



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 PROTIEROZNÍ A PROTIPOVODŇOVÉ OCHRANY V PLÁNU SPOLEČNÝCH ZAŘÍZENÍ V K.Ú TUČAPY U VYŠKOVA

DESIGN OF EROSION CONTROL AND FLOOD PROTECTION MEASURES IN THE PLAN OF JOINT
FACILITIES IN THE CADASTRAL AREA OF TUČAPY NEAR VYŠKOV

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jaroslav Pavliš

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.

BRNO 2022

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav vodního hospodářství krajiny
Student: **Bc. Jaroslav Pavliš**
Vedoucí práce: **prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.**
Akademický rok: 2022/23
Studijní program: N0732A260025 Stavební inženýrství – vodní hospodářství a vodní stavby

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

Návrh protierozní a protipovodňové ochrany v plánu společných zařízení v k.ú Tučapy u Vyškova

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V daném území diplomant navrhne komplexní systém protierozní a protipovodňové ochrany a pro jeho jednotlivé funkční prvky zpracuje technické řešení v souladu s technickým standardem plánu společných zařízení.

Cíle a výstupy diplomové práce:

Návrh komplexního systému protierozní a protipovodňové ochrany v souladu s technickým standardem plánu společných zařízení.

Seznam doporučené literatury a podklady:

1. Holý M, a kol - Eroze a životní prostředí, ČVUT Praha 1998
2. Janeček, M. a kol. Ochrana zemědělské půdy před erozí: Metodika. Praha: ČZU 2012, ISBN 978-80-87415-42-9
3. Toy, T.J., Foster, G.R. a Renard, K.G. Soil erosion: processes, prediction, measurement and control. New York: Wiley, 2002, 352 p. ISBN 0-471-38369-4.
4. Hrádek F, - Implementace hydrologického modelu DeSQ, ČZU Praha 1997

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 31. 3. 2022

L. S.

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

prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.
vedoucí práce

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

1. ABSTRAKT

Předmětem této diplomové práce bylo vypracovat analytický návrh protierozní a protipovodňové ochrany v plánu společných zařízení v k.ú Tučapy u Vyškova. Protierozní ochrana se analyzovala pro plochy EHP na základě 4 variant zahrnující stávající stav bez opatření nebo s opatřením a klimatickou změnu bez opatření nebo s opatřením. Jako protierozní opatření bylo uvažováno agrotechnické a organizační opatření, které zahrnuje vrstevnicové obdělávání s posklizňovými zbytky, nebo pouze posklizňové zbytky. Pod 4 varianty protierozní ochrany také spadal návrh a dimenze stabilizovaných drah soustředěného odtoku. Při analýze byly identifikovány 4 kritické profily, ke kterým byly vypočteny kritické průtoky pro různé N-letosti. Tato analýza kritických profilů též spadala po již zmíněné 4 varianty. Tuto práci také doplnil návrh protipovodňové ochrany technickým a organizačním opatřením, kterým byly zasakovací průlehy a pásové střídání plodin. Návrh zasakovacích průlehů byl na základě 2 variant zahrnující stávající stav bez opatření nebo s opatřením. Pro výpočet výsledků eroze a prezentaci analytických map byl využit program ArcGIS. K získání potřebných objemů, průtoků a jejich grafů byl využit program DesQ. Dimenze stabilizovaných údolnic a zasakovacích průlehů proběhla pomocí programu Dimenzov. Výsledky této práce mají poukázat na účinnost a pozitivní účinky protierozních a protipovodňových opatření.

KLÍČOVÁ SLOVA

opatření, varianty, stávající stav, klimatická změna, eroze, dimenze, návrh

ABSTRACT

The subject of this diploma thesis was to develop an analytical proposal for erosion control and flood protection measures in the plan of common facilities in the Tučapy district near Vyškov. Erosion protection was analyzed for EEA areas based on 4 variants including the current state without or with measures and climate change without or with measures. Agrotechnical and organizational measures, which includes contour cultivation with crop residues, or only crop residues, was considered as an soil erosion control application. The design and dimensions of stabilized paths of concentrated runoff also fell under the 4 variants of soil erosion protection measures. During the analysis, 4 critical profiles were identified, for which critical runoff were calculated for different Q_n . This analysis of critical profiles also fell under the already mentioned 4 variants. This work was also supplemented by a direct design of flood protection with technical and organizational aspects, which were drainage ditches and strip crop rotation. The design of the jamming joints was based on 2 variants including the existing condition without conservation or with a coservation measures. The ArcGIS program was used to calculate erosion results and present analytical maps. The DesQ program was used to obtain the necessary volumes, flow rates and their graphs. Dimensioning of stabilized valleys and drainage basins was carried out using the Dimenzov program. The results of this work are intended to show the effectiveness and positive effects of anti-erosion and anti-flood measures.

KEYWORDS

measures, variants, current state, climate change, erosion, dimensions, design

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Jaroslav Pavliš, *Návrh protierozní a protipovodňové ochrany v plánu společných zařízení v k.ú Tučapy u Vyškova*, Brno 2023, 90 s., Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodovodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Návrh protierozní a protipovodňové ochrany v plánu společných zařízení v k.ú Tučapy u Vyškova* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 11. 1. 2023

Bc. Jaroslav Pavliš
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Návrh protierozní a protipovodňové ochrany v plánu společných zařízení v k.ú. Tučapy u Vyškova* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 11. 1. 2023

Bc. Jaroslav Pavliš

autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Zde bych chtěl moc poděkovat za odborné vedení svému vedoucímu diplomové práce prof. Ing. Miroslavu Dumbrovskému, který mi poskytl cenné rady, připomínky a konzultace.

Obsah

1	ÚVOD	12
2	ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ	13
2.1	Vymezení a charakteristika zájmového území	13
2.2	Klimatické poměry	14
2.3	Srážkové a teplotní poměry	15
2.4	Hydrologické poměry	15
2.5	Pedologické poměry	16
2.6	Hydrologická skupina půd	21
2.7	Geomorfologické a geologické poměry	22
2.8	Sklonitostní poměry	23
2.9	Krajinný pokryv	24
2.10	Vymezení kritických profilů	25
3	POUŽITÉ METODY A PROGRAMY	26
3.1	Metoda určení čísla odtokových křivek – CN	26
3.2	ArcGis	28
3.3	Metoda pro stanovení kritických bodů (profilů)	28
3.4	DesQ – MaxQ	29
3.5	USLE 2D	29
3.6	LS Converter	30
3.7	Dimenzov	30
3.8	Autocad	30
3.9	Metoda výpočtu erozního smyvu – Rovnice Wischmeier-Smith	30
3.9.1	Faktor erozní účinnosti dešťů – R	31
3.9.2	Faktor erodovatelnosti půdy – K	31
3.9.3	Faktor délky a sklonu svahu – L a S	32
3.9.4	Faktor ochranného vlivu vegetace – C	34
3.9.5	Faktor účinnosti protierozních opatření	35
4	POPIS VARIANT	36
4.1	Stávající stav (Bez opatření)	36
4.1.1	Eroze	36
4.1.2	CN	36
4.1.3	DesQ	36
4.2	Stávající stav (S opatřením)	37
4.2.1	Eroze	37

4.2.2	CN	38
4.3	Klimatická změna (Bez opatření).....	39
4.3.1	Eroze	39
4.3.2	DesQ	39
4.4	Klimatická změna (S opatřením)	39
4.4.1	Eroze	39
4.4.2	DesQ	39
5	VYHODNOCENÍ	40
5.1	Eroze	40
5.2	Odtokové křivky CN	46
5.3	DesQ.....	48
5.3.1	Kritický profil – KP1	48
5.3.2	Kritický profil – KP2	50
5.3.3	Kritický profil – KP3	52
5.3.4	Kritický profil – KP4	54
6	NÁVRH OPATŘENÍ.....	56
6.1	Pásové střídání plodin	56
6.1.1	Návrh a návrh umístění (situace).....	57
6.1.2	Zhodnocení	57
6.2	Stabilizace údolnic	58
6.2.1	Návrh umístění (situace).....	59
6.2.2	Dimenze – Stávající stav.....	59
6.2.3	Dimenze – Klimatická změna.....	64
6.3	Zasakovací průlehy	68
6.3.1	Návrh umístění (situace).....	70
6.3.2	Dimenze	70
7	ZÁVĚR	79
8	SEZNAM ZDROJŮ	80
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	83
10	SEZNAM TABULEK	85
11	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	88
12	SEZNAM GRAFŮ	90

1 ÚVOD

Na doporučení vedoucího mé diplomové práce prof. Ing. Miroslava Dumbrovského, CSc., jsem na základě požadavku obce Tučapy zpracoval “Studii odtokových poměrů”, jejíž součástí je i návrh ochranných a protierozních opatření. Zpracování této studie bude sloužit ke zpracování tzv. “Plánu společných zařízení v rámci komplexní pozemkové úpravy” v k. ú. Tučapy.

Důvodem zpracování této studie je dlouhodobý problém s nepříznivým účinkem odtoku povrchových vod doprovázený půdní erozí z okolních pozemků, způsobený přívalovými srážkami. Tyto nepříznivé účinky mají za následek škody na majetku obyvatel obce a také na samotných pozemcích, které tak ztrácejí svojí bonitu (slouží k hodnocení absolutní i relativní produkční schopnosti zemědělských půd a podmínek jejich nejučelnějšího využití [1]). Velký vliv na již zmíněné nepříznivé účinky má v mnoha případech velkoplošný způsob obhospodařování zemědělské půdy.

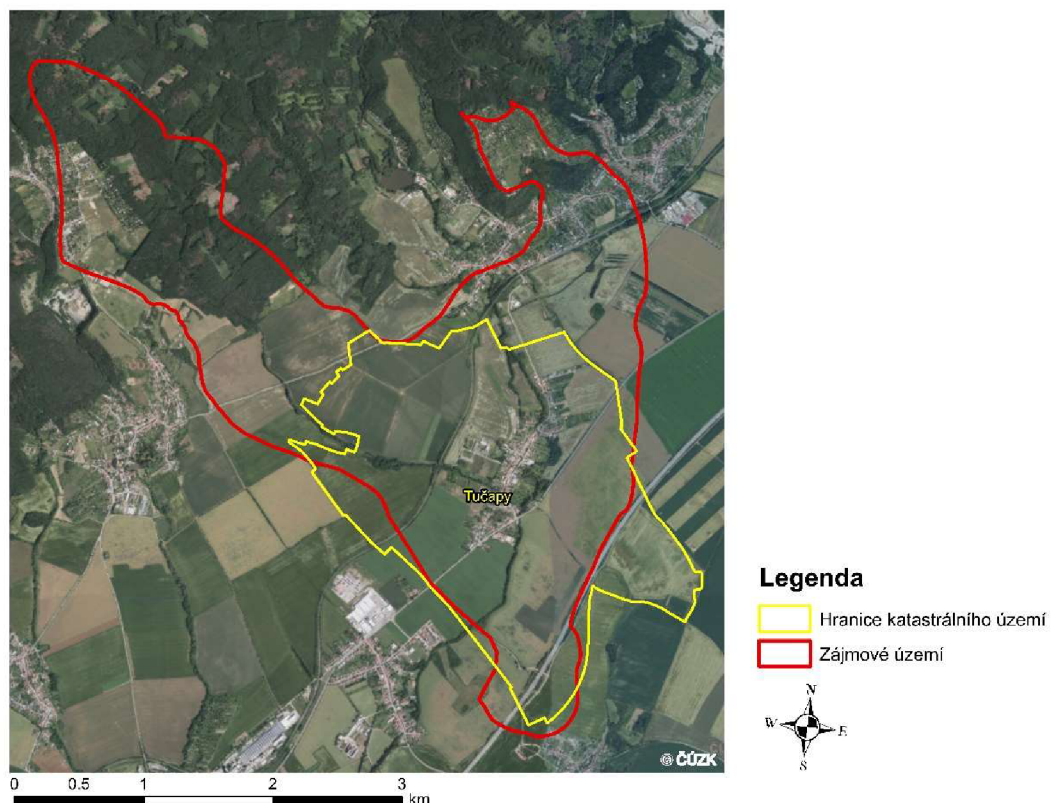
Náplní této diplomové práce je proto analýza velikosti povrchového odtoku k identifikovaným kritickým profilům (KP) a množství erozního smyvu t/ha/rok na erozně ohrožených pozemcích (EHP). Na tuto analýzu navazuje návrh agrotechnických, organizačních a technických opatření, jako je stabilizace údolnic zatravněním, pásové střídání plodin a zasakovací průlehy.

2 ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

2.1 Vymezení a charakteristika zájmového území

Zájmové území, na kterém byla provedena práce je obec Tučapy, okres Vyškov, kraj Jihomoravský a leží mezi městy Vyškov a Brno. Celé toto zájmové území má plochu 9,81 km². Hlavní území však netvořila hranice katastrálního území Tučap, ale hranice rozvodnice návrhu potenciální retenční nádrže. Do této nádrže by byly svedeny povrchové odtoky pomocí svodných průleहů, a přes kterou by zároveň protékal vodní tok Rakovec.

Dopravní strukturu obce Tučap tvoří hlavně místní komunikace. Jediná významná komunikace protínající obec je silnice druhé třídy II/430, která spojuje obec Tučapy s městem Brno. Na severovýchodě katastru obce prochází železniční trať spojující město Vyškov a Brno. [2]



Obr. 1: Ortofotomapa umístění katastrálního území a zájmového území

2.2 Klimatické poměry

Zpracovávané zájmové území leží na rozmezí mírně teplé oblasti a teplé oblasti, které jsou klasifikovány dle Quitta (viz Tab. 1).

Tab. 1: Klasifikace klimatických oblastí dle Quitta [3]

Klimatická charakteristika	Klimatická oblast	
	Mírně teplá	Teplá
	MT11	T2
Počet letních dní	40–50	50–60
Počet dní s prům. teplotou 10 °C a více	140–160	160–170
Počet dní s mrazem	110–130	100–110
Počet ledových dní	30–40	30–40
Prům. lednová teplota	-2 až -3	-2 až -3
Prům. červencová teplota	17–18	18–19
Prům. dubnová teplota	7–8	8–9
Prům. říjnová teplota	7–8	7–9
Prům. počet dní se srážkami 1 mm a více	90–100	90–100
Suma srážek ve vegetačním období	350–400	350–400
Suma srážek v zimním období	200–250	200–300
Suma srážek celkem	550–650	550–700
Počet dní se sněhovou pokrývkou	50–60	40–50
Počet zatažených dní	120–150	120–140
Počet jasných dní	40–50	40–50

Klimatické poměry zájmového území lze klasifikovat také pomocí první číslice z kódu BPEJ (viz Tab. 2).

Tab. 2: Klasifikace klimatických regionů dle kódu BPEJ [4]

Symbol regionu	Kód regionu	Ozn. Regionu	Suma teplot nad 10°C	Vláhová jistota	Suchá vegetační období	Prům. roční teploty [°C]	Roční úhrn srážek [mm]
T 3	3	teplý, mírně vlhký	2500-2800	4-7	10-20	7-9	550-700
MT 2	5	mírně teplý, mírně vlhký	2200-2500	4-10	15-30	7-8	550-700

2.3 Srážkové a teplotní poměry

Pro představu průměrného ročního úhrnu srážek a teploty jsem vzal data z meteorologické stanice Ivanovice na Hané (Jihomoravský kraj, 243 m n. m.), které jsou přibližně 16,3 km od obce Tučapy. Stanici provozuje ČHMÚ, kde jsou data dostupná od 1. ledna 1961. Největší úhrn a teplota se nejčastěji vyskytují od května do září, a nejnižší teplota se vyskytuje v lednu a prosinci. Průměrná data jsou obsažena v tabulce (Tab. 3 a Tab. 4). [5]

Tab. 3: Průměrný roční srážkový úhrn [5]

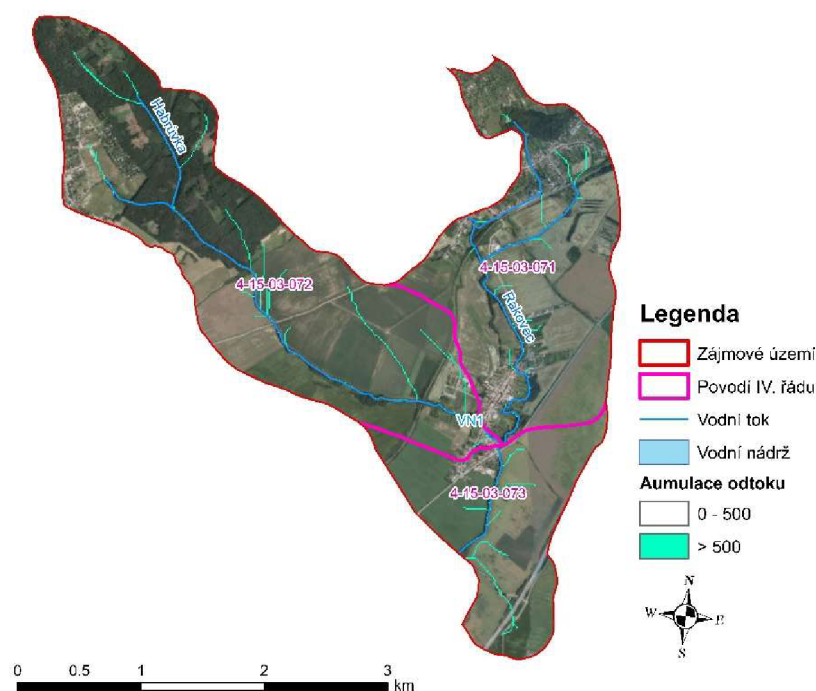
Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Úhrn [mm]	25	26	31	36	61	80	70	66	48	38	40	29

Tab. 4: Průměrná roční teplota [5]

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Teplota [°C]	-1.9	-0.1	3.9	9.4	14.3	17.6	19.2	18.8	14.3	9.1	3.9	-0.5

2.4 Hydrologické poměry

Do zájmového území zasahují tři povodí IV. řádu (viz Obr. 2). Tyto povodí jsou charakterizovány ČHP (číslo hydrologického pořadí) a svojí plochou (viz Tab. 5).



Tab. 5: Povodí IV. řádu [6]

ČHP	Plocha povodí [km ²]
4-15-03-071	3.25
4-15-03-072	4.75
4-15-03-073	2.24

Obr. 2: Hydrologické poměry

Protékají zde dva vodní toky Habrůvka a Rakovec, tyto toky patří pod správu Povodí Moravy. Nachází se zde i vodní nádrž VN1, kterou protéká vodní tok Habrůvka (viz Obr. 3 a Obr. 4). Ten poté přes výpustné zařízení a upravené koryto pokračuje do jižní části obce Tučapy, kde se vlévá do vodního toku Rakovec.



Obr. 3: Foto vodní nádrže VN1

Obr. 4: Foto přítoku Habrůvky do vodní nádrže VN1

V obci Nemojany, na sever od obce Tučapy, se do vodního toku Rakovec vlévá ještě vodní tok Luštěnek. Pro ukázkou jsou průtokové poměry vodního toku Rakovec znázorněny v tabulce (viz Tab. 6). Hydrologické údaje vodních toků a vodních nádrží nacházející se v zájmovém území jsou vypsány v tabulce (viz Tab. 7).

Tab. 6: Průtokové poměry vodního toku Rakovec [7]

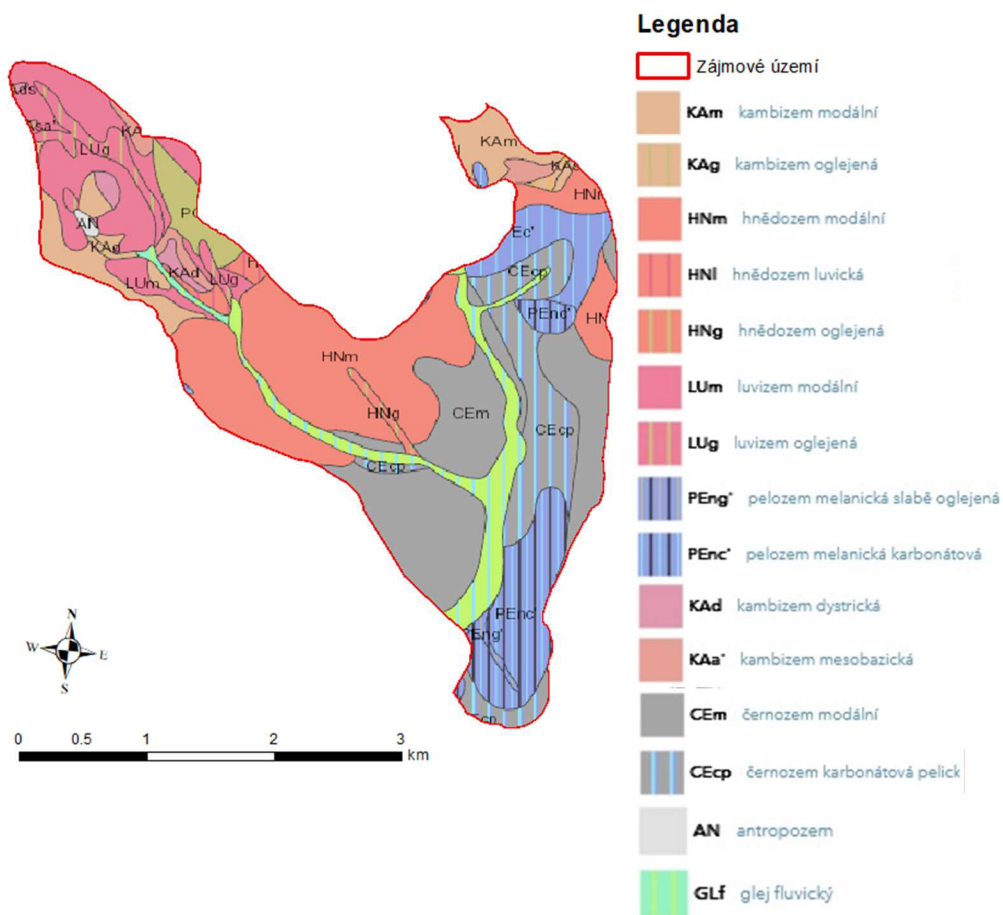
Název toku	Hlásný profil	N-leté průtoky [m ³ /s]				
		Q1	Q5	Q10	Q50	Q100
Rakovec	Tučapy	2,6	7	10,5	20	25

Tab. 7: Hydrologické údaje vodních toků a nádrží [6] [8]

Povodí IV. řádu		Vodní tok				Vodní nádrž	
ČHP	Plocha [km ²]	IDVT	Název	Délka [km]	Správce toku	Název	Plocha [m ²]
4-15-03-071	3.25	10100117	Rakovec	37.12	Povodí Moravy	-	-
4-15-03-073	2.53						
4-15-03-072	4.74	10102678	Habrůvka	4.59	Povodí Moravy	-	-
		-	-	-	-	VN1	1539.54

2.5 Pedologické poměry

Vyskytující se půdní typy v zájmovém území jsou klasifikovány z mapy půdních typů (viz Obr. 5) na serveru České geologické služby.

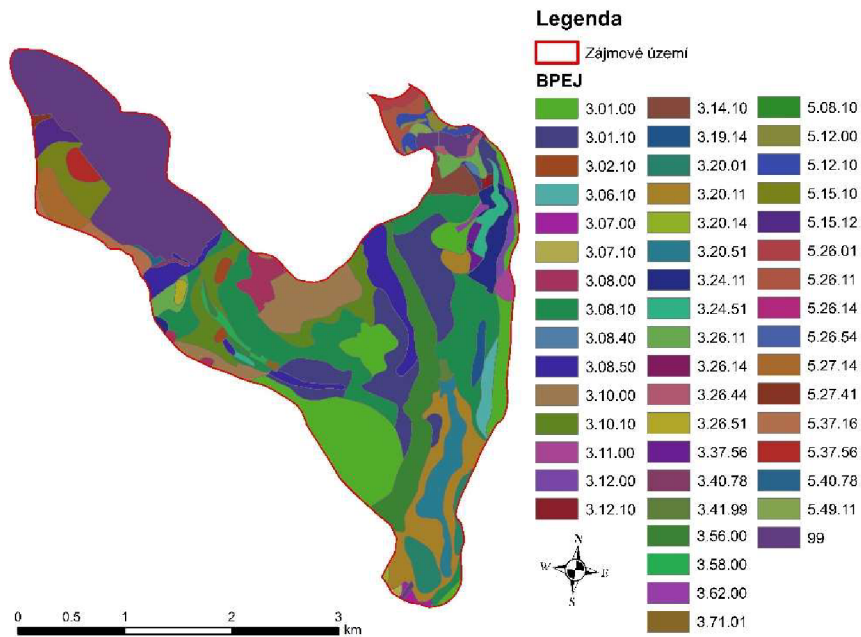


Obr. 5: Mapa půdních typů [9]

Půdní poměry jsou stanoveny podle kódu hlavní půdní jednotky (HPJ) obsažené v bonitovaných půdně ekologických jednotkách (BPEJ).

