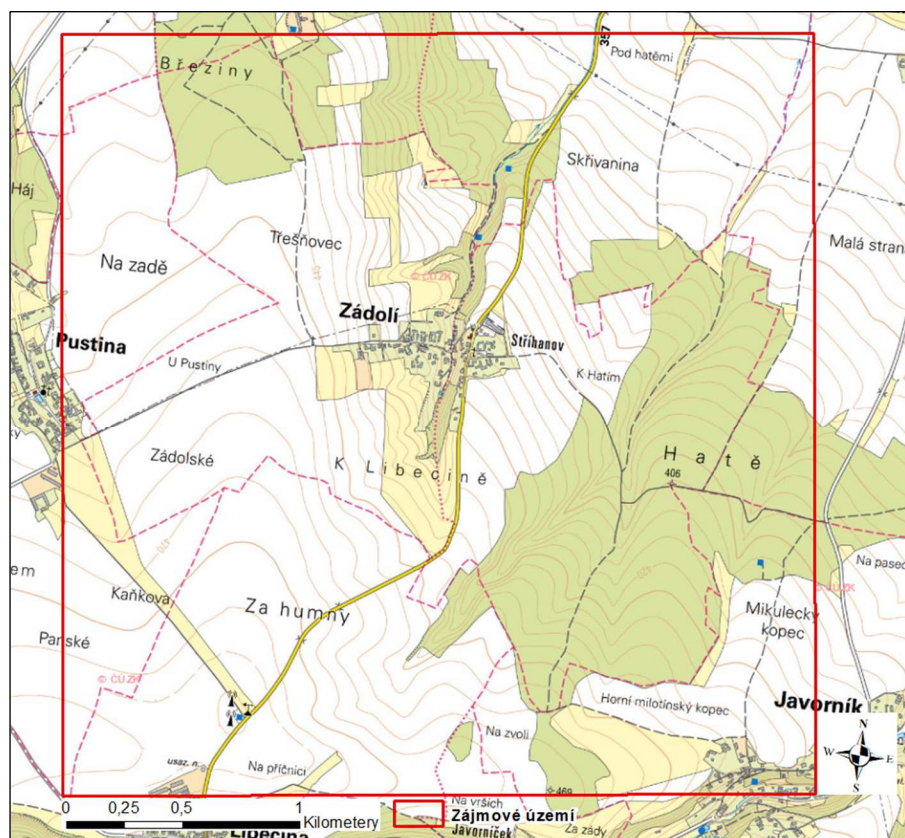
## 2 CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

### 2.1 Identifikační údaje

Obec, tvořená místními částmi Zádolí a Stříhanov se nachází v okrese Ústí nad Orlicí v Pardubickém kraji a spadá do správního obvodu obce s rozšířenou působností (SO ORP) Vysokého Mýta. Obě části tvoří jeden souvislý sídelní útvar, přičemž Zádolí představuje jeho západní polovinu, Stříhanov pak východní. Katastrální hranice mezi nimi odděluje místní strouha, která za intravilánem obce přechází ve vodní tok. Obec Zádolí se sídelní jednotkou Stříhanov (dále Zádolí–Stříhanov) se nachází přibližně 6 km jihozápadně od města Vysokého Mýta. Průměrná nadmořská výška je 412 m n.m. Celková katastrální plocha je 4,26 km<sup>2</sup>. V obci Zádolí–Stříhanov žije 95 trvale bydlících obyvatel a přibližně 60 rekreatantů [2, 3].



Obr. 2. Zájmové území v rámci ČR [4]



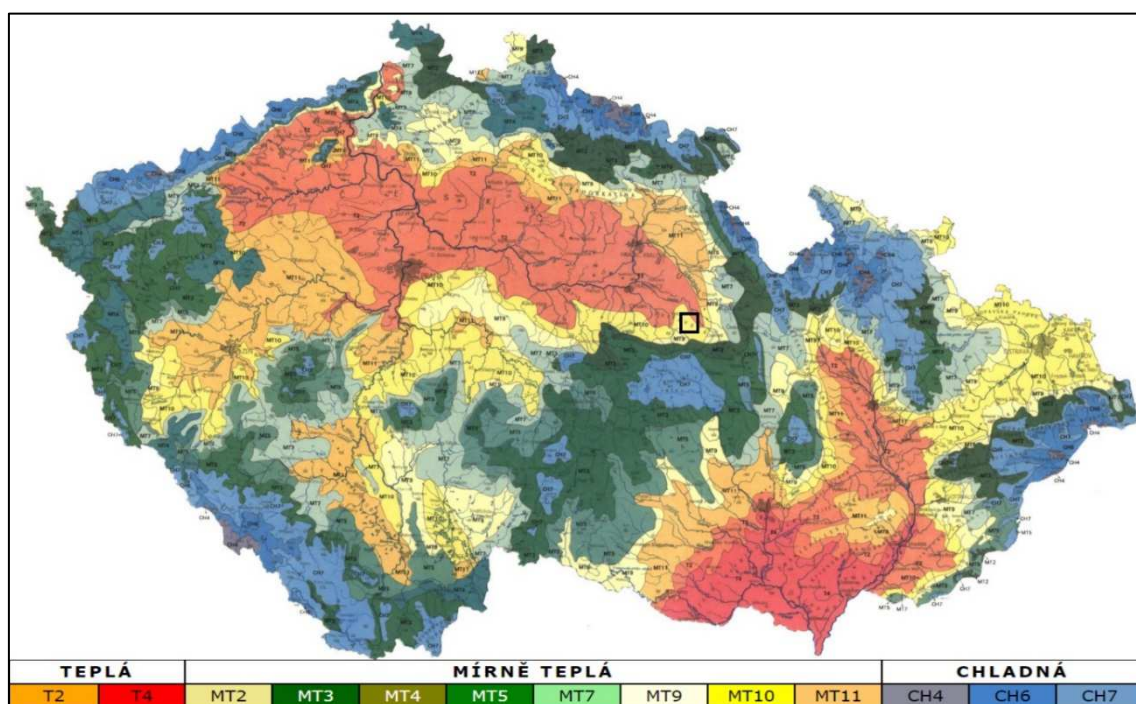
*Obr. 3. Mapa přehledné situace zájmového území*

## 2.2 Klimatické poměry

Podle Quittovy klimatické klasifikace (1971) spadá území obce Zádolí–Stříhanov do klimatické oblasti MT10. Klimatická oblast MT10 je druhá nejteplejší z mírně teplých oblastí. Charakterizuje ji dlouhé, teplé a suché léto, krátké přechodné období s mírně teplým jarem i podzimem a krátká, teplá a velmi suchá zima s krátkým trváním sněhové pokrývky [5]. Veškeré klimatické charakteristiky jsou popsány v tab. 1. Podle dlouhodobého normálu se průměrná roční teplota pohybuje kolem 8,2 °C. Průměrný roční úhrn srážek se pohybuje okolo 680 mm [8]. Blízko řešeného území se nachází dvě srážkoměrné stanice. Přibližně 6 km severozápadním směrem od řešeného území se nachází srážkoměrná stanice ve Vysokém Mýtě. Přibližně 6 km jihozápadním směrem od řešeného území se nachází srážkoměrná stanice v Nových Hradech. Do modelu DesQ budou vstupovat návrhové deště ze stanice v Nových Hradech z důvodu vyšších intenzit srážkových úhrnů.

Tab. 1. Charakteristika klimatických poměrů dle Quitta, 1971 [5]

KLIMATICKÉ ČAHRAKTERISTIKY	MT10
Počet letních dnů	40-50
Počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více	140-160
Počet mrazových dnů	110-130
Počet ledových dnů	30-40
Průměrná teplota v lednu [°C]	-2 – -3
Průměrná teplota v červenci	19-20
Průměrná teplota v dubnu [°C]	7-8
Průměrná teplota v říjnu [°C]	7-8
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	100-120
Srážkový úhrn ve vegetačním období (mm)	400-450
Srážkový úhrn v zimním období (mm)	200-250
Srážkový úhrn celkem (mm)	600-650
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	50-60
Počet zatažených dnů	120-150
Počet jasných dnů	40-50

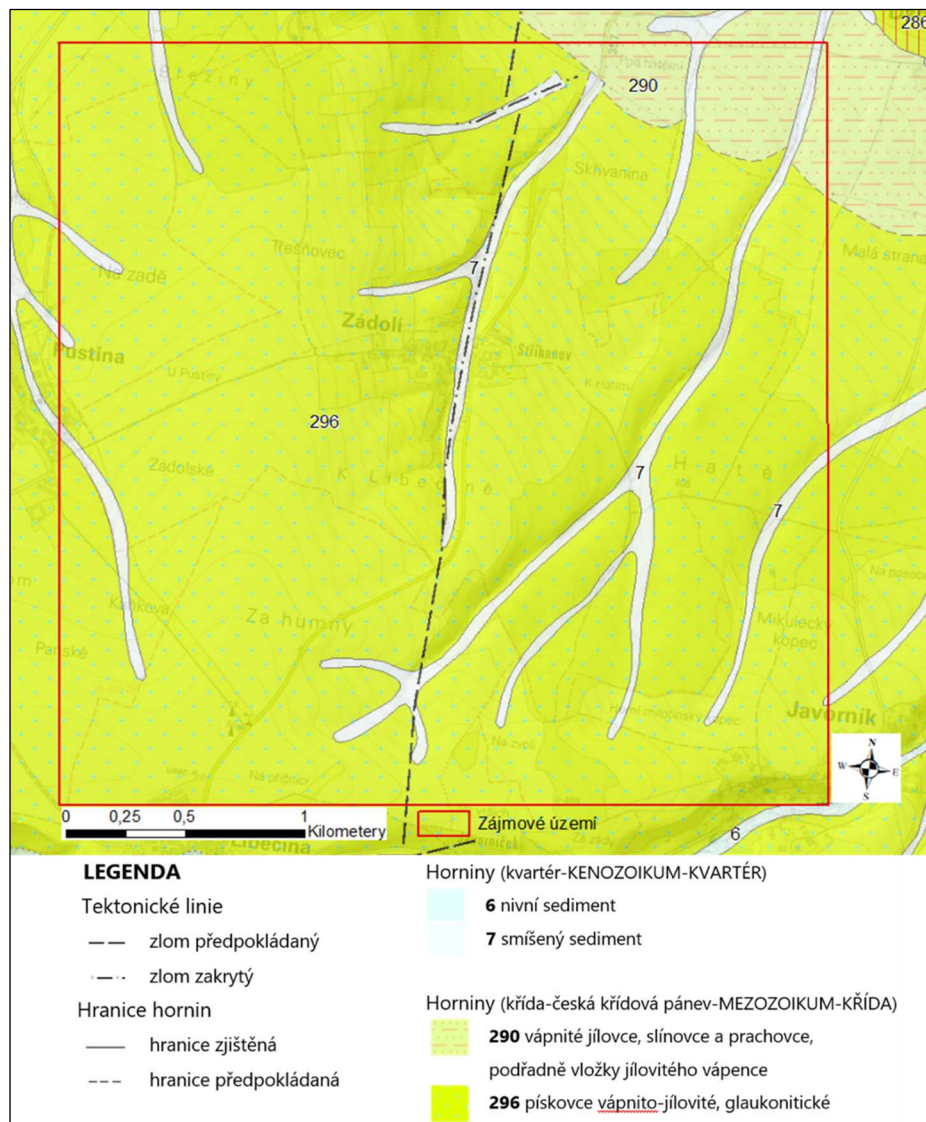


Obr. 4. Mapa klimatických regionů ČR s vyznačením zájmového oblasti [5]

### 2.3 Geologické poměry

Zájmové území je z geologického hlediska v největší míře tvořeno vápnitými, jílovitými, vápnito-jílovitými a glaukonitickými pískovci. V malé míře jsou zde zastoupeny vápnité jílovce, slínovce, prachovce a podřadné vložky jílovitého

vápence. V blízkosti údolnic a menších vodních toků je území tvořeno smíšeným sedimentem (obr. 5) [6]. V zájmovém území se nenachází žádné chráněné geologické lokality.



**Obr. 5. Geologická mapa zájmového území [6]**

- nivní sediment (ID: 6)  
Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: holocén: Horniny: hlína, písek, štěrk, Typ hornin: sediment nezpevněný, Zrnitost: hlína, písek, štěrk, Soustava: Český masiv – pokryvné útvary a postvariské migmatity, Oblast: kvartér
- smíšený sediment (ID: 7)  
Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: holocén, Horniny: sediment smíšený, Typ hornin: sediment nezpevněný, Soustava: Český masiv – pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér



- vápnité jílovce, slínovce a prachovce, vložky jílovitého vápence (ID: 290)  
Eratém: mezozoikum, Útvar: křída, Horniny: jílovec vápnitý, slínovec, prachovec, Typ hornin: sediment zpevněný, Minerální složení: vápnitý, Soustava: Český masiv – pokryvné útvary a postvariské migmatity, Oblast: křída
- pískovce vápnito-jílovité, glaukonitické (ID: 296)  
Eratém: mezozoikum, Útvar: křída, Horniny: pískovec vápnitý, jílovitý, glaukonitický, Typ hornin: sediment zpevněný, Minerální složení: vápnitý, jíl, glaukonit, Zrnitost: jemnozrnná až středně zrnitá, Soustava: Český masiv – pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: křída [6]

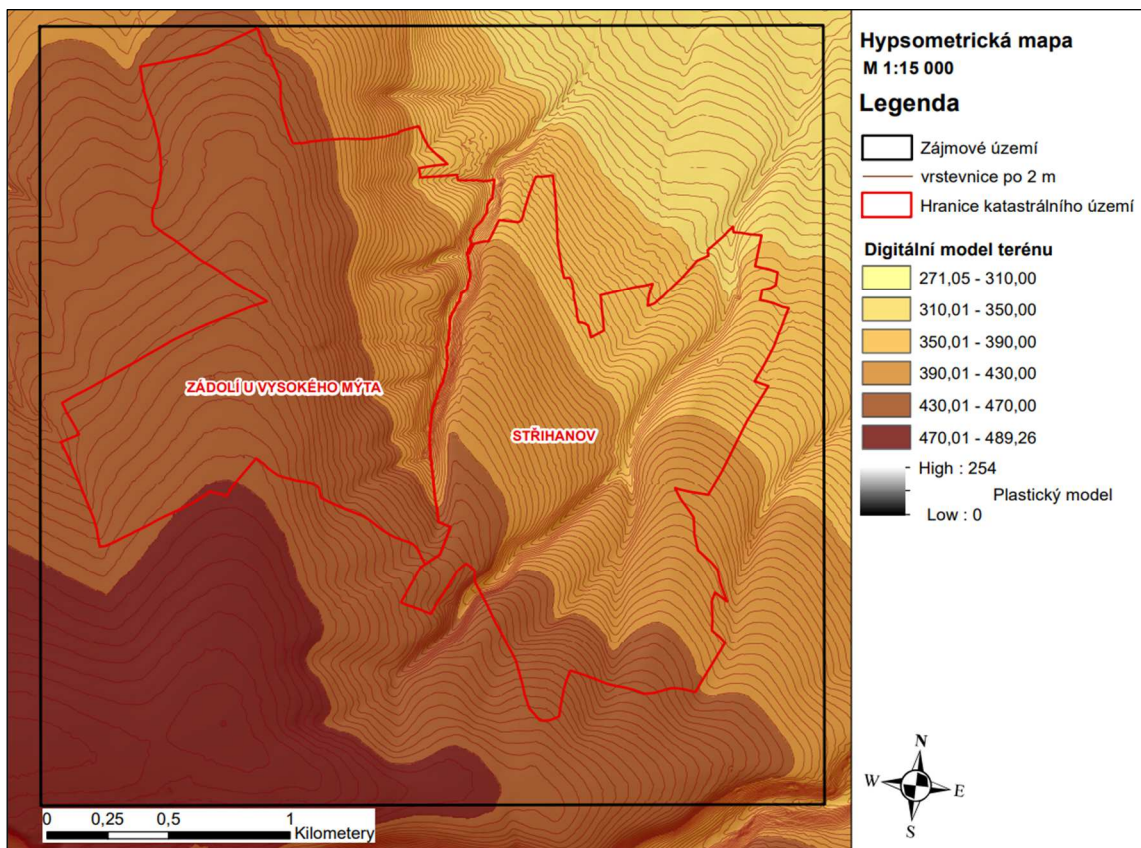
## 2.4 Geomorfologické poměry

Zájmové území spadá v rámci biogeografického členění do hercynského systému a je součástí geomorfologické soustavy Česká tabule, podsoustavy Východočeská tabule, celku Svitavské pahorkatiny, podcelku Loučenská tabule, okrsku Vraclavský hřbet [7].

Okrsek Vraclavský hřbet se nachází v západní části Loučenské tabule. Plocha okrsku je 72,52 km<sup>2</sup>. Je to plochá vrchovina převážně v povodí Loučné, na jihozápadě Novohradky na slínovcích, prachovcích a pískovcích středního až svrchního turonu. V oblasti vraclavské antiklinály je rozčleněný erozně denudační povrch se strukturně denudačními plošinami, kuestami na jižním okraji a hluboce zaříznutými údolími přítoků Loučné a Novohradky. Nejvyšší bod je Na chlumku v nadmořské výšce 496,3 m n. m. [8].

## 2.5 Morfologické poměry

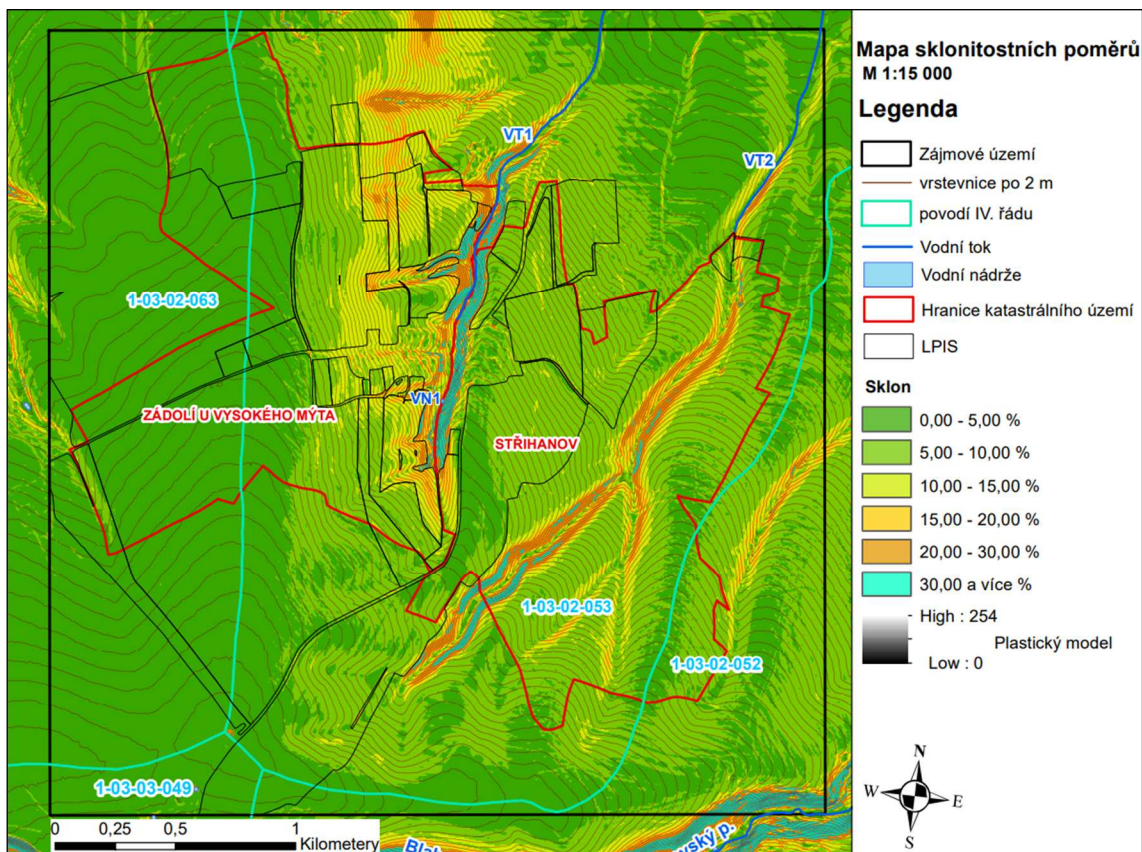
Zájmové území zasahuje do oblasti Českomoravského meziohří, reliéf má charakter členité pahorkatiny a nadmořská výška se pohybuje od 310 do 487 m n.m (obr. 15) [9]. Území je převážně vyspádováno severním až severozápadním směrem.



Obr. 6. Hypsometrická mapa zájmového území

## 2.5.1 Sklonitostní poměry

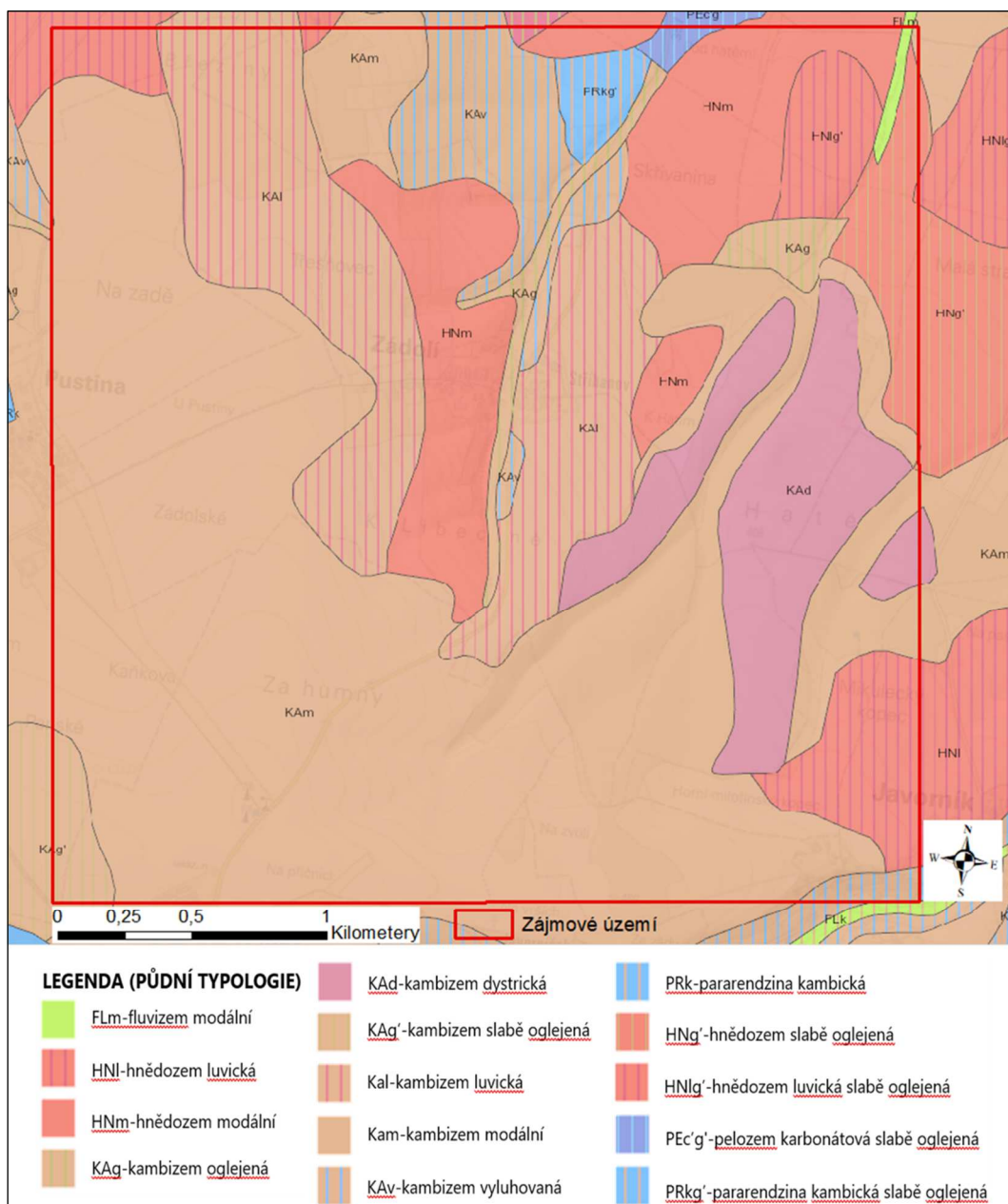
Katastrální území (k. ú.) Zádolí u Vysokého Mýta je od rozvodnice povodí IV. řádu 1-03-02-053 vypádováno západním až severozápadním směrem. Sklon se od rozvodnice postupně zvyšuje k intravilánu obce. Na začátku se pohybuje sklon do 5 % a postupně se zvětšuje na hodnotu 20–30 %, místy sklon dosahuje hodnoty 30 % a více a to hlavně na svazích v blízkosti údolnic a vodního toku VT1. Z odtokového hlediska je důležitá západní část k. ú. Stříhanov, kde se nachází příkrý svah vypádovaný k intravilánu obce. Sklon tohoto svahu je velmi velký a pohybuje se většinou mezi 20–30 % a více. Jinak je k. ú. Stříhanov vypádováno severním až severozápadním směrem od obce Zádolí-Stříhanov a to znamená, že srážka, která dopadne na tuto plochu neohrožuje intravilán obce. Sklon se většinou pohybuje mezi 5–10 %. Výrazně sklonité jsou opět svahy v blízkosti údolnic a sklon se pohybuje mezi 15–30 %, ojediněle dosahuje sklon více než 30 % (obr.6).



