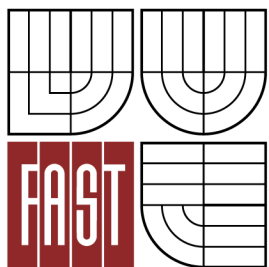




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

STUDIE VARIANT NAKLÁDÁNÍ S DEŠŤOVÝMI VODAMI V OBCI VENDRYNĚ

VARIANT STUDIES OF FEASIBILITY WITH STORM WATER IN MUNICIPALITY VENDRYNE

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JONÁŠ ODSTRČÍLEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR HLUŠTÍK

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství obcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Jonáš Odstrčilík
Název	Studie variant nakládání s dešťovými vodami v obci Vendryně
Vedoucí diplomové práce	Ing. Petr Hlušík
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2011
Datum odevzdání diplomové práce	13. 1. 2012
V Brně dne 31. 3. 2011	

.....
doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu

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

Podklady a literatura

1. Pasportizační podklady pro vybranou oblast zdravotně-technické infrastruktury
2. BERÁNEK,J.-PRAX,P. Navrhování tlakové kanalizace. NOEL 2000, ISBN 80-86020-08-8
3. Raclavský, J.: Venkovní podtlakové systémy stokových sítí - 1. část. SOVAK. 2009. 18(11). p. 14 - 18. ISSN 1210-3039.
4. Urcikán, P. a kol. Stokovanie a čistenie odpadových vod. Bratislava: STU. 1991
5. Metcalf + Eddy: Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse, McGRAW-HILL, New York 1985
6. Hlavínek P. a kol. Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území, ARDEC, ISBN 80-86020-55-X
7. Hlavínek P., Mičín J., Prax P.: Příručka stokování a čištění, ISBN 80-86020-30-4, NOEL 2000, Brno 2001
8. Krejčí a kol.: Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup, ISBN 80-86020-39-8, NOEL 2000, Brno 2002
9. Sborníky Water Science and Technology, IWA Publishing

Zásady pro vypracování

Předmětem diplomové práce bude variantní řešení odkanalizování vybrané obce. Diplomant provede rekognoskaci zájmového území, navrhne variantní návrh řešení odvádění dešťových vod. Při zpracování diplomové práce bude diplomant využívat nejnovějších poznatků z oboru (např. možnosti zasakování dešťových vod, využití dešťových vod apod.).

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....

Ing. Petr Hlušík
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá nakládáním s dešťovými vodami na území obce Vendryně. Po obsahové stránce se jedná o studii s několika variantami řešení. Jednotlivé varianty jsou přizpůsobeny místním podmínkám a následně vyhodnoceny. Součástí práce je i bilance hospodaření s dešťovou vodou pro typizovanou domácnost.

KLÍČOVÁ SLOVA

úprava toku, propustek, retenční nádrž, víceúčelová nádrž, dešťové srážky, povodí

ABSTRACT

This master's thesis deals with management of rain waters in urban area of village Vendryně. It contents study with several variants which are optimized for the local conditions and consequently evaluated. Another part of thesis deals with balance of rain water management for standardized household.

KEYWORDS

flow treatment, culvert, retention tank, multipurpose reservoir, rainfalls, river basin

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ODSTRČÍLEK, Jonáš. *Studie variant nakládání s dešťovými vodami v obci Vendryně*. Brno, 2012. 84 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Petr Hlušík

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně, a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

podpis autora

Zde bych si dovolil poděkovat vedoucímu Ing. Petru Hlušíkovi, za vstřícnost při psaní diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Jiřímu Vítovi za poskytnuté informace týkající se přístupu k problému nakládání s dešťovými vodami v urbanizovaném území. A závěrem nemohu opomenout mé nejbližší, jejichž podporu jsem pociťoval po celou dobu studia.

OBSAH

1	ÚVOD	10
2	PRŮVODNÍ ZPRÁVA	11
2.1	Identifikační údaje	11
2.2	Použité podklady	11
2.3	Popis lokality	12
2.3.1	Obec Vendryně.....	12
2.3.1	Klimatické poměry	12
2.3.2	Hydrologie.....	15
2.3.3	Morfologie, geologie a hydrogeologie	15
2.4	Stávající stav.....	18
2.4.1	Současná koncepce odvodnění	18
2.4.2	Bezejmenné toky a odvodňovací příkopy	20
2.4.3	Stanovení odtoku z povodí	23
2.5	Varianty nakládání s dešťovými vodami	30
3	ZVÝŠENÍ KAPACITY TOKŮ A PŘÍKOPŮ	34
3.1	Technické a funkční řešení.....	34
3.2	Návrh nového profilu.....	35
3.3	Příprava území, výstavba a údržba	38
3.3.1	Příprava území.....	38
3.3.2	Doporučení týkající se výstavby	39
3.3.3	Údržba	39
3.4	Výkaz výměr	40
4	RETENČNÍ NÁDRŽ	41
4.1	Technické a funkční řešení.....	41
4.2	Návrh rozměrů retenční nádrže.....	42
4.3	Objekty retenční nádrže	43
4.3.1	Rozdělovací objekt - SO1.....	43
4.3.2	Bezpečnostní přeliv - SO2, SO3.....	44
4.3.3	Bezpečnostní přeliv – SO4	44
4.3.4	Retenční prostor RN1, RN2, RN3.....	45
4.4	Příprava území, výstavba a údržba	45
4.4.1	Příprava území.....	45
4.4.2	Doporučení týkající se výstavby	46
4.4.3	Údržba	47
4.5	Výkaz výměr	47
5	VÍCEÚČELOVÁ MALÁ VODNÍ NÁDRŽ.....	48
5.1	Technické a funkční řešení.....	48
5.2	Návrh rozměrů nádrže	49
5.3	Objekty víceúčelové nádrže.....	50
5.3.1	Těleso hráze.....	50
5.3.2	Vtokový objekt s propustkem.....	51
5.3.3	Bezpečnostní přeliv	51

5.4	Příprava území, výstavba a údržba	51
5.4.1	Příprava území.....	51
5.4.2	Doporučení týkající se výstavby	52
5.4.3	Údržba	53
5.5	Výkaz výměr	53
6	ZATRUBNĚNÍ	54
6.1	Technické a funkční řešení.....	54
6.2	Návrh zatrubnění	55
6.3	Objekty na potrubí.....	56
6.3.1	Rozdělovací objekt a nátok do potrubí	56
6.3.2	Vstupní šachty	56
6.3.3	Výustní objekt	56
6.4	Příprava území, výstavba a údržba	57
6.4.1	Příprava území.....	57
6.4.2	Doporučení týkající se výstavby	58
6.4.1	Údržba	58
6.5	Výkaz výměr	59
7	ROZPOČTOVÁ ČÁST	60
7.1	Hospodaření s dešťovou vodou	60
7.2	Úprava toku „A“	60
7.3	Úprava toku „B“	61
7.4	Retenční nádrž.....	61
7.5	Víceúčelová malá vodní nádrž	61
7.6	Zatrubnění	61
8	ZÁVĚR.....	62
9	POUŽITÁ LITERATURA	66
	SEZNAM TABULEK.....	68
	SEZNAM OBRÁZKŮ	69
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	70
	SEZNAM PŘÍLOH	71
	SUMMARY	84

1 ÚVOD

Téma diplomové práce bylo vypsáno na základě požadavku členů zastupitelstva obce Vendryně, a to bez bližší znalosti konkrétního problému. V průběhu měsíce května proběhlo jednání se zastupiteli, konkrétně starostou obce Ing. Rudolfem Bilkem, kde byly specifikovány problémy a stanoveny cíle, kterých by mělo být touto prací dosaženo. Součástí schůzky byl i průzkum zájmového území s konkretizací problémových úseků z úst pana starosty i místních občanů. Hlavním zájmem pana starosty bylo vyřešení problémů s dešťovou vodou, která několikrát do roka přináší občanům obce nemalé starosti. K těm dochází zejména při dlouhodobých srážkových událostech a jejich vlivem následně k vyběžení vody z odvodňovacích kanálů a bezejmenných toků. Taktéž bylo zmíněno, že za takovéto situace nastává zatopení sklepů nemovitostí, a to i v lokalitách mimo záplavové území obce. Tímto bylo zcela jasně dáno, že dojde ke změně obsahu diplomové práce oproti původně vpsaným požadavkům na vypracování.

Na základě těchto nových požadavků byly zpracovány varianty nakládání s dešťovými vodami v obci Vendryně. Obsahově i strukturou je práce řešena jako studie, poskytující zastupitelům obce přehled o možnostech řešení daného problému.

Na závěr tohoto příjemného setkání proběhlo předání kontaktů na organizace, které měly poskytnout potřebné vstupní informace. Jednalo se o společnost IGEA s.r.o., ta se v obci podílela na výstavbě splaškové kanalizace a společnost DIGIS s.r.o., která obci zajišťuje správu geografických informačních systémů (GIS). Jimi zaslaná data byla na základě žádosti doplněna o data poskytnutá českým úřadem zeměměřičským a katastrálním. Z většiny získaných vstupních údajů se pomocí dostupného software provedly potřebné analýzy a grafické výstupy v práci obsažené.

Práce je členěna do čtyř hlavních částí. První z nich je průvodní zpráva, kde jsou sepsány dostupné informace o dané lokalitě. Následují souhrnné technické zprávy, které obsahují popis navrhovaných řešení, výpočty a výkaz výměr k jednotlivým variantám. Na ně navazuje část rozpočtová. V závěru jsou shrnuty dosažené výsledky s doporučením dalšího postupu k úspěšnému vyřešení dané situace v obci Vendryně.

2 PRŮVODNÍ ZPRÁVA

2.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Kraj:	Moravskoslezský
Obec:	Vendryně
Katastrální území:	Vendryně
Pozemková parcela č. :	dotčené parcely jsou uvedeny u jednotlivých variant

2.2 POUŽITÉ PODKLADY

Název	Formát	Poskytovatel
situace inženýrských sítí	dwg	IGEA s.r.o.
situace archivních sond	pdf	IGEA s.r.o.
Inženýrskogeologický průzkum	doc	IGEA s.r.o.
inženýrské sítě	shp	DIGIS s.r.o.
BPEJ	shp	DIGIS s.r.o.
zabaged polohopis	shp	ČUZK
zabaged výškopis	shp	ČUZK
územní plán obce Vendryně	pdf	obec Vendryně
ortofotomapa	bmp	CENIA *
hydrogeologická mapa ČR	bmp	ČGS *
uložení potrubí, montážní návod	pdf	PREFA BRNO *

* podklady dostupné prostřednictvím síťových služeb

2.3 POPIS LOKALITY

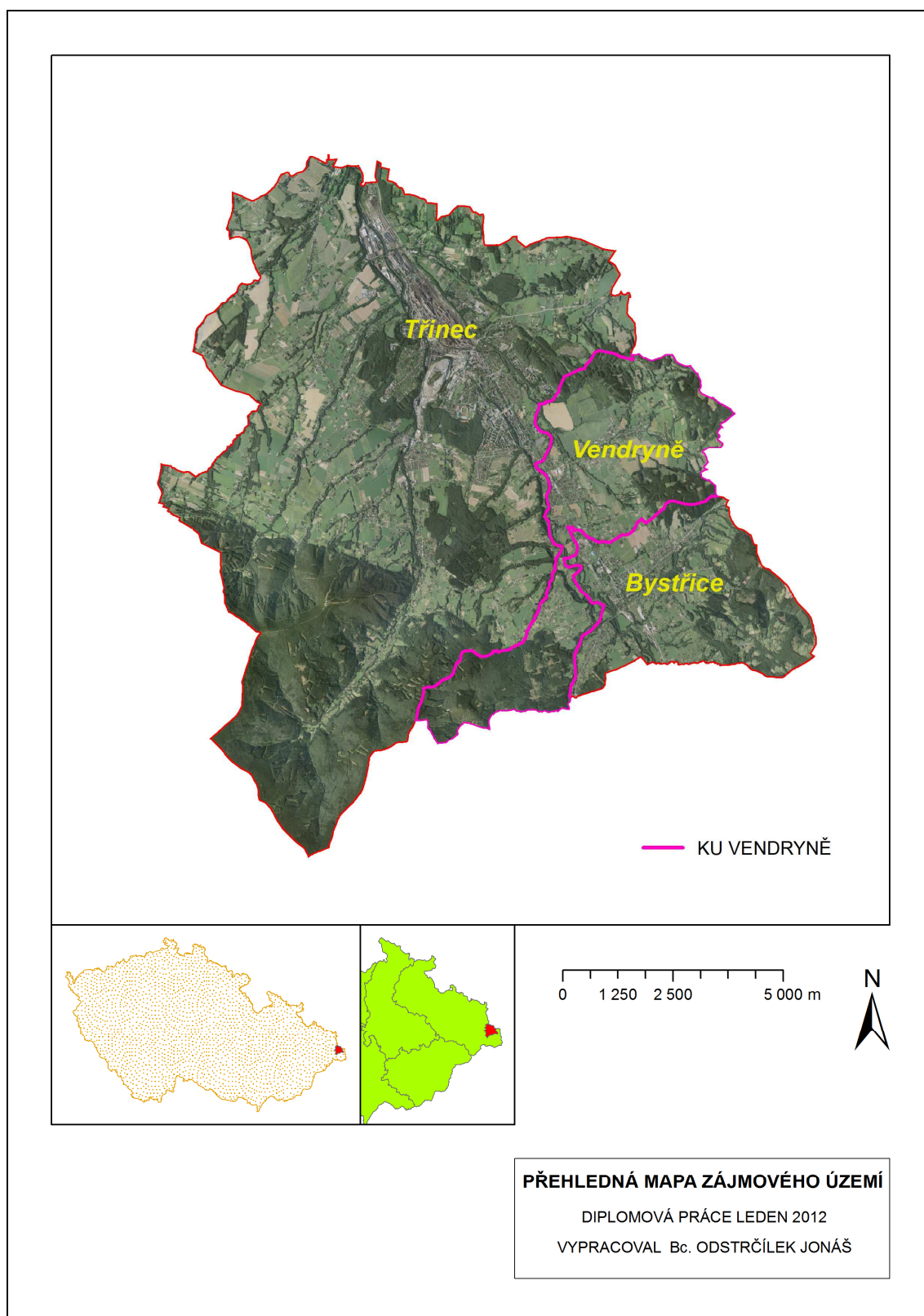
2.3.1 Obec Vendryně

Jak je zřejmé z obrázku 2.1, tak katastrální území (k.ú.) Vendryně se nachází ve východní části České republiky v těsné blízkosti města Třince. Rozkládá se po obou stranách řeky Olše a jeho severní část tvoří hranici s Polskem. Nadmořská výška v centrální části se pohybuje kolem 350 m n. m. a na levém břehu Olše, v místní části Zaolší dosahuje na hřebenech Těšínských Beskyd výšky až 880 m.n.m. Rozloha obce je 2095 ha a k 1.1.2011 měla obec Vendryně 4 230 obyvatel. Charakter zástavby je tvořen ucelenou zástavbou z rodinných domů v centrální části obce a selskými usedlostmi, v okrajových částech. Okrajové části obce mají charakter tzv. slezské zástavby samostatně stojících domů obklopených ornou půdou nebo trvalými travními porosty (TTP). V posledních letech byla v těchto lokalitách zahájena rozsáhlá výstavba novostaveb a postupně dochází ke snižování podílu ploch určených k zemědělství.

Co se týká dopravního spojení, tak obcí Vendryně vede silnice první třídy I/11, železniční koridor český těšín – žilina a cyklostezka č. 6085. V minulosti se zde těžil vápenec pro hutě v ustroni a třinci. Tok olše a část navazující levobřežní i pravobřežní nivy je součástí evropsky významné lokality (EVL) olše. V okolí vodního toku se také rozkládá regionální biokoridor (RBK) č. 1562, s názvem třinec-bystrice.[5]

2.3.1 Klimatické poměry

Podle mapy klimatických regionů ČR (Quitt, 1971) spadá k.ú. Vendryně na rozhraní oblastí MT2 ,MT7 a MT9. Charakteristiky jednotlivých oblastí jsou uvedeny v tabulce 2.1. Podle těchto charakteristik lze napsat, že se jedná o oblast s dlouhým, teplým, suchým až mírně suchým létem. Krátkým přechodným obdobím, s mírným až mírně teplým jarem i podzimem. Krátkou, mírnou, suchou zimou s krátkým trváním sněhové pokrývky.[7],[5]



Obr. 2.1 - Mapa zájmového území

Tab. 2.1 – Charakteristika klimatických oblastí ČR dle Quitta (Quitt, 1971)

Charakteristiky	MT2	MT7	MT9
Počet letních dnů	20-30	30-40	40-50
Počet dnů s průměrnou teplotou 10° C a více	140-160	140-160	140-160
Počet mrazových dnů	110-130	110-130	110-130
Počet ledových dnů	40-50	40-50	30-40
Průměrná teplota v lednu	-3 až -4	-2 až -3	-3 až -4
Průměrná teplota v dubnu	6-7	6-7	6-7
Průměrná teplota v červenci	16-17	16-17	16-17
Průměrná teplota v říjnu	6-7	7-8	6-7
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm	120-130	100-120	100-120
Srážkový úhrn ve vegetačním období	450-500	400-450	400-450
Srážkový úhrn v zimním období	250-300	250-300	250-300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	80-100	60-80	60-80
Počet dnů zamračených	150-160	120-150	120-150
Počet dnů jasných	40-50	40-50	40-50

Srážky jsou vzhledem k nadmořské výšce nadprůměrné, kde se dlouhodobý průměrný roční srážkový úhrn v údolí Olše pohybuje okolo 1000 mm. Ale např. v roce 2010 dosáhl roční srážkový úhrn na stanici Jablunkov 1640 mm, přičemž dlouhodobý průměr této stanice je 984 mm. V tabulce 2.2 jsou uvedeny hodnoty maximálních denních úhrnů srážek s pravděpodobností opakování N roků.

Tab. 2.2 - Hodnoty maximálních denních úhrnů

Stanice Jablunkov [mm]				
H ₅	H ₁₀	H ₂₀	H ₅₀	H ₁₀₀
52,7	87,3	101,4	118,7	132,2

Z klasifikace území České republiky podle souhrnného hodnocení kvality ovzduší vyplývá, že se jedná o oblast s mírně až silně znečištěným ovzduším. Kvalitu ovzduší

v obci nejvíce ovlivňují Třinecké železárny, automobilová doprava využívající silnici I. Třídy a v neposlední řadě se na znečištění podílí obyvatelé spalováním tuhých paliv.

2.3.2 Hydrologie

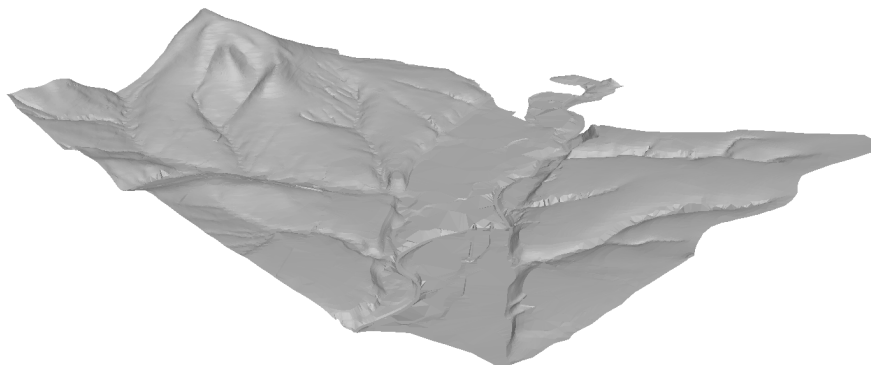
Jak již bylo zmíněno, obcí protéká řeka Olše s průměrným ročním průtokem $1,83 \text{ m}^3/\text{s}$. Nad severní částí obce pramení potok Vendryňka, který tvoří pravostranný přítok Olše. Levostranné přítoky tvoří potoky Tisový a Hluboký. Dále se v obci nachází několik malých vodních toků, které vznikají v drahách soustředěného odtoku zejména při dešťových událostech. Aktuální průměrný průtok v Olši ze dne 28.12.2011 5:00 byl $1,16 \text{ m}^3/\text{s}$, a to při výšce hladiny 109 cm (LG Jablunkov).