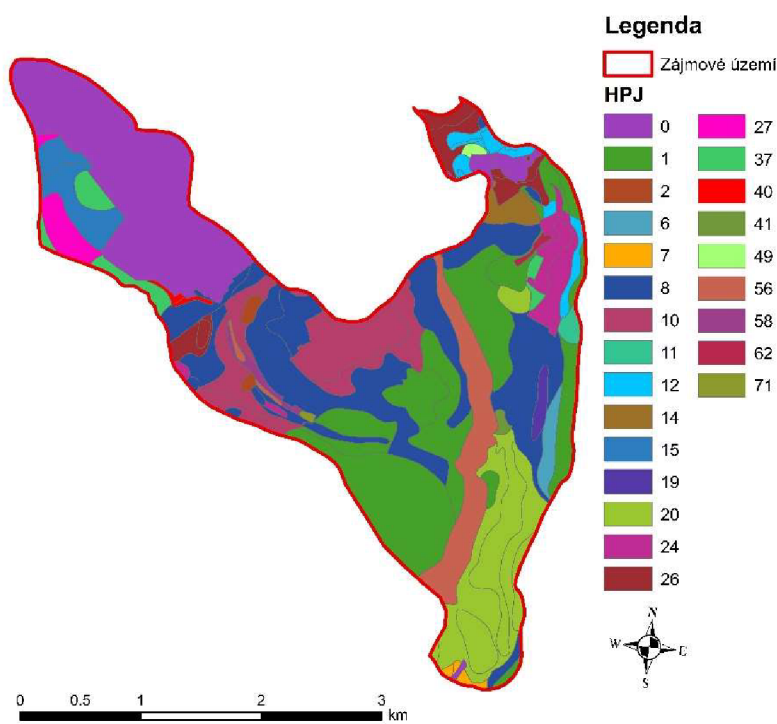
Tab. 8: Popis čísel BPEJ [1]

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



Obr. 6: Mapa BPEJ

Tab. 9: Zastoupení HPJ



Obr. 7: Mapa HPJ

HPJ	Plocha [km ²]	Zastoupení [%]
0	1.71	17.45
1	2.00	20.35
2	0.04	0.40
6	0.09	0.91
7	0.03	0.31
8	1.87	19.08
10	0.85	8.61
11	0.04	0.43
12	0.17	1.74
14	0.10	1.01
15	0.27	2.73
19	0.05	0.50
20	0.98	10.02
24	0.27	2.72
26	0.30	3.05
27	0.15	1.57
37	0.19	1.97
40	0.03	0.27
41	0.02	0.19
49	0.02	0.17
56	0.57	5.81
58	0.04	0.45
62	0.02	0.18
71	0.01	0.08

Tab. 10: Popis HPJ v zájmovém území [10]

HPJ	Popis
0	
1	Černozemě modální, černozemě karbonátové, na spraších nebo karpatském flyši, půdy středně těžké, převážně bez skeletu, až středně skeletovité v území terasových štěrků, velmi hluboké, příznivé až výsušné v závislosti na klimatu.
2	Černozemě luvické, černozemě luvické slabě oglejené na sprašových pokryvech, středně těžké, převážně bez skeletu, až středně skeletovité v území terasových štěrků, příznivé až výsušné v závislosti na klimatu.
6	Černozemě pelické, černozemě pelické karbonátové, černozemě černické pelické a černozemě černické pelické karbonátové na velmi těžkých substrátech (jílech, slínech, karpatském flyši, tufech, tufitech a tercierních sedimentech), těžké až velmi těžké s vylehčeným orníčním horizontem, ojediněle štěrkovité, s tendencí povrchového převlhčení v profilu.
7	Smonice modální a smonice modální karbonátové, černozemě pelické a černozemě černické pelické a černozemě vertiké, vždy na velmi těžkých substrátech, celoprofilově těžké až velmi těžké, bezskeletovité (až středně skeletovité), často povrchově periodicky převlhčované.
8	Černozemě modální, hnědozemě modální a luvické, luvizemě modální, popřípadě i kambizemě modální a luvické, včetně slabě oglejených variet, smyté, kde dochází ke kultivaci přechodného horizontu nebo substrátu na ploše větší než 50 %, na spraších, sprašových a svahových hlínách, lehčí středně těžké a středně těžké, převážně bez skeletu až slabě skeletovité ve vyšší sklonitosti.
10	Hnědozemě modální včetně slabě oglejených na spraších, ojediněle i na sprašových hlínách, středně těžké s mírně těžší spodinou, bez skeletu, s příznivými vláhovými poměry až sušší.
11	Hnědozemě modální včetně slabě oglejených na sprašových a soliflukčních hlínách s převahou sprašového materiálu (prachovicích), středně těžké s těžší spodinou, bez skeletu, ojediněle slabě skeletovité, převážně s příznivými vlhkostními poměry.
12	Hnědozemě modální, kambizemě modální a kambizemě luvické, všechny včetně slabě oglejených variet na svahových (polygenetických) hlínách, středně těžké s těžkou spodinou, až středně skeletovité, vododržné, ve spodině s místním převlhčením.
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.
15	Luvizemě modální a hnědozemě luvické, kambizemě luvické (kambizemě modální) včetně slabě oglejených variet na svahových hlínách s eolickou příměsí, středně těžké a s těžší spodinou, bez skeletu až středně skeletovité, vláhově příznivé pouze s krátkodobým převlhčením.
19	Pararendziny modální, kambické i vyluhované na opukách a tvrdých slínovcích nebo vápnatých svahových hlínách, ojediněle i kambizemě modální na zahliněném štěrkopísku, včetně slabě oglejených variet, středně těžké až s těžkou spodinou, slabě až středně skeletovité, s dobrým vláhovým režimem až krátkodobě převlhčené.
20	Pelozemě modální, vyluhované a melanické, regozemě pelické, kambizemě pelické i pararendziny pelické, včetně slabě oglejených variet, vždy na velmi těžkých substrátech, jílech, slínech, flyši, tercierních sedimentech, těžkých zvětralinách bazických hornin a podobně, těžké až velmi těžké, půdy s malou vodopropustností, převážně bez skeletu, ale i středně skeletovité.

HPJ	Popis
24	Kambizemě modální eubazické až mezobazické i kambizemě pelické, včetně slabě oglejených variet, z přemístěných svahovin karbonáto-silikátových hornin - flyše a kulmských břidlic, středně těžké až těžké, až středně skeletovité, se střední vododržností.
26	Kambizemě modální eubazické a mezobazické, včetně slabě oglejených variet na břidlicích, hadcích, slaběji bazických horninách, popřípadě nerozlišitelném střídání hornin bazických s neutrálními až kyselými (např. jílovské pásmo, některé metamorfované diabasy apod.) převážně středně těžké, až středně skeletovité, s příznivými vláhovými poměry.
27	Kambizemě modální eubazické až mezobazické, včetně slabě oglejených variet na pískovcích, drobách, kulmu, brdském kambriu, flyši, zrnitostně lehké nebo středně těžké lehčí, až středně skeletovité, půdy výsušné.
37	Kambizemě litické, kambizemě rankerové, rankery modální, pararendziny litické na pevných substrátech bez rozlišení, v podorniči od 0,3 m silně skeletovité nebo s pevnou horninou, lehké až lehčí středně těžké (v 9. KR i středně těžké a těžké), do 0,3 m slabě až středně skeletovité, výjimečně silně skeletovité, převážně výsušné, závislé na srážkách.
40	Půdy se sklonitostí vyšší než 12 stupňů, na všech substrátech, zrnitostně středně těžké lehčí až lehké, s různou skeletovitostí, vláhově závislé na klimatu a expozici.
41	Půdy se sklonitostí vyšší než 12 stupňů, zrnitostně středně těžké až velmi těžké, s různou skeletovitostí, s poněkud příznivějšími vláhovými poměry.
49	Kambizemě pelické oglejené, pararendziny pelické oglejené, pararendziny kambické pelické oglejené a pelozemě oglejené na jílovitých zvětralinách břidlic, opukách a tvrdých slínovcích, permokarbonu, flyši, tufech a bazických vyvěřelinách, zrnitostně těžké až velmi těžké, až středně skeletovité, s vyšším sklonem k dočasnému zamokření.
56	Fluvizemě modální eubazické až mezobazické, fluvizemě kambické, fluvizemě stratifikované, koluvizemě modální, včetně karbonátových a oglejených subtypů na nivních uloženinách (> 0,7 m), často s podložím teras, glaciofluviálních šterkopísků, středně těžké lehčí až středně těžké, zpravidla bez skeletu až slabě skeletovité, vláhově příznivé.
58	Fluvizemě glejové a oglejené na nivních uloženinách (> 0,7 m), popřípadě s podložím teras, středně těžké nebo středně těžké lehčí (výjimečně i lehké), bez skeletu až slabě skeletovité, hladina vody níže 1 m, vláhové poměry nepříznivé.
62	Černice glejové, černice glejové karbonátové na nivních uloženinách, spraši, sprašových i soliflukčních hlínách, středně těžké i lehčí středně těžké, bez skeletu až slabě skeletovité, dočasně zamokřené spodní vodou kolísající v hloubce 0,5 m - 1 m.
71	Gleje fluvické, fluvizemě glejové, (černice fluvické glejové, fluvizemě glejové výrazně vlhčí) stejných vlastností jako HPJ 70, úzké nivy - pod 50 m od toku, často trpí záplavami.

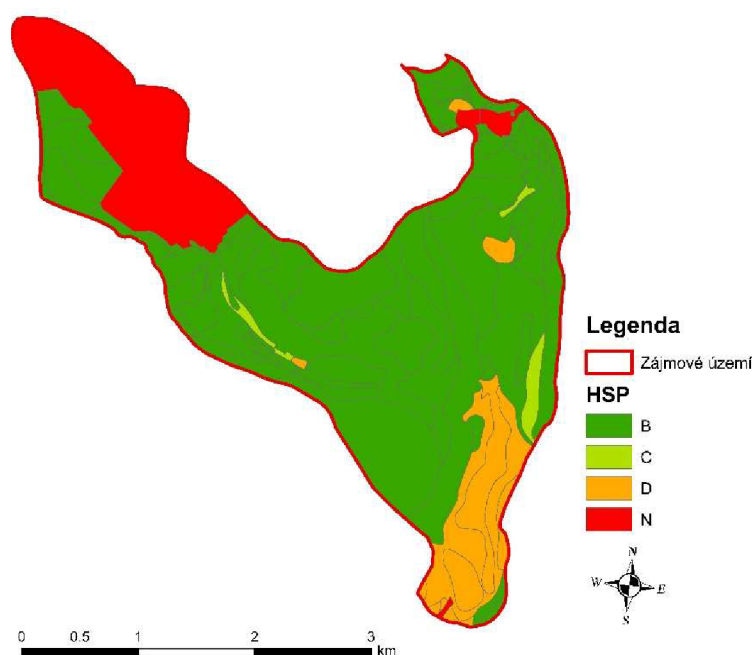
2.6 Hydrologická skupina půd

Hydrologické skupiny půd (HSP) se zpravidla rozdělují do 4 skupin A, B, C, D plus skupina N, které vycházejí z BPEJ, a poté rozděleny dle čísla HPJ (Janeček a kol., 2012).

V případě zájmového území se zde vyskytovaly skupiny B, C, D a N. Skupina N je charakterizována jako plochy, kde neprobíhá eroze (např. lesy, vodní plochy, ostatní plochy atd.). Základní skupiny B, C, D jsou charakterizovány na základě minimální rychlosti infiltrace vody do půdy bez pokryvu po dlouhodobém syčení.

Tab. 11: Zastoupení HSP

HSP	Plocha [km ²]	Zastoupení [%]
B	6.91	70.43
C	0.15	1.54
D	1.04	10.58
N	1.71	17.45



Obr. 8: Mapa HSP

Tab. 12: Charakteristika HSP dle Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy v. v. i. [11]

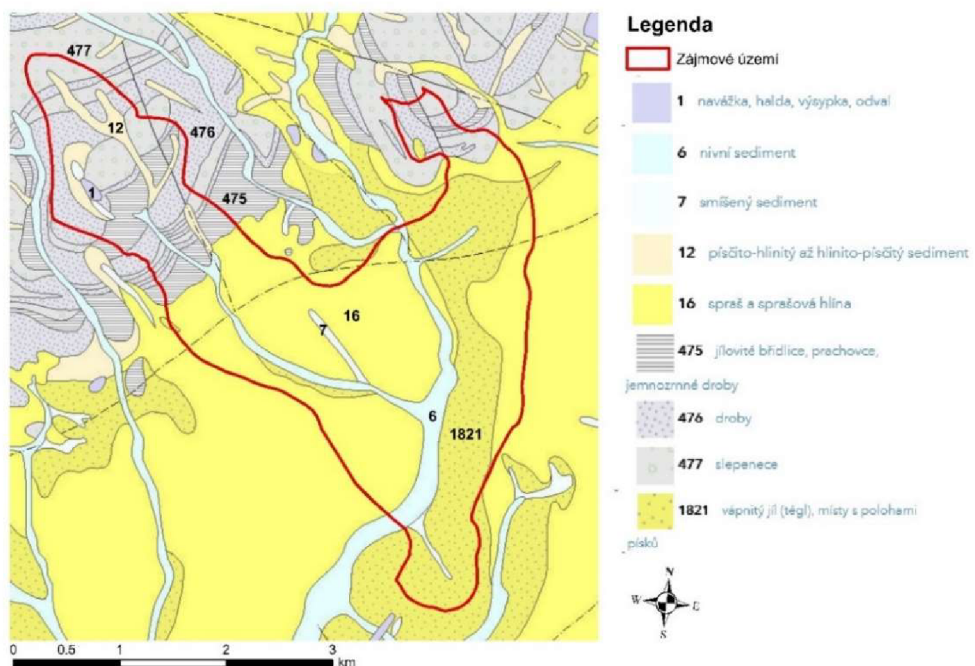
HSP	Popis
A	Půdy s vysokou rychlostí infiltrace ($> 0,20$ mm/min) i při úplném nasycení, zahrnující převážně hluboké, dobře až nadměrně odvodněné písky a štěrky.
B	Půdy se střední rychlostí infiltrace ($0,10 - 0,20$ mm/min) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité.
C	Půdy s nízkou rychlostí infiltrace ($0,05 - 0,10$ mm/min) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité.
D	Půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace ($< 0,05$ mm/min) 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.

2.7 Geomorfologické a geologické poměry

Zájmové území zasahuje na dva geomorfologické celky, kterými jsou Dražanská vrchovina (podcelek Konická vrchovina; okrsek Hornoříčská vrchovina a Jedovnicko-račický prolom) a Vyškovská brána (podcelek Rousínovská brána) (viz Obr. 9). Největší geologické zastoupení tvoří spraš a sprašové hlíny ve středu území (viz Obr. 10). [7]



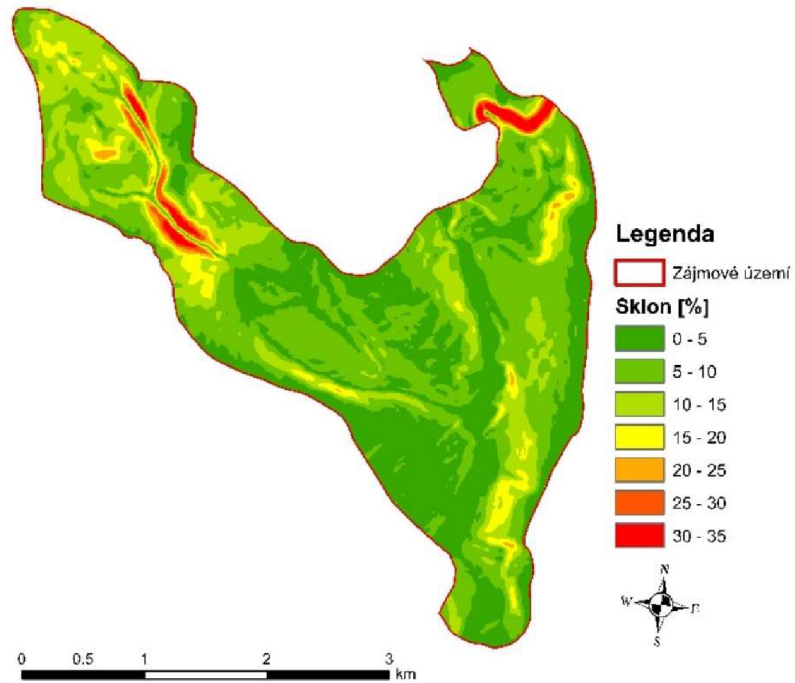
Obr. 9: Mapa geomorfologických poměrů



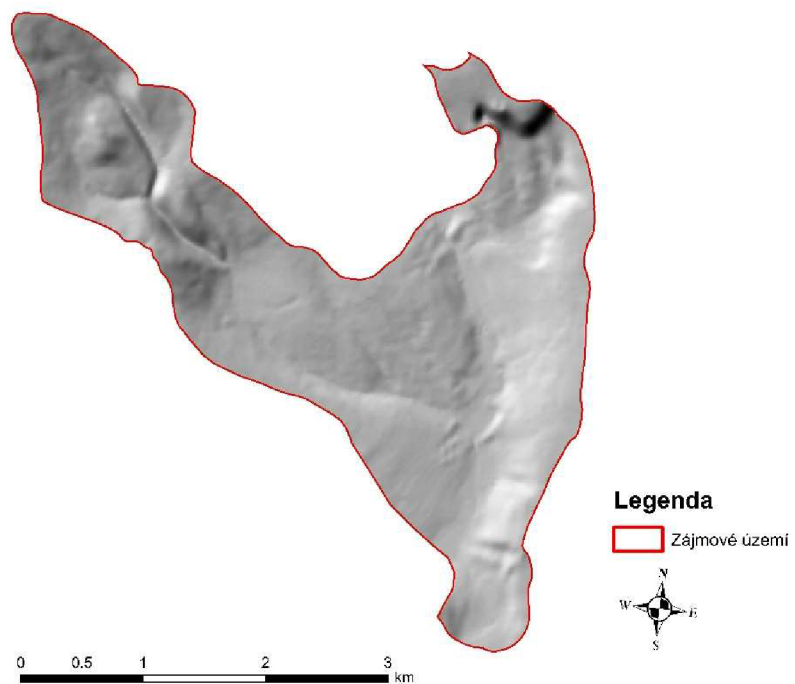
Obr. 10: Mapa geologických poměrů [12]

2.8 Sklonitostní poměry

Území je dostatečně členité, které má nejčastější sklonové poměry od 0% - 5% do 10% - 15% (viz Obr. 11).



Obr. 11: Mapa sklonitosti terénu



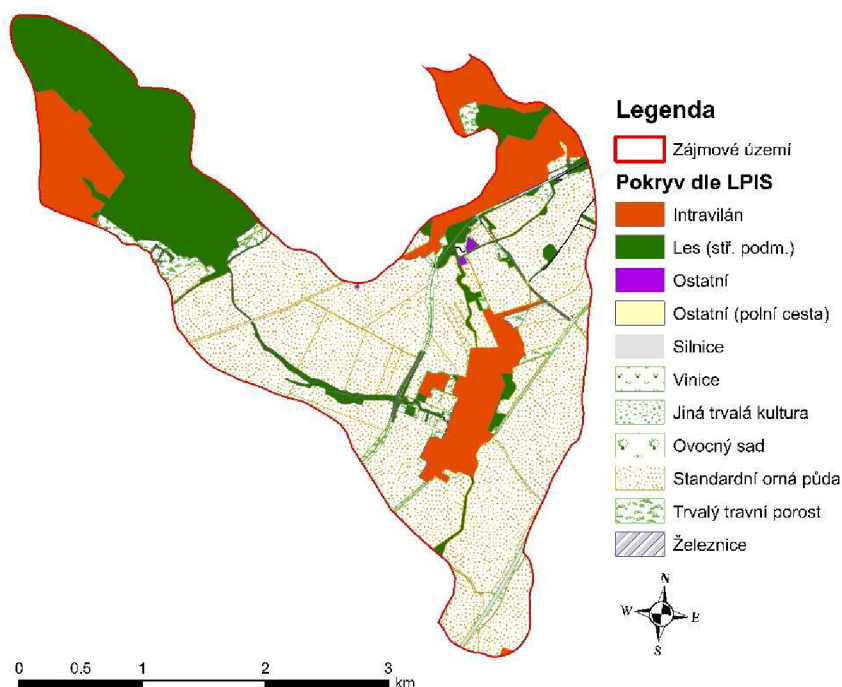
Obr. 12: Reliéf terénu

2.9 Krajinový pokryv

Krajinový pokryv území je klasifikován nejdříve podle vrstvy LPIS, pořízené ze serveru eAgri. Poté byl využit software ArcGis, ve kterém jsem pomocí funkce Editing doplnil po celém zájmovém území zbylý pokryv jakým je železnice, silnice aj. Mezi pokryvy má největší zastoupení standardní orná půda 55 % a les přibližně 23 %. Podrobnější zastoupení pokryvů je znázorněna v tabulce (viz Tab.13).

Tab. 13: Zastoupení pokryvů

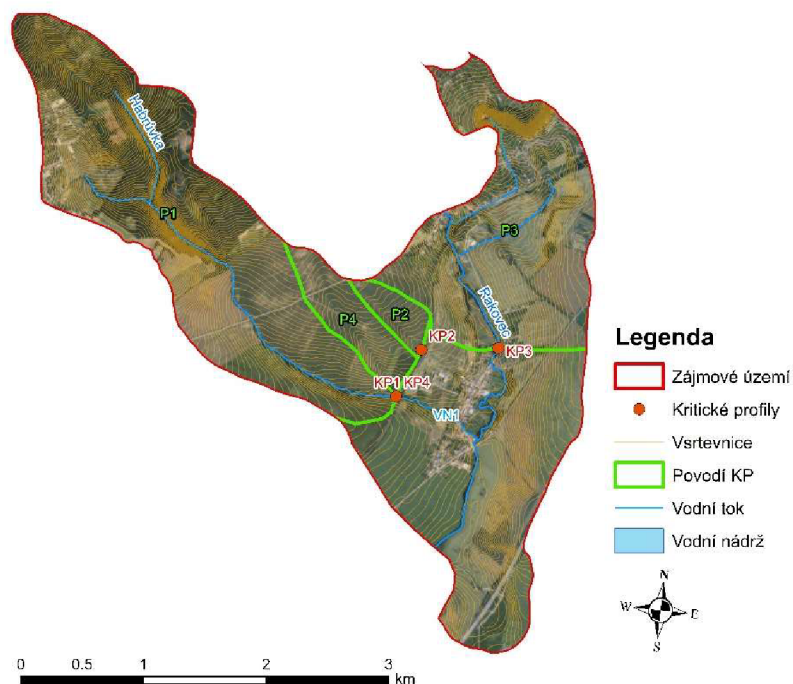
Krajinový pokryv	Plocha [km ²]	Zastoupení [%]
Intravilán	1.62	16.54
Jiná trvalá kultura	0.16	1.60
Les (stř. podm.)	2.17	22.18
Ostatní	0.01	0.14
Ostatní (polní cesta)	0.02	0.23
Ovocný sad	0.00	0.03
Silnice	0.09	0.90
Standardní orná půda	5.36	54.64
Trvalý travní porost	0.34	3.47
Vinice	0.00	0.04
Železnice	0.02	0.24



Obr. 13: Mapa krajinového pokryvu

2.10 Vymezení kritických profilů

Byly identifikovány celkem 4 kritické profily (KP). Kritické profily KP1, KP2 a KP4 jsem umístil na místě křížení DSO a železniční tratě, která tvoří překážku povrchovému odtoku. Povrchový odtok se poté potkává v kritickém profilu KP1 a KP4, které leží na trase vodního toku Habrůvka. Přes tento vodní tok je železnice vedena vysokým nadjezdem (viz Obr. 16), pod kterým vede polní cesta pod níž je převeden vodní tok propustkem (viz Obr. 15).



Obr. 14: Mapa vymezení kritických profilů a jejich sběrných ploch



Obr. 15: Foto dolní strany propustku



Obr. 16: Foto železničního nadjezdu nad vodním tokem (po pravé straně) a polní cestou (pohled po proudu)

3 POUŽITÉ METODY A PROGRAMY

3.1 Metoda určení čísla odtokových křivek – CN

Ke klasifikaci hodnot odtokových křivek CN se používá kombinace hydrologických skupin půd HSP (A, B, C, D a N) a kultury (např. standardní orná půda, intravilán, trvalý travní porost, atd.). Pro klasifikaci hodnot CN jsem použil dvě tabulky (viz Tab.14 a Tab. 15). Tabulku (Tab. 14) jsem spíše použil pro určení názvů pokryvu (viz Obr. 13) a taky proto, že se v ní nachází číslo CN pro hydrologickou skupinu půd s kódem N (plocha, kde neprobíhá eroze). A pro přesnější určení čísla CN, hlavně u standardní orné půdy, kde se projevují hydrologické podmínky a způsob obdělávání, jsem použil tabulku (Tab. 15). S těmito hodnotami jsem poté pracoval pro výpočet průtoků a objemů v programu DesQ.

Tab. 14: Kódy využití území a určení čísla CN [13]

	CN		HSP					
			A	B	C	D	N	
LPIS	2	lpis - orná půda	R	72	81	88	91	83
	3	lpis - chmelnice	C	72	81	88	91	83
	4	lpis - vinice	V	72	81	88	91	83
	6	lpis - ovocný sad	S	72	81	88	91	83
	7	lpis - travní porost	T	49	69	79	84	70
	9	lpis - jiná kultura	O	59	74	82	86	72
	99	lpis - zalesněno	L	45	66	77	83	67
lesy	21	les - porost bez rozlišení	LPOR	36	60	73	79	62
	22	les - bezlesí	LBEZ	45	66	77	83	68
	23	les - jiné pozemky (většinou lesní cesty)	LJIN	59	74	82	86	76
	24	les - ostatní	LOST	45	66	77	83	68
	26	les - porost st.1-dobré podm.	LPOR1	30	55	70	77	58
	27	les - porost st.2-střední podm.	LPOR2	36	60	73	79	62
28	les - porost st.3-špatné podm.	LPOR3	45	66	77	83	68	
ostatní	30	ostatní	OST	59	74	82	86	72
	31	intravilán	INT	59	74	82	86	75
	32	silnice, dálnice	SIL	98	98	98	98	98
	33	železnice vč. náspu	ZEL	59	74	82	86	75
	34	vodní plocha	VPL	-1	-1	-1	-1	-1
návrhy	141	záchytné průlehy	ZPRU	49	69	79	84	70
	142	protierozní meze	PMEZ	49	69	79	84	70
	161	vylouč. pěst. erozně nebezpečných plodin	VENP	63	75	83	87	77
	162	protierozní agrotechnik -širokoř. kultury	PEAGT	64	74	81	85	76
	163	vylouč. pěst. erozně nebezpečných plodin a	VENP2	60	72	80	83	74
	171	plošné TTP	TTP	49	69	79	84	70
	172	stabilizace drah soustředěného odtoku	SDSO	39	61	74	80	64
	173	zasakovací pásy	ZPAS	39	61	74	80	64
	174	ochranné pásy podél toků	OPTOK	49	69	79	84	70
	175	zatravnění na speciálních kulturách	TTPS	49	69	79	84	70
	210	lesnicko pěstební opatření	LPO	30	55	70	77	58
	340	nádrže	VN	-1	-1	-1	-1	-1
	350	ochranné nádrže	ON	-1	-1	-1	-1	-1
430	řízená inundace-zóny rozlivu	ZORO	49	69	79	84	70	

Tab. 15: Využití půdy a určení čísla CN [14]

Využití půdy	Způsob obdělávání	Hydrologické podmínky	Čísla odtokových křivek – CN podle hydrologických skupin půd			
			A	B	C	D
Úhor, čerstvě kypřený	Pz	Šp	77	86	91	94
		Dp	76	85	90	93
Širokořádkové plodiny (okopaniny)	Př	Šp	72	81	88	91
	Př	Db	67	78	85	89
	Př + Pz	Šp	71	80	87	90
	Př + Pz	Db	64	75	82	85
	Vř	Šp	70	79	84	88
	Vř	Db	65	75	82	86
	Vř + Pz	Šp	69	78	83	87
	Vř + Pz	Db	64	74	81	85
	Vř + Pr	Sp	66	74	80	82
	Vř + Pr	Db	62	71	78	81
	Vř + Pr + Pz	Šp	65	73	79	81
	Vř + Pr + Pz	Db	61	70	77	80
Úzkořádkové plodiny (obilniny)	Př	Šp	65	76	84	88
	Př	Db	63	75	83	87
	Př + Pz	Šp	64	75	83	86
	Př + Pz	Db	60	72	80	84
	Vř	Šp	63	74	82	85
	Vř	Db	61	73	81	84
	Vř + Pz	Šp	62	73	81	84
	Vř + Pz	Db	60	72	80	83
	Vř + Pr	Sp	61	72	79	82
	Vř + Pr	Db	59	70	78	81
	Vř + Pr + Pz	Šp	60	71	78	81
	Vř + Pr + Pz	Db	58	69	77	80
Víceleté pícniny, luštěniny	Př	Šp	66	77	85	89
	Př	Db	58	72	81	85
	Vř	Šp	64	75	83	85
	Vř	Db	55	69	78	83
	Vř + Pz	Šp	63	73	80	83
Vř + Pz	Db	51	67	76	80	
Pastviny s pokryvem	< 50 %	-	68	79	86	89
	50 - 75 %	-	49	69	79	84
	> 75 %	-	39	61	74	80
Louky	Sklizené	-	30	58	71	78
		-	48	67	77	83
Křoviny s pokryvem	< 50 %	-	35	56	70	77
	50 - 75 %	-	30	48	65	73
	> 75 %	-	30	48	65	73
Sady se zatravněným mezifadím		Šp	57	73	82	86
		Stř.	43	65	76	82
		Db	32	58	72	79
Lesy		Šp	45	66	77	83
		Stř.	36	60	73	79
		Db	30	55	70	77
Zemědělské dvory		-	59	74	82	86
Komunikace s příkopy	dřezdové, žvičné, makadamové, šterkové,		83	89	92	93
	nezpevněné, hliněné		76	85	89	91
			72	82	87	89
Nepropustné plochy			98	98	98	98

Výsvětlivky:

Pz posklizňové zbytky nejméně na 5 % povrchu po celý rok.

