

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE**

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Katedra biotechnických úprav krajiny



**Návrh vodohospodářských opatření v malém povodí
v rámci komplexní pozemkové úpravy**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Martin Sucharda

Autor: Bc. Štěpán Krátký

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Štěpán Krátký

Krajinné inženýrství
Voda v krajině

Název práce

Návrh vodohospodářských opatření v malém povodí v rámci komplexní pozemkové úpravy

Název anglicky

Proposal of water management measures in the small watershed within land consolidation

Cíle práce

V rámci modelového území vypracovat návrh vodohospodářských opatření v rámci pozemkové úpravy v rozsahu dokumentace technického řešení plánu společných zařízení. V úvodní části popsat proces pozemkových úprav a rozebrat možnosti návrhu vodohospodářských a protierozních opatření. Provést potřebné analýzy v území a na základě získaných poznatků navrhnout konkrétní opatření. Design opatření bude zohledňovat požadavek na komplexní využívání krajiny z hlediska technických, přírodních i kulturních požadavků.

Metodika

Student v řešební části práce popíše obecně pozemkové úpravy a v rámci nich se zaměří na protierozní a vodohospodářská opatření spolu s revitalizacemi. V rámci projektové dokumentaci zhodnotí dané území a navrhne komplexní krajinářskou úpravu v typických podmínkách pro Českou republiku a danou lokalitu. Projektová dokumentace bude zpracována v rozsahu dokumentace technického řešení plánu společných zařízení. V závěru se student kriticky posoudí účinky navržených opatření.

Doporučený rozsah práce

50 stran, přílohy ve formě map, výkresů a schémat

Klíčová slova

pozemková úprava, plán společných zařízení, protierozní ochrana, drobné vodní toky, revitalizace vodních toků

Doporučené zdroje informací

BRIERLEY, G J. – FRYIRS, K A. *Geomorphic analysis of river systems : an approach to reading the landscape*. Chichester, West Sussex, UK ; Hoboken, NJ: Wiley, 2013. ISBN 9781405192743.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, – JANEČEK, M. *Ochrana zemědělské půdy před erozí : metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.

Doubravová, J. Homoláčová, J. Groušlová, *Metodický návod k provádění pozemkových úprav, Metodika*, SPÚČR, Praha 2019

JUST, T. *Revitalizace vodního prostředí*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2003. 144 s. ISBN 8086064727.

SPÚČR: *Technický standard plánu společných zařízení v pozemkových úpravách*, Praha 2016

ŠINDLAR, Miloslav. *Geomorfologické procesy vývoje vodních toků. Část I., Typologie korytotvorných procesů*. Vyd. 2. Hradec Králové: Sindlar Group, 2012. 148 s. ISBN 9788025424452.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Martin Sucharda

Garantující pracoviště

Katedra biotechnických úprav krajiny

Elektronicky schváleno dne 25. 3. 2020

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 26. 3. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2020

Prohlášení:

„Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Martina Suchardy. Uvedl jsem všechny zdroje, literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal. Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.“

V Praze 29.6.2020

.....

Poděkování:

Děkuji Ing. Martinovi Suchardovi za odbornou pomoc, cenné rady a zkušenosti po technické, ale i přírodní stránce.

V Praze 29.6.2020

.....

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá návrhem vodohospodářských opatření v rámci komplexní pozemkové úpravy na modelovém území. Teoretickou část práce tvoří popis pozemkových úprav v rámci jednotlivých etap. Dále jsou rozebrána vodohospodářská a protierozní opatření s popisem vybraných technických prvků. Praktická část je tvořena detailní analýzou území v textové i grafické podobě. Na vyhodnocené problémy je navržen soubor vodohospodářských opatření v rozsahu dokumentace technického řešení pro prvky plánu společných zařízení. V závěru práce je soubor opatření zhodnocen z kritického hlediska.

Klíčová slova

pozemková úprava, plán společných zařízení, protierozní ochrana, drobné vodní toky, revitalizace vodních toků

Abstract

The diploma thesis describes the proposal water management measures within complex land arrangement in the model area. The theoretical part consists of description of land arrangements within the individual stages. There is also description of water management and anti-erosion measures with detailed look on selected technical elements. The practical part consists of detailed analysis the area in text and graphic form. There is a set of measures proposed ranging of the documentation of the technical solution for elements of the plan of common facilities. In conclusion there is the set of measures evaluated in a critical aspects.

Key words

Landscape consolidation, the plan of the common objects, erosion protection, small water flows, revitalization of watercourses

Obsah

Úvod.....	11
Cíle práce	12
<i>LITERÁRNÍ REŠERŠE</i>	13
1. Pozemkové úpravy.....	13
1.1 Cíle pozemkových úprav	13
1.2 Fáze pozemkových úprav	14
1.2.1 Zahájení řízení.....	14
1.2.2 Přípravné práce.....	14
1.2.3 Návrhové práce	14
1.2.4 Realizační práce	14
1.3 Nové uspořádání pozemků	14
2. Plán společných zařízení.....	15
2.1 Opatření ke zpřístupnění pozemků.....	15
2.2 Opatření k protierozní ochraně.....	15
2.2.1 Vodní eroze	16
2.2.2 Větrná eroze	16
2.2.3 Protierozní patření.....	17
2.3 Vodohospodářská opatření	18
2.4 Opatření k ochraně a tvorbě ŽP.....	18
3. Technické vodohospodářské a protierozní prvky v rámci KoPÚ.....	19
3.1 Průlehy.....	19
3.2 Vodohospodářské revitalizace.....	20
3.3 Malé vodní nádrže	21
3.4 Mokřady a tůně.....	22
3.4.1 Tůně.....	22
3.4.2 Mokřady	23
<i>PRAKTICKÁ ČÁST</i>	24
4. Metodika	24
4.1 Hydrotechnické výpočty.....	24
4.1.1 Metoda CN křivek.....	24
4.1.2 Výpočet proudění v korytech.....	24
4.1.3 Výpočet stability koryt.....	25
4.1.4 Intenzitní metoda pro výpočet průtoku	25
4.1.5 Výpočet přepadu a vývaru	26

4.1.6	Použité parametry.....	26
4.2	Použité programy	26
4.2.1	Atlas DMT	26
4.2.2	Proland	27
4.2.3	Q-GIS	27
4.2.4	AutoCAD	27
4.2.5	HEC-RAS.....	28
5.	Podklady	29
6.	Rozbor území	30
6.1	Vymezení zájmového území práce.....	30
6.2	Popis zájmového území.....	31
6.3	Geologické a půdní poměry	32
6.4	Hydrologické poměry	33
6.4.1	Meliorační stavby.....	36
6.4.2	Vodohospodářsky významné lokality a významná zařízení	37
6.5	Klimatické podmínky	38
6.6	Využití území	40
6.7	Erozní ohroženost.....	41
6.7.1	Vodní eroze	41
6.7.2	Zhodnocení projevů vodní eroze.....	43
6.8	Popis provedení terénního průzkumu.....	44
6.9	Stanovení základních odtokových charakteristik	47
6.9.1	N-leté průtoky v dílčích uzávěrových profilech.....	49
6.10	Posouzení stávajících prvků s vodohospodářskou funkcí.....	49
6.10.1	Obecné posouzení kapacity zařízení převádějící průtok obcí.....	50
6.10.2	Posouzení vpusti do dešťové stoky VT2.....	50
6.10.3	Posouzení propustků	51
6.11	Analýza stávající územně plánovací dokumentace	52
6.11.1	Posouzení návrhu územního plánu.....	52
6.11.2	Posouzení stávajícího územního plánu	54
6.12	Výsledky rozboru území	55
7.	Návrh opatření	56
7.1	Účel a přehled navrhovaných opatření	56
7.2	Výsledky navrženého souboru opatření	56
8.	Dokumentace technického řešení PSZ	58

A.	<i>Průvodní zpráva</i>	59
A.1	Identifikační údaje	59
A.2	Účel navržených opatření a jejich zdůvodnění.....	60
A.3	Výchozí podklady.....	60
A.4	Zásady návrhu opatření	60
A.5	Základní charakteristika opatření a jejich rozdělení na stavební objekty.....	61
A.7	Souhrnné hodnocení dosažených efektů.....	61
A.8	Údaje o souladu s územně plánovací dokumentací (ÚPD)	61
B.	<i>Technická zpráva</i>	63
SO1	– Sběrný průleh odváděcí	63
SO2	– Rozdělovací objekt.....	68
SO3	– Ochranné zatravnění.....	70
SO4	– Propustek P6.....	72
SO5	– Přehrazení vpusti	74
SO6	– Otevření hlavního odvodňovacího zařízení.....	75
SO7	– Ochranné zatravnění ORG2	85
9.	<i>Závěr</i>	87
	Přehled literatury a použitých zdrojů	88
	Seznam obrázků	92
	Seznam tabulek	93
	Seznam příloh.....	94

Úvod

V dnešní době se stále více setkáváme s extrémními výkyvy počasí, se kterými souvisí vyšší srážkové úhrny, než tomu bývalo v historii. Na mnoha místech je dnešní krajina přetvořena a původní přirozené odtokové poměry narušeny. Výsledkem jsou období sucha, či následné povodně.

Jedním z nástrojů, jak můžeme chránit osídlená místa a zároveň vracet krajinu blíže původnímu stavu jsou pozemkové úpravy. V procesu pozemkových úprav je možné vytvořit celou novou kostru krajiny, která reaguje na dané problémy a je často inspirována právě historickým přirozeným stavem. Výsledky pozemkových úprav mají benefity pro celou společnost působící v daném území.

Katastrální území Popovice u Dolního Bukovska je jednou z mnoha oblastí v České republice, kde dřívější nevhodné zásahy člověka do krajiny mají za následek dnešní hrozbu z hlediska povodní. V nedávné minulosti již byla obec zasažena přívalovými povodněmi tvořenými povrchovým odtokem z přilehlých svahů orné půdy. Jihočeský kraj je hydrologicky bohatý region, kde je nesčetné množství rybníků, ale například i do území zasahující ochranná pásma vodních zdrojů a chráněné oblasti přirozené akumulace vod. Obec Popovice je limitována skutečností, že veškeré povrchové odtoky musí být vtěsnány do trubních vodotečí vedoucích skrz obec.

V této práci je navržen soubor na sebe navazujících opatření, která umožňují protipovodňovou ochranu obce se snahou doplnit vhodné prvky pro požadavky dané krajiny po technické, přírodní i kulturní stránce. Opatření v každém případě ovšem mění odtokové poměry v území a ve velké míře vyžadují zábor pozemků.

Cíle práce

V teoretické části uvést proces pozemkových úprav, včetně jejich etap a z nich plynoucí výhody. Zaměřit se na popis vodohospodářských a protierozních opatření, z nichž vybrané technické prvky rozebrat z hlediska návrhu v tomto procesu.

V praktické části analyzovat modelové území, včetně shromáždění podkladů, vytknout problémy a navrhnout soubor vodohospodářských opatření s požadavkem na komplexní využívání krajiny z hlediska technických, přírodních i kulturních požadavků. Opatření zpracovat v rozsahu dokumentace technického řešení prvků plánu společných zařízení. V rámci analýzy a vyhodnocení použít vhodné programy pro úpravu rastrových a vektorových dat. Do závěru práce uvést negativní důsledky navržených opatření.

LITERÁRNÍ REŠERŠE

1. Pozemkové úpravy

Pozemkové úpravy se dají pojmut jako nástroj k vytváření podmínek pro racionální uspořádání vlastnických vztahů na zemědělských, ale i lesních pozemcích. Vlastnické vztahy jsou pomocí pozemkových úprav řešeny se zřetelem na obhospodařování dané půdy a na potřeby krajiny. Stěžejními prvky společných zařízení jsou nové polní cesty, vodní nádrže, doplněná zeleň v krajině, protierozní opatření a prvky protipovodňové ochrany. Neméně důležitá pro správně fungující krajinu je zmíněná úprava vlastnických vztahů. V procesu pozemkových úprav dochází k prostorovému a funkčnímu přeuspořádání pozemků, jejich slučování, dělení a zajištění přístupnosti. Původní pozemky zanikají, namísto nichž se vytvářejí pozemky nové s uspořádanými vlastnickými právy a souvisejícími věcnými břemeny. Na našem území zajišťuje řízení pozemkových úprav Státní pozemkový úřad (SPÚČR, 2014).

Pozemkové úpravy na území České republiky zabezpečuje zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů a také podle prováděcí vyhlášky č. 13/2014 Sb., o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav ve znění pozdějších předpisů (SPÚČR, 2017).

Dle rozsahu procesu se rozlišují dvě formy pozemkových úprav. Jednoduché pozemkové úpravy se zaměřují na konkrétní problém v rámci části katastrálního území. Naproti tomu komplexní pozemkové úpravy (KoPÚ) řeší celé katastrální území ve všech oblastech tohoto procesu (SPÚČR, 2014).

Pozemkové úpravy mají význam pro všechny účastníky řízení. Těmi mohou být obce, vlastníci pozemků, případně jejich uživatelé (nájemci) a katastr nemovitostí (MZe, 2016).

1.1 Cíle pozemkových úprav

Státní pozemkový úřad (2014) směřuje pozemkové úpravy především ke snaze zajištění podmínek pro zlepšení života venkovských oblastí, diverzifikaci hospodářských činností, zvýšení konkurenceschopnosti v zemědělství a samotného zlepšení kvality životního prostředí. Výsledek pozemkových úprav je podkladem pro obnovu katastrálního operátu a podklad pro územní plánování.

Jedním z cílů, který lze ovlivnit v procesu pozemkových úprav, je využívání vodních zdrojů v souladu s principy trvalé udržitelnosti a dále zvyšování jejich ekologické a estetické hodnoty. Dále pak obnova vodního režimu blízkého přírodě, i zvýšení retenčního a akumulárního potenciálu krajiny (Sklenička, 2004).

Ministerstvo zemědělství (2016) cíle pozemkových úprav doplňuje o zvýšení prostupnosti krajiny, důsledné ochrany zemědělské půdy, ochrany kvality vod a obnovu struktury krajiny s celkovou ekologickou stabilitou.

1.2 Fáze pozemkových úprav

Celý proces lze rozřadit do čtyř základních fází. Na úvod je to zahájení řízení, dále přípravné práce, návrhové práce a na závěr realizační práce (SPÚČR, 2017).

1.2.1 Zahájení řízení

Proces pozemkových úprav zahajuje Státní pozemkový úřad a to na podnět, který může být od několika subjektů. Nejčastějším důvodem bývá vyslovení vlastníků pozemků s nadpoloviční výměrou v rámci daného katastrálního území, případně může žádat také obec, stavebník, nebo sám úřad (SPÚČR, 2017).

1.2.2 Přípravné práce

Přípravné práce zahrnují několik fází. Jedná se o stanovení obvodu pozemkové úpravy a neřešených pozemků. Důležitý je i rozbor současného stavu, kde je území analyzováno z hlediska morfologie, hydrologických, půdních a erozních poměrů, poměrů v oblasti vod v rámci celé krajiny a přírody. Spolu s rozбором území souvisí shromáždění veškerých podkladů a jejich vyhodnocení. Součástí je také geodetické zaměření současného stavu terénu a soupis nároků vlastníků v řešeném území spolu s oceněním pozemků (SPÚČR, 2017).

1.2.3 Návrhové práce

V této části jsou důležité na sebe navazující fáze. Jedna z nich je plán společných zařízení (PSZ), který vychází ze zaměření skutečného stavu, provedených analýz a nedostatků a potřeb v území. PSZ poté tvoří základní kostru území, do které je pak umísťováno nové uspořádání pozemků, které se projednává s vlastníky a dotčenými orgány státní správy. Pro rozhodnutí o schválení musí být návrh odsouhlasen vlastníky s alespoň 60 % výměry řešeného území (SPÚČR, 2017).

1.2.4 Realizační práce

V případě odsouhlasení návrhu vzniká nová digitální katastrální mapa, která slouží jako podklad pro obnovu státního katastrálního operátu. Každý vlastník má po dokončení pozemkové úpravy nárok na vytyčení nově navržených pozemků. Poslední krok je pak realizace jednotlivých prvků a opatření, které byly navrženy v plánu společných opatření s prioritou určenou zastupitelstvem obce (SPÚČR, 2017).

1.3 Nové uspořádání pozemků

Návrh nového uspořádání pozemků vychází z předem vzniklé kostry v rámci PSZ, která je doplněna zaměřením skutečného stavu. Nově navržené pozemky jsou umísťovány ideálně podle vyjádření a požadavků vlastníků dle daných nároků. Pozemky se volí vhodně scelené, nebo naopak rozdělené. Nově navržené pozemky musí oproti původnímu stavu odpovídat ± 4 % cenou, max +10 % výměrou a být maximálně v mezi +20 % vzdáleností od původního stavu. Důležité je dbát i na druh pozemku (SPÚČR, 2017).

2. Plán společných zařízení

Plán společných zařízení je zásadní dokument pozemkových úprav a jedná se o soubor navrhovaných opatření, která tvoří kostru uspořádání zemědělské krajiny i nového uspořádání pozemků. Opatření slouží ke zpřístupnění pozemků, protierozní ochraně, k eliminaci nepříznivých hydrologických podmínek a k ochraně a tvorbě životního prostředí. PSZ musí být v souladu s územně plánovací dokumentací. Nejčastěji v rámci PSZ dochází k návrhu nových cest, ale i k rekonstrukci cest stávajících. Další důležité prvky spadají pod kategorie protierozních, vodohospodářských a protipovodňových opatření, spolu s opatřeními k ochraně a tvorbě životního prostředí se zvýšením ekologické stability území. Na navržené prvky PSZ se nejprve použijí pozemky ve vlastnictví státu a poté ve vlastnictví obce. PSZ schvaluje zastupitelstvo obce a dotčené orgány státní správy uplatňují své připomínky (SPÚČR, 2017; SPÚČR, 2020).

Společná zařízení lze podle důležitosti nebo kategorií veřejně prospěšných staveb a opatření dělit na zařízení vyššího řádu na úrovni povodí a nižšího řádu místní úrovně. Zařízení vyššího řádu jsou pak například velké nádrže a suché poldry, úpravy řek a stavby mostů. Do zařízení nižšího řádu lze řadit protierozní meze, záchytné příkopy, terénní úpravy, propustky, zasakovací pásy travní a lesní, rybníky a mnoho dalších. Ve srovnání významnosti jednotlivých skupin zařízení vychází efektivnější pomístní opatření ve výše položených partiích krajiny, ovšem je třeba tyto opatření navrhovat synergicky, a aby tvořily protipovodňovou a vodohospodářskou soustavu (Mazín, 2007).

2.1 Opatření ke zpřístupnění pozemků

Tato opatření zajišťují přístupnost pozemků, možnost racionálního hospodaření a zajištění propustnosti krajiny. Návrhy opatření podléhají platným normám a předpisům a jedná se především o polní nebo lesní cesty, mostky, propustky, brody atp. Polní cesty se podle významu dělí na hlavní, vedlejší a doplňkové. Cesty dále mohou sloužit jako prvek ohraničení pozemků a také vhodný nástroj v protierozní ochraně. Polními cestami se také zvyšuje prostupnost krajiny a návaznost na okolní katastrální území (ČSN 73 6109, 2013; SPÚČR, 2020).

2.2 Opatření k protierozní ochraně

Erozi se rozumí proces, který zahrnuje rozrušování půdního povrchu, transport a sedimentaci uvolněných půdních částic působením vody, větru, ledu a jiných erozních činitelů. Podle těchto faktorů třídíme erozi na vodní, větrnou, ledovcovou, sněhovou atd. Vlivem eroze dochází k degradaci zemského povrchu na jedné straně, zatímco na druhé straně dochází k agredaci, neboli vyvyšování vlivem usazených hmot. Výsledek těchto dvou procesů je planace, neboli zarovnávaní zemského povrchu. Eroze připravuje zemědělské půdy o ornici, tedy nejúrodnější část (Janeček a kol., 2008).

Bennet (1939) rozlišuje erozi na normální, neboli geologickou, která je přirozená a zrychlenou.

2.2.1 Vodní eroze

Jak uvádí Janeček a kol. (2012) vodní erozi vyvolávají svou destrukční činností dešťové kapky, které způsobují následný povrchový odtok s transportem uvolněných půdních částic. Intenzitu vodní eroze udává charakter srážek, půdní poměry, morfologie území, vegetační poměry a způsob využití pozemků. Selekcí půdních částic se eroze na povrchu půdy projevuje vznikem odtokových drah jako rýžek, rýh, výmolů, ale i strží.

ČSN 75 4500 (1996) uvádí, že v České republice se k určení ohroženosti zemědělských půd vodní erozí používá rovnice dle Wischmeiera a Smithe (1978), která vychází z principu přípustné ztráty půdy na jednotkovém pozemku. Pozemek je definován tvarem standardních elementárních odtokových ploch o délce 22,13 m a sklonu 9 %. Přípustná ztráta půdy stanovuje maximální velikost erozi půdy, která dovoluje dlouhodobé a ekonomicky dostačující úrovně úrodnosti půdy.

Rovnice USLE - univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí, anglicky pak universal soil loss equation podle Wischmeier a Smith, 1978.

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

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

Uvedenou rovnici nelze používat pro kratší než roční období a ztrátu půdy z tání sněhu.

2.2.2 Větrná eroze

Větrná eroze je jev, kde vítr mechanickou silou působí na půdní povrch a rozrušuje, uvolňuje a přenáší půdní částice na různé vzdálenosti. Důležitý faktor ovlivňující průběh větrné eroze je stav, povaha a odpor půdy. Nejvíce ohrožené jsou lehké písčité půdy. Významná je také délka erodovaného území, kde čím delší území ve směru proudění větru, tím větší množství půdních částic se uvolňuje (Janeček a kol., 2012).

Janeček a kol. (2012) udává výpočet erodovatelnosti půdy vztahem, v němž je náchylnost jednotlivých půdních druhů závislá na obsahu jílnatých částic:

$$E = 875,52 \cdot 10^{-0,0787M}$$

- E erodovatelnost půdy větrem (t/ha/rok)

- M obsah jílnatých částic v půdě (%)

Ekonomické aspekty eroze půd dělí Janeček a kol. (2012) do kategorií interních a externích škod. Interní škody jsou odnos půdy, vznik rýh, strží a snížení výnosu. Do externích škod lze zařadit poškození pozemků, vznik nánosů, znečištění vod a jiné ekologické dopady (např. na organismy).

2.2.3 Protierozní patření

Protierozní opatření lze rozdělit do tří kategorií. Organizační protierozní opatření, agrotechnická protierozní opatření a technická protierozní opatření (Janeček a kol., 2012).

Protierozní opatření se budují za cílem snížit lidské působení zrychlené eroze na úroveň normální, geologické (Janeček a kol., 2008).

Organizační protierozní opatření

Tento typ opatření spočívá v zásadě o situování pozemku delší stranou ve směru vrstevnic, ve zvolení vhodného tvaru a velikosti pozemku a vymezení parcel, které jsou vhodné ke změně druhu pozemku (Janeček a kol., 2012).

Důležitou roli pak hraje také vegetační pokryv, který chrání půdu před dopadem kapek a podporuje také vsak dešťové vody do půdy. Kořenový systém plodin zvyšuje soudržnost půdy, která je odolnější vůči stékající vodě (Janeček a kol., 2012).

Hrádek a kol. (2004) dle svých výsledků posouzení scénářů výpočtů odtoku použitím modelu DesQ - MaxQ, v. 5.0 neúčinnější opatření nahrazení 1/3 plochy orné půdy TTP spolu s dodržením zvláštních agrotechnických a protierozních opatření na orné půdě. Způsob obdělávání v tomto případě byl ve vrstevnicových řádcích a posklizňové zbytky jsou minimálně na 5 % povrchu po celý rok. Plodiny a TTP jsou v poměru úzkořádkové, širokořádkové a TTP v poměru 1:1:1. Snížení QN oproti scénáři bez zvláštních agrotechnických a protierozních opatření s plodinami úzkořádkovými a širokořádkovými bez TTP je o 31 až 41 %.

Agrotechnická protierozní opatření

Agrotechnická opatření jsou založena na časové organizaci vegetačního pokryvu tak, aby byl čas bez vegetačního pokryvu co nejkratší. K této protierozní ochraně lze cíleně využívat posklizňové zbytky plodin a biomasu meziplodin. Nejrizikovější období, co se týče vodní eroze, je červen až srpen, tedy období nejčastějšího výskytu přívalových dešťů. Rizikové období ovšem může být i v jarních měsících v období tání sněhů (Janeček a kol., 2012).

Mazín (2007) uvádí, že agrotechnická opatření jsou zjednodušený způsob navrhování a projektování společných zařízení protipovodňové funkce. Nepřináší totiž žádnou změnu ve způsobu využívání pozemku a jsou pouze v poloze doporučení, která mnohdy zůstávají jen na papíře a vlastníky nebo uživatele nezavazují ke změně neracionálního způsobu využívání.