Tab. 2.3 – N-leté průtoky Olše

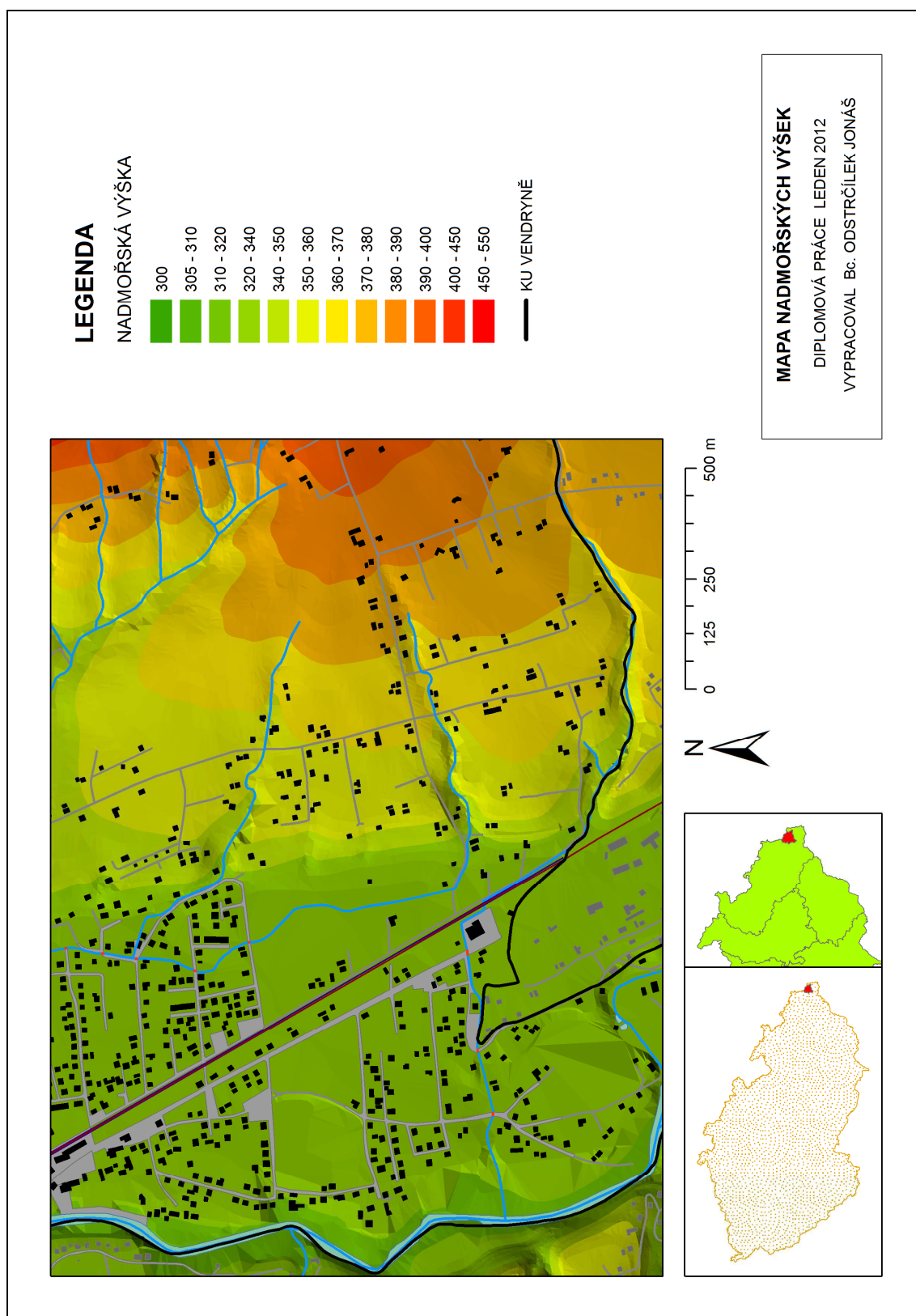
N-leté průtoky Olše [m^3/s], stanice LG Jablunkov						
Q_1	Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}
36,4	56,1	88,2	117,0	149,0	198,0	239,0

2.3.3 Morfologie, geologie a hydrogeologie

Na převýšeném digitálním modelu terénu (DMT) můžeme pozorovat morfologické členění zájmové oblasti (obr. 2.2). Patrné jsou dráhy soustředěného odtoku i koryto řeky Olše meandrující středem údolí. Střední část, tvoří údolní nivu toku, ta je plochá a na pravém břehu postupně přechází v pahorkatinu. Levý břeh Olše má charakter plošiny. Nadmořská výška v zájmovém území se pohybuje od 300-550 m n.m. (obr. 2.3).



Obr. 2.2 – 3 x převýšený DMT části k.ú. Vendryně (pohled proti proudu řeky Olše)



Obr. 2.3 – Mapa nadmořských výšek

Údaje o geologii jsou převzaty ze zprávy zpracované v rámci projektu „Revitalizace povodí Olše“. Zpráva navazuje na již v minulosti provedené geologické průzkumy a podává dobrý přehled o geologické skladbě a hydrogeologických poměrech v obci. Typická skladba zemin podle petrografických popisů sond se skládá z navážky popř. ornice, hlinito-písčitých štěrků a spodní vrstvy tvoří jílovec.

„Horniny předkvarterního podloží reprezentují sedimenty godulského příkrovu slezské jednotky, které v bezprostřední blízkosti Olše a zbylých toků místy vystupují k povrchu souvrstvím spodních těšínských vrtev – tmavošedé vápnité jílovce. Podružně pak i na údolních svazích a vrcholové části území. Popsané horniny jsou ve svrchní poloze zcela zvětralé až silně navětralé charakteru zemin - tmavošedý jíl s hojnými úlomky matečné horniny vyšší pevnosti.

Kvarterní zemin - jsou zastoupeny vzhledem k morfologii terénu především fluviálními sedimenty, terasovými sedimenty vodotečí, které jsou při patě údolního svahu překryty eolickými prachovitými hlínami, výše ve svahu pak i svahovými sedimenty. V zastavěné části území mohou být neprůběžně překryty recentními navážkami.

Nejsvrchnějším členem fluviálního souvrství jsou soudržné, proměnlivě písčité povodňové hlíny a jíly, které sedimentovaly v území za vysokých vodních stavů, z čehož plyne jejich zrnitostní variabilita a nepravidelnost mocností. Zrnitostně odpovídají středně, méně často až vysoce plastickým jílům a především jílům písčitým. V důsledku nasycení mělce se vyskytující podzemní vodou jsou nižších geotechnických kvalit – tuhá až měkce tuhá konzistence ve svrchním oddílu souvrství, měkká při bázi. V místech depresí se stagnující vodou mohou v sobě obsahovat výrazný podíl organické substance - rostlinné drtě, popř. zetlelých rostlinných zbytků.

Zrnitostně odlišný spodní oddíl fluviálního souvrství budují od báze drobné až balvanité štěrky písčité proměnlivě zahliněné (zajílované). Valouny štěrků jsou dobře opracované, polymiktního charakteru tvořené materiálem snosových oblastí – hrubé beskydské pískovce. V jejich nadloží, ale i nepravidelně v souvrství, jsou rozšířeny jemně až hrubě zrnité písky.

Štěrky tvoří výplň teras, které jsou vyvinuty v různých výškových úrovních a tvoří prakticky souvisle obě strany říční nivy. Eolické sedimenty jsou rozšířeny v nadloží povodňových jílu, popř. terasových štěrků. Zrnitostně odpovídají prachovitým, nízce až středně plastickým jílům tuhé až pevné konzistence. Dosahují v území až metrových mocností.

Svahové zeminy jsou podobných vlastností, jsou však plastičtější a mohou v sobě obsahovat úlomky matečných hornin v různém stupni navětrání.

Recentní antropogenní navážky v území představují neprůběžně nejsvrchnější horizont kvartéru. Jedná se buď o přemístěné původní zeminy při stavebních úpravách, nebo o polosoudržné až nesoudržné hlinitopísčité zeminy s příměsí stavebnin, kameny a popř. i domovní odpad.

Podzemní voda je vázána na velmi dobře propustné štěrky a písky s koeficientem filtrace v řádech $\times 10^{-5}$ až $\times 10^{-3}$ m/s a vyskytuje se s mírně napjatou hladinou. Zdola je kolektor ohraničen slabě až velmi slabě propustným jílovcem s koeficientem filtrace řádů $\times 10^{-11}$ až $\times 10^{-6}$ m/s. Mocnost kolektorů se pohybuje v rozmezí 0,1 – 5,2 m. Nadloží kolektoru tvoří slabě až velmi slabě propustné povodňové hlíny s propustností od $\times 10^{-8}$ do $\times 10^{-6}$ m/s.

Hladina podzemní vody (HPV) v průběhu roku kolísá v závislosti na stavu vodní hladiny v toku. V období sucha (září až říjen) je území drénováno a opačně při vysokých vodních stavech (březen, duben, červenec) dotuje okolní území. HPV se nachází poměrně mělce pod terénem, místy i 1,0 m. Běžně lze na hladinu podzemní vody narazit 2,0 – 4,0 m pod terénem.“ [7]

2.4 STÁVAJÍCÍ STAV

2.4.1 Současná koncepce odvodnění

V současné době (prosinec 2011) je v obci zahájen provoz kanalizace, která se zde v posledních letech budovala v rámci projektu „Revitalizace povodí Olše“. Jedná se o kombinaci gravitačního a tlakového systému splaškové kanalizace. Splaškové odpadní vody jsou gravitačně svedeny do šesti čerpacích stanic, odkud jsou přečerpávány do stávající kanalizace města Třince. Tam jsou následně likvidovány

na čistírně odpadních vod, která v rámci stejného projektu prošla rekonstrukcí. Celková délka kanalizační sítě v obci je cca 30,0 km. Dle aktuálních informací se počet napojených přípojek blíží číslu 400 z celkového počtu přes 600. To znamená, že se zatím napojily přibližně 2/3 občanů, kteří jsou povinni se napojit, aby mohlo dojít k plnému čerpání dotací.[4]

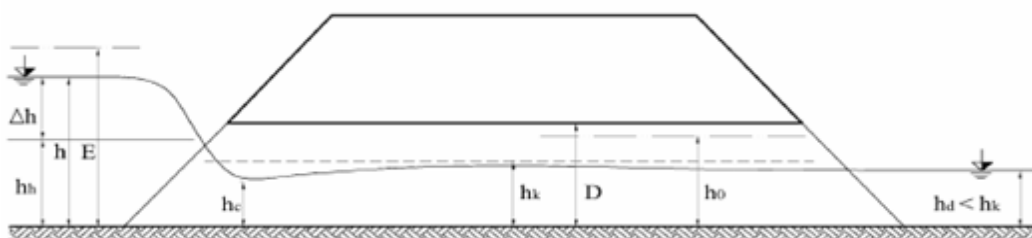
Co se týče dešťových vod (DV), tak ty jsou řešeny samostatně v rámci jednotlivých nemovitostí. V minulosti, když ještě nebyla vybudována splašková kanalizace, byly dešťové odpadní vody likvidovány vsakováním na pozemcích, zachytávány do sběrných nádrží, popř. zaústěny do bezejmenných vodotečí. Dnes je tato koncepce zachována, ale jsou ovšem jedinci, kteří i přes zákaz mají napojeny DV do přípojky splaškové kanalizace. To vede k nemalým problémům, zejména se pak jedná o naředění splaškových odpadních vod a následného vyššího požadavku na čerpání. Na některých místech obce je také vybudována dešťová kanalizace, která je zaústěna do řeky Olše. Jedná se ale o kanalizaci vybudovanou soukromými subjekty, takže neřeší celkovou situaci v obci, ale pouze konkrétní lokalitu.

V projektu výstavby nové kanalizace bylo rozhodnuto o vybudování pouze splaškové kanalizace. To lze pochopit, jelikož budování souběžné dešťové kanalizace by bylo nákladné a navíc i z prostorových důvodů v obci téměř nemožné. Obec jako taková má moderní přístup k nakládání s dešťovými vodami, když nutí své občany likvidovat, popř. využít dešťové vody na svých pozemcích (v místě vzniku). S tímto ovšem musí souviset geologické a hydrogeologické podmínky. Jak vyplývá z geologického průzkumu, svrchní vrstvy zeminy většinou tvoří navážky anebo povodňové naplaveniny, které jsou slabě až velmi slabě propustné. Tímto dochází k pomalému vsakování do podloží, zadržování vody na povrchu a vytváření lagun, které nakonec ohrožují jak vlastní nemovitost, tak i nejbližší okolí. Navíc se větší část obce nachází v místě s vysokou hladinou podzemní vody, která je navíc ovlivněna chodem hladin ve vodním toku. Při déle trvajících deštích dochází také ke zvýšení průtoků v bezejmenných potocích, které odvádí nashromážděnou vodu z méně zastavěných svažitých částí obce. Tyto potoky poté vedou zastavěnou částí obce, kde místy dochází k rozlivům (obr. 2.5). Nejvíce postižené oblasti se nacházejí ve střední části obce rozprostřené v údolní nivě okolo silnice I/11.

2.4.2 Bezejmenné toky a odvodňovací příkopy

Středovou částí obce vedou dva větší bezejmenné toky, které jsou pracovníě označeny písmeny „A“ a „B“. K těmto tokům připadá povodí o velikosti 41,0 ha resp. 55,5 ha. Do těchto dvou hlavních toků se napojují další menší toky a také podélné odvodnění některých silnic a železniční tratě. Dohromady tvoří soustavu povrchových odvodňovacích prvků, které odvádějí dešťovou vodu.

Za účelem zjištění kapacity koryt, bylo během druhého průzkumu lokality provedeno geodetické zaměření příčných profilů. Rozmístění jednotlivých profilů i s velikostmi přilehlých povodí je zakresleno v příloze B 1. Geodetické zaměření je znázorněno v přílohách B 2.1 až B 2.3. Profily byly vybírány na základě rozmístění propustků a sklonitosti. Na trase toku tedy byly zaměřeny propustky a k nim přiléhající profily popř. profily ležící v místech, kde se mění sklon anebo směr toku. Kapacita jednotlivých profilů byla stanovena pomocí Chézyho rovnice pro stanovení průtoku v otevřených korytech. Kapacita propustků byla stanovena pomocí zjednodušeného vzorce pro výpočet kapacity propustků. Tento vzorec lze použít pro odhad průtoku u kruhových propustků s volným vtokem neovlivněným dolní vodou (obr. 2.4). [8]



Obr. 2.4 – Propustek s volným vtokem neovlivněným dolní vodou [8]

$$Q_D = 24 \cdot D^{8/3} \cdot \sqrt{I_o} \quad (2.1)$$

Q_D – kapacitní průtok propustkem při netlakovém režimu (m^3/s)

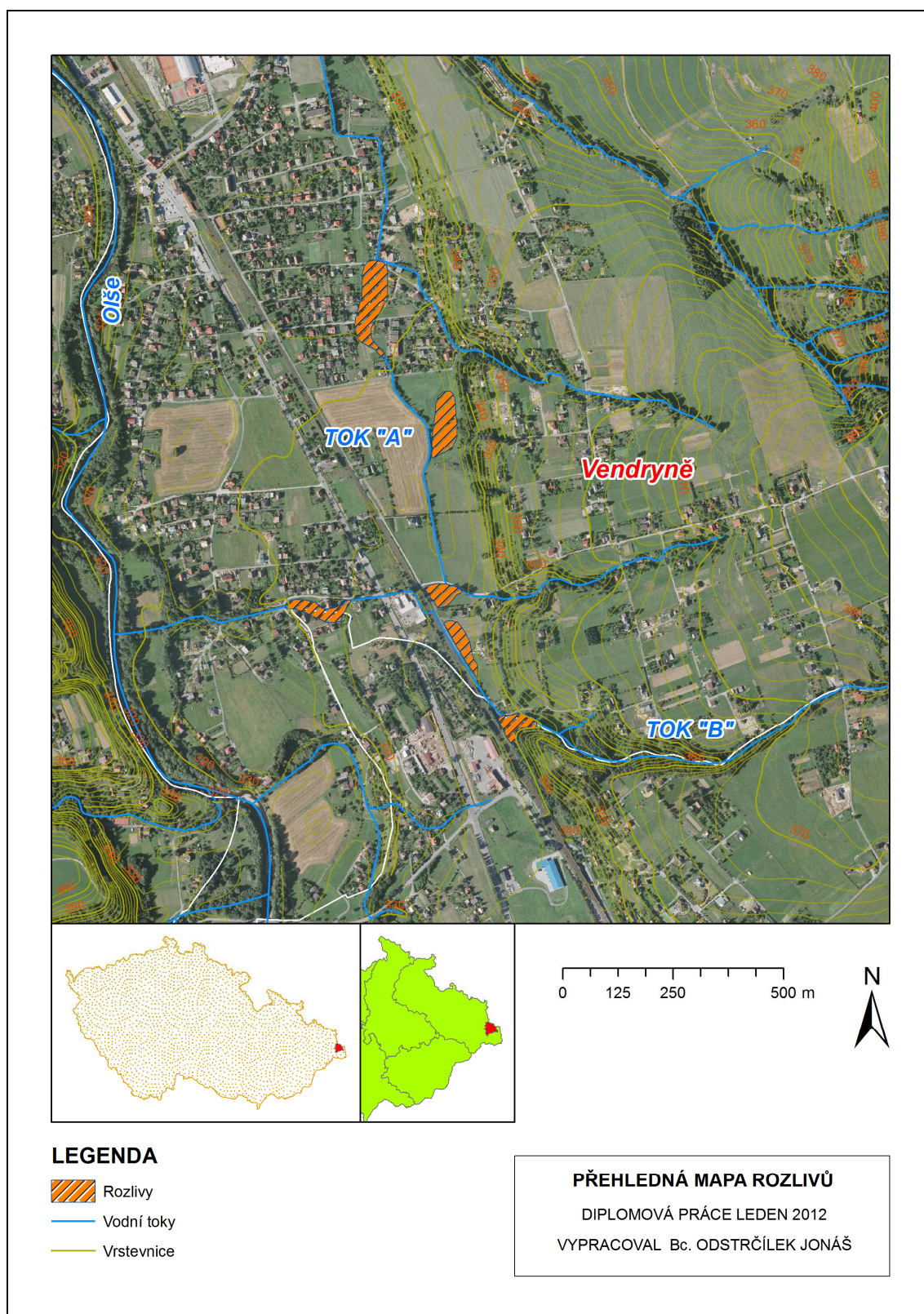
D – průměr kruhového propustku (m)

I_o – sklon dna propustku

V následující tabulce (tab. 2.4) jsou uvedeny kapacitní průtoky profilů a propustků. Ty jsou seřazeny od zaústění toku k pramenu. Z výpočtu je patrné, že kapacita propustků je větší než samotná kapacita profilů k nim náležících. Také si můžeme všimnout, že kapacita některých profilů ležících níže na toku je menší než kapacita předchozích profilů. V takovémto případě dochází při překročení kapacity k rozlivům mimo koryto toku (obr. 2.5).