Př přímé řádky vedené bez ohledu na sklon pozemku, tedy i po spádnici.

Vř vrstevnicové řádky vedené přesně ve směru vrstevnic – konturově, při sklonu pozemku menším než 2 % je obdělávání napříč svahu v přímých řádcích rovnocenné vrstevnicovému.

Pr pásové pěstované plodiny a příčně situované průlehy na pozemku.

Db dobré hydrologické podmínky zvyšující infiltraci a snižující odtok, kdy je více než 20 % povrchu pokryto zbytky rostlin, tj. více než 850 kg.ha⁻¹ u širokořádkových plodin nebo 350 kg.ha⁻¹ u úzkořádkových plodin.

Stř střední hydrologické podmínky.

Šp špatné hydrologické podmínky omezující infiltraci vody do půdy a zvyšující odtok, s menším množstvím posklizňových zbytků než při Db.

3.2 ArcGis

ArcGIS je geografický informační systém určený pro práci s prostorovými daty. Může data vytvářet a spravovat, ale především je dokáže analyzovat, najít v nich nové vztahy a vše přehledně vizualizovat. Výsledky lze poté sdílet nejen ve formátu tradiční mapy, ale i jako interaktivní aplikace či přehledné reporty. [15]

Pro práci v tomto programu jsem nejvíce využíval funkce z nástroje **ArcToolbox**. Proto abych získal potřebná data např. eroze a sklonitosti, bylo nutné nejdříve převést vrstvy **shapefile** na **raster**, a to pomocí funkce **Feature to raster**. Například u eroze, kde bylo nutné pronásobit mezi sebou pět rasterů, se použila funkce **Raster calculator**. Pro tvorbu výstupů, u kterých bylo potřeba zjistit hodnotu rasteru pro shapefile, např. průměrný sklon svahu povodí, slouží funkce **Zonal statistic as table**, nebo pro procentuální zastoupení kategorií rasteru u shapefile **Zonal histogram**. Při potřebě různých, rychlých, úprav vrstvy shapefile se využívalo funkce **Clip**, **Merge**, **Union** aj.

Pro různé úpravy, doplnění vrstev shapefile se využívala funkce **Editing**. Sloužila také ale i k navrhování agrotechnických opatření a protierozních opatření.

3.3 Metoda pro stanovení kritických bodů (profilů)

Z podrobných analýz vyplývá, že rozhodující pro identifikaci ve vztahu k přívalovým srážkám problematických lokalit jsou následující charakteristiky. K výběru pak kritických lokalit (kritické body) jsou doporučena kombinovaná kritéria:

- K 1. velikost přispívající plochy $0,3 - 10,0 \text{ km}^2$,
- K 2. průměrný sklon přispívající plochy $\geq 3,5 \%$,
- K 3. podíl plochy orné půdy v povodí $\geq 40 \%$. [16]

Kombinace fyzicko-geografických podmínek, způsobů využití území, regionálních rozdílů krajinného pokryvu a potenciálního výskytu srážek extrémních hodnot (ve vazbě na synoptické podmínky) pro konkrétní přispívající plochy vyjadřuje ukazatel kritických podmínek vzniku negativních projevů povodní z přívalových srážek $F [-]$. Navržen je ve tvaru doplněný vahami relevantních veličin, neboť např. zesilující účinek podílu orné půdy v povodí se očekává obecně vyšší než v případě průměrného sklonu přispívající plochy. Mezní hodnota ukazatele F tvoří čtvrtou podmínku kritéria:

- K 4. ukazatel kritických podmínek $\geq 1,85$. [16]

3.4 DesQ – MaxQ

Hydrologický model **DesQ** byl vytvořen prof. Hrádkem v roce 1997. V roce 2000 byl aktualizován na základě připomínek uživatelů a nového výzkumu autorů. Aktualizovaná verze nese název **DesQ – MaxQ**. Zkratka DesQ znamená návrhový průtok, MaxQ potom maximální průtok, v souvislosti s průchodem povodňových vln. Model je určen pro povodí typu otevřené knihy, do velikosti 10 km². V případě větších povodí lze model použít na menších subpovodích. Jak z charakteristiky vyplývá, model je určen pro neměřená malá povodí. K jeho aplikaci tak nepotřebujeme žádné údaje o průtocích a vodních stavech na drobných vodních tocích. Svým charakterem se jedná o „black-box“ deterministický model, je tak vhodný pro užívání v geografii bez speciálních znalostí hydrodynamiky a hydrauliky. Je k dispozici nejnovější verze modelu 6.0. Model lze využít pro:

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

3.5 USLE 2D

Faktory L a S jsou často počítány dohromady jako součin LS. V současnosti existuje software pro automatický výpočet LS-faktoru z digitálních dat GIS s využitím programů ArcGIS a USLE 2D. Program USLE 2D pracuje pouze s daty ve formátu Idrisi. Proto se musí provést vlastní převod dat do formátu Idrisi (*.rst). Existuje převodní program LS-converter na převod dat z ArcGIS do Idrisi a zpět. Vstupní data:

- **DMT** (rastrová vrstva - vyhlazený model terénu – jeho rozsah musí být upravený tak, aby byla počítána i vnější voda vtékající do zájmového území)
- **Parcel** (shapefile - erozně hodnocené plochy, ve cvičení může posloužit upravená vrstva LPIS tak, aby byly do výpočtu zahrnuty veškeré plochy, na kterých probíhá erozní smyv i s bariérami) [13]

3.6 LS Converter

Jednoduchý nástroj na převod mezi formátem *.asc a *.rst (slouží např. k přípravě dat pro model WaTEM/SEDEM v ArcGIS; přípravě podkladů pro USLE2D apod). [18]

3.7 Dimenzov

Software slouží k provedení výpočtu základních parametrů průtočného profilu liniových záchytných a svodných prvků přírodě blízkých protierozních a protipovodňových opatření. [19]

3.8 Autocad

Tento program od společnosti Autodesk pro projektování a konstruování umí samozřejmě hodně i 3D, ale pro 3D projektování spíše neslouží (ať už strojařské nebo stavařské). K tomu slouží další rozšířené programy pro práci s 3D (Inventor, Revit, atd...). První AutoCAD vyšel v roce 1982 a od té doby prošel spousty vylepšeními. Na jeho jádru byla následně Autodeskem vyvinuta celá řada dalších rozšiřujících nadstavbových aplikací (např. AutoCAD Civil 3D, AutoCAD Plant, atd...). [20]

3.9 Metoda výpočtu erozního smyvu – Rovnice Wischmeier-Smith

Výpočet ztráty půdy vodní erozí rovnicí Wischmeier-Smith:

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

- kde:
- G je průměrná dlouhodobá ztráta půdy [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$],
 - R faktor erozní účinnosti dešťů, vyjádřený v závislosti na kinetické energii, úhrnu a intenzitě erozně nebezpečných dešťů,
 - K faktor erodovatelnosti půdy, vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty v ornici a propustnosti půdního profilu,
 - L faktor sklonu svahu, vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty půdy erozí,
 - S faktor sklonu svahu, vyjadřující vliv sklonu na velikost ztráty půdy erozí,
 - C faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu, vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice,
 - P faktor účinnosti protierozních opatření. [14]

3.9.1 Faktor erozní účinnosti dešťů – R

Průměrná hodnota R faktoru pro Českou Republiku:

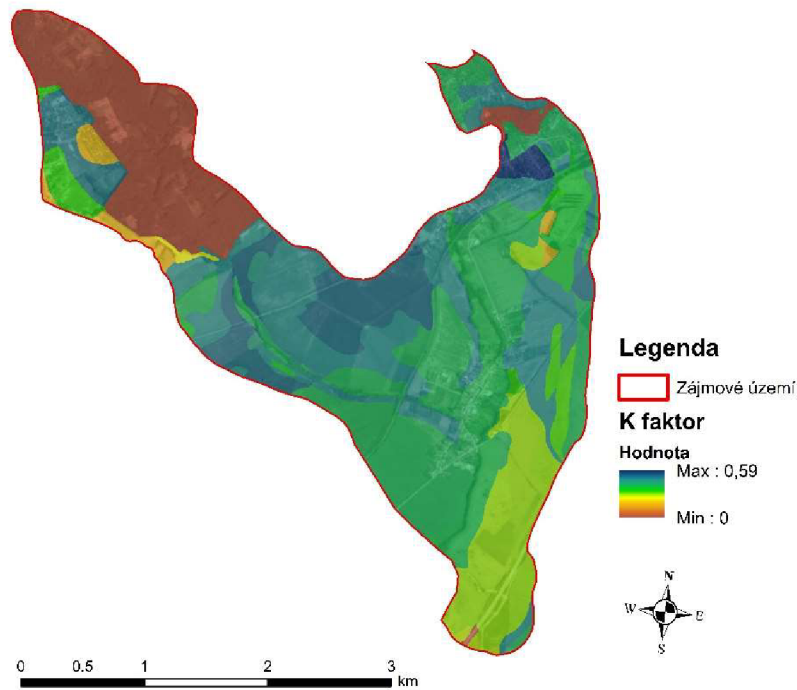
$$R = 40 [MJ. ha^{-1}.cm.h^{-1}] [14]$$

3.9.2 Faktor erodovatelnosti půdy – K

K přibližnému určení hodnoty faktoru K použijeme HPJ (hodnotu 2. a 3. čísla kódu BPEJ). K převodu HPJ na faktor K se využívá tabulka (Tab. 16). [14]

Tab. 16: Převodní tabulka HPJ na faktor K (i na HSP) [14]

HPJ	K	HSP2	HPJ	K	HSP2	HPJ	K	HSP2
1	0,41	B	27	0,34	B	53	0,38	D
2	0,46	B	28	0,29	B	54	0,40	D
3	0,35	C	29	0,32	B	55	0,25	A
4	0,16	A	30	0,23	B	56	0,40	B
5	0,28	A	31	0,16	A	57	0,45	C
6	0,32	C	32	0,19	A	58	0,42	C
7	0,26	D	33	0,31	B	59	0,35	D
8	0,49	B	34	0,26	B	60	0,31	B
9	0,60	B	35	0,36	B	61	0,32	D
10	0,53	B	36	0,26	B	62	0,35	C
11	0,52	B	37	0,16	B	63	0,31	D
12	0,50	B	38	0,31	B	64	0,40	C
13	0,54	B	39	-1	C	65	-1	C
14	0,59	B	40	0,24	B	66	-1	D
15	0,51	B	41	0,33	B	67	0,44	D
16	0,51	B	42	0,56	B	68	0,49	D
17	0,40	A	43	0,58	B	69	-1	D
18	0,24	B	44	0,56	C	70	0,41	D
19	0,33	B	45	0,54	C	71	0,47	D
20	0,28	D	46	0,47	C	72	0,48	D
21	0,15	A	47	0,43	C	73	0,48	D
22	0,24	B	48	0,41	C	74	-1	D
23	0,25	C	49	0,35	D	75	-1	C
24	0,38	B	50	0,33	C	76	-1	D
25	0,45	B	51	0,26	C	77	-1	C
26	0,41	B	52	0,37	C	78	-1	C



Obr. 17: Mapa K faktoru

3.9.3 Faktor délky a sklonu svahu – L a S

Nepřerušená délka svahu je měřena od rozvodnice, nebo od horní hrany pozemku, vždy však od prvku přerušujícího povrchový odtok (průleh, cesta s příkopem, apod.). Orientační hodnoty faktoru LS lze získat využitím nástroje ArcGis, LS-converter a USLE 2D. [14]

3.9.3.1 Faktor délky svahu – L

Intenzita eroze se zvyšuje s rostoucí délkou svahu, která je definována jako horizontální vzdálenost od místa vzniku povrchového odtoku k bodu, kde se sklon svahu snižuje natolik, že dochází k ukládání erodovaného materiálu nebo se plošný odtok soustředí do odtokové dráhy. Hodnota faktoru délky L se stanoví ze vztahu Wischmeiera a Smitha (1978) se zahrnutím přístupu použitého v tzv. RUSLE (Revidované universální rovnice ztráty půdy), (RENARD et al., 1997) ze vztahu:

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

- Kde: 22,13 je délka standardního pozemku [m],
 l horizontální projekce délky svahu (uvažuje se nepřerušená délka svahu); není to vzdálenost rovnoběžná s povrchem půdy [m],
 m exponent sklonu svahu vyjadřující náchylnost svahu k tvorbě rýžkové eroze. [14]

Tab. 17: Hodnoty exponentu sklonu m v závislosti na sklonu a poměru rýžkové eroze k erozi plošné (RENARD a kol., 1997 [14])

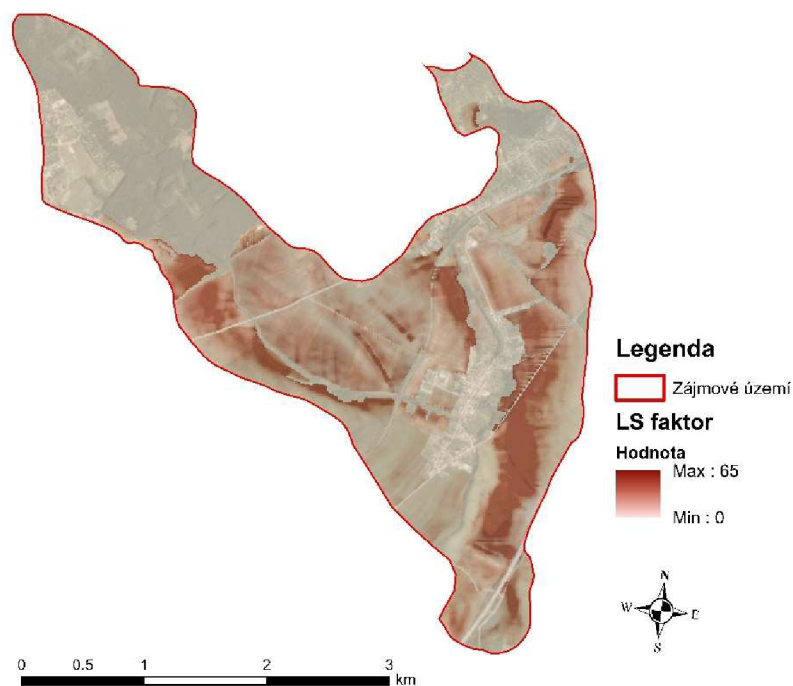
Sklon svahu (%)	Poměr mezi rýžkovou a plošnou erozí			Sklon svahu (%)	Poměr mezi rýžkovou a plošnou erozí		
	Nízký	Střední	Vysoký		Nízký	Střední	Vysoký
0,2	0,02	0,04	0,07	12,0	0,37	0,55	0,71
0,5	0,04	0,08	0,16	14,0	0,40	0,57	0,72
1,0	0,08	0,15	0,26	16,0	0,41	0,59	0,74
2,0	0,14	0,24	0,39	20,0	0,44	0,61	0,76
3,0	0,18	0,31	0,47	25,0	0,47	0,64	0,78
4,0	0,22	0,36	0,53	30,0	0,49	0,66	0,79
5,0	0,25	0,40	0,57	40,0	0,52	0,68	0,81
6,0	0,28	0,43	0,60	50,0	0,54	0,70	0,82
8,0	0,32	0,48	0,65	60,0	0,55	0,71	0,83
10,0	0,35	0,52	0,68				

3.9.3.2 Faktor sklonu svahu – S

Ztráta půdy se zvyšuje se vzrůstajícím sklonem svahu, a to rychleji než je tomu u délky svahu. Pro vyjádření proměnného sklonu svahu, lze rozdělit svah na 10 stejně dlouhých úseků a faktor sklonu svahu S stanovit jako průměr faktoru S dílčích úseků. Výsledná hodnota se stanoví od nejvyšší polohy S1 po nejnižší S10 ze vztahu:

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

Kde: S_i je hodnota faktoru S pro i -tý úsek svahu [14]



Obr. 18: Mapa LS faktoru

3.9.4 Faktor ochranného vlivu vegetace – C

Ochranný vliv vegetace je přímo úměrný pokryvnosti a hustotě porostu v době výskytu přívalových dešťů (měsíc duben – září). Proto dokonalou protierozní ochranu představují porosty trav a jetelovin, zatímco běžným způsobem pěstované širokořádkové plodiny (kukuřice, okopaniny, sady vinice) chrání půdu nedostatečně. [14]

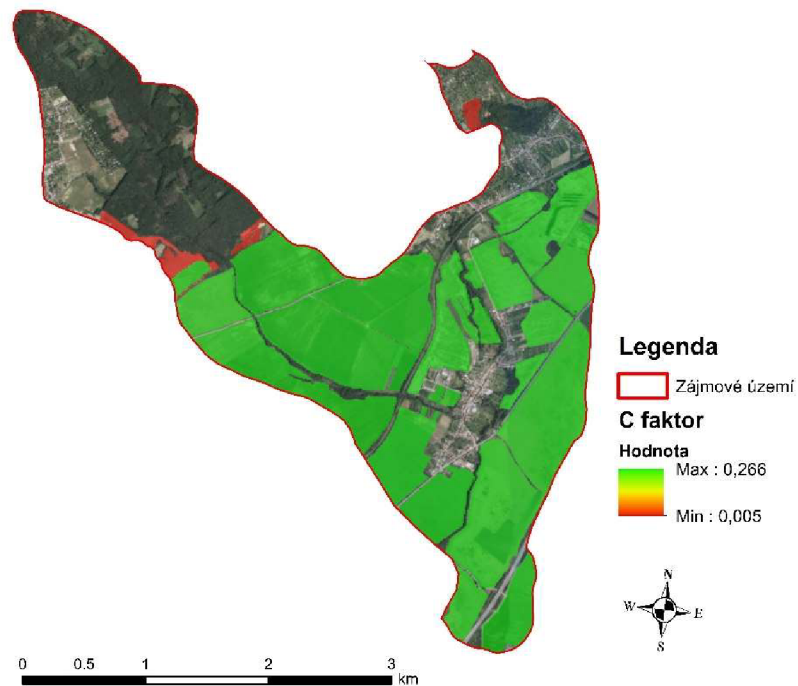
Pro stanovení C faktoru využijeme hodnot C faktoru dle klimatického regionu uvedených v (Tab. 18.). Zde jako kód 2 jsou brány také kódy 10, 11 a 12. Klimatický region, který je v zájmovém území, je uveden v BPEJ. [14]

Tab. 18: Průměrné roční hodnoty faktoru C pro jednotlivé klimatické regiony [14]

Klimatický region	Hodnoty faktoru C
	orná půda
0	0,291
1	0,278
2	0,266
3	0,254
4	0,241
5	0,229
6	0,216
7	0,204
8	0,192
9	0,179

Pro stanovení C faktoru pro ostatní kultury zvolíme tyto hodnoty (Janeček, 2012):

- Kódy: 3, 4, 5, 6 => C = 0,44
- Kódy: 7, 9 => C = 0,005
- Kódy: 91, 98, 99 => C = 0,001



Obr. 19: Mapa C faktoru

3.9.5 Faktor účinnosti protierozních opatření

Jesliže na pozemku nejsou uplatněna opatření, nebo nelze předpokládat, že by byly dodrženy uvedené podmínky maximálních délek a počtů pásů, nelze s účinností opatření vyjádřených hodnotami faktoru P počítat, a proto se hodnota faktoru P = 1. [14]

Tab. 19: Hodnoty P-faktoru při vrstevnicovém obdělávání [21]

Sklon [°]	0 - 4,00	4,01 - 6,00	6,01 - 8,00	8,01 - 10,00	> 10,01
P - faktor	0,6	0,7	0,8	0,9	1

Tab. 20: Hodnoty P-faktoru při hrázkování, respektive přerušované brázdování podél vrstevnic [21]

Sklon [°]	0 - 4,00	4,01 - 6,00	6,01 - 8,00	8,01 - 10,00	10,00-12,00	> 12,01
P - faktor	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5

4 POPIS VARIANT

4.1 Stávající stav (Bez opatření)

4.1.1 Eroze

Při výpočtu erozního smyvu se pracovalo s erozně hodnocenými plochami (EHP), které mají plochu větší než **2 ha**. U faktoru erozní účinnosti deště R se u stávajícího stavu počítá s hodnotou pro Českou Republiku $R = 40$. V této variantě “bez opatření” se především uvažuje, že na těchto plochách nejsou uplatněna žádná protierozní opatření a opatření ovlivňující ochranný vliv vegetace. Tam, kde nejsou žádná protierozní opatření, a ani dodrženy podmínky maximálních délek a počtů pásů ovlivňují faktor P, se proto podle (Janeček a kol., 2012) $P = 1$. Jelikož faktor ochranného vlivu vegetace C nebyl upraven, jeho hodnota zůstává stále svázána s klimatickým regionem (viz Tab. 18, Obr. 19).

4.1.2 CN

Hodnoty odtokových křivek CN se především počítaly ke stanoveným sběrným plochám kritických profilů (KP) (viz Obr. 14). Ve variantě “bez opatření” se uvažuje s běžným způsobem obdělávání (Př) (tzn. přímé řádky vedené bez ohledu na sklon pozemku, tedy i po spádnicí (viz Tab. 15)) a se špatnými hydrologickými podmínkami (Šp) (tzn. špatné hydrologické podmínky omezující infiltraci vody do půdy a zvyšující odtok, s malým množstvím posklizňových zbytků (viz Tab. 15)). Tyto varianty měly vliv také na dimenzování zasakovacích průlehů nacházejících se mimo KP.

4.1.3 DesQ

U výpočtu maximálních (kulminačních) průtoků se při stávajícím stavu počítá s původními daty 1- denního maximálního srážkového úhrnu od stanice Brno – Husovice (viz Tab. 21).

Tab. 21: 1- denního maximální srážkový úhrn (Brno – Husovice)

N [rok]	H _s [mm]
5	45.8
10	53.8
20	62.1
50	72.3
100	80.2

4.2 Stávající stav (S opatřením)

4.2.1 Eroze

Při výpočtu erozního smyvu se opět pracovalo s erozně hodnocenými plochami (EHP), které mají plochu větší než 2 ha.

Ve variantě “s opatřením” se zde už uvažuje, že na plochách EHP, nejvíce ohrožených erozí, jsou aplikována protierozní opatření a opatření ovlivňující ochranný vliv vegetace, nebo jejich kombinace. Všechny tyto možnosti jsou doprovázené dobrými hydrologickými podmínkami (Db) (tzn. dobré hydrologické podmínky zvyšující infiltraci a snižující odtok, kdy je více než 20 % povrchu pokryto zbytky rostlin, tj. více než 850 kg/ha u širokořádkových plodin, nebo 305 kg/ha u úzkořádkových plodin (viz Tab. 15)).

V prvním případě aplikovaného opatření se jednalo o kombinaci vrstevnicového způsobu obdělávání společně s posklizňovými zbytky (Vř + Pz, Db) (tzn. vrstevnicové řádky vedené přesně ve směru vrstevnic + posklizňové zbytky nejméně 5 % povrchu po celý rok (viz Tab. 15)). Toto opatření bylo aplikováno celkem na 14-ti plochách EHP pod označením ORG. Vrstevnicové obdělávání mělo z hlediska výpočtu eroze vliv na zvýšení faktoru účinku protierozních opatření P na **0,8** a na zlepšení ochranného vlivu vegetace C na **0,06**.

V druhém případě se na 9-ti dalších plochách EHP, též pod označením ORG, se využilo aplikace běžného způsobu obdělávání, které ale nemělo žádný vliv na opatření, s posklizňovými zbytky (Př + Pz, Db). Toto opatření posklizňových zbytků pouze zvětšilo faktor ochranného vlivu vegetace C na **0,06**.

Zmíněné plochy EHP pod označením ORG jsou vypsány v tabulce (Tab. 22). Mezi nimi jsou i 3 plochy EHP, u kterých se uvažuje vrstevnicový způsob obdělávání, jenž zde zvýšilo účinnost faktoru P na **0,8**.

Tab. 22: Přehled výměr navržených agrotechnických a organizačních opatření

EHP	Ozn.	Plocha		C faktor	Opatření pro CN	C faktor s opatřením	P faktor
		[ha]	[km ²]				
EHP1	ORG1	15.57	0.16	0.266	Vř+Pz dobré	0.06	0.8
EHP2	ORG2	11.46	0.11	0.266	Př+Pz dobré	0.06	1
EHP3	ORG3	17.91	0.18	0.266	Vř+Pz dobré	0.06	0.8
EHP4	ORG4	3.98	0.04	0.266	Př+Pz dobré	0.06	1
EHP5	ORG5	27.54	0.28	0.266	Vř+Pz dobré	0.06	0.8
EHP6		26.07	0.26	0.266		0.266	0.8
EHP7	ORG6	2.84	0.03	0.266	Př+Pz dobré	0.06	1
EHP9	ORG7	3.35	0.03	0.266	Př+Pz dobré	0.06	1
EHP10	ORG8	55.92	0.56	0.266	Vř+Pz dobré	0.06	0.8
EHP12	ORG9	20.50	0.21	0.266	Vř+Pz dobré	0.06	0.8
EHP13	ORG10	12.05	0.12	0.266	Vř+Pz dobré	0.06	0.8
EHP14	ORG11	20.00	0.20	0.266	Vř+Pz dobré	0.06	0.8
EHP15	ORG12	37.54	0.38	0.266	Př+Pz dobré	0.06	1
EHP16	ORG13	26.08	0.26	0.266	Vř+Pz dobré	0.06	0.8
EHP17	ORG14	5.85	0.06	0.266	Vř+Pz dobré	0.06	0.8
EHP19	ORG15	4.59	0.05	0.266	Vř+Pz dobré	0.06	0.8
EHP23	ORG16	27.64	0.28	0.266	Př+Pz dobré	0.005	1
EHP24	ORG17	16.58	0.17	0.266	Vř+Pz dobré	0.06	0.8
EHP25	ORG18	5.49	0.05	0.266	Př+Pz dobré	0.06	1
EHP26	ORG19	7.32	0.07	0.266	Vř+Pz dobré	0.06	0.8
EHP27		9.26	0.09	0.266		0.266	0.8
EHP28	ORG20	16.49	0.16	0.266	Př+Pz dobré	0.06	1
EHP29	ORG21	18.76	0.19	0.266	Vř+Pz dobré	0.06	0.8
EHP32		22.55	0.23	0.266		0.266	0.8
EHP34	ORG22	20.13	0.20	0.266	Př+Pz dobré	0.06	1
EHP35	ORG23	51.28	0.51	0.266	Vř+Pz dobré	0.06	0.8

4.2.2 CN

Hodnoty odtokových křivek CN byly pro 14 ploch EHP klasifikovány podle (Vř + Pz, Db), pro 9 ploch EHP podle (Př + Pz, Db) (viz Tab. 15) a u 3 ploch EHP podle (Vř, Šp). Tyto hodnoty CN na EHP měly poté vliv na zonální statistiku pro kritické profily.

4.3 Klimatická změna (Bez opatření)

4.3.1 Eroze

U této varianty pro erozní smyv se uvažuje pouze se změnou faktoru erozní účinnosti deště R , který se po přenásobení koeficientem **1,310234** pro klimatickou změnu zvětší podle poslední studie, pro povodí toku Rakovec, na **$R = 52$** .

4.3.2 DesQ

Maximální (kulminační) průtoky se při této variantě zvýší přenásobením původních dat 1- denního maximálního srážkového úhrnu od stanice Brno – Husovice koeficienty pro klimatickou změnu, které byly určeny podle poslední studie (viz Tab. 2).

