

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA HYDROMELIORACÍ A KRAJINNÉHO INŽENÝRSTVÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
Studie protipovodňových opatření na VT „Potok od Tisé“
Flood protection Study on the stream „Potok od Tisé“

Autor práce: Pavla Burešová

Vedoucí práce: Ing. Adam Vokurka, Ph.D.

PRAHA 2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Burešová</u>	Jméno: <u>Paola</u>	Osobní číslo: <u>486027</u>
Zadávající katedra: <u>Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor/specializace: <u>Vodní hospodářství a vodní stavby</u>		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Studie protipovodňových opatření na VT "Potok od Tisé"

Název bakalářské práce anglicky: Flood protection Study on thre stream "Potok od Tisé"

Pokyny pro vypracování:
Ve své bakalářské práci proveďte koncepční návrh protipovodňových opatření na VT Potok od Tisé, který bude akceptovat veškerá místní omezení na korytě a jeho kritických místech. Součástí práce bude i ideový návrh řešení včetně grafických příloh.

V rámci práce proveďte terénní průzkum spojený s pasportem koryta, dále analýzu odtoku vody korytem (za použití výpočtových nástrojů – excel/model) na základě potřebných a získatelných podkladů (podrobné geodetické měření není zadáno) a na něm umístěných objektů. Zaměřte se na nalezení kritických míst na korytě a navrhnete možná řešení jejich rekonstrukce (zkapacitnění / odstranění ...).

Proveďte vyhodnocení návrh včetně popisu principu technického řešení, popis doplňte náčrtem, ideovou fotografií, jednoduchým výkresem. V rámci závěrečné rozpravy zhodnoťte možnosti řešení PPO v intravilánech s ohledem na výstupy z Vašeho řešení.

K řešení použijte Vám dostupné nástroje, další podrobnosti budou stanoveny a domluveny v rámci konzultací.

Seznam doporučené literatury:
ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže
TNV 75 2401 Vodní nádrže a zdrže
TNV 752102 Úpravy pootků
Další potřebná literatura bude specifikována a poskytnuta v rámci zpracování DP

Jméno vedoucího bakalářské práce: Adam Vokurka

Datum zadání bakalářské práce: 2.3.2023 Termín odevzdání BP v IS KOS: 22.5.2023
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku


Podpis vedoucího práce


Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

2.3.2023
Datum převzetí zadání

Burešová
Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem č. 1/2009 „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

V Praze dne 22.5.2023

Pavla Burešová

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat Ing. Adamovi Vokurkovi, Ph.D. za odborné rady a pomoc při zpracování této bakalářské práce. A dále své rodině, která mi byla po celou dobu studia velkou oporou.

Abstrakt

Předmětem bakalářské práce je studie protipovodňových opatření na VT Potok od Tisé a jeho koncepční návrh. Cílem je vyhodnocení lokálních kritických míst na vodním toku a analýza odtoku vody korytem na základě terénního průzkumu. Práce navrhuje tři varianty možného odlehčení povodňových průtoků mimo krytý úsek pod rybníkem u Zámku s využitím stávajících koryt. Součástí práce jsou grafické přílohy.

Klíčová slova

Protipovodňové opatření, vodní tok, koryto, Potok od Tisé

Abstract

The subject of this bachelor thesis is a study of flood protection on the stream „Potok od Tisé“ and its conceptual design. The aim is to evaluate local critical places on the watercourse and analysis of water runoff through the trough based on a terrain survey. The thesis proposes three variants alleviation of flood flows outside covered section under the pond „u Zámku“ with the use of existing troughs. Thesis included graphic attachments.

Key words

Flood protection, watercourse, trough, stream „Potok od Tisé“

Seznam použitých zkratek a symbolů

VT	vodní tok
PPO	protipovodňové opatření
ř. km	říční kilometr
m n.m.	m nad mořem
HOZ	hlavní odvodňovací zařízení
IDVT	identifikace vodního toku
Q_{\max}	maximální průtok
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
Q_{Md}	M-denní průtok
QN	N-letý průtok
DN	světlost potrubí (mm)
Gor	oxidoredukční horizont
BPEJ	Bonitovaná půdně ekologická jednotka
HPV	hladina podzemní vody
VD	vodní dílo

Obsah

1	Úvod a cíl práce	1
2	Zájmová lokalita	2
2.1	Základní charakteristika povodí	2
2.2	Půdní poměry	3
2.3	Klimatické poměry	3
2.4	Hydrologické poměry	4
2.5	Historické povodně v obci Libouchec	4
2.6	Historické vedení trasy VT	5
3	Pasport vodních toků	7
3.1	Potok od Tisé	7
3.2	Hlavní odvodňovací zařízení č. 1	12
3.3	Hlavní odvodňovací zařízení č. 2	13
3.4	Odvodňovací zařízení – větev A	13
3.5	Odvodňovací zařízení – větev B	13
3.6	Tiský potok	14
3.7	Levostranný přítok Tisé	17
3.8	Tabulka přítoků vodních toků	18
4	Rekonstrukce rybníka U Zámku	18
4.1	Sdružený objekt	18
4.2	Úpravy nádrže a okolí	19
5	Výpočty – Potok od Tisé	20
5.1	Maximální průtoky	20
5.2	Kritická místa	21
5.2.1	Krytý profil	22
5.2.2	Propustek 2xDN750	24
6	Návrh řešení	24
6.1	Varianta A	25
6.1.1	Výpočty maximálních průtoků	26
6.1.2	Kritická místa	27
6.1.3	Doplňující úpravy	28
6.1.4	Vyhodnocení	29
6.2	Varianta B	29
6.2.1	Výpočet maximálních průtoků	29
6.2.2	Kritická místa	31
6.2.3	Doplňující úpravy	32
6.2.4	Vyhodnocení	32

6.3	Varianta C	32
6.3.1	Doplňující úpravy.....	32
6.3.2	Vyhodnocení	32
	Závěr.....	33
	Zdroje	34
	Seznam obrázků	36
	Seznam tabulek	37
	Seznam příloh.....	37

1 Úvod a cíl práce

Cílem bakalářské práce je zpracovat studii protipovodňových opatření na VT Potok od Tisé a jeho koncepční návrh. V rámci práce byl proveden terénní průzkum několika VT v obci Libouchec pro zjištění kritických míst v povodích a pro výpočet kapacit koryt hydraulickými výpočty.

Tato práce je zpracována z důvodu nedostatečné kapacity Potoka od Tisé v místě krytého profilu v intravilánu. Jako protipovodňové opatření pro VT byl navržen odlehčovací převáděč. Voda bude převáděna do jiných vodních toků mimo zatrubnění a nekapacitní úsek. Dojde tak k regulaci odtoku vody dostatečně kapacitním korytem a minimalizují se škody při povodních. Celkově jsou nevrženy tři možné varianty trasy odlehčovacích převáděčů a k nim jejich rozdělovací objekty. Každá z těchto variant by převedla vodu do jiného VT. Součástí práce jsou i grafické přílohy a hydraulické výpočty návrhových průtoků.

2 Zájmová lokalita

Zájmovou lokalitou pro bakalářskou práci je povodí v obci Libouchec v Ústeckém kraji (od Ústí nad Labem vzdálené přibližně 15 km), katastrální území Libouchec (okres Ústí nad Labem);683418.

VT Potok od Tisé, na němž je PPO řešeno, pramení v zaniklé obci Horní Les východně od obce Libouchec. Protéká obcí Tisá až do Libouchce, trasa vodního toku mezi obcemi vede převážně lesem a jeho podélný sklon je v celé trase značně kolísavý. [1]

Za začátek zájmového území lze považovat výpust z Cihlářského rybníka na VT Potok od Tisé. Nachází se v ř. km 2,667 v nadmořské výšce 572,5 m n. m. Níže po proudu jsou malé lesní přítoky a několik propustků. Vodní tok vede až do obce Libouchec přes rybník U Zámku ř. km 0,230-0,306 a následně je potrubím veden pod intravilánem obce a až do ústí s Tiským potokem, který je v nadmořské výšce 333 m n. m.



Obrázek 1 - mapa zájmové lokality
zdroj: www.mapy.cz [13]

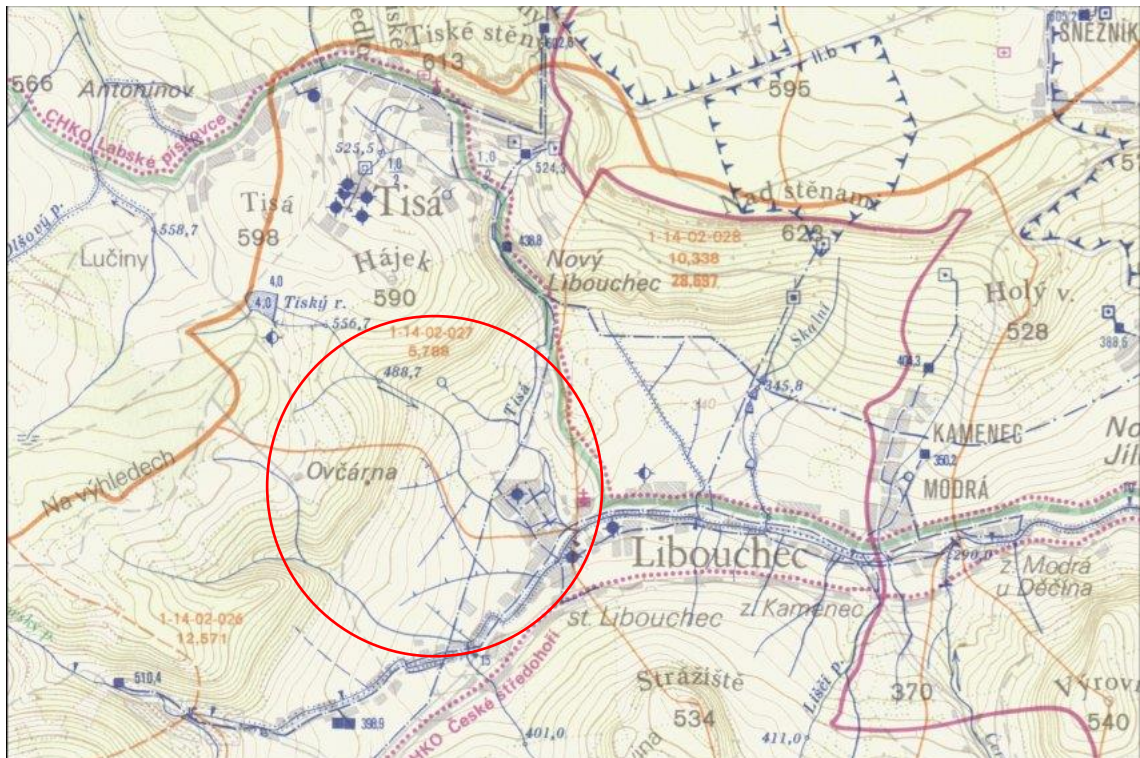
Dalším zájmovým VT je Tiský potok, na kterém byl terénní průzkum prováděn od ř. km 1,100 v nadmořské výšce 365,9 m n. m. až do místa ústí Jílovského potoka. Na vodním toku se nachází bezejmenný přítok, přehrážka a několik betonových stupňů.

V neposlední řadě se v lokalitě nachází 2 hlavní odvodňovací zařízení vedené v otevřených korytech, které svádí vodu ze zemědělských ploch a sběrné větve, které přivádí vodu do těchto HOZ.

2.1 Základní charakteristika povodí

Prvním zájmovým povodím je povodí č. 1-14-02-027 s rozlohou 5,778 km². Je zde VT Potok Tisé IDVT 10222615, Tisá IDVT 10104572 a jejich bezejmenné přítoky. Potok od Tisé je ve správě Lesů České republiky a Tisá ve správě Povodí Ohře. Potok od Tisé je levostranným přítokem do Tiského potoka v ř. km 0,115. Povodí se rozprostírá na území extravilánu (převážně lesní půda) a intravilánu obce Libouchec.

Druhým zájmovým povodím je povodí č. 1-14-02-026 s rozlohou 12,571 km². Zde jsou pro mou práci podstatné odvodňovací zařízení a jejich sběrné větve. Jedno z HOZ přechází z tohoto povodí do povodí č. 1-14-02-027. Podrobněji je to popsáno v kapitole *Pasport vodních toků*. Povodí zahrnuje extravilán (převážně louky a pastviny) a intravilán obce Libouchec.