Tab. 2.4 – Výpočet kapacity profilů

Výpočet kapacity profilů										
Povodí	Profil	Hloubka vody	Průtočná plocha	Omočený obvod	Hydraulický poloměr	průměrný součinitel drsnosti	Chézyho rychlostní součinitel	Sklon dna	Průtočná rychlost	Průtok profilem
	i	h	S [m ²]	O [m]	R	n	C	I _d	v [m/s]	Q [m ³ /s]
A	1	0,60	1,13	3,04	0,372	0,050	16,96	0,004	0,65	0,739
	P	0,60	0,60	2,2	0,273	0,015	53,69	0,004	1,77	1,064
	2	0,80	1,25	2,97	0,421	0,050	17,31	0,004	0,71	0,888
	3	0,72	1,03	2,79	0,369	0,070	12,10	0,020	1,04	1,071
	P	0,80	0,50	2,5	0,201	0,015	51,03	0,020	3,24	1,626
										1,872
	4	0,42	0,39	1,78	0,219	0,073	10,64	0,030	0,86	0,336
	P	0,60	0,28	1,8	0,157	0,015	48,97	0,030	3,36	0,950
										1,065
	5	0,44	0,34	1,99	0,171	0,075	9,93	0,035	0,77	0,261
	P	0,50	0,20	1,5	0,131	0,015	47,50	0,035	3,22	0,631
										0,707
B	1	0,81	1,89	3,84	0,492	0,065	13,67	0,025	1,52	2,866
	P	0,70	0,56	2,8	0,200	0,015	50,98	0,025	3,60	2,019
	2	0,66	0,81	2,67	0,303	0,065	12,61	0,025	1,10	0,890
	P	0,70	0,56	2,80	0,200	0,015	50,98	0,025	3,60	2,019
	3	0,80	1,15	3,1	0,370	0,050	16,94	0,025	1,63	1,874
	P	0,66	1,13	3,33	0,339	0,015	55,68	0,025	5,13	5,795
	4	0,80	0,88	2,61	0,337	0,015	55,62	0,008	2,89	2,542
	P	0,95	1,90	3,9	0,487	0,025	35,48	0,008	2,22	4,209
	5	0,8	1,13	3,13	0,361	0,035	24,32	0,018	1,96	2,215
	6	0,58	0,53	2,56	0,207	0,055	13,98	0,015	0,78	0,413
	P	0,50	0,20	1,5	0,131	0,015	47,50	0,030	2,98	0,585
										0,655
C	1	0,65	0,90	3,17	0,284	0,055	14,74	0,008	0,72	0,644
	2	0,74	1,08	3,12	0,346	0,055	15,24	0,008	0,82	0,882



Obr. 2.5 – Mapa rozlivů v obci Vendryně

U kruhových propustků je kapacita počítána dvakrát. První hodnota je dle Chezy a druhá je stanovená dle rovnice 2.1. Na obrázku 2.6 vidíme 3D letecký pohled na zájmovou oblast, vytvořený v prostředí ArcScene. Žlutě jsou vyznačeny hranice povodí a modře jsou zvýrazněny dráhy soustředěného odtoku resp. odvodňovacích příkopů.



Obr. 2.6 – Zájmová oblast

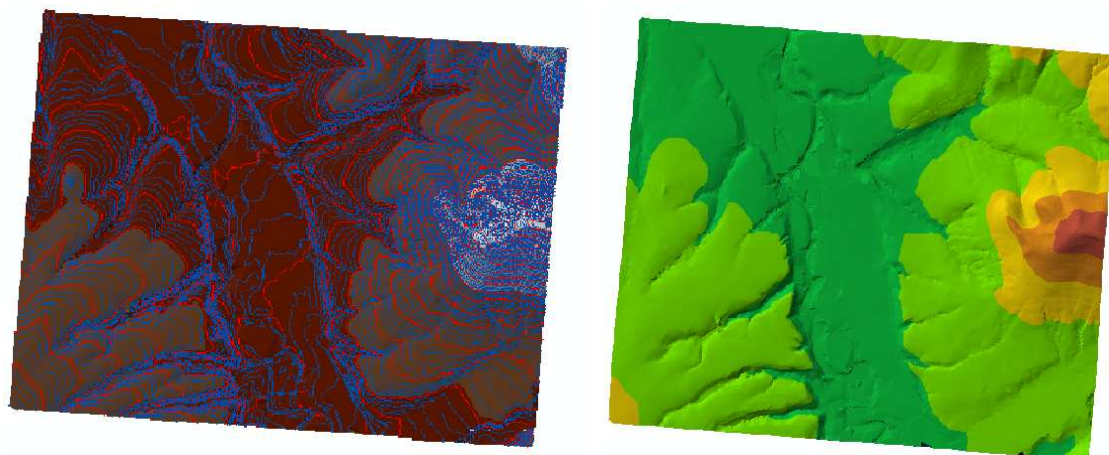
2.4.3 Stanovení odtoku z povodí

Ke stanovení odtoku ze zájmové oblasti byla použita metoda čísel odtokových křivek (Curve Number – CN) v prostředí ArcGIS a následně s využitím programu DesQ. Prostředí ArcGIS nabízí velké množství nástrojů na provádění analýz území, správu dat a také pro následnou prezentaci výsledků ve formě map.

Jako první jsme si museli z podkladů (Zabaget-3D vrstevnice) pomocí příkazu 3D Analyst vytvořit DMT resp. trojúhelníkovou vrstvu TIN. Pomocí nastavení vlastností vrstvy lze upravovat její zobrazení. Na obr. 2.7 je vlevo zobrazena původně vygenerovaná vrstva TIN a vpravo upravená vrstva s rozlišením nadmořské výšky. Tato vrstva nám slouží jako vstup při provádění dalších analýz v prostředí ArcMap.

Další nástroj využitý ke stanovení odtoku z povodí je Flow direction, kdy je na základě DMT každé buňce přiřazeno číslo odpovídající směru odtoku. Následně se pomocí nástroje Flow accumulation stanoví buňky s vysokou akumulací a ty představují dráhy

soustředěného odtoku. Tento krok nám usnadní vymezení rozvodnic jednotlivých povodí.



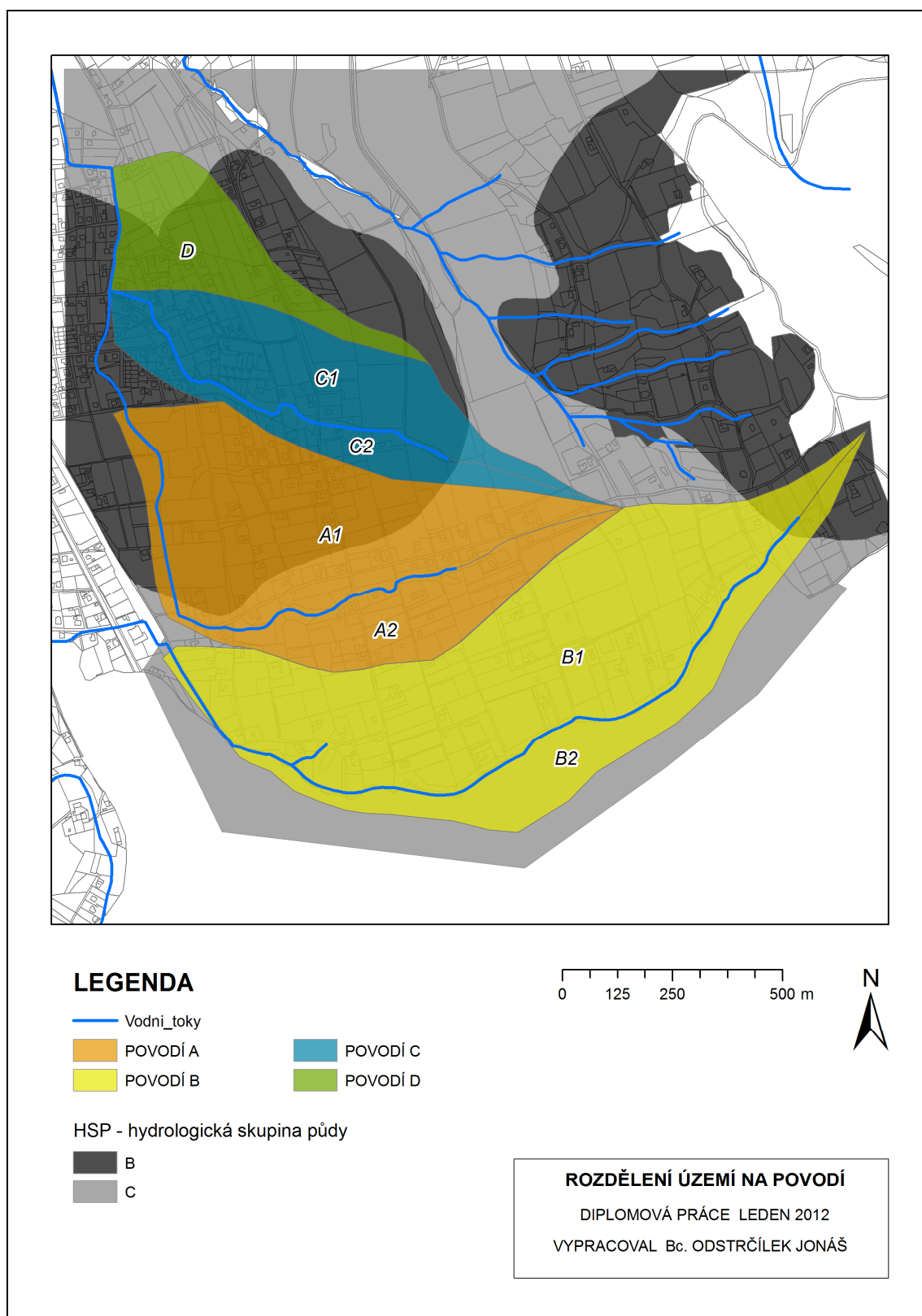
Obr. 2.7 - Nastavení zobrazení vrstvy TIN

Z podkladní vrstvy obsahující údaje o bonitované půdně ekologické jednotce BPEJ v zájmové oblasti jsme schopni určit hlavní půdní jednotky (HPJ), podle kterých se určí pedologické poměry. Rozborem HPJ dostaneme přehled o hydrologických skupinách půd (HSP). Na obrázku 2.8 je vidět rozdělení území na čtyři dílčí povodí a zastoupení hydrologických skupin půd B resp. C. Půdy patřící do skupiny B mají střední schopnost vsakovat vodu i při jejich úplném nasycení. Půdy ze skupiny C jsou charakterizovány nízkou schopností vsakování, jedná se o jílovito-hlinité až jílovité půdy.

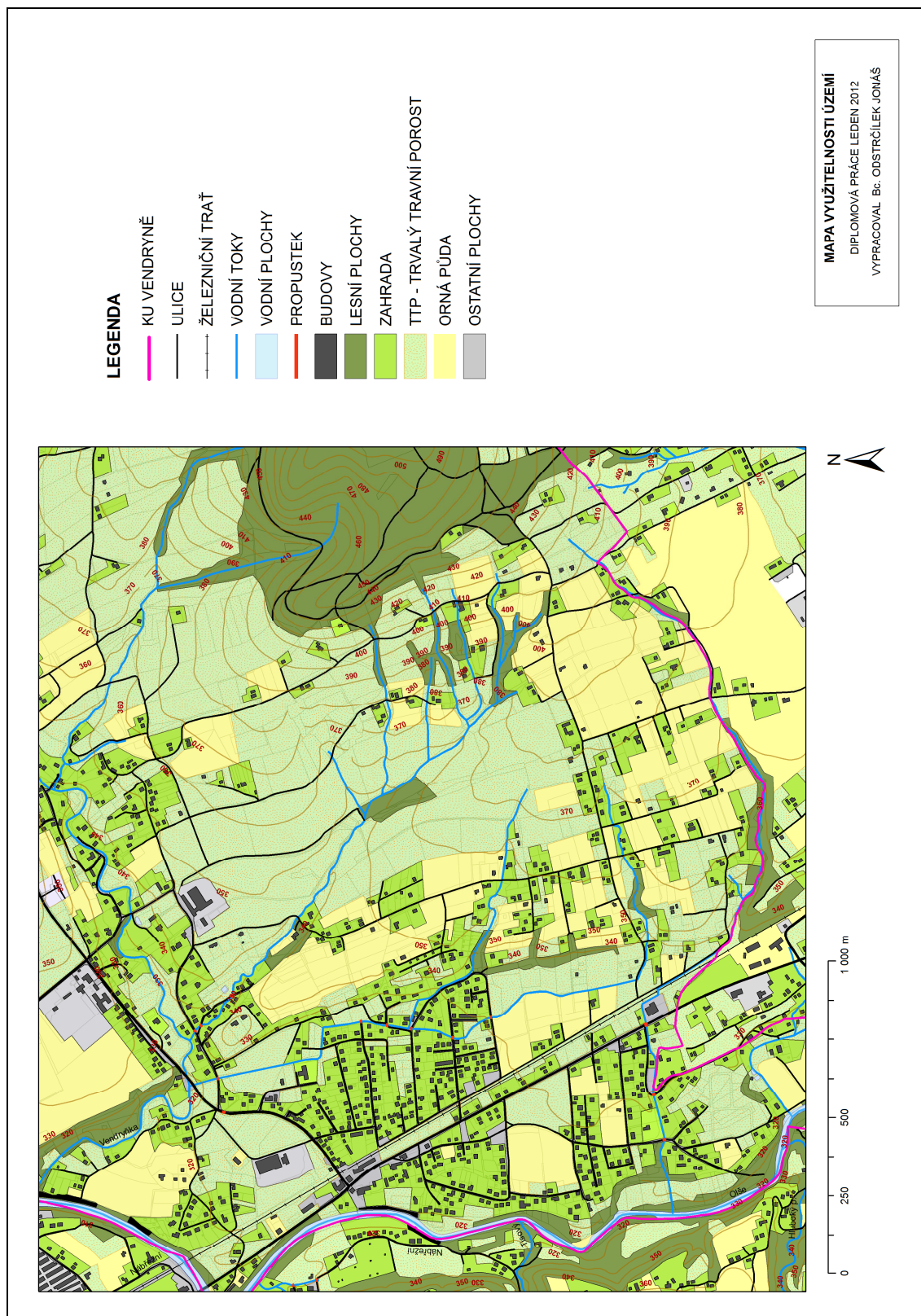
Z těchto hodnot a z mapy využitelnosti území (Obr. 2.9) jsme schopni stanovit průměrnou hodnotu CN. Zastoupení hodnot CN je uvedeno v tabulce 2.5 a grafické rozmístění je na obr. 2.10.

Tab.2.5 – Zastoupení CN v zájmové oblasti

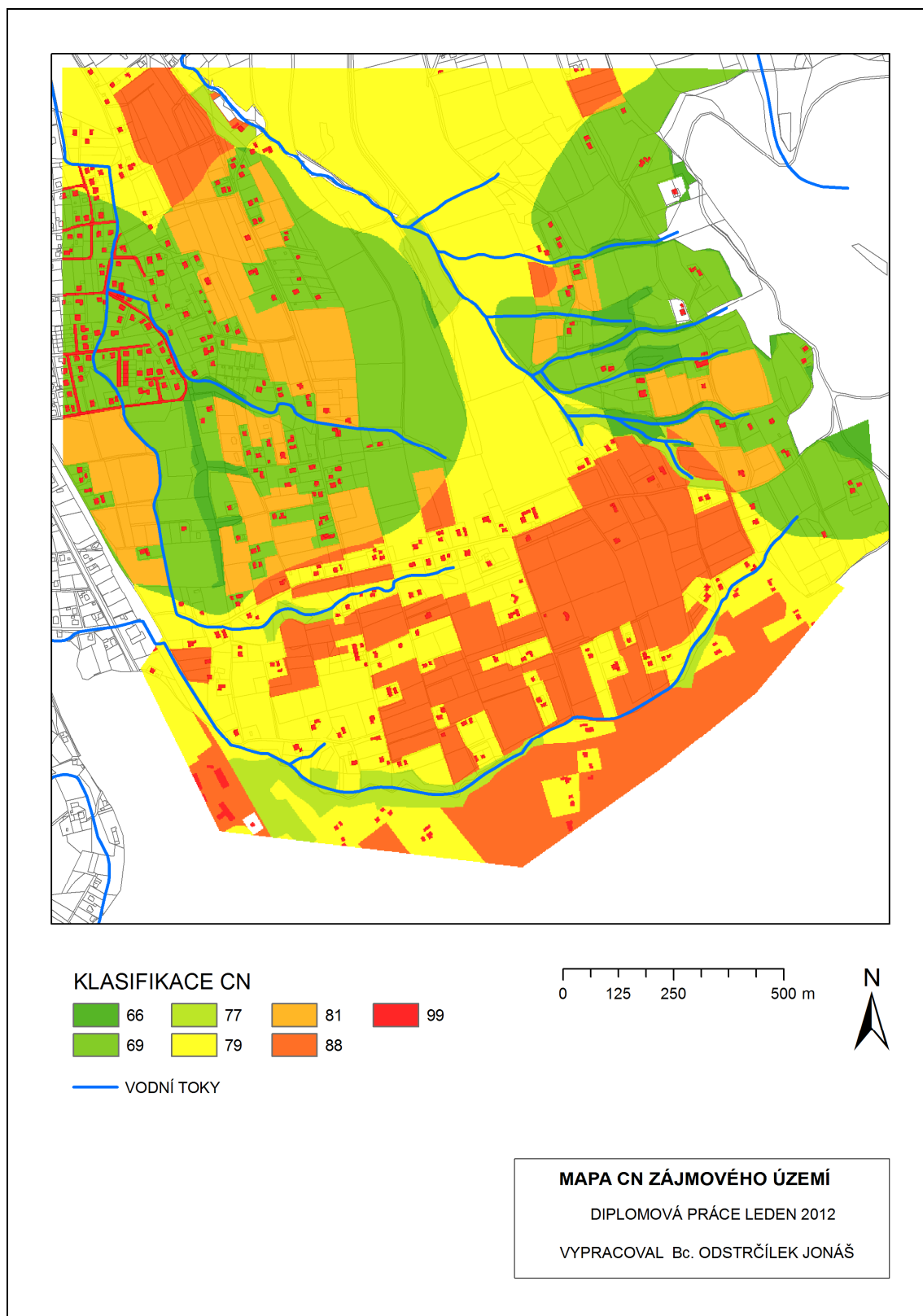
využití půdy	HSP	
	B	C
orná půda	81	88
sady, louky	69	79
lesy	66	77
nepropustné plochy	99	99



Obr. 2.8 – Rozdělení území na povodí a hydrologické skupiny půd



Obr. 2.9 – Mapa využitelnosti území



Obr. 2.10 – Mapa zastoupení CN

Po stanovení průměrné hodnoty čísel odtokových křivek CN musíme ještě zvolit typ odtokové křivky, který zohledňuje vliv obsahu vody v půdě. Na výběr máme ze tří typů CN křivek, rozdělených podle indexu předchozích srážek (IPS). IPS 1 pro suché půdy, IPS 2 pro středně nasycené půdy a IPS 3 pro nasycené půdy. V této práci se uvažuje se středně nasycenou půdou tedy s IPS 2.