Technická protierozní opatření

Principy technických protierozních opatření jsou změna sklonu pozemku například terénními urovnávkami, nebo terasováním. Dále přerušení volné délky pozemky s odvedením povrchového odtoku pomocí příkopů, průlehů, či údolnicemi. A v neposlední řadě sem patří i zachycení povrchového odtoku a splavenin v sedimentačních, retenčních a suchých nádržích, nebo dalších vsakovacích prvcích. Tento typ opatření je potřeba navrhovat a dimenzovat na určitou a jednoznačnou míru bezpečnosti, která je vyjádřena dobou opakování, která se podle významnosti pohybuje od 5 let až po odůvodněné a výjimečné případy s dobou opakování 100 let. Doba opakování 10 až 50 let se používá při ochraně intravilánu, nebo jiné významné infrastruktury (Kadlec a kol., 2014).

ČSN 75 4500 (1996) dělí technická protierozní opatření do následujících typů: terénní urovnávky, terasy, příkopy, průlehy, vsakovací pásy, sedimentační pásy, zatravněné údolnice, ochranné hrázky, sanace erozních výmolů a strží, ochranné nádrže, polní cesty s protierozní funkcí.

2.3 Vodohospodářská opatření

Technický standard dokumentace plánu společných zařízení v pozemkových úpravách dělí vodohospodářská opatření pro oblasti – malé vodní nádrže, opatření k odvádění povrchových vod z území a protipovodňová opatření. Protipovodňová opatření zahrnují ochranné nádrže, ochranné hráze, zkapacitnění vodotečí, řízené inundace, záchytné a svodné příkopy, průlehy a ochranné meze s retenčním prostorem (SPÚČR, 2016).

Metodický návod k provádění pozemkových úprav do této skupiny řadí i opatření, která slouží k ochraně povrchových a podzemních vod, k ochraně vodních zdrojů, opatření u stávajících vodních děl a opatření u závlahových staveb a odvodnění pozemků (SPÚČR, 2020).

2.4 Opatření k ochraně a tvorbě ŽP

Zde se jedná především o návrhy územních systémů ekologické stability (ÚSES), což mohou být biocentra, biokoridory, interakční prvky a dále rozptýlené zeleně, ale i drobné vodní tůň, mokřady a revitalizace vodních prvků. Dle definice se má jednat o vzájemně propojenou síť přirozených i pozměněných přírodě blízkých ekosystémů (SPÚČR, 2017; SPÚČR, 2020).

3. Technické vodohospodářské a protierozní prvky v rámci KoPÚ

3.1 Průlehy

Průlehem se rozumí mělký, široký příkop s mírným sklonem svahů v malém podélném sklonu. Jde o technické protierozní opatření, kde dochází k zachycování povrchové stékající vody a jejímu bezpečnému odvádění. Průlehy mohou plnit několik funkcí, a proto jsou děleny na záchytné, sběrné a svodné (Janeček a kol., 2012).

Zatravněné průlehy se navrhují pro maximální střední rychlost 1,5 m/s s příčným profilem tvaru paraboly či lichoběžníku, kde sklony svahů jsou 1:10 až 1:5. Minimální hloubka koryta je 30 cm a maximální 100 cm. Průleh je vhodné doplnit zatravněným, či sedimentačním pásem, nebo vegetačním doprovodem (Janeček a kol., 2012).

- Vsakovací průleh-rýha

Jedná se o průleh zatravněný humusovou vrstvou a rýhou umístěnou pod průlehem, která je vyplněna štěrkovým materiálem. Tato kombinace je především využívána při nedostatečné schopnosti vsakování půdního a horninového prostředí (TNV 75 9011, 2013).

- Sběrné a záchytné průlehy

Tento typ průlehu kombinuje záchytnou funkci s odváděcí a navrhuje se na pozemcích o sklonu do 15 % a je zpravidla zatravněný. Zaústění podléhá do svodných příkopů, průlehů, či do stabilizovaných údolnic. Varianty sběrných a záchytných průlehů mohou být se zatravněným, nebo sedimentačním pásem, s doprovodnou hrázkou, či vegetačním doprovodem (Janeček a kol., 2012).

- Svodné průlehy

Jsou to průlehy, které umožňují bezpečné odvedení povrchového odtoku bez projevů eroze ze záchytných a sběrných průlehů při krátkodobě trvajících přívalových deštích, anebo při jarním tání sněhů (Janeček a kol., 2012).

Janeček a kol. (2012) udává pro protierozní svodné průlehy následující orientační parametry:

- ↳ pro zatravněné průlehy je max. střední profilová rychlost 1,5 m/s
- ↳ příčný profil je tvaru paraboly, případně lichoběžníku, kde sklony jsou 1:10 až 1:5
- ↳ hloubka se navrhuje v rozsahu 30 až 100 cm

Tabulka 1: Vlivy opatření (průleh)

Pozitivní vlivy	- Negativní vlivy
+ Protierozní ochrana	- Vymezení pozemku
+ Protipovodňová ochrana oblastí pod svahem	- Potřeba údržby
+ Zvyšuje estetickou hodnotu krajiny	- Dlouhodobá náročnost příprav a

- + Retence a akumulace vod v krajině
 - + Zpomalení povrchového odtoku
 - + Rychlý efekt
- (VÚV, 2018)

realizace

Orientační náklady na opatření: 1500 Kč/bm (VÚV, 2018).

3.2 Vodohospodářské revitalizace

Vodohospodářské revitalizace směřují k obnovení přírodního a přírodě blízkému rázu i funkce vodních složek v krajině k odstranění následků nevhodných technických úprav, způsobů využívání ploch a dalších nepříznivých procesů, které jsou vyvolány jinými lidskými zásahy. Velký význam hrají samovolné a přirozené revitalizační procesy, jako je zanášení a zarůstání upravených koryt spolu s rozpadem nevhodných opatření. Povodně jsou schopny v krátkém časovém úseku vytvořit velmi členité a přírodě blízké prostředí v upravených korytech. Revitalizace jsou vhodné v oblastech nevhodně odvodněných ploch a otevření zatrubněných koryt (Just, 2004).

Just (2004) udává jako revitalizační minimum odstranění nevhodného opevnění koryta. Revitalizační koryto by mělo být mělké (v poměru šířky k hloubce 8:1, což je tvar u přírodních potoků a říček) a členité v příčném i podélném profilu. Kapacita koryta by se měla pohybovat kolem Q30d. Malá kapacita a mírné sklonité svahy ochraňují stabilitu koryta. Větší průtoky se rozlévají do nivy a omezují potřebu umělého opevnění. Sklenička (2004) prosazuje snahu preferovat princip jedné komplexní revitalizace před několika dílčími a výsadbu stromořadí podél technicky upraveného koryta nelze brát jako revitalizaci.

Tabulka 2: Vlivy opatření (revitalizace)

Pozitivní vlivy	Negativní vlivy
<ul style="list-style-type: none"> + Zpomalení běžných i povodňových průtoků + Posílení zásob podzemní vody + Zvýšení ekologické hodnoty + Samočistící funkce vodních toků + Obnovení migrační prostupnosti + Rekreační a pobytová hodnota 	<ul style="list-style-type: none"> - Přečasný charakter vlivem stavby

(Just, 2004)

Orientační náklady na opatření:

- Obnova, přemístění koryta - 900 až 7 000 Kč/m úseku dle velikosti toku
- Odstranění zatrubnění - 2 000 až 10 000 Kč/m úseku dle velikosti toku
- Obnovení postranních ramen a mokřadů - 100 až 300 Kč/m² řešené plochy

(POH, nedatováno)

3.3 Malé vodní nádrže

Malými vodními nádržemi se rozumí nádrže se sypanými hrázemi, včetně suchých nádrží (poldrů), s objemem do 2 mil. m³ po hladinu ovladatelného prostoru. Zároveň nesmí největší hloubka v nádrži přesáhnout 9 m (ČSN 75 2410, 2011).

Dle technického standardu PSZ jsou pro návrh malé vodní nádrže stěžejní podklady v podobě zaměření polohopisu a výškopisu v potřebném rozsahu, předběžný inženýrsko geologický průzkum a hydrologická data (SPÚČR, 2016).

Dle ČSN 75 2410 (2011) lze vodní nádrže podle funkce rozdělit na následující typy:

- Zásobní nádrže

Tento typ nádrží je budován s funkcí akumulace vod v dobách nadbytku s následným využitím v období sucha, či nedostatku. Do této kategorie patří například vodárenské, závlahové, energetické nádrže atd. Patří sem ale například i retardační odvodňovací nádrže, které zachycují vody z odvodňovacích soustav a napomáhají ke zlepšení jakosti a využití těchto vod.

- Ochranné nádrže

Ochranné neboli retenční nádrže napomáhají zdržovat povodňové průtoky. Cílem je tedy transformace povodňových vln a ochrana území. Speciálně jde o suché nádrže, které se zaplňují v případě povodňové vlny a ve zbylém čase, je možné jejich prostor využívat k lesnickým, ale i zemědělským účelům. V rámci tohoto opatření je možné budovat i ochrannou nádrž se stálou zátopou, která ovšem disponuje malým zásobním prostorem. Dále se do této kategorie řadí i protierozní, dešťové, vsakovací a nárazové nádrže.

- Krajinotvorné nádrže a nádrže v obytné zástavbě

Nádrže plní funkci zvýšení ekologické, ale i estetické hodnoty krajiny. Tento typ opatření by měl být tvarově i konstrukčně rozmanitý. Přesněji se může jednat o hydromeliorační nádrže, okrasné nádrže v krajině, ale i parcích a sídlištích. Jsou zde ovšem zařazeny i návesní rybníky a umělé mokřady.

- Nádrže upravující vlastnosti vody

Jedná se o nádrže s čistící funkcí. Nádrž je budována tak, aby docházelo ke zlepšení fyzikálních, chemických a biologických vlastností vody pomocí přírodních procesů. Do této kategorie lze zařadit chladicí, usazovací, aerobní i anaerobní nádrže.

- Rybochovné nádrže

Nádrže tohoto typu splňují podmínky prostředí pro chov ryb. Rybníky lze dále rozřadit dle funkce na třecí, plůdkové, komorové rybníky, sádky atd.

- Hospodářské nádrže

Nádrže akumulují vodu za účelem speciálního využití. Jednat se může například o protipožární nádrž, chov vodní drůbeže atd.

- Ostatní typy

Mezi ostatní typy patří speciální účelové nádrže, asanační nádrže a rekreační nádrže.

Tabulka 3: Vlivy opatření (malé vodní nádrže)

Pozitivní vlivy	Negativní vlivy
+ Zadržetí vody v krajině a zvýšení zásob	- Nutný zábor pozemku
+ Protipovodňová funkce	- Náročná realizace
+ Zvýšení estetické hodnoty	- Dlouhodobý horizont přípravy, realizace a dosažení efektu
+ Změna mikroklima	- Může způsobovat migrační překážku
+ Posílení zásob podzemní vody	- Omezení chodu splavenin
+ Zvýšení ekologické hodnoty	- Zhoršení ekologického stavu vodního toku
+ Samočistící funkce	
+ Rekreační a pobytová hodnota	

(VÚV, 2018)

Orientační náklady na opatření:

- Pro víceúčelové vodní nádrže do 50 mil. m³ – 70 Kč/m³
- Hrázové těleso – 600 až 900 Kč/m³
- Suché a polosuché poldry do 0,5 mil. m³ – 65 Kč/m³

(MZe, ©2005a; MZe, ©2005b)

3.4 Mokřady a tůně

Dle ČSN 75 2410 (2011) se uměle vytvořené mokřadní ekosystémy řadí do kategorie krajinnotvorných nádrží a podléhají náležitostem návrhu malých vodních nádrží.

Just (2005) definuje tůně jako prohlubně zaplněné vodou, které se mimo terén mohou nacházet i v korytě vodního toku. Vedle toho mokřad je výrazně zamokřené a zavodněné území, které není jezerem, nádrží, nebo částí vodního toku s hloubkou do 0,6 m. Mokřad je typický nejednoznačnou hranicí mezi vodou a souší.

3.4.1 Tůně

Hlavní funkcí tůní je vytvořit prostředí pro rostliny a živočichy. Tůně jsou ideálním prostředím pro obojživelníky. Oproti vodním nádržím není v tůni zátoka vytvořena vzdouvacím efektem hráze a tůně nejsou vypustitelné. Tůně mohou být celoročně alespoň z části zatopené vodou, či mohou v průběhu roku vysychat (periodické tůně) (Just, 2005).

V rámci návrhu tůní je lepší upřednostňovat budování nových tůní namísto obnova stávajících. Tůně i v případě zazemnění fungují jako biotop. Tůně by měly být tvořeny alespoň 1/3 mělkých prostorů o hloubce do 0,5 m. Hlubší místa tůní je pak vhodné dodržovat v rozmezí 0,8 až 1 m, maximálně pak 1,5 m. Dno a břehy je

vhodné svahovat ve sklonu 1:3 a mírnějším. Trvale osluněné tůně podporují biodiverzitu vodních organismů (SPPK B02 001, 2014).

3.4.2 Mokřady

Z přírodního hlediska je mokřad hodnocen výše, nežli souvisle zatopená prohlubeň v terénu, či nádrž. Mokřad je vhodné vyčleňovat na místech s vysokou hladinou podzemní vody. Při realizaci je vhodná obnova mokřadu úpravou odtokového režimu např. vyvýšením zahloubených koryt, která mokřad odvodňují. Mokřad může být také součástí polosuchého poldru. Mokřad může být také zdrojem rákosí a proutí (Just, 2005).

Tabulka 4: Vlivy opatření (tůně a mokřady)

Pozitivní vlivy	Negativní vlivy
+ Nižší pořizovací náklady oproti stejně velké nádrži + Prostředí pro rostliny a živočichy + Nízká náročnost údržby + Zvýšení zásobní kapacity toku, či krajiny + Zvýšení estetické hodnoty + Samočistící funkce	- Hnízdiště bodavého hmyzu - Zábory půdy

(Just, 2005; MZe, ©2005c)

Orientační náklady na opatření:

- Dle náročnosti realizace od 100 Kč/m² po 300 Kč/m².

(MZe, ©2005c)

PRAKTICKÁ ČÁST

Praktická část práce začíná popisem metodiky, kde jsou popsány hydrotechnické výpočty a programy, které byly pro práci využity. Na tuto část navazuje detailní rozbor území, který je doplněn rozborovými mapami v příloze této práce. Na základě stanovených problémů je následně vypracován návrh vodohospodářských opatření s cílem protipovodňové ochrany obce Popovice. Opatření jsou navrhována v rámci typicky českých podmínek za účelem zvýšení biodiverzity a ekologické hodnoty území. Hlavní navržená opatření budou zpracována v rozsahu dokumentace technického řešení.

4. Metodika

4.1 Hydrotechnické výpočty

4.1.1 Metoda CN křivek

- Potenciální retence povodí: $A = 25,4 \times \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$

- Výška přímého odtoku: $H_0 = \frac{(H_S - 0,2 \times A)^2}{H_S + 0,8 \times A}$

- Doba koncentrace:

- Doba doběhu plošného odtoku: $T_{ta} = \frac{0,007 \times \left(\frac{n \times l}{0,3048} \right)}{\left(\frac{H_S}{25,4} \right)^{0,5} \times S^{0,4}}$

- Doba doběhu soustředěného odtoku o malé hloubce: $T_{tb} = \frac{l}{3600 \times v}$

- Doba doběhu soustředěného odtoku v korytě: $T_{tc} = \frac{l}{3600 \times v}$

Doba doběhu (koncentrace): $T_C = T_{ta} + T_{tb} + T_{tc}$

- Jednotkový kulminační průtok: *Odečet z nomogramu*
- Kulminační průtok: $Q_{pH} = 0,00043 \times q_{pH} \times P \times H_0 \times f$

Použité symboly:

- CN vážený průměr hodnot CN
- H_S maximální denní úhrn [mm]
- n Manningův součinitel drsnosti → 0,05 (úhor bez posklizňových zbytků)
- l délka proudění [m]
- v průměrná rychlost (nezpevněný povrch $v = 4,918 \times s^{0,5}$) [m.s⁻¹]
- P rozloha sběrné plochy [km²]
- f opravný součinitel pro rybníky a mokřady - > 1 (nenachází se)
- s sklon povrchu

4.1.2 Výpočet proudění v korytech

Výpočet proudění byl proveden pomocí Chézyho rovnice pro ustálené proudění v otevřených korytech.

- Rychlost proudění $v = C\sqrt{RI}$ [m/s]
- Rychlostní součinitel dle Manninga 1889 $C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$ [-]

- Hydraulický poloměr $R = \frac{S}{o}$ [-]

Koryto tvaru obdélníku:

- Omočený obvod $O = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$ [m]
- Průtočná plocha $S = h(b + m * h)$ [m²]

Průtok lze určit na základě rovnice $Q = Sv$ [m³/s]

Zbylé použité symboly:

- I podélný sklon [-]
- n drsnost povrchu [-]
- h hloubka [m]
- m sklon povrchu 1:m
- b šířka dna [m]

4.1.3 Výpočet stability koryt

Zuna (2008) posuzuje stabilitu průřezu koryt následujícím způsobem.

- Střední tečné napětí v korytě $Ts = \rho g R I$ [Pa]
- Tečné napětí v patě svahu $Tz = Ts \frac{o}{1,13b + 1,33T}$ [Pa]
- Tečné napětí v bodě x ve svahu $Tx = Tz \sqrt{\frac{T-t}{T}}$ [Pa]
- Tečné napětí v ose dna $Tmax = 1,2 * Tz$ [Pa]

Ostatní použité symboly:

- ρ měrná hmotnost vody [kg/m³]
- g tíhové zrychlení [m/s²]
- R hydraulický poloměr [-]
- I podélný sklon [-]
- O omočený obvod [m]
- b šířka dna [m]
- T délka omočeného svahu [m]
- t vzdálenost body x od paty svahu [m]

4.1.4 Intenzitní metoda pro výpočet průtoku

Metoda je vhodná pro stanovení odtoku z velmi malých území

- N- letý návrhový průtok $Q = \varphi * i_N * P$ [m³/s]

Ostatní použité symboly:

- φ odtokový součinitel [-]
- i_N náhradní intenzita návrhové srážky [m/s]
- P plocha povodí [m²]

4.1.5 Výpočet přepadu a vývaru

Jandora 20x udává schéma hydraulického řešení vývaru následovně:

- Energetická výška

$$E = s + h + \frac{\alpha v^2}{2g} + d$$

- Tloušťka zúženého přepadového paprsku $h_1 = \frac{Q}{\varphi b \sqrt{2g(E)}}$
- Tloušťka zúženého přepadového paprsku $h_2 = \frac{Q}{\varphi b \sqrt{2g(E-h_1)}}$
- Míra vzduť $\sigma = \frac{hd+d}{h_2} = (1,05 \sim 1,1)$
- Délka vývaru dle Pavlovskij $l = 2,5(1,9 h_2 - h_1)$

Ostatní použité symboly:

s	výška přehrážky [m]
h	výška vody nad přehrážkou [m]
α	Coriolisovo číslo
v	přítoková rychlost [m/s]
g	tíhové zrychlení [m/s ²]
φ	rychlostní součinitel

4.1.6 Použité parametry

Hodnoty drsností n podle Manninga 1889

0,03	čisté, přímé travní koryto
0,04	šterkové dno, čisté břehy
0,05	koryto s výstupky, kameny, vodními rostliny

Nevymílací rychlosti materiálů v [m/s]:

1,45	hrubý šterk
1,50	Lipnice luční
2,50	oživený kamenný zához
2,60	porost dobře zapojený s vyvinutým kořenovým systémem, vzrostlý

(Zástěra, 1982; USDA, 1975, Just a kol., 2005)

4.2 Použité programy

4.2.1 Atlas DMT

Program Atlas DMT verze 19.08.2 byl použit pro výpočet eroze v části práce 6. *Rozbor území* přesněji v jeho rozšiřujícím modulu Atlas Eroze. Dále byl program použit pro vytvoření podélných a příčných profilů z důvodu možnosti práce nad digitálním modelem terénu. V neposlední řadě byly na vytvořeném digitálním modelu terénu vygenerovány vrstevnice.

Pro výpočet eroze program vychází z metodiky pro Univerzální rovnici ztráty půdy (USLE) pro hodnocení erozní ohroženosti zemědělských pozemků. Program provádí výpočet na digitálním modelu terénu v uzavřených plochách erozně hodnocených celků (Atlas DMT, nedatováno).

Jako vstupní data pro výpočet slouží již tedy zmiňovaný digitální model terénu, polygony erozně hodnocených ploch, vrstva K faktoru a vrstva C faktoru. Hodnoty R a P faktoru jsou přednastaveny podle metodiky na hodnoty 40 MJ.ha-1, respektive 1. Faktor LS (faktor délky a sklonu) je počítán metodou hustot odtokových linií na trojúhelníkové síti (TIN), která je vytvořena v prvním kroku v základní verzi programu jako digitální model terénu z přesných výškopisných dat. Polygony K faktoru jsou vytvořeny z vrstvy BPEJ. Polygony C faktoru představují hodnoty pro jednotlivé vegetační pokryvy na základě údajů pro jednotlivé klimatické regiony. Výsledek výpočtu obsahuje mapu erozního smyvu v jednotlivých erozně hodnocených plochách a protokol s vypočtenými hodnotami (Atlas DMT, nedatováno).

4.2.2 Proland

Program Proland verze 14.31 byl využit pro zobrazení polohopisu a výškopisu. V programu byly vytvořeny rozborové mapy, vytvořena vstupní data pro práci v dalších programech a situační výkresy příloh.

Proland je program určený pro zpracování pozemkových úprav společně s navazujícími geodetickými pracemi. Software umožňuje práci pozemkovým úřadům, geodetům i projektantům pozemkových úprav. Program umožňuje práci s rastrovými, vektorovými a databázovými daty (Gepro, ©2020).

4.2.3 Q-GIS

Pro práci byla využita verze softwaru 3.10.1. V programu byly vytvořeny rozborové mapy sklonitosti a expozice. Případně zde byly upraveny atributy vstupních vrstev do dalších programů.

Jedná se o volně dostupný Geografický informační systém (GIS), který podporuje práci s vektory, rastry a databázovými formáty a funkcemi (QGIS, ©2020).

4.2.4 AutoCAD

V programu studentské verze 2017 byla kompletována dokumentace stavebních objektů a vytvořeny schématické řezy.

Jde o software CAD, který umožňuje tvorbu 2D a 3D výkresů (AutoCAD, ©2020).

4.2.5 HEC-RAS

V programu byl posouzen model navrženého koryta SO6 – Otevření hlavního odvodňovacího zařízení.

Jedná se o software umožňující modelování rovnoměrného a nerovnoměrného proudění v korytech a transport sedimentů (CEIWR-HEC, ©2020).

5. Podklady

- Základní vodohospodářská mapa 1 : 50 000
- Základní mapy ČR Zabaged 1 : 10 000
- Podklady pro KoPÚ Popovice u Dolního Bukovska, které poskytla firma Gepard, s. r. o. se svolením Státního pozemkového úřadu pobočky České Budějovice.
 - mapa BPEJ
 - katastrální mapa
 - ortofoto mapa
 - DMR 4G, DMR 5G
 - geodetické zaměření
 - rozbor současného stavu
 - Základní hydrologické údaje od ČHMÚ pobočka České Budějovice (č. ev. 10746/2019)
 - Hydrogeologický průzkum od 4G consite s.r.o. (č. úkolu 20 004)
- Návrh územního plánu a stávající ÚP Dolní Bukovsko
- Dokumentace staveb odvodnění poskytnutá archivem Zemědělské vodohospodářské správy ve spisovně Povodí Vltavy, státní podnik na vodním díle Orlík
- Terénní šetření a pořízená fotodokumentace 02/2019, 02/2020

6. Rozbor území

Kapitola tvoří analýzu území ve formě vodohospodářské studie. Textový rozbor území, je doplněn rozborovými mapami, které se nachází v příloze 2. *Rozborové mapy*. Výsledky rozboru území jsou podkladem pro návrh opatření.





6.1 Vymezení zájmového území práce

Oblast řešená v rámci diplomové práce odpovídá průniku vnějšího obvodu KoPÚ Popovice u Dolního Bukovska a sběrné ploše povrchového odtoku pro profil stanovený v rámci řešení odtokových poměrů ovlivňujících obec Popovice na vodním toku IDVT 10265227. Profil pro sběrnou plochu povrchového odtoku byl stanoven na souřadnicích S JTSK $x = -745707,0$ m, $y = -146725,0$ m na Popovickém potoce (IDVT 10265227) před soutokem s bezejmenným levobřežním přítokem (IDVT 10275516). V rámci pozemkové úpravy jsou pozemky v zastavěné části Popovic neřešené. Z důvodu úpravy hydrologického režimu a návrhu protipovodňových opatření je ovšem důležité znát stávající stav i v intralivánu Popovic. V této části práce bude proto rozebrán stav poměrů v oblasti vod v intravilánu i extravilánu území.