Obrázek 2- vodohospodářská mapa 1:50 000
zdroj: www.heis.vuv.cz

2.2 Půdní poměry

V místě zájmové oblasti jsou půdní poměry značně členité. V oblasti HOZ se vyskytuje převážně pseudoglej. V okolí Potoka od Tisé se nalézá v horní a střední části toku kambizem a na dolním toku v intravilánu obce Libouchec je pseudoglej. V okolí Tiského potoka jsou převážně kambizemě na mírných svazích a v malé míře i glej. [2]

Kambizem patří mezi půdní typ kambisolů, jedná se o nejrozšířenější půdní typ v ČR. Další typ, který se zde nachází je glej, ten se řadí mezi půdní typ glejsolů. Typické jsou pro nivy vodních toků a v jejich Gor horizontu dochází ke kolísání HPV. Poslední půdou v této oblasti je pseudoglej, ten se řadí do stagnosolů. Vyskytují se především na rovinách a mírných svazích. [3]

2.3 Klimatické poměry

Pomocí vyhodnocení půdních poměrů BPEJ byla zjištěna hodnota Quittovi klasifikace MT2. Tato klasifikace vychází z Atlasu podnebí ČR, na jehož základě se posuzuje 14 klimatologických charakteristik. Hodnota MT značí mírně teplou klimatickou oblast a v Tabulka 1 jsou některé charakteristiky zájmové lokality.

Tabulka 1 – klimatické charakteristiky [4]

Klimatická charakteristika	klasifikace MT 2
Počet letních dní	20-30
počet dní s mrazem	140-160
průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více	120-130
suma srážek ve vegetačním období	450-500
suma srážek v zimním období	250-300
suma srážek celkem	700-800
počet dní se sněhovou pokrývkou	80-100

2.4 Hydrologické poměry

Hydrologické poměry byly zjištěny za účelem rekonstrukce rybníka u Zámku, který se nachází na Potoku od Tisé a byly zpracovány ČHMÚ Ústí nad Labem 10.11.2015. Data byla převzata z dostupné PD, která byla poskytnuta Stavebním úřadem města Ústí nad Labem. [1]

Vodní tok:	bezejmenný pravostranný přítok od Tisé
Hydrologické číslo povodí:	1-14-02-0270
Profil:	pod bezejmenným levostranným přítokem
Plocha povodí A:	1,88 km ²
Dlouhodobá průměrná roční výška srážek Pa:	783 mm
Dlouhodobý průměrný roční průtok Qa:	21 l.s ⁻¹

Tabulka 2 M-denní průtoky

zdroj: PD Souhrnná technická zpráva [1]

M	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364	Třída
l.s ⁻¹	48	33	25	21	18	15	13	11	9,1	7,7	6,4	4,4	3,1	IV.

Tabulka 3 N-leté průtoky

zdroj: PD Souhrnná technická zpráva [1]

N	1	2	5	10	20	50	100	Třída
m ³ .s ⁻¹	0,45	0,89	1,70	2,68	3,89	6,00	8,11	IV.

2.5 Historické povodně v obci Libouchec

Povodně v minulosti několikrát zasáhli Libouchec a napáchaly nemalé škody. V povodňovém plánu obce v seznamu ohrožených objektů můžeme najít i bytové domy, které přiléhají k rybníku u Zámku. Ty byly vyhodnoceny na základě zkušeností s povodněmi na Potoce od Tisé, kdy nestačila kapacita potrubí za VD.

V roce 1552 přišla první historicky doložená povodeň, o které se kronikář zmínil jako o Božím trestu. Voda tehdy vzala 12 budov, 2 mlýny a několik lidských životů.

Další velká povodeň přišla v květnu roku 1853 „*Kameny, kmeny dřeva, keře byly unášeny a byly vymílány hluboké tůně, ulice a cesty i stavby zpola zničeny, kořeny stromů byly obnaženy, pole a louky zaneseny naplaveným kamením.*“ [5] Tak vzpomíná na událost farář Franz Focke.

V červenci 1897 zasáhla obec průtrž mračen, která způsobila obrovské škody. V ulici Oberdorfen (Horní ves) bylo vodou vše zničeno. Soukromí vlastníci dostali finanční dary ze státních fondů a bezúroční půjčky na opravy po povodni. Naměřený průtok při povodni byl $Q_{\max}=80-100 \text{ m}^3/\text{s}$.

V roce 1926 strhla povodeň několik mostů v obci a poškodila kapli.

V červenci 1927 přišla desetihodinová průtrž mračen a povodeň zasáhla desítky obcí. Byly velké škody na majetku i na životech. „*Nesmírné masy vod přeměnily potoky na veletoky. Nikdo z žijících nic podobného nepamatoval.*“ [5] Vzpomíná pan Hocke. Naměřený průtok při povodni byl $Q_{\max}=120 \text{ m}^3/\text{s}$.

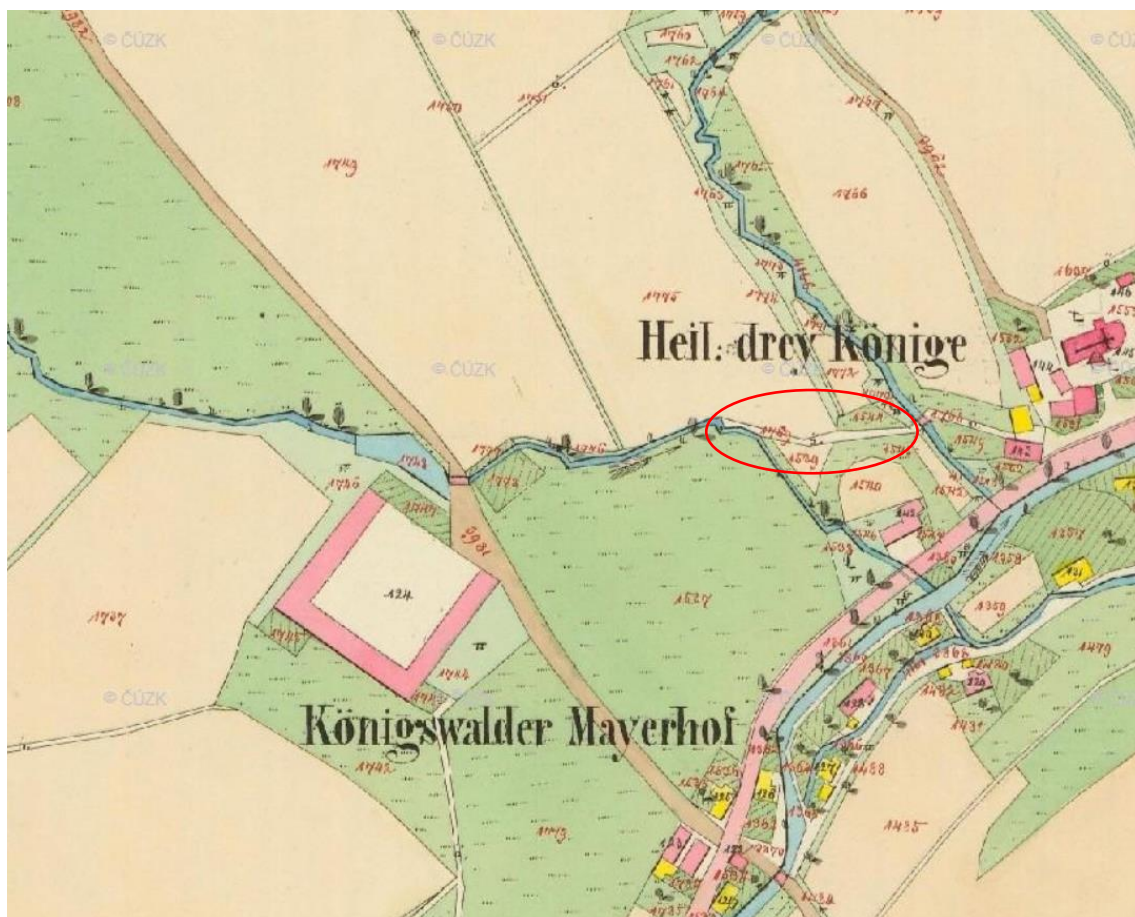
Další povodeň přišla až v červenci roku 1979, kdy došlo k rozvodnění Jílovského potoka a škody byly převážně ve sklepích a přízemích objektů v okolí potoka. Naměřený průtok při povodni byl $Q_{\max}=120-140 \text{ m}^3/\text{s}$.

V červenci 1987, kdy voda napáchala milionové škody a obcí tekla více než století voda ($Q_{100}=160 \text{ m}^3/\text{s}$). Došlo k rozvodnění Jílovského potoka, během 30 minut došlo ke stržení všech mostů a hlavní komunikace vedoucí obcí Libouchec. Voda se nevyhnula ani panelových domů u rybníka u Zámku, kde strhla příčky ve sklepích. Jednalo se o povodeň, která nejvíce zasáhla obec Libouchec a poté došlo k úpravě a zkapacitnění Jílovského potoka. Součástí bylo i zbudování rozdělovacího objektu a odlehčovacího náhonu.

Zatím poslední povodeň byla v roce 2010 a ta zasáhla obec pouze okrajově. Při této povodni rybník u Zámku a krytý profil pod ním kapacitně nestačil a voda se vylila do zastavěného území. Podél Jílovského potoka se utrhla část břehu. [5] [6] [7] [8]

2.6 Historické vedení trasy VT

Na Obrázek 3 je historická mapa obce Libouchec z roku 1843. Je zde vidět původní trasa koryta Potoka od Tisé pod rybníkem u Zámku. Původně bylo koryto otevřené a ústilo do Jílovského potoka. Až po roce 1970 došlo k vybudování zástavby panelových domů a krytého profilu VT s ústím do Tisé. V rámci zatrubnění došlo k napřimení toku.

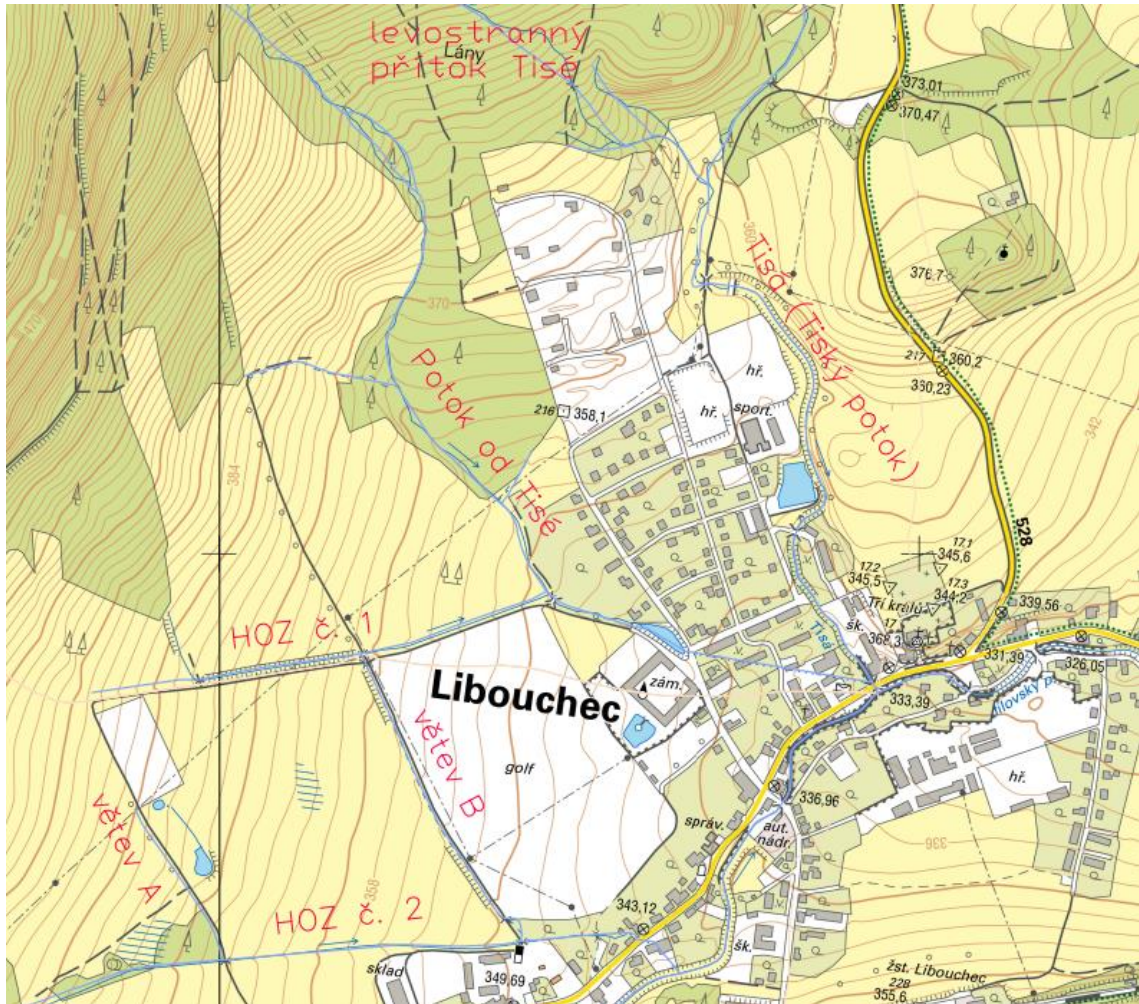


Obrázek 3 – historická mapa s původním vedením VT Potok od Tisé
zdroj: Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz

Vyznačená oblast ukazuje trasu bývalé cesty. Trasa krytého profilu VT kopíruje tuto starou cestu, a tak byl úsek toku vedoucího jihovýchodně odkloněn do již zmíněného ústí do Tisé.