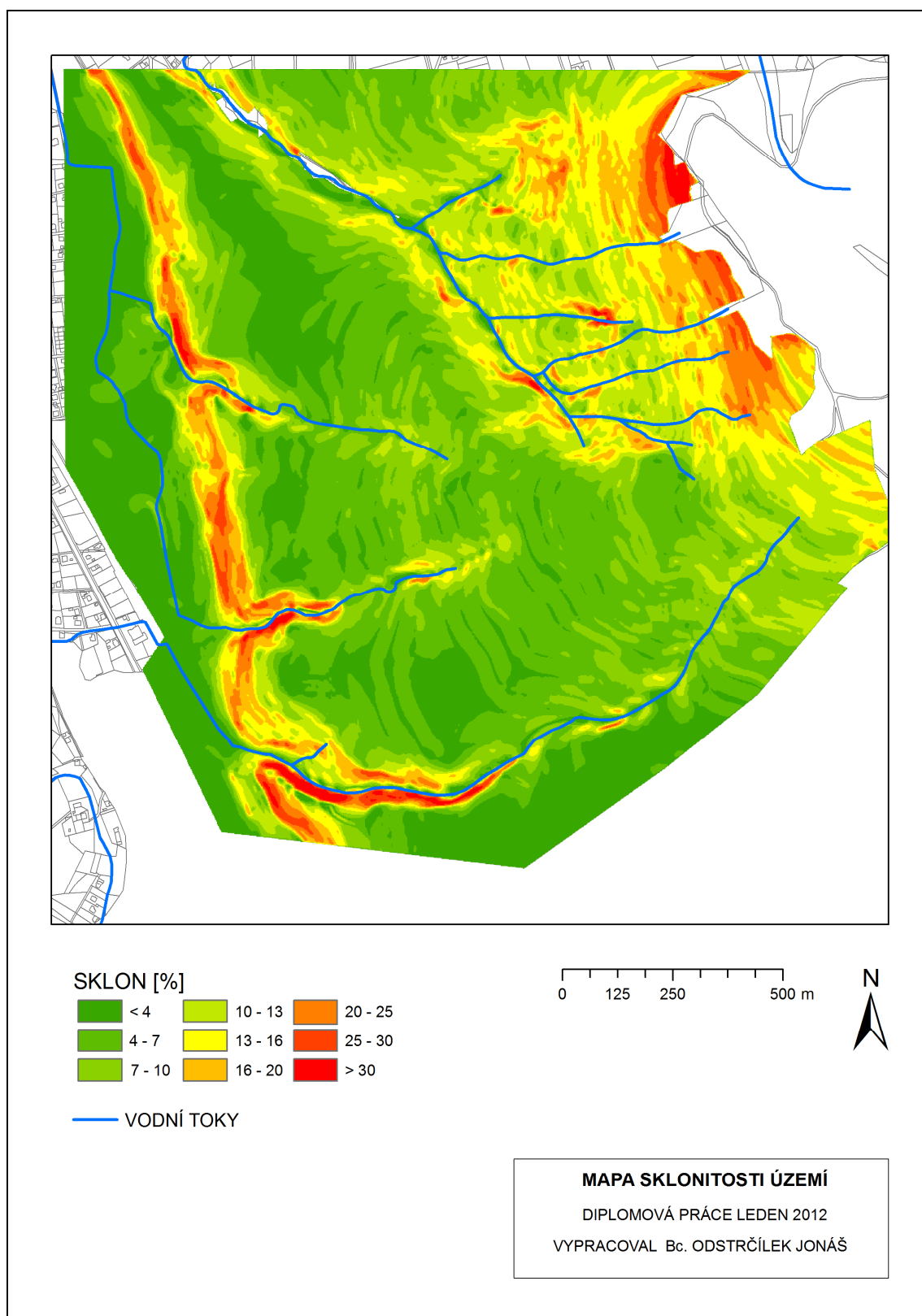
Z DMT si pomocí nástroje Zonal statistics vypočítáme průměrný sklon území (Obr. 2.11). Posledním výstupem z programu ArcGIS je stanovení délek a sklonů údolnic dílčích povodí. Průměrný sklon údolnice se určí z celkového převýšení údolnice a délky údolnice.

Všechny tyto hodnoty potřebujeme jako vstupní data do programu DesQ, který jsme použili k samotnému stanovení kulminačního průtoku. Tento program slouží k výpočtu maximálních průtoků vyvolaných přívalovými srážkami v povodích s rozlohou do 10 km². Model DesQ je zatížen blokovým deštěm s konstantní intenzitou po celou dobu trvání srážkové události. V našem případě byly zvoleny čtyři návrhové srážky, které odpovídají intenzitě odtoku ze stoleté srážky $H_{24,100} = 132,3$ mm, stanovené pomocí aplikace Hrádek. Těmito čtyřmi dešťovými událostmi byly postupně zatíženy jednotlivá povodí a hledala se maximální hodnota odtoku z povodí.

Tab. 2.6 - Kritické doby trvání deště

i	doba trvání t_d [min]	intenzita i_d [mm/min]	výška deště H_d [mm]
A	82	0,59	48,4
B	86	0,61	52,7
C	83	0,46	38,3
D	48	0,73	35

Z výpočtu odtoku z povodí vyplývá, že nejvyššího odtoku je dosahováno při zatížení modelu blokovým deštěm B. Konkrétně se jedná o hodnoty 2,01 m³/s z povodí A, 2,79 m³/s z povodí B, 0,62 m³/s z povodí C a 0,09 m³/s z povodí D.



Obr. 2.11 – Mapa sklonitosti území

2.5 VARIANTY NAKLÁDÁNÍ S DEŠŤOVÝMI VODAMI

Cílem práce je stanovit resp. doporučit opatření, které je nutné provést, aby nedocházelo k ohrožení majetku a hmotným škodám při extrémních srážkových událostech. Na základě posouzení stávajícího stavu a místních podmínek jsou navrženy a posouzeny tři koncepce řešení:

- Zvýšení kapacity bezejmenných toků a odvodňovacích příkopů
- Vybudování retenční nádrže resp. víceúčelové nádrže v trase toků
- Odlehčení průtoku pomocí zatrubnění

Každá z těchto koncepcí řeší problematiku odvedení dešťových vod jiným způsobem. Vždy je ale postupováno v souladu s územním plánem obce (příloha A 6, A 7), jsou zohledněny místní podmínky (vlastnické vztahy dotčených pozemků, hydrogeologie) a dodrženy legislativní požadavky.

Tyto varianty byly vybrány na základě posouzení možných organizačních, agrotechnických a technických opatření. Podle územního plánu obce se celá zájmová oblast nachází v území určeném k zástavbě. Většina pozemků, které ještě nedávno vlastnila obec Vendryně, již byla rozprodána a na některých z nich už také byla zahájena výstavba. Tímto se obec předčasně připravila o možnost využití vlastních pozemků k vybudování prvků snižující povrchový odtok přímo v místě dopadu srážky. Nicméně lze do budoucna počítat se snížením povrchového odtoku vlivem dalšího zatravnění zahrad a terénních úprav pozemků.

Co se týče organizačních opatření, tak ty se většinou využívají ke snížení náchylnosti půdy k erozi na rozsáhlých zemědělských plochách. Lze ale jimi ovlivnit i povrchový odtok. K těmto opatřením patří pěstování plodin náchylných k erozi pouze na rovinných nebo mírně svažitých pozemcích. Dále uzpůsobení tvaru a velikosti pozemku tak, aby ve směru sklonu nepřevyšoval přípustnou délku svahu. Patří zde také protierozní rozmísťování a pásmové střídání plodin a zatravnění nebo zalesnění pozemků. Jak je patrné z ortofoto mapy, tak některá z těchto opatření jsou již víceméně používány.

Navíc jak bylo zmíněno, tyto opatření jsou vhodná pro rozsáhlejší území. Cílené uplatnění těchto opatření by mělo pouze minimální vliv na snížení odtoku z povodí.

Vzhledem k malé velikosti a členitému rozmístění jednotlivých pozemků určených k pěstování zemědělských plodin lze očekávat stejně jako u organizačních opatření také nízkou účinnost opatření agrotechnických. Navíc většina pozemků vedená jako orná půda dnes není využívána k zemědělské činnosti, ale je zatravněná a udržována pro možnost využití v budoucnu např. k výstavbě. Z těchto důvodů jsou navrhnutý a budou dále popsány opatření technického charakteru, jako jsou hrázky, nádrže a liniové prvky.

V rámci ochrany nemovitostí před vlastními vodami byla také zpracována možnost využití dešťové vody. V současné době jsou dešťové vody částečně využívány k zálivce nebo retenovány a zasakovány na pozemcích. Zbylé dešťové vody jsou zaústěny do vodotečí, kde navyšují kulminační průtok. Byla tedy zpracována bilance využití dešťové vody pro typizovanou domácnost. Základní parametry vstupující do bilance:

- Počet členů domácnosti	4
- Specifická spotřeba vody	150 l/s.den
- Vodné a stočné (SmVaK Ostrava a.s.)	58,26 Kč (cena bez DPH)
- Roční úhrn srážek	1083 mm (70% H ₂₀₁₀)
- Zavlažovaná plocha	500 m ²

Ve výpočtu se uvažuje s napojením dešťové vody ze střechy objektu, o rozloze 150 m². Jak je patrné z tabulky 2.7, bilance je spočítána pro jednotlivé typy zastřešení, které se liší součinitelem odtoku. Při určení množství využití dešťové vody se vycházelo z průměrných potřeb užitkové vody za rok. Uvažovaný roční úhrn srážek je stanoven jako 70% průměrného úhrnu z roku 2010, naměřeného na stanicích Nýdek a Jablunkov. Tato hodnota přibližně odpovídá dlouhodobé průměrné hodnotě srážkového úhrnu v dané lokalitě (Jablunkov 984mm).

Tab. 2.7 – Výpočet roční bilance využití dešťové vody

roční srážkový úhrn v roce 2010		volitelné hodnoty bilance				
stanice	úhrn [mm/rok]	úhrn [%]	úhrn [mm]	střecha [m ²]	q _{sp} [l/os.den]	cena [Kč/m ³]
Nýdek	1454	70	1083	150	150	58,26
Jablunkov	1640					

* uvažujeme 70% průměrného úhrnu v regionu z roku 2010 (dlouhodobý průměr stanice Jablunkov 984 mm), cena bez DPH, 4 osoby a 500 m2 zavlažované plochy (60 l/m2.rok)

ROČNÍ BALANCE ZACHYCENÉ VODY PRO OBEC VENDRYNĚ													
zastřešení		střecha [m ²]		souč		Q _d [m ³ /rok]		celkem		pokrytí Q _p		úspora vody	
typ	krytina				ψ			[%]	[%]	celkem	bez závl.	[%]	bez závlahy
šikmá	kov, plast	150,0	0,9	0,9	0,9	146,2	100,0	57,7	7 362	57,7	100,0	57,7	7 362
	pálená taška	150,0	0,8	0,8	0,8	129,9	100,0	57,7	7 362	57,7	100,0	57,7	7 362
	břidlice	150,0	0,8	0,8	0,8	129,9	100,0	57,7	7 362	57,7	100,0	57,7	7 362
	dřevěný šindel	150,0	0,75	0,75	0,75	121,8	100,0	55,6	7 098	57,7	100,0	57,7	7 362
plochá	kov, eternit	150,0	0,9	0,9	0,9	146,2	100,0	57,7	7 362	57,7	100,0	57,7	7 362
	štěrk, plast	150,0	0,7	0,7	0,7	113,7	90,0	51,9	6 624	57,7	100,0	57,7	7 362
	asfalt	150,0	0,6	0,6	0,6	97,5	77,1	44,5	5 678	57,7	100,0	57,7	7 362
zelené se sklonem do 25%	vrstva < 10 cm	150,0	0,5	0,5	0,5	81,2	64,3	37,1	4 732	38,5	66,7	38,5	4 910
	vrstva > 10 cm	150,0	0,3	0,3	0,3	48,7	38,6	22,3	2 839	23,1	40,0	23,1	2 946

VYUŽITÍ DEŠŤOVÉ VODY		
způsob využití	průměrná potřeba vody [l/os.den]	průměrná potřeba vody [m ³ /rok]
splachování WC	45,0	Q _{WC} = 65,7
praní prádla	15,0	Q _{praní} = 21,9
úklid (údržba)	6,0	Q _{úklid} = 8,8
závlazování	60,0	Q _{závlaha} = 30,0
roční potřeba užitkové vody Q _p =		126,4
roční potřeba vody v domácnosti z toho pokryto dešťovou vodou		57,7

Z bilance vyplývá, že při dané spotřebě (150 l/os.den) a počtu čtyř osob v domácnosti, tvoří množství vody nahraditelné dešťovou vodou cca 58 % z celkové roční potřeby vody v domácnosti. Ve sloupci s hlavičkou Q_d je uvedeno maximální množství vody, které jsme schopni zachytit. Je-li tato hodnota vyšší než spotřeba užitkové vody - Q_p , znamená to, že jsme schopni (při daných vstupních parametrech) pomocí DV pokrýt 100% potřeby užitkové vody. Podle ceníku SmVaK Ostrava a.s. pro rok 2012, budou občané Vendryně za 1 m³ vody platit 58,26 Kč bez DPH. Při využití DV v domácnosti činí úspora na vodném a stočném 7362 Kč za rok, s připočtením 14% daně pak 8392 Kč. Roční úspora je závislá na množství zachycené vody a na spotřebě vody užitkové. Množství zachycené vody lze ovlivnit velikostí plochy, ze které je voda svedena do akumulární nádrže, a součinitelem odtoku daného povrchu. Od roční úspory je taktéž nutné odečíst náklady na provoz a pořízení celého systému.

Schéma systému hospodaření s dešťovou vodou (HDV) je znázorněno v (příloze B 12). Na schématu je kromě svedení DV do nádrže a rozvodu vody po objektu řešeno také přepouštění přebytečné dešťové vody do vodoteče. Za situace, kdy je voda v toku pod úrovní dolní hrany zaústění, je voda do toku odváděna přes bezpečnostní přeliv gravitačně. V opačném případě je bráněno nátoku vody do nádrže zpětnou klapkou, která je osazena na odtokovém potrubí. V takové situaci je při dalším přítoku dešťové vody do nádrže voda tlakově přečerpávána pomocí čerpadla do vodního toku. Tímto způsobem lze v zastavěném území obce řešit problém akumulace DV na terénu. Užití zpětné klapky na odtoku a následné přečerpávání zamezuje vyplavení objektu vlastními vodami.

O aplikaci tohoto řešení se musí rozhodnout sami občané. Je ale dobré si uvědomit, že tímto způsobem lze snížit roční náklady na vodu bezmála o polovinu. Z čistě ekonomického hlediska se toto řešení nejeví vůbec špatně. Podle položkového rozpočtu (příloha C 1) by se náklady na pořízení systému HDV mohly pohybovat v rozmezí 60 až 70 tisíc Kč. Z toho vyplývá, že předpokládaná doba návratnosti bude okolo 10-ti let.

3 ZVÝŠENÍ KAPACITY TOKŮ A PŘÍKOPŮ

3.1 TECHNICKÉ A FUNKČNÍ ŘEŠENÍ

Principem této varianty je navýšení kapacity koryta na návrhový průtok v profilech s nižší kapacitou. Z terénního průzkumu a geodetického zaměření profilů vyplývá, že se v trase obou hlavních toků vyskytují různorodé příčné profily. V některých případech se ve směru toku nacházejí příčné profily s menší kapacitou, než profily předešlé. Taková situace je rozhodně nežádoucí a zvyšuje riziko vzniku hmotných škod na majetku. Z tohoto důvodu byl na trase toku „A“ i „B“ navržen nový příčný profil. Současně se uvažuje s pročištěním stávajících zanesených úseků.

Na toku „A“ se jedná o úpravu koryta, vedoucí mezi pozemky v hustě zastavěné části. Začátek úpravy se nachází u propustku 0,012 km, za kterým je již betonový profil toku s dostatečnou kapacitou. Konec úpravy je za propustkem umístěného u profilu A1-0,297 km, který má kapacitu 1,0 m³/s. Nový profil má tvar lichoběžníku s šířkou dna 0,8 m, sklonem svahů 1 : 1,4 a návrhovou výškou hladiny 0,7 m. Celková délka úpravy činí 278,0 m a trasa je vedena v původní ose toku. Podélný sklon dna je 8,3 ‰ (8,3 m / 1 km). Dále bude nutné provést pročištění stávajícího koryta mezi profily A1 – A3. Zejména se jedná o odstranění hustého porostu náletových dřevin a travin.

Trasa toku „B“ se nejprve táhne lesním úsekem, kde má koryto dostatečnou kapacitu na převedení průtoku. Poté přechází do betonového žlabu, který je součástí odvodnění železniční tratě. Nakonec prochází zastavěnou částí obce. V této lokalitě dochází k častým rozlivům v důsledku nedostatečné kapacity koryta, zejména na levém břehu, který je umístěný cca o 0,3 m níže než stávající pravý břeh. Nově navržený profil tedy obsahuje levobřežní ohrázkování. Rozměry profilu jsou totožné s nově navrženým profilem na trase „A“. Díky většímu sklonu dna (25 ‰) je ale dosaženo vyšší kapacity koryta. Začátek úpravy se nachází před propustkem u profilu B2-0,400 km. Konec úpravy je u propustku tvořícího příjezdovou komunikaci k domu s č. p. 1089 0,552 km.

Úpravy profilů a křížení s inženýrskými sítěmi je zakresleno do situace úpravy koryta (přílohy B 3.1 resp. B 3.2).

3.2 NÁVRH NOVÉHO PROFILU

Při návrhu nového příčného profilu se vycházelo z příčných řezů stávajícího koryta a také z kapacity propustků umístěných v trase toku. Rozměry profilu byly stanoveny na základě synoptického řezu (příloha B 4.1, B 4.2). Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, na trase „B“ obsahuje nový profil také hrázku, z důvodu nižšího levého břehu.

V tabulce 3.1 a na grafu 3.1 vidíme výpočet Q-h křivky nového koryta trasy „A“. Zvýrazněny jsou návrhový a kapacitní průtok. Závislost průtoku na výšce hladiny trasy „B“ je zobrazena v tabulce 3.2 resp. grafu 3.2.

Výpočet kapacity je proveden pomocí Chezyho rovnic pro proudění vody v otevřených korytech. Koeficienty drsnosti jsou dle Manninga, stanovené pro různé charakteristiky koryta. Konkrétně byly pro výpočet použity tyto hodnoty:

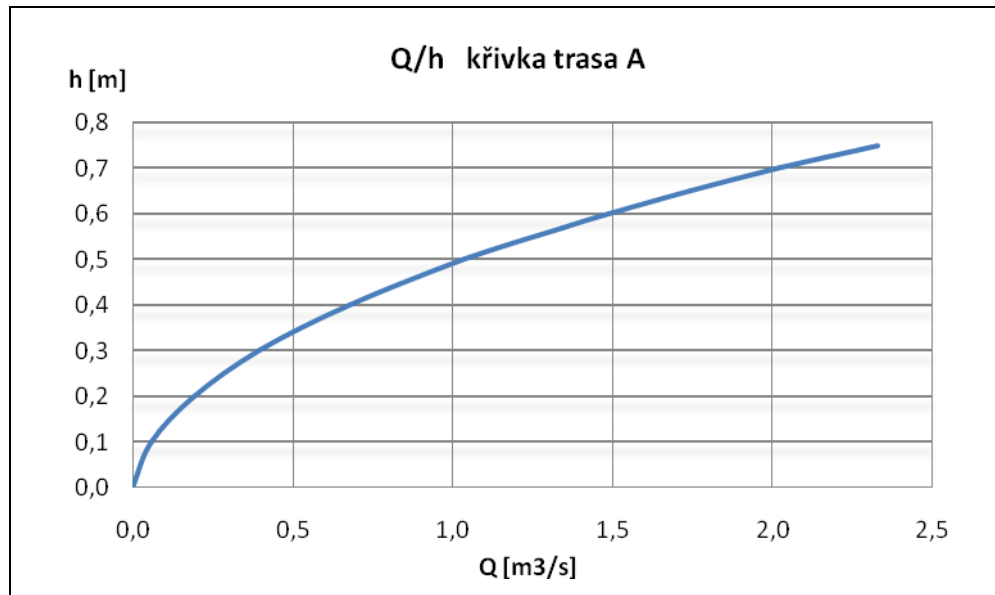
- Dno	hrubý štěrk	$n_d = 0,05$
- Břehy	zatravnění	$n_s = 0,035$
- Sklon svahu		1 : 1,4
- Šířka ve dně – trasa „A“		1,1 m
- Šířka ve dně – trasa „B“		0,8 m
- Sklon dna - trasa „A“		8,3 ‰
- Sklon dna - trasa „B“		25,0 ‰

Návrhový průtok v nové části trasy „A“ byl stanoven podle kapacity propustku A1-0,297 km, který má kapacitu $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Z výpočtu vyplývá, že této hodnoty je dosaženo při výšce hladiny cca 0,5 m. Kapacitní průtok při výšce hladiny 0,7 m je roven $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Při tomto průtoku je hladina 0,1 m pod hranou koryta.