Obr. 7. Mapa sklonitostních poměrů v zájmovém území

## 2.6 Pedologické poměry

Zájmové území je tvořeno z větší části různými druhy kambizemí. Nejrozšířenějším subtypem je kambizem modální. Dále je zde hojně vyskytuje kambizem luvická a kambizem dystrická. V menší míře je zde zastoupena kambizem slabě oglejená, kambizem oglejená a kambizem vyluhovaná. Druhým nejrozšířenějším půdním typem v zájmovém území je hnědozem. Z hnědozemí je zde nejvíce zastoupen subtyp hnědozem modální. V menší míře je zde zastoupena hnědozem luvická, hnědozem slabě oglejená a hnědozem luvická slabě oglejená. Nejméně je zde zastoupena pararendzina, a to pararendzina kambická a pararendzina kambická slabě oglejená. Nepatrné zastoupení zde mají fluvizemě, konkrétně se jedná o fluvizem modální (obr. 8) [10].



Obr. 8. Mapa půdních subtypů v zájmovém území [10]

## 2.6.1 Pedologické poměry s využitím BPEJ

Pedologické poměry byly také identifikovány s využitím bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ). Vrstva BPEJ byla převzata z celostátní databáze BPEJ a je volně ke stažení (odkaz v kap. 7.1). BPEJ je charakterizována pětímístným kódem, kdy kód hlavní půdní jednotky (HPJ) představuje druhou a třetí číslici z BPEJ. „Hlavní půdní jednotka (HPJ) 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. “ [11]*

V zájmovém území jsou zastoupeny tyto HPJ (Obr. 9):

**HPJ 08** – Černozemě modální a černozemě pelické, hnědozemě, luvizemě, popřípadě i kambizemě luvické, smyté, kde dochází ke kultivaci přechodného horizontu nebo substrátu na ploše větší než 50 %, na spraších, sprašových a svahových hlínách, středně těžké i těžší, převážně bez skeletu a ve vyšší sklonitosti.

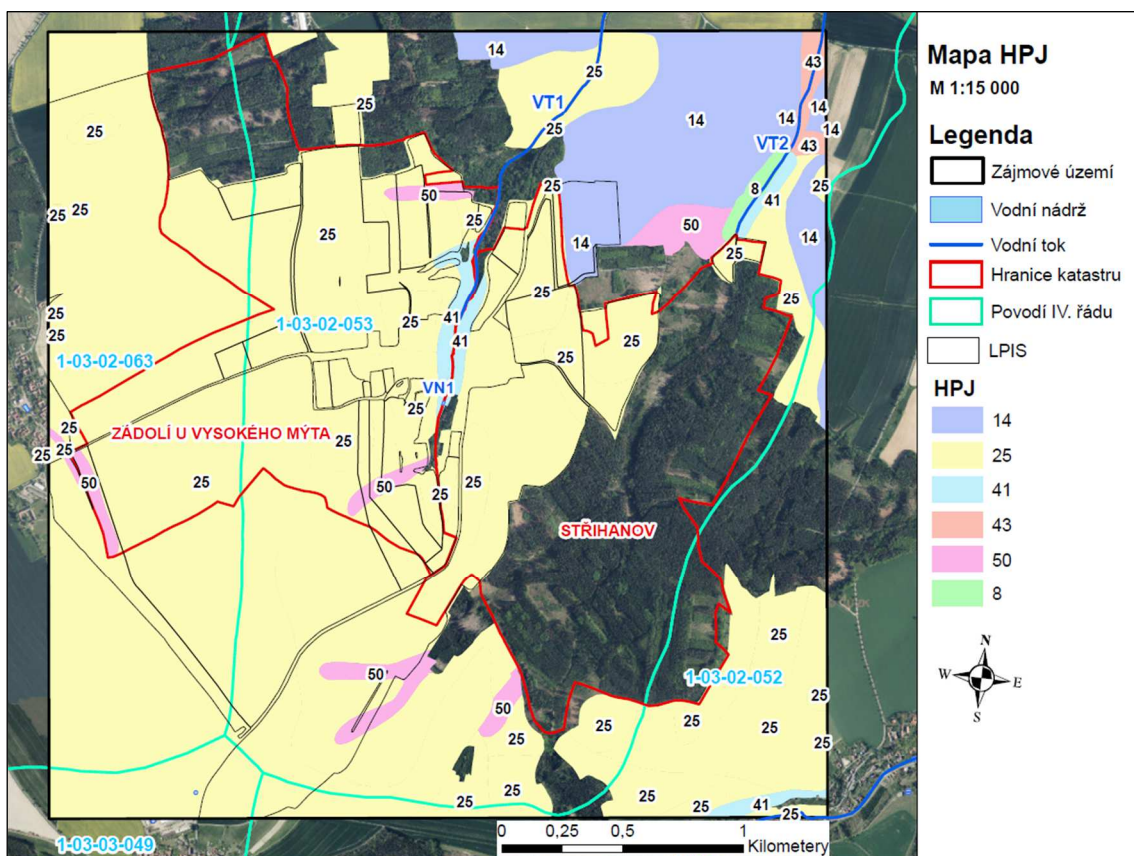
**HPJ 14** – Luvizemě modální, hnědozemě luvické včetně slabě oglejených na sprašových hlínách (prachovicích) nebo svahových (polygenetických) hlínách s výraznou eolickou příměsí, středně těžké s těžkou spodinou, s příznivými vláhovými poměry.

**HPJ 25** – Kambizemě modální a vyluhované, eubazické až mezobazické, výjimečně i kambizemě pelické na opukách a tvrdých slínovcích, středně těžkém flyši, permokarbonu, středně těžké, až středně skeletovité, půdy s dobrou vodní kapacitou.

**HPJ 41** – Půdy se sklonitostí vyšší než 12 stupňů, kambizemě, rendziny, pararendziny, rankery, regozemě, černozemě, hnědozemě a další, zrnitostně středně těžké až velmi těžké s příznivějšími vláhovými poměry.

**HPJ 43** – Hnědozemě luvické, luvizemě oglejené na sprašových hlínách (prachovicích), středně těžké, ve spodině i těžší, bez skeletu nebo jen s příměsí, se sklonem k převlhčení.

**HPJ 50** – Kambizemě oglejené a pseudogleje modální na žulách, rulách a jiných pevných horninách, středně těžké lehčí až středně těžké, slabě až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému zamokření [12]



Obr. 9. Mapa HPJ v zájmovém území

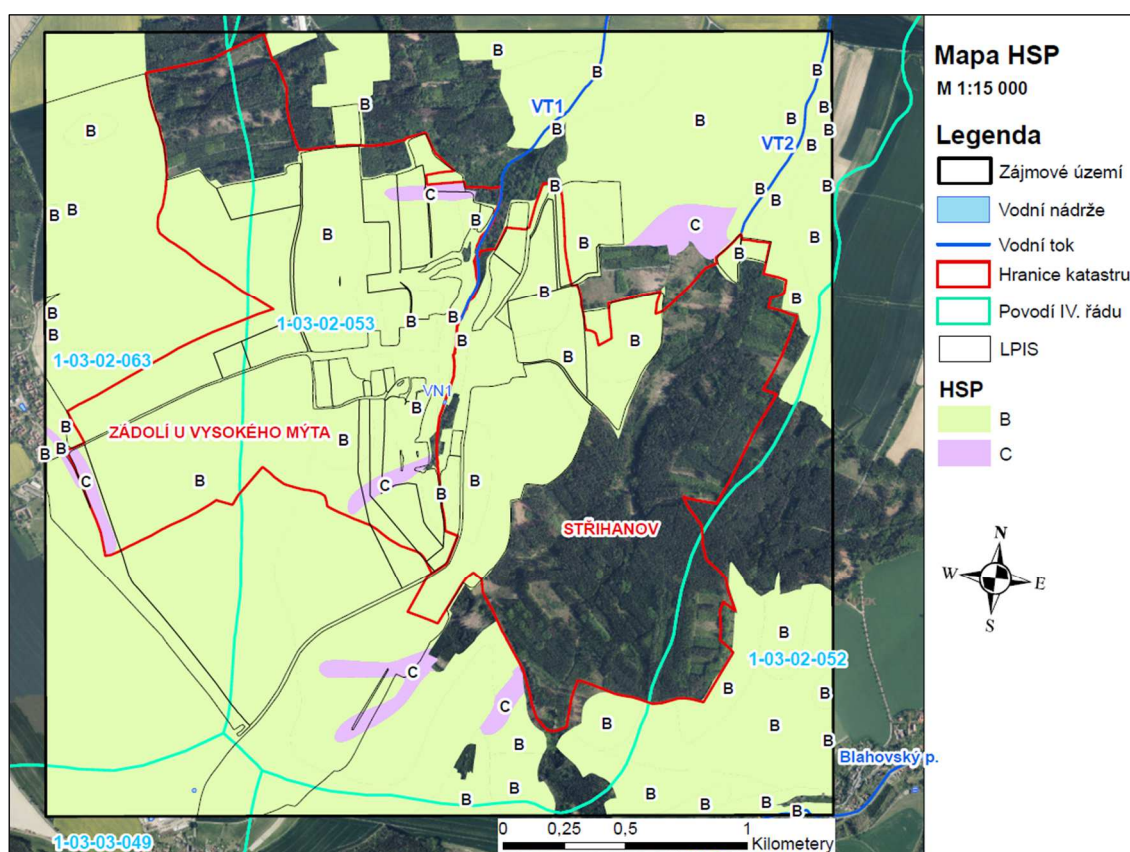
## 2.6.2 Hydrologická skupina půd (HSP)

Hydrologické skupiny půd se dělí do 4 skupin A, B, C, D a zjistí se dle převodní tabulky z HPJ uvedené v metodice Janeček a kol. (2012). Skupiny jsou rozděleny na základě minimálních rychlostí infiltrace vody do půdy bez pokryvu po dlouhodobém sycení [13]. V zájmovém území převažuje výskyt HSP třídy B. Z HPJ to jsou kódy 8, 14, 25, 41, 43. Místo se v území vyskytuje HSP třídy C. Z HPJ to je kód 50. Skupina A a D se v zájmovém území nevyskytuje (obr. 10). V tab. 2 je přesná charakteristika jednotlivých HSP.

Tab. 2. Charakteristika hydrologické skupiny půd (HSP) [13]

skupina	Charakteristiky hydrologických vlastností půd
A	Půdy s vysokou rychlostí infiltrace ( $>0,12 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$ ) i při úplném nasycení, zahrnující převážně hluboké, dobře až nadměrně odvodněné písky nebo štěrky
B	Půdy se střední rychlostí infiltrace ( $0,06\text{--}0,12 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$ ) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité

skupina	Charakteristiky hydrologických vlastností půd
C	Půdy s nízkou rychlostí infiltrace ( $0,02-0,06 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$ ) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy s málo propustnou vrstvou v původním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité
D	Půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace ( $<0,02 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$ ) i při úplném nasycení, zahrnující převážně jíly s vysokou bobtnavostí, půdy s trvale vysokou hladinou podzemní vody, půdy s vrstvou jílu na povrchu nebo těsně pod ním a mělké půdy nad téměř nepropustným podložím



Obr. 10. Mapa HSP v zájmovém území

## 2.7 Hydrologické poměry

Informace o hydrologických poměrech, tj. o vodních tocích, nádržích, povodích IV. řádu, záplavových území se zjišťovaly z veřejně dostupných zdrojů DIBAVOD (digitální báze vod) a CEVT (centrální evidence vodních toků) a odkazy na ně jsou v kap. 7.1. Převládající část zájmové území leží v povodí IV. řádu, kterým protéká Knířovský potok s číslem hydrologického pořadí 1-03-02-053. Celková plocha povodí je  $12,09 \text{ km}^2$  a spadá do hlavního povodí hlavního toku Labe. Knířovský potok pramení jihozápadně od obce Knířov v obci Lhůta a protéká severovýchodním

až severním směrem. Délka toku je 3,24 km. Knířovský potok je významným levostranným přítokem Blahovského potoka [14].

V zájmovém území není žádný významný vodní tok a nejsou tedy identifikována žádná záplavová území. V zájmovém území se nachází dva bezejmenné vodní toky. Pro identifikaci k nim byl přiřazen název VT1 a VT2. Vodní tok VT1 v zájmovém území délky 1407 m je v lesní trati koryto přírodního charakteru (obr. 11 vlevo) s velkým podélným sklonem a s občasnými průtoky. Dále pokračuje vodní tok podél komunikace II. třídy. VT1 je levostranným přítokem vodního toku VT2. VT2 v zájmovém území délky 925 m je koryto s velkým sklonem, s občasnými průtoky ústící do Knířovského potoka a je jeho pravostranným přítokem.

V zájmovém území se nachází jedna bezejmenná vodní nádrž. Pro identifikaci nádrže byl zvolen název VN1. Nádrž VN1 se nachází v jižní části obce Zádolí-Stříhanov na hranicích k.ú. Zádolí u Vysokého Mýta a k.ú. Stříhanov. Jedná se o umělou požární nádrž. Voda z nádrže přepadá do betonové dešťové kanalizace [3, 9].

Podél centrální místní komunikace je realizován úsek kanalizace DN 800 až DN 1000, který je za obcí vyústěn do vodního toku VT1 (obr. 11 vpravo). Stavebně se jedná o betonovou dešťovou kanalizaci, prakticky o jednotnou kanalizaci odvádějící zachycené dešťové vody, vody balastní (pramenní vývěr), přepad z požární nádrže a přepady ze septiků a akumulčních jímek obyvatel obce [3].

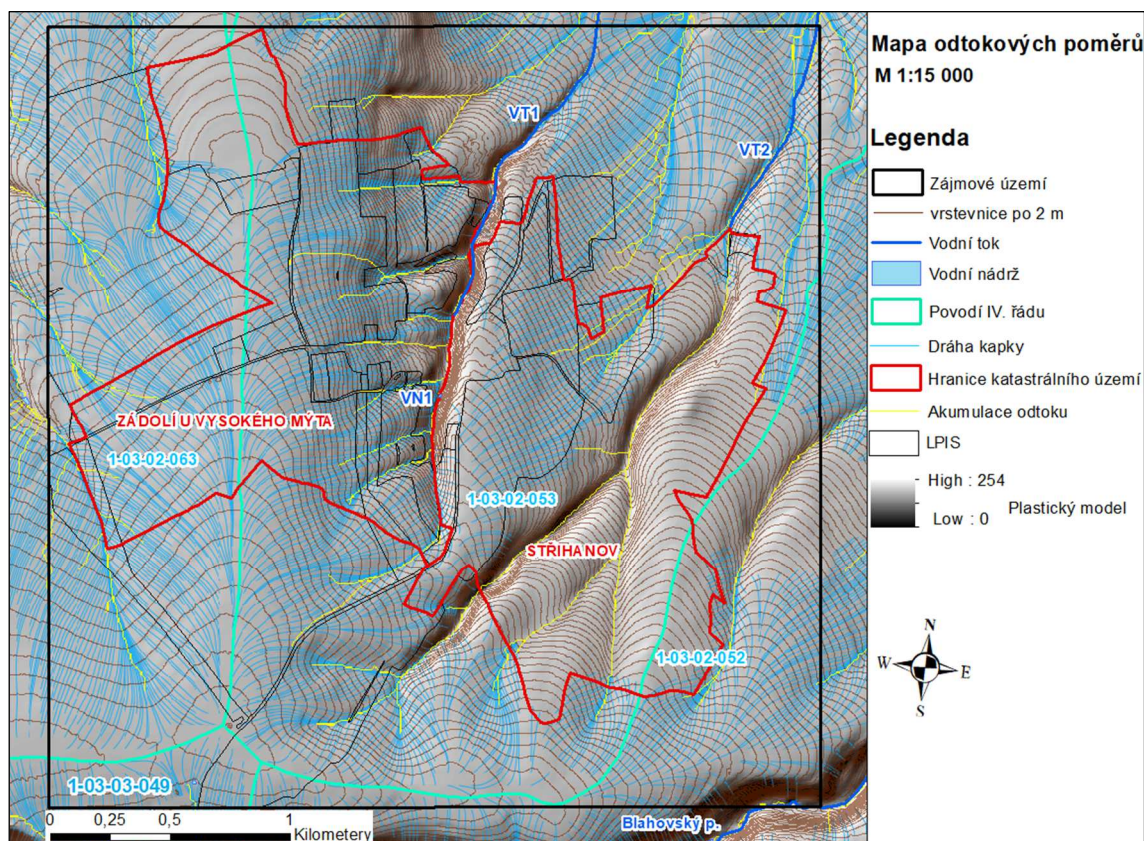


Obr. 11. Vodní tok VT1 v lesní trati (vlevo), výtok z kanalizace DN 800 do VT1 (vpravo)

Tab. 3. Vodní toky v zájmovém území v povodí IV. řádu

Povodí (ČHP)	Název	Vodní toky			
		Název	Délka [m]	tok ID	správce toku
1-03-02-053	Knířovský potok	VT1	1407	105280000700	Povodí Labe, s.p.
		VT2	925	105280000600	





Obr. 12. Mapa hydrologických a odtokových poměrů v zájmovém území

## 2.8 Ochranná pásma vodních zdrojů

Celé řešené území se nachází v chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV) Východočeská křída. Veškeré rizikové činnosti (odlesňování, odvodňování apod.) podléhají v řešeném území speciálnímu režimu ochrany podzemních vod. Konkrétně zájmovým územím prohází ochranné pásmo II. stupně vodního zdroje Zádolí [9].

## 2.9 Využití území

V k. ú. Zádolí u Vysokého Mýta a k. ú. Stříhanov se jedná o intenzivní zemědělskou výrobu s vysokým procentem zornění. Celé území je značně antropogenně pozměněno. V 60. letech 20. století docházelo ke slučování menších půdních bloků ve větší celky a byly rozorávány meze. Vzhledem k vhodným klimatickým a půdním podmínkám je celé území značně využíváno pro zemědělské hospodaření. Nejvíce plochy v k. ú. Zádolí u Vysokého Mýta zaujímá orná půda. V menší míře jsou zde zastoupeny trvalé travní porosty a lesy. Více než polovinu plochy v k. ú. Stříhanov pokrývají lesní porosty. Břehové porosty vodních toků patří s lesními porosty k nejstabilnějším plochám v řešeném území [9]. Veškeré plošné zastoupení kultur pro obě k. ú. je v tab. 4 resp. tab. 5. Na obr. 13. je mapa

využití území pro řešené erozně hodnocené plochy (EHP) v zájmovém území. Tvorba vrstvy EHP je popsána v kap. 3.3. K tvorbě EHP je potřebná vrstva LPIS (veřejný registr půdy). Data LPIS jsou veřejně dostupná a odkaz je v kap. 7.1.

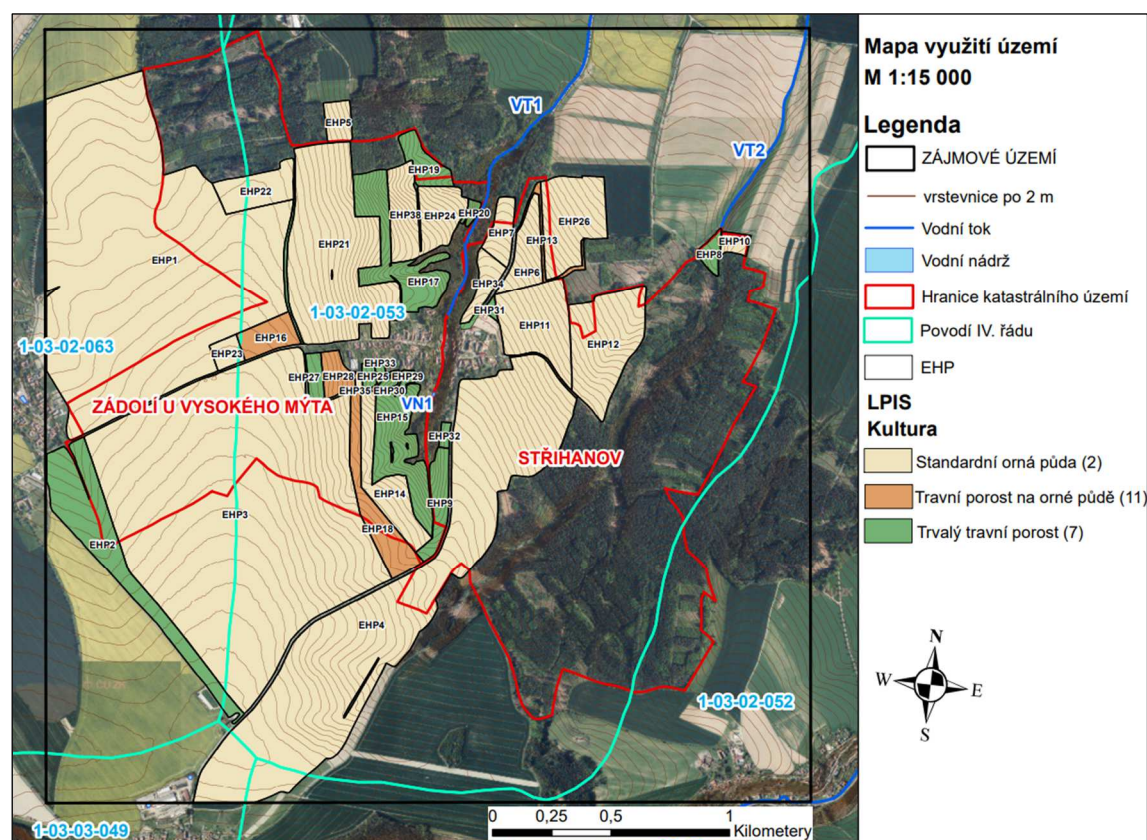
V řešeném území převažuje výskyt zemědělské půdy, která spadá do II. třídy ochrany. Jedná se o zemědělské půdy, které mají nadprůměrnou produkční schopnost a jsou vysoce chráněné. Místy se vyskytuje zemědělská půda III. a V. třídy ochrany, které mají průměrnou, resp. velmi nízkou produkční schopnost [11].