3 Pasport vodních toků

Pro bakalářskou práci bylo zapotřebí provést pasport pro vyhodnocení proudění vody a nalezení kritických míst. Na Obrázek 4 jsou vodní toky, na kterých byl pasport prováděn i s jejich označením.



Obrázek 4 – ZM10 popis vodních toků

zdroj: Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz

3.1 Potok od Tisě

Ř. km 2,569-2,667

První úsek začíná u vzdušní paty hráze Cihlářského rybníka v obci Tisá. Jedná se o vyhloubenou nádrž a první zmínky o ní jsou ze 16. století. Z rybníční hráze vytéká voda výpustí z betonu DN 600 a prosakující voda je svedena drenážním potrubím 2x DN200 z oceli. Koryto je přímé a opevněné dlažbou z betonových prefabrikátů osazené do štěrkopískového podsypu. Profil koryta je lichoběžník se šířkou ve dně 0,6 m a sklon svahů je 1:1. V ř. km 2,650 se nachází stabilizační práh z betonu k zajištění úrovně dna. Bezpečnostní přeliv z Cihlářského rybníka ústí pravostranně v ř. km 2,627. V důsledku stáří a vlivem proudící vody došlo v ř. km 2,615-2,627 k destrukci opevnění, a tak je částečně odhalen štěrkopískový podsyp. Dále již pokračuje koryto bez opevnění s přirozeným přímým korytem stejného tvaru profilu jako doposud až do ř. km 2,569.

Dno je pokryto pískem a na březích jsou traviny. Na konci úseku se nachází tůň. V celém úseku je malý sklon dna koryta (cca 4 %) a vyskytuje se zde pouze říční proudění. [9]

Ř. km 2,488-2,569

Krátký úsek vodního toku se ztrácí ve vysokém porostu travin. Koryto je opět patrné až po 80 m, kde voda vytéká zpod staré lávky pro pěší. Velká část okolního území je podmáčená.



Obrázek 5 - hráz Cihlářského rybníka
zdroj: autorská fotografie

Obrázek 6 – destrukce opevnění koryta
zdroj: autorská fotografie

Obrázek 7 – tůň a porost v trase koryta
zdroj: autorská fotografie

Ř. km 2,210-2,488

Vodní tok je dále v přirozeném a vlnovitě vedeném korytě. Profil kynety je lichoběžník se šířkou ve dně 0,5-1,0 m a se sklonem břehů 1:2. Dno je pokryto pískem a na březích jsou traviny. Rozdíly trasy v tomto úseku jsou z hlediska poloměrů zákrut vlnitého toku. Ř. km 2,488-2,380 jsou oblouky o poloměru do 10 m a od ř. km 2,380 je poloměr přibližně 15 m. V celém úseku jsou spadané větve stromů do vodního toku, a tak brání plnému průtoku vody. Na konci úseku v ř. km 2,210 je bezejmenný pravostranný přítok.



Obrázek 8 – spadané větve v korytě
zdroj: autorská fotografie



Obrázek 9 – koryto ř. km 2,380
zdroj: autorská fotografie



Obrázek 10 – pravostranný přítok
zdroj: autorská fotografie

Ř. km 1,731-2,210

Dále je Potok od Tisé v přirozeném korytě veden téměř v přímě a profil kynety je obdélník se šířkou ve dně 0,5-1,2 m. Na dně koryta se kromě štěrkopísku vyskytují i větší balvany, které vytváří kaskády. V celém úseku jsou na březích traviny a uvnitř koryta jsou spadané větve z přilehlých listnatých stromů. V ř. km 2,183 a 1,982 jsou propustky k převedení vody pod lesními lávkami pro pěší. Oba propustky jsou betonové trouby DN 800 vedou kolmo na křižovanou lávku. Čela propustků, na vtokové i výtokové straně, jsou opevněna kamennou dlažbou. Třetí propustek se nachází v ř. km 1,731 a kříží se s mostem, který je využíván jako přejezd. Jsou zde dvě potrubí pro převod vody. Jedno vede šikmo na komunikaci a jedná se o ocelovou trubku DN 600. Jak je patrné z Obrázek je výše než druhá trouba. Ta je betonová DN 800, kříží komunikaci kolmo a čelo propustku z obou stran je opět opevněno kamennou dlažbou. Betonová trouba je novějšího data, protože ocelová trubka má vtok kousek od čela propustku a je zde pouze jako doplňková při větším průtoku. V ř. km 1,802 se ještě nachází bezejmenný levostranný přítok. [9]



Obrázek 11 – propustek ř. km 2,183
zdroj: autorská fotografie



Obrázek 12 – propustek ř. km 1,731
zdroj: autorská fotografie

Ř. km 1,269-1,731

V tomto úseku je koryto oproti předchozím částem toku více rozkolísané v podélném sklonu, to má za následek velké rozdíly v rychlostech proudění vody. Dno tvoří štěrky a kameny a koryto je výrazně více zaříznuté v údolí, jeho profil kynety je lichoběžníkového tvaru. Šířka ve dně je 0,5-0,7 m a sklon svahů má 1:2. Trasa je mírně vlnitá a jsou zde místa s větším výskytem spadáných větví ve vodním toku.

Ř. km 0,601-1,269

V ř. km 1,296 vodní tok přirozeně bifurkuje a v jednom rameni nadále proudí velké množství vody, protože je více zahlužené než druhé. V době pasportu, na podzim roku 2022, zde voda protékala pouze jedním ramenem, jak je patrné z Obrázek a v druhém rameni byla pouze stojatá voda. Po 155 m se opět obě ramena spojí v jedno a až do ř. km 0,601 je trasa koryta neupravená a vlnitá s oblouky o poloměru pod 10 m. Profil koryta je proměnlivý, převážně však lichoběžníkový o šířce ve dně 1,5 m a sklon svahů břehů 1:1. Voda opět proudí pomaleji a okolí vodního toku je značně podmáčené. Trasa tohoto úseku vede na rozhraní lesa a louky. V tomto úseku jsou dva bezejmenné přítoky, jeden na ř. km 0,823 jako levostranný přítok a na ř. km 0,601 pravostranný.



Obrázek 13 – úsek ř. km 1,269-1,731
zdroj: autorská fotografie



Obrázek 14 – bifurkace
zdroj: autorská fotografie

Ř. km 0,306-0,601

Zmíněný pravostranný přítok na ř. km 0,601 ústí do Potoka od Tisé plastovým potrubím DN 300, jak je vidět na ObrázekObrázek. Nyní vede trasa toku intravilánem podél parcel zahrad. Profil kynety je obdélníkový se šířkou ve dně 0,9 m a trasa je téměř přímá bez opevnění. Podélný sklon je mírný, okolo 3 % a dno je pokryto vrstvou písku. V trase je několik lávek, které si zbudovali zahrádkáři přes vodní tok. Avšak lávky nijak nenarušují proudění vody. V této části toku je ještě bezejmenný levostranný přítok v ř. km 0,447 a dále v ř. km 0,437 je propustek s troubami 2x DN750 z betonu. Čela propustku jsou betonová, jak je patrné z Obrázek .



Obrázek 15 – pravostranný přítok
zdroj: autorská fotografie



Obrázek 16 – propustek ř. km 0,437
zdroj: autorská fotografie

Ř. km 0,203-0,306

V dalším úseku se je rybník U Zámku, který má protáhlý tvar o délce cca 75 m a šířce cca 20 m. Jedná se o zahloubenou nádrž pod okolním terénem. Vodní dílo se nachází v nadmořské výšce 340 m n. m., plocha provozní hladiny je 993,8 m² a objem při provozní hladině je 697,1 m³. Součástí vodního díla je sružený objekt, který byl realizován v roce 2015 spolu s opevněním břehů. Výpust navazuje na zakrytý profil Potoka od Tisé. [1]



Obrázek 17 – Rybník u Zámku, sružený objekt
zdroj: autorská fotografie



Obrázek 18 – Rybník u Zámku, horní část nádrže
zdroj: autorská fotografie

Ř. km 0,009-0,230

Z vyústění rybníka vede vodní tok v již zmíněném zakrytém korytě. Z projektové dokumentace, na jejímž základě se navrhovala rekonstrukce rybníka U Zámku, byly zjištěny parametry zatrubnění, které se do té doby nedochovaly. Avšak dle informací od obyvatel obce byl krytý úsek realizován společně s výstavbou bytových domů, nacházejících se přímo nad vodním tokem, tudíž okolo 70. let minulého století. V úseku ř.km 0,216-0,230 je vodní tok veden ve zděném kamenném profilu 1,56 x 1,3 m a se sklonem 6,16 %. Následuje ř. km 0,216-0,194 a na něj navazující ř. km 0,039-0,194, kde se v obou úsecích nachází betonová trubka DN 1000 a sklon v prvním z uvedených je 4,22 % a poté 2,63 %. Posledním krytým úsekem je ř. km 0,009-0,039, který je z ocelové trubky DN 1150 a sklonem 2,38 %. Vyústění krytého profilu je vidět na Obrázek společně s posledním úsekem Potoka od Tisé.



Obrázek 19 – Potok od Tisé a potok Tisé
zdroj: autorská fotografie

Ř. km 0,000-0,009

Zde je koryto přímé a je tvořeno lichoběžníkovým profilem opevněným kamennou dlažbou v betonovém podkladu. Šířka ve dně je 0,9 m a sklon svahů břehů je 1:1. Na konci tohoto úseku ústí potok od Tisé do potoka Tisé, jako jeho levostranný přítok.

3.2 Hlavní odvodňovací zařízení č. 1

HOZ č. 1 je levostranným přítokem do Potoka od Tisé ústí do vodního toku v ř. km 0,447 a je tvořeno korytem, které bylo zbudováno za účelem odvodnění přilehlých zemědělských ploch. Odvodňovací strouha je přímá a není nijak opevněna. Tvar profilu je lichoběžník se šířkou ve dně 0,9 m a se sklonem svahu 1:2. V průběhu let nebyla udržována, a tak zarůstá travinami a náletovými dřevinami. Koryto je po většinu roku bez vody. Výjimkou jsou jarní období a období přívalemých srážek. V celé délce koryta se nachází dvě lávky, pod kterými je voda vedena v propustcích o průměru DN 500 z betonu. Čela propustek jsou zděná z obou stran. Konkrétně se lávky s propustky nachází v ř. km 0,283 a 0,515. Celková délka tohoto přítoku je 672 m.



Obrázek 20 – HOZ č.1
zdroj: autorská fotografie

V ř. km 0,284 se koryto dělí na dvě odvodňovací zařízení. Oddělená větev B dále vede část vody směrem do Jílovského potoka.

3.3 Hlavní odvodňovací zařízení č. 2

Do HOZ č. 2 ústí meliorační větve A a B a dále v intravilánu přitéká do tohoto recipientu potrubím dešťová voda. V úseku ř. km 0,979-0,127 je koryto přímé neopevněné a porostlé travinami. Tvar koryta je lichoběžníkový se šířkou dna 0,9 m a se sklonem 1:2. Z důvodu překlenutí koryta lávkami jsou zde zbudovány propustky. Všechny jsou z betonových trub a jejich čela jsou taktéž betonová. Všechny kříží komunikace kolmo a liší se pouze velikostí potrubí. Na ř. km 0,671 je DN 500, na ř. km 0,254 je DN 300 a na ř. km 0,146 je DN 1100. Přítoky obou větví jsou pravostranné a větev A ústí v ř. km 0,672 a větev B v ř. km 0,242. V úseku ř. km 0,127-0,112 je koryto vedeno v kamenném žlabu obdélníkového profilu přes soukromé pozemky. Fotografie žlabu jsou na Obrázek a Obrázek . Poslední částí je v ř. km 0,112-0,000 zakrytý profil betonové trouby DN 1000, který vede pod silnicí I/13 a dále pod zastavěným územím, kde ústí do Jílovského potoka.