Tab. 23: 1- denního maximální srážkový úhrn (Brno – Husovice) pro klimatickou změnu

N [rok]	H_s [mm]	koef.	$H_{s, (KZ)}$ [mm]
5	45.8	1.135468	52.0
10	53.8	1.140791	61.4
20	62.1	1.146734	71.2
50	72.3	1.154313	83.5
100	80.2	1.160497	93.1

4.4 Klimatická změna (S opatřením)

4.4.1 Eroze

Tato varianta pro erozi je shodná kapitolou 4.3.1 s přispětím opatření popsaném v kapitole 4.2.1.

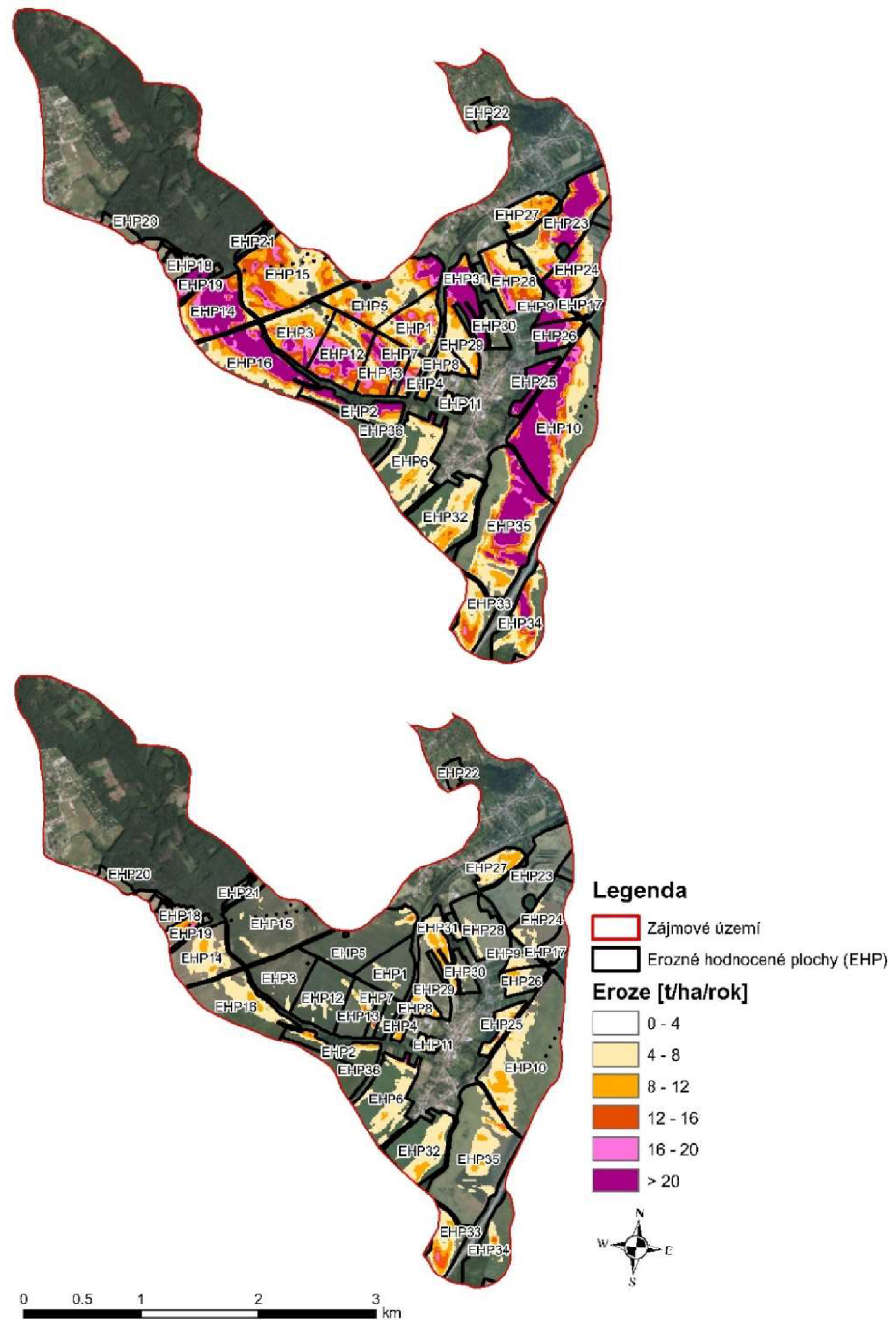
4.4.2 DesQ

Výpočet maximálního (kulminačního) průtoky je shodný s postupem v kapitole 4.3.2 jen s tím rozdílem, že do toho vstupují hodnoty odtokových křivek CN po aplikování opatření.

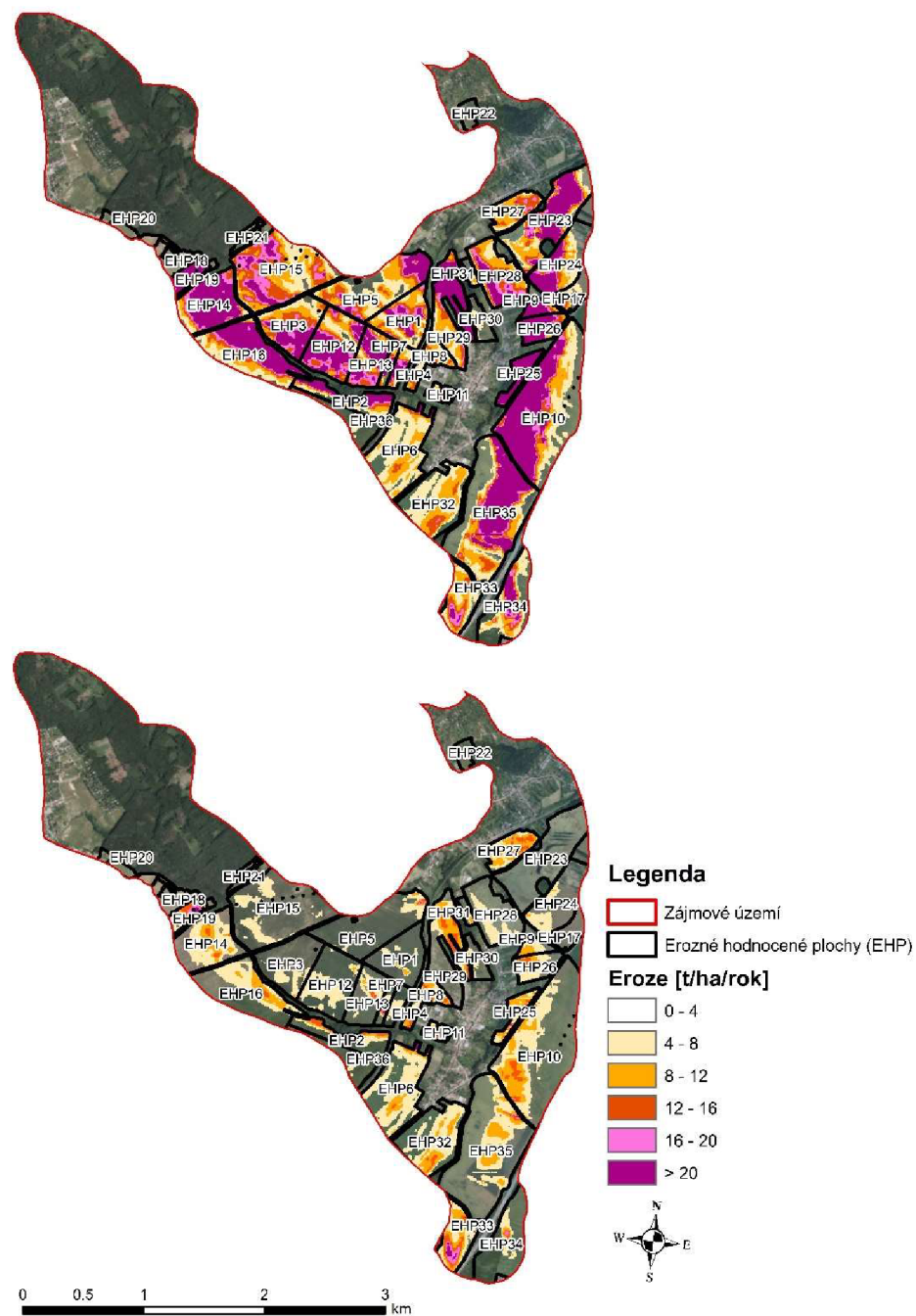
5 VYHODNOCENÍ

5.1 Eroze

Při pohledu na obrázek (Obr. 20 a Obr. 21) je možno s jistotou říct, že zde použita protierozní opatření na určitých plochách EHP prokázala svoji účinnost. Po návrhu protierozních opatření došlo na plochách EHP u obou variant k výraznému poklesu celkového smyvu u (SS) téměř o **5800 t/rok** a u (KZ) o **7500 t/rok** (viz Tab 26).



Obr. 20: Mapa eroze při stávajícím stavu bez opatření (nahore) a s opatřením (dole)



Obr. 21: Mapa eroze při klimatické změně bez opatření (nahore) a s opatřením (dole)

Tab. 24: Histogram eroze s průměrnou hodnotou eroze pro stávající stav

Stávající stav								
EHP	Procentní podíl intervalu hodnot G [t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]						Eroze bez opatření [t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	Eroze s opatřením [t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]
	0 - 4	4 - 8	8 - 12	12 - 16	16 - 20	> 20		
	[%]							
EHP1	7	37	23	17	8	9	10.97	1.98
EHP2	20	20	11	7	4	36	18.11	4.09
EHP3	9	22	26	22	16	6	11.37	2.05
EHP4	9	31	14	16	20	10	11.54	2.60
EHP5	19	32	21	11	7	9	11.11	2.00
EHP6	33	55	7	1	1	2	7.47	5.97
EHP7	3	34	24	26	3	10	13.09	3.25
EHP8	23	51	21	5	0	0	6.33	6.33
EHP9	0	14	11	11	12	52	20.94	4.72
EHP10	26	17	6	8	7	36	17.82	3.22
EHP11	11	65	19	5	0	0	6.70	6.70
EHP12	6	15	18	21	25	16	14.00	2.53
EHP13	1	13	22	29	19	15	15.79	2.85
EHP14	3	10	9	12	13	53	22.85	4.12
EHP15	7	30	31	24	7	2	10.52	2.37
EHP16	9	22	13	9	8	40	20.99	3.79
EHP17	51	17	6	9	5	11	9.47	1.71
EHP18	100	0	0	0	0	0	0.40	0.40
EHP19	0	0	0	2	8	91	49.75	8.98
EHP20	100	0	0	0	0	0	0.05	0.05
EHP21	100	0	0	0	0	0	0.30	0.30
EHP22	99	1	0	0	0	0	0.39	0.39
EHP23	18	20	14	9	6	32	20.15	0.38
EHP24	26	22	11	10	10	22	12.04	2.17
EHP25	0	0	2	3	10	85	30.91	6.97
EHP26	0	6	12	9	9	65	28.13	5.08
EHP27	10	39	40	9	1	0	8.18	6.55
EHP28	4	30	25	23	12	5	11.01	2.48
EHP29	2	27	16	7	5	43	23.58	4.26
EHP30	81	19	0	0	0	0	2.42	2.42
EHP31	80	20	0	0	0	0	2.82	2.82
EHP32	44	42	12	1	0	1	7.31	5.85
EHP33	17	45	24	10	2	3	9.11	9.11
EHP34	43	23	11	7	4	11	10.13	2.28
EHP35	30	18	12	6	6	28	14.20	2.56
EHP36	91	2	2	1	0	4	7.84	7.84

Tab. 25: Histogram eroze s průměrnou hodnotou eroze pro klimatickou změnu

Klimatická změna								
EHP	Procentní podíl intervalu hodnot G [t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]						Eroze bez opatření	Eroze s opatřením
	0 - 4	4 - 8	8 - 12	12 - 16	16 - 20	> 20	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]
	[%]							
EHP1	2	23	28	16	13	19	14.26	2.57
EHP2	11	22	11	8	5	42	23.54	5.31
EHP3	5	16	17	20	17	25	14.78	2.67
EHP4	1	26	20	8	13	33	15.01	3.38
EHP5	14	24	22	14	8	17	14.44	2.61
EHP6	15	54	23	4	1	3	9.71	7.76
EHP7	0	17	30	16	19	18	17.02	4.23
EHP8	14	47	21	14	4	1	8.23	8.23
EHP9	0	8	9	8	8	66	27.23	6.14
EHP10	19	18	9	5	6	44	23.17	4.18
EHP11	4	52	27	13	4	0	8.72	8.72
EHP12	2	11	13	15	16	44	18.20	3.28
EHP13	0	6	14	18	22	40	20.52	3.70
EHP14	1	9	5	8	9	69	29.71	5.36
EHP15	2	21	22	25	19	10	13.67	3.08
EHP16	3	20	12	9	7	49	27.28	4.92
EHP17	41	23	7	4	7	18	12.31	2.22
EHP18	100	0	0	0	0	0	0.52	0.52
EHP19	0	0	0	0	1	99	64.67	11.67
EHP20	100	0	0	0	0	0	0.06	0.06
EHP21	100	0	0	0	0	0	0.38	0.38
EHP22	99	1	0	0	0	0	0.51	0.51
EHP23	14	14	16	9	7	39	26.19	0.49
EHP24	22	17	13	8	8	32	15.65	2.82
EHP25	0	0	0	2	3	95	40.18	9.06
EHP26	0	2	8	8	7	75	36.57	6.60
EHP27	5	20	40	26	7	1	10.64	8.51
EHP28	1	18	24	19	18	20	14.31	3.23
EHP29	0	16	19	10	5	49	30.66	5.53
EHP30	72	24	5	0	0	0	3.15	3.15
EHP31	71	22	7	0	0	0	3.67	3.67
EHP32	24	42	26	7	0	1	9.50	7.60
EHP33	8	33	32	13	8	6	11.84	11.84
EHP34	35	24	12	8	6	16	13.16	2.97
EHP35	27	13	12	8	4	35	18.47	3.33
EHP36	82	10	0	2	1	4	10.19	10.19

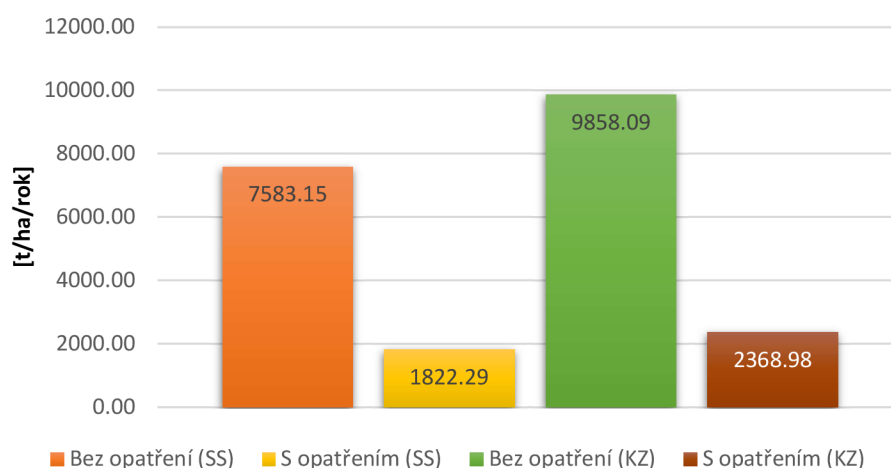
Tab. 26: Celková hodnota eroze pro stávající stav

Stávající stav					
EHP	Plocha	Průměrný smyv		Celkový smyv	
		Eroze bez opatření	Eroze s opatřením	Eroze bez opatření	Eroze s opatřením
	[ha]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]
EHP1	15.57	10.97	1.98	170.80	30.82
EHP2	11.46	18.11	4.09	207.54	46.81
EHP3	17.91	11.37	2.05	203.61	36.74
EHP4	3.98	11.54	2.60	45.94	10.36
EHP5	27.54	11.11	2.00	305.96	55.21
EHP6	26.07	7.47	5.97	194.62	155.70
EHP7	2.84	13.09	3.25	37.19	9.24
EHP8	7.10	6.33	6.33	44.93	44.93
EHP9	3.35	20.94	4.72	70.16	15.83
EHP10	55.92	17.82	3.22	996.75	179.86
EHP11	2.65	6.70	6.70	17.77	17.77
EHP12	20.50	14.00	2.53	287.05	51.80
EHP13	12.05	15.79	2.85	190.21	34.32
EHP14	20.00	22.85	4.12	457.05	82.48
EHP15	37.54	10.52	2.37	394.86	89.07
EHP16	26.08	20.99	3.79	547.34	98.77
EHP17	5.85	9.47	1.71	55.41	10.00
EHP18	7.47	0.40	0.40	2.99	2.99
EHP19	4.59	49.75	8.98	228.33	41.20
EHP20	2.88	0.05	0.05	0.13	0.13
EHP21	2.67	0.30	0.30	0.79	0.79
EHP22	2.93	0.39	0.39	1.15	1.15
EHP23	27.64	20.15	0.38	556.88	10.47
EHP24	16.58	12.04	2.17	199.59	36.02
EHP25	5.49	30.91	6.97	169.68	38.27
EHP26	7.32	28.13	5.08	205.89	37.15
EHP27	9.26	8.18	6.55	75.78	60.62
EHP28	16.49	11.01	2.48	181.56	40.95
EHP29	18.76	23.58	4.26	442.43	79.84
EHP30	4.49	2.42	2.42	10.88	10.88
EHP31	2.10	2.82	2.82	5.93	5.93
EHP32	22.55	7.31	5.85	164.84	131.87
EHP33	11.87	9.11	9.11	108.12	108.12
EHP34	20.13	10.13	2.28	203.82	45.97
EHP35	51.28	14.20	2.56	728.39	131.44
EHP36	8.77	7.84	7.84	68.77	68.77
Σ =				7583.15	1822.29

Tab. 27: Celková hodnota eroze pro klimatickou změnu

Klimatická změna					
EHP	Plocha	Průměrný smyv		Celkový smyv	
		Eroze bez opatření	Eroze s opatřením	Eroze bez opatření	Eroze s opatřením
	[ha]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]
EHP1	15.57	14.26	2.57	222.03	40.07
EHP2	11.46	23.54	5.31	269.81	60.86
EHP3	17.91	14.78	2.67	264.70	47.77
EHP4	3.98	15.01	3.38	59.72	13.47
EHP5	27.54	14.44	2.61	397.74	71.77
EHP6	26.07	9.71	7.76	253.01	202.41
EHP7	2.84	17.02	4.23	48.34	12.01
EHP8	7.10	8.23	8.23	58.41	58.41
EHP9	3.35	27.23	6.14	91.21	20.57
EHP10	55.92	23.17	4.18	1295.77	233.82
EHP11	2.65	8.72	8.72	23.10	23.10
EHP12	20.50	18.20	3.28	373.16	67.34
EHP13	12.05	20.52	3.70	247.27	44.62
EHP14	20.00	29.71	5.36	594.16	107.22
EHP15	37.54	13.67	3.08	513.32	115.79
EHP16	26.08	27.28	4.92	711.55	128.40
EHP17	5.85	12.31	2.22	72.03	13.00
EHP18	7.47	0.52	0.52	3.89	3.89
EHP19	4.59	64.67	11.67	296.83	53.56
EHP20	2.88	0.06	0.06	0.17	0.17
EHP21	2.67	0.38	0.38	1.03	1.03
EHP22	2.93	0.51	0.51	1.49	1.49
EHP23	27.64	26.19	0.49	723.94	13.61
EHP24	16.58	15.65	2.82	259.46	46.82
EHP25	5.49	40.18	9.06	220.58	49.75
EHP26	7.32	36.57	6.60	267.66	48.30
EHP27	9.26	10.64	8.51	98.51	78.81
EHP28	16.49	14.31	3.23	236.03	53.24
EHP29	18.76	30.66	5.53	575.16	103.79
EHP30	4.49	3.15	3.15	14.15	14.15
EHP31	2.10	3.67	3.67	7.71	7.71
EHP32	22.55	9.50	7.60	214.30	171.44
EHP33	11.87	11.84	11.84	140.56	140.56
EHP34	20.13	13.16	2.97	264.97	59.77
EHP35	51.28	18.47	3.33	946.91	170.87
EHP36	8.77	10.19	10.19	89.40	89.40
Σ =				9858.09	2368.98

Varianty eroze



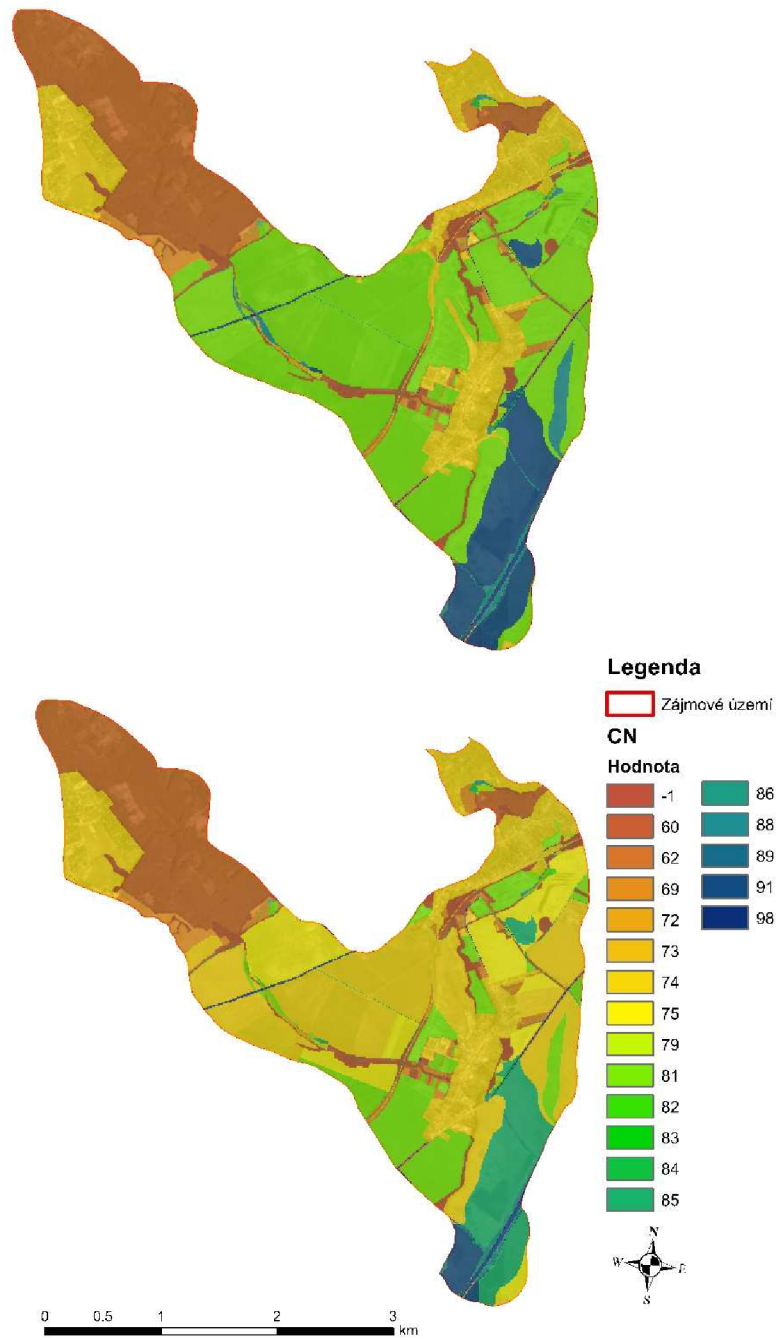
Graf 1: Varianty erozního smyvu

5.2 Odtokové křivky CN

U hydrologických skupin (HSP) B, C a D došlo při (Vř + Pz, Db (viz Tab. 15)) ke snižování hodnoty CN o **6 až 7 bodů** a při (Př + Pz, Db (viz Tab. 15)) o **6 bodů**. Celkové snížení CN na celém zájmovém území je vidět na obrázku (Obr. 22).