**Tab. 4: Plošné zastoupení kultur v k. ú. Zádolí u Vysokého Mýta [15]**

k. ú. Zádolí u Vysokého Mýta								
Kultura	orná půda	zahrada	trvalý travní porost	lesy	vodní plocha	zastavěné plochy	ostatní plochy	Suma
Plocha [ha]	155,68	3,39	18,76	32,51	0,02	1,74	5,67	217,77
Zastoupení [%]	71,49	1,56	8,61	14,93	0,01	0,80	2,60	100,00

**Tab. 5: Plošné zastoupení kultur v k. ú. Stříhanov [16]**

k. ú. Stříhanov								
Kultura	orná půda	zahrada	trvalý travní porost	lesy	vodní plocha	zastavěné plochy	ostatní plochy	Suma
Plocha [ha]	62,76	2,30	6,00	130,48	0,00	1,66	5,05	208,25
Zastoupení [%]	30,14	1,10	2,88	62,66	0,00	0,80	2,42	100,00



**Obr. 13. Mapa využití území pro řešené EHP**

## 3 POUŽITÉ METODY

### 3.1 Opatření proti vodní erozi

Zemědělskou půdu ohroženou vodní erozí je třeba chránit účinnými protierozními opatřeními (PEO). Je třeba rozhodnout o použití jednotlivých PEO. Cílem je snížit průměrný erozní smyv ideálně pod přípustnou mez  $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , čímž zajistíme i ochranu objektů (intravilány měst a obcí, vodní toky a nádrže, propustky atd.). Často nestačí navrhnout pouze organizační nebo agrotechnické opatření a ve většině případů se jedná o komplex organizačních, agrotechnických a technických opatření, vzájemně se doplňujících, aby zajistily dostatečnou protierozní a protipovodňovou ochranu [13]. Po návrhu opatření by mělo dojít ke snížení erozního smyvu pod přípustnou mez, ke zvýšení vsakovací schopnosti půdy a snížení kulminačních průtoků v kritických a závěrových profilech. Součástí návrhu jsou organizační a technická opatření a jsou dále podrobněji popsána.

#### 3.1.1 Organizační opatření

Organizační protierozní opatření se řadí mezi nejjednodušší opatření a nevyžadují technický zásah. Vycházejí hlavně ze znalostí příčin erozních jevů a zákonitosti jejich rozvoje [13]. Mezi organizační opatření patří:

**Velikost a tvar pozemku** – je výhodné navrhovat v rámci pozemkových úprav. Jedná se o nové uspořádání bloků zemědělské půdy. Dojde k rozdělení pozemků a ve většině případů budou nově vytvořeny, a to proto, že dojde k reorganizaci cestní sítě, vytvoří se nový systém protierozní ochrany, ekologické stability apod [13].

**Delimitace druhu pozemku** – jedná se o prostorovou a funkční optimalizaci pozemku sloužící k pěstování jednotlivých kultur. Mezi neúčinnější patří ochranné zatravnění a zalesnění. Ochranné zatravnění se navrhuje na pozemcích, které jsou extrémně sklonité (nad 20 %), na mělkých půdách, dále skeletovitých půdách na pevných substrátech a svazích 10–20 %, zamokřených a těžkých půdách apod., které nejsou vhodné pro zemědělské účely. Dobře zapojený travní porost je nejlepší protierozní ochranou jak pro plošné zatravnění, tak pro vegetační zpevnění liniových prvků jako jsou průlehy, meze, nebo tělesa ochranných hrázek. Dále by měly být zatravněvány dráhy soustředěného odtoku, břehy vodních toků a nádrží (tzv. buffer zóny). Preferované a neúčinnější jsou trávy výběžkaté tvořící pevný drn [13, 17].

**Protierozní rozmístování plodin** – využívá přirozené ochrany plodiny proti erozi při tradičním způsobu pěstování vybraných plodin na svažitéch pozemcích. Účelem je

vyločit pěstování erozně nebezpečných plodin (obecně širokořádkové plodiny jako kukuřice, brambory, cukrovka, slunečnice) na sklonitých pozemcích. Doporučuje se např. pozemky se sklonem nad 20 % zatravnit, na pozemcích do 20 % navrhovat maximálně úzkořádkové plodiny s vysokým podílem víceletých pícnin apod. Protierozní rozmístění plodin snižuje velikost faktorů C a S [17].

**Protierozní osevní postupy** – je dalším vhodným a nenákladným opatřením. Toto opatření je založené především na protierozním účinku plodiny. Protierozní osevní postupy se navrhuje na svažitéch pozemcích. Cílem je vyloučit plodiny s nízkou protierozní účinností jako je kukuřice, cukrovka, slunečnice a zvýšit zastoupení plodin s vysokým protierozním účinkem (např. obilniny, jetel, vojtěška). Účinnost opatření se projeví snížením C faktoru.

**Pásové střídání plodin** – snahou je eliminovat erozní smyv návrhem různě širokých pásů s plodinami erozně odolnými (travní porost, jetel, vojtěška, obilovina) na pozemek, kde se pěstuje plodina s nízkým protierozním účinkem. Obdělávání by mělo být ideálně vrstevnicové. Pásové střídání snižuje P faktor [17].

**Zasakovací pásy** – zjednodušeně se jedná o travní pásy vedené po vrstevnici navrhované především na svažitéch pozemcích a jsou investičně nenáročné. Zasakovací pásy se střídají s plodinami, které mají nízký protierozní účinek nebo je dále vhodné zasakovací pás navrhovat podél nádrží, vodních toků příkopů a průlehů za účelem zabránit vnikání erozních produktů. Pás by měl být širší než 20 m. Účinnost pásu zejména spočívá ve snížení rychlosti povrchového odtoku a následně k jeho převedení v odtok podpovrchový [13]. Problematika u tohoto opatření je v jeho nadimenzování. Jako prvek přerušující odtok se dá hodnotit zasakovací pás, který je řádně nadimenzovaný na daný objem přítoku dle normy ČSN 75 4500 např. metodou podle Holého (1994). Pokud zasakovací pás není nadimenzovaný, nemůže se brát jako prvek přerušující odtok [18].

### 3.1.2 Agrotechnická protierozní opatření

Účelem agrotechnických PEO je, aby se na blocích orné půdy během roku nevyskytovala nebo minimalizovala místa bez vegetačního pokryvu. Především jde o období (červen–srpen) s častým výskytem přívalových dešťů, ale i období tání sněhu. Návrhem různého agrotechnického PEO dojde ke zvýšení infiltrační, retenční schopnosti půdy a vodní kapky po dopadu na půdní povrch nebudou v takové míře rozrušovat a uvolňovat půdní částice [17]. Mezi doporučená agrotechnická PEO patří:

- protierozní agrotechnologie na orné půdě, jako je výsev do ochranné plodiny, strniště, mulče či posklizňových zbytků, dále hrázkování a důlkování povrchu půdy
- protierozní agrotechnologie ve speciálních kulturách, jako např. zatravnění meziřadí, krátkodobé porosty v meziřadí, mulčování [17]

### 3.1.3 Technická a biotechnická protierozní opatření

Samotná použitá organizační nebo agrotechnická opatření většinou nejsou schopna v takové míře omezit povrchový odtok a jsou nedostačující. Proto je nutné rozdělit rozsáhlé svažité pozemky s velkou délkou svahu protierozními opatřeními zejména liniového charakteru. Při optimálním návrhu liniových záchytných prvků dojde ke snížení faktoru délky svahu  $L$ , dále svou lokalizací usměřňují směr obdělávání pozemků způsob hospodaření zemědělských subjektů. Při doplnění liniových prvků doprovodnou zelení mají význam tako z hlediska krajinně estetického a ekologického. Systém liniových protierozních prvků v kombinaci se zelení může fungovat v krajinně jako součást územního systému ekologické stability (ÚSES) krajiny. Celková ochrana území musí sledovat tři základní cíle: [17]

- co nejvíce podpořit infiltraci vody do půdy
- omezit možnost, aby se povrchový odtok soustřeďoval do rýh a stružek, tzn. zachytit povrchový odtok včas a podpořit jeho rozptylování
- snížit rychlost a neškodně odvést povrchový odtok tak, aby neodnášel s sebou zeminu (nejekonomičtější způsob odvedení odtoku je stabilizovat dráhy soustředěného odtoku na zemědělských pozemcích) [17]

Mezi základní biotechnická opatření patří: protierozní průlehy, příkopy, meze, hrázky, nádrže, zasakovací pásy, stabilizace drah soustředěného odtoku, terasování **Protierozní průleh** – jedná se o mělký příkop s mírnými sklony svahů, vedený v malém podélném sklonu. Vsakovací musí být striktně vedené vrstevnicově. Hlavní funkce je přerušení délky svahu, kdy dojde k zachycení povrchového odtoku a následně k jeho neškodnému odvedení nebo zasáknutí. Protierozní průlehy se rozdělují podle funkce na záchytné, sběrné a svodné. Záchytné a sběrné průlehy se navrhuje na pozemcích o sklonu do 15 % zpravidla se zatravněným příčným profilem s funkcí zachytit povrchový odtok a následně ho odvést do svodných příkopů, průlehů či stabilizovaných údolnic. Je vodné je navrhovat v různých variantách např. se zatravněným, sedimentačním pásem (min. 5 m), s doprovodnou hrázkou a vegetací. Svodné průlehy mají hlavní funkci neškodně odvést odtok ze záchytných a sběrných průlehů. Příčný profil se navrhuje parabolický nebo lichoběžníkový se

sklony min. 1:5, aby byl co nejlépe přejezdny. Hloubka se navrhuje 0,3–1,0 m. Optimální je navrhovat průlehy v takovém sklonu, aby stačilo vegetační zpevnění. Průlehy je vhodné využívat pro odvodnění cest [13, 19].

**Protierozní příkop** – jedná se o liniový prvek přerušující délku svahu. Měl by být vrstevnicově orientován s mírným podélným sklonem. Vsakovací příkopy jsou vedeny striktně vrstevnicově. Navrhují se optimálně s polními cestami (cestní příkopy) pro zachycení a neškodné odvedení vody pozemků. Protierozní příkopy se dělí podle funkce na záchytné, sběrné a svodné. Úkolem záchytných příkopů je ochránit danou lokalitu zachycením povrchového odtoku z výše ležících pozemků. Sběrné příkopy chrání zemědělský pozemek zkrácením volné délky povrchového odtoku, aby nedocházelo k nadlimitnímu eroznímu smyvu. Záchytné a sběrné příkopy je vhodné navrhovat se zatravněným, sedimentačním pásem (min. 5 m) nebo vegetačním doprovodem. Svodné příkopy bezpečně odvádějí zachycenou vodu ze sběrných nebo záchytných příkopů do recipientu. Většinou musí překonat větší výškový rozdíl a bývají proto často opevněny. Svodné příkopy se navrhují zpravidla lichoběžníkového profilu se sklony svahů 1:1,5 až 1:2, hloubky 0,4–1,0 m. Nevýhodou ve srovnání s průlehy je jejich nemožnost přejetí [13, 19].

**Protierozní meze** – pokud je požadavkem přerušit povrchový odtok, je nutné protierozní mez doplnit záchytným prvkem např. průlehem. Hrázka by měla být výšky max. 1–1,5 m, pokud by byl sklon svahu 1:1,5. Mez je vhodné zatravnit a osázet doprovodnou zelení, čímž bude působit jako krajnotvorný prvek. Doprovodný příkop či průleh pod nebo nad mezí je nutné dimenzovat. Snahou je také zachytit splaveniny nesené povrchovým odtokem, a proto se nad záchytným prvkem navrhuje sedimentační pás šířky min. 5 m. Meze se navrhují v podélném sklonu 2–5 % a napojují se na svodný prvek [13, 19].

**Přehrážky** – jedná se o opatření, které zahrazuje strže, bystřiny či údolnice. Pod přehrážkami je vhodné zrealizovat vývařiště pro utlumení kinetické energie vody. Přehrážky zadrží část objemu vody, zachytí splaveniny a sníží kulminační přítok. Dojde tedy k transformačnímu účinku. Budují se přehrážky srubové, zděné, gabionové, betonové [13].

**Protierozní nádrže** – jedná se o opatření, jehož účelem je zachytit povrchový odtok a transportované splaveniny a významně zvýšit protipovodňovou ochranu níže ležícího zastavěného území. Ve většině případů se jedná o výstavbu suchých ochranných nádrží, které slouží pro akumulaci, transformaci povodňové vlny a k usazování splavenin. Je to nejúčinnější protipovodňové opatření, ale zároveň nenákladnější [13, 17].

### 3.2 Výpočet erozního smyvu dle rovnice USLE

Erozní poměry byly stanoveny univerzální rovnicí pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy vodní erozí – USLE dle Wischmeiera a Smithe (1978). Rovnice slouží jak k určení ohroženosti zemědělské půdy vodní erozí, tak k hodnocení účinnosti navržených protierozních opatření [13]. Skládá se ze šesti faktorů a má tento tvar:

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

- kde: **G** je průměrná dlouhodobá roční ztráta půdy [ $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ],  
**R** faktor erozní účinnosti deště [ $MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}$ ],  
**K** faktor erodovatelnosti půdy [ $t \cdot h \cdot MJ^{-1} \cdot cm^{-1}$ ],  
**L** faktor délky svahu [-],  
**S** faktor sklonu svahu [-],  
**C** faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu [-],  
**P** faktor účinnosti protierozních opatření [-].

Vypočtená hodnota představuje dlouhodobý průměrný roční smyv půdy způsobený vodní erozí z jednotlivých pozemků v závislosti na jejich způsobu využití. Nezahrnuje však ukládání na níže ležících plochách. Rovnici nelze aplikovat pro kratší než roční období a pro zjišťování erozního smyvu z jednotlivých srážek nebo z tání sněhu [13].

### 3.3 Stanovení erozního smyvu v prostředí ArcGIS

Uvažuje se, že eroze probíhá na jednotlivých půdních blocích zemědělské půdy. Výpočet erozního smyvu byl stanoven na erozně hodnocených plochách (EHP). Jsou to plochy, kde probíhá eroze a berou se z vrstvy LPIS.shp. Rovněž se uvažuje, že eroze neprobíhá, nebo je přerušena v lesích, u toků, u cest vybavené příkopy nebo průlehy. Před výpočtem eroze na EHP v zájmovém území předcházely terénní průzkumy. Byly prozkoumány hlavně pozemky, které nejsou ve veřejném registru půdy, ale ve skutečnosti na nich eroze probíhá. Po ověření z terénního průzkumu byly tyto pozemky ručně dokresleny v rámci vrstvy EHP, aby byly zahrnuty do výpočtu eroze. V rámci terénního průzkumu byla dále prošetřena cestní síť, kde se zjišťovalo, jestli je cesta vybavena prvkem přerušujícím odtok (příkop, průleh). Cesta bez záchytného prvku se vyskytuje mezi EHP4 a EHP11 a EHP12 v k. ú. Stříhanov, dále mezi EHP21 a EHP17 v k. ú. Zádolí u Vysokého Mýta. Mezi EHP1, EHP21 a EHP22 se vyskytuje cesta, která byla pravděpodobně v minulosti vybavena funkčním průlehem, ale v současné době je průleh zanesený, a dokonce v některých místech

zaniklý a nebyl tedy brán jako prvek přerušující odtok. Na EHP38 se vyskytuje téměř zaniklá mez a ve výpočtu nebyla brána jako prvek přerušující povrchový odtok. Pro orientaci jsou číselně označené EHP zobrazeny ve více mapách např. na obr. 14 v kap. 4.1 nebo pro lepší čitelnost v samostatné příloze č. 1.

Erozní poměry se stanovily v prostředí programu ArcGIS konkrétně pomocí nástroje Raster Calculator. Rovnice do tohoto nástroje vstupovala v tomto tvaru:

$$G = 40 \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot 1 \text{ [t.ha}^{-1}\text{.rok}^{-1}\text{]}$$

Za faktor erozní účinnosti deště R se brala v úvahu průměrná hodnota pro Českou republiku  $40 \text{ MJ.ha}^{-1}\text{.cm.h}^{-1}$ , za faktor účinnosti protierozního opatření P hodnota 1, protože se v zájmovém území nevyskytuje žádné protierozní opatření. Faktor erodovatelnosti půdy se stanovil podle hlavních půdních jednotek (HPJ) dle převodní tabulky z metodiky (Janeček a kol., 2012). Faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu na orné půdě, do které v našem případě spadá kód kultury 2 a 11, se stanovil na základě klimatického regionu (Kadlec a Toman, 2002), který se stanovil z první číslice pětimístného kódu BPEJ. V zájmovém území převládá pátý klimatický region, pro který je charakteristická průměrná roční hodnota 0,229. Pro trvalé travní porosty se uvažovala hodnota C faktoru 0,005. Faktory K a C vstupovaly do výpočtu jako vygenerované rastrové vrstvy v prostředí programu ArcGIS. Faktor délky svahu L a faktor sklonu svahu S byly počítány společně jako topografický faktor LS. Nejdůležitějším podkladem pro LS faktor byl výškopis v podobě rastrové vrstvy digitálního modelu terénu (DMT) a rastrová vrstva EHP. Nejdříve se vytvořily vrstevnice z poskytnutého digitálního modelu reliéfu 4. generace (DMR 4G) a z vrstevnic se následně vytvořil vlastní digitální model terénu (DMT) o velikosti gridu  $5 \times 5 \text{ m}$ . Veškeré rastrové vrstvy mají tedy rozlišení o velikosti gridu  $5 \times 5 \text{ m}$ . LS faktor byl stanoven pomocí programu USLE2D za užití algoritmu McCool a do rovnice vstupoval ve formě rastru. Pro převod dat z ArcGIS do USLE2D byl použit software LS-converter. Výsledkem je průměrný erozní smyv na řešených EHP před návrhem opatření. Stejným postupem je vypočten erozní smyv po návrhu opatření.

### 3.4 Posouzení erozní ohroženosti

Použitím příslušných hodnot pro vyšetřované pozemky (EHP) v univerzální rovnici se určí průměrný erozní smyv půdy způsobený vodní erozí v  $\text{t.ha}^{-1}\text{.rok}^{-1}$  při současném a navrhovaném způsobu využívání řešených pozemků. Pokud vypočtený erozní smyv na EHP překročí hodnotu přípustného erozního smyvu, je zřejmé, že pozemek je špatně využíván a nezabezpečuje dostatečnou protierozní ochranu. Proto je nutné obnovit nebo navrhnout účinnější protierozní opatření, které mění



hodnoty faktorů v univerzální rovnici a opětovným výpočtem se lze přesvědčit, jestli dané opatření je dostatečně účinné a zajišťuje snížení erozního smyvu pod přípustnou mez. Pozemky s mělkými půdami s hloubkou do 30 cm by neměly být využívány pro polní výrobu a je vhodné na nich navrhnout zalesnění nebo trvalé travní porosty. U půd středně hlubokých (30–60 cm) je hodnota přípustného erozního smyvu  $4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ . U hlubokých půd (nad 60 cm) se také doporučuje hodnota  $4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ , namísto  $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ , protože se jedná v současné době o nejhodnotnější půdy. Hloubka půdy je přibližně vyjádřena podle 5. číslice z kódu BPEJ pro skeletovitost a hloubku půdy [13].

### 3.5 Odtokové poměry pomocí čísel odtokových křivek CN

Odtokové poměry se stanovily pomocí metody čísel odtokových křivek–CN. Je to nepřímá metoda založená na charakteristikách povodí. Metoda CN představuje jednoduchý srážkoodtokový model se vstupy, které se dají poměrně snadno zjistit. Model je dostatečně přesný pro stanovení objemu přímého odtoku a kulminačního průtoku způsobeného návrhovým přívalovým deštěm o zvolené pravděpodobnosti výskytu v zemědělsky využívaných povodí s plochou nepřesahující  $10 \text{ km}^2$  [13].

Čísla odtokových křivek CN vyjadřují podíly povrchového a hypodermického odtoku. Základním vstupem metody CN je návrhový déšť se zvolenou dobou opakování. Platí, že čím je větší hodnota CN, tím je pravděpodobnější, že se jedná o povrchový odtok. Hodnota CN je závislá na HSP (viz kap. 2.6.2), vegetačním pokryvu, velikosti nepropustných ploch, intercepce a povrchové retence. Pro návrh se uvažoval typ CN křivky IPS II (index předchozích srážek 2. stupně) pro střední nasycení půdy vodou [13].

Objem přímého odtoku určuje metoda CN křivek na základě předpokladu, že poměr objemu odtoku k úhrnu přívalové srážky se rovná poměru objemu vody zadržené při odtoku k potenciálnímu objemu, který může být zadrženo. Odtok tedy začíná až po počáteční ztrátě (součet intercepce, infiltrace a povrchové retence), která byla stanovena pomocí experimentálních měření na 20 % potenciální retence [13].

$$H_o = (H_s - 0,2A)^2 / (H_s + 0,8A) \text{ (mm)}$$

kde:  $H_o$  je přímý odtok (mm)

$H_s$  úhrn návrhového deště (mm)

$A$  potenciální retence [mm], vyjádřená pomocí hodnot CN:

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

Objem přímého OpH odtoku je dán vztahem:

$$OpH = 1000 \cdot Pp \cdot Ho \text{ (m}^3\text{)}$$

kde: Pp je plocha povodí (km<sup>2</sup>)

Ho je přímý odtok (mm)

Kulminační průtok se stanoví ze vztahu:

$$Q = 0,00043 \cdot q_{pH} \cdot Pp \cdot Ho \cdot f \text{ (m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$$

kde:  $q_{pH}$  je jednotkový kulminační průtok

Ho výška odtoku (mm)

f opravný součinitel pro rybníky a mokřady (-) [13].

### 3.6 Kritický bod (KB) a kritický profil (KP)

Kritický bod je určen průsečíkem hranice zastavěného území obce (intravilánu) s linií dráhy soustředného odtoku (DSO). Velikost přispívající plochy KB musí být  $\geq 0,3 \text{ km}^2$  a zároveň nesmí přesáhnout  $10 \text{ km}^2$ . Rozhodující pro identifikaci KB ve vztahu k přívalovým srážkám problematických lokalit jsou následující kombinovaná kritéria: [20]

K 1. velikost přispívající plochy  $0,3\text{--}10,0 \text{ km}^2$

K 2. průměrný sklon přispívající plochy  $\geq 3,5 \%$

K 3. podíl plochy orné půdy v povodí  $\geq 40 \%$  [20]

Pokud není splněno alespoň jedno ze tří kritérií K 1. až K 3. pro kritický bod jedná se o kritický profil (KP), jehož přispívající plocha nesmí přesáhnout  $10 \text{ km}^2$ . KP je místo, kde soustředěný odtok vniká do intravilánu obce, do propustku u cesty nebo železnice, vodní nádrže apod.). Dále byly v řešeném území identifikovány profily nacházející se mimo intravilán a byly označeny jako závěrové profily (ZP).

### 3.7 Hydrologický model DesQ–MaxQ

Hydrologický model DesQ–MaxQ byl vytvořen prof. Hrádkem v roce 1997. Model dokáže na základě vstupních dat metodou CN křivek určit maximální průtok a objem povodňové vlny vyvolané extrémními dešti pro povodí do velikosti  $10 \text{ km}^2$ . Model lze využít pro povodí typu otevřené knihy, kdy údolnice rozděluje sběrné povodí na dva svahy, ale také pro povodí s jedním svahem u průlehů či příkopů. K jeho aplikaci nejsou potřeba žádné údaje o průtocích ani vodních stavech na drobných vodních tocích. Model lze využít pro: [21]

- 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 jeho intenzity,
- odvození tvaru povodňových vln (časové řady),
- hodnocení dopadů hospodářské činnosti v povodí (land-use) na srážkoodtokové procesy [21].