U trasy „B“ byl návrhový průtok stanoven podle kapacity propustku B2-0,400 km, který má hodnotu $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Ve výpočtu je uvažováno s návrhovým průtokem $1,95 \text{ m}^3/\text{s}$, při výšce hladiny 0,6 m. Kapacitní průtok při výšce hladiny 0,1 m pod horní hranou koryta je $2,71 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tab. 3.1 – Výpočet kapacity nového koryta (trasa „A“)

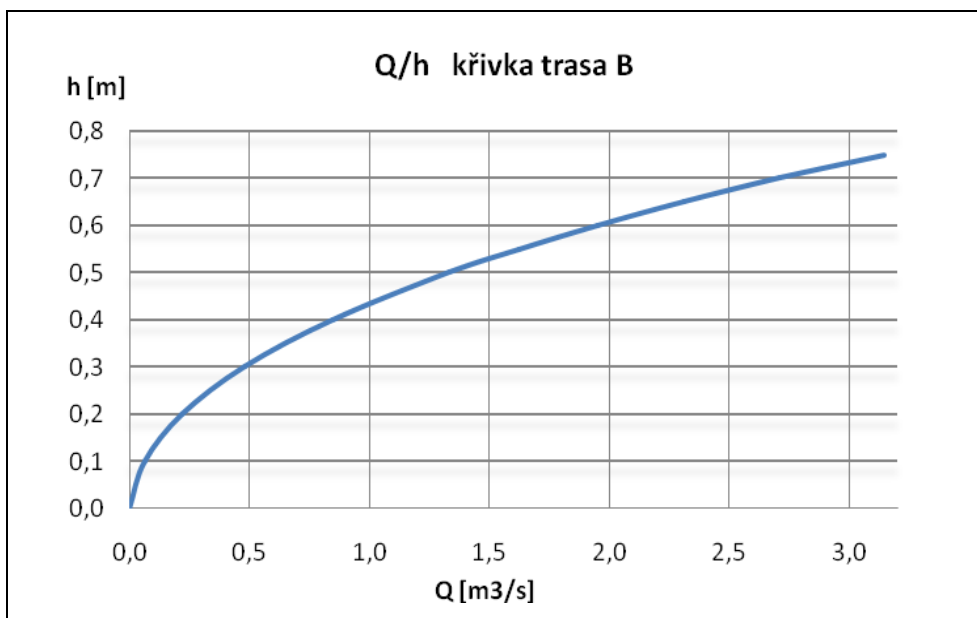
Hloubka vody	Průtočná plocha	Omočený obvod	Hydraulický poloměr	průměrný součinitel drsnosti	Cheziho rychlostní součinitel	Průtočná rychlost	Průtok profilu
h	S [m ²]	O [m]	R	n	C	v [m/s]	Q [m ³ /s]
0	0,00	0,80	0,00	0,050	0,00	0,00	0,00
0,10	0,12	1,14	0,11	0,045	15,18	0,46	0,06
0,20	0,28	1,49	0,19	0,043	17,54	0,69	0,19
0,30	0,46	1,83	0,25	0,042	19,09	0,87	0,40
0,40	0,66	2,18	0,31	0,041	20,25	1,02	0,68
0,50	0,90	2,52	0,36	0,040	21,18	1,15	1,04 Qn
0,57	1,08	2,76	0,39	0,039	21,74	1,24	1,34
0,60	1,16	2,86	0,41	0,039	21,96	1,28	1,48
0,65	1,31	3,04	0,43	0,039	22,31	1,33	1,74
0,70	1,46	3,21	0,45	0,039	22,63	1,39	2,02 Qk
0,75	1,61	3,38	0,48	0,039	22,93	1,44	2,33



Obr. 3.1 – Q-h křivka nového koryta trasa „A“

Tab. 3.2 – Výpočet kapacity nového koryta (trasa „B“)

Hloubka vody h	Průtočná plocha S [m²]	Omočený obvod O [m]	Hydraulický poloměr R	průměrný součinitel drsnosti n	Cheziho rychlostní součinitel C	Průtočná rychlost v [m/s]	Průtok profil Q [m³/s]
0	0,00	0,80	0,00	0,050	0,00	0,00	0,00
0,10	0,09	1,14	0,08	0,045	14,49	0,66	0,06
0,20	0,22	1,49	0,15	0,043	16,83	1,01	0,22
0,30	0,37	1,83	0,20	0,042	18,40	1,30	0,48
0,40	0,54	2,18	0,25	0,041	19,59	1,55	0,84
0,50	0,75	2,52	0,30	0,040	20,55	1,77	1,33
0,55	0,86	2,69	0,32	0,039	20,97	1,88	1,62
0,60	0,98	2,86	0,34	0,039	21,35	1,98	1,95 Q_n
0,65	1,11	3,04	0,37	0,039	21,71	2,08	2,31
0,70	1,25	3,21	0,39	0,039	22,05	2,17	2,71 Q_k
0,75	1,39	3,38	0,41	0,039	22,36	2,27	3,14



Obr. 3.2 – Q-h křivka nového koryta trasa „B“

3.3 PŘÍPRAVA ÚZEMÍ, VÝSTAVBA A ÚDRŽBA

3.3.1 Příprava území

Dle výpisu z katastru nemovitostí úpravy v této variantě zasahují na následující parcely:

Tab. 3.3 – Výpis vlastníků trasa „A“

KÚ VENDRYNĚ		
č.p.	vlastník	druh pozemku
1299/4	Kubaczka Milan, Kubaczková Lenka	orná půda
1288/1	Sztwiertnia Jan Ing.	zahrada
1288/2	Nožka Stanislav, Nožková Božena	orná půda
1291	Nožka Stanislav, Nožková Božena	orná půda
1232/1	Ciahotný Jan, Stryjová Anna	zahrada
1235/1	Karpecki Vladimír Ing., Karpecká Helena	TTP
1252/2	Karpecki Vladimír Ing., Karpecká Helena	zahrada
1236/3	Kotas Miroslav, Kotasová Dagmar	orná půda
1236/2	Heczko Bronislav, Heczková Eva	orná půda

Tab. 3.4 – Výpis vlastníků trasa „B“

KÚ VENDRYNĚ		
č.p.	vlastník	druh pozemku
543	Nemec Zdeněk, Nemcová Jiřina	ostatní plocha
547/4	Nemec Zdeněk, Nemcová Jiřina	zahrada
547/3	Adámková Zuzana	zahrada
548/2	Labaj Václav, Labajová Brigita	ostatní plocha
548/3	Labaj Václav, Labajová Brigita	ostatní plocha
548/4	Labaj Václav, Labajová Brigita	ostatní plocha
551	Labaj Václav, Labajová Brigita	orná půda
552/3	Labaj Václav, Labajová Brigita	orná půda
552/4	Labaj Václav, Labajová Brigita	orná půda
KÚ BYSTRICE NAD OLŠÍ		
č.p.	vlastník	druh pozemku
1539/1	Niedobová Iveta	zahrada
1542/1	Nemec Zdeněk, Nemcová Jiřina	orná půda
1542/2	Nemec Lukáš	orná půda

Z uvedených tabulek lze vyčíst, že všechny dotčené pozemky jsou ve vlastnictví soukromých subjektů. Toto bude při dalším postupu výstavby představovat jisté riziko. Nicméně lze předpokládat vlastní zájem vlastníků na zlepšení situace odvádění

dešťových vod. Navíc se nejedná o velké zábory pozemků, ale spíš pouze o úpravu stávající trasy toků.

3.3.2 Doporučení týkající se výstavby

Co se týká následného budování této varianty, bylo by vhodné počkat na období s nízkým výskytem srážek – září až říjen. Dále doporučuji během realizace postupovat protiproudě. Toto umožní eventuální napojení dešťových svodů do již hotových úseků ještě před dokončením celé stavby.

Možnost využití vytěžené zeminy na terénní úpravy a výstavbu ochranné hrázky je nutné posoudit rozbořem zeminy a laboratorními zkouškami. Předběžně lze ale podle geologického průzkumu očekávat, že se bude jednat o zeminu méně vhodnou. Zeminy vyskytující se v dané lokalitě jsou totiž náchylné k namrzání a rozbředání při nasycení vodou.

Opevnění břehů je provedeno pouze travním porostem. Zde je nutné zabezpečit podmínky pro vytvoření kvalitního drnu. Pouze kvalitní drn totiž zabrání odplavení jemných částic půdy, které by následně mohly zanášet koryto. Jako zcela nevhodný postup je čekat na uchycení náletů a plevelů a až po samovolném ozelenění dosévat pouze prázdné plochy.

Povinností stavbyvedoucího je vést stavební deník v odpovídající formě a uschovat pro případné reklamace doklady a certifikáty od materiálů použitých při stavbě. Při výskytu jakýchkoli odchylek od projektové dokumentace je nutné tyto změny konzultovat s projektantem, popř. s osobou k tomuto účelu určenou.

3.3.3 Údržba

Po dobu životnosti by se nemělo zapomínat na pravidelné prohlídky a údržbu odvodňovacích příkopů a břehů koryt. Prohlídky celého systému by se měly provádět min. 1 x ročně (lépe jednou na jaře a jednou na podzim), a také po každé významnější povodňové události. Při zjištění závad, nejčastěji překážky v příčném profilu, je vodné co nejrychleji vše uvést do původního stavu. To se týká také odstraňování dnových sedimentů. Ty se nejčastěji vyskytují na dně propustků. U kontroly stavu ochranné hráze se nesmí zapomenout na kontrolu vzdušného líce hrádky. Ten může být narušen

zemědělskou nebo jinou činností a při zvýšeném stavu hladiny v toku by mohlo dojít k protržení hráze a zaplavení území.

V neposlední řadě se nesmí zapomenout na bezpečnost práce v průběhu výstavby i během následného užívání. Bezpečnost bude zajištěna dle prováděcích vyhlášek, technických standardů a norem.

3.4 VÝKAZ VÝMĚR

V následující tabulce jsou uvedeny základní parametry popisující rozsah stavebních prací při úpravě koryta v trase „A“ resp. „B“.

Tab. 3.4 – Výkaz výměr úpravy koryta

položka	množství	m. j.
délka úpravy koryta trasa „A“	278,0	m
délka úpravy koryta trasa „B“	152,0	m
celková délka úpravy koryta	430,0	m
objem výkopů trasa „A“	76,0	m ³
objem výkopů trasa „B“	151,8	m ³
celkový objem výkopů - Vc	194,3	m ³
objem terénních úprav (10% Vc)	19,4	m ³
délka hrázkování	85,6	m
objem hrázkování	28,2	m ³
kamenný pohoz 80 - 100 mm	55,9	m ³
plocha zatravnění trasa „A“	633,8	m ²
plocha zatravnění trasa „B“	454,4	m ²
celková plocha zatravnění	1088,3	m ²

4 RETENČNÍ NÁDRŽ

4.1 TECHNICKÉ A FUNKČNÍ ŘEŠENÍ

Druhou variantou ochrany zastavěného území před dešťovou vodou je umístění retenční nádrže do trasy toku. Tímto dojde k zachycení kulminačního průtoku a transformaci povodňové vlny. Retenční nádrž (RN) je umístěna na toku „A“ u profilu A3-0,810 km. Podle územního plánu je nádrž situována v ochranném pásmu železnice a území určeném k rekreaci. O umístění retenční nádrže rozhodovala zejména potřebná velikost pozemku, možnost napojení na tok, hydrogeologické podmínky a vzdálenost nádrže od obytné zástavby. Podle ČSN 75 6261 – Dešťové nádrže, je stanoveno pásmo hygienické ochrany pro otevřené dešťové nádrže od obytné zástavby 25,0 m. Umístění a tvar RN je zřejmý z přílohy situace retenční nádrže (příloha B 5).

Tvar retenční nádrže je řešen podle místních podmínek. Celková zastavěná plocha nádrže je cca 7600 m². Akumulační prostor nádrže je rozdělen do tří částí navzájem propojených bezpečnostními přelivy. Rozdělení retenčního prostoru je provedeno z důvodu svažitosti terénu a také z odlišných hydrogeologických vlastností podloží. Hydrologická skupina půdy pod první nádrží spadá do skupiny C, zbylé dvě nádrže do skupiny B. Z tohoto důvodu bude první nádrž sloužit k usazování sedimentu. Druhá a třetí nádrž budou vsakovací. Přepad z bezpečnostního přelivu poslední nádrže je zaústěn zpět do toku. Celkový objem nádrží je 3514 m³. Jak již bylo zmíněno, nádrž se nachází na mírně svažitém terénu. Toho je využito pro plynulé zajištění nátoky vody do jednotlivých nádrží. Snahou bylo maximální využití terénu a začlenění nádrže do okolní krajiny. V místě nátoky vody do první nádrže je koruna hráze ve stejné výšce jako okolní terén. Postupně jak dno nádrže klesá, začíná nádrž vystupovat na povrch. Nejvyšší výška hráze nad původním terénem je u severní hráze, a to 1,4 m (viz. příloha schématický řez retenční nádrží - B 6).

Každá nádrž má nátok a bezpečnostní přeliv. Tyto stavební objekty (SO1 – SO4) jsou kombinací prefabrikovaných a monolitických betonových prvků. Jednou z hlavních částí RN je rozdělovací objekt SO1, který zajišťuje při zvýšených průtocích rozdělení proudu vody do dvou větví. Jedna pokračuje dále otevřeným korytem (počítáno s max. průtokem 0,7 m³/s) a druhá odvádí vodu do první retenční nádrže. Po naplnění RN1

po okraj bezpečnostního přelivu - SO2, začne voda natékat do RN2. Z druhé retenční nádrže přetéká voda přes SO3 do poslední nádrže RN3. Z ní je bezpečnostní přeliv - SO4 zaústěn zpět do vodního toku. Výška bezpečnostního přelivu nad dnem nádrže je u RN1 a RN2 0,9 m. Hrana bezpečnostního přelivu SO4 je ve výšce 1,0 m nad dnem RN3 na kótě 332,45 m n. m.

4.2 NÁVRH ROZMĚRŮ RETENČNÍ NÁDRŽE

Základní rozměry nádrže vyplývají z kulminačního průtoku a objemu povodňové vlny vyvolané návrhovou srážkou. Kulminační průtok, určený pomocí programu DesQ, na trase „A“ dosahuje 2,0 m³/s. Objem povodňové vlny je 6709 m³.

Maximální odtok vody korytem z rozdělovacího objektu SO1 je nastaven na hodnotu 0,7 m³/s. Tento odtok zajišťuje propustek o velikosti DN 800 mm. Zbytek průtoku je odlehčen potrubím DN 1000 mm do RN1.

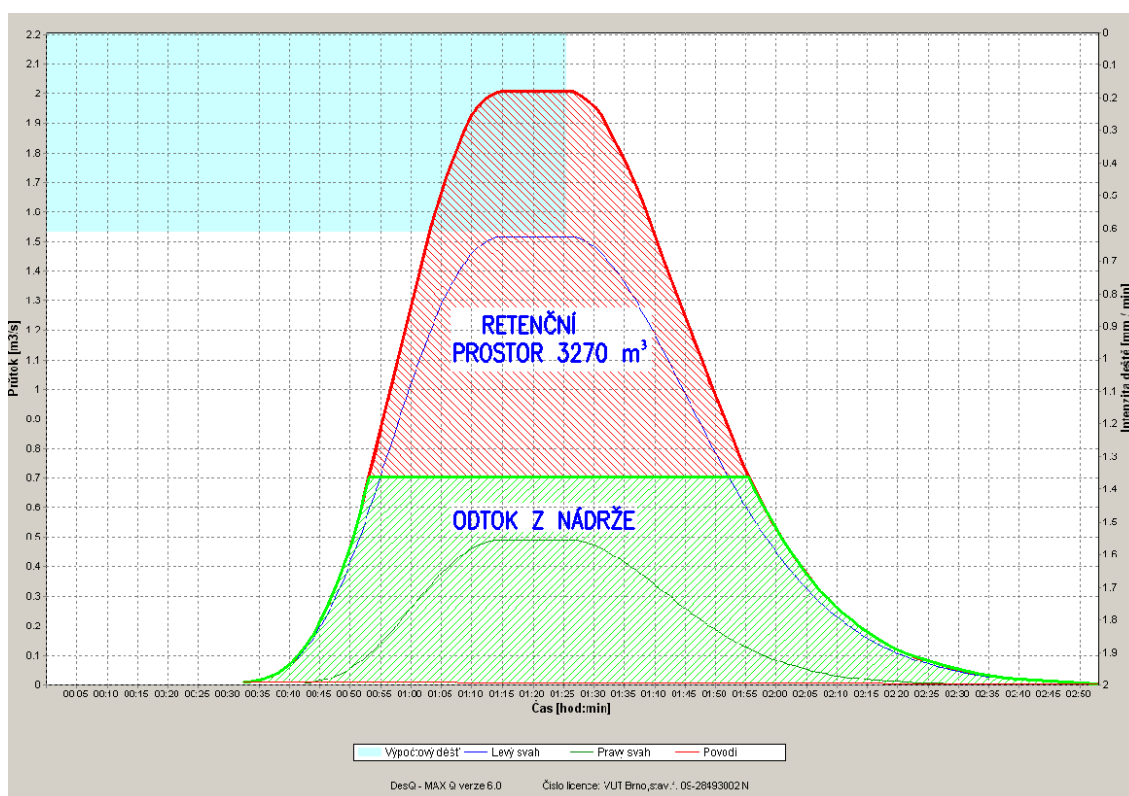
Tab. 4.1 – Výpočet kapacity potrubí při odlehčení

DN	h [m]	Q [m ³ /s]	S [m ²]	O [m]	R	n	c	i	v [m]
800	0,50	0,497	0,33	1,46	0,226	0,015	52,03	0,004	1,50
	0,60	0,623	0,40	1,68	0,238	0,015	52,48	0,004	1,56
	0,70	0,741	0,47	1,94	0,242	0,015	52,64	0,004	1,58
	0,75	0,751	0,49	2,11	0,232	0,015	52,27	0,004	1,53
	0,80	0,697	0,50	2,51	0,200	0,015	50,98	0,004	1,39
1000	0,60	1,388	0,49	1,77	0,277	0,015	53,82	0,010	2,83
	0,70	1,755	0,59	1,98	0,298	0,015	54,48	0,010	2,97
	0,80	2,016	0,67	2,21	0,303	0,015	54,64	0,010	3,01
	0,90	2,191	0,74	2,50	0,296	0,015	54,42	0,010	2,96
	1,00	2,078	0,79	3,14	0,250	0,015	52,91	0,010	2,65

Pro stanovení potřebného objemu retenční nádrže byl použit hydrogram povodňové vlny (viz obrázek 4.1). Při zakreslení maximálního odtoku do hydrogramu dostaneme množství objemu povodňové vlny oteklého korytem (cca 3440 m³) a množství, které je nutné zachytit (3270 m³) – retenční prostor. Následně jsme z výšky hladiny v nádrži určili potřebnou plochu retenční nádrže. Ta je dána jak akumulačním prostorem, tak svahováním hrází retenční nádrže. Vnitřní (návodní) sklon svahů

je navržen 1:3, vzdušná strana nádrže má sklon svahů 1:2. Severní vzdušný líc nádrže má kvůli optickému snížení výšky hráze sklon 1:4. Celková zastavěná plocha se tím zvětšila na necelých 7600 m².