Zájmové území studie tak tvoří plocha, v níž veškerá povrchová voda steče do daného profilu, a zároveň odtokové poměry mohou být upraveny pozemkovou úpravou. Oblast je ovšem řešená v souvislosti celé sběrné plochy a blízkého okolí. V rámci práce je tedy řešena pouze severní část území KoPÚ a to z důvodu zmíněné protipovodňové ochrany obce Popovice.



Obrázek 1: Vymezení zájmového území diplomové práce

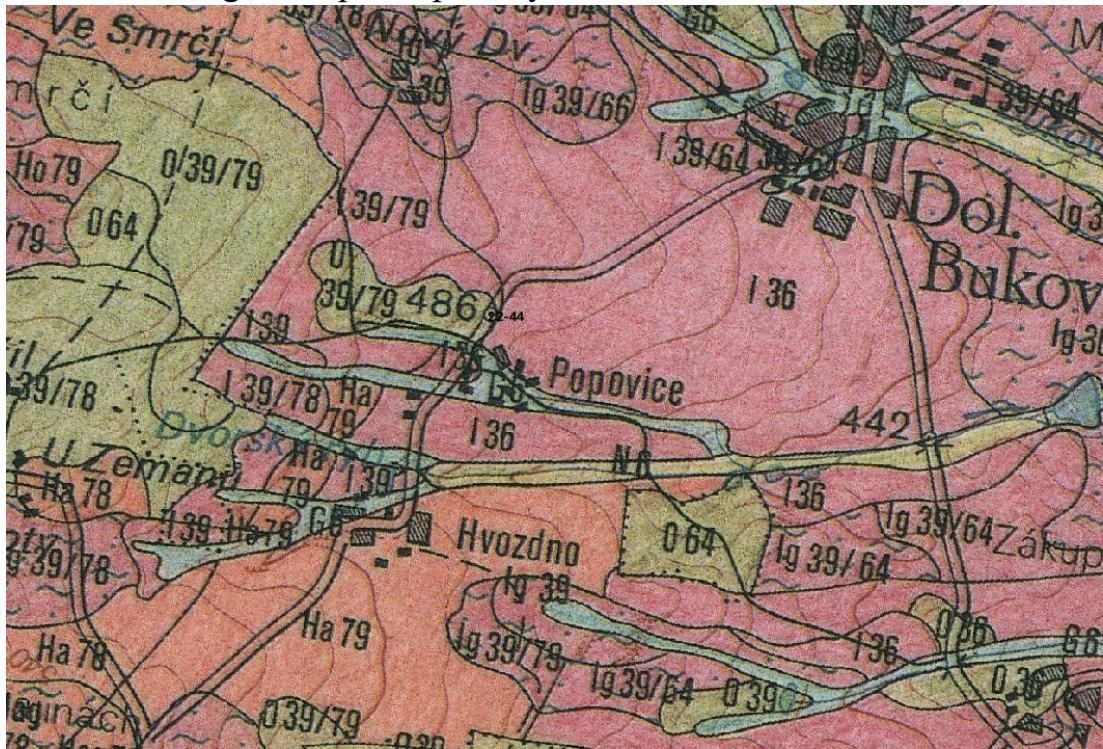
LEGENDA	
	sběrná plocha povrchového odtoku
	obvod KoPÚ
	zájmové území studie
	stanovený profil sběrné plochy

6.2 Popis zájmového území

Katastrální území Popovice u Dolního Bukovska se nachází v Jihočeském kraji v okrese České Budějovice a rozprostírá se na 3,6 km² plochy. Řešené území v této práci tvoří plochu zhruba 0,96 km². Obec se nachází zhruba 2 km jihozápadním směrem od městyse Dolní Bukovsko. První zmínka o obci pochází z roku 1586, kdy byla obec prodána z církevního majetku hlubockému panství. Obec má v dnešní době necelé čtyři desítky stálých obyvatel (Dolní Bukovsko, ©2020a).

Území sběrné plochy se od východu pozvolna zvedá k lesnímu celku na západě. Nejvýše položené místo tohoto subpovodí je bezejmenný vrch na západě území poblíž lokality zvané Smrči ve výšce 545 m n. m. Nejnižší položené místo naopak tvoří profil umístěný na Popovickém potoce ve výšce 456 m n. m. Generelní sklon území je jihovýchodním směrem s průměrnými hodnotami od 2° do 4°. Západní okraj území je tvořen lesním porostem. Dále směrem k východu převládají zemědělsky obdělávané plochy s částmi trvalých travních porostů. Zhruba uprostřed řešeného území se nachází obec Popovice s komunikací III/1478 Radonice – Hvozdo protínající území z jihu na sever. Detailněji je území popsáno v rámci jednotlivých poměrů v následujících kapitolách této práce.

6.3 Geologické a půdní poměry



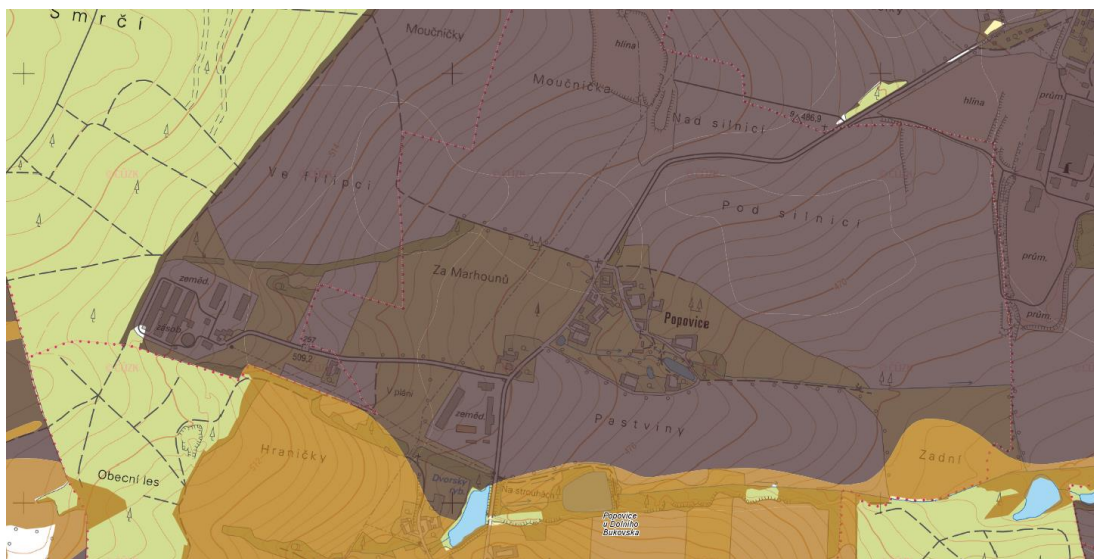
Obrázek 2: Půdní mapa 1:15 120 (ČGS, 2012)

Zájmové území se nachází v geomorfologickém celku Třeboňské pánve, která je součástí Jihočeské vysočiny. Charakteristickým rysem tohoto celku je plochý, nebo nepatrně zvlněný reliéf, který vznikl většinou na svrchně křídových a terciérních sedimentech, vyplňujících pánve (Demek, 1965).

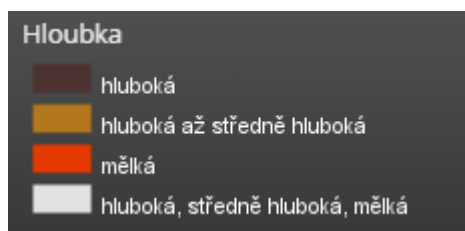
Na plochách s ornou půdou se nejvíce nacházejí illimerizované půdy s půdotvorným substrátem sprašové hlíny (ČGS, 2012). Illimerizované půdy vznikaly převážně pod kyselými doubravami a bučinami mezi 250 až 500 m.n.m. v mírně zvlněném reliéfu v terénu s ploššími úseky. Pro půdu je typický zhutnělý a tudíž málo vodou propustný horizont obohacený o jíl. Srážková voda se na povrchu zadržuje jen dočasně a způsobuje koncentraci hydratovaných oxidů železa. Mezi charakteristické vlastnosti illimerizovaných půd patří také oglejení. Obsah humusu v půdě je střední a nižší kvality. Zrnitostně se jedná o středně těžké a těžší půdy slabší skeletovosti půdního profilu (Tomášek, 1995).

Území obce se podle půdní mapy (ČGS, 2012) nachází na půdní jednotce glej a půdotvornými substráty nivních uloženin nekarbonátových středních. Gleje jsou nejčastěji rozšířené v nivách vodních toků a hlavním půdotvorným procesem je glejový pochod (Tomášek, 1995).

Další půdní jednotkou v území je pseudoglej, která se rozprostírá na malé ploše orné půdy severozápadně nad obcí a dále pokrývá celé území lesního porostu na západě řešeného území. Půdotvorné substráty této jednotky jsou polygenetické hlíny uložené na pararulách a migmatitech (ČGS, 2012). Hlavním půdotvorným procesem bývá oglejení s občas podřízeným procesem illimerizace. Jedná se o těžké půdy s častým převlhčením půdního profilu (Tomášek, 1995).



Obrázek 3: Hloubka půd 1:5000 (VÚMOP, 2020a)



6.4 Hydrologické poměry

Dle hydrologických poměrů spadá řešené území studie pod povodí 4. řádu Bukovského potoka (ČHP: 1-07-02-0630-0-00). Bukovský potok tvoří povodí o rozloze 22,73 km² a ústí jako levobřežní přítok do Lužnice v říčním km 77,1.

Povrchový odtok z vyšších poloh povodí je vzhledem k obci akumulován ve dvou směrech odtoku. Zároveň se na severozápadním okraji obce nachází dvě dešťové kanalizační vpusti a hlavní zatrubněné odvodňovací zařízení. Cestními příkopy je k těmto zařízením přiváděn akumulovaný odtok, kde je přerozdělován a veden skrz obec do Popovického potoka.

Popovický potok (IDVT 10265227)

V oblasti vzniká jako akumulovaný odtok z vodní nádrže na jihozápadním okraji obce. Vodní nádrž je dotována silničními příkopy přilehlé komunikace III. třídy a ochranným příkopem v patě zatravněného svahu východně od obce. Popovický potok teče otevřeným korytem jižní částí obce východním směrem pryč z řešeného území. Na jihovýchodním okraji obce je z koryta oddělen náhon vodní nádrže. Výpust vodní nádrže je opět svedena do Popovického potoka.

Z hlediska hydromorfologie lze vodní tok hodnotit jako špatný. Hodnocení ukazatelů vodního toku dle Šindlar (2012) jsou následující. Trasa koryta je významným způsobem změněna a přirozený vývoj neprobíhá v plném rozsahu.

Postupná renaturace zpevněných úseků je v malé míře. Příčný profil vodního toku je lichoběžníkové pravidelné koryto s malou vazbou na nivu, která by umožňovala rozliv.

Tabulka 5: Přehled vpustí na SZ okraji obce

Typ	Průměr vpustí [mm]	Vyústění	Kapacita vpustí [m ³ /s]
Dešťová stoka VT2	600	Popovický potok - intravilán obce	1,22
Neoznačená dešťová vpust'	400	Dešťová stoka VT2 – intravilán obce	0,531
HOZ	400	Popovický potok – extravilán	0,361

Tabulka 6: Přehled vodních toků

Ozn.	název	Typ toku	IDVT	Správa vodního toku	Poznámka
VT1	Popovický potok	povrchový	10265227	Povodí Vltavy, s. p.	charakter - narovnaný, opevněný stav - stabilní, bez známek poškození
VT2	-	zatravněná dešťová stoka	10260953	-	vpust' 600 cm
VT3	-	náhon	12003435	-	rozdělovací objekt se nachází na soukromém oploceném pozemku



Obrázek 4: Charakter Popovického potoka



Obrázek 5: Vpust' dešťové stoky VT2



Obrázek 6: Rozdělovací objekt v obci

Lokalita	Vlastník pozemku dle KN evidence	Recipient	Poznámka
Jihozápadní okraj obce	Městys Dolní Bukovsko	ochranný p. a cestní příkopy	technický stav dle vizuálního posouzení dobrý
Jihovýchodní okraj obce	Městys Dolní Bukovsko	náhon VT3	technický stav dle vizuálního posouzení dobrý



Obrázek 7: Vodní nádrž na jihovýchodě obce



Obrázek 8: Vodní nádrž na jihozápadě obce

6.4.1 Meliorační stavby

Do řešeného území spadají celkem 3 plochy odvodnění. EAGRI (©2016) na svých stránkách poskytuje podklady melioračních staveb ve formátu .shp. Podklady byly použity pro vymezení jednotlivých ploch a roku výstavby, kdy podle roků výstavby byly jednotlivé plochy označeny. V rámci zjištění přesnějších poloh a údajů melioračních staveb bylo zažádáno Povodí Vltavy, s. p. o dokumentaci z archivu u VD Orlík.

Tabulka 7: Přehled melioračních staveb

Ozn.	Lokalita	Rok výstavby	Plocha [m ²]
1966 a	Pod silnicí	1966	401 315
1966 b	mezi Popovickým a Hvozdenským potokem	1966	246 055
1981	západní až severozápadní část k. ú. Popovice u Dolního Bukovska	1981	část v řešeném území 536 684

Z průzkumu terénu a podkladů nebyly identifikovány závady, které by omezovaly využití zemědělské půdy. Stáří staveb ovšem má vliv na snižování funkčnosti odvodnění, stejně jako výstavby nových cest a příkopů, které v území od výstavby proběhly.

6.4.2 Vodohospodářsky významné lokality a významná zařízení

Zájmové území se nachází v ochranném pásmu vodního zdroje, zranitelné oblasti a chráněné oblasti přirozené akumulace vod. V území se dále vyskytují vodovodní a kanalizační potrubí a ochranná pásma těchto zařízení.

Ochranná pásma vodovodních a kanalizačních potrubí jsou vymezena zákonem dle § 23, odst. 3 zákona č. 274/2001 Sb., Zákona o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). Omezení v těchto ochranných pásmech jsou vymezena v § 23, odst. 5 tohoto zákona.





Dolní Bukovsko vrty A3, A4, V16, V18

Rozhodnutí o stanovení ochranného pásma vydal MěÚ Týn nad Vltavou 24.3.1994. Stupeň OPVZ spadající do řešeného území je 2a a 2b. Jedná se o podzemní zdroj. Ochranná pásma vodních zdrojů podléhají zákazům v rozhodnutí o stanovení OPVZ (HEIS VÚV, ©2014).



Obrázek 9: Mapa hranic ochranných pásem vodních zdrojů

LEGENDA

	sběrná plocha povrchového odtoku
	obvod KoPÚ
	och. p. stupně 2b
	och. p. stupně 2a

Chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV)

Název chráněné oblasti přirozené akumulace vod je Třeboňská pánev. CHOPAV je součástí evidence dle zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění zákona č. 20/2004 Sb., a zákona č. 150/2010 Sb. Jedná se o oblasti, které svými přírodními podmínkami tvoří významnou přirozenou akumulaci vod. V těchto oblastech se například zakazuje zmenšovat rozsah lesních pozemků, odvodňovat lesní pozemky, odvodňovat zemědělské pozemky, či dále těžit nerosty povrchovým způsobem, který by vedl k odkrytí souvislé hladiny podzemních vod (HEIS VÚV, ©2011).

Vodohospodářsky zranitelné oblasti

Poslední platný dokument o zranitelných oblastech odpovídá nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu nabyté účinností dne 1. srpna 2012.

Hydroekologický informační systém VÚV TGM (HEIS VÚV, ©2017) definuje zranitelné oblasti jako území, kde se vyskytují povrchové nebo podzemní vody, které jsou využívány, nebo určeny jako zdroje pitné vody, jejichž koncentrace dusičnanů přesahuje hodnotu 50 mg/l, nebo mohou této hodnoty dosáhnout. Jiný případ platí pro povrchové vody, u nichž v důsledku vysoké koncentrace dusičnanů ze zemědělských zdrojů dochází nebo může dojít k nežádoucímu zhoršení jakosti vody (HEIS VÚV, ©2017).

Ve zranitelných oblastech je akčním programem upravováno používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření. Program i vymezení území je přezkoumáváno v intervalu max. 4 roky na základě účinnosti opatření (HEIS VÚV, ©2017).

6.5 Klimatické podmínky

Podle klimatických regionů ČR, které určil Quitt v roce 1971, území náleží do oblasti MT 10. Oblast je charakteristická dlouhým teplým a mírně suchým létem. Přechodné období bývá v tomto území krátké s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem. Zima je krátká, mírně teplá a velmi suchá. Doba trvání sněhové pokrývky je také krátká (Quitt, 1971).

Průměrná teplota vzduchu v oblasti je 7 °C. V jednotlivých ročních obdobích pak následovně jaro 7 °C, léto 15 °C, podzim 7 °C a zima 2 °C. Stupeň nerovnoměrnosti ročního chodu srážek je v oblasti 20-25 %, což znamená větší rozkolísanost měsíčních úhrnů a sklon ke kontinentálnímu typu ročního chodu srážek. Langův dešťový faktor pro území je 70 – 80, čímž území spadá do oblasti normálních v rámci vlhkostních podmínek. Průměrný měsíční počet dní s bouřkou je v letních měsících květen 5, červen 6, červenec 5 a srpen 5. Nejvyšší četnost větrů je ze západního směru s průměrnou rychlostí 8,5 m/s. Průměrná roční relativní vlhkost vzduchu je 80 – 85 % (Tolasz a kol., 2007).

Tabulka 8: Klimatické charakteristiky pro oblast MT 10

Počet letních dní	40 - 50
-------------------	---------

Počet dní s průměrnou teplotou > 10 °C	140 – 160
Počet mrazových dní	110 - 130
Počet ledových dní	30 - 40
Průměrná teplota v lednu (°C)	-3 - -4
Průměrná teplota v červenci (°C)	17 - 18
Průměrná teplota v dubnu (°C)	7 - 8
Průměrná teplota v říjnu (°C)	7 - 8
Průměrný počet dní se srážkami > 1 mm	100 - 120
Srážkový úhrn v zimním období	400 - 450
Srážkový úhrn v zimním období	250 - 300
Počet dní se sněhovou pokrývkou	60 - 80
Počet zamračených dní	120 - 150
Počet jasných dní	40 - 50

(Quitt, 1975)

Tabulka 9: Průměrný úhrn srážek

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	celkem
Hl. mm	20-30	20-30	30-40	40-50	60-80	80-100	80-100	60-80	40-50	30-40	40-50	30-40	530-690

(Quit, 1970)

Tabulka 10: Průměrné teploty

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	průměr
Teplota °C	-2	0	3	7	12	16	17	17	13	8	3	1	8

(Quit, 1970)

Poznámka autora:

V rámci diplomové práce byly srážkové úhrny přebrány z webové aplikace rain.fsv.cvut.cz. Jedná se o aktualizované úhrny, které by měly zajišťovat větší přesnost návrhu. Pro možnost porovnání těchto dat s historickými údaji, které se stále používají je doložena Tabulka 12: Denní úhrny srážek (Šamaj a kol., 1985).

Tabulka 11: Denní úhrny srážek (ČVUT, ©2019)

N = 2 roky	37,4 mm
N = 5 let	52,5 mm
N = 10 let	62,0 mm
N = 20 let	72,3 mm
N = 50 let	84,3 mm

N = 100 let	93,6 mm
-------------	---------

Tabulka 12: Denní úhrny srážek (Šamaj a kol., 1985)

N = 2 roky	35,7 mm
N = 5 let	50,6 mm
N = 10 let	60,1 mm
N = 20 let	70,1 mm
N = 50 let	82,3 mm
N = 100 let	91,9 mm

Následující tabulka vyjadřuje celkový úhrn srážek H (mm) a intenzitu i (mm/min) v příslušné minutě od počátku srážky. Přepočet byl použit na srážky z *Tabulka 11: Denní úhrny srážek (ČVUT, ©2019)*) a přepočet pomocí Výpočetního prostředí pro návrhové deště a jejich průběh vydané ČZU 2014.

Tabulka 13: Úhrn [mm] a intenzita [mm/min] srážek v příslušných minutách od počátku srážky

doba trvání srážky t (min)	10		20		30		60		120		300	
	Ho	i	Ho	i	Ho	i	Ho	i	Ho	i	Ho	i
N = 2 roky	12,36	1,24	15,21	0,76	17,16	0,57	19,86	0,33	22,79	0,19	27,35	0,09
N = 5 let	18,41	1,84	22,86	1,14	25,94	0,86	31,17	0,52	35,73	0,30	41,18	0,14
N = 10 let	22,31	2,23	28,32	1,42	32,56	1,09	38,89	0,65	44,54	0,37	50,31	0,17
N = 20 let	27,48	2,75	35,07	1,75	40,45	1,35	48,59	0,81	55,60	0,46	61,28	0,20
N = 50 let	33,76	3,38	43,39	2,17	50,25	1,67	61,00	1,02	70,02	0,58	75,00	0,25
N = 100 let	38,40	3,84	49,80	2,49	57,98	1,93	70,25	1,17	80,47	0,67	85,10	0,28

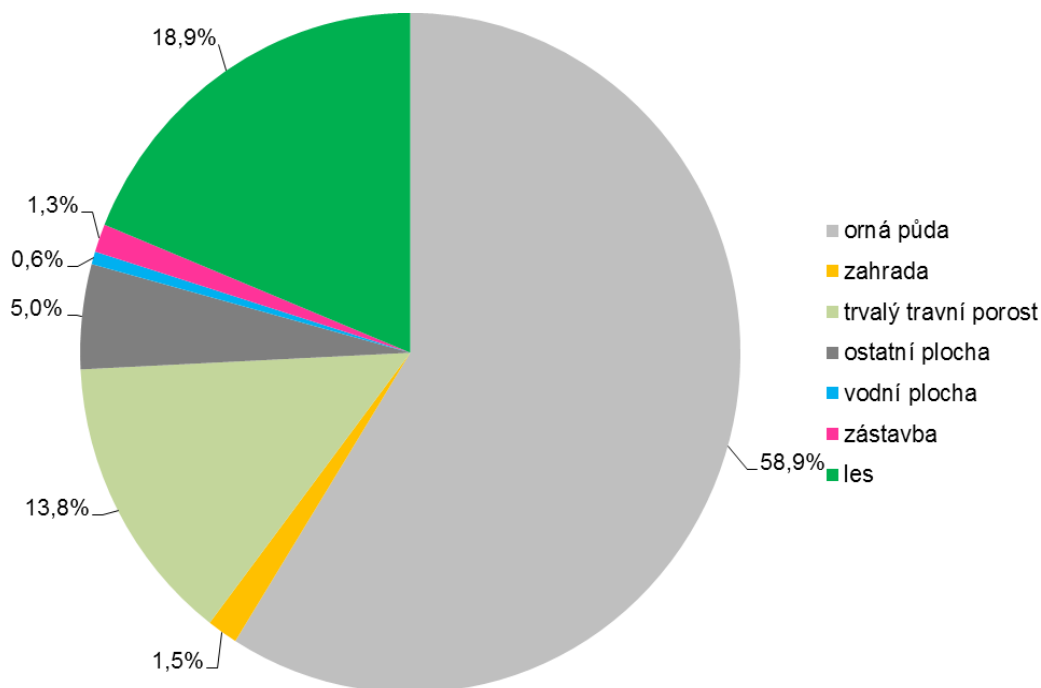
Ho....srážkový úhrn [mm]

i.....intenzita srážky [mm/s]

6.6 Využití území

V území je nejvíce zastoupena orná půda. Zemědělská výrobní oblast v řešeném území je bramborářská, podoblast B1. Druhá nejvíce zastoupená kultura je les. Zájmové území se nachází v přírodní lesní oblasti č. 15 – Jihočeské pánve, podoblast 15a – Českobudějovická pánev. Lesní vegetační stupeň je 4. Bukový (MZe, 2009; UHUL, ©2020).

Sídelním útvarem se obec Popovice řadí k venkovským sídlům. Svou polohou obec poskytuje možnost budoucího rozšíření. V případě rozšíření je počítáno s možností výstavby čistírny odpadních vod na levém břehu Popovického potoka (Dolní Bukovsko, ©2019).



Obrázek 10: Graf využití území v rámci subpovodí

Tabulka 14: Využití území

využití území	plocha [%]	plocha [ha]
orná půda	58,9	103,9
zahrada	1,5	2,7
trvalý travní porost	13,8	24,4
ostatní plocha	5,0	8,8
vodní plocha	0,6	1,1
zástavba	1,3	2,4
les	18,9	33,3

6.7 Erozní ohroženost

6.7.1 Vodní eroze

Výpočet ohroženosti území vodní erozí byl proveden v programu Atlas DMT, přesněji v jeho rozšiřujícím modulu Atlas Eroze.

Dle zaměření skutečného stavu a půdních bloků dle LPIS je vymezeno 5 erozně hodnocených ploch (EHP). Na těchto plochách je proveden výpočet průměrného smyvu půd s maximální přípustnou hodnotou 4 t/ha/rok.