## 4 VYHODNOCENÍ SOUČASNÝCH EROZNÍCH A ODTOKOVÝCH POMĚRŮ

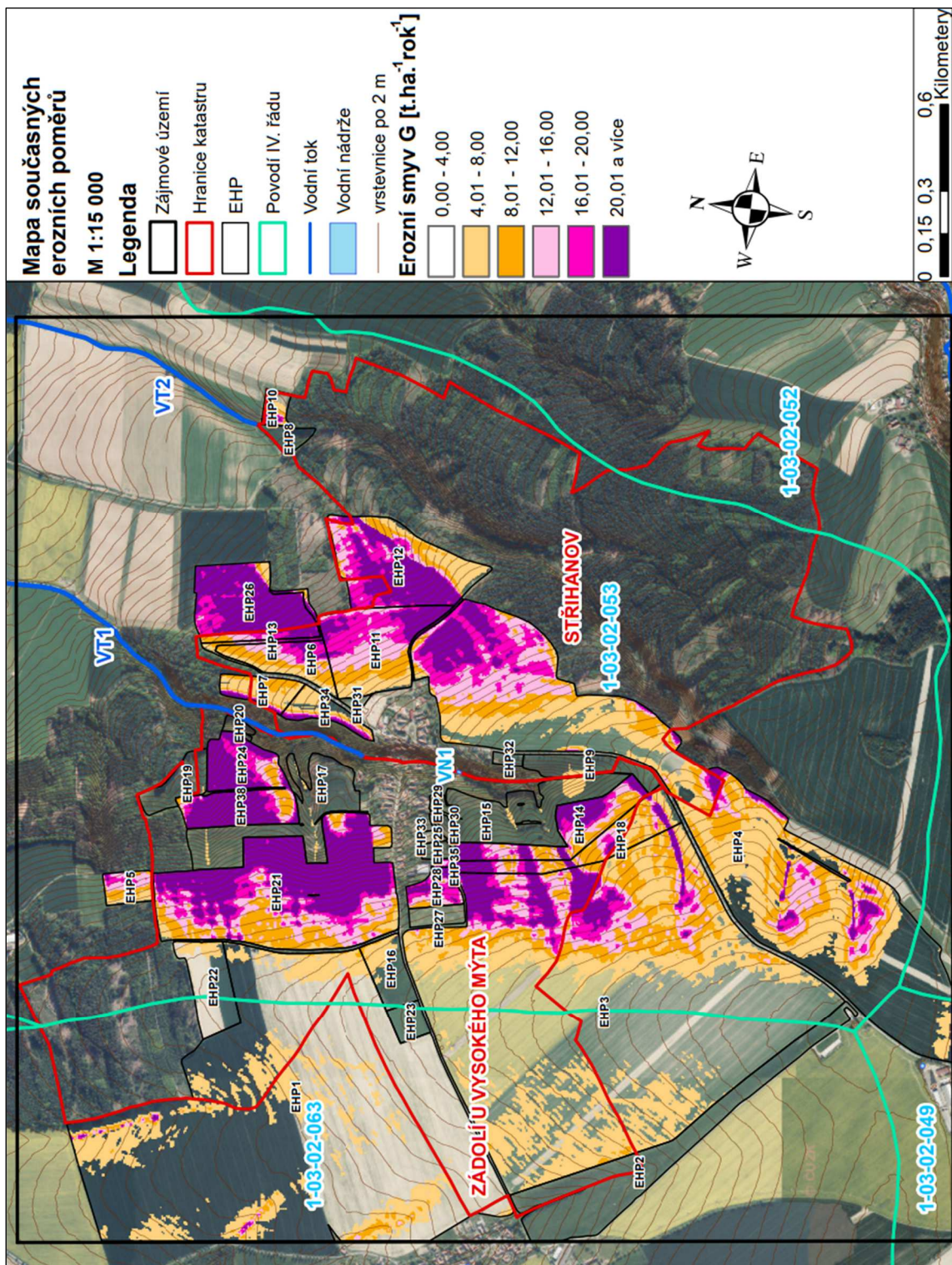
### 4.1 Vyhodnocení současných erozních poměrů

Výpočet eroze byl proveden na 36 EHP, které jsou součástí nebo zasahují do k.ú. Zádolí u Vysokého Mýta a k.ú. Stříhanov. V tab. 6 jsou uvedeny výsledky současného průměrného erozního smyvu v  $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$  na řešených EHP a jsou porovnávány s maximálním přípustným smyvem půdy  $4 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ . Pozemky, které nemají kód půdního bloku jsou ručně dokreslené EHP. Výsledky na EHP překračující přípustnou hodnotu erozního smyvu  $4 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$  jsou zvýrazněny červeně. Výsledky ukazují, že k překročení přípustného erozního smyvu dochází na sedmnácti EHP. Erozní smyv v kategorii 4,00–8,00 vykazuje EHP3. Erozní smyv v kategorii 8,01–12,00 vykazuje EHP4, EHP5, EHP7, EHP10, EHP34. Erozní smyv v kategorii 12,01–16,00 vykazuje EHP6, EHP11, EHP13 a EHP18. Erozní smyv v kategorii 16,01–20,00 vykazuje EHP28, EHP35. Extrémní erozní smyv 20,01 a více  $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$  vykazuje EHP12, EHP14, EHP21, EHP24 a EHP26. Především bych ale zdůraznil překračující přípustný erozní smyv na EHP3, EHP14, EHP18, EHP28 ležících nad intravilánem obce, protože v důsledku vodní eroze mohou uvolněné splaveniny z těchto EHP vnikat a ohrožovat intravilán obce a způsobit škody na majetku. Mapa současného erozního smyvu je na obr. 14. Pro lepší přehlednost je v samostatné příloze č. 1. Obec Zádolí–Stříhanov byla už několikrát v minulosti zasažena přívalovými povodněmi, které vyvolaly velmi intenzivní srážky (obr. 1), a aby tomu tak v budoucnu už nebylo, je nutné provést návrh protierozního a protipovodňového opatření, který je dále řešen v kap. 5.

Tab. 6. Souhrnná tabulka výsledků současného průměrného erozního smyvu na EHP

Číslo EHP	Půdní blok	Kultura	Plocha [ha]	Průměrný smyv G [ $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ]	Přípustný smyv G [ $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ]
EHP1	5701/12	2	102,01	3,1	4,0
EHP2	4902/7	7	14,25	0,1	4,0
EHP3	4902/1	2	113,88	6,3	4,0
EHP4	4903/10	2	71,36	9,2	4,0
EHP5	4803/18	2	1,86	11,3	4,0
EHP6	3704/14	2	4,05	12,1	4,0
EHP7	3802/1	2	2,50	10,0	4,0
EHP8	2705/8	7	1,08	0,1	4,0
EHP9	4902/2	7	3,13	0,9	4,0
EHP10	2705/4	2	1,00	9,0	4,0

Číslo EHP	Půdní blok	Kultura	Plocha [ha]	Průměrný smyv G [t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	Přípustný smyv G [t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]
EHP11	3704/11	2	9,45	15,5	4,0
EHP12	3704/12	2	12,16	20,5	4,0
EHP13	3704/15	11	1,03	14,7	4,0
EHP14	4902/3	2	6,26	24,5	4,0
EHP15	4902/5	7	8,17	1,1	4,0
EHP16	5701/3	11	3,06	3,6	4,0
EHP17	4803/14	7	8,61	1,1	4,0
EHP18	4902/11	11	5,83	15,2	4,0
EHP19	4803/16	7	2,69	0,4	4,0
EHP20	4803/8	7	0,52	1,3	4,0
EHP21	4803/2	2	28,14	25,7	4,0
EHP22	5701/2	2	4,66	2,3	4,0
EHP23	5701/11	2	1,40	1,5	4,0
EHP24	4803/11	2	9,21	30,7	4,0
EHP25	4804	7	0,60	0,4	4,0
EHP26	3704/10	2	9,23	23,3	4,0
EHP27	–	7	1,26	0,1	4,0
EHP28	–	11	2,01	17,7	4,0
EHP29	–	7	0,47	0,4	4,0
EHP30	–	7	0,46	0,7	4,0
EHP31	–	7	0,33	0,1	4,0
EHP32	–	7	0,43	0,4	4,0
EHP33	–	7	0,36	0,4	4,0
EHP34	–	2	2,22	10,6	4,0
EHP35	–	2	0,19	17,9	4,0
EHP38	–	7	0,19	0,8	4,0



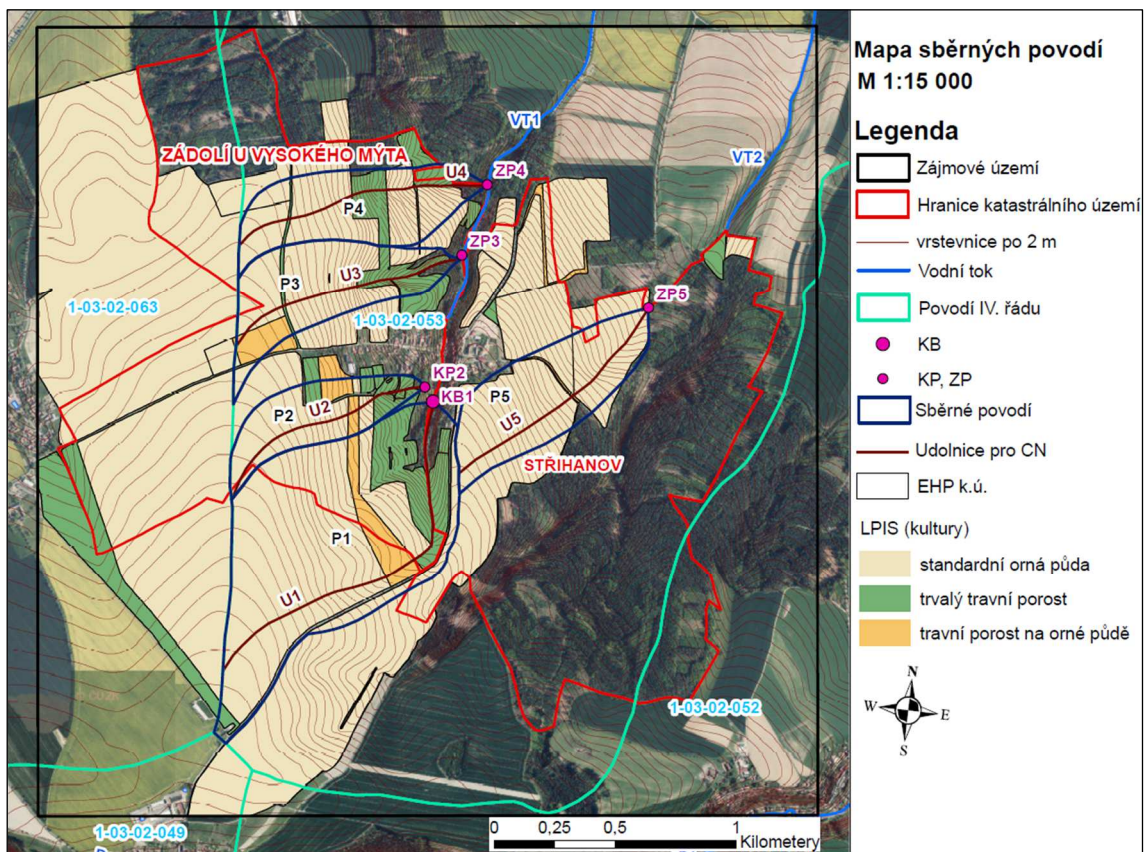
Obr. 14. Mapa současného průměrného erozního smyvu na řešených EHP

## 4.2 Identifikace KB, KP, ZP a jejich sběrných povodích

Podkladem pro identifikaci KB, KP a ZP a jejich sběrných ploch byly vrstevnice, ortofotomapa, vygenerované dráhy odtoku (akumulace odtoku) na základě DMT o gridu 5 x 5 m a dráhy kapek. V k.ú. Zádolí u Vysokého Mýta byly identifikovány dva

kritické profily se sběrnými povodími, ze kterých povrchový odtok vniká do intravilánu obce Zádolí-Stříhanov. Jeden profil splňuje kritéria K 1. až K 3. popsané v kap. 3.6 a přesněji se tedy jedná o kritický bod s označením KB1. KB1 je na hranici intravilánu, což je přibližně také místo požární nádrže VN1. Druhý profil nesplňuje všechny kritéria K 1. až K 3. Jedná se tedy o kritický profil s označením KP2 a byl identifikován na hranici intravilánu. Dále zde byly identifikovány dva závěrové profily mimo intravilán, z nichž jeden se nachází na vtoku do propustku (ZP3) a druhý v místě cesty, přes kterou voda přetéká do vodního toku (ZP4). V k. ú. Stříhanov byl identifikován jeden závěrový profil (ZP5), který byl situován na hranici lesa.

Po počátečním zakreslení KB, KP a ZP a jejich DSO byl proveden v řešeném území terénní průzkum, při kterém se ověřovala jejich správnost polohy. Po důkladném ověření v terénu se mohl provést výpočet v programu DesQ–MaxQ. Identifikace všech profilů s jejich sběrnými povodími je na obr. 15.



Obr. 15. Mapa KB, KP, ZP s vymezením jejich sběrných ploch

V rámci terénního průzkumu byly identifikovány tři DSO v povodí P1 a jedna z nich je zachycena na obr. 16 vlevo v místě U1. V P1 nad obcí je strž, která je viditelná na v kap. 5.4 na obr. 23, ze které povrchový odtok vniká do intravilánu (poloha KB1). Na obr. 17 je lokalizace ZP3 a jeho sběrné povodí P3. Při návrhu se

bude ověřovat kapacita propustku. V kap. 5.4 na obr. 23 je viditelná strž, ze které v současném stavu vniká odtok přes lesní cestu (situování ZP4) do vodního toku VT1.



*Obr. 16. DSO (v místě U1) ve sběrném povodí P1 (vlevo), pohled na sběrné povodí P1 (vpravo)*



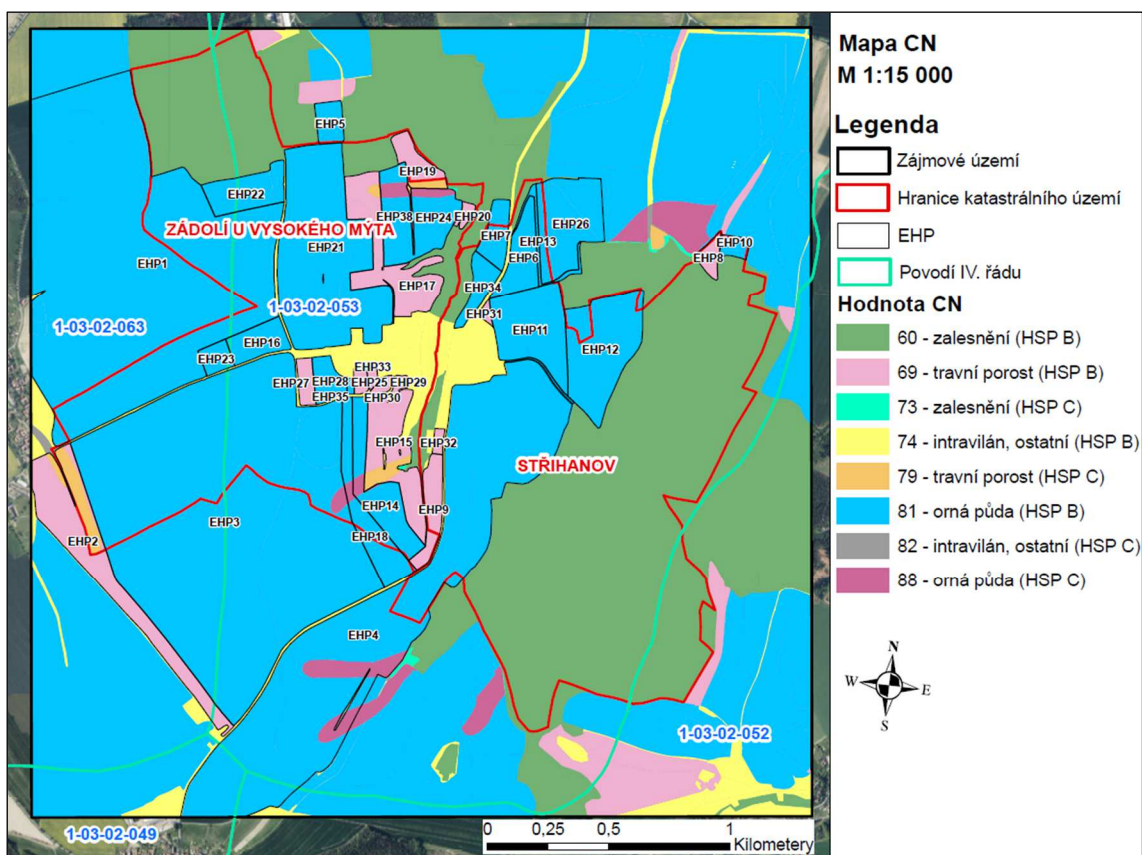
*Obr. 17. Závěrový profil (ZP3) na vtoku do propustku DN 600 (vlevo), sběrné povodí P3 (vpravo)*

### **4.3 Tvorba mapy CN v prostředí ArcGIS**

Jednou ze zásadních vrstev u tvorby mapy CN byla vrstva HPJ (viz kap. 2.6.1), pomocí které se zjistila vrstva HSP (viz kap. 2.6.2) podle převodní tabulky uvedené v metodice Janeček a kol. (2012). V tabulce náleží jednotlivým kódům HPJ patřičná HSP. Další důležitou vrstvou je pokryv zájmového území. Vrstva výsledného pokryvu vznikla sloučením vrstev EHP, lesy, intravilán a ostatní plochy pomocí nástroje merge. Vrstva EHP zůstala neměnná. Vrstva lesy vycházela z vrstvy BPEJ, která se upravila podle hranic LPIS. Do vrstvy lesy vstupovaly veškeré plochy nesoucí kód 99 a dále byly přibližně dokresleny plochy lesů podle ortofotomapy, které nebyly obsaženy ve vrstvě BPEJ. Při dokreslování bylo nahlíženo také do mapové aplikace ÚHUL. Zbývající plochu tvořily vrstvy intravilán a ostatní plochy. Do atributové tabulky se všem polygonům přidělila patřičná hodnota CN podle převodní tabulky



průměrných čísel odtokových křivek–CN pro IPS II dle metodiky Janeček a kol. (2012) a vznikla výsledná mapa CN současného stavu (obr. 18). Pro ornou půdu ležící na HSP B je číslo CN 81 a v zájmovém území převládá. Číslo CN 88 náleží orné půdě ležící na HSP C. Pro trvalý travní porost, který leží na HSP B je číslo CN 69 nebo číslo CN 79, když leží na HSP C. Pro intravilán a ostatní plochy, které leží na HSP B je číslo CN 74 nebo číslo CN 82, když leží na HSP C. Pro lesy, které leží na HSP B je číslo CN 60 nebo číslo CN 73, když leží na HSP C. Výpočet průměrné hodnoty čísla CN na vynesena sběrná povodí pro pravý a levý svah se provedl pomocí zonální statistiky.



Obr. 18. Mapa současných hodnot CN pro zájmové území

#### 4.4 Vyhodnocení odtokových poměrů (současný stav)

Pro výpočet odtokových poměrů byl použit hydrologický model DesQ–MaxQ (viz kap. 3.7). Pro veškerá sběrná povodí, která jsou číselně označena podle KB, KP, ZP (P1–P5) byla použita varianta I, pomocí které se stanovily maximální N–leté průtoky a objemy povodňových vln, vyvolaných přívalovými dešti kritické doby trvání. Sběrná povodí P1–P5 jsou typu otevřené knihy, které jsou tvořeny dvěma svahy (pravým a levým). Do výpočtu vstupovali 24–hodinové maximální srážkové úhrny dle Šamaje, Valoviče, Brázdila (1982) s dobou opakování N = 5, 10, 20, 50 a 100 let z nejbližší srážkoměrné stanice v Nových Hradech. Hodnoty návrhových

dešťů jsou pouze orientační. Pro přesnější výpočet odtokových veličin by bylo potřeba požádat český hydrometeorologický ústav o hodnoty úhrnů návrhových dešťů pro řešenou lokalitu [13]. V tab. 7 jsou uvedené veškeré vstupní veličiny pro sběrná povodí P1–P5, které vstupovaly do modelu DesQ–MaxQ.

Nejproblematictější v zájmovém území jsou sběrná povodí P1 a P2, protože se nachází nad intravilánem obce Zádolí–Stříhanov a proto byla posuzována na 100–letý průtok  $Q_{100}$ . Pro povodí P1 vyšlo  $Q_{100} = 5,40 \text{ m}^3/\text{s}$ . Pro povodí P2 vyšlo  $Q_{100} = 1,89 \text{ m}^3/\text{s}$ . Problém je, že následně v zastavěném území dochází k soutoku obou drah odtoku ze sběrných povodí P1 a P2, který je viditelný v úvodu na obr. 1. vlevo, a některé nemovitosti jsou tedy ohroženy přítokem z obou ploch. V součtu obou povodí to je téměř při 100–letém průtoku  $7,3 \text{ m}^3/\text{s}$ . U ostatních sběrných povodích P3, P4 a P5 se uvažoval návrh na 50–letý průtok  $Q_{50}$ , protože povodňové průtoky vyvolané přívalovými dešti neohrožují zastavěné území obce. Pro povodí P3 vyšlo  $Q_{50} = 2,10 \text{ m}^3/\text{s}$ . Pro povodí P4 vyšlo  $Q_{50} = 2,35 \text{ m}^3/\text{s}$ . Pro povodí P5 vyšlo  $Q_{50} = 2,34 \text{ m}^3/\text{s}$ . Veličiny, které vstupovaly do modelu DesQ jsou uvedeny v tab. 7. Veškeré stanovené hodnoty odtokových veličin pro celé povodí s tučně vyznačenými návrhovými hodnotami jsou uvedené v tab. 8. Grafickými výstupy z modelu DesQ jsou hydrogramy průtokových vln pro celé povodí a také pro pravý i levý svah pro zvolené maximální N–leté průtoky. Pro sběrná povodí P1 až P5 jsou hydrogramy vykresleny v samostatné příloze č. 4, konkrétně v grafech č. 1, č. 2, č. 3, č. 5 a č. 6.