Tab. 28: Průměrné hodnoty CN na kritických plochách

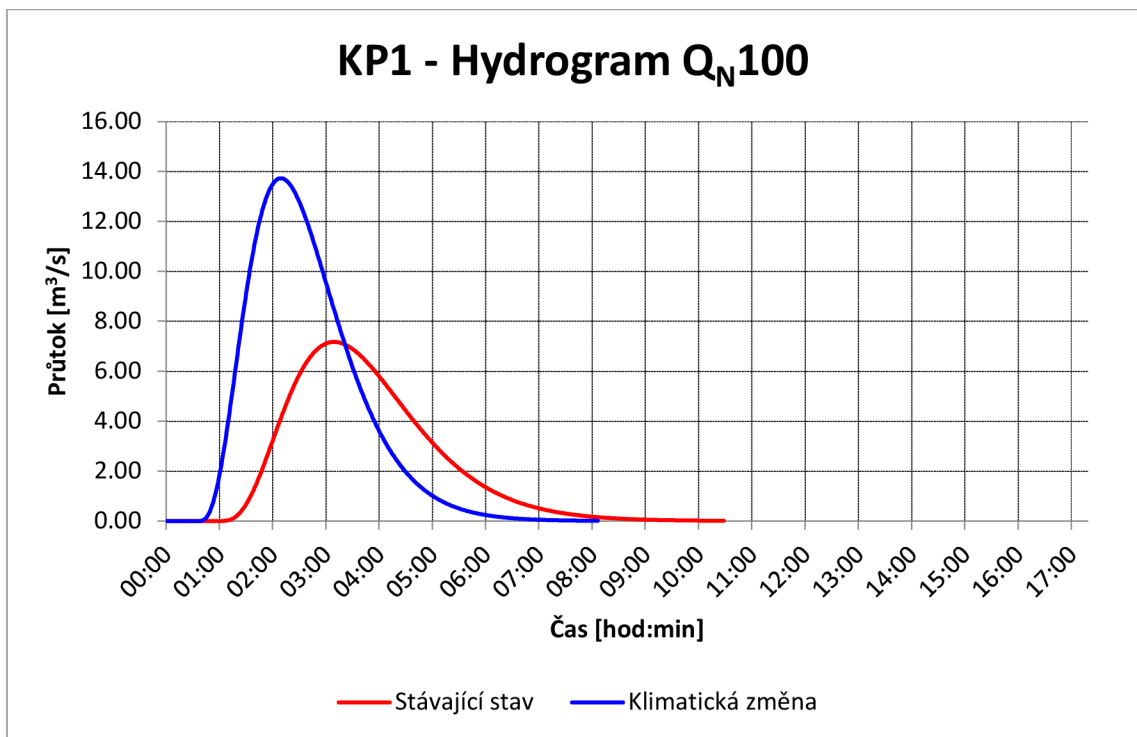
Svah povodí				Povodí			
Ozn.	Plocha [km ²]	Průměrná hodnota CN		Ozn.	Plocha [km ²]	Průměrná hodnota CN	
		Bez opatření	S opatřením			Bez opatření	S opatřením
KP1L	1.71	69.60	67.15	KP1	3.71	70.61	68.34
KP1P	2.00	71.63	69.54				
KP2L	0.14	80.81	73.94	KP2	0.19	80.69	73.86
KP2P	0.05	80.58	73.78				
KP3L	1.79	76.74	73.82	KP3	2.57	76.21	73.54
KP3P	0.78	75.68	73.27				
KP4L	0.27	80.99	74.65	KP4	0.45	81.14	74.74
KP4P	0.17	81.29	74.83				



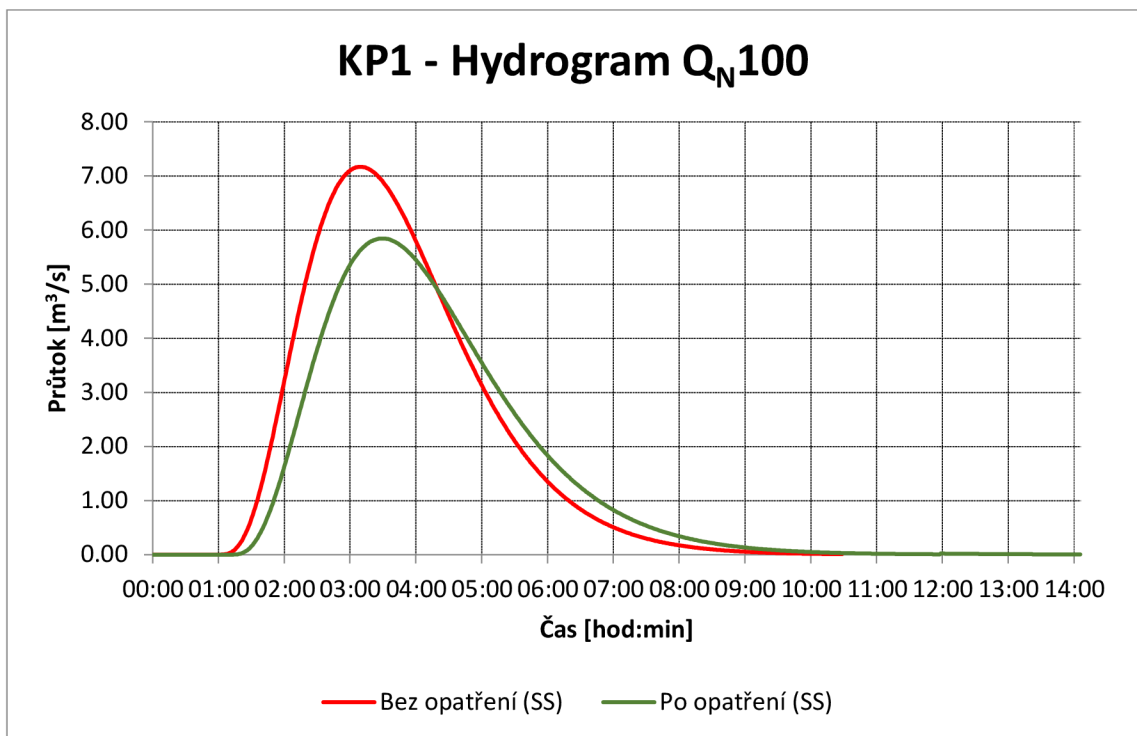
Obr. 22: Mapa CN bez opatření (nahore) a s opatřením (dole)

5.3 DesQ

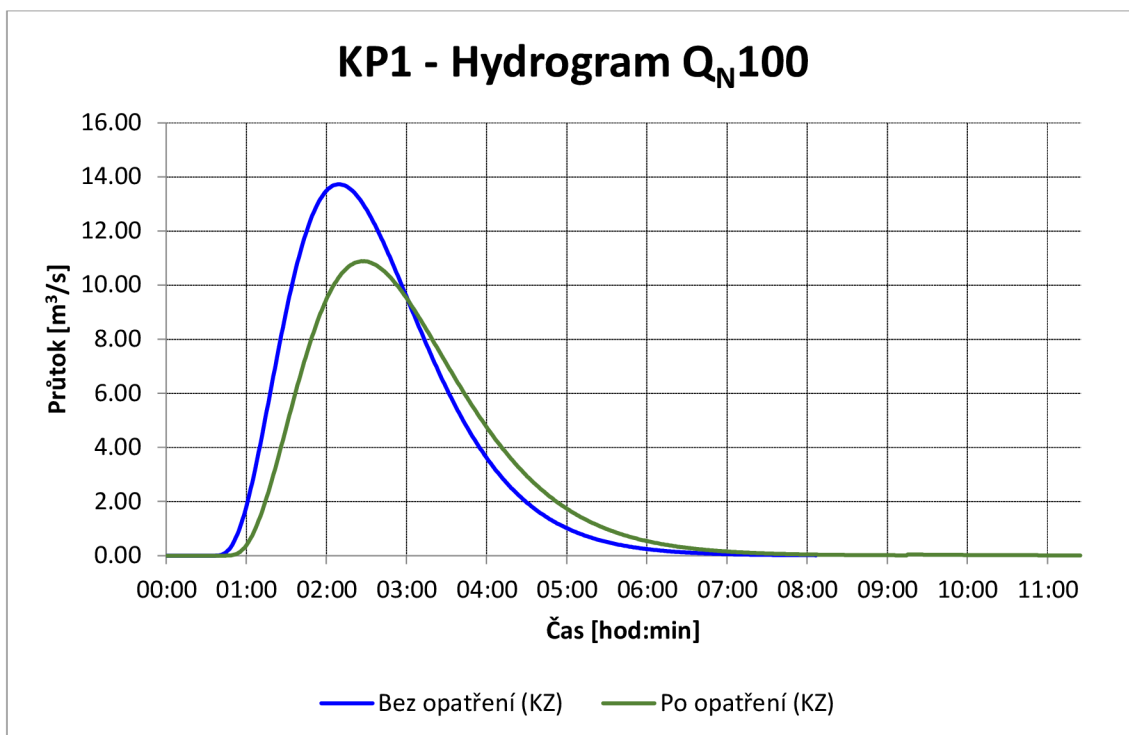
5.3.1 Kritický profil – KP1



Graf 2: Hydrogram pro KP1



Graf 3: Hydrogram pro KP1

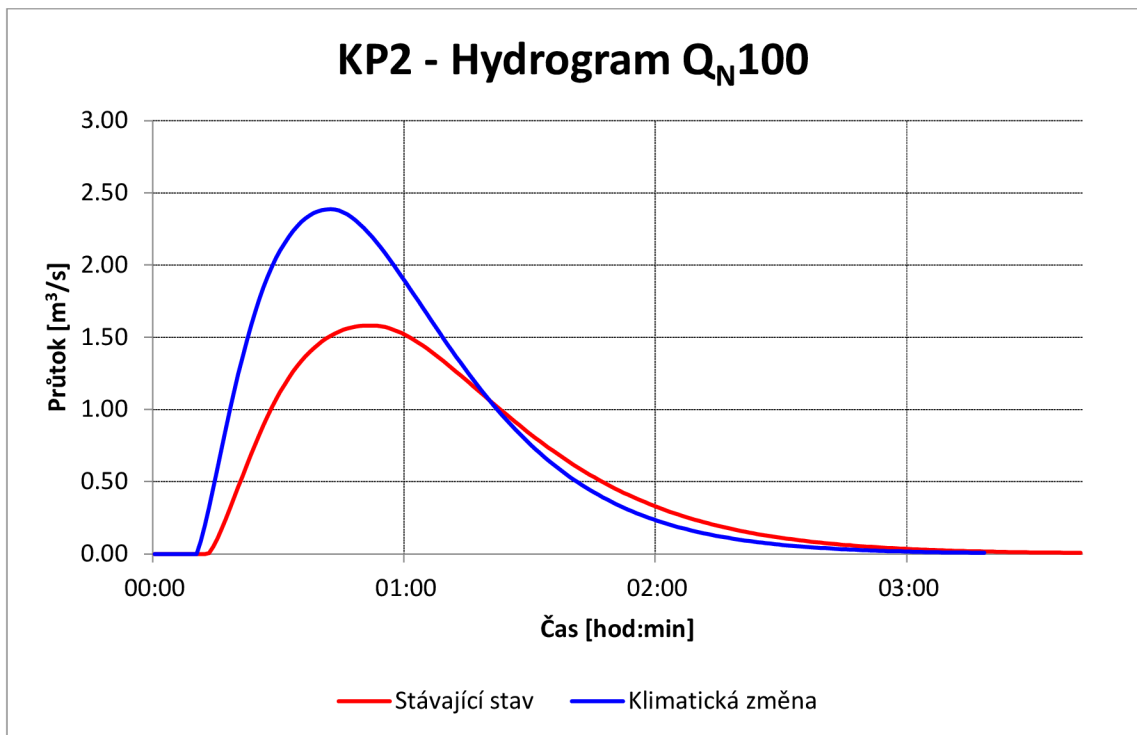


Graf 4: Hydrogram pro KP1

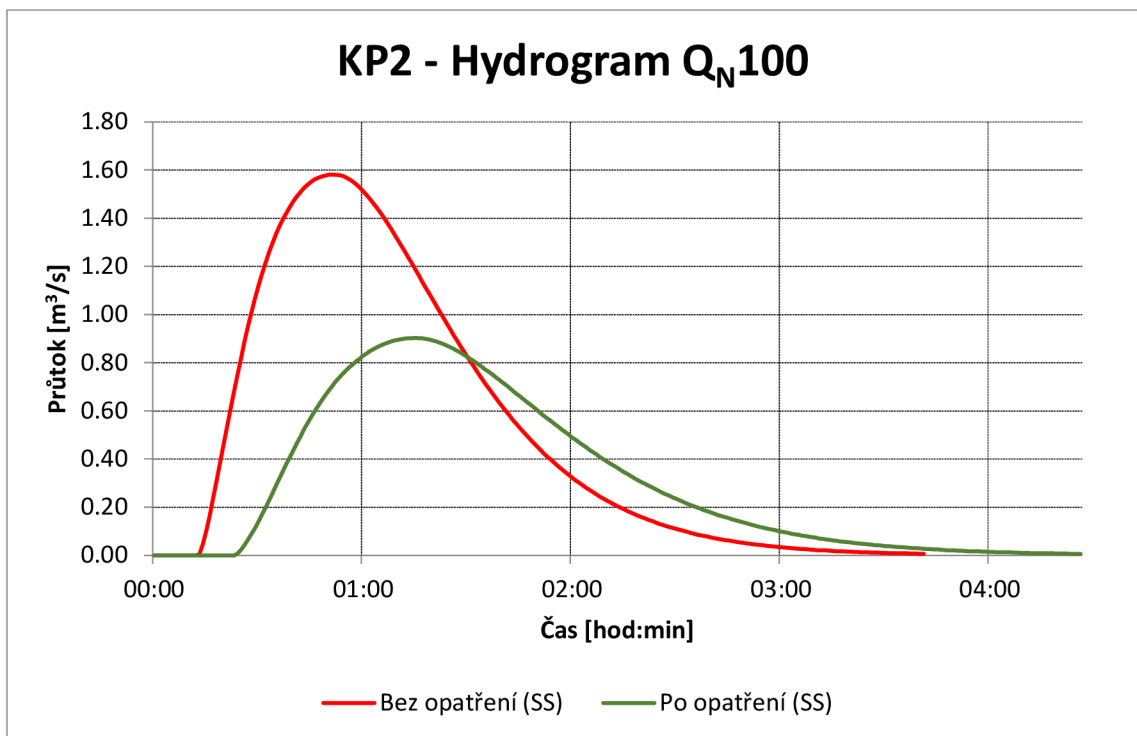
Tab. 29: Výstupní hodnoty pro kritický profil KP1

KP1		Stávající stav		Klimatická změna		Jednotky
		Bez opatření	S opatřením	Bez opatření	S opatřením	
N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí				
N	doba opakování					[roky]
5	Q_{max}	2.05	1.86	3.04	2.68	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	30.60	29.10	37.20	34.90	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	49.30	46.40	62.60	58.00	$[10^3 \cdot m^3]$
10	Q_{max}	3.16	2.82	4.90	4.24	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	38.00	35.90	47.20	44.00	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	60.30	56.50	78.00	72.10	$[10^3 \cdot m^3]$
20	Q_{max}	4.40	3.82	7.25	6.12	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	44.80	41.70	57.50	52.90	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	67.50	62.60	89.80	82.20	$[10^3 \cdot m^3]$
50	Q_{max}	5.90	4.92	10.70	8.68	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	51.90	47.30	69.70	62.80	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	72.10	65.60	99.90	89.70	$[10^3 \cdot m^3]$
100	Q_{max}	7.17	5.85	13.70	10.90	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	57.30	51.60	79.20	70.40	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	76.50	68.90	109.00	96.50	$[10^3 \cdot m^3]$

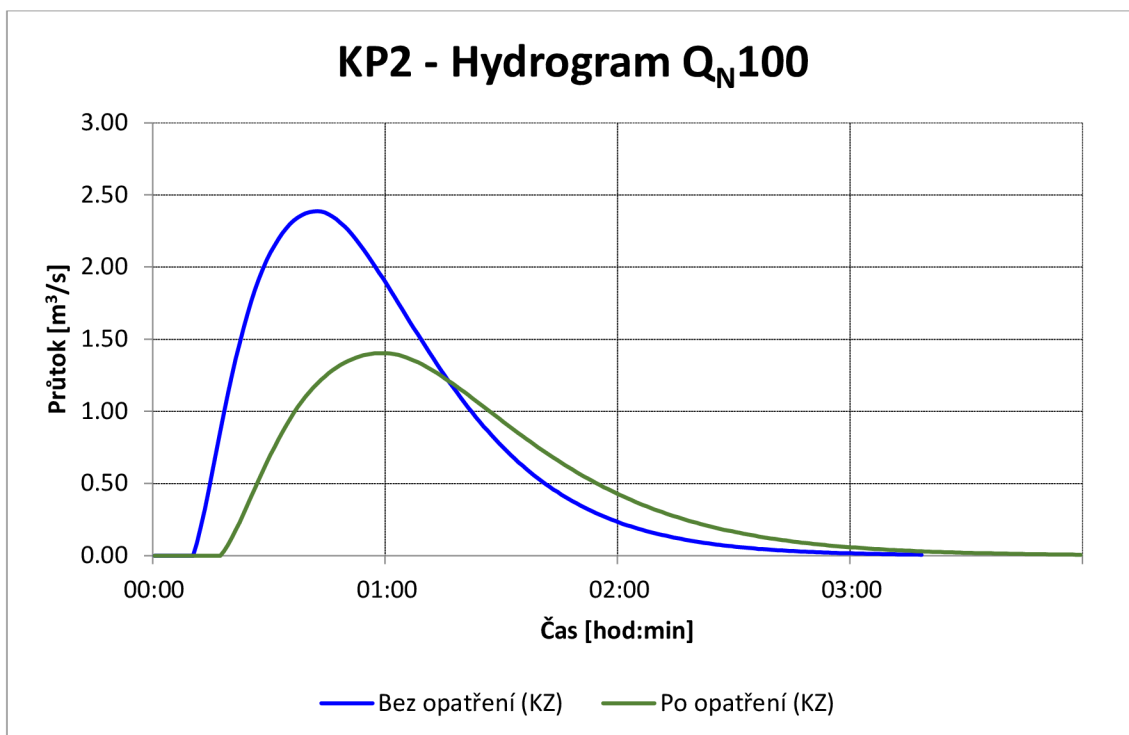
5.3.2 Kritický profil – KP2



Graf 5: Hydrogram pro KP2



Graf 6: Hydrogram pro KP2

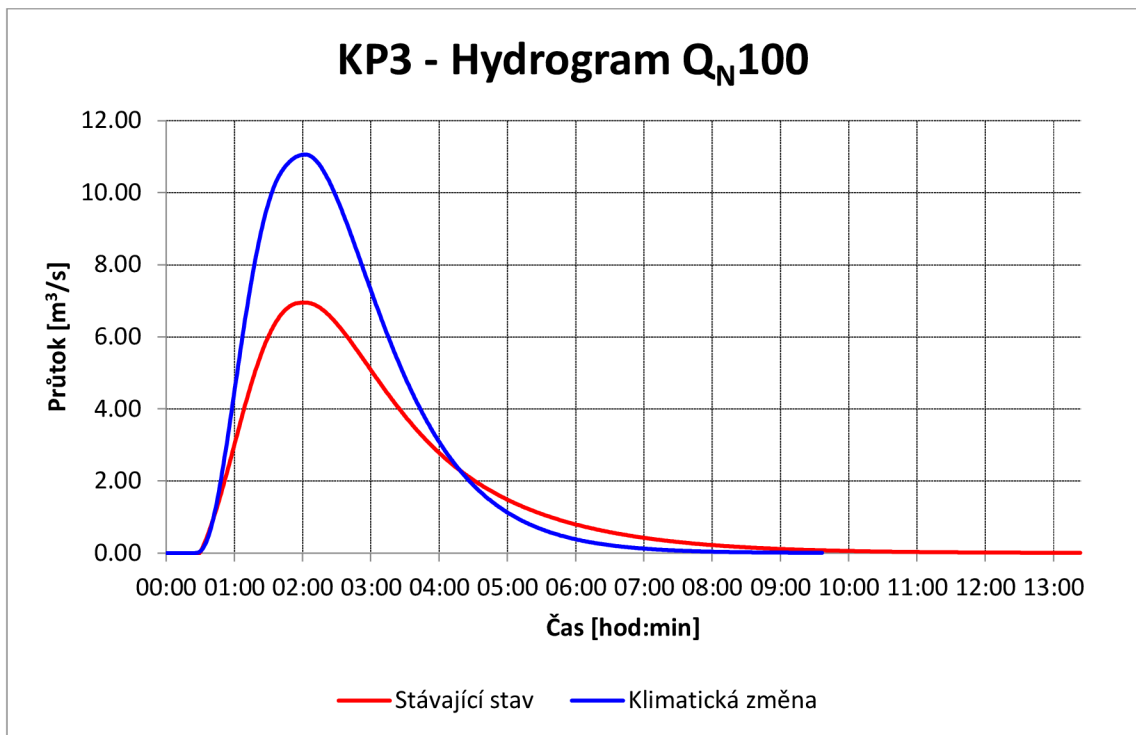


Graf 7: Hydrogram pro KP2

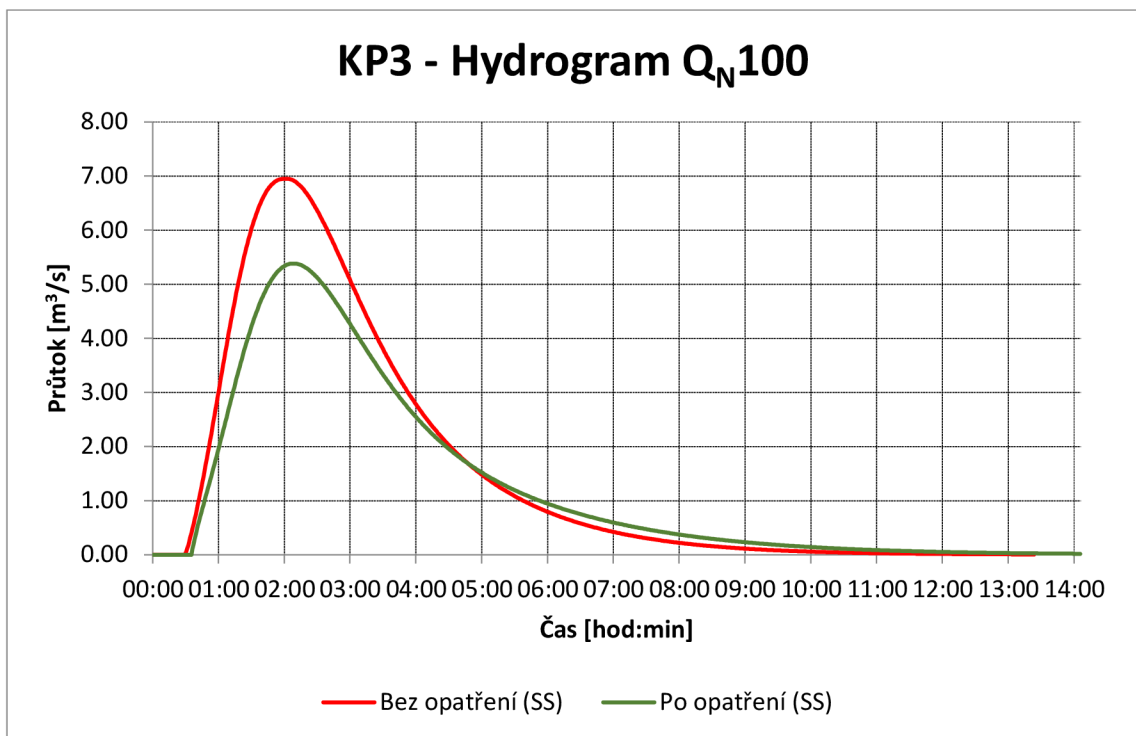
Tab. 30: Výstupní hodnoty pro kritický profil KP2

KP2		Stávající stav		Klimatická změna		Jednotky
		Bez opatření	S opatřením	Bez opatření	S opatřením	
N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí				
N	doba opakování					[roky]
5	Q_{max}	0.35	0.23	0.49	0.32	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	1.76	1.41	2.06	1.67	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	3.70	2.88	4.52	3.57	$[10^3 \cdot m^3]$
10	Q_{max}	0.56	0.36	0.79	0.52	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	2.22	1.77	2.63	2.13	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	4.58	3.54	5.65	4.46	$[10^3 \cdot m^3]$
20	Q_{max}	0.84	0.52	1.22	0.76	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	2.73	2.13	3.27	2.59	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	5.35	4.05	6.69	5.19	$[10^3 \cdot m^3]$
50	Q_{max}	1.25	0.73	1.85	1.11	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	3.32	2.53	4.01	3.12	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	6.17	4.47	7.85	5.90	$[10^3 \cdot m^3]$
100	Q_{max}	1.62	0.91	2.40	1.42	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	3.77	2.82	4.58	3.54	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	6.85	4.85	8.80	6.51	$[10^3 \cdot m^3]$

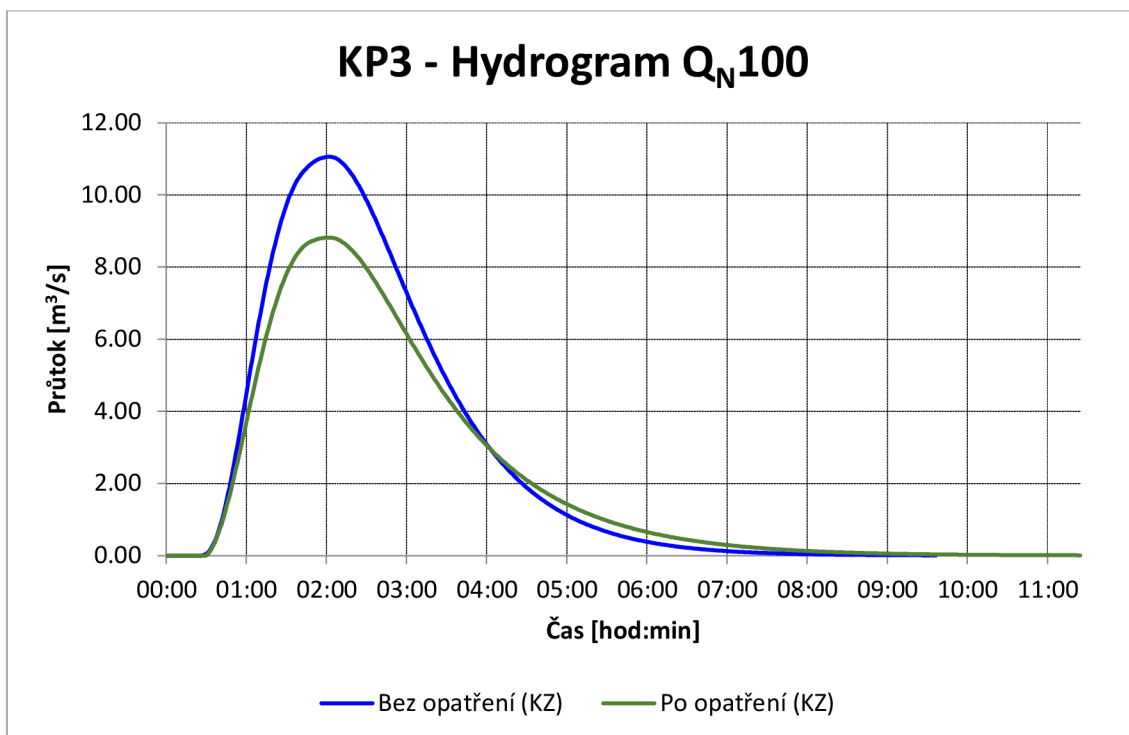
5.3.3 Kritický profil – KP3



Graf 8: Hydrogram pro KP3



Graf 9: Hydrogram pro KP3

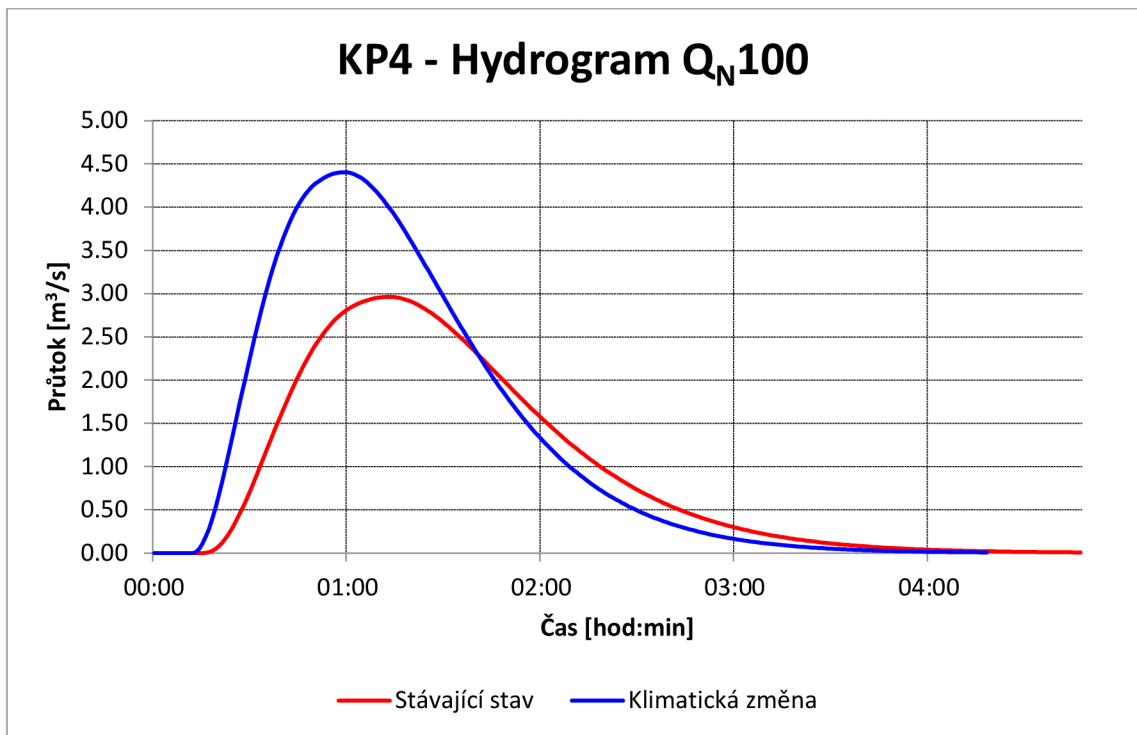


Graf 10: Hydrogram pro KP3

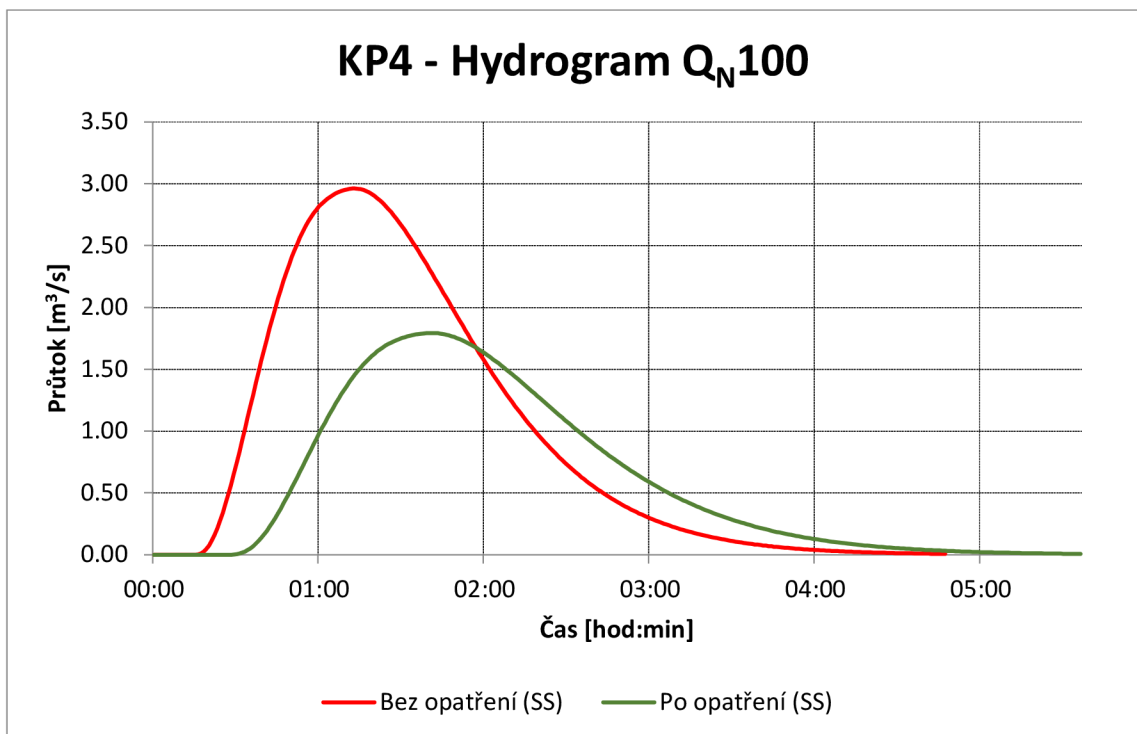
Tab. 31: Výstupní hodnoty pro kritický profil KP3