Vnější půdorysné rozměry nádrže jsou 41,6 m - jižní hráz, 124,0 m - podélná strana a 83,0 m severní hráz. Celková plocha dna nádrže je 2823 m² a celkový objem po hranu bezpečnostního přelivu je 3300 m³. Maximální zadržený objem je cca 3500 m³.



Obr. 4.1 – Hydrogram povodňové vlny na toku „A“, $Q_0 = 0,7 \text{ m}^3/\text{s}$

4.3 OBJEKTY RETENČNÍ NÁDRŽE

4.3.1 Rozdělovací objekt - SO1

Nátok do retenční zajišťuje rozdělovací objekt SO1. Jedná se o stavební objekt z monolitického betonu složeného z několika částí. První je nátok, ten tvoří potrubí DN 1000 mm (v současnosti je v tomto místě uloženo ocelové potrubí DN 1000 mm viz fotodokumentace). Z něj voda při nižších stavech hladiny pokračuje žlabem ve dně objektu do propustku DN 800 mm a dále otevřeným korytem až do Olše.

Při vyšších průtocích voda přepadá přes přelivnou hranu a pokračuje potrubím DN 1000 mm do retenční nádrže. Na přívodním potrubí je umístěna betonová prefabrikovaná kontrolní šachta. Ta se skládá z šachtového dna, šachtového kónusu a jednoho vyrovnávacího prstence.

Vnější rozměry rozdělovacího objektu jsou 5,4 m x 1,8 m. Délka nátoku do retenční nádrže je necelých 26,0 m. Horní hrana objektu má kótu 334,22 m n. m. a dolní hrana nátokového potrubí 332,56 m n. m. Zaústění nátokového potrubí do nádrže RN1 je v úrovni dna na kótě 332,30 m n. m. Okolí nátoků je opevněno kamennou dlažbou osazenou do betonu.

4.3.2 Bezpečnostní přeliv - SO2, SO3

Bezpečnostní přeliv slouží k převedení vody do další nádrže a k naplnění nádrže na požadovanou úroveň hladiny. Výška hrany bezpečnostního přelivu u objektů SO2 a SO3 je ve výšce 0,95 m nad dnem.

Samotný přeliv je tvořen prefabrikovanou šachtou DN 1000 mm. Nátoková část je upravena obetonováním do hydraulicky hladkého tvaru. Na ní jsou osazeny česle a před nimi je na vysazené konstrukci umístěna normální stěna. Ta zabraňuje odtoku plovoucích nečistot. Horizontální část přelivu je zaústěna v úrovni dna následující nádrže. Okolí nátoků je opevněno kamennou dlažbou osazenou do betonu.

Bezpečnostní přeliv SO2 má přelivnou hranu na kótě 333,10 m n.m., zaústění do RN2 je na kótě dna 331,60 m n. m. Přeliv SO3 má výšku přelivné hrany na kótě 332,45 m n.m. a zaústění do RN3 na kótě 331,45 m n. m.

4.3.3 Bezpečnostní přeliv – SO4

Přepad z RN3 je převeden do otevřeného koryta pomocí objektu SO4. Ten se skládá z bezpečnostního přelivu (stejný typ jako u SO2, SO3) a výustního objektu, který je napojen do dna trasy stávajícího toku. Výška hrany bezpečnostního přelivu u objektů SO4 je ve výšce 1,0 m nad dnem, a to na kótě 332,45 m n. m. Kóta dna v místě napojení na stávající tok je 331,45 m n. m.

4.3.4 Retenční prostor RN1, RN2, RN3

Retenční nádrž se skládá ze tří akumulčních prostorů. Tento prostor je vytvořen vhodným půdorysným uspořádáním a svahováním hrází. Výsledný tvar nádrže se přizpůsobil tvaru pozemku, na kterém je nádrž umístěna.

Vodotěsnost hrází zajišťuje těsnicí fólie, která je chráněna geotextílií a ohumusováním tl. 30 cm. Těsnicí fólie je předsazena do vzdálenosti 3,0 m od paty hráze. Dno hráze tvoří 30 cm tlustá vrstva hlinitopísčité zeminy. Celá plocha nádrže je oseta travní směsí parkového typu.

V následující tabulce 4.2 je uvedena plocha dna nádrží a maximální zadržený objem jednotlivými nádržemi.

Tab. 4.2 – Zásobní prostor retenční nádrže

Nádrž	A [m ²]	V [m ³]
RN1	1042	1117
RN2	713	832
RN3	1068	1349
celkem	2823	3298

4.4 PŘÍPRAVA ÚZEMÍ, VÝSTAVBA A ÚDRŽBA

4.4.1 Příprava území

Dle výpisu z katastru nemovitostí úpravy v této variantě zasahují na následující parcely:

Tab. 4.3 – Výpis vlastníků dotčených pozemků

KÚ VENDRYNĚ		
č.p.	vlastník	druh pozemku
1374	Rybová Lenka	orná půda
1375	Rybová Lenka	orná půda
1376	Czyž Roman	TTP
1377	Czyž Roman Ing.	TTP
1410	Czyž Bohdan	orná půda

Před zahájením dalších prací je nutné o záměru výstavby retenční nádrže informovat výše uvedené vlastníky pozemků. Existuje několik variant, jak mohou jednání

dopadnout. Pozemky mohou být vykoupeny popř. vyměněny za jiné pozemky ve vlastnictví obce. Může také být uzavřen smlouva o věcném břemeni, anebo se strany mezi sebou nedohodnou. V takovém případě by tato varianta nemohla být uskutečněna.

4.4.2 Doporučení týkající se výstavby

Výstavbu retenční nádrže by bylo vhodné provést v období od března do listopadu. Vzhledem k tomu, že hlavním stavebním materiálem je zemina, je nezbytné při výskytu dešťové události stavební práce přerušit. Důležité je také hutnění zeminy při výstavbě hrází nádrže. Zvýšené pozornosti se musí věnovat místům styku dvou různorodých materiálů. Tím je myšleno hutnění okolo betonového potrubí a šachet. Maximální výška hutnicí vrstvy a parametry zeminy (např. vlhkost) se určí na základě rozboru zeminy a laboratorních zkoušek. Vhodnost využití vytěžené zeminy ke stavbě hrází je také nutné posoudit laboratorními zkouškami.

Nesmíme zapomenout, že zájmovým územím prochází stávající inženýrské sítě. Zřejmě se nevyhneme přeložce stávajícího plynovodu, který vede podél cesty a křížuje trasu napojení nátoky do RN1. V místě středové hráze rovněž vede trasa splaškové kanalizace. Zde bude stačit prodloužení stávajících šachet do úrovně koruny hráze. Konkrétně se jedná o kanalizační šachty S521 a Š522.

Opevnění břehů a dna nádrží je provedeno travním porostem. Zde je nutné zabezpečit podmínky pro vytvoření kvalitního drnu. Pouze kvalitní drn totiž zabráni odplavení jemných částic půdy, které by následně zanášely dno nádrže. Jako zcela nevhodný postup je čekat na uchycení náletů a plevelů a až po samovolném ozelenění dosévat pouze prázdné plochy. Místa s vyššími nároky na odolnost, zejména výtoky potrubí budou opevněny kamennou dlažbou osazenou do betonu.

V průběhu výstavby je povinností stavbyvedoucího vést stavební deník v odpovídající formě a uschovat pro případné reklamace doklady a certifikáty od materiálů použitých při stavbě. Při výskytu jakýchkoli odchylek od projektové dokumentace je nutné tyto změny konzultovat s projektantem, popř. s osobou k tomuto účelu určenou.

4.4.3 Údržba

V rámci údržby bude nezbytné provádět zejména kontrolu jednotlivých potrubí a stavu hrází. Přestože jsou jednotlivá potrubí chráněna česlemi, není vyloučeno vniknutí cizích předmětů a následné ucpání potrubí. RN1 je brána jako usazovací nádrž, je tedy potřeba počítat s postupným zanášením dna a následným vytěžením sedimentu. Vzhledem k charakteru přitéčených dešťových vod lze očekávat interval vyvážení přibližně 1 x za pět let. Prohlídky celého systému by se měly provádět min. jednou ročně, lépe 1 x na jaře a 1 x na podzim a také po každém naplnění a vyprázdnění nádrží.

V neposlední řadě se nesmí zapomenout na bezpečnost práce v průběhu výstavby i během následného užívání. Bezpečnost bude zajištěna dle prováděcích vyhlášek, technických standardů a norem.

4.5 VÝKAZ VÝMĚR

V následující tabulce jsou uvedeny základní parametry popisující rozsah stavebních prací při výstavbě retenční nádrže.

Tab. 4.4 – Výkaz výměr retenční nádrže

položka	množství	m. j.
odstranění ornice (0,15 m)	1080,0	m ³
mělké výkopy	3273,6	m ³
násypy hrází	4054,0	m ³
hloubení rýh	96,0	m ³
délka potrubí DN 1000 mm	60,0	m
TZH-Q 100/250	24	ks
délka potrubí DN 800 mm	7,5	m
TZH-Q 80/250	3	ks
šachtové dno TBZ – Q.1 100/100	4	ks
š. kónus TBR–Q.1 100-63/58/9	1	ks
betonářské práce	12,1	m ³
objem podsypu	79,3	m ³
délka drenážního potrubí DN 100	67,5	m
celková plocha zatravnění	8640,0	m ²
plocha kamenné dlažby	60,0	m ²

5 VÍCEÚČELOVÁ MALÁ VODNÍ NÁDRŽ

5.1 TECHNICKÉ A FUNKČNÍ ŘEŠENÍ

Podobně jako u předchozí varianty na toku „A“ je i na toku „B“ uvažováno s výstavbou objektu na ochranu zastavěného území před dešťovou vodou. Místo retenční nádrže je v trase toku umístěna víceúčelová malá vodní nádrž. Stejně jako u retenční nádrže dojde k zachycení kulminačního průtoku a transformaci povodňové vlny. Hráz je umístěna cca 75 m za profilem B5-1,044 km. Podle územního plánu je nádrž situována na okraji ochranného pásma železnice v území označeném jako louky a pastviny. O umístění nádrže rozhodoval zejména potřebný retenční objem a s tím související zátopová oblast. Po podrobném průzkumu DMT byl vybrán jediný možný profil na toku „B“, kde šlo nádrž požadované velikosti umístit. Umístění a tvar je zakreslen v příloze B 7.

Tvar retenční nádrže je řešen podle místních podmínek. Je využito jak zavázání hráze do levobřežního svahu, tak i plynulého napojení do stoupajícího svahu podél příjezdové komunikace. Výsledný tvar koruny hráze připomíná písmene „L“. Řez hrází je znázorněn v příloze B 8.

Celková zastavěná plocha nádrže (i s plochou vody při max. hladině) je cca 4600 m². Samotné těleso hráze půdorysně zabírá plochu 1350 m². Výška hladiny je regulována bezpečnostním přelivem umístěným v levé části hráze a přepad je zaústěn zpět do toku. Celkový objem zadržené vody je 5770 m³ a plocha hladiny při max. hladině je 3745 m².

Nádrž je navržena jako víceúčelová. To znamená, že odtok z nádrže je zajištěn přes přelivnou hranu umístěnou ve středové části hráze na kótě 341,0 m n.m. Tímto vznikne trvale zadržený objem vody o velikosti 581 m³. Pro případ vytěžení sedimentu ze dna nádrže lze tento prostor vypustit otevřením vypouštěcího uzávěru. Vypouštěcí objekt i bezpečnostní přeliv jsou provedeny z monolitického betonu. Propustek pod hrází je z betonových prefabrikovaných trub DN 800 mm, který zajišťuje maximální odtok z nádrže 1,2 m³/s. Nátok do propustku je proti vniknutí plovoucích předmětů chráněn hrubými česlicemi. Hrana bezpečnostního přelivu je dána max. výškou hladiny, ta je na kótě 343,5 m n. m.

5.2 NÁVRH ROZMĚRŮ NÁDRŽE

Základní rozměry nádrže vyplývají z kulminačního průtoku a objemu povodňové vlny vyvolané návrhovou srážkou a zároveň z tvaru zátopové oblasti. Kulminační průtok, určený pomocí programu DesQ, na trase „B“ dosahuje hodnoty 2,8 m³/s. Objem povodňové vlny je 10741 m³.

Maximální odtok vody propustkem je nastaven na hodnotu 1,2 m³/s. Tento odtok zajišťuje propustek o velikosti DN 800 mm. Po překročení průtoku na přítoku do nádrže se začíná plnit retenční prostor nádrže.

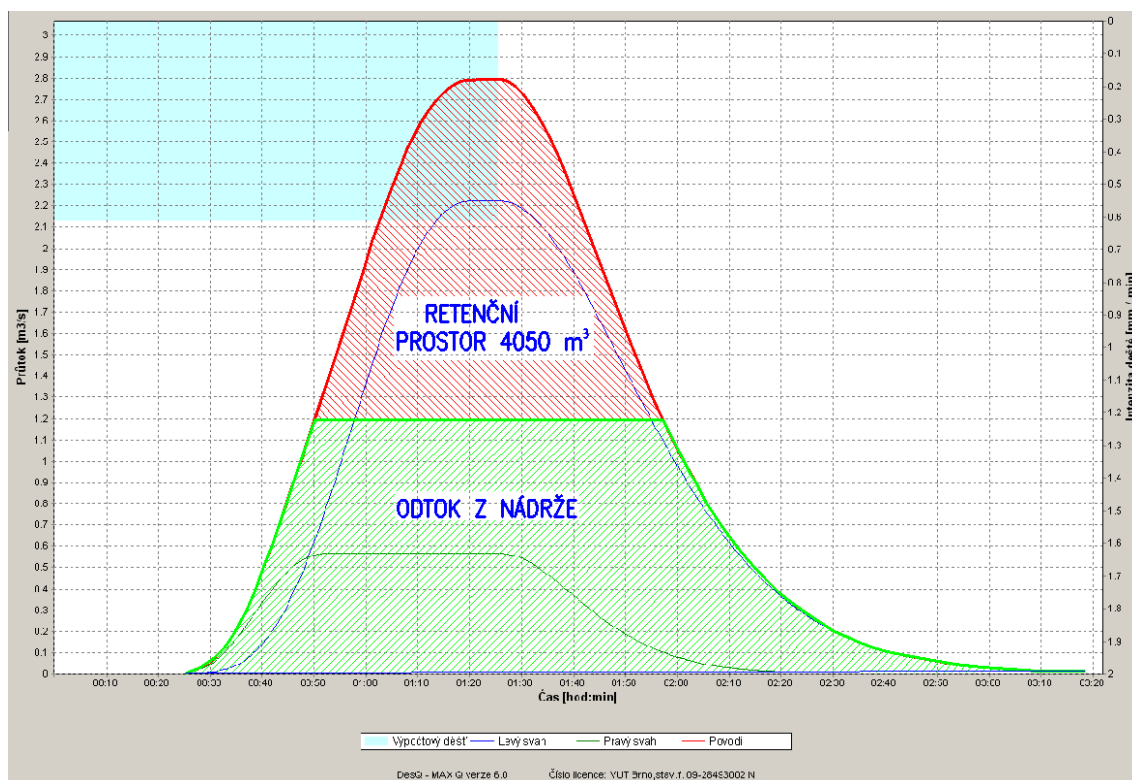
Tab. 5.1 – Výpočet kapacity propustku

DN	h [m]	Q [m ³ /s]	S [m ²]	O [m]	R	n	c	i	v [m/s]
800	0,50	0,856	0,33	1,46	0,226	0,015	52,03	0,011	2,59
	0,60	1,074	0,40	1,68	0,238	0,015	52,48	0,011	2,69
	0,70	1,277	0,47	1,94	0,242	0,015	52,64	0,011	2,72
	0,75	1,294	0,49	2,11	0,232	0,015	52,27	0,011	2,64
	0,80	1,202	0,50	2,51	0,200	0,015	50,98	0,011	2,39

Objem retenčního prostoru byl stanoven z hydrogramu povodňové vlny (obr. 5.1). Při zakreslení maximálního odtoku do hydrogramu dostaneme množství objemu z povodňové vlny odteklé korytem (cca 6690 m³) a množství které je nutné zachytit (4050 m³) – retenční prostor. Následně jsme ze zátopové plochy a vrstevnic spočítali přírůstek objemu v závislosti na výšce (tab. 5.2). Z této závislosti lze vytvořit čáry zatopených ploch a objemů (příloha A 5).

Tab. 5.2 – Přírůstek objemu v závislosti na výšce hladiny

i	Nadmořská výška hladiny	Plocha hladiny	Objem nádrže	Celkový objem
	H [m n. m.]	A [m ²]	V _H [m ³]	Σ V _H [m ³]
1	340,0	200,0	80,0	80,0
2	340,5	475,0	168,8	248,8
3	341,0	854,0	332,3	581,0
4	341,5	1175,0	507,3	1088,3
5	342,0	1607,0	695,5	1783,8
6	342,5	2222,0	957,3	2741,0
7	343,0	3073,0	1323,8	4064,8
8	343,5	3745,0	1704,5	V_c = 5769



Obr. 5.1 - Hydrogram povodňové vlny na toku „B“, $Q_0 = 1,2 \text{ m}^3/\text{s}$

Návodní sklon svahů hráze je navržen 1:3 a vzdušná strana má sklon svahů 1:2. Výška koruny hráze nad dnem údolí je 4,5 m na kótě 344,0 m n. m. Při těchto sklonech svahů a výšce je max. šířka hráze ve dně 26,0 m. Koruna hráze je široká 2,0 m a díky zalomení dosahuje délky 91,0 m. Celkový objem tělesa hráze je přibližně 2600 m^3 . Odečteme-li od celkového zásobního objemu 581 m^3 „mrtvého prostoru“ získáme zásobní objem o velikosti 5189 m^3 . Při uvažovaném odtoku z nádrže $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ je předpokládaná doba vyprázdnění 72 minut.

5.3 OBJEKTY VÍCEÚČELOVÉ NÁDRŽE

5.3.1 Těleso hráze

Hráz je navržena jako zemní homogenní sypaná z místních zdrojů. Materiál určený na stavbu hráze by měl zaručovat nízkou hydraulickou vodivost, aby nebylo nutné umisťovat do tělesa hráze těsnění proti průsaku vody. Základní parametry hráze byly popsány v předchozí kapitole.

5.3.2 Vtokový objekt s propustkem

V nejnižším místě hráze je umístěn vtokový objekt s propustkem, který zajišťuje odtok běžného přítoku do nádrže a vyprázdnění nádrže po naplnění. Voda do objektu natéká přes přelivnou hranu umístěnou na kótě 341,0 m n.m. Dno propustku DN 1000 mm je na kótě 340,0 m a jeho max. kapacita je 1,2 m³/s. Vtok do propustku je chráněn klecí z ocelových česlic. Čelní stěna je sklopná a lze skrz ni vejít do propustku a vyčistit jej. Celý vtokový objekt je z monolitického betonu.

5.3.3 Bezpečnostní přeliv

Bezpečnostní přeliv slouží k převedení vody do vodního toku po překročení maximální výšky hladiny v nádrži. Hrana bezpečnostního přelivu je na kótě maximální hladiny 343,5 m n.m.