**Tab. 7. Vstupní veličiny pro sběrná povodí (plochy) P1–P5**

$H_{1d5}$	1–denní maximální úhrn pro N=5			56,4	[mm]				
$H_{1d10}$	1–denní maximální úhrn pro N=10			65,6	[mm]				
$H_{1d20}$	1–denní maximální úhrn pro N=20			75,2	[mm]				
$H_{1d50}$	1–denní maximální úhrn pro N=50			87,0	[mm]				
$H_{1d100}$	1–denní maximální úhrn pro N=100			95,2	[mm]				
Číslo povodí	Plocha povodí [km <sup>2</sup> ]	Délka údolnice [km]	Sklon údolnice [%]	Označení svahu	Plocha svahu [km <sup>2</sup> ]	Ø sklon svahu [%]	Drsnost $\gamma$ [s]	typ CN křivky	Ø CN [-]
P1	0,772	1,63	5,11	P1L	0,540	7,02	8	2	79,33
				P1P	0,232	7,09	8	2	77,09
P2	0,171	0,98	6,94	P2L	0,113	6,93	8	2	78,53
				P2P	0,058	8,31	8	2	78,44
P3	0,266	1,04	8,68	P3L	0,162	8,27	8	2	78,77
				P3P	0,103	8,43	8	2	78,02
P4	0,263	1,08	7,84	P4L	0,110	8,60	8	2	77,15
				P4P	0,153	9,98	8	2	79,18
P5	0,278	1,06	6,49	P5L	0,188	7,13	8	2	80,88
				P5P	0,091	7,02	8	2	79,63

Tab. 8. Výstupní veličiny pro sběrná povodí (plochy) P1–P5

Číslo povodí	Veličiny	N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln					Jednotky
		5	10	20	50	100	
P1	Q <sub>N</sub>	1,20	1,89	2,86	4,26	<b>5,40</b>	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	11,0	13,8	16,9	20,5	<b>23,1</b>	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	19,2	23,3	27,0	30,9	<b>33,8</b>	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
P2	Q <sub>N</sub>	0,45	0,70	1,02	1,50	<b>1,89</b>	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	1,92	2,39	2,89	3,51	<b>3,93</b>	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	4,22	5,14	5,94	6,80	<b>7,45</b>	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
P3	Q <sub>N</sub>	0,62	0,96	1,42	<b>2,10</b>	2,66	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	3,17	3,93	4,78	<b>5,80</b>	6,53	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	6,58	8,00	9,25	<b>10,60</b>	11,60	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
P4	Q <sub>N</sub>	0,70	1,08	1,59	<b>2,35</b>	2,97	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	2,94	3,65	4,40	<b>5,35</b>	5,97	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	6,50	7,90	9,14	<b>10,50</b>	11,40	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
P5	Q <sub>N</sub>	0,68	1,05	1,57	<b>2,34</b>	2,98	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	3,70	4,62	5,62	<b>6,87</b>	7,72	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	7,42	9,02	10,50	<b>12,10</b>	13,30	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]

## 5 NÁVRH PROTIEROZNÍCH A PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ

### 5.1 Navržená organizační opatření

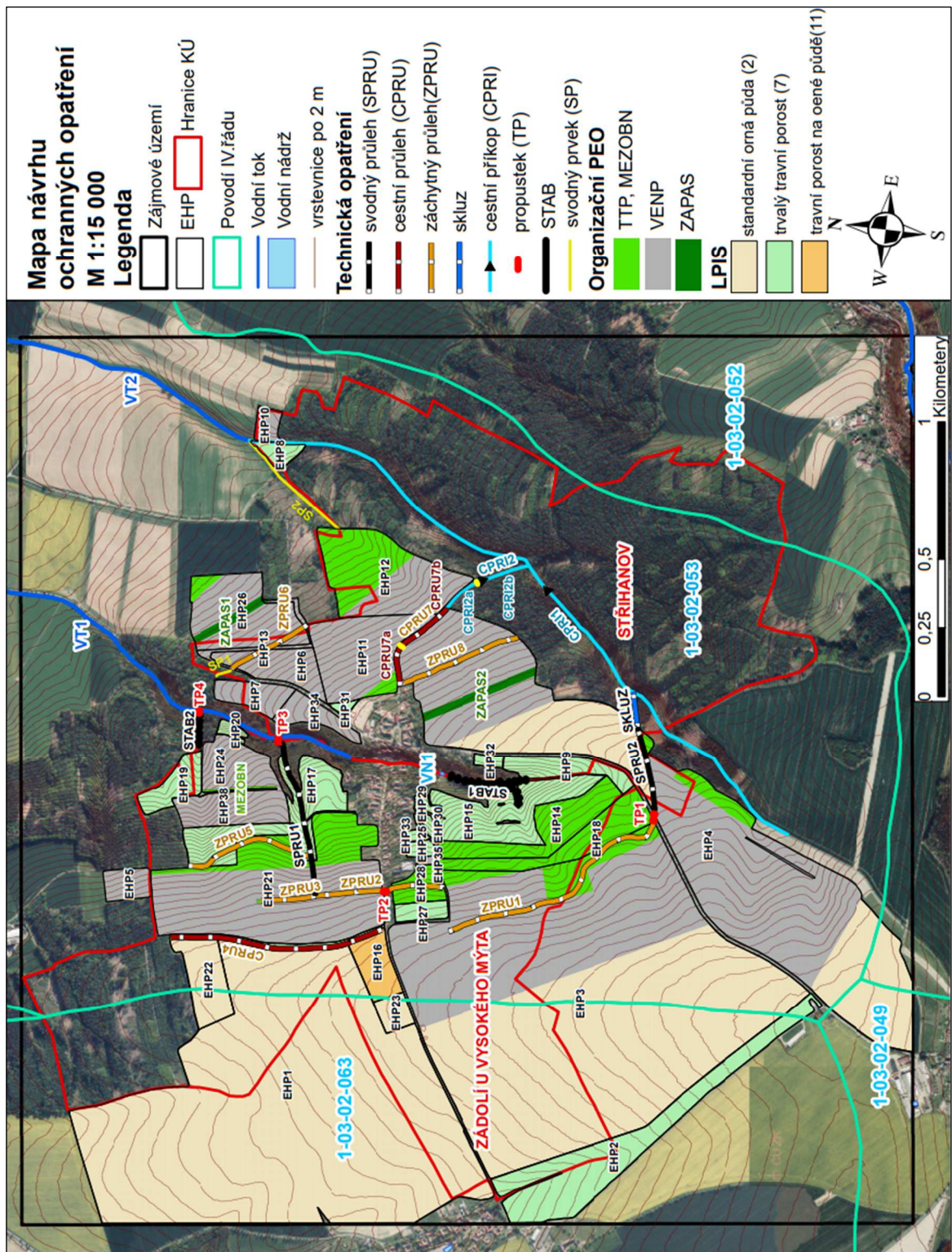
V řešeném území bylo navrženo v rámci organizačního PEO převážně vyloučení erozně nebezpečných plodin (VENP) na EHP ohrožených erozí. To obecně znamená vyloučení pěstování širokořádkových plodin (kukuřice, cukrovka, slunečnice, brambory) na ohrožených pozemcích vodní erozí. Dále bylo navrženo na skloněných pozemcích nad 20 % a na pozemcích s extrémním nadlimitním erozním smyvem plošné zatravnění (TTP) v podobě výběžkatých trav tvořící pevný drn, které jsou vhodné i pro vegetační zpevnění liniových prvků [17]. EHP14 a EHP18 jsou extrémně erozně ohrožené pozemky nacházející se nad intravilánem a byly převedeny celé do TTP. Na EHP4 a EHP26 je navržen liniový prvek v podobě vrstevnicově vedeného zasakovacího pásu (ZAPAS) šířky 30 m, sloužící ke zpomalení povrchového odtoku a zachycení produktů eroze. ZAPAS ale nebyl brán jako prvek přerušující odtok, protože nebyl řádně nadimenzovaný. ZAPAS bude tvořen z různých druhů výběžkatých travin jako jsou lipnice luční, jílek vytrvalý, kostřavy [17]. Na některých pozemcích jsou účelně navržena organizační opatření zarovnána rovnoběžně s vrstevnicemi, nebo s mírným odklonem od nich, čímž se zaručí orientace směru obdělávání právě po vrstevnici. Dále byl navržen na EHP24 travní pás šířky 8 m pro obnovení vegetačního porostu (výsadba dřevin, keřů) bývalé meze a bude se jednat spíše o krajnotvorný prvek (značení MEZOBN). Záchytný prvek se u bývalé meze nenavrhl z důvodu velkého podélného sklonu. Návrhem organizačního PEO došlo ke snížení C faktoru a konkrétně u VENP se uvažovala hodnota  $C = 0,08$  (viz. tab. 9) a hodnoty C faktoru pro jednotlivé plodiny byly převzaty z metodiky Janeček a kol. (2012). U TTP a ZAPAS se  $C = 0,005$ . V tab. 10 je celkový zábor navržených organizačních PEO v porovnání s celkovou plochou řešených EHP. Na obr. 19 je mapa návrhu ochranných opatření nebo v samostatné příloze č. 2.

Tab. 9. Návrh protierozní osevní struktury

Protierozní osevní struktura	
Plodina	C faktor
jetel luční	0,02
pšenice ozimá	0,12
ječmen jarní	0,15
jetelotráva	0,02
tráva na semeno	0,02
ječmen jarní	0,15
<b>Ø C faktor</b>	<b>0,08</b>

Tab. 10. Celkový zábor navržených organizačních PEO

Označení	Zábor celkem [ha]
TTP	34,4
VENP	147,0
ZAPAS	2,2
MEZOBN	0,22
<b>EHP</b>	<b>435,3</b>



Obr. 19. Mapa návrhu ochranných opatření

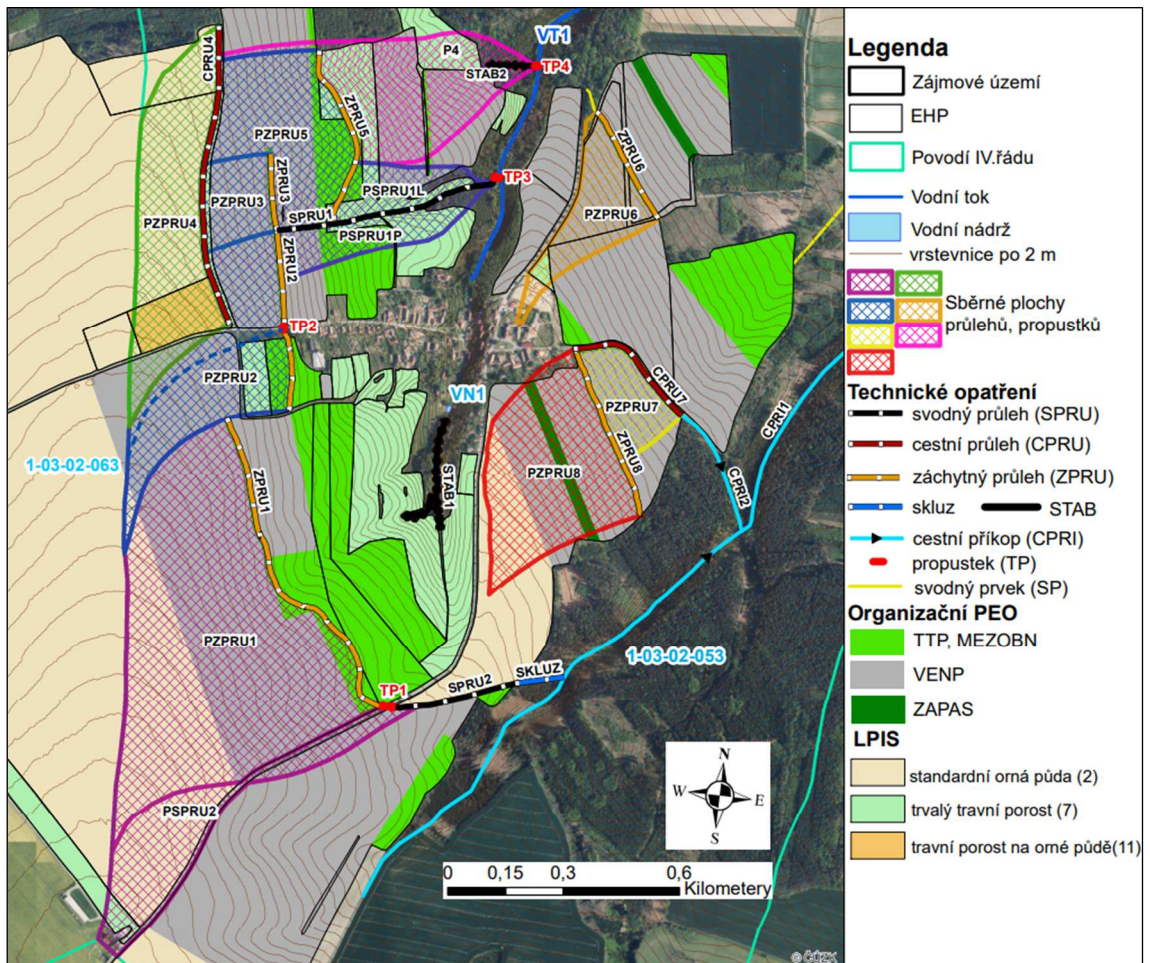
## 5.2 Navržená technická opatření

Z důvodu, že organizační PEO by nesnížila průměrný erozní smyv pod přípustnou hodnotu, byla navržená technická PEO plnící také funkci

protipovodňovou v podobě záchytných průlehů, cestních průlehů či příkopů, svodných průlehů a tam, kde byl extrémní sklon byl navržen skluz. Technická opatření jsou na obr. 19 nebo pro lepší přehlednost v samostatné příloze č. 2. Záchytné průlehy mají za úkol hlavně zachytit povrchový odtok a následně ho odvést do svodných průlehů. Dojde k přerušení povrchového odtoku, a tedy ke snížení LS faktoru. Svodné prvky, svodné průlehy a skluz mají hlavní funkci odváděcí a mají zajistit bezpečně odvedení odtoku až do recipientu. Navržené technické liniové prvky především záchytné průlehy, které jsou navržené s velmi malým odklonem od vrstevnic orientují také směr obdělávání půdy. Průlehy byly navržené se sklony svahů 1:4 až 1:5, aby byly přejezdné. Místa přejezdu je vhodné opevnit např. kamennou dlažbou do betonu nebo polovegetačními tvárnicemi.

### **5.2.1 Stanovení návrhových průtoků technických liniových prvků**

Pro přibližné stanovení návrhového průtoku byl použit model DesQ–MaxQ. Ke každému liniovému prvku byla vynesena sběrná plocha a postup výpočtu byl v podstatě stejný jako u výpočtu návrhových průtoků ke kritickým profilům, kdy byla použita varianta I. se stejnými vstupními 24-hodinovými maximální srážkovými úhrny. Do modelu DesQ vstupovaly liniové prvky jako údolnice. Na obr. 20 jsou zakresleny sběrné plochy technických liniových prvků a také propustků. V tab. 11 jsou uvedeny vstupní veličiny pro sběrné plochy průlehů. V tab. 12. jsou uvedeny výstupní veličiny sběrných ploch průlehů s tučně zvýrazněnými hodnotami, na které jsou technické liniové prvky dimenzovány.



Obr. 20. Sběrné plochy průlehů a propustků

Tab. 11. Vstupní veličiny pro sběrné plochy průlehů

Číslo povodí	Plocha povodí [km <sup>2</sup> ]	Délka údolnice [km]	Sklon údolnice [%]	Ø sklon svahu [%]	Drsnost $\gamma$ [s]	typ CN křivky	Ø CN [-]
PZPRU1	0,397	0,919	0,65	4,44	8	2	76,60
PSPRU2	0,494	1,266	1,58	4,27	8	2	76,91
PZPRU2	0,137	0,475	1,52	5,53	8	2	73,83
PZPRU3	0,039	0,200	0,40	6,15	8	2	74,04
PCPRU4	0,153	0,787	1,30	2,96	8	2	79,79
PZPRU5	0,119	0,489	0,76	8,93	8	2	73,21
PSPRU1	0,085	0,593	10,7	13,8	8	2	69,82
PZPRU6	0,061	0,321	0,47	8,27	8	2	74,10
PCPRU7	0,043	0,365	3,21	7,80	8	2	74,29
PZPRU8	0,150	0,466	0,71	6,13	8	2	75,02

Tab. 12. Výstupní veličiny pro sběrné plochy průlehů

Číslo povodí	Veličiny	N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln					Jednotky [roky]
		5	10	20	50	100	
PZPRU1	Q <sub>N</sub>	0,44	0,67	0,99	1,52	<b>1,96</b>	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	5,76	7,15	8,71	10,70	<b>12,20</b>	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	9,25	11,20	12,90	14,70	<b>16,00</b>	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
PSPRU2	Q <sub>N</sub>	0,57	0,88	1,31	1,99	<b>2,59</b>	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	7,18	8,93	10,90	13,50	<b>15,40</b>	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	11,60	14,10	16,30	18,50	<b>20,20</b>	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
PZPRU2	Q <sub>N</sub>	0,17	0,27	0,40	0,58	<b>0,72</b>	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	1,66	2,06	2,51	3,04	<b>3,40</b>	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	2,91	3,53	4,02	4,50	<b>4,88</b>	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
PZPRU3	Q <sub>N</sub>	0,06	0,10	0,14	<b>0,21</b>	0,26	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	0,43	0,53	0,64	<b>0,77</b>	0,85	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	0,84	1,01	1,15	<b>1,29</b>	1,40	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
PCPRU4	Q <sub>N</sub>	0,28	0,44	0,66	<b>0,98</b>	1,25	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	2,20	2,76	3,37	<b>4,11</b>	4,63	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	3,97	4,83	5,60	<b>6,44</b>	7,07	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
PZPRU5	Q <sub>N</sub>	0,18	0,28	0,41	<b>0,59</b>	0,72	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	1,29	1,59	1,91	<b>2,29</b>	2,55	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	2,48	3,00	3,41	<b>3,81</b>	4,12	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
PSPRU1	Q <sub>N</sub>	0,19	0,28	0,38	<b>0,51</b>	0,62	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	0,61	0,75	0,88	<b>1,03</b>	1,12	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	1,56	1,88	2,11	<b>2,30</b>	2,46	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
PZPRU6	Q <sub>N</sub>	0,11	0,17	0,25	<b>0,35</b>	0,43	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	0,64	0,79	0,95	<b>1,14</b>	1,28	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	1,31	1,59	1,81	<b>2,03</b>	2,20	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
PCPRU7	Q <sub>N</sub>	0,10	0,14	0,21	<b>0,30</b>	0,3	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	0,41	0,51	0,61	<b>0,73</b>	0,81	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	0,93	1,12	1,29	<b>1,44</b>	1,57	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
PZPRU8	Q <sub>N</sub>	0,20	0,31	0,46	<b>0,67</b>	0,85	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	1,89	2,36	2,89	<b>3,49</b>	3,91	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	3,32	4,02	4,61	<b>5,19</b>	5,64	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]

## 5.2.2 Dimenzování technických liniových prvků

Hlavním úkolem bylo poté nadimenzovat vybrané navržené liniové prvky na stanovené návrhové N-leté průtoky a splnit podmínku  $Q_{vyp} \geq Q_n$ , aby převedly bezpečně návrhový průtok. K dimenzování byly použity základní hydraulické rovnice (Chézyho vztah a rovnice kontinuity): [22]

$$S = (b + m \cdot h) \cdot h \quad (m^2)$$



$$O = b + 2 \cdot h \cdot (1 + m^2)^{1/2} \quad (\text{m})$$

$$R = \frac{S}{O} \quad (\text{m})$$

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6} \quad (\text{m}^{0,5} \cdot \text{s}^{-1})$$

$$v = C \cdot R^{1/2} \cdot i^{1/2} \quad (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$$

$$Q = S \cdot v \quad (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$$

Kde:  $Q$  je návrhový průtok;  $m$  je  $\cotg$  úhlu sklonu svahu;  $b$  je šířka ve dně;  $n$  je drsnost;  $h$  je výška vody v profilu;  $i$  je podélný sklon dna;  $S$  je plocha průtočného profilu;  $O$  je omočený obvod profilu;  $R$  je hydraulický poloměr;  $C$  je Chézyho rychlostní součinitel;  $v$  je průměrná profilová rychlost vody [22].

Při zpevnění koryta podle tangenciálního napětí vypočítané tangenciální napětí se porovnávalo s přípustným tangenciálním napětím pro daný materiál koryta [22]. Pro výpočet opevnění byly použity tyto rovnice:

$$\tau = 9806 \cdot R \cdot i \quad (\text{Pa})$$

$$\tau_z = \frac{O}{1,13 \cdot b + 1,33 \cdot t} \quad (\text{Pa})$$

$$t = h \cdot \sqrt{1 + m^2} \quad (\text{m})$$

$$\tau_{max} = 1,2 \cdot \tau_z \quad (\text{Pa})$$

Kde:  $\tau$  je střední tangenciální napětí;  $\tau_z$  je napětí v patě svahu;  $t$  je délka omočeného svahu;  $\tau_{max}$  je maximální tangenciální napětí;  $B$  je šířka koryta v břehových hranách [22].

Navržené technické liniové prvky, které jsou situovány nad intravilánem byly navrženy na  $Q_{100}$ , ostatní technické liniové prvky, které nechrání intravilán byly navrženy na  $Q_{50}$ . U navrhování záchytných průlehů bylo prioritou, aby postačilo vegetační zpevnění, a proto byly navrhovány s mírným odklonem od vrstevnic, dále byly navrhovány se sedimentačním travnatým pásem šířky 5 m proti svahu se záměrem zachytit produkty eroze. U svodných průlehů je travnatý pás šířky 1,5 m na obě strany. Při návrhu se bralo v úvahu i případné zanesení liniového prvku, a proto se volila min. hloubka 0,4 m. Při dimenzování se braly hodnoty drsnosti pro otevřená koryta dle metodiky Janeček a kol. (2012). V tab. 13. je uvedena dimenze jednotlivých technických liniových prvků.

Tab. 13. Dimenze jednotlivých technických liniových prvků

Označení prvků	ZPRU1	SPRU2	SKLUZ	ZPRU2	ZPRU3	CPRU4	ZPRU5	SPRU1	ZPRU6	CPRU7a	CPRU7b	ZPRU8	CPRI2a	CPRI2b
<b>Základní údaje</b>														
$Q_n$	[m <sup>3</sup> /s]	1,96	2,59	2,59	0,72	0,21	0,98	0,59	2,03	0,35	0,97	0,97	0,67	0,97
1:m <sub>1</sub>	[-]	5,0	4,0	1,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	2,0	1,5	5,0	2,00
1:m <sub>2</sub>	[-]	5,0	4,0	1,5	4,0	4,0	2,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	2,00
b	[m]	0,50	0,50	0,50	0,30	0,30	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,40
n	[-]	0,033	0,032	0,022	0,033	0,033	0,033	0,033	0,032	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
h	[m]	0,60	0,50	0,50	0,40	0,40	0,50	0,40	0,40	0,40	0,60	0,60	0,40	0,60
i	[%]	0,65	4,20	15,70	1,52	0,40	1,30	0,76	10,70	0,47	6,50	0,60	0,71	0,90
<b>Výpočty</b>														
S	[m <sup>2</sup> ]	2,10	1,25	0,63	0,76	0,76	0,95	0,80	0,76	0,76	1,26	1,26	0,92	0,96
O	[m]	6,62	4,62	2,30	3,60	3,60	3,58	3,70	3,60	3,60	4,12	4,12	4,38	3,08
R	[m]	0,32	0,27	0,27	0,21	0,21	0,27	0,22	0,21	0,21	0,31	0,31	0,21	0,31
C	[m <sup>0,5</sup> /s]	22,21	21,99	33,97	19,81	19,81	21,21	20,06	20,87	19,81	22,02	22,02	19,81	22,42
v	[m/s]	1,02	2,34	6,99	1,12	0,57	1,25	0,82	3,13	0,62	3,13	0,95	0,76	1,20
$Q_{VVP}$	[m <sup>3</sup> /s]	<b>2,14</b>	<b>2,93</b>	<b>4,40</b>	<b>0,85</b>	<b>0,43</b>	<b>1,19</b>	<b>0,66</b>	<b>2,38</b>	<b>0,47</b>	<b>3,94</b>	<b>1,20</b>	<b>0,70</b>	<b>1,15</b>
<b>Výpočet opevnění</b>														
$\tau$	[Pa]	20,5	111,2	415,7	31,2	8,2	34,3	16,3	220,3	9,6	197,5	18,2	14,6	28,0
$\tau_z$	[Pa]	29,3	155,5	542,7	44,4	11,7	37,1	22,8	313,1	13,7	215,7	19,9	21,0	38,5
$\tau_{max}$	[Pa]	35,1	186,6	651,2	53,3	14,1	44,5	27,4	375,7	16,4	258,9	23,9	25,2	46,3
t	[m]	-19,8	1,5	0,9	-3,7	-75,3	-7,5	-18,6	1,5	-54,6	2,1	-37,4	-27,6	-4,4
B	[m]	6,50	4,50	2,00	3,50	3,50	3,40	3,60	3,50	3,50	3,90	3,90	4,30	2,8

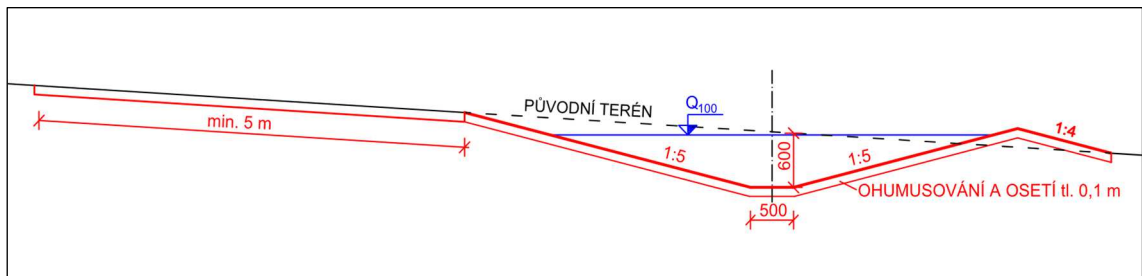
### 5.2.3 Popis navžených technických liniových prvků

Při návrhu technického opatření bylo hlavním cílem ochránit intravilán a snížit kulminační průtoky ze sběrných povodí P1 a P2. Pro odklon vody do jiného povodí byly navrženy záchytné průlehy ZPRU1 a ZPRU2, čímž došlo ke snížení stávajících sběrných povodí P1 a P2 a výrazně se podílí na snížení kulminačních průtoků. Na snížení se samozřejmě podílejí také organizační PEO. V povodí P1 došlo ke snížení průtoku  $Q_{100}$  z 5,40 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> na 1,55 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>. V povodí P2 došlo ke snížení průtoku  $Q_{100}$  z 1,89 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> na 0,65 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> (viz. tab. 19 v kap. 5.6). Při návrhu se dbalo na to, aby zachycený povrchový odtok byl bezpečně odveden do vodního toku. Dále byly navrženy průlehy na EHP, které vykazovaly extrémní smyv a cílem bylo ochránit zemědělskou půdu a přerušit tedy velkou délku svahu.