Obrázek 21 – propustek DN 1100
zdroj: autorská fotografie



Obrázek 22 – HOZ č.2, kamenný žlab
zdroj: autorská fotografie



Obrázek 23 – HOZ č.2, HOZ č.2,
kamenný žlab
zdroj: autorská fotografie

3.4 Odvodňovací zařízení – větev A

Odvodňovací větev z meliorace ústí do HOZ č. 2 v ř. km 0,672. Délka trasy je 247 m a jsou zde dvě lávky s propustky DN 200 z betonu. Vtoková i výtoková čela jsou opevněna zdívkou. Po většinu roku je koryto vyschlé a jeho přítoky do povodí jsou minimální. Koryto je přímé a porostlé travinami. Tvar profilu je lichoběžník se šířkou ve dně 0,7 m a se sklony svahů 1:2.

3.5 Odvodňovací zařízení – větev B

Jedná se opět o zbudované odvodňovací zařízení pro meliorace. Tato strouha převádí část vody z HOZ č. 1. Koryto je přímé a neopevněné a z důvodu neudržování je zanesené travinami a náletovými dřevinami. Tvar profilu koryty je lichoběžník se šířkou ve dně

0,9 m a se sklonem svahů 1:2. Délka této části koryta je 488 m a následně ústí do HOZ č. 2 v ř. km 0,242.

3.6 Tiský potok

Ř. km 0,737-1,100

Pasportovaná část vodního toku Tisá začíná v místě propustku DN 1000 z betonu. Propustek kříží kolmo lesní lávku pro pěší a je ve velmi špatném stavu. Koryto toku je přirozené a trasa je vlnitá o poloměru přibližně 10 m. Kyneta je obdélníkového tvaru o šířce dna 0,5-0,8 m. Na konci tohoto úseku se nachází ocelový most, kde světlá výška pod mostem je 1,4 m.



Obrázek 245 – propustek na Tisé
zdroj: autorská fotografie



Obrázek 25 – koryto VT Tisá
zdroj: autorská fotografie

Ř. km 0,688-0,737

V ř.km 0,700 je betonová monolitická přehrážka s přelivnou hranou ve výšce 1,4 m nad dnem vodního toku a celková výška tělesa přehrážky je 2,37 m. Průřezné otvory jsou zajištěné ocelovou odnímatelnou mříží, která je vidět na Obrázek . Celkový prostor pro průřezné otvory činí na šířku 2 m a na výšku 1,2 m. Otvory mají na výšku 130 mm a ocelové části jsou vysoké 100 mm. Spadiště za přehrážkou je dlouhé 18,5 m a kyneta má tvar lichoběžníku o sklonu svahů 1:1,5 a šířce ve dně 1,5 m. Maximální hladina v kynetě může dosáhnout hloubky 1,2 m. Berma je 9 m široká na každé straně a je také lichoběžníkového tvaru o stejném sklonu svahů. Spadiště je z kamenné dlažby v betonovém podkladu.



Obrázek 26 – přehrážka na VT Tisá
zdroj: autorská fotografie

Ř. km 0,408-0,688

Za spadištěm přehrážky se nachází stupeň z betonu o výšce 0,4 m a následně pokračuje koryto vodního toku v mírném oblouku okolo fotbalového hřiště. Tvar kynety je lichoběžník s šířkou ve dně 1,6 m a sklonem svahů 1:1. Maximální hladina v kyneti může dosáhnout hloubky 1,8 m. Na konci úseku se nachází další stupeň o výšce 0,55 m z betonu.

Ř. km 0,055-0,408

V ř. km 0,398 je vpust do přírodního koupaliště, kterou pro větší průtok lze regulovat pomocí přidání stavidlového prvku. Voda přitéká do koupaliště potrubím DN 300 z plastu. Koryto je vedeno stále v mírném oblouku a je po celou dobu opevněno kamennou dlažbou v betonovém podkladu. Lichoběžníkový tvar kynety je stejný jako v předchozích úsecích o šířce ve dně 1,6 m. V ř. km 0,283 se nachází opět stupeň z betonu o výšce 0,5 m. V ř. km 0,285 se odtok z koupaliště stává levostranným přítokem do potoka Tisá. Odtok vody z koupaliště je veden přelivem širokým 2,2 m a opevněným kamennou dlažbou v betonovém podkladu stejně jako koryto vodního toku. V nádrži koupaliště je také sdružený objekt. Ten má výtok do potoka Tisá jen o 2 metry níže po proudu než bezpečnostní přeliv. Výtok je proveden v ocelovém potrubí DN 500. Koupaliště bylo zbudováno v roce 1921 a kromě přítoku z potoka Tisá byl napájen v minulosti i z mlynářských rybníčků pod Tisou. V minulosti byla nádrž používána kromě rekreace i jako zásobárna ledu. Od bezpečnostního přelivu dále trasa koryta vede téměř přímě, a kromě levostranného přítoku Potoka od Tisé v ř. km 0,115 se zde nachází ještě 2 betonové stupně v ř. km 0,080 a 0,073, každý o výšce 0,5 m. [5]



Obrázek 27 – stupeň na VT potok Tisá
zdroj: autorská fotografie



Obrázek 286 – vtok do přírodního koupaliště
zdroj: autorská fotografie



Obrázek 29 – VT potok Tisá a přírodní koupaliště
zdroj: autorská fotografie

Ř. km 0,000-0,055

Nyní je koryto přímé a kyneta přechází do lichoběžníkového tvaru o sklonu svahů stěn 1:2. Dochází zde k rozšíření šířky dna, které je 2,1 m. Profil je tvořen kruhovým segmentem ve dně, a to je opevněno kamennou dlažbou v betonovém podkladu. Stěny koryta jsou betonové. V ř. km 0,025 je betonový stupeň o výšce 0,7 m. Dále vede trasa koryta pod silnicí I/13, kde tvar koryta přechází do kruhového profilu o průměru DN 2500 z betonu, následně potok Tisá ústí do Jílovského potoka.

3.7 Levostranný přítok Tisé

Ř. km 0,115-0,280

Bezejmenný levostranný přítok do potoka Tisé má trasu vlnitou s poloměrem přibližně 5 m. Kyneta je lichoběžníkového tvaru se šířkou ve dně 0,8-1,2 m a sklon svahů je 1:2. Dno je pokryto štěrkopískem. Nachází se zde levostranný přítok od zástavby v ř. km 0,175. Maximální hladina v kynetě může dosáhnout hloubky 0,7 m.

Ř. km 0,000-0,115

V tomto úseku je podélný sklon výrazně menší a kyneta zde má tvar obdélníku se šířkou ve dně 0,6 m. Až k přítoku do Potoka Tisé je vodní tok neopevněn a dno je tvořeno jemným pískem a břehy jsou zarostlé travinami. Maximální hladina v kynetě může dosáhnout hloubky 0,2 m. V tomto úseku jsou v korytě náletové dřeviny, tudíž je průtok vody značně snížen. V ř. km 0,075 je bezejmenný pravostranný přítok.



Obrázek 30 – první úsek bezejmenného VT
zdroj: autorská fotografie



Obrázek 31 – druhý úsek bezejmenného VT
zdroj: autorská fotografie

3.8 Tabulka přítoků vodních toků

Tabulka 4 - Tabulka přítoků vodních toků

Hlavní vodní tok (IDVT)	Přítok 1	ř. km	Přítok 2	ř. km
Potok od Tisé (10222615)	Hlavní odvodňovací zařízení č. 1	0,447		
	bezejmenný pravostranný přítok	0,601		
	bezejmenný levostranný přítok	0,823		
	bezejmenný levostranný přítok	1,802		
	bezejmenný pravostranný přítok	2,210		
	bezpečnostní přeliv z Cihlářského rybníka	2,627		
Tisá (10104572)	Potok od Tisé	0,115		
	bezpečnostní přeliv z koupaliště	0,285		
	odtok do přírodního koupaliště	0,398		
	bezejmenný levostranný přítok	0,902	bezejmenný pravostranný přítok	0,075
			bezejmenný levostranný přítok	0,174
Jílovský Potok (10100327)	Hlavní odvodňovací zařízení č. 2	14,370	Odvodňovací zařízení – větev B	0,242
			Odvodňovací zařízení – větev A	0,672

4 Rekonstrukce rybníka U Zámku

Rybník U Zámku byl v roce 2016 rekonstruován stavební firmou EKOSTAVBY Louny s.r.o. a projektovou dokumentaci zpracovávala firma TERRAPROJEKT, v.o.s. V historii se jednalo o průtočný rybník se zahloubenou hrází pod úroveň okolního terénu bez vzduší vody. Technické řešení rekonstrukce bylo provedeno v rámci požadavku na zvýšení protipovodňové ochrany intravilánu obce Libouchec a možnosti plného využití průtočné kapacity vtoku zakrytého profilu. [10]

4.1 Sdružený objekt

Byl vystaven v místě původního hradícího objektu a napojen na stávající krytý profil vodního toku. Základová konstrukce byla provedena z betonu C20/25-XC2 a nadzákladové konstrukce jsou z betonu C25/30-XF3 s kamenným obkladním zdivem.

Výpust nádrže je ze stávajícího krytého profilu, který má na vtoku profil o rozměrech 1,56 x 1,30 m a navazuje na něj nový sdružený objekt.

Bezpečnostní přeliv je tvořen dvěma přelivnými hranami o délce 5,80 m (2 x 2,90 m) s kapacitou $Q = 3,815 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Šířka dopadiště odpovídá šířce vtoku krytého profilu, tedy 1,65 m. Dno dopadiště bylo zpevněno dlažbou z lomového kamene na cementovou maltu s vyspárováním tl. 0,30 m, kladenou do podkladního lože z betonu prostého tl. 0,15 m. Nadzákladové části přelivných zdí jsou provedeny v rubu ve sklonu 1:10 a v líci směrem

k dopadišti jsou vedeny svisle. Obkladní zdivo pro bezpečnostní přeliv je z lomového kamene tl. 0,30 m.

Manipulační objekt (požerák) navazující na bezpečnostní přeliv má komoru požeráku o rozměrech 1,0 x 0,6 m a pro hrazení vody byla zhotovena dvojitá dlužová stěna s manuálním ovládáním. Maximální průtok přes hradící stěnu je $83,2 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ (při $h = 0,20 \text{ m}$). Přístup k požeráku z koruny hráze je zajištěn novou lávkou z ocelových nosníků a dřevěné mostovky s dřevěným zábradlím, která je ukotvena na úložném prahu ze zdiva z lomového kamene. [1]



Obrázek 32 – Rybník u Zámku při rekonstrukci, sružený objekt 28.6. 2017
zdroj: PD Fotodokumentace [16]



Obrázek 33 – Rybník u Zámku při rekonstrukci 28.6.2017
zdroj: PD Fotodokumentace [16]

4.2 Úpravy nádrže a okolí

V průběhu stavebních prací došlo nejprve k odbahnění nádrže a dále byly provedeny následující úpravy.

Úprava levého břehu spočívala v odstranění stávajících prefabrikovaných panelů a nahrazením kamennou rovnáninou s vyklínováním ve sklonu 1:1,75.

Pravý břeh, který přiléhá k silnici byl vysvahován ve sklonu 2,0 %, následně ohumusován v tl. 0,10 m a oset travním semenem.

Pod původním mostem v horní části nádrže byl ze zdiva z lomového kamene vybudován stabilizační práh. Pod prahem byl dále vytvořen zához z lomového kamene s proštěrkováním o hmotnosti jednotlivých kamenů do 20 kg. [1]



Obrázek 34 – Rybník u Zámku, stabilizační práh 28.6.2017
zdroj: PD Fotodokumentace [16]



Obrázek 35 – Rybník u Zámku, opevnění levého břehu 21.4.2017
zdroj: PD Fotodokumentace [16]

5 Výpočty – Potok od Tisé

Výpočtem maximálních průtoků na VT a v jeho kritických místech, bylo posouzeno, zda je kapacita dostatečná při povodňovém průtoku s ohledem na jeho přilehlé území.

Tabulka 5 – hodnoty Q_N pro navrhování kapacity koryta [9]

kapacita koryta při charakteru území	povodňový průtok Q_N (m^3/s)
území s většími sídlišti se souvislou zástavbou, významné komunikace a objekty	Q100
území venkovských sídlišť, větší zemědělské objekty, druhořadé komunikace apod.	Q20-Q50
území polní, obhospodařovaná jako pole	Q5-Q10
území luk a pastvin	Q2-Q5

5.1 Maximální průtoky

Při výpočtu maximálních průtoků v korytech v následujících kapitolách za předpokladu pohybu ustáleného rovnoměrného byly použity následující vzorce:

$$Q = v \cdot S$$

$$v = C \cdot (R \cdot i)^{1/2}$$

$$C = 1/n \cdot R^{1/6}$$

$$R = S/O$$

S – průtočná plocha (m^2)

O – omočený obvod (m)

R – hydraulický poloměr (m)

n – drsnostní součinitel

C – rychlostní součinitel

i – podélný sklon (%)

v – průtočná rychlost (m/s)

Q – průtočné množství (m^3/s)

Ř. km 1,269-1,731

Lichoběžníkový profil o šířce ve dně 0,6 m a max. hladině výšky 1,2 m. Podélný sklon toku je 17,3 % a sklony svahů stěn kynety je v poměru 1:2. Manningův součinitel uvažuji $n=0,070$ pro horské toky se stromy a keři na březích.

