

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KATEDRA PLÁNOVÁNÍ KRAJINY A SÍDEL



Česká zemědělská  
univerzita v Praze

HYDROMORFOLOGICKÉ HODNOCENÍ VODNÍCH TOKŮ  
A NÁVRH OBJEKTŮ PRO ZVÝŠENÍ RETENCE VODY  
V KRAJINĚ LOKALITY AMÁLIE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Martin Sucharda

DIPLOMANT: Bc. Dominika Stárková

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Dominika Stárková

Krajinné inženýrství  
Voda v krajině

Název práce

**Hydromorfologické hodnocení vodních toků a návrh objektů pro zvýšení retence vody v krajině lokality Amálie**

Název anglicky

**Hydromorphological evaluation of watercourses and design of objects to increase water retention in the landscape of the Amálie locality**

### Cíle práce

V rámci modelového území Amálie popsat a vyhodnotit drobné vodní toky a navrhnou nesegmentové opatření. Provést podrobné mapování a hydromorfologické hodnocení drobných vodních toků včetně vybraných periodických koryt. Identifikovat a popsat hlavní negativní jevy se zaměřením na souvislost s managementem povodí. Rešerší zahraničních projektů a odborné literatury shromáždit a katalogizovat možná opatření a vyhodnotit jejich vhodnost. Popsat jejich vliv na hydromorfologický stav vodních toků.

### Metodika

Proveďte podrobné terénní mapování vodních toků v rámci modelového území Amálie. Pro práci využijte metodiku: „Metodika odboru ochrany vod, která stanovuje postup komplexního řešení protipovodňové a protierozní ochrany pomocí přírodě blízkých opatření“ (MŽP, 2008). Nad rámce metodiky identifikujte negativní jevy související s zemědělským využitím povodí a popište je. Shromážďete možná řešení zejména se zahraničních projektů a vpracujte katalog těchto opatření. Proveďte hodnocení vlivu jednotlivých typů opatření na hydromorfologický stav (dle metodiky výše).

## Doporučený rozsah práce

50 stran, přílohy ve formě map, výkresů a schémat

## Klíčová slova

hydromorfologie, drobný vodní tok, management povodí

---

## Doporučené zdroje informací

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

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

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

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

2021/22 LS – FZP

## Vedoucí práce

Ing. Martin Sucharda

## Garantující pracoviště

Katedra plánování krajiny a sídel

---

Elektronicky schváleno dne 5. 3. 2021

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 6. 3. 2021

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2021

## Prohlášení autora:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma:

Hydromorfologické hodnocení vodních toků a návrh objektů pro zvýšení retence vody v krajině lokality Amálie vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila, které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 30.3.2021

Podpis: \_\_\_\_\_

Bc. Dominika Stárková

## Poděkování:

Děkuji Ing. Martinovi Suchardovi za odbornou pomoc a cenné rady při zpracování diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a příteli, kteří mě podporovali po celou dobu mého studia.

V Praze dne 30.3.2021

Podpis: \_\_\_\_\_

Bc. Dominika Stárková

## Abstrakt

Diplomová práce se zabývá studii hydrologických témat, která jsou spojena s hodnocením hydromorfologického stavu vodních toků a návrhem objektů pro zvýšení retence vody v zemědělské krajině. Literární rešerše sumarizuje témata spojená s charakteristikou vodních toků, jejich úpravami nebo procesy, které uvnitř vodního toku přirozeně probíhají. Literární rešerše slouží jako teoretický podklad pro následnou v praktickou část vlastní práce. Ta obsahuje konkrétní parametry posuzovaných vodních toků, stanovení rizik spojených se zemědělskou činností probíhající v těsné blízkosti, vyhodnocení hydromorfologického stavu vodních toků a sumarizaci opatření, která jsou přizpůsobena konkrétním vodním tokům, s cílem snížení negativního vlivu zemědělské činnosti, aniž by došlo přerušení kontaktu vodního toku s okolní krajinou. Pro jednotlivá opatření je vypracován katalog, který obsahuje textovou část popisující vliv opatření na vodní tok a okolní krajinu a také jeho grafické znázornění. Výsledky popisují aktuální vyhodnocení hydromorfologického stavu vodních toků a nivy a zhodnocují vliv navržených opatření na vybraných úsecích vodních toků.