KP3		Stávající stav		Klimatická změna		Jednotky
		Bez opatření	S opatřením	Bez opatření	S opatřením	
N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí				
N	doba opakování					[roky]
5	Q_{max}	1.51	1.25	2.15	1.82	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	28.30	25.40	34.20	31.60	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	42.60	38.60	52.60	47.80	$[10^3 \cdot m^3]$
10	Q_{max}	2.37	1.96	3.47	2.90	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	31.30	28.40	37.90	34.60	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	52.70	47.50	65.80	59.80	$[10^3 \cdot m^3]$
20	Q_{max}	3.57	2.87	5.37	4.47	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	38.40	34.40	49.20	43.60	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	60.70	54.20	77.20	69.60	$[10^3 \cdot m^3]$
50	Q_{max}	5.39	4.20	8.35	6.74	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	47.90	41.60	63.70	55.40	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	68.30	59.70	89.00	79.00	$[10^3 \cdot m^3]$
100	Q_{max}	6.95	5.38	11.10	8.82	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	55.50	47.10	74.70	64.50	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	74.90	64.70	98.90	87.00	$[10^3 \cdot m^3]$

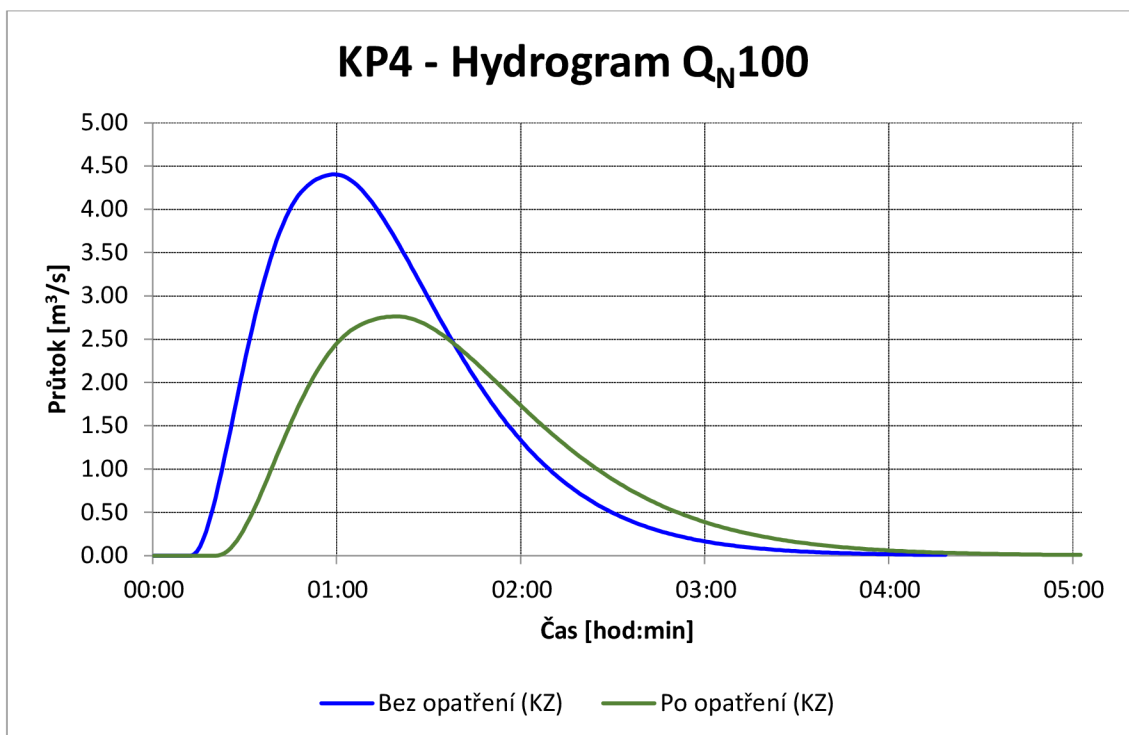
5.3.4 Kritický profil – KP4



Graf 11: Hydrogram pro KP4



Graf 12: Hydrogram pro KP4



Graf 13: Hydrogram pro KP4

Tab. 32: Výstupní hodnoty pro kritický profil KP4

KP4		Stávající stav		Klimatická změna		Jednotky
		Bez opatření	S opatřením	Bez opatření	S opatřením	
N-leté maximální průtoky a objemy PV		Povodí				
N	doba opakování					[roky]
5	Q_{max}	0.63	0.42	0.88	0.59	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	4.68	3.79	5.51	4.53	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	8.67	6.86	10.60	8.49	$[10^3 \cdot m^3]$
10	Q_{max}	1.02	0.67	1.43	0.97	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	5.94	4.74	7.05	5.78	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	10.70	8.46	13.30	10.60	$[10^3 \cdot m^3]$
20	Q_{max}	1.54	0.99	2.20	1.45	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	7.31	5.87	8.76	7.10	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	12.60	9.69	15.70	12.40	$[10^3 \cdot m^3]$
50	Q_{max}	2.30	1.42	3.38	2.16	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	8.94	7.02	10.90	8.63	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	14.50	10.80	18.40	14.20	$[10^3 \cdot m^3]$
100	Q_{max}	2.97	1.79	4.43	2.77	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
	W_{PVT}	10.20	7.89	12.40	9.78	$[10^3 \cdot m^3]$
	$W_{PVT,1d}$	16.10	11.70	20.70	15.70	$[10^3 \cdot m^3]$

6 NÁVRH OPATŘENÍ

6.1 Pásové střídání plodin

Pásové střídání plodin, které využívá ochranný účinek vegetačního pokryvu, představuje pravidelné střídání pásů plodin chráněných s nízkým protierozním účinkem (okopaniny, kukuřice, slunečnice aj.) a pásů plodin ochranných s vysokým protierozním účinkem (travní porosty, víceleté pícniny, hustě seté obiloviny, luskoviny aj.) zakládaných ve směru vrstevnic či ve směru blízkém konturovému (viz Obr.). Pásky plodin s různým protierozním účinkem se musí střídat tak, aby po dopadu srážky voda stékající z chráněného pásu a dopadající na něj byla zachycena na ochranném pásu a infiltrovala se do půdy. [22]

Pozitivní účinky pásového střídání plodin ve srovnání s variantou jedné plodiny s nízkým protierozním efektem na bloku spočívají ve snížení plošné a rýhové eroze, snížení transportu produktů eroze (splavenin a na ně navázaných živin a agrochemikálií) a zvýšení rychlosti infiltrace (retenční schopnosti půdy). [22]

Vrstevnicové obdělávání a pásové střídání plodin se realizuje optimálně na svažitéch pozemcích s mírně členitým reliéfem, na kterých po dopadu srážek nedochází k intenzivnímu soustředěnému odtoku, a to na rozdíl od silně sklonitých pozemků s výraznou vertikální a horizontální členitostí, kdy intenzita srážek je vyšší než schopnost infiltrace. [22]

Vlivem VOPS vznikají po provedených agrotechnických operacích nízké hřebeny na chráněném pásu v souvislosti se seťovými řádky doplněné účinkem ochranných plodin (úzkorádkových plodin, víceletých pícnin či zatravněním) na ochranném pásu, což vše zvyšuje retenční schopnost. Zvýšením drsnosti povrchu půdy se rovněž vytváří překážky povrchovému odtoku a dochází také k zachycování a sedimentaci uvolněných půdních částic a na nich navázaných živin a agrochemikálií. [22]

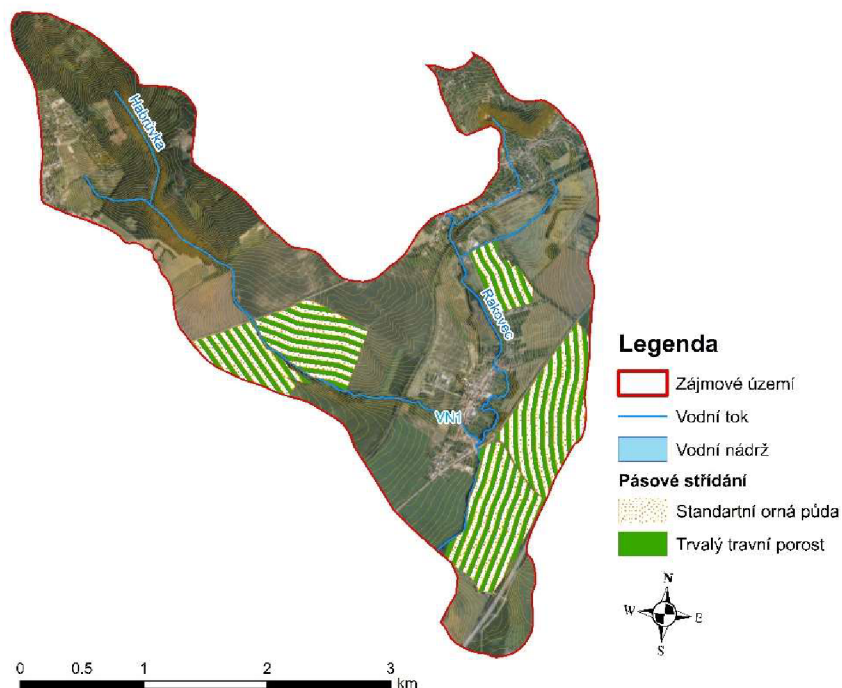
Díky tomuto efektu zvýšené retenční schopnosti a možnosti infiltrace se významně sníží povrchový odtok na ochranných pásech, což vede ke snížení erozního smyvu. Kromě toho mají dimenzované zatravněné ochranné pásy (Doležal a kol., 2015) vliv na snížení L faktoru (faktor délky svahu), což také účinně snižuje erozi půdy. [22]



Obr. 23: Ilustrační obrázek pásového střídání plodin [23]

6.1.1 Návrh a návrh umístění (situace)

Šířky pásů, které jsou podle metodiky v České Republice maximálně 40 m, jsem na doporučení navrhl **36 m**. Tato šířka totiž představuje přibližně dvojnásobek šířky standardního postřikovače a trojnásobek šířky kombajnu.



Obr. 24: Mapa s pásovým střídání plodin

6.1.2 Zhodnocení

Po aplikování pásové střídání plodin na daných plochách LPIS, se sníží hodnota faktoru P na 0,8 – 0,5, dále se zlepší retenční schopnost a sníží se její rychlost proudění.

6.2 Stabilizace údolnic

Při povrchovém odtoku se ve sklonově členitém terénu povrchový odtok soustředí do údolnice. V takové to údolnici poté vzniká soustředný odtok, který při proudění v údolnici nabírá rychlost a tím způsobuje značnou erozi (viz Obr. 25). Proto je nutné v těchto případech aplikovat opatření jako je stabilizace údolnice. Dimenze rozsahu stabilizace byla provedena na varianty “bez opatření” a “s opatřením” při stávajícím stavu a klimatické změně. [24]

Dráhy soustředěného odtoku bývají zpevněny nejčastěji zatravněním (viz Obr. 26) nebo stabilizovány ve dně např. kamenivem. Jsou schopny bezpečně bez projevů eroze neškodně odvést soustředěný povrchový odtok. Nejběžnějším tvarem stabilizované dráhy soustředěného odtoku je parabola s malou hloubkou. Jde o nejběžnější tvar nejvíce odpovídající přírodně vymodelovaným vodním cestám. Jedná se o jedno z nejsnadněji realizovatelných opatření dostupnou technikou (Janeček a kol., 2012). [24]

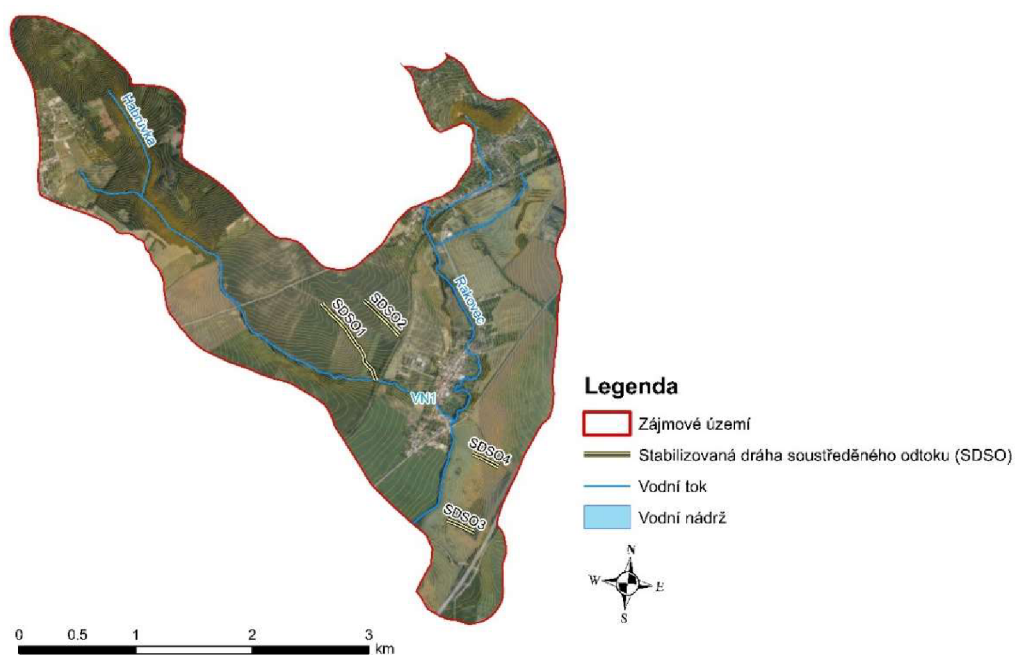


Obr. 25: Ilustrační obrázek eroze údolnice při soustředěném odtoku [25]



Obr. 26: Ilustrační obrázek stabilizované údolnice zatravněním [26]

6.2.1 Návrh umístění (situace)



Obr. 27: Mapa SDSO

6.2.2 Dimenze – Stávající stav

Byly navrženy celkem 4 stabilizované údolnice (SU). Na dimenzování byl využit výpočetního programu **Dimenzov**, kde průtočný profil měl parabolický tvar. Údolnice se dimenzovaly na takové průtoky, aby se vešly do údolnic šířky do 35 m. Výpočet proběhl s variantami “bez opatření”, “s opatřením”, “stávající stav” a “klimatická změna”.

Tab. 33: Dimenze stabilizované údolnice SU1

SU1 (SS) bez opatření						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0.63	1.02	1.54	2.30	2.97	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
W_{PVT}	4.68	5.94	7.31	8.94	10.20	$[10^3 \cdot m^3]$
$W_{PVT,ld}$	8.67	10.70	12.60	14.50	16.10	$[10^3 \cdot m^3]$

Návrhové parametry

Návrhový průtok $Q_n = 2.97 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Přirustek hloubky $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Šířka $t = 22 \text{ m}$

Bezpečnostní převýšení $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Hloubka $d = 0.3 \text{ m}$

Drsnost profilu $n = 0.033$

Sklon dna $l = 0.0391$

Schéma profilu

Navržené parametry

Kapacitní průtok $Q_k = 3.04 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Hloubka $d = 0.2 \text{ m}$

Šířka $t = 17.96 \text{ m}$

Rychlost $v = 1.27 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Hloubka koryta $D = 0.3 \text{ m}$

Šířka koryta $T = 22 \text{ m}$

Vypočet

Výstup

Obr. 28: Návrh programu Dimenzov

Tab. 34: Dimenze stabilizované údolnice SU1

SU1 (SS) s opatřením						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0.42	0.67	0.99	1.42	1.79	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
W_{PVT}	3.79	4.74	5.87	7.02	7.89	$[10^3 \cdot m^3]$
$W_{PVT,ld}$	6.86	8.46	9.69	10.80	11.70	$[10^3 \cdot m^3]$

Návrhové parametry

Návrhový průtok $Q_n = 1.79 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Přirustek hloubky $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Šířka $t = 13 \text{ m}$

Bezpečnostní převýšení $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Hloubka $d = 0.3 \text{ m}$

Drsnost profilu $n = 0.033$

Sklon dna $l = 0.0391$

Schéma profilu

Navržené parametry

Kapacitní průtok $Q_k = 1.8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Hloubka $d = 0.2 \text{ m}$

Šířka $t = 10.61 \text{ m}$

Rychlost $v = 1.27 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Hloubka koryta $D = 0.3 \text{ m}$

Šířka koryta $T = 13 \text{ m}$

Vypočet

Výstup

Obr. 29: Návrh programu Dimenzov

Tab. 35: Dimenze stabilizované údolnice SU2

SU2 (SS) bez opatření						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0.35	0.56	0.84	1.25	1.62	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
W_{PVT}	1.76	2.22	2.73	3.32	3.77	$[10^3 \cdot m^3]$
$W_{PVT,Id}$	3.70	4.58	5.35	6.17	6.85	$[10^3 \cdot m^3]$

Návrhové parametry

Návrhový průtok $Q_n = 1.62 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Přirůstek hloubky $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Šířka $t = 18 \text{ m}$

Bezpečnostní převýšení $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Hloubka $d = 0.3 \text{ m}$

Drsnost profilu $n = 0.033$

Sklon dna $l = 0.021$

Schéma profilu

Navržené parametry

Kapacitní průtok $Q_k = 1.81 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Hloubka $d = 0.2 \text{ m}$

Šířka $t = 14.7 \text{ m}$

Rychlost $v = 0.93 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Hloubka koryta $D = 0.3 \text{ m}$

Šířka koryta $T = 18 \text{ m}$

Výpočet

Výstup

Obr. 30: Návrh programu Dimenzov

Tab. 36: Dimenze stabilizované údolnice SU2

SU2 (SS) s opatřením						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0.23	0.36	0.52	0.73	0.91	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
W_{PVT}	1.41	1.77	2.13	2.53	2.82	$[10^3 \cdot m^3]$
$W_{PVT,Id}$	2.88	3.54	4.05	4.47	4.85	$[10^3 \cdot m^3]$

Návrhové parametry

Návrhový průtok $Q_n = 0.91 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Přirůstek hloubky $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Šířka $t = 10 \text{ m}$

Bezpečnostní převýšení $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Hloubka $d = 0.3 \text{ m}$

Drsnost profilu $n = 0.033$

Sklon dna $l = 0.021$

Schéma profilu

Navržené parametry

Kapacitní průtok $Q_k = 1.01 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Hloubka $d = 0.2 \text{ m}$

Šířka $t = 8.16 \text{ m}$

Rychlost $v = 0.92 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Hloubka koryta $D = 0.3 \text{ m}$

Šířka koryta $T = 10 \text{ m}$

Výpočet

Výstup

Obr. 31: Návrh programu Dimenzov

Tab. 37: Dimenze stabilizované údolnice SU3

SU3 (SS) bez opatření						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0.40	0.61	0.88	1.25	1.54	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
W_{PVT}	0.78	0.96	1.16	1.38	1.54	$[10^3 \cdot m^3]$
$W_{PVT,Id}$	2.06	2.53	2.98	3.52	3.95	$[10^3 \cdot m^3]$

Návrhové parametry

Návrhový průtok $Q_n = 1.25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Přirustek hloubky $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Šířka $t = 32 \text{ m}$

Bezpečnostní převýšení $d_2 = 0.1 \text{ m}$

Hloubka $d = 0.3 \text{ m}$

Drsnost profilu $n = 0.033$

Sklon dna $l = 1.0784$

Schéma profilu

Navržené parametry

Kapacitní průtok $Q_k = 1.29 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Hloubka $d = 0.1 \text{ m}$

Šířka $t = 18.48 \text{ m}$

Rychlost $v = 1.05 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Hloubka koryta $D = 0.2 \text{ m}$

Šířka koryta $T = 26.13 \text{ m}$

Výpočet

Výstup

Obr. 32: Návrh programu Dimenzov

Tab. 38: Dimenze stabilizované údolnice SU3

SU3 (SS) s opatřením						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0.29	0.43	0.62	0.86	1.09	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
W_{PVT}	0.68	0.83	1.00	1.19	1.33	$[10^3 \cdot m^3]$
$W_{PVT,Id}$	1.71	2.11	2.49	2.92	3.27	$[10^3 \cdot m^3]$

Návrhové parametry

Návrhový průtok $Q_n = 1.09 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Přirustek hloubky $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Šířka $t = 28 \text{ m}$

Bezpečnostní převýšení $d_2 = 0.1 \text{ m}$

Hloubka $d = 0.3 \text{ m}$

Drsnost profilu $n = 0.033$

Sklon dna $l = 1.0784$

Schéma profilu

Navržené parametry

Kapacitní průtok $Q_k = 1.13 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Hloubka $d = 0.1 \text{ m}$

Šířka $t = 16.17 \text{ m}$

Rychlost $v = 1.05 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Hloubka koryta $D = 0.2 \text{ m}$

Šířka koryta $T = 22.86 \text{ m}$

Výpočet

Výstup

Obr. 33: Návrh programu Dimenzov

Tab. 39: Dimenze stabilizované údolnice SU4

SU4 (SS) bez opatření						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0.40	0.61	0.87	1.24	1.57	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
W_{PVT}	1.00	1.23	1.48	1.79	1.98	$[10^3 \cdot m^3]$
$W_{PVT, Id}$	2.33	2.86	3.38	3.99	4.47	$[10^3 \cdot m^3]$

Návrhové parametry

Návrhový průtok $Q_n = 1.24 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ Přírůstek hloubky 0.1 m

Šířka $t = 30 \text{ m}$ Bezpečnostní převýšení $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Hloubka $d = 0.3 \text{ m}$

Drsnost profilu $n = 0.033$

Sklon dna $I = 1.0856$

Schéma profilu

Navržené parametry

Kapacitní průtok $Q_k = 1.26 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ Hloubka $d = 0.1 \text{ m}$ Šířka $t = 17.32 \text{ m}$

Rychlost $v = 1.09 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ Hloubka koryta $D = 0.2 \text{ m}$ Šířka koryta $T = 24.49 \text{ m}$

Výpočet
Výstup

Obr. 34: Návrh programu Dimenzov

Tab. 40: Dimenze stabilizované údolnice SU4

SU4 (SS) s opatřením						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0.25	0.39	0.58	0.83	1.06	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
W_{PVT}	0.79	0.99	1.21	1.44	1.64	$[10^3 \cdot m^3]$
$W_{PVT, Id}$	1.84	2.28	2.69	3.14	3.52	$[10^3 \cdot m^3]$

Návrhové parametry

Návrhový průtok $Q_n = 1.06 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ Přírůstek hloubky 0.1 m

Šířka $t = 30 \text{ m}$ Bezpečnostní převýšení $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Hloubka $d = 0.3 \text{ m}$

Drsnost profilu $n = 0.033$

Sklon dna $I = 1.0856$

Schéma profilu

Navržené parametry

Kapacitní průtok $Q_k = 1.26 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ Hloubka $d = 0.1 \text{ m}$ Šířka $t = 17.32 \text{ m}$

Rychlost $v = 1.09 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ Hloubka koryta $D = 0.2 \text{ m}$ Šířka koryta $T = 24.49 \text{ m}$

Výpočet
Výstup

Obr. 35: Návrh programu Dimenzov

6.2.3 Dimenze – Klimatická změna

Tab. 41: Dimenze stabilizované údolnice SUI

SU 1 (KZ) bez opatření						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0.88	1.43	2.20	3.38	4.43	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
W_{PVT}	5.51	7.05	8.76	10.90	12.40	$[10^3 \cdot m^3]$
$W_{PVT,ld}$	10.60	13.30	15.70	18.40	20.70	$[10^3 \cdot m^3]$

Návrhové parametry

Návrhový průtok $Q_n = 4.43 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ Přirustek hloubky 0.1 m

Šířka $t = 33 \text{ m}$ Bezpečnostní převýšení $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Hloubka $d = 0.3 \text{ m}$

Drsnost profilu $n = 0.033$

Sklon dna $I = 0.0391$

Schéma profilu

Návržené parametry

Kapacitní průtok $Q_k = 4.57 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ Hloubka $d = 0.2 \text{ m}$ Šířka $t = 26.94 \text{ m}$

Rychlost $v = 1.27 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ Hloubka koryta $D = 0.3 \text{ m}$ Šířka koryta $T = 33 \text{ m}$

Výpočet Výstup

Obr. 36: Návrh programu Dimenzov

Tab. 42: Dimenze stabilizované údolnice SUI

SU 1 (KZ) s opatřením						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0.59	0.97	1.45	2.16	2.77	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
W_{PVT}	4.53	5.78	7.10	8.63	9.78	$[10^3 \cdot m^3]$
$W_{PVT,ld}$	8.49	10.60	12.40	14.20	15.70	$[10^3 \cdot m^3]$

Návrhové parametry

Návrhový průtok $Q_n = 2.77 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ Přirustek hloubky 0.1 m

Šířka $t = 22 \text{ m}$ Bezpečnostní převýšení $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Hloubka $d = 0.3 \text{ m}$

Drsnost profilu $n = 0.033$

Sklon dna $I = 0.0396$

Schéma profilu

Návržené parametry

Kapacitní průtok $Q_k = 3.04 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ Hloubka $d = 0.2 \text{ m}$ Šířka $t = 17.96 \text{ m}$