C faktor byl stanoven dle využití pozemků ze zaměření skutečného stavu doplněného průzkumem v terénu. V případě rozporu mezi druhy pozemků dle skutečnosti a stavem v katastru nemovitostí (KN) byl pro výpočet vybrán erozně náchylnější způsob využití.

C faktor pro klimatický region T7:

- pro TTP 0,005
 - pro ornou půdu 0,204
 - pro ostatní plochy ZPF 0,156
- (VÚMOP, nedatováno)




Hodnoty K faktoru byly učeny na základě hlavních půdních jednotek (HPJ) z poskytnuté databáze bonitně půdních ekologických jednotek (BPEJ) (Janeček a kol., 2012). Míra smyvu pro jednotlivé hodnoty K faktoru je vyhodnocena dle Institutu vodních zdrojů Michiganské univerzity (IWR MSU, ©2002).

Tabulka 15: Zavislost K faktoru na erozní ohroženosti

HPJ	Hodnota K faktoru	Míra smyvu
14	0,59	Erozně náchylná
30	0,23	Nízká až střední
43	0,58	Erozně náchylná
44	0,56	Erozně náchylná
50	0,33	Střední



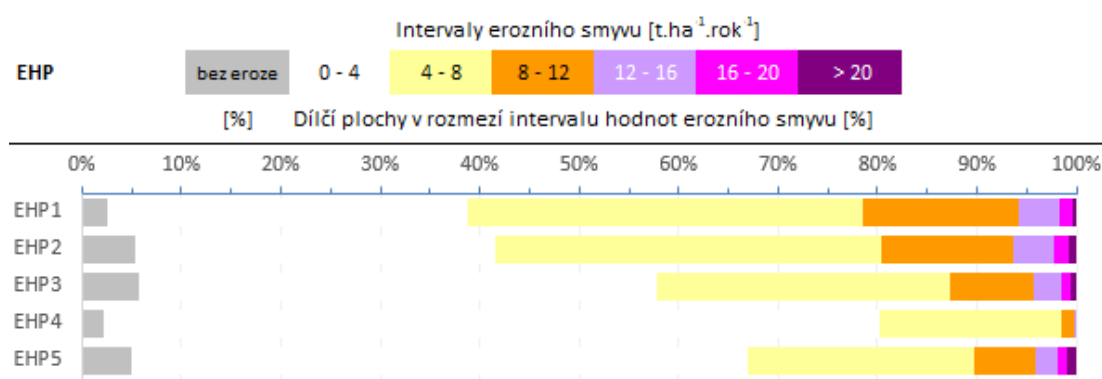
Obrázek 11: Přehled erozně hodnocených ploch

LEGENDA	
	obvod KoPÚ
	rozvodnice k danému profilu
	erozně hodnocená plocha

Tabulka 16: Souhrnná tabulka výsledků erozně hodnocených ploch

Souhrnná tabulka výsledků pro všechny erozně hodnocené plochy										
EHP	Plocha výpočtu [m ²]	bez eroze [m ²]	Intervaly erozního smyvu [t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]						Prům. smyv [t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	Přip. smyv
			0 - 4	4 - 8	8 - 12	12 - 16	16 - 20	> 20		
Σ	1 097 500	53 500	520 200	355 475	114 025	35 100	11 250	7 950	4,9	4,0
EHP1	173 725	4 425	62 975	68 975	27 225	7 275	2 050	800	5,7	4,0
EHP2	320 875	17 375	116 075	124 225	42 875	13 200	4 350	2 775	5,8	4,0
EHP3	395 500	22 550	205 775	117 075	33 225	10 825	3 350	2 700	4,6	4,0
EHP4	43 675	925	34 075	7 975	625	75	0	0	2,0	4,0
EHP5	163 725	8 225	101 300	37 225	10 075	3 725	1 500	1 675	4,0	4,0

Tabulka 17: Grafický přehled rozsahu dílčích ploch dle míry erozního ohrožení



Tabulka 18: Průměrné hodnoty jednotlivých faktorů rovnice RUSLE

EHP	R faktor	K faktor	LS faktor	C faktor	P faktor
(uvedeno v příslušných jednotkách RUSLE)					
EHP1	40,00	0,577	1,523	0,151	1
EHP2	40,00	0,582	1,041	0,204	1
EHP3	40,00	0,58	0,884	0,178	1
EHP4	40,00	0,58	0,759	0,102	1
EHP5	40,00	0,578	0,844	0,17	1

6.7.2 Zhodnocení projevů vodní eroze

Dle portálu Monitoring eroze (VÚMOP, 2020b) nebyly v řešeném území zjištěny žádné hlášené erozní události. V terénu nebyly zjištěny žádné projevy vyšších stupňů plošné vodní eroze. Způsob obdělávání v území lze označit jako přímé vedení řádků bez ohledu na sklon pozemku.

Přípustný smyv 4 [t.ha⁻¹.rok⁻¹] byl dle výpočtu překročen na EHP 1,2 a 3.

EHP 1

Průměrný smyv 5,7 [t.ha⁻¹.rok⁻¹].

Plocha o velikosti 17,4 ha se nachází v lokalitě zvané Ve filipci. Do k. ú. Popovice u Dolního Bukovska zasahuje pouze východní výběžek této plochy. Paty svahu jsou ohraničeny cestami s porostem. Sklon svahu se pohybuje mezi 2 až 4°.

EHP 2

Průměrný smyv 5,8 [t.ha⁻¹.rok⁻¹].

Jedná se půdní blok na severozápad od obce Popovice. Velikost bloku je 32,1 ha. Svah svou polohou může významně ohrožovat obec Popovice ať už přímo povrchovým odtokem, nebo zanášení příkopů a propustků vlivem eroze. Svah je ze západu ohraničen polní cestou s příkopem a z východu komunikací III. třídy s příkopem. Průměrný sklon svahu je okolo 2°.

EHP 3

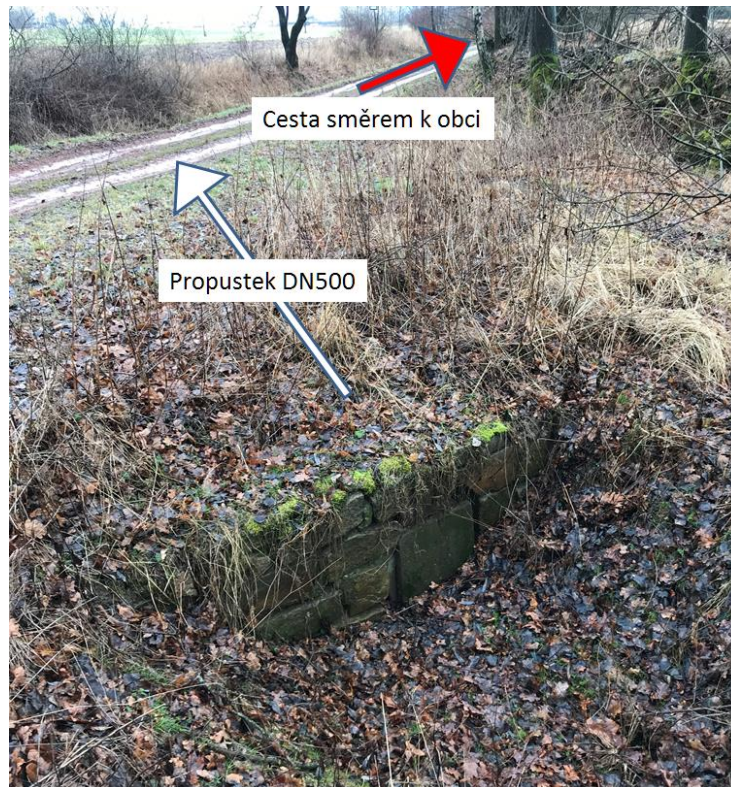
Průměrný smyv 4,7 [t.ha⁻¹.rok⁻¹].

Tato plocha se nachází v lokalitě zvané Pod silnicí. Velikost bloku je 43,8 ha. Pata svahu je ohraničena vodním tokem. Průměrný sklon svahu je okolo 2°.

6.8 Popis provedení terénního průzkumu

Terénní průzkum byl proveden v červenci 2019 a v únoru 2020. Počasí v době průzkumu v roce 2020 bylo deštivé a vlivem předchozí nasycenosti půdy byly jasně patrný hydrologický režim. V následující kapitole budou popsány náležitosti ovlivňující odtokové poměry v území zjištěné při terénním průzkumu.

Z terénního průzkumu lze obecně konstatovat, že cestní příkopy a propustky jsou povětšinou zanesené a tedy příliš neudržované. Zanášení snižuje kapacitu koryt a profilů propustků a tím schopnost bezpečného odvedení nejen povodňových průtoků.



Obrázek 12: Přehrazení propustku betonovou deskou

- ↳ Jedná se o místo u lokality Za Marhounů na křižovatce zaniklé historické cesty s cestou vedoucí k obci z lesního celku na západě území. Propustek označený P36 navazující na příkop původní zaniklé cesty je u vtoku zahrazen betonovou deskou. V případě většího průtoku není v místě možnost jiného odvedení srážkových vod a hrozí zde vybřežení z koryta.



Obrázek 13: KP1

- ↳ Místo se nachází na cestním příkopu zhruba 200 metrů západním směrem před obcí, kde je cestní příkop zahrazen kamenným násypem. Dochází zde k převedení průtoku propustkem do příkopu cesty na druhé straně, který vede vodu k vpusti do dešťové stoky VT2. Kamenný nához zde tvoří bariéru, která směřuje průtok na vpust, která není zatížena dalším jiným přítokem. Místo je označeno jako kritický profil KP1.



Obrázek 14: Zaústění příkopu do dešťové stoky VT2



Obrázek 15: Podemletá část mostu přes silnici III. třídy

- ↳ Jedná se o místo v severozápadním okraji obce Popovice, kde příkop protíná komunikaci III. třídy. Výtok za mostkem je podemletý a zborcený.



Pohled na výtok



Pohled na vtok

Obrázek 16: Propustek P6

- ↳ Místo se nachází na severozápadním okraji obce. Jedná se o křížení cestního příkopu s komunikací III. třídy. Propustek je svou kapacitou a stavem zásadní při povodňové ochraně obce. Betonová čela jsou ve špatném technickém stavu. Kapacita propustku bude posouzena v rámci KP2.

6.9 Stanovení základních odtokových charakteristik

Zájmové území je malého rozsahu a maximální průtoky jsou vyvolány především intenzivními přívalovými dešti. Do maximálního odtoku primárně zasahuje odtok ze svahů.

Odtokové charakteristiky jsou pro jednotlivé prvky návrhu určovány na základě lineární interpolace mezi ČHMÚ daty a průtokovými řadami spočtených metodou CN křvek.

Hydrologické údaje dle ČHMÚ pro dané subpovodí

Data ČHMÚ. Následující informace jsou převzaty z přílohy XX. Data jsou vztažena k profilu na vodním toku IDVT 10265227 před soutokem s bezejmenným LBP. Souřadnice profilu S JTSK $x = -745707,0$ m a $y = -1146725,0$ m.

Pro plochu povodí $1,62 \text{ km}^2$ jsou dány následující údaje:

- Dlouhodobá průměrná roční výška srážek na povodí P_a : 598 mm
- Dlouhodobý průměrný průtok Q_a : $5,4 \text{ l.s}^{-1}$.
- Spolehlivost třídy IV.

Tabulka 19: M-denní průtoky stanovené dle ČHMÚ

M-denní průtoky Q_{md} pro stanovený profil [l/s]												
M 30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
$Q = 17$	9,2	5,8	4,0	2,9	1,9	1,2	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1

Tabulka 20: N-leté průtoky stanovené dle ČHMÚ

N-leté průtoky Q_N pro stanovený profil [m ³ /s]						
N 1	2	5	10	20	50	100
$Q = 0,316$	0,631	1,26	1,89	2,74	4,05	5,26

Výpočet metodou CN křivek

Hodnoty přímého odtoku byly stanoveny na základě metody CN křivek. Maximální denní úhrny pro výpočet kulminačního průtoky v dobách opakování byly převzaty z Tabulka 11: Denní úhrny srážek (ČVUT, ©2019)). Plocha pro výpočet CN křivek je $0,166 \text{ km}^2$. Popis metody CN křivek viz kapitola 4.1.1 *Metoda CN křivek*.

Tabulka 21: Průměrná hodnota CN pro KPI

Využití území	hlavní půdní jednotka	Hydrologická skupina půdy	Hydrologické podmínky	Hodnota CN křivky	Procentuální zastoupení v zájmovém území	Průměrná hodnota CN křivky pro zájmovou lokalitu
	HPJ			CN	P [%]	
orná půda	14	B	špatné	81	12,9	83,03
	43	B	špatné	81	58,1	
	44	C	špatné	88	27,2	
komunikace s příkopem (hliněná)	14	B	špatné	85	0,5	
	43	C	špatné	89	1,2	

* vzhledem k poloze v horní části povodí a dobrému stavu lesního porostu a

schopnosti zadržovat a akumulovat vodu, nebyla plocha lesního porostu zohledněna ve výpočtu, les také protíná cesta, která je odvodněna příkopem

Tabulka 22: N-leté průtoky dle metody CN křivek pro KP1

N-leté průtoky QN pro stanovený profil [m ³ /s]					
2	5	10	20	50	100
0,430	0,880	1,31	1,75	2,28	2,71

6.9.1 N-leté průtoky v dílčích uzávěrových profilech

Tabulka 23: N-leté průtoky ve stanovených kritických profilech

plocha povodí [km ²]	N-leté průtoky QN pro stanovený profil [m ³ /s]								
	1	2	5	10	20	50	100		
CHMU	1,62	0,316	0,631	1,26	1,89	2,74	4,05	5,26	
KP1 (met. CN)	0,341	*	0,430	0,880	1,31	1,75	2,28	2,71	
KP2	0,671	*	0,341	0,837	1,32	1,86	2,60	3,23	** hodnoty již byly upraveny (+ 0,293 m ³ /s - 0,434 m ³ /s)

* Průtoky o četnosti opakování N = 1 rok nebyly dopočítány z důvodu absence maximálních srážkových úhrnů pro tuto četnost v podkladech

** Hodnota průtoků pro profily KP2 a KP3 je upravena o odběr části průtoku u navrženého rozdělovacího objektu a také o přítok z trubní výusti plošného odvodnění.

U rozdělovacího objektu lze z průtoku odebrat maximálně 0,434 m³/s. Tento přítok danými profily KP2 a KP3 již neproteče, z N-letých průtoků je proto možné tuto hodnotu odečíst.

Přítok odvodnění je ze zatravněného půdního bloku na západ od obce. Dle spádu terénu tohoto bloku je povrchový odtok akumulován na jihozápadním okraji obce. Ovšem plošné odvodnění je vyústěno na severozápadním okraji před kritickým profilem KP2. Při plném plnění profilu trubní výusti může do KP3 přitéct až o 0,293 m³/s navíc. V době průzkumu bylo vyústění plně funkční a tekla jím voda. K N-letým průtokům je tedy možno tuto hodnotu přičíst.

6.10 Posouzení stávajících prvků s vodohospodářskou funkcí

V rámci této kapitoly jsou posouzeny prvky související s povodňovým ohrožením obce Popovice. Souhrnně jsou propustky posuzovány v rámci etap RSS a PSZ.

6.10.1 Obecné posouzení kapacity zařízení převádějící průtok obcí

Tabulka 24: Obecné posouzení kapacity zařízení převádějící odtok obcí

Typ	Průtok kapacitní Q _{kap.} [m ³ /s]	Průtok návrhový Q [m ³ /s]					
		N = 2	N = 5	N = 10	N = 20	N = 50	N = 100
Dešťová stoka VT2	1,22						
Neoznačená dešťová stoka							
HOZ	0,361						
součet	<u>1,581</u>	0,48	0,98	1,46	2,01	2,74	3,37

Tabulka znázorňuje odpovídající kapacitu zařízení převádějící odtok skrz obec v porovnání s návrhovým průtokem pro jednotlivé doby opakování. Návrhové průtoky jsou dle KP2. Dešťová stoka VT2 je sloučena s neoznačenou dešťovou stokou z důvodu spojení těchto dvou stok v jednotné kapacitě potrubí.

6.10.2 Posouzení vpusti do dešťové stoky VT2

Jedná se o vpust do dešťové kanalizace vedené skrz obec. Vpust a celé potrubí je světlé šířky 600 mm. Zhruba po 60 m se dochází k napojování další větve kanalizace o průměru 400 mm vedené ze severu. I přes toto rozšíření zůstává průměr potrubí stejný. V případě velkých průtoků dochází k přeplňování profilu a přetékání vody na povrch.

V rámci posouzení se doporučuje přehrazení severněji položené vpusti a jižněji položenou vpustí vést průtoky pouze s bezpečnou rezervou ke kapacitě stoky.

V rámci zjednodušení lze brát jako bezpečnou kapacitu průtoku pro stoku průměr potrubí 500 mm na místo stávajících 600 mm. Výpočtem pro hodnotu průměru 500 mm bude docílen stav plnění kolem 80 % stávajícího plného průměru. Jednat se bude tudíž o proudění s volným vtokem a volnou hladinou.

Výpočet je proveden na základě vzorce:

$$Q_D = 24 \cdot D^{5/3} \cdot \sqrt{I_0}$$

Kde Q_D.....kapacitní průtok [m³/s]

D.....průměr potrubí [m]

I₀.....sklon [-]

Kapacita potrubí s dostatečnou rezervou je pro průtok **0,775 m³/s**. V rámci dalších opatření je třeba navrhnout hydrologickou situaci tak, aby byla podmínka splněna!

6.10.3 Posouzení propustků

Tabulka 25: Posouzení propustků

Ozn.	Prům. [cm]	Sklon [%]	Průtok kapacitní Q _{kap.} [m ³ /s]	Průtok návrhový Q [m ³ /s]	Q _{kap} ≥ Q	Poznámka
P6	500	4,9	0,837	2,71	NEVYHO VUJE	návrhový průtok dle KP2 (N = 50 let)
P37	600	0,5	0,434	0,775	-	propustek přivádí vodu k dešťové vpusti VT2, propustek svou kapacitou neumožňuje překročit bezpečnou hodnotu stoky, proto se doporučuje ponechat

Propustek P6

Dle orientačního výpočtu kapacita propustku nevyhovuje a propustek svým technickým stavem vyžaduje rekonstrukci.

Vzorec orientačního výpočtu pro proudění s volným vtokem a volnou hladinou, neovlivněnou dolní vodou:

$$Q_D = 24 \cdot D^{5/3} \cdot \sqrt{I_0}$$

Kde Q_D.....kapacitní průtok [m³/s]

D.....průměr potrubí [m]

I₀.....sklon [-]

Propustek P37

Jedná se o propustek s prouděním s volným vtokem a volnou hladinou, neovlivněnou dolní vodou.

Pro výpočet průtoku propustkem platí vzorec:

$$Q_D = 24 \cdot D^{5/3} \cdot \sqrt{I_0}$$

Kde Q_D.....kapacitní průtok [m³/s]

D.....průměr potrubí [m]

I₀.....sklon [-]

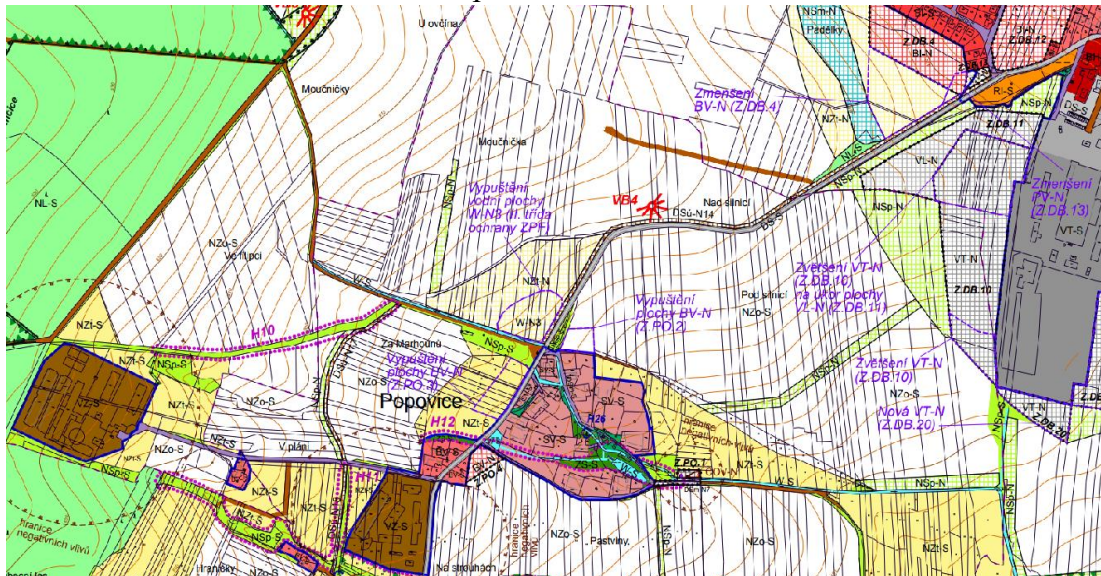
6.11 Analýza stávající územně plánovací dokumentace

V současné době dochází k projednávání nového územního plánu. Veřejné projednání bylo uskutečněno 8.7.2019 na Úřadě městyse Dolní Bukovsko. Územní plán zpracovává ateliér M.A.A.T., spol. s r. o. projektant Monika Juráčková. Dle posledního návrhu bylo upuštěno od poldru na severozápadním okraji obce (Dolní Bukovsko, ©2020b).

Stávající územní plán pochází z roku 2003 a je k dispozici na stránkách obce s rozšířenou působností Týn nad Vltavou.

Oba územní plány vyhražují plochu pro výstavbu čistírny odpadních vod na jihovýchodním okraji obce na levém břehu Popovického potoka.

6.11.1 Posouzení návrhu územního plánu



Obrázek 17: Výřez nového návrhu územního plánu (M.A.A.T., 2019)

Územní plán byl zhodnocen z hlediska eroze v programu Atlas DMT viz kapitola 4.2.1 Atlas DMT.

Tabulka 26: Přehled erozní ohroženosti území dle návrhu územního plánu

EHP6

Navržená opatření:	NZt - N - trvalé travní porosty v celé ploše	
Průměrný smyv původní:	4,8	[t/ha/rok]
Průměrný smyv dle návrhu:	0,12	

EHP8

Navržená opatření:	NSp - N - Plocha smíšeného nezastavěného území s přípustným využitím vodohospodářských prvků, které v tomto případě mohou rozdělit EHP8 na EHP8.1 a EHP8.2	
Průměrný smyv původní:	4,8	[t/ha/rok]
Průměrný smyv dle návrhu:	3.7 (EHP8.1)	
	2.5 (EHP8.2)	

EHP9

Navržená opatření:	žádné	
Průměrný smyv původní:	7.4	[t/ha/rok]
Průměrný smyv dle návrhu:	7.4	

EHP10

Navržená opatření:	v patě svahu trvalé travní porosty NZt - N a v půlce svahu NSp - N - Plocha smíšeného nezastavěného území s přípustným využitím vodohospodářských prvků, které v tomto případě není dostatečného rozsahu na přerušení povrchové odtoku po celém svahu	
Průměrný smyv původní:	5.8	[t/ha/rok]
Průměrný smyv dle návrhu:	5.4	

EHP12

Navržená opatření:	v severovýchodní části tohoto půdního bloku je navrženo zatravnění kolem VT - N - Plocha výroby a skladování, v tomto případě označující pokračující těžební činnost cihlářské hlíny. Na přerušení povrchového odtoku je zde navržen vrstevnicově orientovaný pás s plochou smíšeného nezastavěného území (NSp – N). V tomto případě počítáno se zatravněným pásem.	
Průměrný smyv původní:	4.7	[t/ha/rok]
Průměrný smyv dle návrhu:	4.1	

EHP13

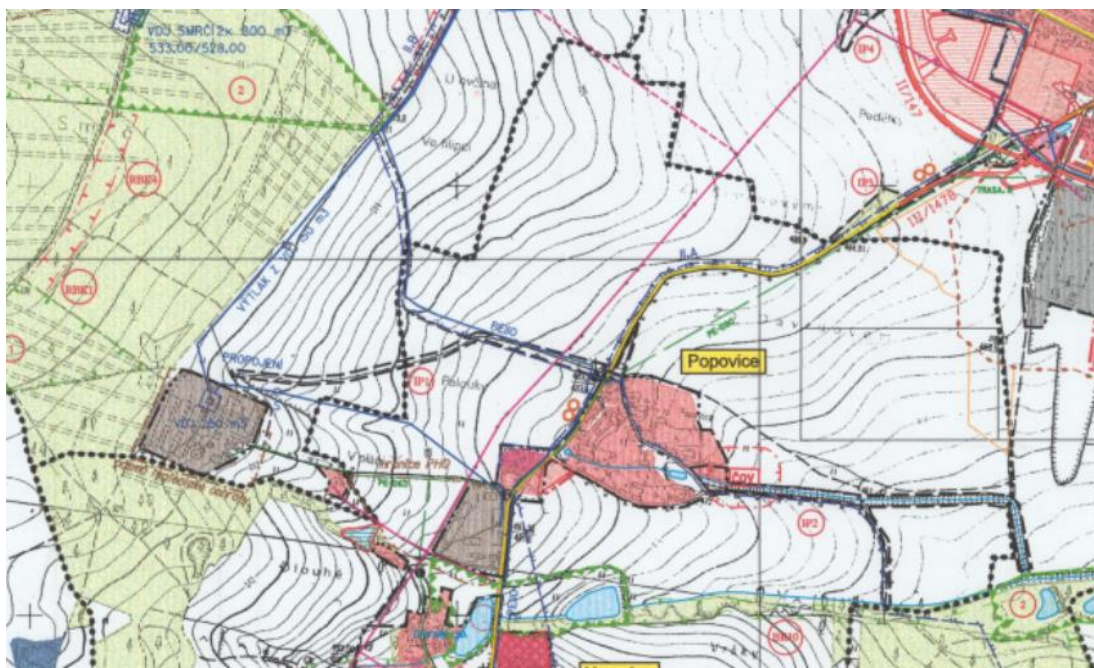
Navržená opatření:	pás plochy NZt - N - trvalé travní porosty	
Průměrný smyv původní:	3.8	[t/ha/rok]
Průměrný smyv dle návrhu:	3.7	

Závěr posouzení

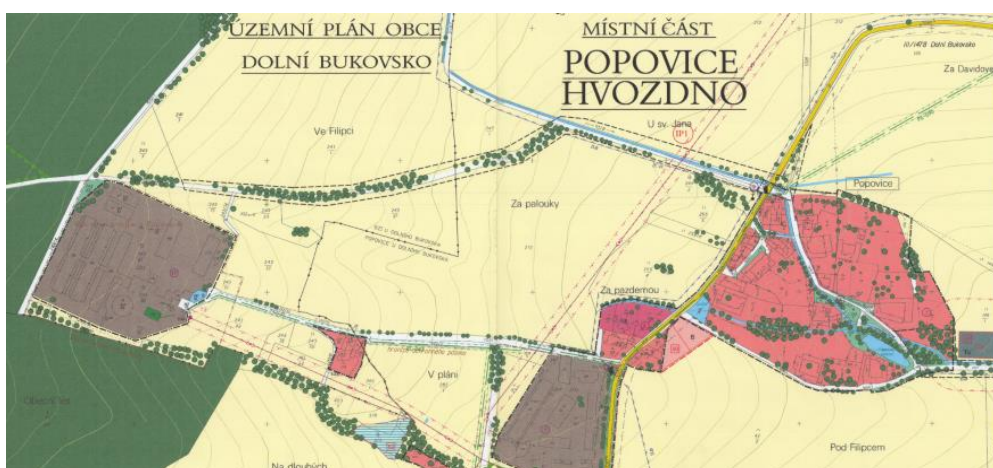
V rámci návrhu územního plánu lze použít návrhu některých prvků v protipovodňové ochraně obce Popovice. Míru erozního ohrožení se povedlo snížit, ovšem ne pod přípustnou mez 4 t/ha/rok.