### Klíčová slova

Hydromorfologie, drobný vodní tok, management povodí, revitalizace drobných vodních toků, protierozní ochrana

## Abstract

The diploma thesis deals with the study of hydrological topics that relate to evaluation of hydromorphological state of watercourses and design of objects for increasing water retention in the agricultural landscape. Literary research summarizes topics associated with the characteristics of watercourses, their modifications or processes that take naturally place inside the water flow. Literary research serves as a theoretical basis for subsequent in the practical part of the own work. Own work contains specific parameters assessed watercourses, determination of risks associated with agricultural activity taking place in proximity, evaluation of the hydromorphological status of watercourses and summarizing measures that are adapted to specific watercourses to: reduce the negative impact of agricultural activity without breaking the contact of the watercourse with the surrounding landscape. A catalog has been prepared for individual measures, which contains a text section describing the impact of the measure on the watercourse and the surrounding landscape, as well as its graphic representation. The results describe the current evaluation hydromorphological status of the watercourses and floodplains and evaluate the impact of the proposed measures on selected sections of the watercourses.

## Key words

Hydromorphology, small watercourse, river basin management, revitalization of small watercourses, anti-erosion protection

# Obsah

1.	Úvod .....	1
2.	Cíle diplomové práce .....	2
3.	Literární rešerše .....	3
3.1	Vodní tok a charakteristika spojená s jeho úpravami .....	3
3.1.1	Vodní tok .....	3
3.1.2	Charakteristika úprav na vodních tocích .....	3
3.1.3	Rozdělení vodního toku podle procesních oblastí .....	5
3.1.4	Morfologické členění vodních toků – dle Rosgena .....	6
3.1.5	Geomorfologické členění vodních toků – rozdělení dle Justa .....	9
3.1.6	Geomorfologické členění vodních toků na území ČR– rozdělení dle Vlčka a Šindlara .....	11
3.1.7	Hydromorfologické vlastnosti přirozeného vodního toku .....	12
3.2	Revitalizace drobných vodních toků .....	14
3.2.1	Základní principy revitalizace .....	14
3.2.2	Renaturace .....	15
3.2.3	Fluviálně geomorfologické procesy .....	16
3.2.4	Funkce revitalizací v souvislosti s klimatickými změnami .....	18
3.2.5	Vliv agrotechnického obhospodařování krajiny na vodní tok .....	19
3.2.6	Říční dřevo .....	20
4.	Charakteristika studijního území .....	21
4.1	Přírodní poměry v okolí zájmového území .....	21
4.1.1	Geomorfologické členění lokality .....	21
4.1.2	Erozní ohroženost lokality .....	22
4.1.3	Klimatické poměry .....	22
4.1.4	Využití zájmového území .....	23
4.1.5	Geologie a geomorfologie .....	24
4.1.6	Antropogenní vliv na okolí vodního toku .....	24
5.	Metodika .....	25



5.1	Terénní mapování .....	25
5.2	Stanovení problémů v lokalitě.....	25
5.3	Katalog návrhových opatření – zpomalení průtoku v melioračních příkopech	26
5.3.1	Modifikace haťošterkového válce s vrbovým opletem.....	26
5.3.2	Křížový balvanitý práh.....	29
5.3.3	Příčný práh z mrtvého dřeva .....	31
5.3.4	Srubové přehrážky .....	33
5.4	Katalog návrhových opatření – zadržení vody v krajině .....	35
5.4.1	Ochranné zatravnění.....	36
5.4.2	Introdukce mrtvého dřeva.....	36
5.4.3	Vybudování tůní a mokřadů .....	37
5.4.4	Změna sinusitivity vodního toku .....	37
5.5	Použitý software .....	38
5.5.1	ArcMap 10.7.1.....	38
5.5.2	Auto CAD 2021 .....	38
6.	Současný stav řešené problematiky .....	39
6.1	Základní informace .....	39
6.2	Údaje o půdě .....	40
6.2.1	Brejlský potok.....	40
6.2.2	Karlův luh.....	40
6.3	Návrh parametrů.....	41
6.3.1	Analýza geomorfologického typu.....	41
6.3.2	Určení návrhových parametrů koryta.....	41
7.	Výsledky .....	42
7.1	Hodnocení aktuálního hydromorfologického stavu.....	42
7.1.1	Brejlský potok.....	42
7.1.2	Karlův luh.....	50
7.2	Návrh revitalizace Brejlského potoka .....	56
7.2.1	Architektonická koncepce.....	56