Ř. km 0,601-1,269

Lichoběžníkový profil o šířce ve dně 1,5 m a max. hladině výšky 1,0 m. Podélný sklon toku je 6,8 % a sklony svahů stěn kynety je v poměru 1:1. Manningův součinitel uvažuji $n=0,050$ pro rovinné toky se zákruty, tůněmi a brody.

Ř. km 0,306-0,601

Obdélníkový profil kynety o šířce 0,9 m a max. hladině výšky 0,6 m. Podélný sklon trasy vodního toku je 3,6 %. Manningův součinitel uvažuji $n=0,030$ pro rovný přirozený tok.

Tabulka 6 - výpočet průtoku VT Potok od Tisé

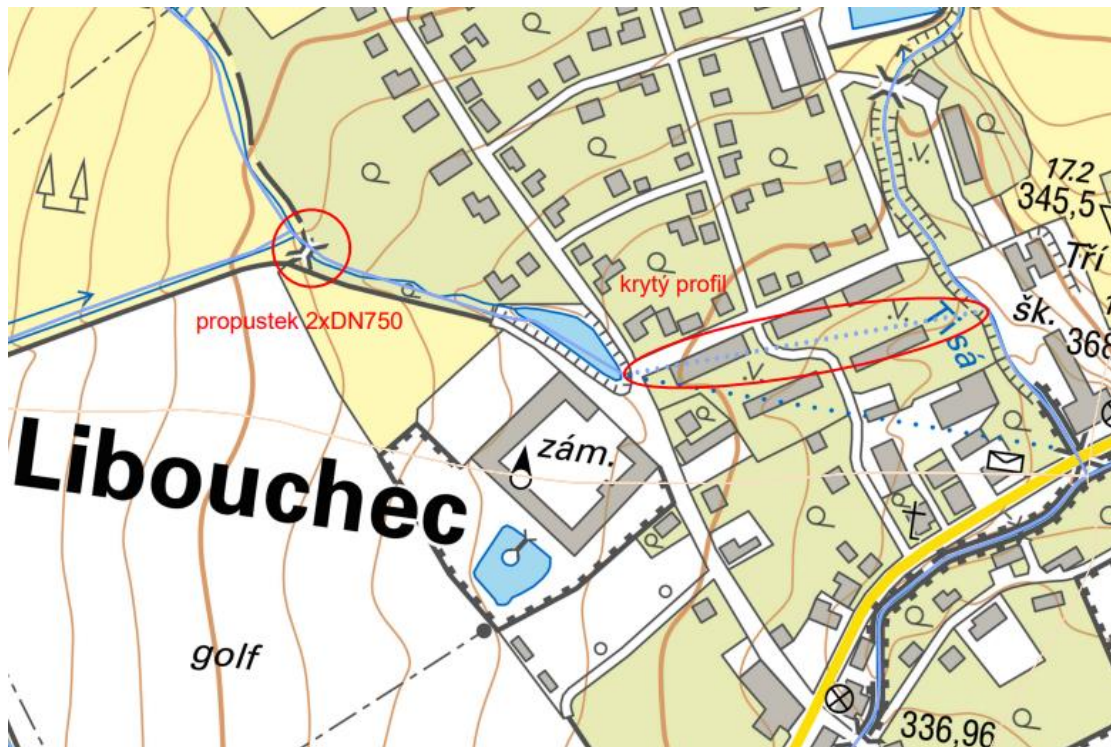
úsek	profil	S (m ²)	O (m)	R (m)	n	C	i (%)	v (m/s)	Q (m ³ /s)
1,269-1,731	lichoběžník	1,44	3,48	0,413	0,07	12,329	17,3	3,30	4,75
0,601-1,269	lichoběžník	2,50	4,33	0,578	0,050	18,251	6,8	3,62	9,04
0,306-0,601	obdélník	0,54	2,10	0,257	0,030	26,581	3,6	2,56	1,38

Úsek ř.km 1,269-1,731 převede vodu $Q_{20}=3,89 \text{ m}^3/\text{s}$. Úsek ř. km 0,601-1,269 převede vodu $Q_{100}=8,11 \text{ m}^3/\text{s}$. A úsek ř. km 0,601-0,306 v intravilánu převede pouze $Q_2=0,89 \text{ m}^3/\text{s}$.

Poslední úsek se nachází v území s charakteristikou venkovských sídlišť, proto by mělo koryto převést průtok minimálně Q_{20} . Z tohoto hlediska není tento úsek dostatečně kapacitní. [9]

5.2 Kritická místa

Na Obrázek jsou vidět kritická místa na VT Potok od Tisé, na kterých byla posuzována kapacita při povodňovém průtoku.



Obrázek 36 – kritická místa na VT Potok od Tisé

zdroj: Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz

5.2.1 Krytý profil

Krytý profil se nachází na ř. km 0,009-0,230 na Potoce od Tisé. Při rekonstrukci rybníka U Zámku bylo nutné posoudit kapacitu tohoto profilu, z terénního průzkumu při rekonstrukci byly zjištěny následující informace:

Tabulka 7 - tabulka krytého profilu

zdroj: PD Posouzení kapacity krytého profilu toku [11]

Úsek	profil – materiál	sklon (%)	délka (m)
P1-P2	DN 1500 – trouby ocelové	2,38	31,9
P2-P3	DN 1000 – trouby betonové	2,63	154,5
P3-P4	DN 1000 – trouby betonové	4,22	21,1
P4-P5	1,56 x 1,30 m – zděný kamenný profil	6,16	14,6

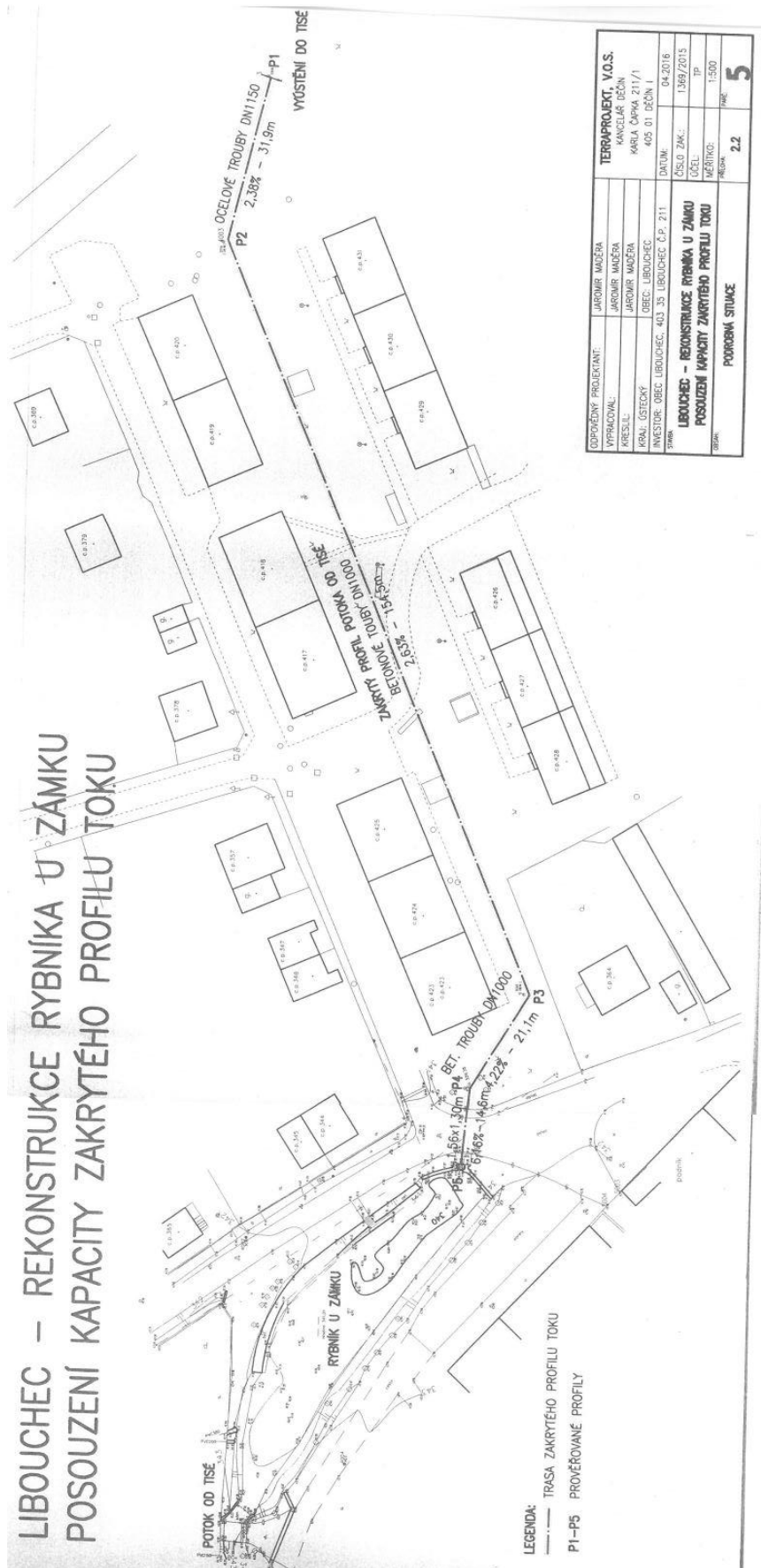
Kromě vody z povodí nad rybníkem U Zámku se krytým profilem odvádí také dešťová voda z přilehlé zástavby sídliště. [11]

Při výpočtu kapacity bylo opět uvažováno s prouděním s volnou hladinou, a proto byly použity stejné vzorce jako v předchozím výpočtu. Manningův součinitel uvažují $n=0,014$ pro ocelové potrubí, $n=0,020$ pro betonové potrubí a $n=0,025$ pro lomový kámen s cementovou maltou.

Tabulka 8 - výpočet průtoku v krytém profilu

úsek	profil	S (m ²)	O (m)	R (m)	n	C	i (%)	v (m/s)	Q (m ³ /s)
P1-P2	1150 ocel	1,04	3,61	0,288	0,014	58,029	2,38	4,80	4,99
P2-P3	1000 beton	0,79	3,14	0,250	0,020	39,685	2,63	3,22	2,53
P3-P4	1000 beton	0,79	3,14	0,250	0,020	39,685	4,22	4,08	3,20
P4-P5	1560 x 1300 LK	2,03	4,16	0,488	0,025	35,486	6,16	6,15	12,47

Nejméně kapacitní je úsek P2-P3, který převede pouze průtok $Q_5=1,7$ m³/s. Opět se jedná o území s charakteristikou venkovských sídlišť, proto by měl profil převést průtok minimálně Q_{20} . Z tohoto hlediska není krytý profil dostatečně kapacitní. [9]



Obrázek 37 - Výkres situace se zakrytým profilem toku
 zdroj: PD Posouzení kapacity zakrytého profilu toku – podrobná situace [11]

5.2.2 Propustek 2xDN750

Propustek se nachází na vodním toku Potok od Tisé na ř. km 0,437. Trouby jsou betonové 2x750 mm. Podélný sklon je $i = 2,7 \%$ a Manningův součinitel uvažují $n = 0,012$ pro betonové propustky.

Tabulka 9 - výpočet průtoku propustku 2xDN750

úsek	profil	S (m ²)	O (m)	R (m)	n	C	i (%)	v (m/s)	Q (m ³ /s)
propustek	2x750 beton	0,88	4,71	0,188	0,012	63,045	2,7	4,49	3,96

Propustek trubami 2x750 mm převede vodu $Q_{10} = 2,68 \text{ m}^3/\text{s}$. Jde o území s charakteristikou venkovských sídlišť, proto minimální průtok by měl být Q_{20} . Z tohoto hlediska není propustek dostatečně kapacitní. [9]

6 Návrh řešení

S přihlédnutím na předchozí kapitolu s výpočty průtoků na vodních tocích vyplývá nutnost vybudování protipovodňového opatření. Dva nejvíce problémové úseky VT jsou části před a za rybníkem u Zámku. V ř. km 0,306-0,601 jde o koryto přírodě blízké s malou kapacitou a v ř. km 0,009-0,230 jde o krytý profil pod zástavbou.

Jako PPO navrhuji zbudování rozdělovacího objektu a následné vedení části průtoku převaděčem do jiného VT. Jsou připraveny tři varianty tras odlehčovacích koryt a umělá bifurkace bude provedena rozdělovacím objektem. V rámci řešení všech variant je přihlédnuto i k doplňujícím úpravám, které by musely být provedeny na VT.