Samotný přeliv je tvořen žlabem vytvořeným na levém břehu nádrže v místě napojení hráze na svah. Opevnění žlabu je provedeno z kamenné dlažby osazené do betonu. Žlab je zaústěn do toku na kótě 339,1 m n.m.

5.4 PŘÍPRAVA ÚZEMÍ, VÝSTAVBA A ÚDRŽBA

5.4.1 Příprava území

Dle výpisu z katastru nemovitostí zasahuje stavba víceúčelové nádrže na tyto parcely:

Tab. 5.3 – Výpis vlastníků dotčených pozemků

KÚ VENDRYNĚ		
č.p.	vlastník	druh pozemku
1427/1	Czyż Karel, Czyžová Zdeňka	TTP
1428/2	obec Vendryně	vodní plocha
1431	Biedrawová Jarmila	zahrada
1433/1	Biedrawová Jarmila	zahrada
1433/2	Goryczka Jan, Goryczková Vanda	zahrada
1433/3	Goryczka Jan, Goryczková Vanda	zahrada
1427/2	Goryczka Jan, Goryczková Vanda	TTP

Tab. 5.4 – Výpis vlastníků dotčených pozemků

KÚ BYSTRICE NAD OLŠÍ		
č.p.	vlastník	druh pozemku
1466/6	Obec Bystřice	ostatní plocha
1466/5	Goryczka Jan, Goryczková Vanda	ostatní plocha
1466/1	Heczko Bogdan, Heczko Marek Ing.	ostatní plocha

V rámci přípravy území bude nutné před zahájením stavebních prací odstranit stávající dřeviny a keřové patro, které se nachází v zátopové oblasti. Přes zájmovou oblast neprochází žádné inženýrské sítě, takže nebude nutné provádět přeložky nebo jiné úpravy ve stávajícím vedení.

Zátopová oblast při max. hladině zasahuje na pozemky 1433 a 1433/1, zde lze očekávat nepříjemnosti s tímto spojené v rámci dalších jednání o této variantě.

5.4.2 Doporučení týkající se výstavby

Výstavbu víceúčelové nádrže by bylo vhodné provádět stejně jako výstavbu retenční nádrže v období od března do listopadu. Vzhledem k tomu, že hlavním stavebním materiálem je zemina, je nezbytné při výskytu dešťové události stavební práce přerušit. Důležité je také hutnění zeminy při výstavbě hrází nádrže. Zvýšené pozornosti se musí věnovat místům styku dvou různorodých materiálů. Zejména okolo betonového potrubí a vtokového objektu. Maximální výška hutnicí vrstvy a parametry zeminy při výstavbě se určí na základě rozboru zeminy a laboratorních zkoušek.

Výstavbu bude vhodné začít u vtokového objektu a středovou částí hráze, aby po zbylou dobu stavby mohl být průtok přepouštěn přes otvor určený pro vypouštěcí uzávěr.

Co se týká osetí travním semenem po dokončení terénních úprav, opět platí, že je nutné zabezpečit podmínky pro vytvoření kvalitního drnu.

Povinností stavbyvedoucího je vést stavební deník v odpovídající formě a uschovat pro případné reklamace doklady a certifikáty od materiálů použitých při stavbě. Při výskytu jakýchkoli odchylek od projektové dokumentace je nutné tyto změny konzultovat s projektantem, popř. s osobou k tomuto účelu určenou.

V průběhu výstavby i během následného užívání se nesmí zapomenout na bezpečnost práce. Ta bude zajištěna dle prováděcích vyhlášek, technických standardů a norem.

5.4.3 Údržba

V rámci údržby je třeba provádět kontrolu potrubí a stavu hrází. Přestože je vtok do propustku chráněn česlemi, není vyloučeno vniknutí cizích předmětů a následné ucpání potrubí. V průběhu let bude v nádrži docházet k sedimentaci jemných částic. Je tedy potřeba počítat s potřebou vytěžení a odvezení sedimentu.

Vzhledem k trvalému výskytu vodní hladiny v části nádrže, i přes to, že nádrž bude protékaná, nebude na škodu jednou za rok zadrženou vodu vypustit a obměnit.

Po dobu zimních měsíců lze provádět údržbu ledové krusty vytvořené na hladině. Velikost ledové plochy by se měla pohybovat okolo 800 m².

5.5 VÝKAZ VÝMĚR

V následující tabulce jsou uvedeny základní parametry popisující rozsah stavebních prací při výstavbě víceúčelové nádrže.

Tab. 5.5 – Výkaz výměr víceúčelové malé vodní nádrže

položka	množství	m. j.
odstranění ornice (0,15 m)	202,5	m ³
mělké výkopy	425,0	m ³
násypy hrází	2600,0	m ³
hloubení rýh	23,6	m ³
délka potrubí DN 800 mm	27,5	m
TZH-Q 80/250	11	ks
objem podsypu	28,0	m ³
délka drenážního potrubí DN 100	27,5	m
betonářské práce	5,8	m ³
celková plocha zatravnění	1800,0	m ²
plocha kamenné dlažby	150,0	m ²

6 ZATRUBNĚNÍ

6.1 TECHNICKÉ A FUNKČNÍ ŘEŠENÍ

Principem této varianty je odlehčení a odvedení kulminačního průtoku mimo zastavěnou část obce. Stávající kapacita průtočného profilu na toku „A“ je místy nižší než $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$. Zejména v místě návrhu nového příčného profilu (viz kapitola 3) dochází k rozlivům a následným škodám na majetku. Řešením je umístění rozdělovacího objektu (odlehčení) do trasy toku a pomocí potrubí převést vodu do Olše. Objekt je umístěn za profilem A2 ve staničení 0,545 km. Po odlehčení pokračuje voda dvěma směry. Dále ve směru toku pokračuje průtok, který je koryto, procházející zastavěným územím, schopné bezpečně převést. Tento průtok má hodnotu $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Průtok vyšší než je tato limitní hodnota přepadá přes přelivnou hranu a je nasměrován k nátoku do potrubí o velikosti DN 1200 mm.

Délka zatrubněné části je 740,0 m. Trasa je převážně vedena územím s nezpevněným povrchem. Vzhledem ke křížení trasy jak železničního koridoru, tak silnice I/11 bude nutné provést 2 x protlak potrubí v celkovém rozsahu cca 60,0 m. V místech změn směrových a spádových poměrů jsou na potrubí osazeny kontrolní šachty. Přímé úseky jsou kvůli snadnější kontrole rozděleny šachtami ve vzdálenostech do 120 m. Celkem je na potrubí osazeno 8 ks šachet. Ty budou vytaženy min. 300 mm nad okolní terén, chráněny skruží DN 1000 mm a označeny signalizační tyčí. Trasa zatrubnění je zakreslena v příloze B 10 – přehledná situace zatrubnění.

Sklon dna potrubí je přizpůsoben terénu. Aby bylo zabráněno přílišnému zahloubení výkopů, tak je potrubí cca v první polovině trasy vedeno ve sklonu 3,0 ‰. Zbylá část potrubí je ve sklonu dna 9,0 ‰. Hloubka výkopů se pohybuje od 2,0 m do 3,5 m. Maximální hloubky výkopu je dosaženo v místě křížení trasy se silnicí I/11 u šachty Š6, konkrétně 3,45 m. Krytí potrubí je v rozmezí od 0,6 m do 2,1 m. (viz. podélný profil – příloha B 11). Příčný řez uložením potrubí je uveden v příloze B 9.2.

Napojení potrubí do vodního toku je provedeno pomocí výustního objektu. Umístění objektu je v přímém úseku řeky Olše, napojení tedy bude provedeno kolmo na osu toku.

6.2 NÁVRH ZATRUBNĚNÍ

Při návrhu bylo uvažováno s kulminačním průtokem $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$, kterého je na toku „A“ při návrhové srážce dosaženo. Rozdělovací objekt přepouští průtok $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ a zbylé množství je odvedeno zatrubněním do recipientu. Minimální kapacita potrubí tedy musí být $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Výpočet kapacity by proveden pro potrubí z betonu a z polypropylénu.

Tab. 6.1 – Výpočet kapacity betonového potrubí

DN	h [m]	Q [m^3/s]	S [m^2]	O [m]	R	n	c	i	v [m/s]
1200 sklon 3‰	0,60	0,912	0,56	1,88	0,298	0,015	54,48	0,003	1,63
	0,80	1,449	0,80	2,29	0,349	0,015	55,95	0,003	1,81
	0,90	1,689	0,91	2,51	0,363	0,015	56,30	0,003	1,86
	1,00	1,856	1,00	2,76	0,362	0,015	56,29	0,003	1,86
	1,20	1,851	1,13	3,77	0,300	0,015	54,55	0,003	1,64
1200 sklon 9‰	0,40	0,771	0,33	1,47	0,224	0,015	51,97	0,009	2,34
	0,50	1,163	0,45	1,68	0,265	0,015	53,42	0,009	2,61
	0,60	1,580	0,56	1,88	0,298	0,015	54,48	0,009	2,82
	0,80	2,510	0,80	2,29	0,349	0,015	55,95	0,009	3,14
	1,00	3,214	1,00	2,76	0,362	0,015	56,29	0,009	3,21
	1,20	3,206	1,13	3,77	0,300	0,015	54,55	0,009	2,83

Tab. 6.2 – Výpočet kapacity plastového potrubí z PP

DN	h [m]	Q [m^3/s]	S [m^2]	O [m]	R	n	c	i	v [m/s]
1000 sklon 3‰	0,50	1,068	0,39	1,57	0,250	0,008	99,22	0,003	2,72
	0,60	1,425	0,49	1,77	0,277	0,008	100,91	0,003	2,91
	0,70	1,802	0,59	1,98	0,298	0,008	102,16	0,003	3,05
	0,80	2,070	0,67	2,21	0,303	0,008	102,45	0,003	3,09
	0,90	2,250	0,74	2,50	0,296	0,008	102,05	0,003	3,04
	1,00	2,134	0,79	3,14	0,250	0,008	99,21	0,003	2,72
1000 sklon 9‰	0,40	1,243	0,29	1,37	0,214	0,008	96,68	0,009	4,24
	0,50	1,850	0,39	1,57	0,250	0,008	99,22	0,009	4,71
	0,60	2,468	0,49	1,77	0,277	0,008	100,91	0,009	5,04
	0,70	3,121	0,59	1,98	0,298	0,008	102,16	0,009	5,29
	0,80	3,586	0,67	2,21	0,303	0,008	102,45	0,009	5,35
	0,90	3,898	0,74	2,50	0,296	0,008	102,05	0,009	5,27
	1,00	3,696	0,79	3,14	0,250	0,008	99,21	0,009	4,71

U betonového potrubí je požadované kapacity dosaženo u profilu DN 1200 mm, a to při výšce plnění okolo 0,85 m. Maximální průtoková rychlost dosahuje hodnot okolo 2,8 m/s. U PP potrubí nám pro převedení návrhového průtoku bude stačit profil o velikosti DN 1000 mm. Výška hladiny se pohybuje na úrovni 0,6 m. Rychlost proudění v profilu se pohybuje pod úrovní max. povolené rychlosti v potrubí (5,0 m/s). Vyšší dimenze betonového potrubí je způsobena vyšší drsností povrchu proti potrubí z PP.

6.3 OBJEKTY NA POTRUBÍ

6.3.1 Rozdělovací objekt a nátok do potrubí

Nátok vody do potrubí zajišťuje rozdělovací objekt. Jedná se o stavební objekt z monolitického betonu, který je plynule napojen na stávající koryto v místě 0,545 km. Samotný objekt se skládá z nátokové části, přelivné hrany a odtokové části. Nátok má obdélníkový profil se žlabem ve dně, který usměrňuje tok vody při nižších průtocích. Přelivná hrana je nastavena na průtok $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Po překročení tohoto průtoku voda přepadá přes přelivnou hranu a natéká do zatrubněné části. Prostor za přelivnou hranou je spádován směrem k potrubí a samotný nátok je proti vniknutí nežádoucích předmětů opatřen česlicovou mříží.

6.3.2 Vstupní šachty

Vstupní šachty umožňují vstup do potrubí při kontrole a údržbě. Dále slouží ke změně směru a sklonu trasy. Šachty mají průměr 1,0 m a jsou zakončeny kónickou skruží s poklopem DN 600 mm. Vzhledem k směrovému vedení potrubí (zemědělsky využívané plochy) bude vstup do šachty vyvýšen nad okolní terén o min. 300 mm. Ochrana vstupu bude zajištěna skruží DN 1000 mm se signalizační tyčí. Kromě jedné jsou všechny šachty ve vzdálenosti do 100 m. Pro zajištění pohodlného vstupu bude šachta vybavena žebříkovými stupadly a kapsovým stupadlem v kónické skruži.

6.3.3 Výustní objekt

V místě výustního objektu bude provedeno opevnění břehu z lomového kamene o hmotnosti 200 kg/ks – max. 500 kg/ks. Šířka opevnění je cca 5,0 m v horní a 8,0 m v dolní části. Spodní část objektu tvoří základová patka z lomového kamene

o hmotnosti 200 kg/ks – max. 500 kg/ks. Hloubka uložení patky je cca 1,0 m pod dnem toku, a to v délce 10,0 m. Výška patky bude vyvedena přibližně 0,3 m nad hladinu vodního toku při průměrném průtoku ($1,83 \text{ m}^3/\text{s}$). V obou koncích musí být základová patka zapuštěna do svahu, aby nečinila překážku v proudění toku.

Výškové osazení dna výtoku potrubí je na kótě 324,15 m n. m. a potrubí je seříznuto podle svahování břehu.

6.4 PŘÍPRAVA ÚZEMÍ, VÝSTAVBA A ÚDRŽBA

6.4.1 Příprava území

Dle výpisu z katastru nemovitostí zasahuje stavba víceúčelové nádrže na tyto parcely:

Tab. 5.3 – Výpis vlastníků dotčených pozemků

KÚ VENDRYNĚ		
č.p.	vlastník	druh pozemku
1352/14	Kmeťová Helena, Krzyžanková Anna	TTP
1352/20	Kmeťová Helena, Krzyžanková Anna	TTP
1352/16	Kmeťová Helena, Krzyžanková Anna	TTP
1352/11	Juránková Hana Ing., Kubíková Věra Ing.	orná půda
1368/1	Obec Vendryně	orná půda
1367/4	Obec Vendryně	ostatní plocha
576/1	Krzywoniová Liliana Mgr., Nogová Anna	orná půda
579/3	Krkoška Rostislav	ostatní plocha
102/1	KARIPER a.s	orná půda
105/9	Niedoba Vladislav Ing., Sikora Stanislav	orná půda
230/4	Raszka René, Raszková Monika	orná půda
231	Obec Vendryně	ostatní plocha
233	Kubík Petr	zahrada
243	Martynková Markéta	orná půda
246/1	Niedoba Vladislav Ing.	lesní pozemek

V rámci příprav bude nezbytné kromě jednání s vlastníky dotčených pozemků, získat také vyjádření jednotlivých správců sítí a drážního úřadu. Trasa zatrubnění celkem třikrát křížuje stávající sítě, lze tedy počítat s nutností vybudovat přeložky některých inženýrských sítí.

6.4.2 Doporučení týkající se výstavby

Pro uložení potrubí je nutno dodržet minimální předepsané šířky výkopu, pro bezpečnou manipulaci a umožňující dostatečné obsypání a hutnění. Svislé rýhy budou při výstavbě opatřeny pažením, dle soudržnosti zeminy. Od hloubky výkopu 1,25m budou pažením opatřeny vždy. Dno výkopu musí být dostatečně zhutněno. Pokud je hodnota zhutnění nižší, než udává norma (požadavek Standardní Proctorovy hustoty), např. z důvodu navážky musí se dno výkopu zhutnit na požadovanou hodnotu. K hutnění výkopů se použije hutnících mechanismů. Jednotlivé fáze obsypu a zásypu musí být hutněny po vrstvách. Skladba jednotlivých vrstev je uvedena v příloze B 9.2. Směr výstavby bude protiproudě od výustního objektu po rozdělovací objekt.

Při montáži šachtových systémů je nutno postupovat dle montážních předpisů výrobce. Požadavky na provedení výkopů, uložení a zásypů jsou shodné s požadavky pro pokládku potrubí.

Povinností stavbyvedoucího je vést stavební deník v odpovídající formě a uschovat pro případné reklamace doklady a certifikáty od materiálů použitých při stavbě. Při výskytu jakýchkoli odchylek od projektové dokumentace je nutné tyto změny konzultovat s projektantem, popř. s osobou k tomuto účelu určenou.

V průběhu výstavby i během následného užívání se nesmí zapomenout na bezpečnost práce. Ta bude zajištěna dle prováděcích vyhlášek, technických standardů a norem.

6.4.1 Údržba

V rámci údržby je třeba provádět pravidelnou kontrolu potrubí – přibližně jednou ročně. Přestože je vtok do propustku chráněn česlemi, není totiž vyloučeno vniknutí cizích předmětů a následné ucpání potrubí. V průběhu let může vlivem malého sklonu docházet k sedimentaci jemných částic na dně potrubí. Je tedy potřeba počítat s potřebou vytěžení a odvezení sedimentu. Nežádoucí je také výskyt jakýchkoli cizích předmětů v okolí výustního objektu.

6.5 VÝKAZ VÝMĚR

V následující tabulce jsou uvedeny základní parametry popisující rozsah stavebních prací při výstavbě zatrubnění.

Tab. 5.5 – Výkaz výměr zatrubnění

položka	množství	m. j.
odstranění ornice (0,15 m)	277,5	m ³
výkopy	4925,0	m ³
délka potrubí DN 1200 mm	740,0	m
TBH-Q 1200/250	296	ks
kónus TBR-Q.1 100-63/58/9	8	ks
skruž TBS-Q.1 100/50/9	20	ks
objem podkladního betonu	740,0	m ³
objem obsypu	2368,0	m ³
objem zásypu	1817	m ³
délka drenážního potrubí DN 100	740,0	m
objem lomového kamene	80,0	m ³

7 ROZPOČTOVÁ ČÁST

V rámci ekonomického posouzení byly pomocí programu KROS plus naceněny jednotlivé varianty popsané v kapitolách 3 až 6. Rovněž bylo provedeno vyčíslení nákladů na pořízení systému hospodaření s dešťovou vodou. Produkt KROS plus od společnosti ÚRS PRAHA je komplexní nástroj pro tvorbu rozpočtu, kalkulaci stavebních prací a sledování stavební zakázky. Aktuální databáze programu počítá s cenovou úrovní 2011/II.

Do rozpočtu byly zahrnuty pouze práce a dodávky hlavní stavební výroby (HSV), uvedené ve výkazech výměr. Obecné pravidlo ekonoma Vilfreda Pareta říká, že k dosažení 80% jakýchkoli výstupů nám stačí 20% vstupů. Uvážíme-li množství a váhu námi zadaných položek do rozpočtů, tak lze říci, že výsledné náklady jednotlivých variant se mohou lišit do 20%. Přesnost a vypovídající hodnota nákladů stanovená podle výše uvedeného pravidla je pro potřeby této práce, která je na úrovni studie, dostačující.

Jednotlivé položkové rozpočty i s výkazem výměr jsou uvedeny v příloze C 1. Níže jsou uvedeny celkové náklady za jednotlivé oddíly HSV a celkové náklady na pořízení.