#### Záchytný průleh ZPRU1

Záchytný průleh ZPRU1 situovaný na EHP3 je vegetačně zpevněný lichoběžníkový profil se sklony svahů 1:5, s šířkou ve dně 0,5 m a s hloubkou 0,6 m. Délka průlehu je 919 m a ústí do navrženého trubního propustku TP1. Průleh ZPRU1 bude dotován povrchovým odtokem z vlastní sběrné plochy PZPRU1 a při dimenzování se bralo v úvahu, aby bezpečně převedl stanovený 100-letý průtok  $Q_{100} = 1,96 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Po trase se průleh kříží s údolnicí, ve které se soustřeďuje voda.

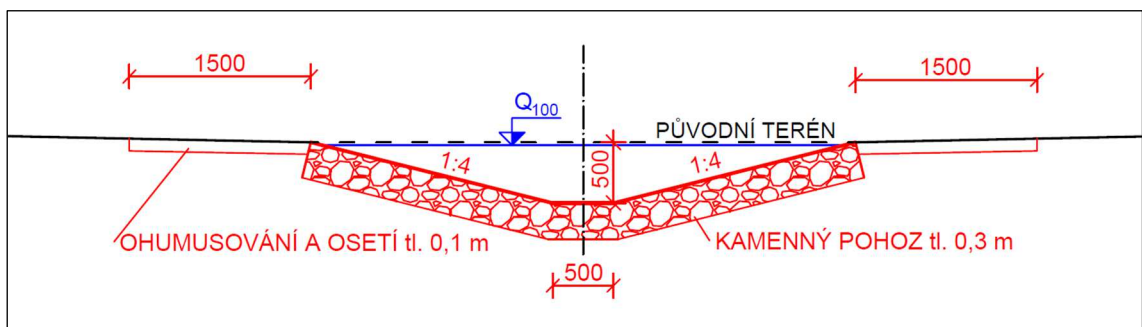
Místo, kde bude docházet k zachycení odtoku může být namáháno, a proto bude průleh přibližně od staničení 840 až 860 m zpevněn kamenným pohozením. Navržením průlehu ZPRU1 dojde ke snížení LS faktoru, snížení stávající sběrné plochy P1 a k odvedení zachycené povrchové vody mimo intravilán. Průleh bude tedy plnit funkci jak protierozní, tak protipovodňovou. Na obr. 21 je vykreslen vzorový příčný řez záchytným průlehem ZPRU1. Konzumpční křivka ZPRU1 je v grafu č. 2, hydrogram pak v samostatné příloze č. 4 v grafu č. 7.



**Obr. 21. Vzorový příčný řez záchytným průlehem ZPRU1**

### Svodný průleh SPRU2

Svodný průleh situovaný na EHP4 je zpevněn kamenným pohozením s frakcí kamene  $\geq 125$  mm. Aby nedocházelo k vymletí a posunu kamene, budou po trase průlehu realizovány příčné prahy z kamenného zdiva po 20 m. Vzdálenosti prahů by měly být stanoveny výpočtem stability. Průleh je lichoběžníkového profilu délky 327 m, se sklony svahů 1:4, s šířkou ve dně 0,5 m a s hloubkou 0,5 m. Do SPRU2 vyústí propustek TP1 a také cestní příkop, proto je sběrná plocha SPRU2 větší než sběrná plocha PZPRU1. Průleh SPRU2 odvádí odtok z průlehu ZPRU1, proto byl SPRU2 dimenzován na průtok  $Q_{100} = 2,59 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a měl by ho bezpečně odvést do skluzu. Konzumpční křivka SPRU2 je v grafu č. 2, hydrogram je v příloze č. 4 v grafu č. 7.



**Obr. 22. Vzorový příčný řez svodným průlehem SPRU2**

### Skluz

Skluz je zpevněn kamennou dlažbou do betonu tloušťky 0,3 m. Skluz je lichoběžníkového profilu délky 130 m, se sklony svahů 1:1,5, s šířkou ve dně 0,5 m a s hloubkou 0,5 m a slouží k odvedení vody ze svodného průlehu SPRU2 a byl

dimenzován tak, aby bezpečně převedl  $Q_{100} = 2,59 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Skluz odvádí vodu do stávajícího cestního příkopu CPRU1, který je popsán v závěru práce v kap. 5.7. Konzumpční křivka skluzu je v grafu č. 2.

### **Záchytný průleh ZPRU2**

Záchytný průleh ZPRU2 situovaný na EHP28 a EHP21 je vegetačně zpevněný lichoběžníkový profil po celé délce se sklony svahů 1:4, s šířkou ve dně 0,3 m a s hloubkou 0,4 m. Délka průlehu je 475 m. Po trase se průleh kříží s místní komunikací a odtok bude převáděn navrženým trubním propustkem TP2, do kterého po 210 m průleh ZPRU2 ústí. Průleh ZPRU2 je situován nad intravilánem a byl dimenzován na  $Q_{100} = 0,72 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Průleh na konci trasy ústí do svodného průlehu SPRU1, čímž dojde ke zvýšení stávající sběrné plochy P3, ale zároveň dojde ke snížení stávající sběrné plochy P2 a zvýší se tím účinnost ochrany intravilánu. Konzumpční křivka ZPRU2 je v grafu č.1. Hydrogram z vlastní sběrné plochy PZPRU2 je v příloze č. 4 v grafu č. 4.

### **Záchytný průleh ZPRU3**

Záchytný průleh ZPRU3 situovaný na EHP21 je vegetačně zpevněný lichoběžníkový profil po celé délce se sklony svahů 1:4, s šířkou ve dně 0,3 m a s hloubkou 0,4 m. Hlavním cílem bylo rozdělit příliš velký erozně ohrožený pozemek EHP21, snížit LS faktor a erozní smyv. Délka průlehu je 200 m a na konci trasy ústí do svodného průlehu SPRU1. Průleh ZPRU3 byl dimenzován na průtok z vlastní sběrné plochy PZPRU3  $Q_{50} = 0,21 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Konzumpční křivka ZPRU3 je v grafu č. 1. Hydrogram z jeho sběrné plochy PZPRU3 je v příloze č. 4 v grafu č. 4.

### **Cestní průleh CPRU4**

Stávající nezpevněná cesta je neodvodněná a z důvodu, že nad cestou se nachází sběrná plocha PCPRU4, byl navržen cestní průleh CPRU4 proti svahu, který zachytí povrchový odtok, sníží velikost stávajících sběrných povodí P3 a P4, a hlavně ochrání cestu. CPRU4 je vegetačně zpevněný lichoběžníkový profil po celé délce 787 m, se sklonem svahu od cesty 1:2, svah s napojením na terén je ve sklonu 1:4. Šířka ve dně je 0,4 m, hloubka 0,5 m a ústí do stávajícího cestního příkopu, u kterého by měla být posouzena kapacita. CPRU4 byl dimenzován na  $Q_{50} = 0,98 \text{ m}^3/\text{s}$  a jeho konzumpční křivka je v grafu č. 3. Hydrogram z jeho sběrné plochy PCPRU4 je v příloze č. 4 v grafu č. 8.

### **Záchytný průleh ZPRU5**

Záchytný průleh ZPRU5 situovaný na EHP17 a EHP21 je vegetačně zpevněný lichoběžníkový profil po celé délce 489 m se sklony svahů 1:4, s šířkou ve dně 0,4 m

a s hloubkou 0,4 m. Navržením průlehu ZPRU5 dojde ke snížení LS faktoru a ke snížení erozního smyvu na erozně ohroženém EHP24, dále ke snížení stávajícího sběrného povodí P4, ale tím, že převádí vodu z P4 a je na konci trasy zaústěn do svodného průlehu SPRU1, dojde ke zvýšení stávajícího sběrného povodí P3. Průleh ZPRU5 byl dimenzován na  $Q_{50} = 0,59 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a jeho konzumpční křivka je v grafu č. 1. Hydrogram z vlastní sběrné plochy PZPRU5 je v příloze č. 4 v grafu č. 4.

### **Svodný průleh SPRU1**

Svodný průleh situovaný na EHP17 a EHP21 je zpevněný kamennou rovnatinou a po trase budou příčné prahy z kamenného zdiva po 20 m. Přesná vzdálenost prahů by měla být doložena výpočtem stability. Průleh je lichoběžníkového profilu celkové délky 489 m, se sklony svahů 1:4, s šířkou ve dně 0,3 m a s hloubkou 0,4 m a ústí do navrženého propustku TP3. Do SPRU1 zaústuje vlastní sběrná plocha PSPRU1 ( $Q_{50} = 0,51 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) tvořená levým (PSPRU1L) a pravým svahem (PSPRU1P), (záchytný průleh ZPRU2 chránící intravilán  $Q_{100} = 0,72 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ), záchytný průleh ZPRU3 ( $Q_{50} = 0,21 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) a záchytný průleh ZPRU5 ( $Q_{50} = 0,59 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ). Průleh SPRU3 byl dimenzován na součet těchto průtoků, tedy na  $Q_{\text{celk}} = 2,03 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Svodný průleh SPRU1 slouží k bezpečnému odvedení veškerého odtoku do propustku TP3. Místo trasy průlehu je na obr. 17 vpravo, kde je pohled na sběrné povodí P3. Konzumpční křivka SPRU1 je v grafu č. 2. Hydrogram z vlastní sběrné plochy PSPRU1 je v příloze č. 4 v grafu č. 4.

### **Záchytný průleh ZPRU6**

Záchytný průleh ZPRU6 situovaný na EHP6, EHP13 na EHP26 je vegetačně zpevněný lichoběžníkový profil po celé délce 321 m se sklony svahů 1:4, s šířkou ve dně 0,3 m a s hloubkou 0,4 m. Navržením průlehu ZPRU6 dojde ke snížení LS faktoru a snížení erozního smyvu na EHP6, EHP13 a EHP26, zachycení povrchového odtoku z jeho sběrné plochy a k jeho odvedení do svodného prvku SP1 a následně do cestního příkopu, u kterého by měla být posouzena kapacita. Průleh ZPRU6 byl dimenzován na  $Q_{50} = 0,35 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a jeho konzumpční křivka je v grafu č. 1. Hydrogram z vlastní sběrné plochy PZPRU6 je v příloze č. 4 v grafu č. 8.

### **Cestní průleh CPRU7**

Stávající nebezpečná cesta mezi EHP4, EHP11 a EHP12 je neodvodněná a z důvodu, že nad cestou se nachází sběrná plocha, byl navržen cestní průleh CPRU7 proti svahu, který zachytí povrchový odtok, sníží stávající sběrné povodí P5, a hlavně ochrání cestu. CPRU7 je dotován sběrnou plochou od ZPRU8, který do něj ústí a vlastní sběrnou plochou PCPRU7. CPRU7 byl z důvodu nerovnoměrného

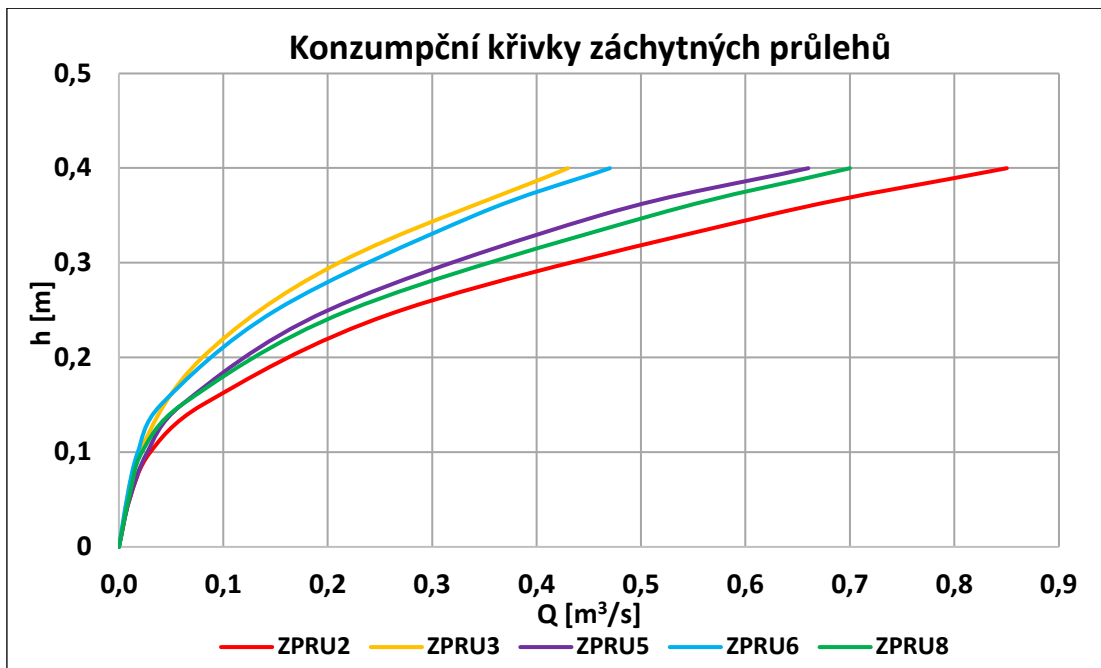
sklonu rozdělen na dva úseky, které byly dimenzovány samostatně. CPRU7a je lichoběžníkového profilu zpevněný polovegetačními tvárnicemi se vzrostlým drnem od staničení 0 až 150 m a je to z důvodu velkého sklonu 6,5 %. Úsek průlehu s označením CPRU7b je od staničení 150 m až 365 m (sklon 0,6 %) vegetačně zpevněn. Sklon svahu od cesty je 1:2 a svah s napojením na terén je ve sklonu 1:4, šířka průlehu ve dně je 0,3 m, s hloubkou 0,6 m a trasa navazuje na cestní příkop CPRI2. Oba úseky byly dimenzovány na  $Q_{50} = 0,97 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (PZPRU8  $Q_{50} = 0,67 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  plus PCPRU7  $Q_{50} = 0,30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ). Konzumpční křivky obou úseků cestního průlehu jsou v grafu č. 3. Hydrogram z vlastní sběrné plochy PCPRU7 je v příloze č. 4 v grafu č. 8.

### **Záchytný průleh ZPRU8**

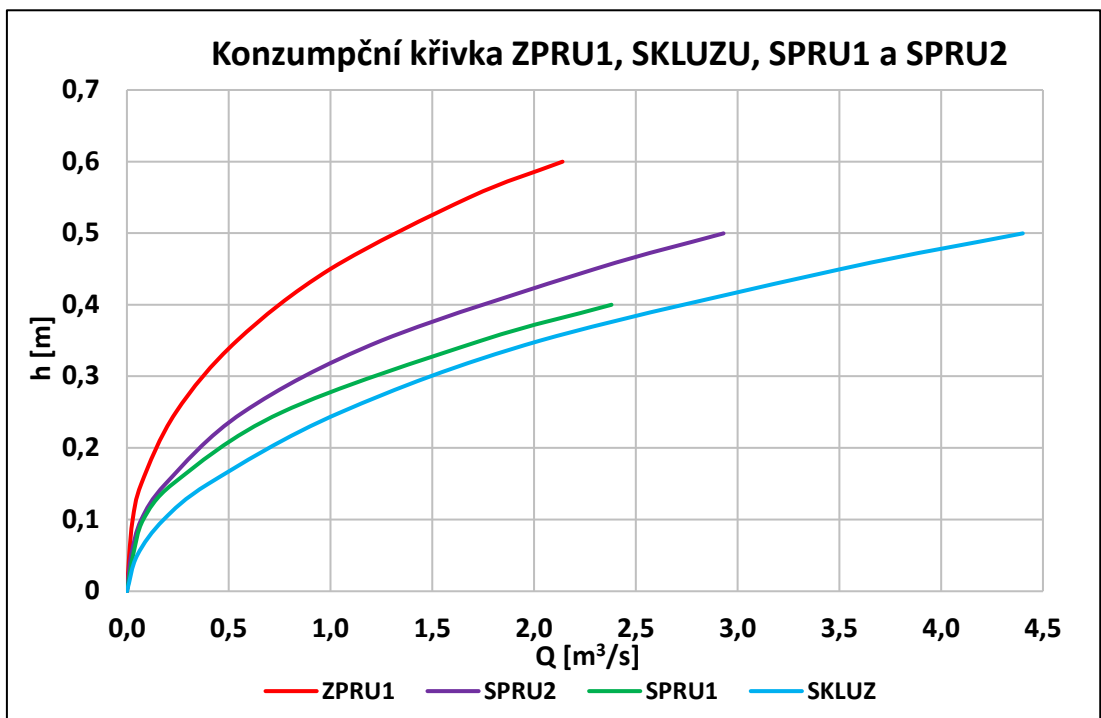
Záchytný průleh ZPRU8 situovaný na EHP4 je vegetačně zpevněný lichoběžníkový profil po celé délce 466 m se sklony svahů 1:5, s šířkou ve dně 0,3 m a s hloubkou 0,4 m. Navržením průlehu ZPRU5 dojde ke snížení LS faktoru a snížení erozního smyvu na EHP4, zachycení povrchového odtoku z vlastní sběrné plochy PZPRU8 a následně k jeho odvedení do navrženého cestního průlehu CPRU7a. Průleh ZPRU8 byl dimenzován na  $Q_{50} = 0,67 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a jeho konzumpční křivka je v grafu č. 1. Hydrogram z vlastní sběrné plochy PZPRU8 je v příloze č. 4 v grafu č. 8.

### **Cestní příkop CPRI2**

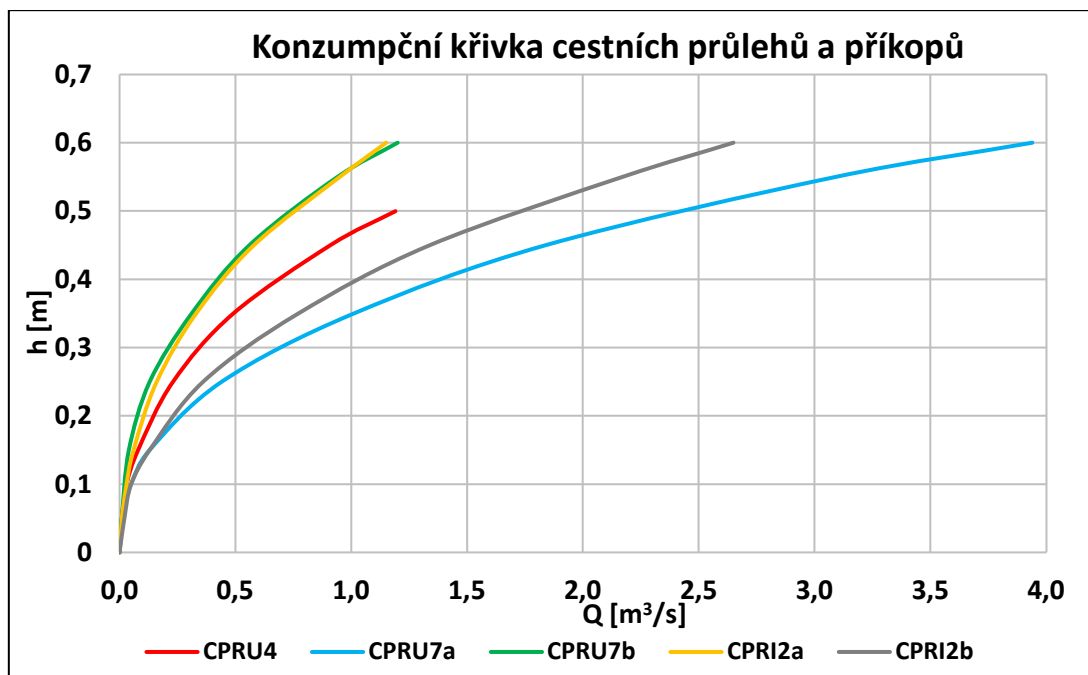
Byl navržen cestní příkop CPRI2, který odvádí odtok z cestního průlehu CPRU7 do stávajícího cestního příkopu CPRI1. CPRI2 byl z důvodu nerovnoměrného sklonu rozdělen na dva úseky, které byly dimenzovány samostatně. CPRI2a se sklonem 0,9 % je vegetačně zpevněný lichoběžníkový profil od staničení 0 až 145 m. Úsek příkopu s označením CPRI2b se sklonem 4,9 % je od staničení 145 až 347 m zpevněný polovegetačními tvárnicemi se vzrostlým drnem. Sklony svahů obou úseků jsou 1:2, šířka příkopu ve dně je 0,4 m, hloubka je 0,6. Oba úseky cestního příkopu byly dimenzovány přibližně na  $Q_{50} = 0,97 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a jejich konzumpční křivky jsou v grafu č. 3.



Graf č. 1. Konzumpční křivky záchytných průlehů



Graf č. 2. Konzumpční křivky ZPRU1, SKLUZU, SPRU1 a SPRU2



**Graf č. 3. Konzumpční křivky cestních průlehů a příkopů**

V tab. 14. je uveden přibližný zábor plochy a délky jednotlivých technických liniových prvků. Do záboru plochy je započítána šířka v břehových hranách liniového prvku, sedimentační pás šířky 5 m u záchytných a cestních průlehů. U záchytných průlehu je počítáno i s případnou hrázkou s napojením na stávající terén a její šířka závisí na sklonu stávajícího terénu. Celková šířka se stanovila odhadem, proto je zábor plochy přibližný a přesné vytyčení plochy by se provedlo z jednotlivých příčných řezů daného liniového prvku.

**Tab. 14. Přibližný zábor plochy a délky technických liniových prvků**

Označení	ZPRU1	SPRU2	SKLUZ	ZPRU2	ZPRU3	CPRU4	ZPRU5	SPRU1	ZPRU6	CPRU7	ZPRU8	CPRI2
Délka [m]	919	327	130	475	200	787	489	593	321	365	466	347
Celk. šířka [m]	15	7,5	2	11	11	8,5	11	6,5	11	9	11,5	3
Zábor [ha]	1,379	0,245	0,026	0,523	0,220	0,669	0,538	0,385	0,353	0,329	0,536	0,104
Celk. délka [m]	5419											
Celk. zábor [ha]	5,306											

### 5.3 Dimenzování trubních propustků

Propustky jsou stavební objekty v tělese nebo pod tělesem cesty s libovolným tvarem průřezu s kolmou světlostí otvoru do 2,0 m a slouží k převedení povrchových vod. Hlavní části trubního propustku jsou potrubí, lože, čela, čelní zdi a nadnásyp [22].