Jak už bylo zmíněno, dva úseky Potoka od Tisé jsou oproti ostatním úsekům jen velmi málo kapacitní. Průtok v krytém profilu nelze nijak nadlepšit, a proto s tímto maximálním návrhovým průtokem budu počítat jako s maximálním možným ve vodním toku. Oproti tomu v úseku ř. km 0,306-0,601 je koryto VT otevřené a v rámci řešení PPO by byla nutná úprava pro zkapacitnění alespoň na průtok $Q_5 = 1,7 \text{ m}^3/\text{s}$, který převede krytý profil.

Převaděč

Převaděč slouží k převedení vody, ať už mezi povodími nebo uvnitř jednoho povodí. Konkrétně v tomto řešení PPO se jedná o převaděč odlehčovací, který má za úkol odvádění povodňových průtoků. Odlehčování bude ve všech navržených variantách gravitační v otevřeném korytě. [12]

Rozdělovací objekt

Vybudováním rozdělovacího objektu bude umožněno regulovat odtok ve vodním toku Potoku od Tisé a zároveň v odlehčovacím převaděči. Voda bude primárně protékat do VT Potok od Tisé a při vyšším průtoku bude voda přepadat přes přeliv do nového umělého odlehčovacího převaděče. Pro lepší znázornění je na Obrázek vidět provedení rozdělovacího objektu na Jílovském potoce, který protéká v obci Libouhec. A jako příloha č.3 je schématický výkres rozdělovacího objektu. [12]

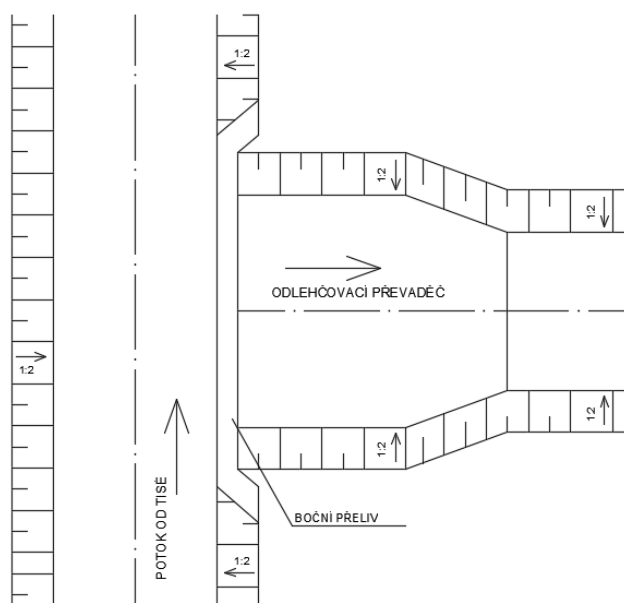


Obrázek 38 – rozdělovací objekt, Jílovský potok
zdroj: autorská fotografie

Jde se o běžnou stavbu a odlehčovací koryta se nachází i jinde v povodí. Jedná se tedy o jednu z možností, jak převést povodňový průtok a toto je jeho ideový vzor.

6.1 Varianta A

Pro tuto variantu řešení je rozdělovací objekt navržen do ř.km 0,823 na Potoku od Tisé. Jde o lesní půdu, a proto nejsou žádné prostorové omezení a může být přepad rozdělovacího objektu řešen jako boční přeliv. Trasa koryta je vedena přes pastviny a část golfového hřiště a vyústění je do HOZ č. 1 v ř. km 0,280. Voda bude dále proudit do oddělené větve B, která spadá do povodí č. 1-14-02-026. Na Obrázek je schéma možného řešení bočního přelivu rozdělovacího objektu.



Obrázek 39 – schéma rozdělovacího objektu
s bočním přelivem

6.1.1 Výpočty maximálních průtoků

Výpočtem maximálních průtoků na VT, které se týkají možného řešení PPO a jejich kritických míst, bylo posouzeno, zda je kapacita dostatečná při povodňovém průtoku s ohledem na jeho přílehlé území.

Hlavní odvodňovací zařízení č. 1

Lichoběžníkový profil o šířce ve dně 0,9 m a max. hladině výšky 1,2 m. Podélný sklon toku je 4,5 % a sklony svahů stěn kynety je v poměru 1:2. Manningův součinitel uvažují $n=0,033$ pro zemní kanály s trávou a s menším množstvím plevele.

Tabulka 10 - výpočet průtoku HOZ č. 1

úsek	profil	S (m ²)	O (m)	R (m)	n	C	i (%)	v (m/s)	Q (m ³ /s)
HOZ č. 1	lichoběžník	1,80	3,58	0,502	0,033	27,018	4,5	4,06	7,31

Koryto hlavního odvodňovacího zařízení převede vodu $Q_{50} = 6,00$ m³/s.

Hlavní odvodňovací zařízení č. 2

Lichoběžníkový profil o šířce ve dně 0,9 m a max. hladině výšky 1,5 m. Podélný sklon toku je 3,5 % a sklony svahů stěn kynety je v poměru 1:2. Manningův součinitel uvažují $n=0,033$ pro zemní kanály s trávou a s menším množstvím plevele.

Tabulka 11 - výpočet průtoku HOZ č. 2

úsek	profil	S (m ²)	O (m)	R (m)	n	C	i (%)	v (m/s)	Q (m ³ /s)
HOZ č. 2	lichoběžník	1,80	3,58	0,502	0,033	27,018	3,5	3,58	6,448

Koryto hlavního odvodňovacího zařízení převede vodu $Q_{50} = 6,00$ m³/s.

Odvodňovací zařízení – větev B

Lichoběžníkový profil o šířce ve dně 0,9 m a max. hladině výšky 1,0 m. Podélný sklon toku je 2,5 % a sklony svahů stěn kynety je v poměru 1:2. Manningův součinitel uvažují $n=0,033$ pro zemní kanály s trávou a s menším množstvím plevele.

Tabulka 12 - výpočet průtoku větve B

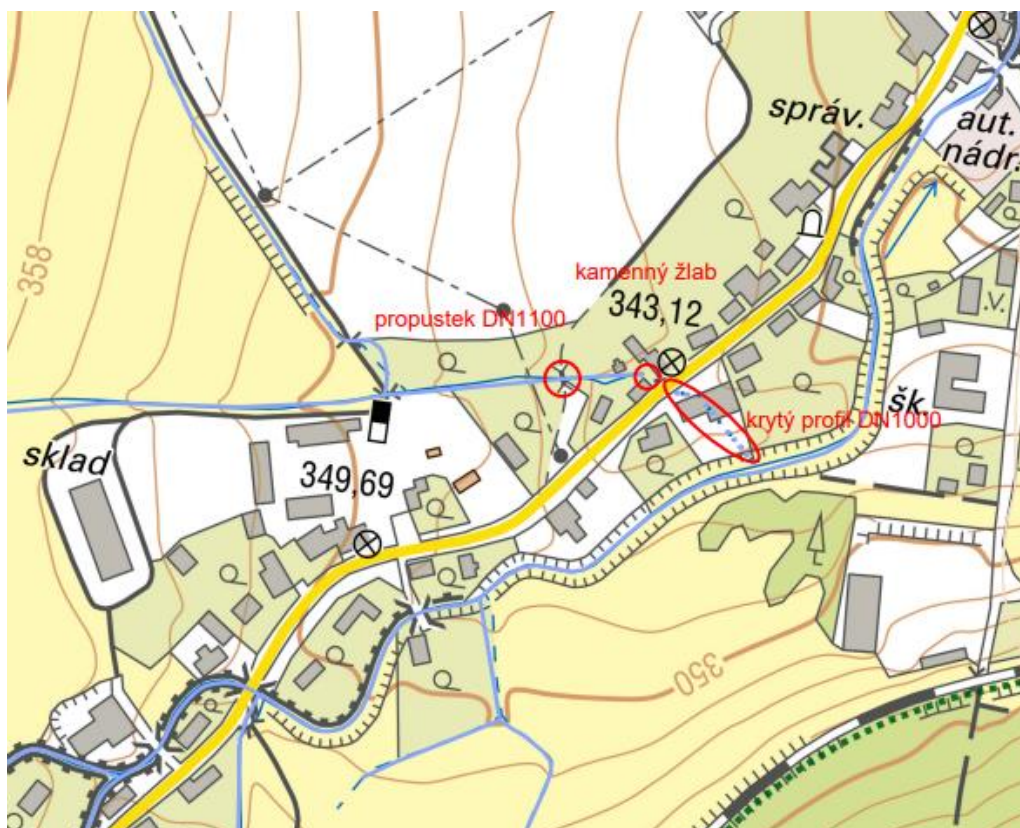
úsek	profil	S (m ²)	O (m)	R (m)	n	C	i (%)	v (m/s)	Q (m ³ /s)
větev B	lichoběžník	1,40	3,14	0,446	0,033	26,492	2,5	2,80	3,92

Koryto odvodňovacího zařízení převede vodu $Q_{20} = 3,89$ m³/s.

Všechna odvodňovací zařízení byla vyhodnocena na základě kapacity pro povodňový průtok. Jde o území s charakteristikou luk a pastvin, proto minimální průtok by měl být Q_2 , z tohoto hlediska jsou všechna koryta dostatečně kapacitní.

6.1.2 Kritická místa

Na Obrázek jsou vyznačena kritická místa na HOZ č. 2, na kterých byla posuzována kapacita při povodňovém průtoku pro návrhovou variantu A.



Obrázek 40 – kritická místa na VT pro variantu A

zdroj: Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz

HOZ č. 2 - propustek DN 1100

Propustek na hlavním odvodňovacím zařízení č. 2 se nachází na ř. km 0,146. Trouba je betonová DN1100. Podélný sklon je $i=2,5\%$ a Manningův součinitel uvažují $n=0,012$ pro betonové propustky.

Tabulka 13 - výpočet průtoku propustku DN1100

úsek	profil	S (m ²)	O (m)	R (m)	n	C	i (%)	v (m/s)	Q (m ³ /s)
propustek	1100 beton	0,95	3,46	0,275	0,012	67,201	2,5	5,57	5,30

Propustek DN 1100 převede vodu $Q_{20}=3,89\text{ m}^3/\text{s}$. Propustek je v území s charakteristikou venkovských sídlišť, proto minimální průtok by měl být Q_{20} , a tudíž splňuje minimální potřebnou kapacitu.

HOZ č. 2 – kamenný žlab

Kamenný žlab na HOZ č.2 se nachází v ř. km 0,112-0,127. Žlab je z kamenné dlažby na sucho a pro Manningův součinitel uvažuji $n=0,035$. Jedná se obdélníkové koryto se šířkou ve dně 0,6 m a maximální hladina může vystoupat do výšky 1,1 m. Podélný sklon je $i = 5,2 \%$.

Tabulka 14 - výpočet průtoku kamenného žlabu

úsek	profil	S (m ²)	O (m)	R (m)	n	C	i (%)	v (m/s)	Q (m ³ /s)
žlab	dlažba 600x1100	0,66	2,80	0,236	0,035	22,456	5,2	2,49	1,64

Kamenný žlab převede vodu $Q_2=0,89 \text{ m}^3/\text{s}$. Kamenný žlab je v území s charakteristikou venkovských sídlišť a minimální průtok by měl být Q_{20} . Toto kritérium není splněno a není tedy tento žlab dostatečně kapacitní.

HOZ č.2 – krytý profil DN 1000

Zakrytý profil na HOZ č. 2 se nachází na ř. km 0,000-0,112. Trouba je betonová DN 1000. Podélný sklon je $i= 1,6 \%$ a Manningův součinitel uvažuji $n=0,020$ pro betonové potrubí.

Tabulka 15 - výpočet průtoku krytého profilu DN1000

úsek	profil	S (m ²)	O (m)	R (m)	n	C	i (%)	v (m/s)	Q (m ³ /s)
zakrytý profil	1000 beton	0,79	3,14	0,250	0,02	39,685	1,6	2,51	1,97

Zakrytý profil převede vodu $Q_5=1,70 \text{ m}^3/\text{s}$. Krytý profil pod silnicí I-13 je v území s charakteristikou významných komunikací a minimální průtok by měl být Q_{100} . Tento profil není dostatečně kapacitní.

6.1.3 Doplnující úpravy

Pro variantu A bude zapotřebí dalších doplňujících úprav, se kterými je nutné počítat. Trasa koryta se kříží s cestou, a proto před ústím do HOZ č. 1 bude nutné zbudovat propustek. Dále je nutné zasypání koryta HOZ č. 1 od profilu, kde voda přitéká z nově navrženého převaděče směrem k VT Potok od Tisé. Důvodem je možné vrácení vody do stejného toku odkud jsme vodu odlehčovali.