6.11.2 Posouzení stávajícího územního plánu

Půdní územní plán pochází z roku 2003. V územním plánu nejsou žádné prvky protipovodňové ochrany obce, prvky snižující erozní ohroženost jednotlivých půdních bloků, či podporující biodiverzitu území. Ve výkresech dále chybí rozlišení využití půdních bloků na ornou půdu, či trvalé travní porosty.



Obrázek 18: Stávající územní plán (UA projekce, 2003)



Obrázek 19: Stávající územní plán část Popovice, Hvozdo (UA projekce, 2003)

6.12 Výsledky rozboru území

Oblast podléhající diplomové práci je antropogenně upravena. V území převládá zemědělské využití půdy s absencí krajinných prvků. Dle hydrogeologického průzkumu se oblast nachází na hlinitojílovitých půdách s nízkou schopností infiltrace a vysokou hladinou podzemní vody. Do území dále zasahují ochranná pásma vodního zdroje a oblast přirozené akumulace vod. Při zemních pracích je třeba počítat s plošným odvodněním na zemědělských plochách, které v případě poruchy mohou omezit využití pozemku. Dle terénního reliéfu se obec Popovice musí vypořádat s povrchovým odtokem ze severozápadní části území, svahů severně nad obcí a z přítoků z odvodnění na půdním bloku východně od obce. Výpočtem bylo zjištěno, že obec je schopna odolat průtoku nejvýše četnosti opakování $N = 20$ let.

Území je ohroženo i z hlediska vodní eroze, což je další z faktorů ohrožující obec, zejména ve svazích nad obcí. V rámci diplomové práce byl posouzen návrh nového územního plánu, který není dostatečný pro dodržení podmínky maximálního průměrného smyvu 4 t/ha/rok.

Shrnutí zásadních problémů v řešeném území:

- Nutnost převést akumulované povrchové odtoky skrz obec pomocí 3 trubních vodotečí
- Ohroženost půdy vodní erozí
- Nízká schopnost infiltrace půdy
- Nízká biodiverzita
- Nedostatečný návrh územního plánu

V rámci návrhu části této práce bude vypracována průvodní a technická zpráva doplněná o schématické výkresy jednotlivých opatření v rozsahu dokumentace technického řešení k PSZ.

V rámci protipovodňové ochrany obce je nutné udržovat všechny vodoteče a zařízení pravidelným čistěním a na propustcích a mostcích provádět údržbu. Při výpočtech bylo počítáno s plně průchodným propustkem P36. Na zemědělských plochách je nutné dodržovat šetrné organizační a agrotechnické postupy.

7. Návrh opatření

7.1 Účel a přehled navrhovaných opatření

Z nedostatků vyplývajících z kapitoly 6. *Rozbor území* je navržen soubor opatření. Cílem těchto opatření je zvýšení protipovodňové ochrany obce Popovice s charakterem zvyšujícím biodiverzitu a ekologickou hodnotu prostředí. Opatření jsou popsána a v rámci návrhu je pro vybraná opatření zpracována dokumentace technického řešení.

Povrchový odtok po svahu nad obcí bude v navrženém průlehu zachycen a odveden bezpečně do cestního příkopu. Průleh a spodní část tohoto svahu jsou doplněny sedimentačním pásem, který zároveň poskytuje možnost výsadby stromů. Z důvodu přepřívání dešťové stoky v obci je navržen rozdělovací objekt, který odkloní na stoku průtoky odpovídající kapacitě tohoto zařízení. Část dešťové stoky je zahrazena. Průtoky nad mez kapacity dešťové stoky jsou vedeny do navrženého otevření hlavního odvodňovacího zařízení, které umožňuje bezpečné odvedení povodňových průtoků až do hodnoty Q50 kolem obce s možností bezpečné rozlivu mimo intravilán. V rámci úpravy odtokových poměrů bylo dále navrženo zkapacitnění propustku pod silnicí III. třídy. V rámci ochrany zanášení vodních toků sedimenty z polí, byl navržen ve východním okraji řešeného území sedimentační pás, který je doplněn výsadbou a úpravou urychlující přirozenou renaturaci koryta Popovického potoka.

Opatření	Zábor [m ²]
SO1 - Sběrný průleh odváděcí	6 542
SO2 - Rozdělovací objekt	cca 80
SO3 - Ochranné zatravnění ORG1	4 360
SO4 - Propustek P6	*
SO5 - Přehrazení vpusti	*
SO6 - Otevření hlavního odvodňovacího zařízení	4 565
SO7 - Ochranné zatravnění ORG2	3 538

*SO4 a SO5 jsou řešeny v rámci silnice, respektive příkopu a není k nim vztažen zábor.

7.2 Výsledky navrženého souboru opatření

Běžné průtoky vzniklé v západní části území budou procházet dešťovou stokou obce. Odtok ze severní části území bude veden okolo obce navrženým otevřeným korytem. Povodňové průtoky pak budou obcí vedeny pouze do kapacity stoky a při vyšší průtocích bude voda nasměrována na navržené otevřené koryto. Průtok do hodnoty Q50 bude veden okolo obce a bude docházet k jeho bezpečnému rozlivu do trvalého travního porostu na východ od obce. Běžné průtoky budou vedeny kynetou,

která je navržena na kapacitu Q2. Doplnkové opatření na východním okraji území urychlí proces přirozené renaturace koryta vodního toku, čímž dojde k vytvoření nových podmínek pro živočichy a rostliny, ale bude podpořena i samočistící funkce vodního toku. Ochranná zatravnění umožní zachycení sedimentů již na plochách půdních bloků.

8. Dokumentace technického řešení PSZ

Obsah a náležitosti dokumentace technického řešení jsou obsaženy v dokumentu Státního pozemkového úřadu - Technický standard PSZ.

V rámci dokumentace technického řešení (DTR) jsou navrhovaná opatření doplněna podrobnějším popisem technického řešení. Pozemkový úřad na základě analýzy vybírá jednotlivá opatření, pro která se DTR zpracovává a požadavky jsou upřesňovány v průběhu projednávání návrhu PSZ. Dle potřeby jsou jednotlivá opatření doložena rozsahem technického řešení za účelem určení potřebné výměry půdy jednotlivých opatření a podrobnější grafickou dokumentací. DTR je v rámci dokumentace PSZ jako samostatná příloha a skládá se z Průvodní zprávy, Technické zprávy a Grafických příloh. Dokument slouží jako podklad pro přípravu realizace staveb (SPÚČR, 2016).

Poznámka autora:

V rámci dokumentace technického řešení PSZ je zpracována průvodní a technická zpráva dle náležitostí Technického standardu dokumentace plánu společných zařízení v pozemkových úpravách jednotně pro všechna opatření. Výkresy jednotlivých opatření jsou součástí příloh této práce.

Jednotlivá opatření se volena s vodohospodářskou funkcí. Opatření mají zároveň funkci protierozní ochrany a ochrany životního prostředí a zemědělského půdního fondu.

A. Průvodní zpráva

A.1 Identifikační údaje

Název akce: Vodohospodářská opatření v rámci KoPÚ
Popovice u Dolního Bukovska

Dotčené správní celky:

Katastrální území: Popovice u Dolního Bukovska

Obec: Dolní Bukovsko

Kraj: Jihočeský

Vypracoval: Bc. Štěpán Krátký
Vedoucí práce: Ing. Martin Sucharda

Stupeň dokumentace: Dokumentace technického řešení

Předmět dokumentace: Návrh vodohospodářských opatření za účelem odvedení povrchových vod z území a protipovodňové ochrany obce

A.2 Účel navržených opatření a jejich zdůvodnění

Soubor opatření má posílit protipovodňovou ochranu obce Popovice. Jednotlivá opatření jsou navržena se snahou zvýšení biodiverzity prostředí. Zastavěná část území je ohrožena povrchovým odtokem ze svahů nad obcí a nedostatečnou kapacitou vodohospodářských opatření na hranici intravilánu osady. Opatření k odvádění povrchových vod z území jsou navržena na svazích za cílem přerušení povrchového odtoku a jeho bezpečného svedení. Pomocí protipovodňových opatření je stav vodohospodářských opatření zkapacitněn, či upraven tak, aby obec nebyla v budoucnu ohrožena povodňovými průtoky. Ve východním okraji území bylo navrženo opatření s cílem ochrany vodního toku před zanášením s výsadbou podporující a urychlující proces přirozené renaturace.

A.3 Výchozí podklady

- Základní vodohospodářská mapa 1 : 50 000
- Základní mapy ČR Zabaged 1 : 10 000
- Podklady pro KoPÚ Popovice u Dolního Bukovska, které poskytla firma Gepard, s. r. o. se svolením Státního pozemkového úřadu pobočky České Budějovice.
 - mapa BPEJ
 - katastrální mapa
 - ortofoto mapa
 - DMR 4G, DMR 5G
 - geodetické zaměření
 - rozbor současného stavu
 - Základní hydrologické údaje od ČHMÚ pobočka České Budějovice (č. ev. 10746/2019)
 - Hydrogeologický průzkum od 4G consite s.r.o. (č. úkolu 20 004)
- Návrh územního plánu a stávající ÚP Dolní Bukovsko
- Dokumentace staveb odvodnění poskytnutá archivem Zemědělské vodohospodářské správy ve spisovně Povodí Vltavy, státní podnik na vodním díle Orlík
- Terénní šetření a pořízená fotodokumentace 07/2019, 02/2020

A.4 Zásady návrhu opatření

Návrh opatření vychází z požadavků ochrany obce před povrchovým odtokem a přívalovými srážkovými úhrny. Opatření přerušující povrchový odtok byla navržena tak, aby co nejméně omezovala využití půdy a podporovala zvýšení biodiverzity území. Protipovodňová opatření byla navržena v rámci zvýšení kapacity ve stávajících místech. Opatření regulující směr povodňových průtoků jsou navržena s ohledem na bezpečnost zastavěného území. Ochranné zatravnění bylo navrženo podél koryt vodotečí v místech možného usazování sedimentů a snižování průtočnosti koryt.

Navržená opatření podléhají omezením z hlediska ochranného pásma vodního zdroje vrtů Dolní Bukovsko kategorie 2a a 2b. Dále území spadá pod chráněnou oblast přirozené akumulace vod Třeboňská pánev. Návrh opatření dále podléhá omezením inženýrských sítí elektrické nadzemního vedení s ochranným pásmem 10 m a sdělovacího podzemního vedení s ochranným pásmem 1,5 m. Návrh opatření byl také omezen z důvodu plošného odvodnění půdních bloků.

A.5 Základní charakteristika opatření a jejich rozdělení na stavební objekty

V rámci této práce je navržený soubor opatření řešený dle vodohospodářských opatření. Typově lze ovšem jednotlivá opatření dělit následovně.

Opatření k odvádění povrchových vod z území

- SO1 – Sběrný průleh odváděcí

Protipovodňová opatření

- SO2 – Rozdělovací objekt
- SO3 – Ochranné zatravnění ORG1
- SO4 – Propustek P6
- SO5 – Přehrazení vpusti
- SO6 – Otevření hlavního odvodňovacího zařízení

Opatření k ochraně a tvorbě životního prostředí

- SO7 – Ochranné zatravnění ORG2

A.7 Souhrnné hodnocení dosažených efektů

Vlivem opatření dojde k přerušení povrchového odtoku na svazích nad obcí. Opatření k odvádění povrchových vod z území mají za důsledek snížení parametru délky svahu v rámci výpočtu erozního smyvu. Akumulovaný povrchový odtok bude řízen tak, aby neohrožoval zastavěné území obce. Vegetační doprovody a charakter opatření zvýší biodiverzitu a ekologickou hodnotu území. Vzniknou nová ekologická stanoviště a bude zvýšena ochrana vod.

A.8 Údaje o souladu s územně plánovací dokumentací (ÚPD)

Dle stávající územně plánovací dokumentace z r. 2003 jsou všechna navržená opatření v nesouladu. Jednotlivé stavební objekty budou proto posouzeny dle projednávaného návrhu územního plánu. Stavební objekty 4 a 5 nejsou posuzovány z hlediska souladu s ÚPD.

SO1 – Sběrný průleh odváděcí

Navržené opatření není v souladu s ÚPD obce Dolní Bukovsko. Z důvodu větší efektivity bylo opatření navrženo ve větší délce a o 40 m blíže k obci.

SO2 – Rozdělovací objekt

Navržené opatření není v souladu s ÚPD obce Dolní Bukovsko.

SO3 – Ochranné zatravnění ORG1

Opatření je svým rozsahem v souladu s ÚPD obce Dolní Bukovsko.

SO6 – Otevření hlavního odvodňovacího zařízení

Navržené opatření není v souladu s ÚPD obce Dolní Bukovsko. V územním plánu se v daném místě nenachází žádný návrh opatření.

SO7 – Ochranné zatravnění ORG2

Opatření je svým rozsahem v souladu s ÚPD.

B. Technická zpráva

SO1 – Sběrný průleh odváděcí

1. Popis území

Opatření je navrženo na svahu orné půdy v severozápadní části území. Pomyslná údolnice tohoto svahu míří přímo směrem k obci. Spodní hrany tohoto svahu jsou ohraničeny cestními příkopy, které se setkávají na severozápadním okraji zastavěného území obce u propustku P6 převádějícího průtok přes silnici III. třídy. Svah svou polohou ohrožuje obec ať už svým povrchovým odtokem, nebo omezováním kapacity vodohospodářských zařízení u intravilánu vlivem zanášení splavovaných sedimentů. Dle dostupných podkladů se v území nachází málo propustné půdy hydrologické skupin půd ozn. C. Expozice svahu je jižním až jihovýchodním směrem s průměrným sklonem okolo 3°. Na půdním bloku se nachází plošné drenážní odvodnění roku výstavby 1981, které je vyvedeno na severozápadním okraji obce Popovice. Opatření se nachází v ochranném pásmu vodního zdroje stupně II.b. Průměrný smyv půdy svahu byl vypočten na 5,8 t/ha/rok. V historii byla v důsledku erozního smyvu a povrchového odtoku tohoto svahu vyplavena osada Popovice. V současné době probíhá v severní části tohoto svahu ukončování těžby cihlářské hlíny. Pozemky budou uvedeny do stavu před těžbou.

2. Architektonické začlenění opatření

Opatření je vodohospodářského charakteru umístěné mimo intravilán obce Popovice. Průleh byl navržen s ohledem na plánovaný rozvoj a protipovodňovou ochranu obce, ochranu přírody, vodohospodářské funkce a krajinný ráz. Stavba není v rozporu s architektonickým řešením obce.

3. Účel navrhovaného opatření

Sběrný průleh je navržen na půdním bloku s kulturou orné půdy. Průleh má funkci přerušení a akumulaci povrchového odtoku ve svém korytě a jeho bezpečné odvedení do příkopu. Svah svojí polohou nejvíce ohrožuje obec Popovice povrchovým odtokem, což naznačuje i hodnota erozního smyvu na této ploše, která se vlivem navrženého opatření sníží. Cílem opatření je tedy přerušit povrchový odtok zhruba v polovině svahu a svést řízeně akumulovaný odtok do cestního příkopu v západní části řešeného území. Stavba ochrání Popovice od negativních účinků přívalových srážek ze severozápadní části řešeného území.

4. Podklady pro návrh technického řešení

Stanovení návrhového průtoku bylo určeno dle intenzitní metody. Popis výpočtu intenzitní metody viz kapitola 4.1.4 *Intenzitní metoda pro výpočet průtoku*.

Sběrná plocha průlehu: 0,139 km²

Odtokový součinitel území: 0,32 (Härtel, 1925)

Tabulka 27: Návrhové parametry - SO1 - Sběrný průleh odváděcí

doba trvání srážky t (min) = 120

	srážkový úhrn [mm]	intenzita srážky [mm/min]	návrhový průtok [m ³ /s]
N = 2 roky	22,79	0,19	0,141
N = 5 let	35,73	0,30	0,223
N = 10 let	44,54	0,37	0,274
N = 20 let	55,60	0,46	0,341
N = 50 let	70,02	0,58	0,430
N = 100 let	80,47	0,67	0,497

5. Popis stavebně technického řešení

Trasa

Trasa průlehu je navržena tak, aby kopírovala spojnici vnějšího okraje drenážních šachtic s odstupem 10 m. V rámci stability je průleh posuzován jako přímé koryto. Průleh začíná cca 60 m pod hřbetem svahu. Prvních 32 m koryto postupně nabírá hloubku do 0,3 m. Celková délka je průlehu je 382 m a je zaústěn do cestního příkopu kamenným skluzem pod úhlem 89 °. Dno i protilehlý břeh příkopu jsou opevněny kamenným pohozem. Trasa průlehu vede nad melioračním odvodněním, které vzhledem k hloubce nebude korytem dotčeno.

Podélný profil

Podélný sklon je největší v horní části trasy a to 4 %. Nejmenší sklon je naopak před ústím koryta do příkopu a to 0,9 %.

Příčný profil

Navržené koryto má tvar jednoduchého lichoběžníku s příčným sklonem 1:5, který umožňuje přejezd zemědělské techniky. Šířka koryta ve dně je navržena na 0,5 m. Minimální hloubka průlehu byla stanovena na 0,3 m. Dno i břehy průlehu budou opevněny vegetačním způsobem a to osetím travní směsí s převahou Lipnice luční (*lat. Poa pratensis*) jež zabezpečuje průleh před vymíláním i při plném plnění profilu. Dle TNV 75 2103 je nejvhodnější odrůda Baron. Průtočný profil průlehu byl navržen na minimální hloubku 0,3 m, která zajišťuje kapacitní průtok $Q_{100} = 0,497 \text{ m}^3/\text{s}$. Koryto průlehu je doplněno sedimentačním pásem ve směru proti svahu o šířce 10 m. Jak již bylo zmíněno zatravnění bude kopírovat spojnici drenážních šachtic až po vnější okraj. Ve směru po svahu je navržen podél průlehu zatravněný pás o šířce 5 m, v jehož prostředku je navržena liniová dřevinná výsadba s rozestupy 20 m mezi jednotlivými stromy.

Objekty v trase

V trase průlehu se nenachází žádné objekty. Průleh je vyveden do cestního příkopu kamenným skluzem, který je součástí návrhu *SO2 – Rozdělovací objekt*. Skluz je ze záhozu do 70 kg, kdy minimálně 1/3 kamenů je nad 50 kg.

Vegetační doprovody

Průleh je navržen s vegetačním způsobem opevnění a to travním osetím s převahou Lipnice luční (lat. *Poa pratensis*). Specifická odrůda Baron má schopnost odolávat vyšším průtočným rychlostem (TNV 75 2103, 2014). V rámci návrhu je protilehlý svah podél průlehu v šířce 10 m osázen travní směsí. Ve směru po svahu je osetí v šířce 5 m s dřevinnou výsadbou javorů po 20 m. Za účelem zvýšení rozmanitosti porostu je náhodně mezi javory vložena výsadba keřů bezu. Dřevinná výsadba se dotkne melioračního odvodnění. Výsadba byla navržena dle podkladů do částí sběrných drénů, které případnou destrukcí kořenového systému nebudou mít vliv na využití celé stavby. V rámci snahy o zanechání funkčnosti plošného odvodnění je důležité vyhnout se výsadbě nad svodnými drény. Druh porostů byl vybírán s ohledem na maximální výšku za účelem snížení ostínění orné půdy.

Pro bukový vegetační stupeň jsou vhodné javor babyka (*Acer campestre*) a javor mléč (*Acer platanoides*). Z keřů jsou to bez černý (*Sambucus nigra*) a bez červený (*Sambucus racemosa*) (Zlatník, 1976).

6. Hydrotechnické výpočty

Parametry průlehu byly určeny na základě Chézyho rovnice rychlosti proudění v otevřených korytech, která je popsána v kapitole 4.1.2 *Výpočet proudění v korytech*. Stabilita koryta byla určena dle Zuny, jenž je popsána v kapitole 4.1.3 *Výpočet stability koryt*. Odolnost Lipnice luční ve snadno erodovatelných půdách je 1,5 m/s při podélném sklonu 0 – 5 % (USDA, 1975).