Rychlost $v = 1.27 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ Hloubka koryta $D = 0.3 \text{ m}$ Šířka koryta $T = 22 \text{ m}$

Výpočet Výstup

Obr. 37: Návrh programu Dimenzov

Tab. 43: Dimenze stabilizované údolnice SU2

SU 2 (KZ) bez opatření						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0.49	0.79	1.22	1.85	2.40	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
W_{PVT}	2.06	2.63	3.27	4.01	4.58	$[10^3 \cdot m^3]$
$W_{PVT,ld}$	4.52	5.65	6.69	7.85	8.80	$[10^3 \cdot m^3]$

Návrhové parametry

Návrhový průtok $Q_n = 2.40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Přirustek hloubky $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Šířka $t = 25 \text{ m}$

Bezpečnostní převýšení $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Hloubka $d = 0.3 \text{ m}$

Drsnost profilu $n = 0.033$

Sklon dna $I = 1.0210$

Schéma profilu

Navržené parametry

Kapacitní průtok $Q_k = 2.52 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Hloubka $d = 0.2 \text{ m}$

Šířka $t = 20.41 \text{ m}$

Rychlost $v = 0.93 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Hloubka koryta $D = 0.3 \text{ m}$

Šířka koryta $T = 25 \text{ m}$

Výpočet

Výstup

Obr. 38: Návrh programu Dimenzov

Tab. 44: Dimenze stabilizované údolnice SU2

SU 2 (KZ) s opatřením						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0.32	0.52	0.76	1.11	1.42	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
W_{PVT}	1.67	2.13	2.59	3.12	3.54	$[10^3 \cdot m^3]$
$W_{PVT,ld}$	3.57	4.46	5.19	5.90	6.51	$[10^3 \cdot m^3]$

Návrhové parametry

Návrhový průtok $Q_n = 1.42 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Přirustek hloubky $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Šířka $t = 15 \text{ m}$

Bezpečnostní převýšení $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Hloubka $d = 0.3 \text{ m}$

Drsnost profilu $n = 0.033$

Sklon dna $I = 1.0210$

Schéma profilu

Navržené parametry

Kapacitní průtok $Q_k = 1.51 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Hloubka $d = 0.2 \text{ m}$

Šířka $t = 12.25 \text{ m}$

Rychlost $v = 0.93 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Hloubka koryta $D = 0.3 \text{ m}$

Šířka koryta $T = 15 \text{ m}$

Výpočet

Výstup

Obr. 39: Návrh programu Dimenzov

Tab. 45: Dimenze stabilizované údolnice SU3

SU 3 (KZ) bez opatření						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0.52	0.81	1.16	1.67	2.13	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
W_{PVT}	0.89	1.10	1.34	1.59	1.82	$[10^3 \cdot m^3]$
$W_{PVT,ld}$	2.45	3.01	3.58	4.26	4.80	$[10^3 \cdot m^3]$

Návrhové parametry

Návrhový průtok $Q_n = 1.16 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ Přírustek hloubky $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Šířka $t = 29 \text{ m}$ Bezpečnostní převýšení $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Hloubka $d = 0.3 \text{ m}$

Drsnost profilu $n = 0.033$

Sklon dna $i = 1.0784$

Schéma profilu

Navržené parametry

Kapacitní průtok $Q_k = 1.17 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ Hloubka $d = 0.1 \text{ m}$ Šířka $t = 16.74 \text{ m}$

Rychlost $v = 1.05 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ Hloubka koryta $D = 0.2 \text{ m}$ Šířka koryta $T = 23.68 \text{ m}$

Výpočet
Výstup

Obr. 40: Návrh programu Dimenzov

Tab. 46: Dimenze stabilizované údolnice SU3

SU 3 (KZ) s opatřením						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0.36	0.57	0.82	1.19	1.47	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
W_{PVT}	0.76	0.95	1.13	1.38	1.54	$[10^3 \cdot m^3]$
$W_{PVT,ld}$	2.05	2.55	3.04	3.61	4.07	$[10^3 \cdot m^3]$

Návrhové parametry

Návrhový průtok $Q_n = 1.19 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ Přírustek hloubky $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Šířka $t = 30 \text{ m}$ Bezpečnostní převýšení $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Hloubka $d = 0.3 \text{ m}$

Drsnost profilu $n = 0.033$

Sklon dna $i = 1.0784$

Schéma profilu

Navržené parametry

Kapacitní průtok $Q_k = 1.21 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ Hloubka $d = 0.1 \text{ m}$ Šířka $t = 17.32 \text{ m}$

Rychlost $v = 1.05 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ Hloubka koryta $D = 0.2 \text{ m}$ Šířka koryta $T = 24.49 \text{ m}$

Výpočet
Výstup

Obr. 41: Návrh programu Dimenzov

Tab. 47: Dimenze stabilizované údolnice SU4

SU 4 (KZ) bez opatření						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0.51	0.79	1.13	1.65	2.08	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
W_{PVT}	1.14	1.42	1.69	2.05	2.31	$[10^3 \cdot m^3]$
$W_{PVT,ld}$	2.77	3.41	4.05	4.83	5.44	$[10^3 \cdot m^3]$

Návrhové parametry

Návrhový průtok $Q_n = 1.13 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ Přírůstek hloubky 0.1 m

Šířka $t = 28 \text{ m}$ Bezpečnostní převýšení $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Hloubka $d = 0.3 \text{ m}$

Drsnost profilu $n = 0.033$

Sklon dna $i = 1.0856$

Schéma profilu

Navržené parametry

Kapacitní průtok $Q_k = 1.18 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ Hloubka $d = 0.1 \text{ m}$ Šířka $t = 16.17 \text{ m}$

Rychlost $v = 1.09 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ Hloubka koryta $D = 0.2 \text{ m}$ Šířka koryta $T = 22.86 \text{ m}$

Výpočet
Výstup

Obr. 42: Návrh programu Dimenzov

Tab. 48: Dimenze stabilizované údolnice SU4

SU 4 (KZ) s opatřením						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q_N	0.34	0.54	0.78	1.12	1.42	$[m^3 \cdot s^{-1}]$
W_{PVT}	0.92	1.17	1.41	1.68	1.91	$[10^3 \cdot m^3]$
$W_{PVT,ld}$	2.23	2.78	3.30	3.92	4.41	$[10^3 \cdot m^3]$

Návrhové parametry

Návrhový průtok $Q_n = 1.42 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ Přírůstek hloubky 0.1 m

Šířka $t = 34 \text{ m}$ Bezpečnostní převýšení $d_1 = 0.1 \text{ m}$

Hloubka $d = 0.3 \text{ m}$

Drsnost profilu $n = 0.033$

Sklon dna $i = 1.0856$

Schéma profilu

Navržené parametry

Kapacitní průtok $Q_k = 1.43 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ Hloubka $d = 0.1 \text{ m}$ Šířka $t = 19.63 \text{ m}$

Rychlost $v = 1.09 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ Hloubka koryta $D = 0.2 \text{ m}$ Šířka koryta $T = 27.76 \text{ m}$

Výpočet
Výstup

Obr. 43: Návrh programu Dimenzov

6.3 Zasadovací průlehy

Vedle navrhované stabilizace údolnic, která slouží jako ochrana před erozí, jsou navrženy i zasadovací průlehy (viz Obr. 46). [27]

Průleh je mělký, široký příkop s mírným sklonem svahů, založený zpravidla s malým podélným sklonem (popř. nulovým), kde se povrchově stékající voda zachycuje a vsakuje, nebo je postupně odváděna (viz Obr. 44). Prvek může být spojen s nízkou zemní hrázkou/mezí či travnatým pásem (viz Obr. 45). Tím lze zvýšit celkovou účinnost prvku a vzniká prostor pro výsadbu vegetace. Průleh bez hrázky/meze je přejezdný pro mechanizaci. Dimenzování průlehů se provádí pro dané N leté průtoky na základě hydrotechnických a hydraulických výpočtů a odpovídá požadavkům na funkci (Janeček a kol., 2012). Doporučený tvar příčného profilu je trojúhelník, parabola a lichoběžník. [27]

Použití je vhodné v případě neúčinnosti či nemožnosti realizace nižších typů opatření (organizačních a agrotechnických opatření) nebo je lze použít za účelem rozčlenění krajiny. Jsou však finančně nákladnější. Doporučená je především realizace za účelem ochrany osob a majetku. Průměrné náklady na průleh se zatravněným profilem bez doprovodné výsadby – cca 1 500 Kč/bm. [27]

Hlavními vlivy na krajinu jsou zvýšení a posílení biodiverzity, zlepšení možnosti migrace živočichů, příznivý vliv na zadržení vody v krajině, protierozní funkce a v neposlední řadě zvýšení estetické hodnoty krajiny. [27]

Je zde nutné vynětí pozemku z půdního fondu případně výkup pozemků, náklady na vyhotovení projektové dokumentace pro stavební povolení, realizace stavby, následná údržba (odtěžení sedimentu, údržba travního porostu a případné výsadby, u průlehů s vyššími sklony údržba a opravy opevnění). [27]

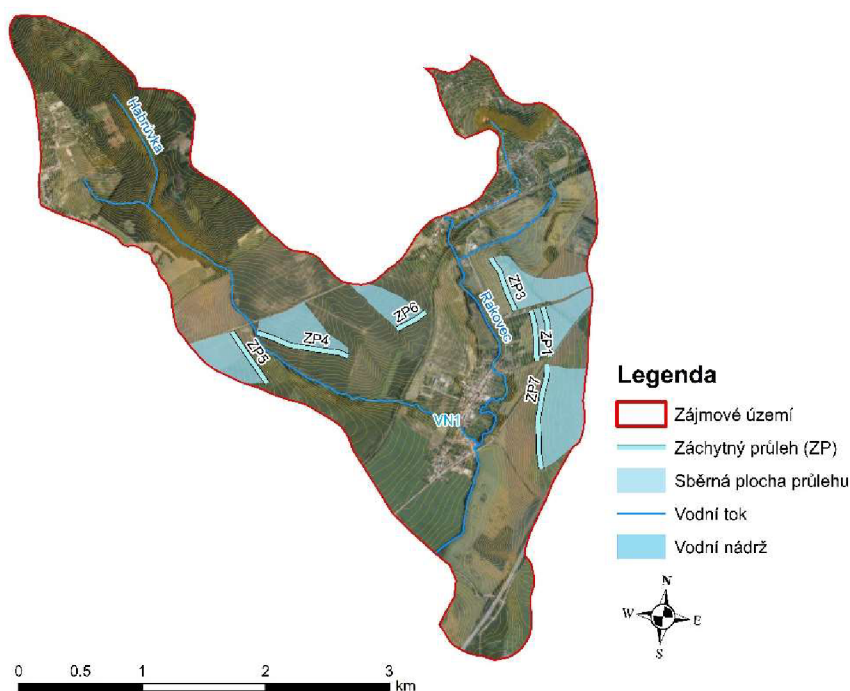


Obr. 44: : Ilustrační obrázek průlehu bez hrázky [28]



Obr. 45: Ilustrační obrázek průlehu s hrázkou [28]

6.3.1 Návrh umístění (situace)



Obr. 46: Mapa zasakovacích průlehů

6.3.2 Dimenze

Dimenze zasakovacích průlehů byla provedena na 100-letý objem odtoku $W_{PVT,1d}$ pro stávající stav (SS), přičemž byla zároveň provedena na variantu “s hrázkou” a “bez hrázky”. Návrh velikosti hrázky navazuje na variantu průlehu bez hrázky, kde se násyp co nejvíce přibližuje množství vykopané zeminy. Tento postup má poukázat na to, o kolik se může kapacita průlehu zvýšit, když se využije jeho výkop na hrázku.

Tvar navržených zasakovacích průlehů, byl zvolen lichoběžníkový se sklony svahů a hrázky 1:3, šířkou ve dně je 1 nebo 1,5 m, drsností 0,033 (pro travní porost). Hrázka má návodní a vzdušní líc ve sklonu 1:3, šířku koruny 1 m a výšku přizpůsobenou výkopu.

Pro výpočet objemu u průlehu bez hrázky se uvažovalo s hloubkou vody v rozmezí 1,0 až 1,7 m a u průlehu s hrázkou se uvažovalo s hloubkou vody přizpůsobené výšce hrázky. Délky průlehů se pohybují přibližně od 400 m do 900 m. Navržená trasa průlehů byla vedena po vrstevnici, proto podélný sklon je roven 0 %.

Tab. 49: Průřezové (kapacitní) parametry

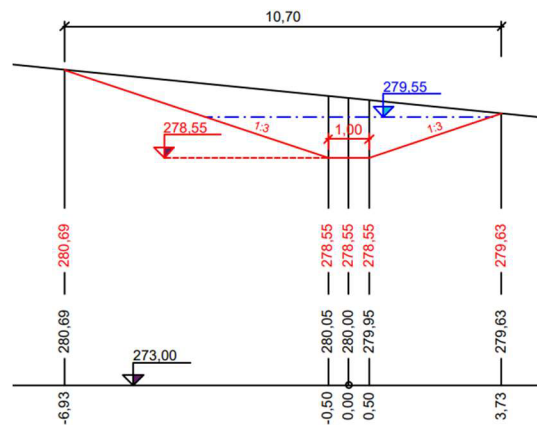
Varianty příčného profilu ZP1	Bez hrázky	S hrázkou	Jednotky
Plocha průřezu:	4.00	15.33	[m ²]
Objem průlehu:	1636.00	6269.97	[m ³]
Délka průlehu	409.00		[m]

Tab. 50: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP1

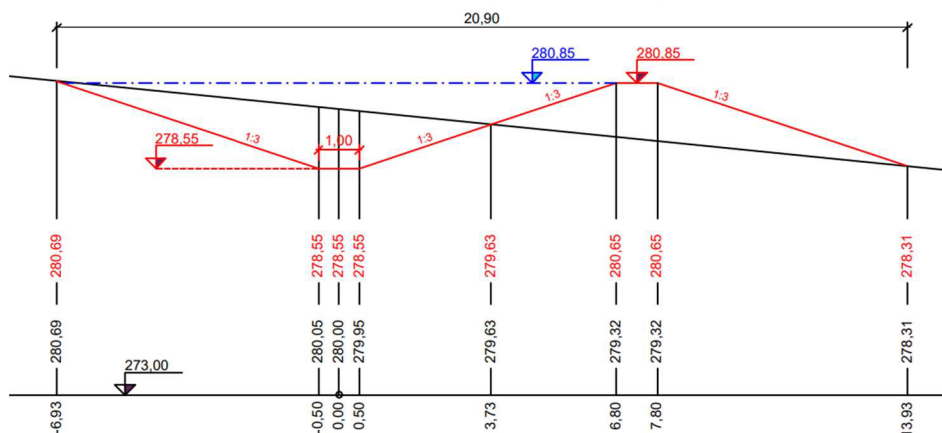
ZP1 (SS) bez opatření						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
W _{PVT}	311.00	391.00	475.00	573.00	639.00	[m ³]
W _{PVT,ld}	736.00	912.00	1.06	1.21	1.34	[10 ³ .m ³]

Tab. 51: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP1

ZP1 (SS) s opatřením						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
W _{PVT}	259.00	324.00	387.00	453.00	504.00	[m ³]
W _{PVT,ld}	600.00	738.00	841.00	927.00	1.00	[10 ³ .m ³]



Obr. 47: Příčný řez průlehu bez hrázky – ZP1



Obr. 48: Příčný řez průlehu s hrázkou – ZP1

Tab. 52: Průřezové (kapacitní) parametry

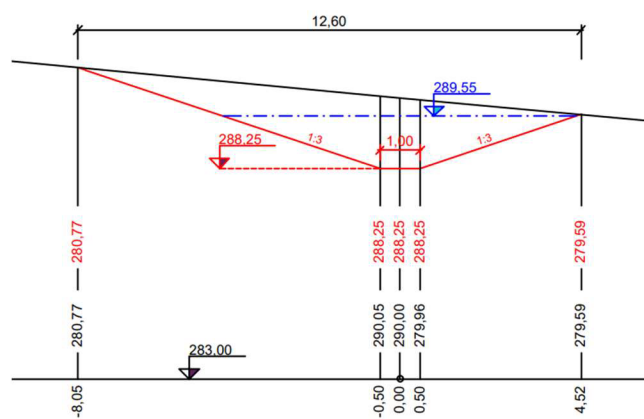
Varianty příčného profilu ZP2	Bez hrázky	S hrázkou	Jednotky
Plocha průřezu:	6.37	22.91	[m ²]
Objem průlehu:	2598.96	9345.65	[m ³]
Délka průlehu	408.00		[m]

Tab. 53: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP2

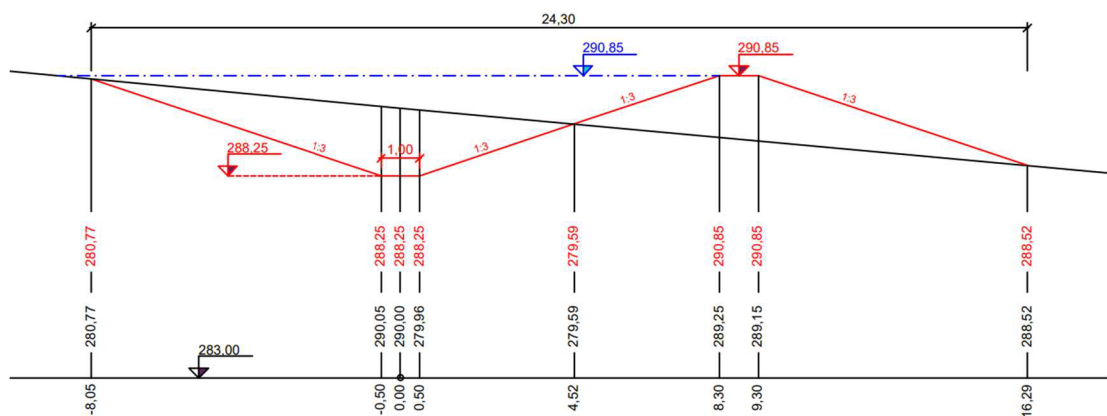
ZP2 (SS) bez opatření						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
W _{PVT}	1.04	1.33	1.63	1.99	2.27	[10 ³ .m ³]
W _{PVT,ld}	1.85	2.30	2.68	3.07	3.39	[10 ³ .m ³]

Tab. 54: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP2

ZP2 (SS) s opatřením						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
W _{PVT}	0.86	1.08	1.31	1.58	1.78	[10 ³ .m ³]
W _{PVT,ld}	1.49	1.83	2.09	2.30	2.48	[10 ³ .m ³]



Obr. 49: Příčný řez průlehu bez hrázky – ZP2



Obr. 50: Příčný řez průlehu s hrázkou – ZP2

Tab. 55: Průřezové (kapacitní) parametry

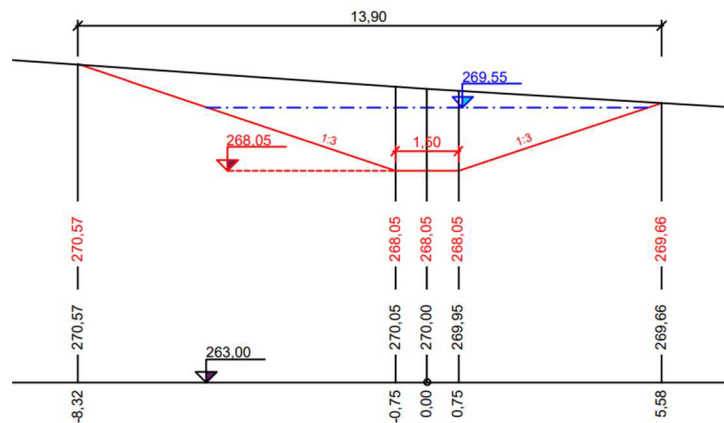
Varianty příčného profilu ZP3	Bez hrázky	S hrázkou	Jednotky
Plocha průřezu:	9.00	26,10	[m ²]
Objem průlehu:	4221.00	12140,90	[m ³]
Délka průlehu	469.00		[m]

Tab. 56: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP3

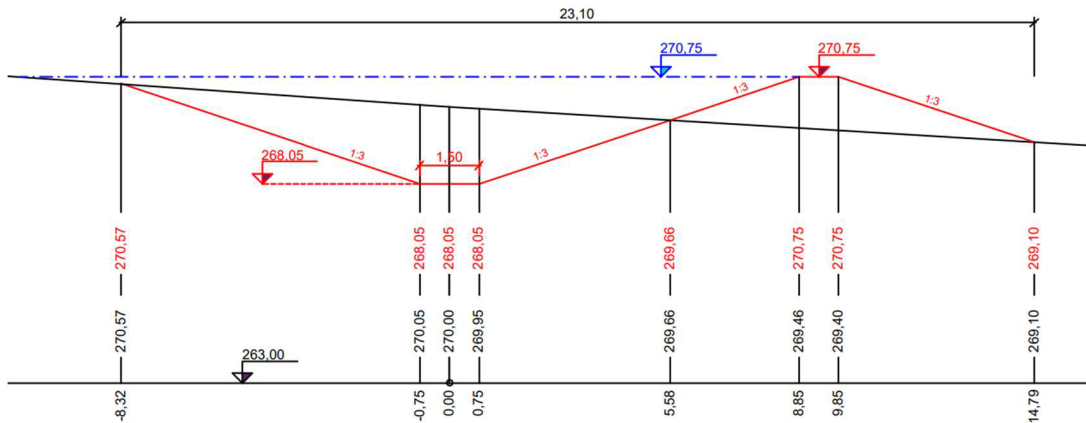
ZP3 (SS) bez opatření						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
W _{PVT}	1.78	2.25	2.79	3.46	3.94	[10 ³ .m ³]
W _{PVT,ld}	2.99	3.70	4.31	4.94	5.47	[10 ³ .m ³]

Tab. 57: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP3

ZP3 (SS) s opatřením						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
W _{PVT}	1.48	1.86	2.25	2.71	3.06	[10 ³ .m ³]
W _{PVT,ld}	2.44	3.00	3.43	3.80	4.12	[10 ³ .m ³]



Obr. 51: Příčný řez průlehu bez hrázky – ZP3



Obr. 52: Příčný řez průlehu s hrázkou – ZP3

Tab. 58: Průřezové (kapacitní) parametry

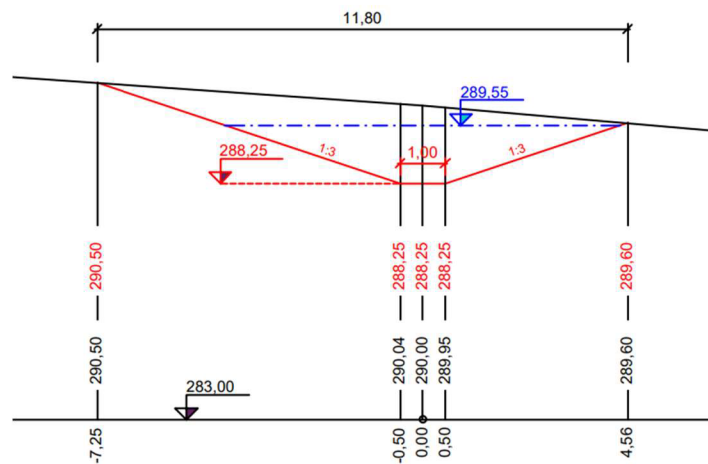
Varianty příčného profilu ZP4	Bez hrázky	S hrázkou	Jednotky
Plocha průřezu:	6.37	19,81	[m ²]
Objem průlehu:	4853.94	15095,22	[m ³]
Délka průlehu	762.00		[m]

Tab. 59: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP4

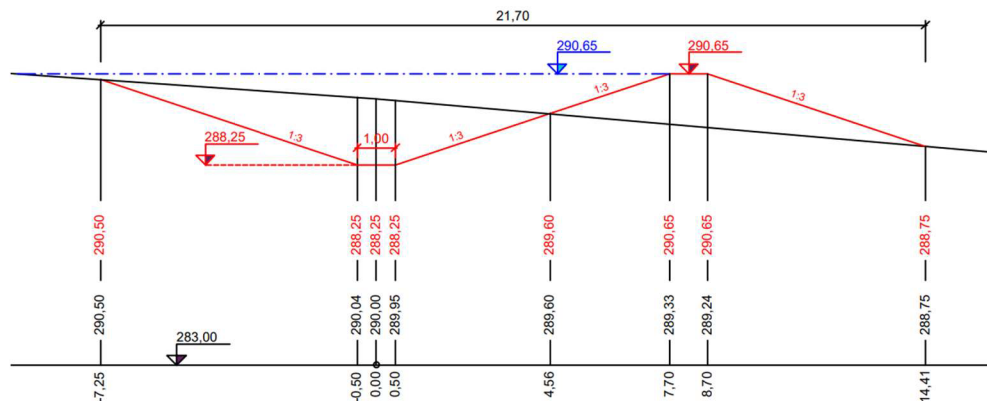
ZP4 (SS) bez opatření						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
W _{PVT}	1.59	2.01	2.48	3.02	3.44	[10 ³ .m ³]
W _{PVT,ld}	2.97	3.68	4.31	4.97	5.53	[10 ³ .m ³]

Tab. 60: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP4

ZP4 (SS) s opatřením						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
W _{PVT}	1.26	1.60	1.94	2.32	2.61	[10 ³ .m ³]
W _{PVT,ld}	2.30	2.84	3.24	3.59	3.90	[10 ³ .m ³]



Obr. 53: Příčný řez průlehu bez hrázky – ZP4



Obr. 54: Příčný řez průlehu s hrázkou – ZP4

Tab. 61: Průřezové (kapacitní) parametry

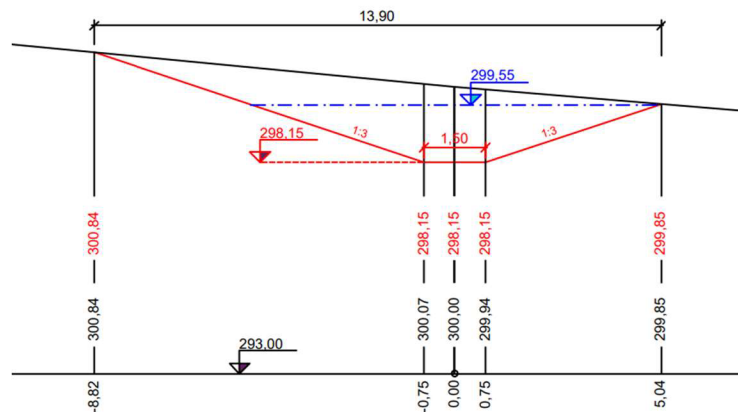
Varianty příčného profilu ZP5	Bez hrázky	S hrázkou	Jednotky
Plocha průřezu:	7.98	29.75	[m ²]
Objem průlehu:	4013.94	14961.74	[m ³]
Délka průlehu	503.00		[m]