Při výpočtu kritických míst na povodí byly zjištěny nedostatky na HOZ č. 2 v ř. km 0,112-0,127, kde je ve špatném stavu kamenný žlab. Vhodné opatření je jeho oprava a případné zkapacitnění rozšířením. Dalším kritickým místem se ukázal krytý profil DN1000 pod silnicí I/13 na stejném VT. Tento krytý profil převede pouze $Q_5=1,70 \text{ m}^3/\text{s}$ což je maximální průtok, který lze převaděčem pustit, pokud bude kamenný žlab v rámci úprav zkapacitněn.

6.1.4 Vyhodnocení

I přes kritické úseky na vodních tocích je varianta A jako možná. Z mapových podkladů byl zjištěn návrhový sklon 0,5 % což je dostatečné pro odvedení vody odlehčovacím převaděčem. Z VT Potok od Tisé může být odlehčen průtok maximálně $Q_5=1,70 \text{ m}^3/\text{s}$ dle vypočtených průtoků v kritických místech.

6.2 Varianta B

Rozdělovací objekt je navržen do ř.km 1,241 na Potoku od Tisé a dále vede odlehčovací rameno do levostranného přítoku Potoka Tisé. Odvedená voda novým korytem je uvnitř jednoho povodí. Převýšení je 13,9 m, a tudíž je možné sklonitost VT rozčlenit a vytvořit tak přírodě blízké prostředí pro vodní živočichy a rostlinstvo. Rozdělovací objekt je stejně jako varianta A situován v lese, a tak je možné vybudovat přeliv boční. Napojení na stávající VT je taktéž v lese v jeho prameništi.

6.2.1 Výpočet maximálních průtoků

Tiský potok

úsek 0,737-1,100

Obdélníkový profil kynety o šířce 0,6 m a max. hladině výšky 0,3 m. Podélný sklon trasy vodního toku je 3,4 %. Manningův součinitel uvažuji $n=0,033$ pro přirozený vodní tok se zakřivenou trasou.

úsek 0,688-0,737

Lichoběžníkový profil kynety spadiště se šířkou ve dně 1,5 m a max. hladině 1,2 m. Podélný sklon spadiště je 2,5 %. Manningův součinitel uvažuji $n=0,030$ pro profil s kamenným opevněním.

úsek 0,408-0,688

Lichoběžníkový profil kynety o šířce ve dně 1,6 m a max. hladině výšky 1,8 m. Podélný sklon trasy vodního toku jsou 2 % a sklony svahů stěn kynety je v poměru 1:1. Manningův součinitel uvažuji $n=0,030$ pro profil s kamenným opevněním.

úsek 0,055-0,408

Lichoběžníkový profil kynety o šířce ve dně 1,6 m a max. hladině výšky 1,8 m. Podélný sklon trasy vodního toku jsou 3,8 % a sklony svahů stěn kynety je v poměru 1:1. Manningův součinitel uvažuji $n=0,030$ pro profil s kamenným opevněním.

úsek 0,000-0,055

Lichoběžníkový profil kynety o šířce ve dně 2,1 m a max. hladině výšky 2,5 m. Podélný sklon trasy vodního toku jsou 1,6 % a sklony svahů stěn kynety je v poměru 1:2. Manningův součinitel uvažuji $n=0,030$ pro dno (kamenné opevnění) a $n=0,015$ pro stěny

(betonový povrch). Výsledné $n=0,018$ je spočteno rovnicí Pavlovského: $n = \left(\frac{\sum(O_i n_i^2)}{O} \right)^{\frac{1}{2}}$.

Tabulka 16 - výpočet průtoku na VT Potok Tisá

úsek	profil	S (m ²)	O (m)	R (m)	n	C	i (%)	v (m/s)	Q (m ³ /s)
0,737-1,100	obdélník	0,18	1,20	0,150	0,033	22,089	3,4	1,58	0,28
0,688-0,737	lichoběžník	2,76	4,38	0,629	0,030	30,859	2,5	3,87	10,68
0,408-0,688	lichoběžník	6,12	6,69	0,915	0,030	32,841	2	4,44	27,18
0,055-0,408	lichoběžník	6,12	6,69	0,915	0,030	32,841	3,8	6,12	37,47
0,000-0,055	lichoběžník	8,38	7,69	1,089	0,020	50,135	1,6	6,62	55,43

Pouze úsek ř. km 0,737-1,100, který je neupraven, není dostatečně kapacitní. Jde o území s charakteristikou luk a pastvin, proto minimální průtok by měl být Q₂. Ostatní úseky převedou Q₁₀₀=8,11 m³/s. V tomto případě se ale nedostatečná kapacita nijak nepromítne do řešení B, protože levostranný přítok ústí až v ř.km 0,902.

Levostranný přítok Tisé

úsek 0,115-0,280

Lichoběžníkový profil o šířce ve dně 1,2 m a max. hladině výšky 0,7 m. Podélný sklon trasy vodního toku je 12 % a sklony svahů stěn kynety je v poměru 1:2. Manningův součinitel uvažují n=0,060 pro horské toky bez vegetace.

úsek 0,000-0,115

Obdélníkový profil o šířce 0,6 m a max. hladině výšky 0,2 m. podélný sklon trasy vodního toku je 6 %. Manningův součinitel uvažují n=0,040 pro rovinný tok s přítomností kamenů a plevele.

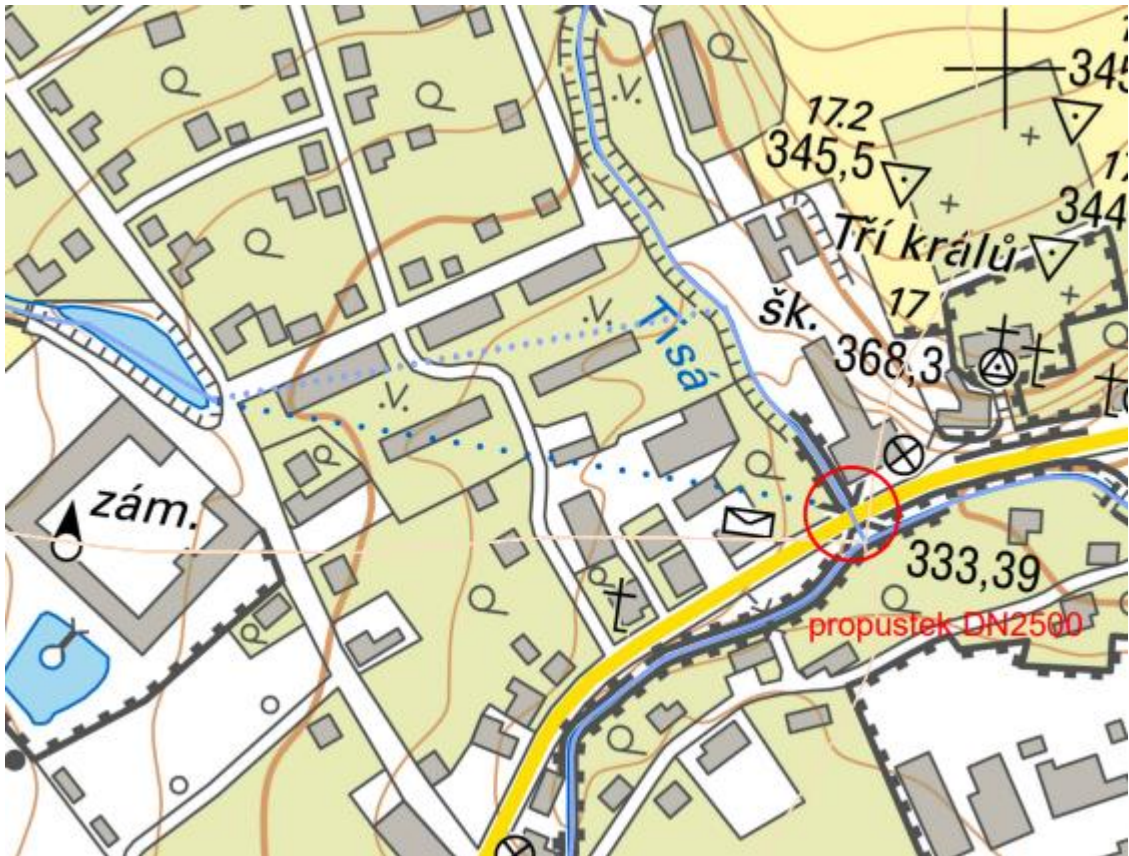
Tabulka 17 - výpočet průtoku na levostranném přítoku Potoka Tisé

úsek	profil	S (m ²)	O (m)	R (m)	n	C	i (%)	v (m/s)	Q (m ³ /s)
0,115-0,280	lichoběžník	1,09	2,77	0,392	0,06	14,260	12,0	3,09	3,36
0,000-0,115	obdélník	0,12	1,0	0,120	0,04	17,558	6,0	1,49	0,18

Koryto vodního toku v úseku ř. km 0,115-0,280 převede vodu Q₁₀=2,68 m³/s. Úsek ř. km 0,000-0,115 převede pouze 0,18 m³/s, není tedy dostatečně kapacitní. Opět se jedná o území s charakteristikou luk a pastvin a minimální průtok by měl být Q₂.

6.2.2 Kritická místa

Na Obrázek je vyznačeno kritické místo na VT Tisá, na kterém byla posuzována kapacita při povodňovém průtoku pro návrhovou variantu B.



Obrázek 41 - kritická místa na VT pro variantu B
zdroj: Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz

Tiský potok – propustek DN 2500

Betonový propustek DN 2500 na Potoku Tisá má podélný sklon $i=2,5\%$ a Manningův součinitel uvažují $n=0,012$ pro betonové propustky.

Tabulka 18 - výpočet průtoku propustku DN2500

úsek	profil	S (m ²)	O (m)	R (m)	n	C	i (%)	v (m/s)	Q (m ³ /s)
propustek	2500 beton	4,91	7,85	0,625	0,012	77,055	2,5	9,63	47,28

Propustek převede vodu $Q_{100}=8,11\text{ m}^3/\text{s}$. Propustek je pod silnicí I-13 v území s charakteristikou významných komunikací a minimální průtok by měl být Q_{100} , a tudíž splňuje minimální potřebnou kapacitu.

6.2.3 Doplnující úpravy

Pro variantu B bude nutné vyřešit vztah mezi rozdvojenými větvemi koryta. Západní větev proto bude zasypána a voda bude téct pouze východní, aby bylo možné realizovat rozdělovací objekt. V trase převaděče je zarostlá lesní cesta, toto křížení bude muset být opatřeno propustkem nebo brodem.

V rámci úprav bude zapotřebí zkapacitnění levostranného přítoku do Tisé. Koryto aktuálně převede v ř. km 0,000-0,115 pouze 0,18 m³/s. V závislosti na zkapacitnění je možné převést i $Q_{10}=2,68$ m³/s, což je maximální průtok pro úsek stejného VT v ř. km 0,115-0,280.

6.2.4 Vyhodnocení

Tato varianta je vhodnější z možnosti rozkolísanosti nivelety dna. Není zde tolik kritických míst a doplňujících úprav jako u varianty A. Dle zkapacitnění části levostranného přítoku do Tisé by bylo možné odlehčovat až $Q_{10}=2,68$ m³/s. Pokud by se zkapacitnil i úsek ř. km 0,115-0,280 pak by mohlo být odlehčováno mnohem více vody. Ve VT Tisé totiž nejsou žádná kritická místa, která by zabraňovala povodňovému průtoku.

6.3 Varianta C

Další možná varianta je rozdělit VT v profilu ř. km 0,450. Došlo by tak k rozdělení nejnižší co je to možné z důvodu zástavby v obci. Odlehčovací tok by vedl mezi golfovým hřištěm a zámeckým pozemkem. Za hranou zámeckého pozemku by trasa uhnula přes golfové hřiště a směřovala by do HOZ č. 2, který dále ústí do Jílovského potoka.

6.3.1 Doplnující úpravy

V trase odlehčovacího koryta je nutné přes cestu vybudovat propustek těsně za rozdělovacím objektem a stejně tak v místě cesty u golfového hřiště těsně před napojením do HOZ č. 2. Dále by bylo potřeba vyřešit napojení do již stávajícího kamenného žlabu, který je na soukromém pozemku zahrady. Ten byl ve výpočtu kritických míst stanoven jako nedostatečně kapacitní.

6.3.2 Vyhodnocení

Tato varianta je možná, avšak z důvodu velkého zásahu do golfového hřiště není detailně řešena v této studii.

Závěr

Náplní této bakalářské práce bylo zpracování studie protipovodňového opatření na VT Potok od Tisé a ideový návrh řešení. Tomuto návrhu předcházela terénní průzkum následné hydraulické výpočty průtoků na vodních tocích a jejich kritických místech. Jako PPO byly navrženy tři varianty odlehčovacích převaděčů k regulaci odtoku za povodňových průtoků.