7.1 HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU

Práce a dodávky HSV	náklady
<i>Zemní práce</i>	24 223,9
<i>Svislé stavební konstrukce - PE nádrž 5,0 m³</i>	20 000,0
<i>Trubní vedení</i>	3 026,0
Celkem	47 249,9 Kč bez DPH

7.2 ÚPRAVA TOKU „A“

Práce a dodávky HSV	náklady
<i>Zemní práce</i>	81 199,4
<i>Vodorovné konstrukce</i>	29 454,1
<i>Přesun hmot</i>	20 246,1
Celkem	130 899,6 Kč bez DPH

7.3 ÚPRAVA TOKU „B“

Práce a dodávky HSV	náklady
<i>Zemní práce</i>	124 295,8
<i>Vodorovné konstrukce</i>	16 055,5
<i>Přesun hmot</i>	11 143,5
Celkem	151 494,8 Kč bez DPH

7.4 RETENČNÍ NÁDRŽ

Práce a dodávky HSV	náklady
<i>Zemní práce</i>	1 884 956,9
<i>Zakládání - drenážní potrubí DN100</i>	9 247,5
<i>Svislé a kompletní konstrukce</i>	141 799,0
<i>Vodorovné konstrukce</i>	113 408,3
<i>Trubní vedení</i>	482 490,0
<i>Přesun hmot</i>	97 030,3
Celkem	2 728 932,0 Kč bez DPH

7.5 VÍCEÚČELOVÁ MALÁ VODNÍ NÁDRŽ

Práce a dodávky HSV	náklady
<i>Zemní práce</i>	556 280,6
<i>Zakládání - drenážní potrubí DN100</i>	3 767,5
<i>Svislé a kompletní konstrukce</i>	74 279,6
<i>Vodorovné konstrukce</i>	201 600,0
<i>Trubní vedení</i>	131 175,0
<i>Přesun hmot</i>	30 397,9
Celkem	997 500,5 Kč bez DPH

7.6 ZATRUBNĚNÍ

Práce a dodávky HSV	náklady
<i>Zemní práce</i>	1 401 560,8
<i>Zakládání - drenážní potrubí DN100</i>	101 380,0
<i>Svislé a kompletní konstrukce</i>	329 142,2
<i>Vodorovné konstrukce</i>	1 983 000,0
<i>Trubní vedení</i>	10 457 620,0
<i>Přesun hmot</i>	419 994,9
Celkem	14 692 697,9 Kč bez DPH

8 ZÁVĚR

Cílem práce bylo provést variantní návrh opatření, které povedou ke zlepšení stávající situace v obci Vendryně. Práce měla být zpracována formou studie, a po dokončení předána zastupitelům obce i s prezentací dosažených výsledků.

Zadání práce se odvíjelo od konkrétních požadavků a problémů s dešťovými vodami v dané lokalitě, které specifikoval sám pan starosta obce Vendryně Ing. Rudolf Bilko. Při návrhu opatření a jednotlivých variant se vycházelo z místních podmínek a podkladů, které byly v rámci práce obdrženy. Z dostupných podkladů byla pomocí programu ArcGIS provedena analýza zájmového území a pomocí programu DesQ výpočet kulminačních průtoků z dílčích povodí. V rámci získání lepšího přehledu o stávajícím stavu v obci, byl v listopadu 2011 proveden průzkum území s orientačním geodetickým zaměřením toků a sociologickým průzkumem.

Na základě posouzení stávajícího stavu a místních podmínek byly navrženy a posouzeny tři koncepce řešení daného problému:

- Zvýšení kapacity bezejmenných toků a odvodňovacích příkopů
- Vybudování retenční nádrže (tok „A“) resp. víceúčelové nádrže (tok „B“)
- Odlehčení průtoku pomocí zatrubnění

Každá z těchto koncepcí řeší problematiku dešťových vod jiným způsobem. Navýšením kapacity stávajících odvodňovacích příkopů sice dojde k bezpečnému odvedení vody do recipientu, ale bez jakékoli možnosti dalšího využití. U variant retenční a víceúčelové nádrže dochází kromě snížení kulminačního průtoku a transformaci povodňové vlny, také k zadržení dešťové vody v krajině, kterou je následně možné po dobu nadržení využívat. Varianta odlehčení povodňové vlny pomocí zatrubnění má stejné dopady na recipient jako zvýšení kapacity stávajících bezejmenných toků a odvodňovacích příkopů. Navíc investičně tato varianta nevychází zrovna nejlevněji.

Při návrhu uvedených variant bylo vždy postupováno v souladu s územním plánem obce a taktéž byly zohledněny místní podmínky (vlastnické vztahy dotčených pozemků, hydrogeologie) s dodržáním legislativních požadavků. Zde je nutno uvést, že v této fázi rozpracovanosti (projekt na úrovni studie) slouží jednotlivé varianty k určení směru dalšího vývoje dané situace. Vliv na výběr varianty bude určitě mít i aktuální finanční situace obce. Ta musí od roku 2011 splácet dlouhodobý úvěr za vybudování splaškové kanalizace ve výši 30 mil. Kč. Rozpočet obce na rok 2012 počítá s příjmy a výdaji ve výši 37 513 900 Kč, kdy na vodní hospodářství a ochranu životního prostředí je vymezena částka ve výši 6 726 000 Kč. Také není vyloučeno, že po provedení podrobnějšího průzkumu lokality, může z navrhovaných variant zůstat pouze jediná možná.

Náklady na pořízení jednotlivých variant i s uvedením výhod a nevýhod jsou uvedeny v tabulce 8.1.

Tab 8.1 – Porovnání variant

Varianta	Výhody	Nevýhody	Investiční náklady [Kč bez DPH]
HDV	<i>úspora vody snížení odtoku DV ochrana nemovitosti</i>	<i>pořízení systému HDV, údržba systému</i>	47 245
Úprava toku A	<i>snížení rizika záplav</i>	<i>narušení stávajícího stavu, odvedení vody z povodí</i>	130 889
Úprava toku B	<i>snížení rizika záplav</i>	<i>narušení stávajícího stavu odvedení vody z povodí</i>	151 494
Retenční nádrž	<i>zdržení a snížení odtoku vody z povodí</i>	<i>záběr pozemků, naplněná nádrž představuje riziko utonutí</i>	2 728 932
Víceúčelová nádrž	<i>zdržení odtoku z povodí, vytvoření trvalé vodní, plochy v krajině</i>	<i>záběr pozemků, odstranění dřevin, vliv na HPV</i>	997 500
Zatrubnění	<i>odvedení vody pod povrchem, snížení kulminačního průtoku</i>	<i>odvedení vody z povodí, průběh výstavby</i>	14 692 698

Kromě investičních nákladů je třeba počítat i s budoucími provozními náklady, které budou souviset zejména s údržbou zatravněných ploch a odstraňováním nánosů.

Ekonomická výhodnost provozu HDV již byla částečně popsána v kapitole 2.5. Nahrazením užitkové vody (pitná voda používaná na splachování WC, praní a úklid) vodou dešťovou lze ročně uspořit přibližně 50% nákladů za vodné a stočné. Náklady na pořízení systému se pohybují okolo 50 000 Kč. Předpokládané provozní náklady se mohou ročně pohybovat okolo 2 500 Kč. Úspora při použití systému HDV (modelový příklad Tab. 2.7) činí 7 300 Kč za rok. Z toho plyne předpokládaná doba návratnosti v rozmezí 10-ti let. Užitím systému HDV lze v zastavěné části obce snížit zatížení povrchovou vodou v okolí nemovitostí. Zejména pak při dlouhodobějších srážkových událostech, a tím přispět k nalepšení stavu v intravilánu obce. Zároveň je ale nutné systém chránit před zpětným zatopením. Přepad z dešťové nádrže lze řešit několika způsoby. Při vhodných hydrogeologických podmínkách lze vodu po naplnění nádrže přepouštět do zasakovacího objektu, to ale bohužel není náš případ. V nejvíce zastavěném území údolní nivy se nachází HPV poměrně mělce pod terénem a navíc je ovlivněna chodem hladin v řece Olši. Bezpečnostní přepad je tedy nutné řešit jiným způsobem. Na schématu HDV (příloha B 12) je zobrazena varianta se zaústěním do vodního toku s použitím zpětné klapky na odtoku. Ta chrání systém při zvýšené hladině v toku, a čerpadlem je voda z nádrže přečerpávána do odtoku. Tato varianta sice zvyšuje investiční náklady, ale zato nám chrání nemovitost před vytopením vlastními vodami. Zde bych si dovolil doporučit, aby občané byli seznámeni s podmínkami a možnostmi využití HDV. A to proto, že se jedná o jeden ze způsobů, který je může zbavit problému s dešťovou vodou a navíc jim ušetřit nemalé peníze.

Navrhované varianty nepřinášejí do obecního rozpočtu

Úprava toků vzhledem k rozsahu zemních prací, zaměřených na nejproblémovější úseky trasy, patří k těm levnějším variantám. Celková investice by se měla pohybovat okolo 282 400 Kč bez DPH. S připočtením daně se dostáváme na částku o 57 000 Kč vyšší. Jak na trase toku „A“, tak „B“ je navržen nový příčný profil. Návrhové průtoky odpovídají maximální kapacitě propustků umístěných na obou tocích. Kapacitní průtoky jsou rovny hodnotě max. odtoku z jednotlivých povodí.

Samotná úprava příčného profilu ale nemá moc smysl bez regulace odtoku, protože v místech propustků by docházelo k zahlcení a možnosti vyběžení přitéklé vody.

Z tohoto důvodu byly navrženy retenční a víceúčelová malá vodní nádrž. Ty zajistí regulaci průtoku v tocích, a to bez toho, aniž bychom museli zasahovat do stávajícího stavu. Tato varianta je sice finančně nákladnější, ale zato nám poskytuje možnosti dalšího využití. Poslední variantou je odlehčení průtoku s odvedením vody potrubím mimo zastavěnou část obce. Ta se nakonec jeví jako zcela zbytečná. Navíc s touto variantou souvisí poměrně značné množství vyvolaných investic, jako jsou přeložky inženýrských sítí a provádění protlaku při výstavbě pod hlavními dopravními tahy.

Na základě těchto odůvodnění bych doporučil se zaměřit na variantu s regulací odtoku pomocí retenční a víceúčelové nádrže. Velikost retenční nádrže na toku „A“ je momentálně navržena na objem 3270 m^3 , který je nutné zachytit při odtoku $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$. Navýšením povoleného odtoku na kapacitní průtok propustku v profilu A1- $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ lze objem retenční nádrže snížit téměř o třetinu na 2235 m^3 . Tím by klesly i investiční nároky na vybudování této varianty. Navíc výstavbou ochranných nádrží vzniknou nové krajinnotvorné prvky. Ty budou moci občané v bezdeštném období volně využívat a v zimním období lze např. provádět údržbu zamrzlé vodní hladiny ve víceúčelové nádrži. Tímto se mohou tyto prvky začlenit do běžného života občanů obce Vendryně.

9 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] HLAVÍNEK P. A KOL. *Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území*. Brno: ARDEC. ISBN 80-86020-55-X.
- [2] TRIEBEL, ADAMCZYK a FRANZ. *Lehr und Handbuch der Abwasser Technik: Entwurf und Bau von Kanalisationen und Abwasser pumpwerken*. Berlin/Mnichov: Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, 1982. ISBN 3-433-00902-3.
- [3] *Sborník odborného semináře: Hospodaření s dešťovými vodami ve městech a obcích*. Brno: ARDEC, 2010. ISBN 978-80-86020-67-9.
- [4] Vendryně. [Http://www.vendryne.cz/](http://www.vendryne.cz/) [online]. [cit. 2012-01-10]. Dostupné z: www.vendryne.cz
- [5] KAMILA TOMÁŠOVÁ. *Oznámení záměru: Areál VITALITY SLEZSKO odvedení dešťových vod*. Třinec, 2010. Dostupné z: https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:ldf1ZKqHe4sJ:tomcat.cenia.cz/eia/download.jsp%3Fview%3Deia_cr%26id%3DMSK1469%26file%3DznameniDOC+n%C3%A1vrhov%C3%A1+intenzita+de%C5%A1t%C4%9B+T%C5%99inec&hl=cs&gl=cz&pid=bl&srcid=ADGEESg9nHWYZ6wTC_U_XJAK-KMRhC969yl3z4a8kUmAM89jkAhaQaubSAw5k0y74K8tfj8_IVMshlpDIrtQ1ZUdTnS0eqneYOWg30EwtZcO49o07F8sH9o_XfqPWvVhB1cZyiFLIbvh&sig=AHIEtbTl22ieoRQmv774C2HEdwAIlfxI8w
- [6] Ovocnářská unie České republiky. [Http://www.ovocnarska-unie.cz/web/web-sispo/klimreg/tabreg.html](http://www.ovocnarska-unie.cz/web/web-sispo/klimreg/tabreg.html) [online]. [cit. 2012-01-10]. Dostupné z: www.ovocnarska-unie.cz
- [7] SOUČEK L. *Revitalizace povodí olše: Inženýrskogeologický průzkum, I. etapa*. PÖYRY, Brno, 2008.
- [8] Technické podmínky. Hydrotechnické posouzení mostních objektů na vodních tocích. Praha: VÚV T.G.M., 2009. Dostupné z: http://www.sfdi.cz/CZ/pdf/2009_tp_204.pdf

- [9] ČSN 75 6261. *Dešťové nádrže – oprava 1*
- [10] ČSN 75 0905. *Zkoušky vodotěsnosti vodárenských a kanalizačních nádrží*
- [11] ČSN 83 0901. *Ochrana povrchových vod před znečištěním.*
Všeobecné požadavky
- [12] ČSN 73 6005. *Prostorové uspořádání sítí technického vybavení*
- [13] ČSN 75 2101. *Ekologizace úprav vodních toků*
- [14] ČSN 75 2106. *Hrazení bystřin a strží*
- [15] ČSN 75 2310. *Sypané hráze – oprava 1*
- [16] ČSN 75 2410. *Malé vodní nádrže*
- [17] Zákon č. 254/2001 Sb. O vodách (vodní zákon) a související předpisy
- [18] Zákon č. 274/2001 Sb. O vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).
- [19] Vyhláška Mze č.428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb. O vodovodech a kanalizacích.

SEZNAM TABULEK

Tab. 2.1 – Charakteristika klimatických oblastí ČR dle Quitta (Quitt, 1971)	14
Tab. 2.2 - Hodnoty maximálních denních úhrnů	14
Tab. 2.3 – N-leté průtoky Olše.....	15
Tab. 2.4 – Výpočet kapacity profilů.....	21
Tab.2.5 – Zastoupení CN v zájmové oblasti	24
Tab. 2.6 - Kritické doby trvání deště.....	28
Tab. 2.7 – Výpočet roční bilance využití dešťové vody	32
Tab. 3.1 – Výpočet kapacity nového koryta (trasa „A“).....	36
Tab. 3.2 – Výpočet kapacity nového koryta (trasa „B“).....	37
Tab. 3.3 – Výpis vlastníků trasa „A“	38
Tab. 3.4 – Výpis vlastníků trasa „B“.....	38
Tab. 3.4 – Výkaz výměr úpravy koryta.....	40
Tab. 4.1 – Výpočet kapacity potrubí při odlehčení.....	42
Tab. 4.2 – Zásobní prostor retenční nádrže.....	45
Tab. 4.3 – Výpis vlastníků dotčených pozemků	45
Tab. 4.4 – Výkaz výměr retenční nádrže	47
Tab. 5.1 – Výpočet kapacity propustku	49
Tab. 5.2 – Přírůstek objemu v závislosti na výšce hladiny	49
Tab. 5.3 – Výpis vlastníků dotčených pozemků	51
Tab. 5.4 – Výpis vlastníků dotčených pozemků	52
Tab. 5.5 – Výkaz výměr víceúčelové malé vodní nádrže	53
Tab. 6.1 – Výpočet kapacity betonového potrubí	55
Tab. 6.2 – Výpočet kapacity plastového potrubí z PP	55
Tab. 5.3 – Výpis vlastníků dotčených pozemků	57
Tab. 5.5 – Výkaz výměr zatrubnění.....	59
Tab 8.1 – Porovnání variant	63

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1 - Mapa zájmového území.....	13
Obr. 2.2 – 3 x převýšený DMT části k.ú. Vendryně (pohled proti proudu řeky Olše) ...	15
Obr. 2.3 – Mapa nadmořských výšek	16
Obr. 2.4 – Propustek s volným vtokem neovlivněným dolní vodou [zdroj].....	20
Obr. 2.5 – Mapa rozlivů v obci Vendryně	22
Obr. 2.6 – Zájmová oblast.....	23
Obr. 2.7 - Nastavení zobrazení vrstvy TIN	24
Obr. 2.8 – Rozdělení území na povodí a hydrologické skupiny půd	25
Obr. 2.9 – Mapa využitelnosti území.....	26
Obr. 2.10 – Mapa zastoupení CN.....	27
Obr. 2.11 – Mapa sklonitosti území.....	29
Obr. 3.1 – Q-h křivka nového koryta trasa „A“	36
Obr. 3.2 – Q-h křivka nového koryta trasa „B“	37
Obr. 4.1 – Hydrogram povodňové vlny na toku „A“, $Q_0 = 0,7 \text{ m}^3/\text{s}$	43
Obr. 5.1 - Hydrogram povodňové vlny na toku „B“, $Q_0 = 1,2 \text{ m}^3/\text{s}$	50

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

A	Plocha [m^2]
BPEJ	Bonitovaná půdně ekologická jednotka
CN	Curve number
ČGS	Česká geologická služba
ČUZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
DMT	Digitální model terénu
DPH	Daň z přidané hodnoty
DV	Dešťová voda
EVL	Evropsky významná lokalita
HDV	Hospodaření s dešťovými vodami
HPJ	Hlavní půdní jednotka
HPV	Hladina podzemní vody
HSP	Hydrologická skupina půd
HSV	Hlavní stavební výroba
IPS	Index předchozích srážek
k.ú.	Katastrální území
Kč	Koruna česká
m.j.	Měrná jednotka
PP	Polypropylén
Q	Průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]
Qd	Množství využitelné srážkové vody
Qp	Roční spotřeba užitkové vody
RBK	Regionální biokoridor
RN	Retenční nádrž
SO	Stavební objekt
TIN	Trigonometrická síť
v	Rychlost proudění [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]
V	Objem [m^3]
WC	Water closet
„“	Uvozovky
-	Pomlčka
%	Procento
‰	Promile

SEZNAM PŘÍLOH

A – PŘÍLOHY

1. Výpočet odtoku z povodí A - DesQ
2. Výpočet odtoku z povodí B – DesQ
3. Tabulka průtoků a objemů povodňové vlny
4. Hydrogram povodňové vlny na toku „A“, $Q_0 = 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$
5. Batygrafické křivky víceúčelové nádrže
6. Územní plán obce Vendryně
7. Vysvětlivky k územnímu plánu
8. Fotodokumentace

B – VÝKRESY

1. Situace profilů a povodí M 1:8000
 - 2.1 Příčné profily – tok „A“ M 1:50
 - 2.2 Příčné profily – tok „B“ M 1:50
 - 2.3 Příčné profily – tok „B“, „C“ M 1:50
- 3.1 Situace úpravy koryta – tok „A“ M 1:1000
- 3.2 Situace úpravy koryta – tok „B“ M 1:1000
- 4.1 Úprava koryta – „A“ – 0,012 – 0,278 km M 1:50
- 4.2 Úprava koryta – „B“ – 0,400 – 0,552 km M 1:50
5. Situace suché retenční nádrže M 1:500
6. Schématický řez retenční nádrží M 1:400
7. Situace malé víceúčelové nádrže M 1:1000
8. Řez hrází víceúčelové nádrže M 1:100
 - 9.1 Vzorový řez uložení potrubí DN 1000 mm
 - 9.2 Vzorový řez uložení potrubí DN 1200 mm
10. Přehledná situace zatrubnění M 1:2500
11. Podélný profil zatrubnění M 1:1000/100
12. Schéma HDV

C – POLOŽKOVÝ ROZPOČET