Tab. 62: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP5

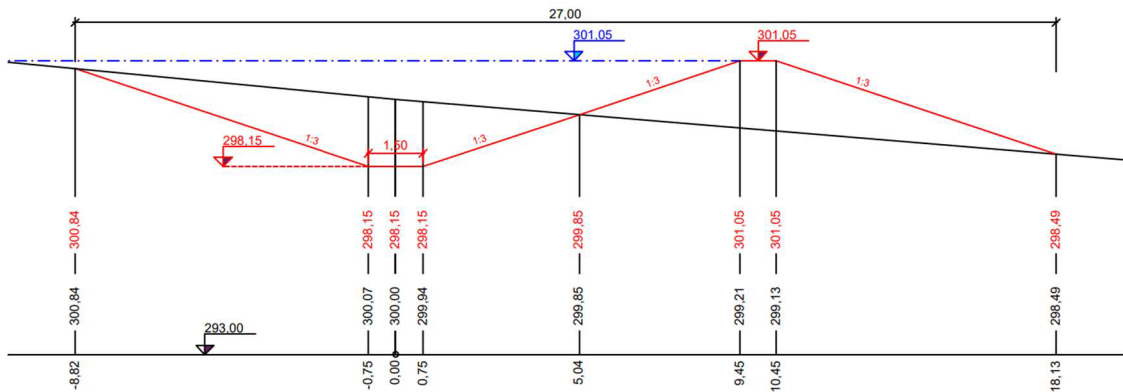
ZP5 (SS) bez opatření						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
W _{PVT}	1.59	2.02	2.51	3.08	3.51	[10 ³ .m ³]
W _{PVT,ld}	2.76	3.42	4.00	4.61	5.12	[10 ³ .m ³]

Tab. 63: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP5

ZP5 (SS) s opatřením						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
W _{PVT}	1.26	1.59	1.92	2.33	2.64	[10 ³ .m ³]
W _{PVT,ld}	2.14	2.63	3.01	3.33	3.61	[10 ³ .m ³]



Obr. 55: Příčný řez průlehu bez hrázky – ZP5



Obr. 56: Příčný řez průlehu s hrázkou – ZP5

Tab. 64: Průřezové (kapacitní) parametry

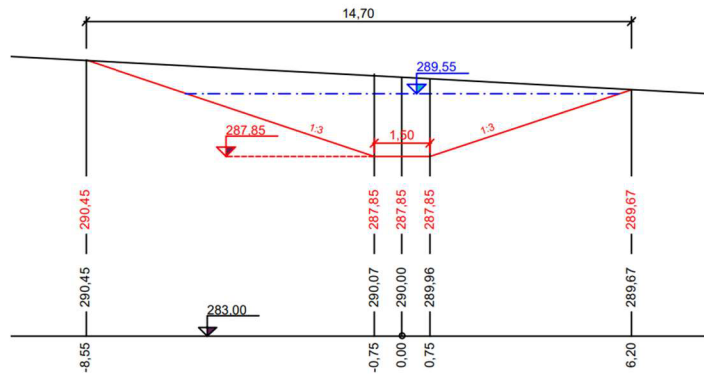
Varianty příčného profilu ZP6	Bez hrázky	S hrázkou	Jednotky
Plocha průřezu:	11.22	28,10	[m ²]
Objem průlehu:	3063.06	7671,30	[m ³]
Délka průlehu	273.00		[m]

Tab. 65: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP6

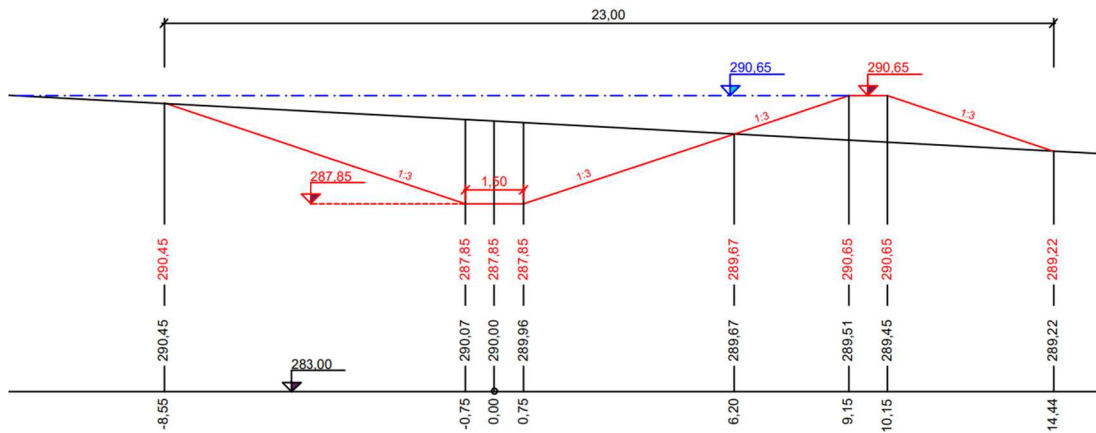
ZP6 (SS) bez opatření						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
W _{PVT}	1.24	1.56	1.93	2.41	2.79	[10 ³ .m ³]
W _{PVT,ld}	1.96	2.42	2.84	3.27	3.63	[10 ³ .m ³]

Tab. 66: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP6

ZP6 (SS) s opatřením						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
W _{PVT}	0.99	1.24	1.48	1.76	1.98	[10 ³ .m ³]
W _{PVT,ld}	1.52	1.87	2.14	2.36	2.56	[10 ³ .m ³]



Obr. 57: Příčný řez průlehu s hrázkou – ZP6



Obr. 58: Příčný řez průlehu s hrázkou – ZP6

Tab. 67: Průřezové (kapacitní) parametry

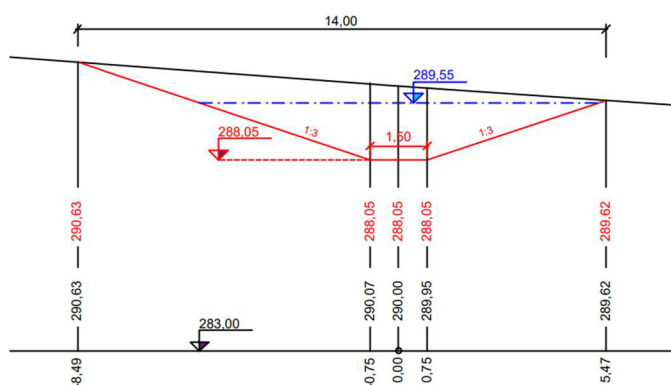
Varianty příčného profilu ZP7	Bez hrázky	S hrázkou	Jednotky
Plocha průřezu:	9.00	28,00	[m ²]
Objem průlehu:	7677.00	23884,00	[m ³]
Délka průlehu	853.00		[m]

Tab. 68: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP7

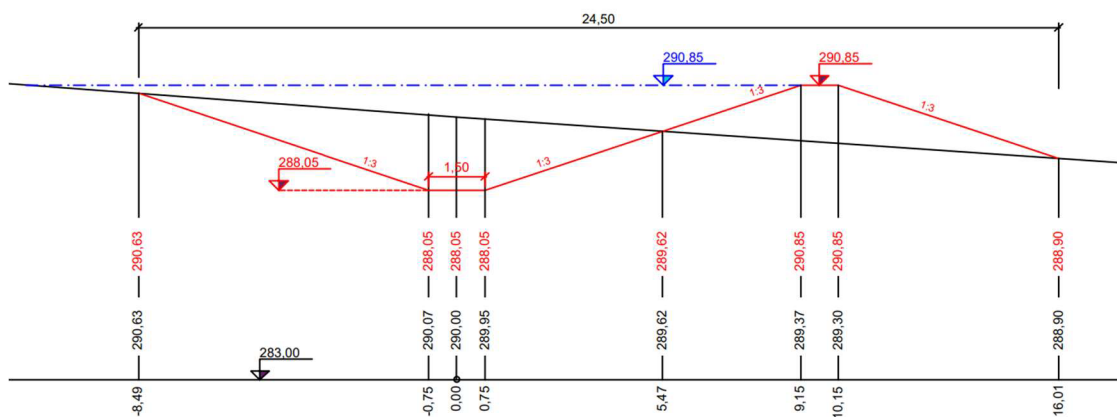
ZP7 (SS) bez opatření						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
W _{PVT}	3.21	4.09	5.09	6.30	7.18	[10 ³ .m ³]
W _{PVT,ld}	5.49	6.80	8.00	9.33	10.40	[10 ³ .m ³]

Tab. 69: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP7

ZP7 (SS) s opatřením						
N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
W _{PVT}	2.53	3.20	3.92	4.84	5.52	[10 ³ .m ³]
W _{PVT,ld}	4.23	5.23	6.05	6.83	7.50	[10 ³ .m ³]



Obr. 59: Příčný řez průlehu s hrázkou – ZP7



Obr. 60: Příčný řez průlehu s hrázkou – ZP7

Objem povrchové vody nutné k zachycení, se po návrhu agrotechnických a organizačních opatření snížil přibližně **1,3 - krát**.

Po návrhu hrázky u průlehu se jeho objemová kapacita zvýšila přibližně **3,5 - krát**. Ale z praktického hlediska je navržený objem průlehu s hrázkou na stoletý 1-denní objem předimenzován. V případě průlehu ZP3, ZP4, ZP6 a ZP7 byl objem tak velký, že se musela snížit koruna hrázky, a nemohl být tak dodržen požadavek přibližné rovnosti násypu hrázky a výkopu. Pokud by se chtěla realizovat tato varianta, a vyhnout se zbytečnému předimenzování, byl by nutný celkový nový návrh všech průlehu.

Díky takové kapacitě jako má průleh s hrázkou, bude ochráněn jak intravilán před možným vniknutím vody, tak i půda před erozí, kterou by mohlo způsobit velké množství vody. Zároveň, když může zachytit takovýto objem vody, tak to může i pomoci k doplnění zásob podzemních vod v okolí.

7 ZÁVĚR

Veškerá opatření na zájmovém území byla navržena hlavně na ochranu zastavěného území obce před negativními účinky povrchových vod způsobující především škody na majetku a také pro ochranu zemědělské půdy před plošnou a rýhovou erozí a před vznikem hlubokých rýh v drahách soustředěného odtoku – údolnicích vlivem působení přívalových srážek, tj. dešťů o velké intenzitě s malou dobou trvání.

Dále opatření sloužila ke zlepšení retence vody v krajině. V rámci analýzy odtokových poměrů v zájmovém území byly identifikovány celkem 4 kritické profily.

Při analýze erozního smyvu a kritických průtoků se počítalo s variantami “bez opatření” a “s opatřením”, které spadaly pod varianty “stávající stav” a “klimatická změna”. Hodnoty odtokových křivek CN se počítaly s variantami “bez opatření” a “s opatřením”.

U výpočtu eroze varianty “stávající stav bez opatření” jsem na ohrožených EHP obdržel nadlimitní hodnoty erozního smyvu (viz Obr. 20, Tab. 26). Z tohoto důvodu byla navržena ochranná opatření a variantně vyhodnocena, kdy u navržených variant došlo k výraznému poklesu erozního smyvu (viz Tab. 26 a 27). Hodnoty křivek CN se analyzovaly především v rámci sběrných ploch kritických profilů (KP), kde vlivem opatření došlo k jejich průměrnému poklesu. Navržená opatření měla vliv také na průměrný pokles hodnoty CN nejen ve sběrných plochách KP, ale na celém zájmovém území. Proto jsem při dimenzování zasakovacích průlehů počítal opět se dvěma variantami “bez opatření” a “s opatřením”. Po návrhu opatření došlo v závěrových profilech kritických bodů ke snížení hodnot základních charakteristik přímého odtoku (viz kapitola 5.3.1).

Při porovnání zmíněných variant výsledky jednoznačně potvrzují účinnost navržených agrotechnických, organizačních a technických opatření.

8 SEZNAM ZDROJŮ

- [1] v. V. v. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, „eKatalog BPEJ,“ 2022. [Online]. Available: <https://bpej.vumop.cz/>.
- [2] „Mapy Google,“ Google LLC, [Online]. Available: <https://www.google.com/maps/place/683+01+Tu%C4%8Dapy/@49.2290811,16.9001,4263m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x4712ef9724217c73:0xc00b40fedec39582!8m2!3d49.2333458!4d16.9183744!5m1!1e1>.
- [3] R. Hruban, „Moravské-Karpaty.cz,“ 2013. [Online]. Available: http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klimaticke-oblasti-dle-e-quitta-1971/#google_vignette.
- [4] M. u. v. Brně, „KLIMATICKÉ REGIONY ČR,“ 2004. [Online]. Available: <http://user.mendelu.cz/xvaltyni/systemy/projekt/files/bpej1.htm>.
- [5] s. InMeteo, „IN-POČASÍ,“ InMeteo, s.r.o., 2023. [Online]. Available: https://www.in-pocasi.cz/archiv/ivanovice_na_hane/.
- [6] Č. h. ústav, „DocPlayer.cz,“ 2016. [Online]. Available: <https://docplayer.cz/20888024-Hydrologicky-seznam-podrobneho-cleneni-povodi-vodnich-toku-cr.html>.
- [7] EDPP.CZ, „Povodňový plán SO ORP - Vyškov,“ 2023. [Online]. Available: https://www.edpp.cz/orpvysk_hydrologicke-udaje/.
- [8] v. v. i. Výzkumný ústav vodohodpodářský T. G. Masaryka, „HYDROEKOLOGICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM VÚV TGM,“ 2002. [Online]. Available: https://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?map=mp_heis_voda&TMPL=HVMAP_MAIN&IFRAME=0&lon=16.4405271&lat=49.8593499&scale=967680.
- [9] Č. g. služba, „geology.cz,“ služba, Česká geologická, [Online]. Available: <https://mapy.geology.cz/pudy/>.
- [10] M. zemědělství, „eagri.cz,“ [Online]. Available: <https://eagri.cz/public/web/mze/ministerstvo-zemedelstvi/legislativa/tematicke-prehledy-pravnich-predpisu-mze/103408821.html>.
- [11] v. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, „vumop.cz,“ [Online]. Available: https://www.vumop.cz/sites/default/files/20130529_katalogmap_hydrologicke_charakteristiky.pdf.
- [12] Č. g. služba, „geology.cz,“ služba, Česká geologická, [Online]. Available: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>.

- [13] J. Pavliš, „ROZBOR EROZNÍCH A ODTOKOVÝCH,“ Brno, 2021.
- [14] M. J. a. kol., 2012. [Online]. Available: file:///E:/www.ithope.cz/2020zachrana/20dat/skola/0_Diplomka/0_N%C3%A1vody/JANE%C4%8CEK_a_kol_2012_Ochrana%20zem%C4%9Bd%C4%9Blsk%C3%A9%20p%C5%AFdy%20p%C5%99ed%20eroz%C3%AD_2012.pdf.
- [15] „arccdata.cz,“ Esri, [Online]. Available: <https://www.arccdata.cz/produkty/arcgis>.
- [16] v. VÚV T.G.M., „povis.cz,“ Listopad 2009. [Online]. Available: https://www.povis.cz/mzp/KB_metodicky_navod_identifikace.pdf.
- [17] HYDRO, „hydro.upol.cz,“ 2009. [Online]. Available: http://hydro.upol.cz/?page_id=17.
- [18] Č. v. P. - F. stavební, „storm.fsv.cvut.cz,“ [Online]. Available: <https://storm.fsv.cvut.cz/lide/ucitele/20-bauer-miroslav/foto-a-informace/uzitecne-odkazy--materialy-a-nastroje-ke-stazeni/?lang=cz>.
- [19] F. s. Vysoké učení technické v Brně, „Ústav vodního hospodářství krajiny,“ 2011. [Online]. Available: <http://uvhk.fce.vutbr.cz/cs/software.php>.
- [20] A. C. s.r.o., „autocadblogger.cz,“ 2012. [Online]. Available: <https://www.autocadblogger.cz/co-je-to-autocad/>.
- [21] „Protierozní kalkulačka,“ Prosinec 2017. [Online]. Available: <https://kalkulacka.vumop.cz/docs/manual.pdf>.
- [22] C. prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, C. prof. Dr. Ing. Bořivoj Šarapatka, P. Ing. Marek Bednář, P. Ing. Veronika Sobotková, P. Ing. Jaroslav Pražan a I. M. M. Konečná, 2021. [Online]. Available: <https://protieroznipasy.vumop.cz/data/Vrstevnicov%C3%A9%20obd%C4%9B%C3%A1v%C3%A1n%C3%AD%20a%20p%C3%A1sov%C3%A9%20st%C5%99%C3%ADdan%C3%AD%20plodin.pdf>.
- [23] v. V. v. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, „encyklopedie.vumop.cz,“ 2019. [Online]. Available: https://encyklopedie.vumop.cz/index.php/OCHRANA_PROTI_VODN%C3%8D_EROZI.
- [24] v. V. v. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. [Online]. Available: https://www.suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/3.4_stabilizace_drahy_soustredeneho_odtoku.pdf.
- [25] M. M. Ondřej, „nase-voda.cz,“ 2018. [Online]. Available: <https://www.nase-voda.cz/vodni-eroze-snizuje-vynos-plodin-az-75-procent/>.

- [26] D. I. Marada, Adaptan, [Online]. Available: https://adaptan.net/uploads/vystupy/6_Osveta/Krajinotvorna_opatreni_prakticky_pruvodce.pdf.
- [27] K. O. M. D. Pavla Štěpánková, „s-ic.cz,“ Masaryka, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G., 2019. [Online]. Available: https://s-ic.cz/wp-content/uploads/2019/10/Katalog-Zadrzeni-vody_SIC_2019-10-22.pdf.
- [28] V. K. a. kol., „cmkpu.cz,“ 2014. [Online]. Available: http://www.cmkpu.cz/upload/files/Methodika_TPEO.pdf.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

KP	Kritický profil
EHP	Erozně hodnocené plochy
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČHP	Číslo hydrologického pořadí
VN	Vodní nádrž
Obr.	Obrázek
Tab.	Tabulka
HPJ	Hlavní půdní jednotka
HSP	Hydrologická skupina půd
LPIS	Land Parcel Identification System
DMT	Digitální model terénu
Př	Přímé řádky vedené bez ohledu na sklon pozemku, tedy i po spádnici
Vř	Vrstevnicové řádky vedené přesně ve směru vrstevnic
Pz	Posklizňové zbytky nejméně 5 % povrchu po celý rok
Db	Dobré hydrologické podmínky zvyšující infiltraci a snižující odtok, kdy je více než 20 % povrchu pokryto zbytky rostlin, tj. více než 850 kg/ha u širokořádkových plodin, nebo 305 kg/ha u úzkořádkových plodin
Šp	Špatné hydrologické podmínky omezující infiltraci vody do půdy a zvyšující odtok, s malým množstvím posklizňových zbytků
ORG	Organizační opatření
Ozn.	Označení
SS	Stávající stav
KZ	Klimatická změna
PV	Povodí
VOPS	Vrstevnicové obdělávání a pásové střídání
SDSO	Stabilizace dráhy soustředěného odtoku
SU	Stabilizovaná údolnice
ZP	Zasakovací průtok
USLE 2D	Universal Soil Loss equation for 2D

DSO

Dráha soustředěného odtoku

10 SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Klasifikace klimatických oblastí dle Quitta [3]	14
Tab. 2: Klasifikace klimatických regionů dle kódu BPEJ [4]	14
Tab. 3: Průměrný roční srážkový úhm [5]	15
Tab. 4: Průměrná roční teplota [5]	15
Tab. 5: Povodí IV. řádu [6]	15
Tab. 6: Průtokové poměry vodního toku Rakovec [7]	16
Tab. 7: Hydrologické údaje vodních toků a nádrží [6] [8]	16
Tab. 8: Popis čísel BPEJ [1]	17
Tab. 9: Zastoupení HPJ	18
Tab. 10: Popis HPJ v zájmovém území [10]	19
Tab. 11: Zastoupení HSP	21
Tab. 12: Charakteristika HSP dle Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy v. v. i. [11]..	21
Tab. 13: Zastoupení pokryvů	24
Tab. 14: Kódy využití území a určení čísla CN [13]	26
Tab. 15: Využití půdy a určení čísla CN [14]	27
Tab. 16: Převodní tabulka HPJ na faktor K (i na HSP) [14]	31
Tab. 17: Hodnoty exponentu sklonu m v závislosti na sklonu a poměru rýžkové eroze k erozi plošné (RENARD a kol., 1997 [14])	33
Tab. 18: Průměrné roční hodnoty faktoru C pro jednotlivé klimatické regiony [14]	34
Tab. 19: Hodnoty P-faktoru při vrstevnicovém obdělávání [21]	35
Tab. 20: Hodnoty P-faktoru při hrázkování, respektive přerušované brázdování podél vrstevnic [21]	35
Tab. 21: 1- denního maximální srážkový úhm (Brno – Husovice)	36
Tab. 22: Přehled výměr navržených agrotechnických a organizačních opatření	38
Tab. 23: 1- denního maximální srážkový úhm (Brno – Husovice) pro klimatickou změnu	39
Tab. 24: Histogram eroze s průměrnou hodnotou eroze pro stávající stav	42
Tab. 25: Histogram eroze s průměrnou hodnotou eroze pro klimatickou změnu	43
Tab. 26: Celková hodnota eroze pro stávající stav	44
Tab. 27: Celková hodnota eroze pro klimatickou změnu	45
Tab. 28: Průměrné hodnoty CN na kritických plochách	46
Tab. 29: Výstupní hodnoty pro kritický profil KP1	49
Tab. 30: Výstupní hodnoty pro kritický profil KP2	51
Tab. 31: Výstupní hodnoty pro kritický profil KP3	53

Tab. 32: Výstupní hodnoty pro kritický profil KP4	55
Tab. 33: Dimenze stabilizované údolnice SU1	60
Tab. 34: Dimenze stabilizované údolnice SU1	60
Tab. 35: Dimenze stabilizované údolnice SU2	61
Tab. 36: Dimenze stabilizované údolnice SU2	61
Tab. 37: Dimenze stabilizované údolnice SU3	62
Tab. 38: Dimenze stabilizované údolnice SU3	62
Tab. 39: Dimenze stabilizované údolnice SU4	63
Tab. 40: Dimenze stabilizované údolnice SU4	63
Tab. 41: Dimenze stabilizované údolnice SU1	64
Tab. 42: Dimenze stabilizované údolnice SU1	64
Tab. 43: Dimenze stabilizované údolnice SU2	65
Tab. 44: Dimenze stabilizované údolnice SU2	65
Tab. 45: Dimenze stabilizované údolnice SU3	66
Tab. 46: Dimenze stabilizované údolnice SU3	66
Tab. 47: Dimenze stabilizované údolnice SU4	67
Tab. 48: Dimenze stabilizované údolnice SU4	67
Tab. 49: Průřezové (kapacitní) parametry	71
Tab. 50: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP1	71
Tab. 51: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP1	71
Tab. 52: Průřezové (kapacitní) parametry	72
Tab. 53: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP2	72
Tab. 54: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP2	72
Tab. 55: Průřezové (kapacitní) parametry	73
Tab. 56: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP3	73
Tab. 57: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP3	73
Tab. 58: Průřezové (kapacitní) parametry	74
Tab. 59: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP4	74
Tab. 60: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP4	74
Tab. 61: Průřezové (kapacitní) parametry	75
Tab. 62: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP5	75
Tab. 63: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP5	75
Tab. 64: Průřezové (kapacitní) parametry	76
Tab. 65: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP6	76
Tab. 66: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP6	76

Tab. 67: Průřezové (kapacitní) parametry	77
Tab. 68: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP7	77
Tab. 69: Výstupní objemové hodnoty průlehu ZP7	77

11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Ortofotomapa umístění katastrálního území a zájmového území	13
Obr. 2: Hydrologické poměry	15
Obr. 3: Foto vodní nádrže VN1 Obr. 4: Foto přítoku Habrůvky do vodní nádrže VN1	16
Obr. 5: Mapa půdních typů [9].....	17
Obr. 6: Mapa BPEJ	18
Obr. 7: Mapa HPJ.....	18
Obr. 8: Mapa HSP	21
Obr. 9: Mapa geomorfologických poměrů.....	22
Obr. 10: Mapa geologických poměrů [12].....	22
Obr. 11: Mapa sklonitosti terénu.....	23
Obr. 12: Reliéf terénu.....	23
Obr. 13: Mapa krajinného pokryvu.....	24
Obr. 14: Mapa vymezení kritických profilů a jejich sběrných ploch.....	25
Obr. 15: Foto dolní strany propustku Obr. 16: Foto železničního nadjezdu nad vodním tokem (po pravé straně) a polní cestou (pohled po proudu).....	25
Obr. 17: Mapa K faktoru	32
Obr. 18: Mapa LS faktoru	34
Obr. 19: Mapa C faktoru	35
Obr. 20: Mapa eroze při stávajícím stavu bez opatření (nahore) a s opatřením (dole)	40
Obr. 21: Mapa eroze při klimatické změně bez opatření (nahore) a s opatřením (dole).....	41
Obr. 22: Mapa CN bez opatření (nahore) a s opatřením (dole).....	47
Obr. 23: Ilustrační obrázek pásového střídání plodin [23].....	57
Obr. 24: Mapa s pásovým střídání plodin	57
Obr. 25: Ilustrační obrázek eroze údolnice při soustředěném odtoku [25]	58
Obr. 26: Ilustrační obrázek stabilizované údolnice zatravněním [26].....	59
Obr. 27: Mapa SDSO	59
Obr. 28: Návrh programu Dimenzov	60
Obr. 29: Návrh programu Dimenzov	60
Obr. 30: Návrh programu Dimenzov	61
Obr. 31: Návrh programu Dimenzov	61
Obr. 32: Návrh programu Dimenzov	62
Obr. 33: Návrh programu Dimenzov	62
Obr. 34: Návrh programu Dimenzov	63
Obr. 35: Návrh programu Dimenzov	63

Obr. 36: Návrh programu Dimenzov	64
Obr. 37: Návrh programu Dimenzov	64
Obr. 38: Návrh programu Dimenzov	65
Obr. 39: Návrh programu Dimenzov	65
Obr. 40: Návrh programu Dimenzov	66
Obr. 41: Návrh programu Dimenzov	66
Obr. 42: Návrh programu Dimenzov	67
Obr. 43: Návrh programu Dimenzov	67
Obr. 44: : Ilustrační obrázek průlehu bez hrázkou [28]	69
Obr. 45: Ilustrační obrázek průlehu s hrázkou [28]	69
Obr. 46: Mapa zasakovacích průlehu.....	70
Obr. 47: Příčný řez průlehu bez hrázkou – ZP1	71
Obr. 48: Příčný řez průlehu s hrázkou – ZP1	71
Obr. 49: Příčný řez průlehu bez hrázkou – ZP2.....	72
Obr. 50: Příčný řez průlehu s hrázkou – ZP2.....	72
Obr. 51: Příčný řez průlehu bez hrázkou – ZP3.....	73
Obr. 52: Příčný řez průlehu s hrázkou – ZP3.....	73
Obr. 53: Příčný řez průlehu bez hrázkou – ZP4.....	74
Obr. 54: Příčný řez průlehu s hrázkou – ZP4.....	74
Obr. 55: Příčný řez průlehu bez hrázkou – ZP5.....	75
Obr. 56: Příčný řez průlehu s hrázkou – ZP5.....	75
Obr. 57: Příčný řez průlehu s hrázkou – ZP6.....	76
Obr. 58: Příčný řez průlehu s hrázkou – ZP6.....	76
Obr. 59: Příčný řez průlehu s hrázkou – ZP7.....	77
Obr. 60: Příčný řez průlehu s hrázkou – ZP7.....	77

12 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Varianty eroziho smyvu.....	46
Graf 2: Hydrogram pro KP1	48
Graf 3: Hydrogram pro KP1	48
Graf 4: Hydrogram pro KP1	49
Graf 5: Hydrogram pro KP2	50
Graf 6: Hydrogram pro KP2	50
Graf 7: Hydrogram pro KP2	51
Graf 8: Hydrogram pro KP3	52
Graf 9: Hydrogram pro KP3	52
Graf 10: Hydrogram pro KP3	53
Graf 11: Hydrogram pro KP4	54
Graf 12: Hydrogram pro KP4	54
Graf 13: Hydrogram pro KP4	55