Pro převedení vody pod komunikací a cestami byly navrženy železobetonové trubní propustky, které byly dimenzovány na základě stanovených návrhových



průtoků z modelu DesQ, které by propustky měly bezpečně převést. Na obr. 18 v kap. 5.2.1 jsou zakresleny společně sběrné plochy propustků a průlehů. Při výpočtu se uvažovaly podmínky, že maximální přípustná rychlost vody v potrubí nemá přesáhnout 7 m/s a v celé délce potrubí, včetně vtoku a vyústění je průtok s volnou hladinou. Při výšce plnění  $h \leq 0,75 \cdot DN$  je u kruhového profilu spolehlivě zaručeno proudění s volnou hladinou. Pro známý návrhový průtok  $Q_n$ , pro předběžně navržený průměr  $DN$  a podélný sklon potrubí  $J$  se vypočítal průtok  $Q_d$  a střední průřezová rychlost  $v_d$  při zaplnění celého kruhového profilu: [22]

$$Q_d = 24,0 \cdot DN^{8/3} \cdot J^{1/2} \quad (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$$

$$v_d = 30,5 \cdot DN^{2/3} \cdot J^{1/2} \quad (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$$

Průtok  $Q$  a rychlost  $v$  při plnění profilu  $h = 0,75 \cdot DN$ :

$$Q = Q_d \cdot 0,915 \quad (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$$

$$v = v_d \cdot 1,137 \quad (\text{m} \cdot \text{s}^{-1}) \quad [22]$$

Tab. 15. Dimenzování propustků

Návrh TP1			Návrh TP2			Návrh TP4		
$Q_{100} =$	2,14	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	$Q_{100} =$	0,37	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	$Q_{50} =$	0,79	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
$J =$	1,10	$[\%]$	$J =$	1,00	$[\%]$	$J =$	2,00	$[\%]$
$DN =$	1000	$[\text{mm}]$	$DN =$	600	$[\text{mm}]$	$DN =$	800	$[\text{mm}]$
<b>Plné plnění profilu</b>			<b>Plné plnění profilu</b>			<b>Plné plnění profilu</b>		
$Q_d =$	2,52	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	$Q_d =$	0,61	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	$Q_d =$	0,88	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
$v_d =$	3,20	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$	$v_d =$	2,17	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$	$v_d =$	3,08	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$
<b>Plnění profilu <math>h = 0,75 \cdot DN</math></b>			<b>Plnění profilu <math>h = 0,75 \cdot DN</math></b>			<b>Plnění profilu <math>h = 0,75 \cdot DN</math></b>		
$Q =$	2,30	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	$Q =$	0,56	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	$Q =$	0,81	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
$v =$	3,64	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$	$v =$	2,47	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$	$v =$	3,50	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$
<b>Podmínky (ověření)</b>			<b>Podmínky (ověření)</b>			<b>Podmínky (ověření)</b>		
$Q \geq Q_{100}$	<b>DN vyhovuje</b>		$Q \geq Q_{100}$	<b>DN vyhovuje</b>		$Q \geq Q_{50}$	<b>DN vyhovuje</b>	
$v \leq 7 \text{ m/s}$	<b>DN vyhovuje</b>		$v \leq 7 \text{ m/s}$	<b>DN vyhovuje</b>		$v \leq 7 \text{ m/s}$	<b>DN vyhovuje</b>	
<b>Stávající TP3</b>			<b>Návrh TP3</b>					
$Q_{50} =$	2,10	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	$Q_{\text{celk}} =$	2,03	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$			
$J =$	5,00	$[\%]$	$J =$	1,00	$[\%]$			
$DN =$	600	$[\text{mm}]$	$DN =$	1000	$[\text{mm}]$			
<b>Plné plnění profilu</b>			<b>Plné plnění profilu</b>					
$Q_d =$	1,37	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	$Q_d =$	2,40	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$			
$v_d =$	4,85	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$	$v_d =$	3,05	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$			
<b>Plnění profilu <math>h = 0,75 \cdot DN</math></b>			<b>Plnění profilu <math>h = 0,75 \cdot DN</math></b>					
$Q =$	1,26	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	$Q =$	2,20	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$			
$v =$	5,52	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$	$v =$	3,47	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$			
<b>Podmínky (ověření)</b>			<b>Podmínky (ověření)</b>					
$Q \geq Q_{50}$	<b>DN nevyhovuje</b>		$Q \geq Q_{\text{celk}}$	<b>DN vyhovuje</b>				
$v \leq 7 \text{ m/s}$	<b>DN vyhovuje</b>		$v \leq 7 \text{ m/s}$	<b>DN vyhovuje</b>				

### 5.3.1 Popis trubních propustlů

#### Trubní propustek TP1

Do navrženého propustku TP1 zaústíje záchytný průleh ZPRU1, který byl dimenzován na  $Q_{100} = 2,14 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a na tento průtok byl propustek dimenzován. Propustek je šikmý vzhledem k ose komunikace a svírá s ní úhel přibližně  $60^\circ$ . Propustek převede povrchový odtok pod komunikací II. třídy a je zaústěn do zpevněného svodného průlehu SPRU2. Propustek délky 18 m je z železobetonových trub DN 1000 uložených do betonového lože tl. 0,3 m. Vtokové i výtokové čelo bude šikmé z kamenné dlažby uložené do betonu tloušťky 0,3 m. Vtok i výtok do, resp. z propustku bude zpevněn kamennou dlažbou do betonu tl. 0,3 m. Nadnásyp bude hutněn po vrstvách z nenamrzavého materiálu [22].

#### Trubní propustek TP2

Do navrženého propustku TP2 zaústíje záchytný průleh ZPRU2, který je situovaný nad intravilánem a byl dimenzován na  $Q_{100}$ . Sběrná plocha průlehu PZPRU2 před vtokem do propustku je  $0,085 \text{ km}^2$  a při výpočtu pomocí modelu DesQ byl stanoven průtok  $Q_{100} = 0,37 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , na který byl propustek dimenzován a měl by ho bezpečně převést pod místní komunikací. Propustek je kolmý vzhledem k ose komunikace. Propustek délky 7,5 m je z železobetonových trub DN 600 uložených do betonového lože tl. 0,3 m. Vtokové i výtokové čelo bude šikmé z kamenné dlažby uložené do betonu tloušťky 0,3 m. Vtok i výtok do, resp. z propustku bude zpevněn kamennou dlažbou do betonu tl. 0,3 m. Nadnásyp bude hutněn po vrstvách z nenamrzavého materiálu [22].

#### Trubní propustek TP3

Stávající trubní propustek TP3 DN 600 (umístění závěrového profilu ZP3) je nevyhovující z hlediska průtočné kapacity jak na průtok  $Q_{50} = 2,10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  ze stávajícího sběrného povodí P3, tak na průtok  $Q_{\text{celk}} = 2,03 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  po návrhu opatření. Proto je navržena rekonstrukce propustku, tj. jeho zrušení a zrealizování nového propustku z železobetonových trub DN 1000 vedených v mírnějším podélném sklonu, aby v propustku nevznikaly příliš velké rychlosti. Propustek byl dimenzován na  $Q_{\text{celk}} = 2,03 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  tedy shodně, jako svodný průleh SPRU1, který právě zaústíje do propustku TP3. Propustek převede návrhový průtok pod lesní cestou do vodního toku VT1. Propustek je kolmý vzhledem k ose cesty. Propustek délky 7,5 m je uložený do betonového lože tl. 0,3 m. Vtokové i výtokové čelo bude šikmé z kamenné dlažby uložené do betonu tloušťky 0,3 m. Vtok do propustku i výtok bude zpevněn

kamennou dlažbou do betonu tl. 0,3 m. Nadnásyp bude hutněn po vrstvách z nenamrzavého materiálu [22].

#### Trubní propustek TP4

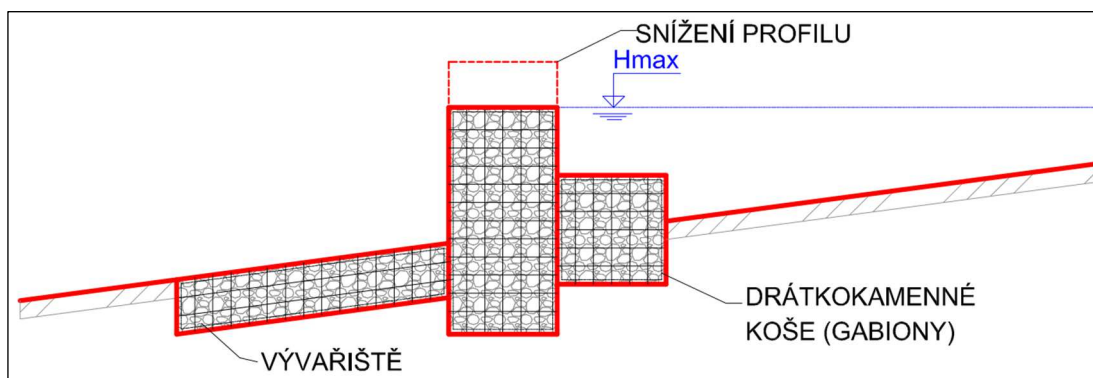
Byl navržen propustek TP4, protože v současném stavu voda přitéká z přilehlé strže a přetéká přes lesní cestu (umístění závěrového profilu ZP4). Sběrná plocha propustku je zmenšená sběrná plocha P4 po návrhu opatření. Propustek byl dimenzován na  $Q_{50} = 0,79 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a tento průtok by měl propustek bezpečně převést pod lesní cestou do vodního toku VT1. Propustek je kolmý vzhledem k ose cesty. Propustek délky 7,5 m je z železobetonových trub DN 600 uložených do betonového lože tl. 0,3 m. Vtokové i výtokové čelo bude šikmé z kamenné dlažby uložené do betonu tloušťky 0,3 m. Vtok do propustku i výtok bude zpevněn kamennou dlažbou do betonu tl. 0,3 m. Nadnásyp bude hutněn po vrstvách z nenamrzavého materiálu [22].

### 5.4 Stabilizace strže

Z důvodu účinnější ochrany intravilánu před povodněmi je navržena nad obcí stabilizace strže STAB1 mezi EHP9 a EHP15. V současném stavu vniká povrchový odtok ze sběrného povodí P1 a P2 do intravilánu. Profil strže je viditelný na obr. 23. vlevo. Dále je doporučena pod EHP19 a EHP24 stabilizace strže STAB2. Profil strže je viditelný na obr. 23. vpravo. Ze strže v současném stavu vniká odtok na lesní cestu (lokalizace ZP4). Po návrhu opatření bude odtok vnikat do navrženého a nadimenzovaného propustku TP4. Ideální by bylo vybudovat ve stržích příčné přehrážky (např. gabionové, srbové, zděné) se zpevněnými vývařišti, které stabilizují samotnou strž, zadrží část objemu vody, zachytí splaveniny a sníží přítok vody [13]. STAB1 a STAB2 jsou zakresleny na obr. 19 nebo v samostatné příloze č. 2. Na obr. 24 je možný příčný řez přehrážkou z drátokamenných košů. Před návrhem je nezbytné ve stržích posoudit geologii.



Obr. 23. Strž v místě STAB1 v povodí P1 (vlevo), strž v místě STAB2 v povodí P4 (vpravo)



Obr. 24. Příčný řez přehrázkou z drátokamenných košů (gabionů)

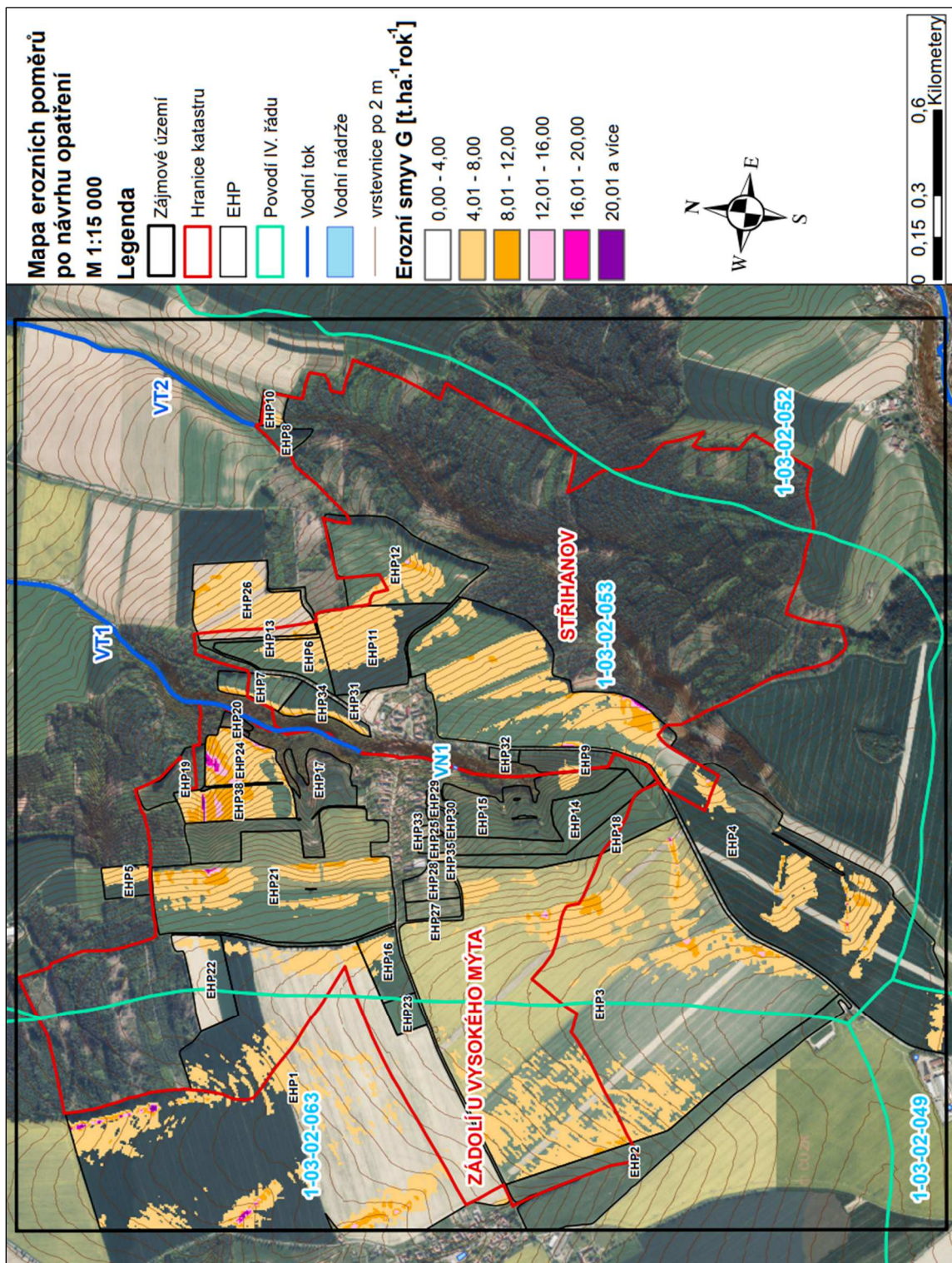
## 5.5 Vyhodnocení erozních poměrů po návrhu opatření

Účelem návrhu opatření bylo snížit průměrný erozní smyv na EHP ideálně pod  $4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ . Výpočet erozního smyvu po opatření byl proveden stejným postupem jako při výpočtu současného erozního smyvu (kap. 3.3). Po návrhu organizačního PEO došlo ke změně C faktoru. Pro TTP a ZAPAS hodnota 0,005, pro VENP 0,08. Na plochách orné půdy, na kterých nebylo navrženo žádné opatření se uvažovala současná hodnota 0,229. Po návrhu technického opatření došlo ke změně LS faktoru. K faktor, R faktor i P faktor vstupovaly do výpočtu nezměněné, tj. hodnota  $R = 40 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$ , hodnota  $P = 1$  a stejná rastrová vrstva K faktoru. V tab. 16 jsou uvedeny výsledky průměrného erozního smyvu na EHP před a po návrhu opatření. Na obr. 25 nebo v samostatné příloze č. 3 je mapa erozního smyvu po návrhu opatření.

Tab. 16. Souhrn výsledků průměrného erozního smyvu na EHP před a po návrhu opatření

Číslo EHP	Půdní blok	Kultura	Plocha [ha]	Průměrný smyv G [ $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ ] před návrhem	Průměrný smyv G [ $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ ] po návrhu	Přípustný smyv G [ $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ ]
EHP1	5701/12	2	102,01	3,1	3,1	4,0
EHP2	4902/7	7	14,25	0,1	0,1	4,0
EHP3	4902/1	2	113,88	6,3	3,0	4,0
EHP4	4903/10	2	71,36	9,2	3,6	4,0
EHP5	4803/18	2	1,86	11,3	3,9	4,0
EHP6	3704/14	2	4,05	12,1	3,8	4,0
EHP7	3802/1	2	2,50	10,0	3,5	4,0
EHP8	2705/8	7	1,08	0,1	0,1	4,0
EHP9	4902/2	7	3,13	0,9	0,9	4,0
EHP10	2705/4	2	1,00	9,0	3,1	4,0
EHP11	3704/11	2	9,45	15,5	4,3	4,0
EHP12	3704/12	2	12,16	20,5	2,2	4,0

Číslo EHP	Půdní blok	Kultura	Plocha [ha]	Průměrný smyv G [t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ] před návrhem	Průměrný smyv G [t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ] po návrhu	Přípustný smyv G [t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]
EHP13	3704/15	11	1,03	<b>14,7</b>	<b>3,3</b>	4,0
EHP14	4902/3	2	6,26	<b>24,5</b>	<b>0,4</b>	4,0
EHP15	4902/5	7	8,17	<b>1,1</b>	<b>1,0</b>	4,0
EHP16	5701/3	11	3,06	<b>3,6</b>	<b>3,2</b>	4,0
EHP17	4803/14	7	8,61	<b>1,1</b>	<b>0,4</b>	4,0
EHP18	4902/11	11	5,83	<b>15,2</b>	<b>0,3</b>	4,0
EHP19	4803/16	7	2,69	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	4,0
EHP20	4803/8	7	0,52	<b>1,3</b>	<b>1,2</b>	4,0
EHP21	4803/2	2	28,14	<b>25,7</b>	<b>3,0</b>	4,0
EHP22	5701/2	2	4,66	<b>2,3</b>	<b>2,1</b>	4,0
EHP23	5701/11	2	1,40	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	4,0
EHP24	4803/11	2	9,21	<b>30,7</b>	<b>7,6</b>	4,0
EHP25	4804	7	0,60	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	4,0
EHP26	3704/10	2	9,23	<b>23,3</b>	<b>4,6</b>	4,0
EHP27	-	7	1,26	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	4,0
EHP28	-	11	2,01	<b>17,7</b>	<b>0,4</b>	4,0
EHP29	-	7	0,47	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	4,0
EHP30	-	7	0,46	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	4,0
EHP31	-	7	0,33	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	4,0
EHP32	-	7	0,43	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	4,0
EHP33	-	7	0,36	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	4,0
EHP34	-	2	2,22	<b>10,6</b>	<b>3,7</b>	4,0
EHP35	-	2	0,19	<b>17,9</b>	<b>4,2</b>	4,0
EHP38	-	7	0,19	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	4,0

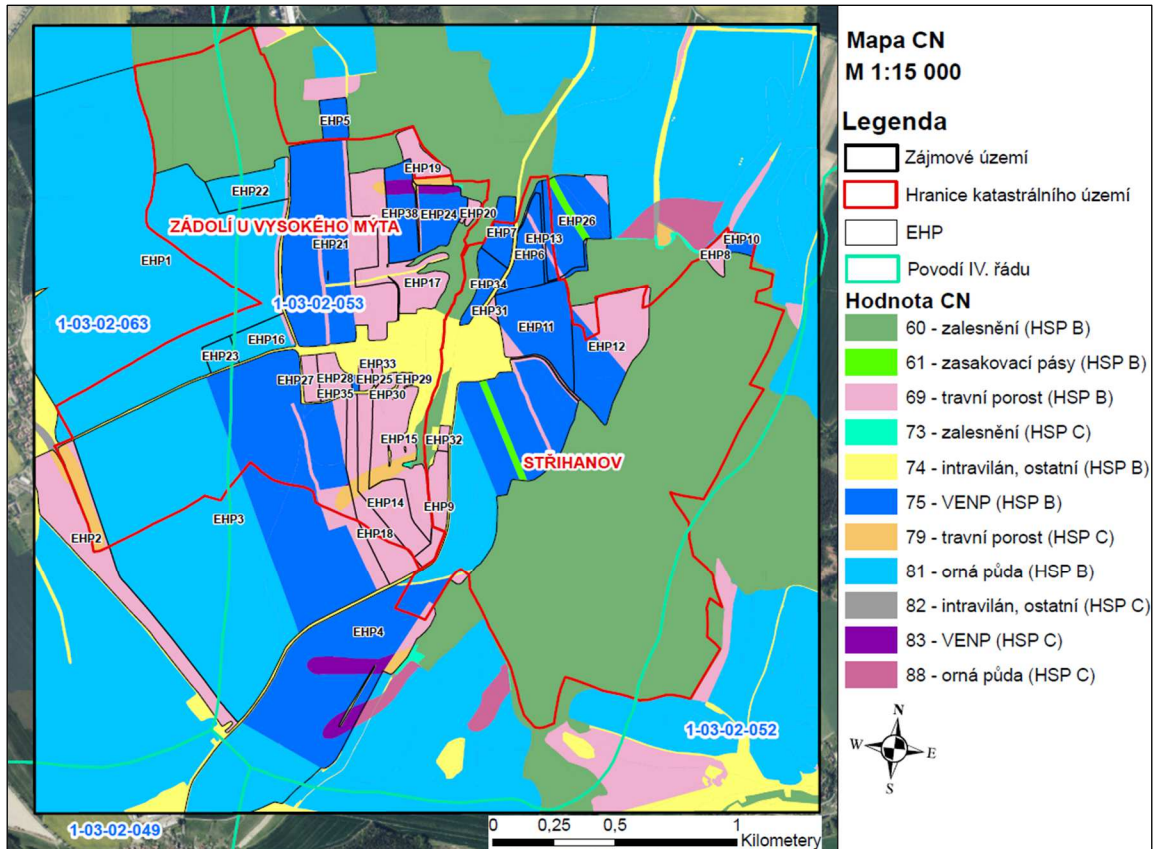


Obr. 25. Mapa průměrného erozního smyvu po návrhu opatření na řešených EHP

## 5.6 Vyhodnocení odtokových poměrů po návrhu opatření

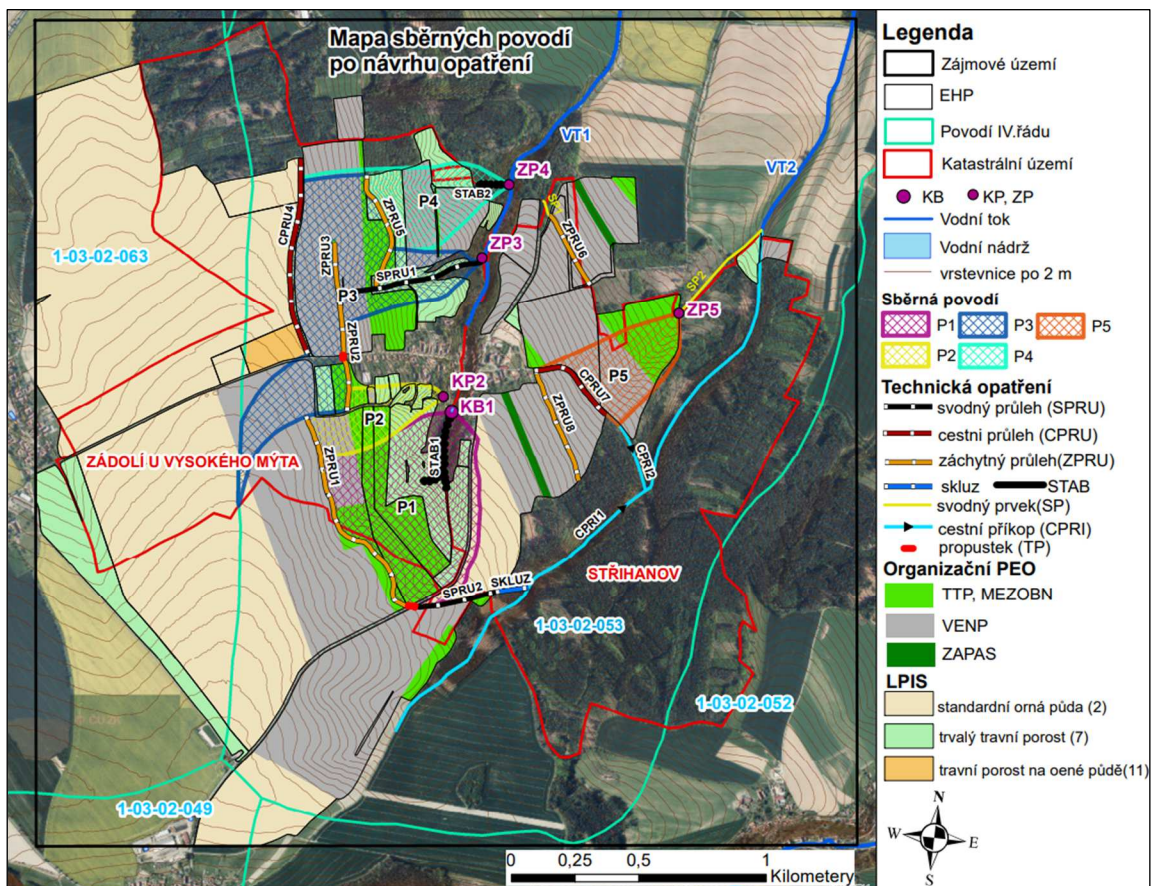
Po návrhu opatření došlo v první řadě ke snížení hodnot průměrných čísel odtokových křivek CN. Tím se podpoří infiltrace vody do půdy, což zapříčiní snížení kulminačních průtoků ze sběrných povodí. Tvorba mapy CN se vytvořila stejným

způsobem jako v kap. 4.3. Do atributové tabulky se opět všem polygonům přidělila patřičná hodnota CN podle převodní tabulky průměrných čísel odtokových křivek–CN pro IPS II z metodiky Janeček a kol. (2012). Nové hodnoty CN oproti současného stavu jsou pro VENP a ZAPAS. VENP na HSP B se uvažovala hodnota CN 75. Pro VENP na HSP C hodnota 83. Zasakovací pásy umístěné na HSP B je hodnota CN 61 (obr. 26).