Tabulka 28: SO1- Návrhové parametry průlehu

Q50 =	0,43	m ³ /s	... návrhový průtok
b =	0,5	m	... šířka dna
1:m	5		... sklon břehů
i _o =	0,0389		... podélný sklon dna
n =	0,03		... travní směs s převahou Lipnice luční

Parametry koryta

h	S	O	R	C	B	v	Q	Q
[m]	[m ²]	[m]	[-]	[-]	[m]	[m/s]	[m ³ /s]	[l/s]
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,05	0,0375	1,010	0,037	11,55	1,35	0,439	0,016	16,46
0,1	0,1	1,520	0,066	12,71	1,50	0,643	0,064	64,29
0,15	0,1875	2,030	0,092	13,45	1,65	0,806	0,151	151,14
0,2	0,3	2,540	0,118	14,01	1,80	0,950	0,285	284,90
0,25	0,4375	3,050	0,143	14,47	1,95	1,081	0,473	472,95
0,3	0,6	3,559	0,169	14,86	2,10	1,204	0,722	722,22

Stabilita koryta

Tz	47,103	Pa
Tmax	56,524	Pa
h	Ts	Tx
[m]	[Pa]	[Pa]
0	0	0,000
0,1	25,10909462	23,588
0,2	45,07888964	33,359
0,3	64,32675362	40,856

Mezní hodnoty tečného napětí

břehy	60-70	... zdurelizovaný travní porost
-------	-------	---------------------------------------

Kde:

h - výška koryta

n - Drsnostní součinitel dle Manninga (-) -> Lipnice luční

i - minimální sklon nivelety dna

m - poměr sklonů svahu 1:m

b - šířka ve dně

B - šířka v hladině

O - omočený obvod

S - průtočná plocha

R - hydraulický poloměr

C - Manningův rychlostní součinitel

v - průřezová rychlost

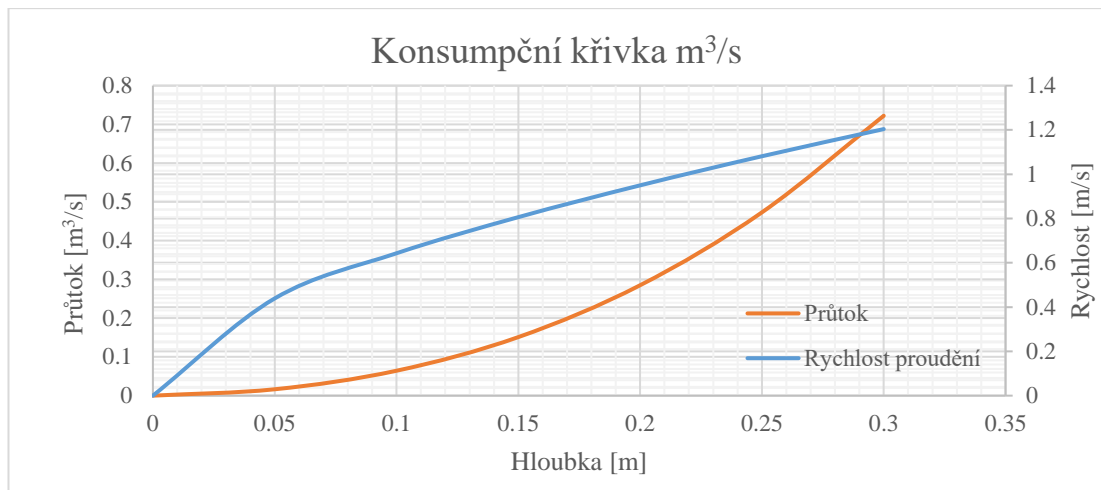
Q - průtok

Tz – tečné napětí v pate svahu

Tmax – tečné napětí v ose dna

Ts – střední tečné napětí v korytě

Tx – tečné napětí v bode x ve svahu



Obrázek 20: SO1 - Konsumpční křivka průlehu

7. Popis vlivu navrženého opatření na životní prostředí

Navržené opatření nemá negativní vliv na životní prostředí. Nedojde k žádnému zhoršení současného stavu. Negativní vlivy opatření mohou být pouze přechodného charakteru po dobu trvání stavby. Může se jednat především zvýšení prašnosti a o hlučnost z činnosti zemních strojů a vozidel. Mechanismy používané na při výstavbě musí být v takovém technickém stavu, aby nedocházelo k úniku ropných látek do půdy, či vody.

Zatravnění části orné půdy může vést naopak ke zlepšení podmínek životního prostředí. Travní porost může poskytnout stanoviště pro různé druhy živočichů a rostlin.

Vlivem stavby nedojde k ohrožení podmínek v ochranném pásmu vodního zdroje.

Související výkresová dokumentace

- 3.2.1 SO1 Podrobná situace
- 3.2.2 SO1 Podélný profil
- 3.2.3 SO1 Vzorové řezy
- 3.2.4 SO1 Charakteristické řezy
- 3.3.1 SO2 Schematický výkres

SO2 – Rozdělovací objekt

1. Popis území

Rozdělovací objekt lze charakterizovat jako betonovou přehrážku situovanou na cestním příkopu zhruba 120 m před obcí. V původním stavu zde dochází k rozdělení průtoku v příkopu mezi propustek P37 a koryto cestního příkopu pokračující dále směrem k obci. Propustek převádí vodu do příkopu na druhé straně cesty, na který navazuje vpust do dešťové kanalizace VT2. V místě bylo v době průzkumu navezeno kamení v plném profilu koryta, které má za účel odklonit veškerý průtok v příkopu do propustku. Tímto je zde vytvořena poměrně málo propustná bariéra odtoku.

2. Architektonické začlenění opatření

Opatření je vodohospodářského charakteru umístěné mimo intravilán obce Popovice. Prvek byl navržen s ohledem na vodohospodářské funkce a ochranu obce. Stavba není v rozporu s architektonickým řešením obce.

3. Účel navrhovaného opatření

Opatření je navrženo jako přehrážka, která umožňuje odklon průtoku o bezpečné kapacitě vůči propustku P37 a dešťové stoce VT2. Vyšší průtoky přetečou přes přepad a budou pokračovat dále cestním příkopem.

4. Podklady pro návrh technického řešení

Návrhový průtok byl určen na základě výpočtu metody CN křivek. Výpočet průtoku pro tento profil viz kapitola 6.9.1 *N-leté průtoky v dílčích uzávěrových profilech*. Popis metody CN křivek viz kapitola 4.1.1 *Metoda CN křivek*.

N-leté průtoky QN pro stanovený profil [m ³ /s]					
2	5	10	20	50	100
0,430	0,880	1,31	1,75	2,28	2,71

5. Popis stavebně technického řešení

Těleso přehrážky tvoří železobetonová konstrukce. Spadiště hrázky je opevněno v břehu i dně dlažbou z lomového kamene v délce 2,75 m. Vývařiště je hluboké 0,25 m. Technické a konstrukční parametry jsou řešeny schematicky.

Postup výpočtu přepadu a vývaru viz kapitola 4.1.5 *Výpočet přepadu a vývaru*. Uspořádáním objektu se jedná o šikmý obdélníkový Bazinův přeliv

- Součinitel m 0,537
- Výška hrany přepadu 0,6 m
- Šířka přelivné hrany 1,5 m
- Průtok přes přeliv při Q20 1,657 m³/s

Vývar

- hloubka 0,25 m
- délka 2,75 m.

7. Popis vlivu navrženého opatření na životní prostředí

Navržené opatření může ovlivňovat odtokové poměry. Jedná se o opatření na cestním příkopu migračně nevýznamného. Nedojde k žádnému zhoršení současného stavu. Negativní vlivy opatření mohou být pouze přechodného charakteru po dobu trvání stavby. Může se jednat především o zvýšení prašnosti a o hlučnost z činnosti zemních strojů a vozidel. Mechanismy používané při výstavbě musí být v dobrém technickém stavu, aby nedocházelo k úniku ropných látek do půdy, či vody.

Související výkresová dokumentace

- 3.3.1 SO2 Schematický výkres

SO3 – Ochranné zatravnění

1. Popis území

Ochranné zatravnění je navrženo v patě svahu na severozápadním okraji obce Popovice. Jedná se o odvodněný půdní blok nacházející se v ochranném pásmu vodního zdroje stupně II.b. V místě je vlivem ukládání sedimentů snižována kapacita vodohospodářských opatření.

2. Architektonické začlenění opatření

Opatření je krajinného charakteru s vodohospodářskou funkcí. Poloha opatření je u hranice intravilánu obce Popovice. Zatravnění je navrženo s ohledem na plánovaný rozvoj obce, protipovodňovou ochranu obce a ochranu přírody, vodohospodářské funkce a krajinný ráz. Stavba není v rozporu s architektonickým řešením obce.

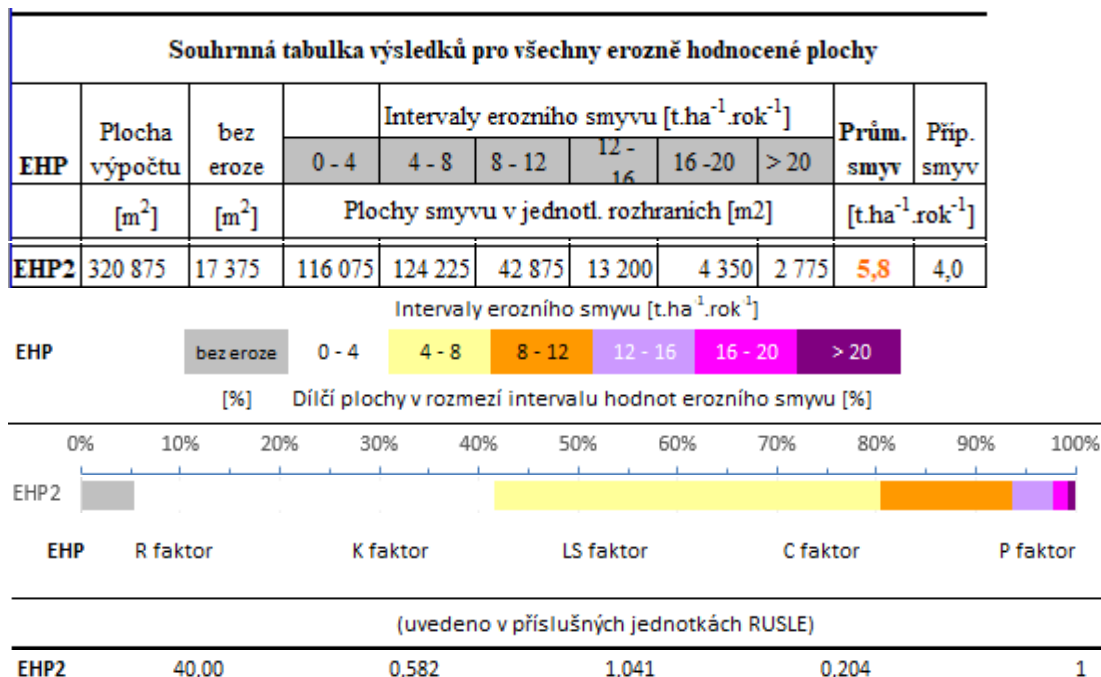
3. Účel navrhovaného opatření

Zatravnění má za cíl zachycení erozního smyvu již ve spodní části tohoto svahu a zamezit jeho transportu do cestního příkopu, kde dochází k ukládání těchto sedimentů a snižování kapacity koryta příkopu a navazujícího propustku pod silnicí III. třídy.

4. Podklady pro návrh technického řešení

Tabulka erozní ohroženosti byla přebrána a upravena z kapitoly 6.7.1 *Vodní eroze*.

Tabulka 29: Erozní ohroženost EHP2



5. Popis stavebně technického řešení

Zatravnění je navrženo podél cestního příkopu vedoucí směrem k obci ze západu a podél silnice vedoucí ze severu na jih. Zatravnění kopíruje okraj orné půdy jižní a jihovýchodní části v rozsahu 10 m. Druhá skladba nově zakládaných travních porostů by měla respektovat stanovištní podmínky lokality. Zatravnění je provedeno výsevem s pravidelným doséváním v mezidobí. Zatravnění je doplněno výsadbou stromů v části blíže k půdnímu bloku z důvodu eliminace působení škod na odvodňovací stavbě kořenovým systémem. Druhá skladba stromů odpovídá bukovému vegetačnímu stupni. Vhodné stromy jsou například javor babyka, javor mlč. Rozestupy mezi stromy na jižní straně jsou 30 m a na jihovýchodní straně 50 m.

7. Popis vlivu navrženého opatření na životní prostředí

Navržené opatření má pozitivní vlivy na životní prostředí. Travní porost a stromová výsadba může poskytnout stanoviště pro různé druhy živočichů a rostlin. Zatravnění podporuje podmínky v ochranném pásmu vodního zdroje.

Související výkresová dokumentace

- 3.4.1 SO3 Podrobná situace
- 3.4.2 SO3 Charakteristický řez

SO4 – Propustek P6

1. Popis území

Opatření je navrženo jako zkapacitnění stávajícího propustku P6. Stávající průměr propustku je 500 mm, což bylo vyhodnoceno jako nedostatečné. Propustek se nachází na severozápadním okraji zastavěného území Popovic. Jedná se o stěžejní prvek převodu odtoku ze západní části území do východní skrz silnici III/1478 Radonice – Hvozdo. V současném stavu dochází při vydatných deštích k přelévání přes těleso silnice a neřízenému odtoku skrz obec. Před propustkem dochází k akumulaci průtoků z cestních příkopů vedených ze západu a severu území, dále melioračních výustě půdního bloku a povrchového odtoku z přilehlého svahu. Místo se nachází na hranici ochranných pásem vodního zdroje II.a a II.b.

2. Architektonické začlenění opatření

Opatření je vodohospodářského charakteru umístěné u hranice intravilánu obce Popovice. Prvek byl navržen s ohledem na vodohospodářské funkce a protipovodňovou ochranu obce. Stavba není v rozporu s architektonickým řešením obce.

3. Účel navrhovaného opatření

Zkapacitnění vyřeší nevhodnou stávající kapacitu propustku o světlé šířce 500 mm. Nový propustek tak zajistí bezpečný průchod vody na hranici zastavěného území.

4. Podklady pro návrh technického řešení

Návrhové průtoky byly určeny na základě lineární interpolace mezi profilem obsahujícím ČHMÚ průtokové řady a profilem na kterém byly průtokové řady určeny metodou CN křivek.

Tabulka 30: Návrhové průtoky SO4 - Propustek P6

N - leté maximální průtoky					
N	5	10	20	50	100
QN	0,837	1,32	1,86	2,60	3,23

5. Popis stavebně technického řešení

Jedná se o kruhový trubní betonový propustek. Navržený propustek je z prefabrikovaných betonových trub s kolmými čely z betonu odlážděného lomovým kamenem. Nosná konstrukce propustku je navržena z betonového materiálu a propustek bude uložen do šterkopískového lože. Osa propustku svírá s osou komunikace pravý úhel. Na výtoku z propustku je z důvodu minimalizace erozních účinků vytékající vody navrženo opevnění kamennou dlažbou. Energie vytékající vody bude tlumena vodním skokem do hloubky 5 cm.

Tabulka 31: Parametry SO4 - Propustek P6

Parametry betonového propustku kruhového profilu		
Q ₅₀ =	2,60	m ³ /s
Q=	2,78	m ³ /s
I=	4,9	%
DN=	800	mm
Délka	7,4	m

6. Hydrotechnické výpočty

Tabulka 32: Hydrotechnické výpočty SO4 - Propustek P6

Průtok Q_d a střední průřezová rychlost v_d při plném plnění profilu:			
Q _d = 24 * DN ^{8/3} * I/2	Q _d =	2,93	m ³ /s
v _d = 30,5 * DN ^{2/3} * I/2	v _d =	5,82	m/s
Průtok Q_d a střední průřezová rychlost v_d při plnění profilu h = 0,75 * DN:			
Q = Q _d * 0,95	Q _d =	2,78	m ³ /s
v = v _d * 1,137	v _d =	6,62	m/s
Posouzení návrhu:			
Q = 2,78 m ³ /s	Q ₅₀ = 2,60 m ³ /s	Q ≥ Q ₅₀	VYHOVUJE
v = 6,62 m/s	v _{max} = 7,00 m/s	v ≤ 7 m/s	VYHOVUJE

7. Popis vlivu navrženého opatření na životní prostředí

Navržené opatření nemá negativní vliv na životní prostředí. Nedojde k žádnému zhoršení současného stavu. Negativní vlivy opatření mohou být pouze přechodného charakteru po dobu trvání stavby. Může se jednat především o zvýšení prašnosti a o hlučnost z činnosti zemních strojů a vozidel. Mechanismy používané při výstavbě musí být v technickém stavu, aby nedocházelo k úniku ropných látek do půdy, či vody.

Související výkresová dokumentace

- 3.5.1 SO4 Schematický výkres

SO5 – Přehrazení vpusti

1. Popis území

Opatření je navrženo na severozápadním okraji zastavěné části obce Popovice. Jedná se o místo, kde dochází k přerozdělování průtoku mezi dešťovou vpust do neoznačené stoky, která se napojuje na dešťovou stoku VT2 a zatrubněné hlavní odvodňovací zařízení. Voda je do místa přiváděna od propustku P6 a příkopem ze severní části území. Místo se nachází na hranici ochranných pásem vodního zdroje II.a a II.b.

2. Architektonické začlenění opatření

Opatření je vodohospodářského charakteru umístěné na hranici intravilánu obce Popovice. Prvek byl navržen s ohledem na vodohospodářské funkce a protipovodňovou ochranu obce. Stavba není v rozporu s architektonickým řešením obce.

3. Účel navrhovaného opatření

V současné době je v případě vyšších srážkových úhrnů přeplňována dešťová stoka procházející obcí. Je to způsobeno nedostatečnou kapacitou dešťové stoky po spojení větve od vpusti v severní části zastavěného území a druhé větve ze severozápadní části vpusti na hranici intravilánu. Přehrazením vpusti do neoznačené dešťové stoky je navrženo z důvodu zabezpečení před přeplňováním profilu dešťové stoky VT2. Opatření je navrženo se záměrem ponechání funkčnosti větve stoky. Přehrazením bude průtok sveden navrženého opatření SO6 - Otevření hlavního odvodňovacího zařízení.

4. Popis stavebně technického řešení

Před vpustí bude vybudován objekt s dlužovou stěnou. Stěny dluže budou upevněny do přilehlého svahu a betonového základu ve dně na štěrkopískovém loži. V pust bude seříznuta v rozsahu umožňujícím zasazení objektu do svahu. Přehrazení vpusti umožňuje samotná dlužová stěna s vodícími drážky, do kterých budou umístěny dlužové desky, aby došlo k přehrazení celého profilu propustku. Vrchní část dlužového objektu bude zabezpečena poklopem, na který může být nasypána zemina dle stávající stavu.

5. Popis vlivu navrhovaného opatření na životní prostředí

Navržené opatření nemá negativní vliv na životní prostředí. Nedojde k žádnému zhoršení současného stavu. Negativní vlivy opatření mohou být pouze přechodného charakteru po dobu trvání stavby. Může se jednat především o zvýšení prašnosti a o hlučnost z činnosti zemních strojů a vozidel. Mechanismy používané při výstavbě musí být v dobrém technickém stavu, aby nedocházelo k úniku ropných látek do půdy, či vody.

Související výkresová dokumentace

- 3.6.1 SO5 Schematický výkres

SO6 – Otevření hlavního odvodňovacího zařízení

1. Popis území

Opatření kopíruje hranici intravilánu od severu na východ. Jedná se o propojení oblasti na severozápadním okraji osady, kde dochází ke střetu svodných prvků ze západní a severní části území, s Popovickým potokem na východě. Stavební objekt je navržen v ose stávajícího zatrubněného hlavního odvodňovacího zařízení, které je ve správě SPÚ ČR. Opatření v několika místech křížuje sdělovací vedení a nachází se v ochranném pásmu vodního zdroje stupně II.a. Dle dostupné dokumentace odvodnění, by stavba neměla zasahovat do plošné stavby odvodnění. Do dotčeného hlavního odvodňovacího zařízení nejsou zaústěny prvky odvodnění.

2. Architektonické začlenění opatření

Opatření je vodohospodářského charakteru umístěné v blízkosti intravilánu obce Popovice. Otevření melioračního potrubí je navrženo s ohledem na protipovodňovou ochranu obce. Opatření plní vodohospodářské funkce a zlepšuje krajinný ráz. Stavba není v rozporu s architektonickým řešením obce ani plánovaným rozvojem.

3. Účel navrhovaného opatření

Stavební objekt je navržen v ose stávajícího zatrubněného hlavního odvodňovacího zařízení, které je ve správě SPÚ ČR. Opatření prochází okrajem orné půdy a trvalým travním porostem. Navržené opatření má ve snaze vrátit hydrologický režim k původnímu charakteru a převést tak povodňové průtoky bezpečně kolem Popovic do Popovického potoka na východě území. Historicky v blízkosti HOZ vedla úvozová cesta, která umožňovala převést povodňové průtoky kolem obce do pole na východ od obce. Postupnou úpravou krajiny a intravilánu obce byla úvozová cesta zrušena. Opatření je navrženo tak, aby bezpečným a přírodně blízkým způsobem převádělo odtok kolem obce.

4. Podklady pro návrh technického řešení

Návrhové průtoky byly určeny na základě lineární interpolace mezi profilem obsahujícím ČHMÚ průtokové řady a profilem na kterém byly průtokové řady určeny metodou CN křivek.

Tabulka 33: Návrhové průtoky SO6 - Otevření hlavního odvodňovacího zařízení

N - leté maximální průtoky						
N	2	5	10	20	50	100
Q [m ³ /s]	0,341	0,837	1,32	1,86	2,60	3,23

5. Popis stavebně technického řešení

Trasa toku

Nová trasa je navržena jako náhrada za nekapacitní zatrubněné hlavní odvodňovací zařízení. Návrh počítá s vyjmutím a zasypáním stávajícího potrubí. Trasa začíná v místě stávající vpusti a končí zaústěním do Popovického potoka. V korytě jsou navrženy balvany tlumící energii povodňových průtoků. Celková délka úpravy je 435 m. Tvar koryta je složeného lichoběžníku se stěhovavou kynetou s celkovou kapacitou na průtoky odpovídající Q50 a Q20. Kyneta je kapacitní na průtoky Q2. V místě velkých sklonů je koryto opevněno příčnými prahy z kamenů do 80 kg. Trasu toku lze rozdělit do tří částí.

St. km 0.000 – 0.070

Tento úsek zahrnuje vyústění do Popovického potoka kamenný skluzem. Jedná se o část s mírnějším sklonem, kde je meandrování kynety navržené ve větším rozsahu. Navržené koryto je v menší šířce. Tato část úseku končí Brodem 1.

St. km 0.070 – 0.233

Jedná se o úsek mezi brody 1 a 2. Jedná se o část s velkým sklonem. Koryto v této části je navržené širší za účelem brzdění průtoků drsností povrchu. Průtoku kolem Q20 by měly přetékat přes levou horní břehovou hranu do plochy trvalého travního porostu. Charakter území zde umožňuje rozlití části povodňového průtoku bezpečně do krajiny s minimálními škodami. V prostřední části úseku je navržena menší tůň vytvářející podmínky pro rozmnožování obojživelníků.

St. km. 0.233 – 0.435

Část tohoto úseku je s vysokým sklonem, kde je jeho brždění navrženo pomocí měnicí se šířkou koryta a možnost rozlivu povodňových průtoků bezpečně do krajiny.

V st. km 0,363; 0,001 dochází ke křížení se sdělovacím vedení společnosti E-ON. Bylo navrženo přeložením sdělovacího vedení podél levého břehu nejkratší cestou tak, aby ochranné pásmo 1,5 m od osy kabelu nezasahovalo do trasy koryta.

Podélný profil

Vzhledem k reliéfu terénu je podélný sklon vysoký. Největších hodnot nabývá v prostřední části trasy a to zhruba 4,5 % a 4 %. Na začátku a na konci trasy je naopak sklon nejnižší a to kolem 1 %. V místech vysokého sklonu je koryto zpevněno příčnými kamennými prahy z kameniva do 80 kg.

Příčný profil

Příčný profil odpovídá složenému lichoběžníku s měnicí se šířkou v průběhu trasy. Minimální šířka koryta ve dně je 2 m + 1,7 m kyneta. Příčný sklon břehů kynety je 1:1,5 a sklon koryta 1:5. Hloubka kynety je 0,4 m a hloubka zbývajících koryta je měnicí v ohledu na část úseku. Celková hloubka koryta v úseku s převedením povodňových průtoků je min. 0,7 m. Kyneta je tvořena šterkovým trávníkem, který umožňuje stabilní přírodní opevnění vzhledem ke sklonům. Šterk je tvořený minimálně z 30 % de 0,1 m a zbytek de 0,05 m. Zbytek koryta je tvořen travním porostem. Vhodnější je v tomto kosený, který zajišťuje vyšší stabilitu.

Objekty na trase toku

Jak již bylo zmíněno na trase se nachází dva brody s funkcí zpřístupnění pozemků pomocí cest v st. km. 0,070 a 0,233. V trase je dále navržena tůň ve st. km. 0,175. Schematický výkres brodu a tůně viz. příloha 3.7.4 SO6 Charakteristické řezy.

Vegetační doprovody

V rámci návrhu byla navrženy pouze 2 stromy. Druhové složení bylo přizpůsobeno potřebám opylovačů rostlin dle doporučení TNV 75 2103. Stromy jsou navrženy podle doby kvetení, aby bylo docíleno možnosti vytvořit podmínky pro přežití hmyzu po celou dobu jara. Navrženy tedy byly doprovodné porosty olše šedá (1 ks.), vrba bílá (1 ks.). V rámci vedení trasy není dotčen žádný stávající strom. Just (2005) uvádí možnost využití samovolného zarůstání náletů, které umožní vzrůst porostům, kterým dané podmínky vyhovují. Jedná se také o ekonomičtější způsob ozeleňování.

6. Hydrotechnické výpočty

Parametry koryta byly nejprve odhadnuty pomocí Chézyho rovnice proudění v otevřených korytech. Návrh byl poté vyhodnocen v softwaru HEC-RAS, který ve vytvořeném modelu umožňuje posouzení každého profilu zvláště včetně stability koryta v celé trase koryta. Metoda výpočtu proudění v otevřených korytech je popsána v kapitole 4.1.2 *Výpočet proudění v korytech*.