Hydraulickými výpočty bylo zjištěno, že ve VT Potok od Tisé je krytý profil v ř. km 0,009-0,230 nejméně kapacitní. Bakalářskou prací byla snaha o převedení části průtoků, abychom nemuseli zkapacitňovat krytý profil pod zástavbou. Maximální průtok, který je možné profil provést je $Q_5=1,7 \text{ m}^3/\text{s}$.

Variantou A bylo navrženo převedení povodňového průtoků do HOZ č. 1 a dále sběrnou větví B. Rozdělovací objekt je navržen do ř. km 0,821 na VT Potok od Tisé. Hydraulickými výpočty byla zjištěna kritická místa, a to v HOZ č. 2 v úseku ř. km 0,112-0,127 kde se nachází kamenný žlab a v úseku ř. km 0,000-0,112 v krytém profilu pod silnicí I-13. Součástí návrhu PPO jsou i další doplňující úpravy jako zkapacitnění kamenného žlabu a zasypání části HOZ č. 1 směrem k Potoku od Tisé, aby se odlehčený průtok nemohl vrátit zpět do stejného VT. V neposlední řadě je nutné zbudovat propustek v místě křížení navrhovaného převaděče s cestou. Možný odlehčovaný průtok byl stanoven na $Q_5=1,70 \text{ m}^3/\text{s}$.

Varianta B uvažuje možnost převedení části průtoků do VT Tisá. Rozdělovací objekt je navržen do ř. km 1,241 VT Potok od Tisé a oproti variantě A je v tomto případě větší převýšení, a tak je možné sklonitost odlehčovacího převaděče rozčlenit a vytvořit tak přírodě blízké prostředí pro vodní živočichy a rostlinstvo. Jediným kritickým místem je zde levostranný přítok Tisé, který není dostatečně kapacitní a měl by být v rámci doplňujících úprav zkapacitněn. Dále je zapotřebí vyřešit vztah mezi rozdvojenými větvemi koryta. Západní větev proto bude zasypána a voda bude téct pouze východní, aby bylo možné realizovat rozdělovací objekt. A v neposlední řadě je nutné zbudovat propustek nebo brod přes lesní cestu. Možný odlehčovaný průtok byl stanoven na $Q_{10}=2,68 \text{ m}^3/\text{s}$, pokud bude zkapacitněn úsek levostranného přítoku Tisé v ř. km 0,000-0,115. Pokud by se zkapacitnil i úsek ř. km 0,115-0,280 téhož VT, pak by mohlo být odlehčováno mnohem více vody.

Poslední **varianta C** byla doplněna jako jedna z dalších možných variant odlehčení povodňového průtoků z VT Potok od Tisé. Z důvodu zástavby v obci je tato varianta v nejnižším možném umístění rozdělovacího objektu, a to v ř. km 0,450. Odlehčovací tok je navržen mezi golfovým hřištěm a zámeckým pozemkem. Za hranou zámeckého pozemku trasa odbočí přes golfové hřiště a směřuje do HOZ č. 2, který dále ústí do Jílovského potoka. Z důvodu velkého zásahu do pozemku s golfovým hřištěm nebyla detailně řešena v rámci této bakalářské práce.

Pro konečné zhodnocení variant by bylo zapotřebí provést propočty nákladů na jednotlivé úpravy, které byly zohledněny v bakalářské práci. Vyhodnocení finanční náročnosti nebylo součástí zadání bakalářské práce.

Zdroje

- [1] MADĚRA, Jaromír. TERRAPROJEKT, V.O.S. *PD Libouchec-rekonstrukce rybníka U Zámku: souhrnná technická zpráva*. Děčín, 2015.
- [2] *EKatalog BPEJ* [online]. Praha: VÚMOP, 2022 [cit. 2023-05-13]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/55111>
- [3] *Hydropedologie* [online]. Praha: Arthur-designs, 2023 [cit. 2023-05-12]. Dostupné z: <https://storm.fsv.cvut.cz/pro-studenty/predmety/bakalarske-studijni-programy/stavebni-inzenyrstvi-bc/vodni-hospodarstvi-a-vodni-stavby-bc/hydropedologie/?lang=cz>
- [4] *Klimatické oblasti dle Evžena Quitta (1971)* [online]. Houston: Wordpress, 2023 [cit. 2023-05-11]. Dostupné z: http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klimaticke-oblasti-dle-e-quitta-1971/#Obecna_charakteristika_Quittovi_klasifikace
- [5] DAŇHEL, Jiří. *Königswald - Libouchec v pojetí času*. 1. vydání. Libouchec: Česká digitální tiskárna s.r.o., 2017. ISBN 1.
- [6] *Povodňový plán obce Libouchec: Přirozená povodeň* [online]. Brno: ENVIPARTNER, s.r.o., 2010-2023 [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: https://www.portalobce.cz/povodnovy-plan/lbch_prirozena-povoden/
- [7] *Obec Libouchec: Historie* [online]. Praha: Galileo Corporation s.r.o., 2023 [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <https://www.libouchec.cz/obec-1/o-obci/historie/>
- [8] *Archiv ČT24: Povodně a záplavy* [online]. Praha: Česká televize, 2020 [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <https://www.ceskatelevize.cz/porady/10116288585-archiv-ct24/220411058210010/>
- [9] JŮVA, Karel, Antonín HRABAL a Václav TLAPÁK. *Malé vodní toky*. 1. vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1984. ISBN 07-020-84.
- [10] MADĚRA, Jaromír. TERRAPROJEKT, V.O.S. *PD Libouchec-rekonstrukce rybníka U Zámku: průvodní zpráva*. Děčín, 2015.
- [11] MADĚRA, Jaromír. TERRAPROJEKT, V.O.S. *PD Libouchec-rekonstrukce rybníka U Zámku: posouzení kapacity zakrytého profilu toku*. Děčín, 2016.
- [12] PAVLOVSKÝ, Ladislav a Karel DRBAL. *Převádění vod mezi povodími: vodohospodářské řešení*. 1. vydání. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 1997. ISBN 80-85900-17-3.
- [13] TNV 752102. *Úpravy potoků*. 2. vydání. Praha: Hydroprojekt CZ a.s., 2010.

- [14] *Mapy.cz: Libouchec* [online]. Praha: Seznam.cz, a.s., 2023 [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?l=0&x=14.0211189&y=50.7645987&z=14>
- [15] JUST, Tomáš. *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. 1. vydání. Praha: Český svaz ochránců přírody, 2005. ISBN 80-239-6351-1.
- [16] ČSN 013469 *Výkresy inženýrských staveb-výkresy hrdrotechnických a hydroenergetických staveb: stavební část*. 2. vydání. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [17] MADĚRA, Jaromír. *PD Libouchec-rekonstrukce rybníka U Zámku: Fotodokumentace*. Děčín, 2017.
- [18] ČSN 752410. *Malé vodní nádrže*. 2. vydání. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [19] TNV 75 2401. *Vodní nádrže a zdrže*. 2. vydání. Praha: Hydroprojekt CZ a.s., 1998.

Seznam obrázků

Obrázek 1 - mapa zájmové lokality zdroj: www.mapy.cz [13].....	2
Obrázek 2- vodohospodářská mapa 1:50 000 zdroj: www.heis.vuv.cz.....	3
Obrázek 3 – historická mapa s původním vedením VT Potok od Tisé zdroj: Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz	6
Obrázek 4 – ZM10 popis vodních toků zdroj: Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz.....	7
Obrázek 7 – tůň a porost v trase koryta zdroj: autorská fotografie	8
Obrázek 5 - hráz Cihlářského rybníka zdroj: autorská fotografie	8
Obrázek 6 – destrukce opevnění koryta zdroj: autorská fotografie.....	8
Obrázek 8 – spadané větve v korytě zdroj: autorská fotografie	9
Obrázek 10 – pravostranný přítok zdroj: autorská fotografie.....	9
Obrázek 9 – koryto ř. km 2,380 zdroj: autorská fotografie	9
Obrázek 11 – propustek ř. km 2,183 zdroj: autorská fotografie.....	9
Obrázek 12 – propustek ř. km 1,731 zdroj: autorská fotografie.....	9
Obrázek 13 – úsek ř. km 1,269-1,731 zdroj: autorská fotografie.....	10
Obrázek 14 – bifurkace zdroj: autorská fotografie.....	10
Obrázek 15 – pravostranný přítok zdroj: autorská fotografie.....	11
Obrázek 16 – propustek ř. km 0,437 zdroj: autorská fotografie.....	11
Obrázek 17 – Rybník u Zámku, sdružený objekt zdroj: autorská fotografie	11
Obrázek 18 – Rybník u Zámku, horní část nádrže zdroj: autorská fotografie.....	11
Obrázek 19 – Potok od Tisé a potok Tisá zdroj: autorská fotografie	12
Obrázek 20 – HOZ č.1 zdroj: autorská fotografie	12
Obrázek 23 – HOZ č.2, HOZ č.2, kamenný žlab zdroj: autorská fotografie.....	13
Obrázek 22 – HOZ č.2, kamenný žlab zdroj: autorská fotografie.....	13
Obrázek 21 – propustek DN 1100 zdroj: autorská fotografie	13
Obrázek 24 – propustek na Tisé zdroj: autorská fotografie	14
Obrázek 25 – koryto VT Tisá zdroj: autorská fotografie	14
Obrázek 26 – přehrážka na VT Tisá zdroj: autorská fotografie	15
Obrázek 27 – stupeň na VT potok Tisá zdroj: autorská fotografie	16
Obrázek 28 – vtok do přírodního koupaliště zdroj: autorská fotografie.....	16
Obrázek 29 – VT potok Tisá a přírodní koupaliště zdroj: autorská fotografie.....	16
Obrázek 30 – první úsek bezejmenného VT zdroj: autorská fotografie.....	17
Obrázek 31 – druhý úsek bezejmenného VT zdroj: autorská fotografie.....	17
Obrázek 32 – Rybník u Zámku při rekonstrukci, sdružený objekt 28.6. 2017 zdroj: PD Fotodokumentace [16].....	19
Obrázek 33 – Rybník u Zámku při rekonstrukci 28.6.2017 zdroj: PD Fotodokumentace [16] .	19
Obrázek 34 – Rybník u Zámku, stabilizační práh 28.6.2017 zdroj: PD Fotodokumentace [16].	19
Obrázek 35 – Rybník u Zámku, opevnění levého břehu 21.4.2017 zdroj: PD Fotodokumentace [16]	19
Obrázek 36 – kritická místa na VT Potok od Tisé zdroj: Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz	21
Obrázek 37 - Výkres situace se zakrytým profilem toku zdroj: PD Posouzení kapacity zakrytého profilu toku – podrobná situace [11]	23
Obrázek 38 – rozdělovací objekt, Jílovský potok zdroj: autorská fotografie	25
Obrázek 39 – schéma rozdělovacího objektu s bočním přelivem	25
Obrázek 40 – kritická místa na VT pro variantu A zdroj: Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz	27
Obrázek 41 - kritická místa na VT pro variantu B zdroj: Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz	31

Seznam tabulek

Tabulka 1 – klimatické charakteristiky [4]	4
Tabulka 2 M-denní průtoky zdroj: PD Souhrnná technická zpráva [1]	4
Tabulka 3 N-leté průtoky zdroj: PD Souhrnná technická zpráva [1]	4
Tabulka 4 - Tabulka přítoků vodních toků.....	18
Tabulka 5 – hodnoty QN pro navrhování kapacity koryta [9]	20
Tabulka 6 - výpočet průtoku VT Potok od Tisé.....	21
Tabulka 7 - tabulka krytého profilu zdroj: PD Posouzení kapacity krytého profilu toku [11] ...	22
Tabulka 8 - výpočet průtoku v krytém profilu	22
Tabulka 9 - výpočet průtoku propustku 2xDN750.....	24
Tabulka 10 - výpočet průtoku HOZ č. 1	26
Tabulka 11 - výpočet průtoku HOZ č. 2	26
Tabulka 12 - výpočet průtoku větve B.....	26
Tabulka 13 - výpočet průtoku propustku DN1100.....	27
Tabulka 14 - výpočet průtoku kamenného žlabu	28
Tabulka 15 - výpočet průtoku krytého profilu DN1000	28
Tabulka 16 - výpočet průtoku na VT Potok Tisá.....	30
Tabulka 17 - výpočet průtoku na levostranném přítoku Potoka Tisá.....	30
Tabulka 18 - výpočet průtoku propustku DN2500.....	31

Seznam příloh

Příloha č.1 – situace

Příloha č.2 – podélný profil Potoka od Tisé

Příloha č.3 – ideový výkres rozdělovacího objektu