**Obr. 26. Mapa hodnot CN pro zájmovém území po návrhu opatření**

V druhé řadě došlo po návrhu opatření ke snížení sběrných povodíh kritických profilů s výjimkou sběrného povodí P3, což zapříčinil návrh záchytných průlehů (obr. 27). I když je ale sběrné povodí P3 větší plochy než před návrhem opatření, tak kulminační průtok zůstane téměř totožný, což zapříčiňuje hlavně nižší hodnota CN po návrhu. Výpočet pro všechna sběrná povodí se provedl opět pomocí modelu DesQ a vstupní veličiny jsou uvedeny v tab. 17. Výstupní veličiny jsou v tab. 18. V tab. 19. je srovnání odtokových veličin pro sběrná povodí P1–P5 před a po návrhu opatření. Celkový průtok pro povodí P3 byl počítán součtem návrhových průtoků ze sběrných ploch průlehů, tj. součet PZPRU2, PZPRU3, PZPRU5 a PSPRU1. Pro sběrná povodí P1 až P5 jsou hydrogramy vykresleny v samostatné příloze č. 4, konkrétně v grafech č.1 až č.6. Pro povodí P1, P2, P4 a P5 je viditelný transformační účinek.



Obr. 27. Mapa KB, KP, ZP s vymezením jejich sběrných ploch po návrhu opatření

Tab. 17. Vstupní veličiny pro sběrná povodí po návrhu opatření

Číslo povodí	Plocha povodí [km <sup>2</sup> ]	Délka údolnice [km]	Sklon údolnice [%]	Označení svahu	Plocha svahu [km <sup>2</sup> ]	Ø sklon svahu [%]	Drsnost $\gamma$ [s]	typ CN křivky	Ø CN [-]
P1	0,326	0,87	6,09	P1L	0,237	10,3	8	2	70,45
				P1P	0,09	11,92	8	2	71,60
P2	0,086	0,54	10,1	P2L	0,047	10,9	8	2	71,24
				P2P	0,039	10,34	8	2	70,87
P4	0,128	0,55	10,92	P4L	0,047	12,44	8	2	70,49
				P4P	0,081	13,06	8	2	73,88
P5	0,112	0,49	6,75	P5L	0,071	7,84	8	2	72,82
				P5P	0,04	7,7	8	2	71,36
PZPRU2	0,137	0,475	1,52	PZPRU2	0,137	5,53	8	2	73,83
PZPRU3	0,039	0,2	0,4	PZPRU3	0,039	6,15	8	2	74,04
PZPRU5	0,119	0,489	0,76	PZPRU5	0,119	8,93	8	2	73,21
PSPRU1	0,085	0,593	10,7	PSPRU1L	0,037	14,7	8	2	69,83
				PSPRU1P	0,048	13,4	8	2	69,80



Tab. 18. Výstupní veličiny pro sběrná povodí po návrhu opatření

Číslo povodí	Veličiny	N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln					Jednotky
		5	10	20	50	100	
P1	Q <sub>N</sub>	0,40	0,62	0,89	1,25	<b>1,55</b>	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	3,41	4,22	5,09	6,06	<b>6,76</b>	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	6,28	7,58	8,54	9,37	<b>10,10</b>	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
P2	Q <sub>N</sub>	0,19	0,28	0,39	0,54	<b>0,65</b>	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	0,69	0,84	1,00	1,16	<b>1,28</b>	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	1,67	2,01	2,27	2,50	<b>2,68</b>	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
P4	Q <sub>N</sub>	0,25	0,39	0,56	<b>0,79</b>	0,97	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	1,18	1,45	1,73	<b>2,04</b>	2,25	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	2,62	3,17	3,60	<b>4,00</b>	4,32	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
P5	Q <sub>N</sub>	0,19	0,29	0,41	<b>0,59</b>	0,72	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	W <sub>PVT</sub>	1,08	1,34	1,59	<b>1,89</b>	2,10	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
	W <sub>PVT,1d</sub>	2,24	2,71	3,08	<b>3,41</b>	3,68	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]

Veličiny	PZPRU2	PZPRU3	PZPRU5	PSPRU1	P3	Jednotky
N-letost	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50;100</b>	[roky]
Q <sub>N</sub>	<b>0,72</b>	<b>0,21</b>	<b>0,59</b>	<b>0,51</b>	<b>2,03</b>	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
W <sub>PVT</sub>	<b>3,40</b>	<b>0,77</b>	<b>2,29</b>	<b>1,03</b>	<b>7,49</b>	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
W <sub>PVT,1d</sub>	<b>4,88</b>	<b>1,29</b>	<b>3,81</b>	<b>2,30</b>	<b>12,28</b>	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]

Tab. 19. Srovnání odtokových veličin sběrných povodí před a po návrhu opatření

Označení povodí	N-letost [roky]	Plocha povodí [km <sup>2</sup> ]		Průměrná hodnota CN		Objem přímého odtoku [10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]		Kulminační průtok [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	
		před	po	před	po	před	po	před	po
P1	100	0,772	0,326	78,21	71,03	33,8	10,1	5,40	1,55
P2	100	0,171	0,086	78,49	71,06	7,45	2,68	1,89	0,65
P3	50; 100	0,266	0,379	78,40	72,14	10,60	12,28	2,10	2,03
P4	50	0,263	0,128	78,17	72,19	10,5	4,00	2,35	0,79
P5	50	0,278	0,112	80,26	72,09	12,1	3,41	2,34	0,59

## 5.7 Vliv návrhu opatření na cestní příkop CPRI1, vodní toky VT1 a VT2

### Cestní příkop CPRI1

Cestní příkop CPRI1 je stávající příkop vedený podél lesní cesty. Postupně přechází příkop ve strž. Na základě provedeného terénního průzkumu se doporučuje vyřešit odtokové poměry cestního příkopu, aby fungovalo navržené technické opatření, kdy je prioritou bezpečně odvést odtok až do recipientu, v tomto případě do VT2. V místech, kde je příkop zanesen se doporučuje příkop obnovit,

aby vyhověl na návrhový průtok. Dále se doporučuje zrealizovat propustek v místě křížení příkopu s cestou a v neposlední řadě by se měl provést výpočet opevnění a případně zvolit vhodný typ opevnění podle stanoveného tangenciálního napětí. Místa, kde dochází k zaústění skluzu a cestního příkopu CPRI2 se doporučuje řádně opevnit např. kamenným záhozem či kamennou dlažbou do betonu. Strž by se mohla například stabilizovat příčnými přehrázkami.

#### **Vodní toky VT1 a VT2**

Samotná kapacita vodních toků by neměla být ovlivněna. Doporučuje se posoudit kapacita objektů po trase vodních toků jako jsou sjezdy a propustky.

### **5.8 Křížení navrženého opatření s inženýrskými sítěmi**

Na základě výkresů územního plánu obce Zádolí–Stříhanov bylo prošetřeno, jestli dochází po trase navržených opatření ke křížení s inženýrskými sítěmi. Trasa záchytného průlehu ZPRU2 a cestního průlehu CPRU4 se kříží s nadzemním vedením VN 35 kV. Dále je pod lesní cestou, přes kterou budou převádět povrchové vody propustky TP3 a TP4, uložen vodovod. S vodovodem se také kříží propustek TP2, který bude převádět odtok pod místní komunikací.

## 6 ZÁVĚR

Prvním z cílů práce bylo vyhodnocení stávajícího stavu území v rámci terénního průzkumu a vyhodnocení současných erozních a odtokových poměrů. V rámci terénního průzkumu byla prošetřena cestní síť, EHP, které nebyly v registru LPIS, byla ověřována správnost vynesení kritických a závěrových profilů. Prvotní analýza a výpočet eroze byl proveden v prostředí ArcGIS. Návrhové průtoky a objemy přímého odtoku byly stanoveny pomocí modelu DesQ–MaxQ. Kritické profily KB1 a KP2 byly posuzovány na  $Q_{100}$ , závěrové profily ZP3, ZP4 a ZP5 na  $Q_{50}$ .

Po vyhodnocení současného stavu byl proveden návrh protierozních a protipovodňových opatření a vyhodnocovala se jejich účinnost, tj. jaký měly vliv na objemy přímého odtoku a kulminační průtoky v kritických a závěrových profilech. Prioritou bylo ochránit intravilán obce Zádolí–Stříhanov. Nejdříve se provedl návrh organizačního PEO v podobě VENP, ZAPAS, TTP. Organizační PEO by ale nezajistilo dostatečnou protierozní a protipovodňovou ochranu a musel být proveden návrh technického opatření. Z technických opatření se navrhly záchytné a svodné průlehy, cestní průlehy a příkopy, skluz, které se dimenzovaly na stanovené návrhové průtoky. Poté byl proveden návrh propustků v místech křížení s cestou a byly dimenzovány tak, aby bezpečně převedly návrhový průtok. V profilech strží byla navržena stabilizace.

Hlavní cíl práce byl splněn, protože díky návrhu organizačního PEO a technického opatření, došlo k výraznému snížení průměrného erozního smyvu na ohrožených EHP vodní erozí a k výraznému snížení kulminačních průtoků ve sběrných povodích P1, P2, P4 a P5. Na protipovodňové ochraně intravilánu se výrazně podílí záchytné průlehy ZPRU1 a ZPRU2, které zachytávají povrchový odtok a odvádějí ho mimo intravilán do svodných průlehů. Před návrhem opatření byl kulminační průtok  $Q_{100}$  v součtu obou sběrných povodí P1 a P2  $7,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Po návrhu ochranného opatření došlo k výraznému snížení na  $Q_{100} = 2,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

Hlavní i dílčí cíle, které se před vypracováním této bakalářské práce určily, byly splněny.

## 7 POUŽITÉ ZDROJE

- [1] ZÁDOLÍ-STŘÍHANOV [online]. Galileo Corporation, 2021 [cit. 2021-05-22]. Dostupné z: <https://www.zadoli-strihanov.cz/obec/fotogalerie/2012/>
- [2] Zádolí. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 30.4. 2021 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Z%C3%A1dol%C3%AD>
- [3] Karta obce Zádolí. *Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Pardubického kraje* [online]. 2015 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: <http://prvk.pardubickykraj.cz/karty-obci/189669-zadoli?type=stav>
- [4] Geoportál ČÚZK. ČÚZK [online]. Praha, 2010 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [5] HRUBAN, Robert. Klimatické oblasti dle Evžena Quitta (1971). *Moravské Karpaty* [online]. Halenkovice, 2021 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klimaticke-oblasti-dle-e-quitta-1971/>
- [6] Česká geologická služba: *Mapové aplikace - Geologická mapa 1 : 50 000* [online]. [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: [http://mapy.geology.cz/geocr\\_50/](http://mapy.geology.cz/geocr_50/)
- [7] Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky: *Galerie - Přírodní poměry* [online]. [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://aopkcr.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=ee190990a1be4ac685d5f7c69c637ae4>
- [8] DEMEK, Jaromír a Peter MACKOVČIN, ed. *Zeměpisný lexikon ČR*. Vyd. 2. Brno: AOPK ČR, 2006. 582 s. ISBN 80-86064-99-9.
- [9] Územní plán Zádolí. *Vysoké Mýto* [online]. Vysoké Mýto, 2008 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: <https://urad.vysoke-myto.cz/uzemni-plany/3201-uzemni-plan-zadoli>
- [10] Česká geologická služba: *Mapové aplikace - Půdní mapa 1 : 50 000* [online]. [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: <http://mapy.geology.cz/pudy/>
- [11] VÝZKUMNÝ ÚSTAV MELIORACÍ A OCHRANY PŮDY, v.v.i.: eKatalog BPEJ [online]. [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: <http://bpej.vumop.cz/>
- [12] MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR. Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 327/1998 Sb., příloha 2: Charakteristika hlavních půdních jednotek. *EAGRI* [online]. 2021 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100163547.html>

- [13] JANEČEK, Miloslav, Tomáš DOSTÁL, Jana KOZLOVSKY DUFKOVÁ, et al. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012, 113 s. ISBN 978-80-87415-42-9.
- [14] Charakteristika zájmového území. *Vysoké Mýto SO ORP Vysoké Mýto: Povodňový plán SO ORP* [online]. Provozovatel EDPP, 2010 – 2021 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: [https://www.edpp.cz/orpvym\\_charakteristika-zajmoveho-uzemi/](https://www.edpp.cz/orpvym_charakteristika-zajmoveho-uzemi/)
- [15] K.ú.: 789666 - Zádolí u Vysokého Mýta - podrobné informace. ČÚZK [online]. Praha 8, 2021 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: [https://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?AKCE=META:SESTAVA:MDR002\\_XSLT:WEBCU\\_ZK\\_ID:789666](https://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?AKCE=META:SESTAVA:MDR002_XSLT:WEBCU_ZK_ID:789666)
- [16] K.ú.: 789658 - Stříhanov - podrobné informace. ČÚZK [online]. Praha 8, 2021 [cit. 2021-05-21]. Dostupné z: [https://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?AKCE=META:SESTAVA:MDR002\\_XSLT:WEBCU\\_ZK\\_ID:789658](https://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?AKCE=META:SESTAVA:MDR002_XSLT:WEBCU_ZK_ID:789658)
- [17] DUMBROVSKÝ, Miroslav a Rudolf MILERSKI. *Vodní hospodářství krajiny II. Modul M01-BS05*, FAST VUT Brno, 2005. 233 s.
- [18] *Metodický návod k provádění vybraných činností v procesu pozemkových úprav* [online]. Research Institute for Soil and Water Conservation, 2015 [cit. 2021-05-22]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/325987913\\_Metodicky\\_navod\\_k\\_provadeni\\_vybranych\\_cinnosti\\_v\\_procesu\\_pozemkovych\\_uprav](https://www.researchgate.net/publication/325987913_Metodicky_navod_k_provadeni_vybranych_cinnosti_v_procesu_pozemkovych_uprav)
- [19] KADLEC, Václav, Tomáš DOSTÁL, Karel VRÁNA, et al. *Navrhování technických protierozních opatření: metodika*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2014. ISBN 978-80-87361-29-0.
- [20] Drbal, K., a kol. (2009): *Metodický návod pro identifikaci KB*. Brno: Ministerstvo životního prostředí ČR, 7 s.
- [21] HRÁDEK, František a KUŘÍK, Petr. *Maximální odtok z povodí: teorie svahového odtoku a hydrologický model DesQ-MAX Q*. Vyd. 1. Praha: Credit, 2001. 37 s. ISBN 80-213-0782-X.
- [22] DUMBROVSKÝ, Miroslav. *Pozemkové úpravy*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. ISBN 80-214-2668-3.

## 7.1 Veřejně dostupné a poskytnuté mapové podklady

- Ortofotomapa ČR – připojení přes ArcGIS Online
- Přehledová mapa ČR ZM50 – připojení přes ArcGIS Online
- LPIS – <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/lpisdata/>
- DIBAVOD – VÚV, TGM, v.v.i. <http://www.dibavod.cz/27/struktura-dibavod.html>
- CEVT – <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/aplikace/cevt.html>
- BPEJ – SPÚ – <http://www.spucr.cz/bpej/celostatni-databaze-bpej>
- Hranice k. ú. –  
[https://services.cuzk.cz/dxf/ku/?fbclid=IwAR1viuFSNJ2lqib\\_OPKhOVTxN10QosmycYZzwZjoi\\_rbrd\\_c4nwguyi2Qno](https://services.cuzk.cz/dxf/ku/?fbclid=IwAR1viuFSNJ2lqib_OPKhOVTxN10QosmycYZzwZjoi_rbrd_c4nwguyi2Qno)
- Výškopis – byl poskytnut z DMR 4G. ([www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz))

## 8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BPEJ	bonitovaná půdně ekologická jednotka
CN	Curve number
CPRU	cestní průleh
CPRI	cestní příkop
CEVT	centrální evidence vodních toků
DMT	digitální model terénu
DMR 4G	digitální model reliéfu 4. generace
DSO	dráha soustředěného odtoku
EHP	erozně hodnocená plocha
GIS	Geografický informační systém
HPJ	Hlavní půdní jednotka
HSP	hydrologická skupina půd
CHOPAV	chráněná oblast přirozené akumulace vod
IPS	index předchozích srážek
KB	kritický bod
KP	kritický profil
k. ú.	katastrální územ
LPIS	Registr využití zemědělské půdy
MEZOBN	obnova meze
PEO	protierozní opatření
STAB	stabilizace strže
SO ORP	Správní obvod obce s rozšířenou působností
SPRU	svodný průleh
TTP	trvalý travní porost
TP	trubní propustek
USLE	Univerzální rovnice ztráty půdy
VT	vodní tok
VN	vodní nádrž
VENP	vyloučení erozně nebezpečných plodin
VT	vodní tok
VN	vodní nádrž
ZAPAS	zasakovací pás
ZP	závěrový profil
ZPRU	záchytný průleh

## 9 SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Přítalová povodeň v obci Zádolí–Stříhanov v roce 2012 [1].....</i>	<i>11</i>
<i>Obr. 2. Zájmové území v rámci ČR [4] .....</i>	<i>13</i>
<i>Obr. 3. Mapa přehledné situace zájmového území.....</i>	<i>14</i>
<i>Obr. 4. Mapa klimatických regionů ČR s vyznačením zájmového oblasti [5] .....</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 5. Geologická mapa zájmového území [6] .....</i>	<i>16</i>
<i>Obr. 6. Hypsometrická mapa zájmového území .....</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 7. Mapa sklonitostních poměrů v zájmovém území .....</i>	<i>19</i>
<i>Obr. 8. Mapa půdních subtypů v zájmovém území [10].....</i>	<i>20</i>
<i>Obr. 9. Mapa HPJ v zájmovém území.....</i>	<i>22</i>
<i>Obr. 10. Mapa HSP v zájmovém území.....</i>	<i>23</i>
<i>Obr. 11. Vodní tok VT1 v lesní trati (vlevo), výtok z kanalizace DN 800 do VT1 (vpravo).....</i>	<i>24</i>
<i>Obr. 12. Mapa hydrologických a odtokových poměrů v zájmovém území .....</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 13. Mapa využití území pro řešené EHP .....</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 14. Mapa současného průměrného erozního smyvu na řešených EHP .....</i>	<i>38</i>
<i>Obr. 15. Mapa KB, KP, ZP s vymezením jejich sběrných ploch .....</i>	<i>39</i>
<i>Obr. 16. DSO (v místě U1) ve sběrném povodí P1 (vlevo), pohled na sběrné povodí P1 (vpravo) .....</i>	<i>40</i>
<i>Obr. 17. Závěrový profil (ZP3) na vtoku do propustku DN 600 (vlevo), sběrné povodí P3 (vpravo).....</i>	<i>40</i>
<i>Obr. 18. Mapa současných hodnot CN pro zájmovém území .....</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 19. Mapa návrhu ochranných opatření .....</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 20. Sběrné plochy průlehů a propustků .....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 21. Vzorový příčný řez záchytným průlehem ZPRU1 .....</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 22. Vzorový příčný řez svodným průlehem SPRU2.....</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 23. Strž v místě STAB1 v povodí P1 (vlevo), strž v místě STAB2 v povodí P4 (vpravo).....</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 24. Příčný řez přehrážkou z drátokamenných košů (gabionů).....</i>	<i>60</i>
<i>Obr. 25. Mapa průměrného erozního smyvu po návrhu opatření na řešených EHP.....</i>	<i>62</i>
<i>Obr. 26. Mapa hodnot CN pro zájmovém území po návrhu opatření.....</i>	<i>63</i>
<i>Obr. 27. Mapa KB, KP, ZP s vymezením jejich sběrných ploch po návrhu opatření.....</i>	<i>64</i>



## 10 SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Charakteristika klimatických poměrů dle Quitta, 1971 [5]</i> .....	15
<i>Tab. 2. Charakteristika hydrologické skupiny půd (HSP) [13]</i> .....	22
<i>Tab. 3. Vodní toky v zájmovém území v povodí IV. řádu</i> .....	24
<i>Tab. 4: Plošné zastoupení kultur v k. ú. Zádolí u Vysokého Mýta [15]</i> .....	26
<i>Tab. 5: Plošné zastoupení kultur v k. ú. Stříhanov [16]</i> .....	26
<i>Tab. 6. Souhrnná tabulka výsledků současného průměrného erozního smyvu na EHP.</i>	36
<i>Tab. 7. Vstupní veličiny pro sběrná povodí (plochy) P1–P5</i> .....	42
<i>Tab. 8. Výstupní veličiny pro sběrná povodí (plochy) P1–P5</i> .....	43
<i>Tab. 9. Návrh protierozní osevní struktury</i> .....	44
<i>Tab. 10. Celkový zábor navržených organizačních PEO</i> .....	44
<i>Tab. 11. Vstupní veličiny pro sběrné plochy průlehů</i> .....	47
<i>Tab. 12. Výstupní veličiny pro sběrné plochy průlehů</i> .....	48
<i>Tab. 13. Dimenze jednotlivých technických liniových prvků</i> .....	50
<i>Tab. 14. Přibližný zábor plochy a délky technických liniových prvků</i> .....	56
<i>Tab. 15. Dimenzování propustků</i> .....	57
<i>Tab. 16. Souhrn výsledků průměrného erozního smyvu na EHP před a po návrhu opatření</i> .....	60
<i>Tab. 17. Vstupní veličiny pro sběrná povodí po návrhu opatření</i> .....	64
<i>Tab. 18. Výstupní veličiny pro sběrná povodí po návrhu opatření</i> .....	65
<i>Tab. 19. Srovnání odtokových veličin sběrných povodí před a po návrhu opatření</i> .....	65

## 11 SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1 Mapa současného erozního smyvu
- Příloha č. 2 Mapa návrhu ochranných opatření
- Příloha č. 3 Mapa erozního smyvu po návrhu opatření
- Příloha č. 4 Grafy hydrogramů průtokových vln