Tabulka 34: SO6 - návrhové parametry koryta

Kyneta Q2	0.341	m ³ /s
b	0.5	m
1:m	1.5	
i _o	0.02	

Koryto Q20	1.86	m ³ /s
1:m	5	

Drsnost (Manning)

n	0.04	... kyneta (Q2) štěrk prorostlý trávou
n	0.05	... niva (Q20) přírodní koryto částečně zarostlé s balvany

Přehled symbolů v následujících tabulkách:

Tabulka dle Chézyho

<i>b</i>	<i>šířka koryta ve dně</i>
<i>1:m</i>	<i>příčný sklon</i>
<i>i_o</i>	<i>podélný sklon</i>
<i>n</i>	<i>drsnost</i>
<i>h</i>	<i>výška hladiny</i>
<i>S</i>	<i>průtočný profil</i>
<i>O</i>	<i>omočený obvod</i>
<i>R</i>	<i>hydraulický poloměr</i>
<i>C</i>	<i>rychlostní součinitel (Chézyho)</i>

<i>B</i>	<i>šířka hladiny</i>
<i>v</i>	<i>rychlost proudění</i>
<i>Q</i>	<i>průtok</i>

Tabulka dle HEC-RAS

River station *označení příčných profilů*

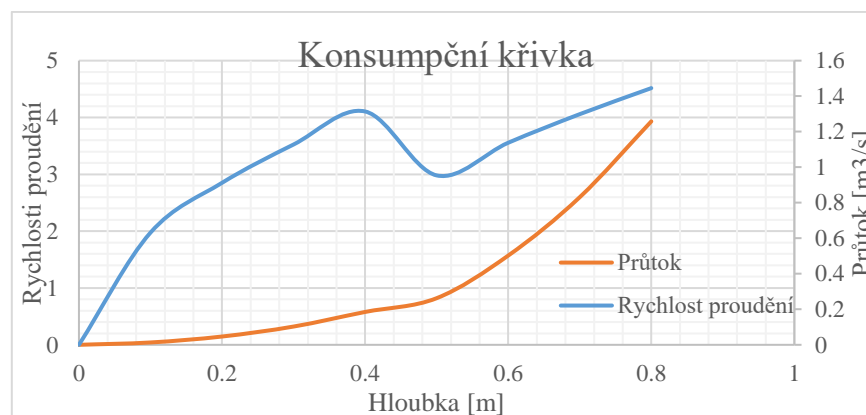
- *4 – Začátek úpravy*
- *164 – PF1*
- *328 – PF2*
- *492 – PF3*
- *656 – PF4*
- *820 – PF5*
- *984 – PF6*
- *1148 – PF7*
- *1312 – PF8*
- *1421 – Konec úpravy*

<i>Q Total</i>	<i>návrhový průtok</i>
<i>Min Ch El</i>	<i>výška dna koryta</i>
<i>W. S. Elev</i>	<i>výška hladiny</i>
<i>Crit. W. S.</i>	<i>kritická hloubka</i>
<i>E.G.Elev</i>	<i>Poloha čáry energie</i>
<i>Vel Chnl</i>	<i>Rychlost proudění v korytě</i>
<i>Flow Area</i>	<i>Průtočná plocha</i>
<i>Top Width</i>	<i>Šířka v hladině</i>
<i>Froude Chl</i>	<i>Froudeho číslo</i>
<i>Shear Chan</i>	<i>Tangenciální napětí v korytě</i>
<i>Shear LOB</i>	<i>Tangenciální napětí v levém břehu</i>
<i>Shear ROB</i>	<i>Tangenciální napětí v pravém břehu</i>

Tabulka 35: SO6 - parametry koryta (dle Chézyho rovnice proudění)

Parametry koryta

h1	h2	h	S1	S2	S	O1	O2	O	R	n	C	B	v	Q	Q
[m]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[-]	[m]	[m/s]	[m ³ /s]	[l/s]
0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0	0.04	0	0.5	0	0	0
0.1	0	0.1	0.065	0	0.065	0.861	0.000	0.861	0.076	0.04	16.25	0.80	0.632	0.041	41.06
0.2	0	0.2	0.16	0	0.16	1.221	0.000	1.221	0.131	0.04	17.82	1.10	0.912	0.146	145.93
0.3	0	0.3	0.285	0	0.285	1.582	0.000	1.582	0.180	0.04	18.79	1.40	1.128	0.321	321.45
0.4	0	0.4	0.44	0	0.44	1.942	0.000	1.942	0.227	0.04	19.52	1.70	1.314	0.578	578.11
0.4	0.1	0.5	0.44	0.42	0.86	1.942	3.020	4.962	0.173	0.046	16.20	6.70	0.954	0.820	820.34
0.4	0.2	0.6	0.44	0.94	1.38	1.942	4.040	5.982	0.231	0.047	16.75	7.70	1.138	1.570	1570.09
0.4	0.3	0.7	0.44	1.56	2	1.942	5.060	7.002	0.286	0.047	17.18	8.70	1.299	2.598	2597.51
0.4	0.4	0.8	0.44	2.28	2.72	1.942	6.080	8.022	0.339	0.048	17.55	9.70	1.445	3.931	3931.14



Obrázek 21: SO6 - konsumpční křivka

Tabulka 36: SO6 - Výsledky proudění v modelu HEC-RAS – kyneta

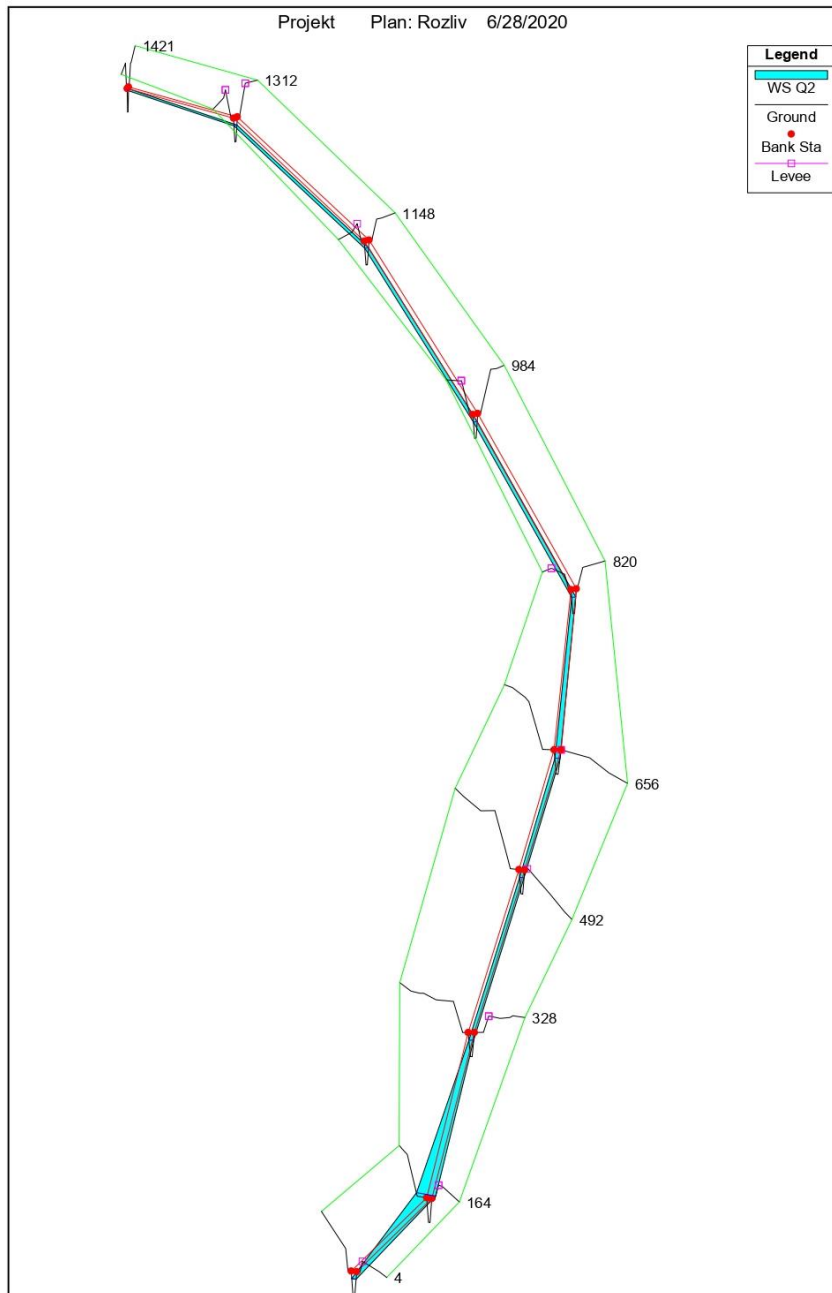
HEC-RAS Plan: Rozliv River: River 1 Reach: Reach 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Shear Chan (N/m2)	Shear LOB (N/m2)	Shear ROB (N/m2)
Reach 1	1421	Q2	0.34	482.20	482.57		482.61	0.005415	0.87	0.39	1.61	0.57	11.30		
Reach 1	1421	Q20	1.86	482.20	482.85	482.81	482.96	0.007548	1.68	1.80	5.70	0.76	32.77	13.21	13.86
Reach 1	1421	Q50	2.80	482.20	482.93	482.90	483.06	0.007706	1.88	2.09	6.36	0.78	38.87	17.07	17.92
Reach 1	1312	Q2	0.34	481.93	482.20	482.20	482.30	0.019215	1.40	0.24	1.31	1.03	31.27		
Reach 1	1312	Q20	1.86	481.93	482.55	482.55	482.68	0.006471	1.81	1.49	5.90	0.84	38.82	14.81	14.81
Reach 1	1312	Q50	2.80	481.93	482.62	482.62	482.78	0.006546	2.01	1.98	6.67	0.86	45.47	19.18	19.18
Reach 1	1148	Q2	0.34	480.43	480.70	480.70	480.80	0.017469	1.35	0.25	1.33	0.99	28.97		
Reach 1	1148	Q20	1.86	480.43	481.04	481.04	481.18	0.009798	1.83	1.46	5.82	0.85	39.83	15.15	15.31
Reach 1	1148	Q50	2.80	480.43	481.12	481.12	481.28	0.009673	2.02	1.96	6.59	0.87	45.93	19.40	19.64
Reach 1	984	Q2	0.34	478.19	478.46	478.46	478.56	0.019226	1.40	0.24	1.31	1.03	31.29		
Reach 1	984	Q20	1.86	478.19	478.80	478.80	478.94	0.009648	1.83	1.48	5.86	0.84	39.38	14.99	15.01
Reach 1	984	Q50	2.80	478.19	478.88	478.88	479.04	0.009499	2.01	1.98	6.66	0.86	45.31	19.14	19.17
Reach 1	820	Q2	0.34	475.95	476.22	476.22	476.32	0.019224	1.40	0.24	1.31	1.03	31.28		
Reach 1	820	Q20	1.86	475.95	476.59	476.59	476.74	0.009671	1.88	1.34	5.00	0.85	41.10	13.16	15.05
Reach 1	820	Q50	2.80	475.95	476.69	476.69	476.86	0.008822	2.04	1.98	7.95	0.84	45.36	16.54	11.64
Reach 1	656	Q2	0.34	474.06	474.33	474.33	474.41	0.017447	1.31	0.26	1.47	0.99	27.74		
Reach 1	656	Q20	1.86	474.06	474.47	474.47	474.48	0.003121	0.70	4.44	24.15	0.44	7.10	6.17	0.24
Reach 1	656	Q50	2.80	474.06	474.47	474.47	474.49	0.006098	0.98	4.44	24.15	0.62	13.87	12.06	0.48
Reach 1	492	Q2	0.34	472.87	473.14	473.14	473.24	0.018432	1.37	0.25	1.32	1.01	30.23		
Reach 1	492	Q20	1.86	472.87	473.29	473.29	473.30	0.001041	0.42	5.60	18.30	0.25	2.53	3.52	0.24
Reach 1	492	Q50	2.80	472.87	473.29	473.29	473.30	0.002034	0.59	5.60	18.30	0.36	4.94	6.87	0.47
Reach 1	328	Q2	0.34	470.89	471.17	471.17	471.26	0.018184	1.37	0.25	1.32	1.00	29.92		
Reach 1	328	Q20	1.86	470.89	471.48	471.48	471.59	0.009707	1.75	1.70	7.78	0.84	37.04	15.00	14.28
Reach 1	328	Q50	2.80	470.89	471.55	471.55	471.67	0.009616	1.91	2.25	8.50	0.85	42.27	19.45	18.40
Reach 1	164	Q2	0.34	468.92	469.37	469.19	469.39	0.001759	0.59	0.77	6.37	0.34	4.72	0.89	0.89
Reach 1	164	Q20	1.86	468.92	469.62	469.51	469.65	0.002314	1.00	3.70	15.44	0.43	11.13	3.82	5.69
Reach 1	164	Q50	2.80	468.92	469.69	469.58	469.72	0.002239	1.06	4.83	15.80	0.43	12.16	5.19	6.62
Reach 1	4	Q2	0.34	468.40	468.67	468.67	468.77	0.018023	1.36	0.25	1.32	1.00	29.70		
Reach 1	4	Q20	1.86	468.40	469.00	469.00	469.08	0.007119	1.54	2.25	12.22	0.72	28.20	9.08	11.79
Reach 1	4	Q50	2.80	468.40	469.05	469.05	469.14	0.008092	1.74	2.80	12.30	0.78	35.17	13.72	15.90

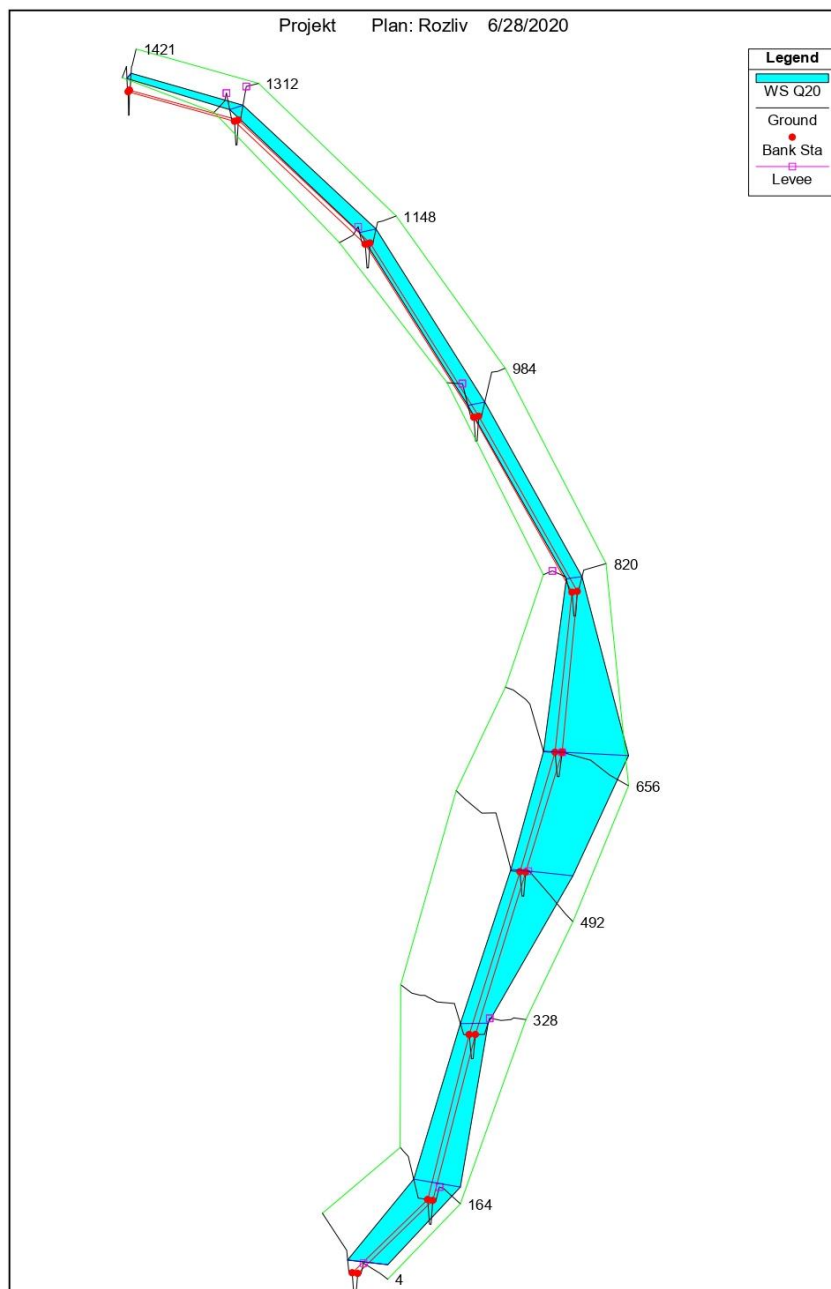
Tabulka 37: SO6 - Výsledky proudění v modelu HEC-RAS – koryto

HEC-RAS Plan: Rozliv River: River 1 Reach: Reach 1

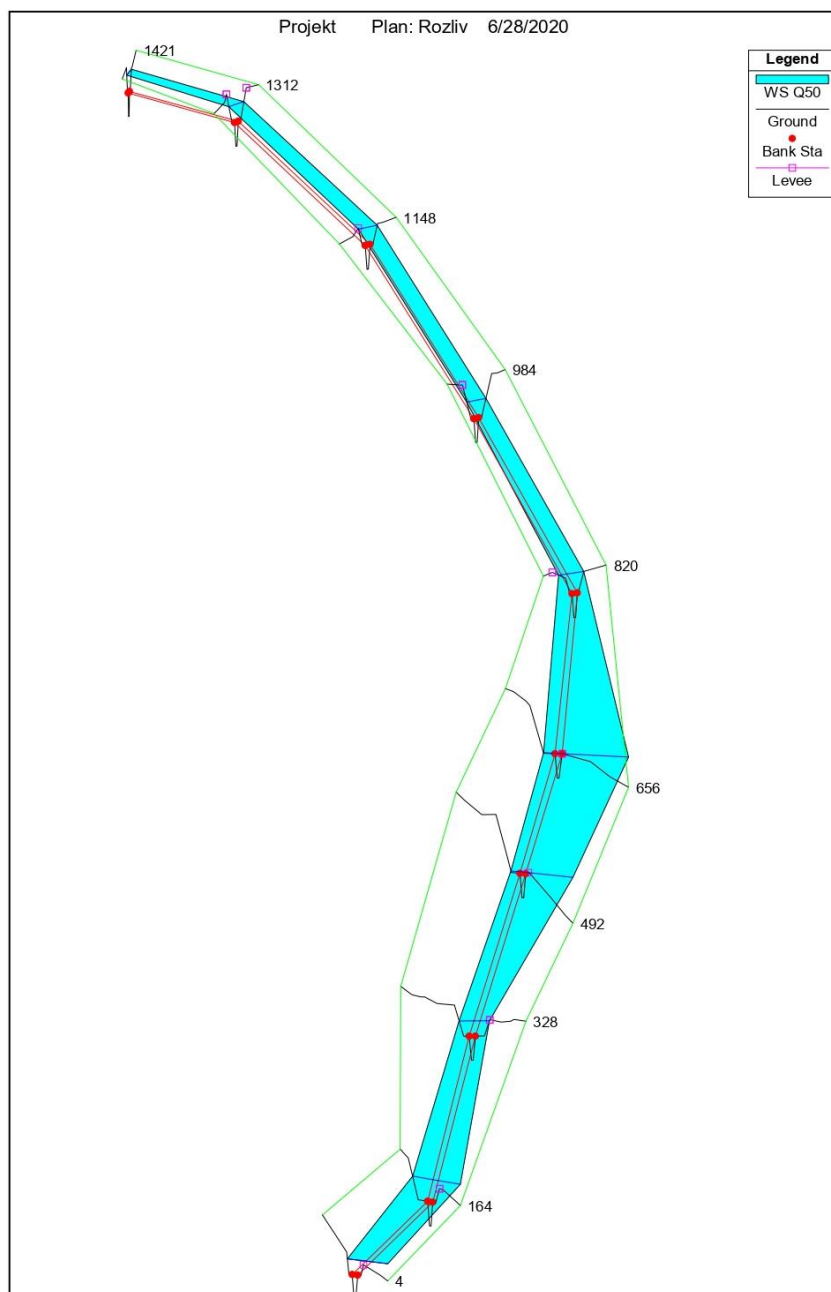
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # CH	Shear Chan (N/m2)	Shear LOB (N/m2)	Shear ROB (N/m2)
Reach 1	1421	Q2	0.34	482.20	482.67		482.88	0.006899	0.48	0.71	4.25	0.37	10.38		
Reach 1	1421	Q20	1.86	482.20	482.97		483.00	0.006603	0.79	2.37	8.60	0.42	21.98	0.97	0.28
Reach 1	1421	Q50	2.80	482.20	483.05		483.08	0.006448	0.87	3.32	15.63	0.43	25.24	3.83	2.72
Reach 1	1312	Q2	0.34	481.93	482.27	482.20	482.32	0.020594	0.98	0.35	1.53	0.66	40.44		
Reach 1	1312	Q20	1.86	481.93	482.56	482.50	482.63	0.022257	1.18	1.58	6.04	0.74	54.31		
Reach 1	1312	Q50	2.80	481.93	482.62	482.56	482.71	0.023403	1.32	1.97	6.67	0.77	64.92		
Reach 1	1148	Q2	0.34	480.43	480.70	480.70	480.80	0.049333	1.36	0.25	1.33	0.99	81.55		
Reach 1	1148	Q20	1.86	480.43	481.00	481.00	481.12	0.043491	1.50	1.24	5.42	1.01	92.43		
Reach 1	1148	Q50	2.80	480.43	481.07	481.07	481.20	0.040304	1.61	1.61	6.06	1.00	100.43		
Reach 1	984	Q2	0.34	478.19	478.48	478.46	478.56	0.040692	1.26	0.27	1.37	0.91	69.90		
Reach 1	984	Q20	1.86	478.19	478.76	478.76	478.88	0.043822	1.51	1.23	5.43	1.01	92.85		
Reach 1	984	Q50	2.80	478.19	478.83	478.83	478.96	0.040938	1.62	1.61	6.06	1.00	101.33		
Reach 1	820	Q2	0.34	475.95	476.22	476.22	476.32	0.049524	1.36	0.25	1.32	1.00	81.81		
Reach 1	820	Q20	1.86	475.95	476.55	476.55	476.68	0.041274	1.57	1.19	4.68	0.99	96.86		
Reach 1	820	Q50	2.80	475.95	476.63	476.63	476.77	0.039368	1.67	1.55	5.55	0.99	105.73		
Reach 1	656	Q2	0.34	474.06	474.40	474.33	474.44	0.018572	0.92	0.37	1.72	0.63	35.64		
Reach 1	656	Q20	1.86	474.06	474.47	474.47	474.48	0.004071	0.27	4.44	24.15	0.27	3.91	8.05	
Reach 1	656	Q50	2.80	474.06	474.47	474.47	474.49	0.007955	0.38	4.44	24.15	0.38	7.65	15.73	
Reach 1	492	Q2	0.34	472.87	473.17	473.14	473.24	0.032018	1.16	0.30	1.42	0.81	57.63		
Reach 1	492	Q20	1.86	472.87	473.29	473.29	473.30	0.001200	0.16	5.60	18.30	0.15	1.25	4.26	0.14
Reach 1	492	Q50	2.80	472.87	473.29	473.29	473.30	0.002344	0.22	5.60	18.30	0.21	2.44	8.32	0.27
Reach 1	328	Q2	0.34	470.89	471.17	471.17	471.26	0.050107	1.36	0.25	1.32	1.00	82.57		
Reach 1	328	Q20	1.86	470.89	471.43	471.43	471.53	0.044903	1.36	1.37	7.32	1.00	79.62		
Reach 1	328	Q50	2.80	470.89	471.49	471.49	471.60	0.041720	1.47	1.76	7.87	0.99	88.61		
Reach 1	164	Q2	0.34	468.92	469.46	469.19	469.46	0.001583	0.25	1.34	7.20	0.19	2.79		
Reach 1	164	Q20	1.86	468.92	469.69	469.46	469.70	0.001840	0.43	4.78	15.79	0.23	6.38	3.81	
Reach 1	164	Q50	2.80	468.92	469.77	469.51	469.77	0.001785	0.47	6.02	16.17	0.23	7.22	4.93	
Reach 1	4	Q2	0.34	468.40	468.67	468.67	468.77	0.050468	1.37	0.25	1.32	1.00	83.02		
Reach 1	4	Q20	1.86	468.40	468.98	468.98	469.03	0.022001	1.13	1.97	12.17	0.72	51.02	21.81	
Reach 1	4	Q50	2.80	468.40	469.00	469.00	469.08	0.030866	1.40	2.21	12.21	0.86	76.12	36.10	



Obrázek 22: SO6 - Model průtoku Q2 (HEC-RAS)



Obrázek 23: SO6 - Model průtoku Q20 (HEC-RAS)



Obrázek 24: SO6 - Model průtoku Q50 (HEC-RAS)

Vyhodnocení návrhu koryta

Z výsledků modelu proudění v softwaru HEC-RAS je patrné, že v úsecích s vyšším sklonem bude namáhání koryta vyšší. Odolnost travního opevnění lze odhadovat na hodnotu kolem 70 Pa při pravidelné údržbě. V úsecích s velkým sklonem je tedy možné očekávat degradující účinky koryta při povodňových průtocích, ovšem bez ohrožení obce. Je třeba počítat, že model nedokáže simulovat přesné podmínky z reálného světa. Navržené příčné kamenné pasy by měli zamezit destrukci koryta ve velké míře. Odolnost koryta lze zvýšit pravidelným kosením v úsecích s velkým sklonem. Odolnost kynety při šterku prorostlém trávou lze odhadovat okolo 100 Pa. Kyneta svou odolností vyhovuje.

Zuna (2008) udává mezní hodnoty tečného napětí pro navržené typy opevnění následovně:

- Kosený travní porost 80 - 90 Pa
- Zruderalizovaný travní porost 60 – 70 Pa
- Štěrk de 0,1 m 90 -100 Pa

Nevymílací rychlosti jsou uvedeny v tabulce *4.1.6 Použité parametry*.

7. Popis vlivu navrženého opatření na životní prostředí

Navržené opatření nemá negativní vliv na životní prostředí. Nedojde k žádnému zhoršení současného stavu. Negativní vlivy opatření mohou být pouze přechodného charakteru po dobu trvání stavby. Může se jednat především zvýšení prašnosti a o hlučnost z činnosti zemních strojů a vozidel. Mechanismy používané při výstavbě musí být v takovém technickém stavu, aby nedocházelo k úniku ropných látek do půdy, či vody.

Otevřené vodoteče mají naopak příznivé dopady na životní prostředí. Vodní prostředí může poskytnout stanoviště pro různé druhy živočichů a rostlin. Vlivem stavby nedojde k ohrožení podmínek v ochranném pásmu vodního zdroje.

Související výkresová dokumentace

- 3.7.1 SO6 Podrobná situace
- 3.7.2 SO6 Podélný profil
- 3.7.3 SO6 Vzorové řezy
- 3.7.4 SO6 Charakteristické řezy

SO7 – Ochranné zatravnění ORG2

1. Popis území

Ochranné zatravnění je navrženo v patě svahu na východním okraji řešeného území. Spodní část svahu ohraničuje koryto Popovického potoka, kde může docházet vlivem reliéfu terénu ke smyvu sedimentů z přilehlého zemědělského pozemku. Vodní tok je tak ohrožen zanášením a znečištěním ze zemědělské činnosti. V rámci urychlení a podpoření přirozené renaturace koryta vodního toku je v rámci opatření navrženo výsadby vrb do koryta vodního toku. Správcem vodního toku IDVT 10265227 je Povodí Vltavy, s. p. Opatření je navrženo v ř. km 1,605 – 1,779 vodního toku. Místo se nachází v ochranném pásmu vodního zdroje stupně II.a.

2. Architektonické začlenění opatření

Opatření je krajinného charakteru s vodohospodářskou funkcí. Lokalita se nachází mimo intravilán obce Popovice. Opatření bylo navrženo s ohledem na ochranu přírody a vodního toku. Návrh podporuje krajinný ráz a biodiverzitu prostředí.

3. Účel navrhovaného opatření

V současné době plocha orné půdy zasahuje až ke hraně koryta vodního toku. Ochranné zatravnění má za úkol zamezit smyvu sedimentů a znečištění do vodního toku. Stromová výsadba zvýší biodiverzitu prostředí a umožní přirozenou renaturaci antropogeně upraveného koryta toku.

Z hlediska priorit výstavby se jedná o doplňkové opatření.

5. Popis stavebně technického řešení

Jedná se o ochranné zatravnění podél vodního toku o šířce 15 m od břehové hrany. Ochranné zatravnění je vymezeno jako doprovodný porost a dřevinná výsadba jako břehový porost. Zastoupení dřevin je voleno jako Vrba bílá, která by měla odpovídat daným stanovištním podmínkám. Rozestup mezi jednotlivými stromy je volen na 25 m a celkem je tak počítáno s výsadbou 5 stromů. Výsadba jednotlivých stromů je provedena do spodní břehové hrany vždy na opačnou stranu než předchozí navržený strom. V místě výsadby je lokálně odstraněno opevnění vodního toku.

7. Popis vlivu navrženého opatření na životní prostředí

Navržené opatření má pozitivní vlivy na životní prostředí. Travní porost poskytuje stanoviště pro různé druhy živočichů a rostlin. Dřevinná výsadba umožňuje postupnou renaturaci antropogenní úpravy koryta toku, čímž dochází ke zlepšení samočisticích funkcí, ale například poskytuje i stanoviště a úkryty živočichů. Zatravnění i renaturace podporuje podmínky v ochranném pásmu vodního zdroje.

Související výkresová dokumentace

- 3.8.1 SO7 Podrobná situace
- 3.8.2 SO7 Charakteristický řez

9. Závěr

V rámci návrhu byl na vyhodnocené problémy v území navržen soubor opatření, který má za úkol ochránit obec Popovice před povodněmi z povrchového odtoku. Jednotlivá opatření na sebe navazují a jsou navržena s ohledem na technickou, přírodní a kulturní stránku daného prostředí. Úprava hydrologického režimu je zároveň navržena s ohledem na rozliv povodňových průtoků do míst, kde není ohrožena zástavba a je tak podpořena ochrana i obcí ležících níže po vodním toku. V rámci realizace opatření v území vzniknou nové ekologické stanoviště, dojde k rozdělení velké půdního bloku, kritická místa budou zatravněna a v území bude vysázeno velké množství nových stromů.

Soubor opatření se ovšem může projevit i negativními účinky podle jednotlivých opatření následovně. Navržený průleh působí rozdělení půdního bloku na nepravidelný tvar, který zvyšuje obtížnost obdělávání orné půdy. Z hlediska účelu průleh není navržen jako zasakovací, z důvodu nevhodných hydrologických podmínek. Průleh tedy akumuluje ve svém korytě povrchový odtok a svádí ho do cestního příkopu, kterým je vedený průtok vedený k obci. Průleh zvyšuje akumulovaný průtok a neumožňuje snížení povodňového průtoků a zásadní oddálení kulminace. Doprovodnou výsadbou průlehu bude narušena stavba plošného odvodnění na úrovni sběrných drénů v místě prorůstání kořenovým systémem. Ochranným zatravněním, byly vzhledem k podmínkám orientovány přímo bez ohledu na vrstevnice a na rozhraní orné půdy a trvalého travního porostu mohou vznikat preferenční cesty povrchového odtoku. Rozdělovací objekt, který je tvořený betonovou přehrázkou, vytváří na cestním příkopu překážku, která může způsobovat zanášení sedimenty profil přilehlého propustku a vytváří v území migrační překážku. Otevření hlavního odvodňovacího zařízení je nákladná záležitost a je vytvořena překážka při zpřístupňování pozemků. Velká část opatření vyžaduje stavební úpravy, které mohou způsobovat přechodné zhoršení přírodních podmínek. Opatření dále vyžadují zábor pozemku a pravidelnou údržbu.

Přehled literatury a použitých zdrojů

Odborné publikace

Bennet H. H., 1939: Soil conservation, New York – London.

Demek J., 1965: Geomorfologie Českých zemí. ŠSAV, Praha.

Härtel O., 1925: Die Wildbach u. Lavinenverbaung, Tübingen.

Hrádek F., Doležal F., Kuřík P., 2004: Příklady aplikace hydrologického modelu DESQ-MAXQ. In: kolektiv autorů: Pozemkové úpravy a vodní hospodářství. Sdružení vodohospodářů ČR, Kutná Hora, 43-50.

Janeček M. a kol., 2008: Základy erodologie, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Praha.

Janeček M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Praha.

Just T., 2004: Vodohospodářské revitalizace. In: kolektiv autorů: Pozemkové úpravy a vodní hospodářství. Sdružení vodohospodářů ČR, Kutná Hora, 23-32.

Just T. a kol., 2005: Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. AOPK a MŽP ČR, Praha.

Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření, VÚMOP, Praha.

Mazín V. A., 2007: Konceptní přístup k navrhování vodohospodářských opatření při pozemkových úpravách. In: kolektiv autorů: XII. Konference voda a pozemkové úpravy. Sdružení vodohospodářů ČR, Kutná Hora, 27-30.

Mze, 2009: Situační a výhledová zpráva. Půda. Ministerstvo zemědělství, odbor rostlinné výroby, Praha.

MZE, 2016: Pozemkové úpravy „krok za krokem“ 2. aktualizované vydání, Ministerstvo zemědělství, Odbor Řídící orgán PRV ve spolupráci s Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Oddělením Pozemkové úpravy a využití krajiny Praha.

Quitt E., 1971: Klimatické oblasti Československa. Geografický ústav ČSAV, Brno.

Quitt E., 1975: Klimatické oblasti ČSR, 1 : 500 000, Geografický ústav ČSAV, Brno.

Sklenička P., 2004: Koncepce ochrany přírody a krajiny – nový podklad pro pozemkové úpravy. In: kolektiv autorů: Pozemkové úpravy a vodní hospodářství. Sdružení vodohospodářů ČR, Kutná Hora, 13-21.

SPÚČR, 2014: Pozemkové úpravy, nástroj pro udržitelný rozvoj venkovského prostoru, 5. doplněné vydání. Státní pozemkový úřad, Praha.

SPÚČR, 2017: Jak probíhají a co jsou pozemkové úpravy, Státní pozemkový úřad.

Šamaj F., Valovič Š., Brátdil R., 1985: Denné úhrny zrážok s mimoriadnou výdatnosťou v ČSSR v období 1901 – 1980.

Šindlar M. 2012: Geomorfologické procesy vývoje vodních toků. Část I., Typologie korytotvorných procesů. Sindlar Group, Hradec Králové.

Tolasz R. a kol., 2007: Atlas podnebí Česka, ČHMÚ, Praha

Tomášek M., 1995: Atlas půd České republiky, Český geologický ústav, Praha.

USDA, 1975: Soil Conservation Service. Soil Taxonomy. U.S. Department of Agriculture.

VÚV, 2018: Katalog přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha.

Zástěra Z., 1982: Vyzkoušení vegetačního opevnění z hlediska hydrotechnického. Vodní hospodářství, č. 11.

Zlatník A., 1976: Přehled skupin typů geobiocénů původně lesních a křovinných ČSSR. Zpr. Geogr. úst. Čs. akad. věd., č 13, sv. 3/4, s. 55–64, Brno.

Zuna J., 2008: Hrazení bystřin. ČVUT v Praze, Praha.

Internetové zdroje

AutoCAD, ©2020: Co je AutoCAD?, (online) [cit.2020.03.16], dostupné z <<https://www.autodesk.cz/products/autocad/overview>>.

CEIWE-HEC, ©2020: HEC-RAS (online) [cit.2020.05.20] dostupné z <<https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>>.

ČVUT, ©2019: Webová aplikace návrhových srážek, Rain FSv ČVUT v Praze (online) [cit.2019.11.2], dostupné z <<https://rain1.fsv.cvut.cz/webapp/gisquick>>.

Dolní Bukovsko, ©2019: Popovice (online) [cit. 2019.10.29], dostupné z <<https://www.dolnibukovsko.cz/popovice>>.

Dolní Bukovsko, ©2020a: Popovice (online) [cit.2020.03.08], dostupné z <<https://www.dolnibukovsko.cz/popovice>>.

Dolní Bukovsko, ©2020b: Návrh územního plánu (online) [cit.2020.03.16], dostupné z <<https://www.dolnibukovsko.cz/navrh-uzemniho-planu>>.

EAGRI, ©2016: Data meliorací ve formátu .shp (online) [cit.2020.02.21], dostupné z <<http://eagri.cz/public/web/mze/farmer/LPIS/data-melioraci>>.

Gepro, ©2020: Proland, (online) [cit.2020.03.16], dostupné z <<http://www.gepro.cz/produkty/proland/>>.

HEIS VÚV, ©2011: Chráněné oblasti přirozené akumulace vod, (online) [cit.2020.02.20], dostupné z <[https://heis.vuv.cz/data/spusteni/pgstart.asp?pg=HTML_HEIS\\$CHOPAV\\$stazeni&pgload=1&ico=icoopenid1.png&nadpis1=Chr%E1n%ECn%E9%20oblasti%20p%F8i rozen%E9%20akumulace%20vod&nadpis2=Informa%E8n%ED%20str%E1nky%20](https://heis.vuv.cz/data/spusteni/pgstart.asp?pg=HTML_HEIS$CHOPAV$stazeni&pgload=1&ico=icoopenid1.png&nadpis1=Chr%E1n%ECn%E9%20oblasti%20p%F8i rozen%E9%20akumulace%20vod&nadpis2=Informa%E8n%ED%20str%E1nky%20)>

[a%20data%20ke%20sta%9Een%ED&pagenavig=%DAvodn%ED%20str%E1nka%20%20%3EIndex:%A0%A0ochrana%20vod%20%3E%20Chr%E1n%ECn%E9%20oblasti%20p%F8irozen%E9%20akumulace%20vod%20%3E%20Informa%E8n%ED%20str%E1nky%20a%20data%20ke%20sta%9Een%ED%20%3E%20](https://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?MAP=mp_heis_voda&IFRAME=0&MU=CS&GEN=LSTD&TS=76&QY=X[[13730]).

HEIS VÚV, ©2014: Ochranná pásma vodních zdrojů, (online) [cit.2020.02.20], dostupné z [<https://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?MAP=mp_heis_voda&IFRAME=0&MU=CS&GEN=LSTD&TS=76&QY=X\[\[13730>](https://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?MAP=mp_heis_voda&IFRAME=0&MU=CS&GEN=LSTD&TS=76&QY=X[[13730]).

HEIS VÚV, ©2017: Zranitelné oblasti, (online) [cit.2020.04.18], dostupné z [<https://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/ISVS/ZranitOblasti/HTML_ISVSS\\$ZranitOblasti\\$uvodev.asp?check=&nadpis=Zraniteln%E9%20oblasti&pagenavig=%DAvodn%ED%20str%E1nka%20%20%3E%20%20Datab%E1ze%20%20%3E%20%20Mapy%20a%20data%20%20%3E%20%20ISVS%20-%20VODA%20%20%3EZraniteln%E9%20oblasti%20%3E%20%DAvod%20do%20evidence%20%3E>](https://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/ISVS/ZranitOblasti/HTML_ISVSS$ZranitOblasti$uvodev.asp?check=&nadpis=Zraniteln%E9%20oblasti&pagenavig=%DAvodn%ED%20str%E1nka%20%20%3E%20%20Datab%E1ze%20%20%3E%20%20Mapy%20a%20data%20%20%3E%20%20ISVS%20-%20VODA%20%20%3EZraniteln%E9%20oblasti%20%3E%20%DAvod%20do%20evidence%20%3E).

IWR MSU, ©2002: K Factor (online) [cit.2020.03.15], dostupné z [<http://www.iwr.msu.edu/rusle/kfactor.htm>](http://www.iwr.msu.edu/rusle/kfactor.htm).

MZe, ©2005a: List opatření č. 34 – Víceúčelové vodní nádrže (online) [cit.2020.10.05] dostupné z [<http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/plany-povodi-pro-1-obdobi/podpurne-dokumenty/katalogove-listy-katalogu-opatreni.html>](http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/plany-povodi-pro-1-obdobi/podpurne-dokumenty/katalogove-listy-katalogu-opatreni.html).

MZe, ©2005b: List opatření č. 35 – Suché a polosuché poldry (online) [cit.2020.10.05] dostupné z [<http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/plany-povodi-pro-1-obdobi/podpurne-dokumenty/katalogove-listy-katalogu-opatreni.html>](http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/plany-povodi-pro-1-obdobi/podpurne-dokumenty/katalogove-listy-katalogu-opatreni.html).

MZe, ©2005c: List opatření č. 29 – Aktivace, obnova a zřizování postranních ramen, tůň a mokřadů (online) [cit.2020.10.05] dostupné z [<http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/plany-povodi-pro-1-obdobi/podpurne-dokumenty/katalogove-listy-katalogu-opatreni.html](http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/plany-povodi-pro-1-obdobi/podpurne-dokumenty/katalogove-listy-katalogu-opatreni.html)

POH, nedatováno: List opatření Revitalizace vodních toků (online) [cit.2020.30.05] dostupné z [<http://www.poh.cz/VHP/pdp/listy_opatreni/LO_pdf/OHL212001.pdf>](http://www.poh.cz/VHP/pdp/listy_opatreni/LO_pdf/OHL212001.pdf).

QGIS, ©2020: About QGIS, (online) [cit.2020.03.16], dostupné z [<https://qgis.org/en/site/about/index.html>](https://qgis.org/en/site/about/index.html).

UHUL, ©2020: Informace o lese (online) [cit.2020.01.14] dostupné z [<http://geoportal.uhul.cz/mapy/mapylhpovyst.html>](http://geoportal.uhul.cz/mapy/mapylhpovyst.html).

VÚMOP, 2020b: Monitoring eroze (online) [cit.2020.03.16], dostupné z [<https://me.vumop.cz/app/>](https://me.vumop.cz/app/).

Zákony, vyhlášky, normy

ČSN 73 6109: Projektování polních cest, 2013.

ČSN 75 2410: Malé vodní nádrže, Praha, 2011, 48 s.

ČSN 75 4500: Protierozní ochrana zemědělské půdy, Praha, 1996, 16 s.

TNV 75 2103: Úpravy řek. Ministerstvo zemědělství ČR a Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha, 2014.

TNV 75 9011: Hospodaření se srážkovými vodami, Praha, 2013, 65 s.

Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů, v platném znění.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, v platném znění.

Návody, příručky, metodiky

Atlas DMT, nedatováno: Atlas EROZE – nástroj pro hodnocení erozní ohroženosti, Atlas, spol. s. r. o., Praha.

SPPK B02 001: Standardy péče o přírodu a krajinu – Vytváření a obnova tůní. ČVUT v Praze a AOPK ČR, Praha, 2014, 14 s.

SPÚČR, 2016: Technický standard dokumentace plánu společných zařízení v pozemkových úpravách, aktualizovaná verze 2016, Státní pozemkový úřad, Praha.

SPÚČR, 2020: Metodický návod k provádění pozemkových úprav ve znění změny č. 4, SPÚ ČR, Praha, 142 s.

VÚMOP, nedatováno: Nabídka mapových a datových produktů – Ohroženost vodní erozí, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Vymezení zájmového území diplomové práce

Obrázek 2: Půdní mapa 1:15 120: ČGS, 2012: Půdní mapa 1:50 000 (online) [cit.2019.07.07], dostupné z <<https://mapy.geology.cz/pudy/>>.

Obrázek 3: Hloubka půd 1:5000: VÚMOP, 2020a: Půda v mapách (online) [cit.2020.03.02], dostupné z <<https://mapy.vumop.cz/>>.

Obrázek 4: Charakter Popovického potoka

Obrázek 5: Vpust' dešťové stoky VT2

Obrázek 6: Rozdělovací objekt v obci

Obrázek 7: Vodní nádrž na jihovýchodě obce

Obrázek 8: Vodní nádrž na jihozápadě obce

Obrázek 9: Mapa hranic ochranných pásem vodních zdrojů

Obrázek 10: Graf využití území v rámci subpovodí

Obrázek 11: Přehled erozně hodnocených ploch

Obrázek 12: Přehrazení propustku betonovou deskou

Obrázek 13: KP1

Obrázek 14: Zaústění příkopu do dešťové stoky VT2

Obrázek 15: Podemletá část mostu přes silnici III. třídy

Obrázek 16: Propustek P6

Obrázek 17: Výřez nového návrhu územního plánu : ÚP - M.A.A.T., 2019: N1a_výkres základního členění_jih. Městys Dolní Bukovsko, Dolní Bukovsko. „nepublikováno“. Dep.: Městský úřad Dolní Bukovsko.

Obrázek 18: Stávající územní plán : UA Projekce, 2003: Hlavní výkres. ORP Týn nad Vltavou, Týn nad Vltavou. „nepublikováno“. Dep.: Týn nad Vltavou.

Obrázek 19: Stávající územní plán část Popovice, Hvozdo : UA Projekce, 2003: Hlavní výkres. ORP Týn nad Vltavou, Týn nad Vltavou. „nepublikováno“. Dep.: Týn nad Vltavou.

Obrázek 20: SO1 - Konsumpční křivka průlehu

Obrázek 21: SO6 - konsumpční křivka

Obrázek 22: SO6 - Model průtoku Q2 (HEC-RAS)

Obrázek 23: SO6 - Model průtoku Q20 (HEC-RAS)

Obrázek 24: SO6 - Model průtoku Q50 (HEC-RAS)

Seznam tabulek

Tabulka 1: Vlivy opatření (průleh)	19
Tabulka 2: Vlivy opatření (revitalizace)	20
Tabulka 3: Vlivy opatření (malé vodní nádrže)	22
Tabulka 4: Vlivy opatření (tůň a mokřady).....	23
Tabulka 5: Přehled vpustí na SZ okraji obce	34
Tabulka 6: Přehled vodních toků	34
Tabulka 7: Přehled melioračních staveb	36
Tabulka 8: Klimatické charakteristiky pro oblast MT 10	38
Tabulka 9: Průměrný úhrn srážek	39
Tabulka 10: Průměrné teploty	39
Tabulka 11: Denní úhrny srážek (ČVUT, ©2019)	39
Tabulka 12: Denní úhrny srážek (Šamaj a kol., 1985).....	40
Tabulka 13: Úhrn [mm] a intenzita [mm/min] srážek v příslušných minutách od počátku srážky.....	40
Tabulka 14: Využití území.....	41
Tabulka 15: Zavislost K faktoru na erozní ohroženosti	42
Tabulka 16: Souhrnná tabulka výsledků erozně hodnocených ploch	43
Tabulka 17: Grafický přehled rozsahu dílčích ploch dle míry erozního ohrožení.....	43
Tabulka 18: Průměrné hodnoty jednotlivých faktorů rovnice RUSLE.....	43
Tabulka 19: M-denní průtoky stanovené dle ČHMÚ	48
Tabulka 20: N-leté průtoky stanovené dle ČHMÚ	48
Tabulka 21: Průměrná hodnota CN pro KP1	48
Tabulka 22: N-leté průtoky dle metody CN křivek pro KP1	49
Tabulka 23: N-leté průtoky ve stanovených kritických profilech.....	49
Tabulka 24: Obecné posouzení kapacity zařízení převádějící odtok obcí	50
Tabulka 25: Posouzení propustků	51
Tabulka 26: Přehled erozní ohroženosti území dle návrhu územní plánu	52
Tabulka 27: Návrhové parametry - SO1 - Sběrný průleh odváděcí.....	63
Tabulka 28: SO1- Návrhové parametry průlehu.....	65
Tabulka 29: Erozní ohroženost EHP2.....	70
Tabulka 30: Návrhové průtoky SO4 - Propustek P6.....	72
Tabulka 31: Parametry SO4 - Propustek P6	73
Tabulka 32: Hydrotechnické výpočty SO4 - Propustek P6	73
Tabulka 33: Návrhové průtoky SO6 - Otevření hlavního odvodňovacího zařízení...	75
Tabulka 34: SO6 - návrhové parametry koryta.....	77
Tabulka 35: SO6 - parametry koryta (dle Chézyho rovnice proudění).....	79
Tabulka 37: SO6 - Výsledky proudění v modelu HEC-RAS – kyneta.....	80
Tabulka 38: SO6 - Výsledky proudění v modelu HEC-RAS – koryto.....	81

Seznam příloh

1. OSTATNÍ PODKLADY
 - 1.1 ČHMÚ data
 - 1.2 Hydrogeologický průzkum 4g consite s. r. o.
 - 1.3 Stěžejní stavby odvodnění

2. ROZBOROVÉ MAPY
 - 2.1 Přehledná mapa území
 - 2.2 Mapa sklonitosti
 - 2.3 Mapa expozice
 - 2.4 Schéma hydrologické situace
 - 2.5 Dráhy povrchového odtoku
 - 2.6 Využití území
 - 2.7 Mapa hydrologických skupin půd
 - 2.8 Mapa HPJ
 - 2.9 Mapa erozní ohroženosti půd
 - 2.10 Mapa melioračních staveb

3. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE STAVEBNÍCH OBJEKTŮ
 - 3.1 Přehledná situace

SO1 – Sběrný průleh odváděcí

 - 3.2.1 SO1 Podrobná situace
 - 3.2.2 SO1 Podélný profil
 - 3.2.3 SO1 Vzorové řezy
 - 3.2.4 SO1 Charakteristické řezy

SO2 – Rozdělovací objekt

 - 3.3.1 SO2 Schematický výkres

SO3 – Ochranné zatravnění ORG1

 - 3.4.1 SO3 Podrobná situace
 - 3.4.2 SO3 Charakteristický řez

SO4 – Propustek P6

3.5.1 SO4 Schematický výkres

SO5 – Přehrazení vpusti

3.6.1 SO5 Schematický výkres

SO6 – Otevření hlavního odvodňovacího zařízení

3.7.1 SO6 Podrobná situace

3.7.2 SO6 Podélný profil

3.7.3 SO6 Vzorové řezy

3.7.4 SO6 Charakteristické řezy

SO7 – Ochranné zatravnění ORG2

3.8.1 SO7 Podrobná situace

3.8.2 SO7 Charakteristický řez