7.2.2	Návrh parametrů .....	57
7.2.3	Území pod bažantnicí .....	58
7.2.4	Území pod rybníky .....	59
7.3	Hodnocení návrhového hydromorfologického stavu.....	60
7.3.1	Vyhodnocení účinnosti opatření na melioračních příkopech.....	60
7.3.2	Vyhodnocení opatření na návrhu revitalizace Brejlského potoka.....	61
8.	Diskuse .....	63
9.	Závěr a přínos práce .....	66
10.	Přehled literatury a použitých zdrojů.....	67
10.1	Legislativa .....	67
10.2	Odborné publikace a články.....	67
10.3	Zahraniční odborné publikace a články.....	71
10.4	Podklady.....	74
10.5	Seznam tabulek.....	75
10.6	Seznam obrázků.....	75
10.7	Seznam příloh .....	76
11.	Přílohy.....	77

# 1. Úvod

Téma hydrologických extrémů je v dnešní době velmi diskutováno ve spojitosti s ochranou lidských sídel. V posledních několika letech je tento extrém více viditelný i ve volné přírodě. Krajina není schopná zadržet dostatečné množství vody, kterou by dokázala zásobit pole, louky a lesy. Klesá hladina podzemních vod, z krajiny mizí také její biodiverzita a schopnost reakce na výkyvy počasí. Problémům, které vystanou v souvislosti se špatnou retencí vody v krajině, lze nalézt společného jmenovatele a tím je antropogenní činnost.

Jedním z typů krajiny, kde v posledních několika letech došlo ke snížení schopnosti retence vody je zemědělská půda. Ta je mnohdy natolik zjednodušena, že dochází k její ohrožení erozní činností. V kombinaci s nerespektováním osevních a agrotechnických postupů se stává rizikem pro drobné vodní toky, které se v blízkosti zemědělských ploch nachází. Riziko spočívá v jeho kontaminaci chemickými látkami, kterými se pole ošetřují nebo také hromadění materiálu z polí, který se do vodního toku dostává v důsledku erozního smyvu z orné půdy. Ochrana kvality vodních toků a vody je možná například změnou a respektováním agrotechnických postupů nebo je možné v krajině navrhnout taková opatření, která sníží množství transportovaného materiálu.

Lokalita Amálie se nachází na území katastrálního území Ruda u Nového Strašecí. V minulosti zde docházelo ke scelování pozemků zemědělské půdy a krajina tak ztratila svou biodiverzitu a své přirozené schopnosti retence vody. V rámci úprav vodních toků zde byly vybudovány meliorační příkopy, které měly za cíl odvést hromadící se vodu z polí do přilehlých drobných toků. V lokalitě se nachází několik drobných vodních toků, z nichž dva jsou předmětem řešení této diplomové práce. Jsou jimi Brejlský potok a Karlův luh. Tyto vodní toky se nacházejí v těsné blízkosti orné půdy a patří tedy mezi toky ohrožené intenzivní zemědělskou činností.

Předmětem této diplomové práce je vysvětlení problematiky spojené s vodními toky, charakterizováním parametrů konkrétních vodních toků a vyhodnocením jejich hydromorfologického stavu. Následně je pro potřeby diplomové práce zpracován katalog, který sumarizuje možná opatření s cílem zmenšení vlivů okolní krajiny, aniž by byl znemožněn kontakt mezi vodním tokem a okolní krajinou. Následně je porovnán aktuální a návrhový stav a vyhodnocení vlivu jednotlivých navržených opatření.

## 2. Cíle diplomové práce

Diplomová práce je rozdělena do dvou hlavních segmentů – literární rešerše a vlastní práce. Cílem zpracování literární rešerše je sumarizace a vysvětlení problematiky spojené s vodními toky (základní informace, úpravy vodních toků, procesy probíhající ve vodních tocích a jeho okolí) pomocí odborné literatury, vědeckých článků a informací poskytnutých odbornými institucemi.

Cílem vlastní práce je popsání a vyhodnocení hydromorfologického stavu vodních toků v lokalitě Amálie a stanovení problémů lokality ve spojitosti se zemědělskou činností v blízkosti vodních toků. Na základě stanovených problémů vypracovat katalog opatření, který bude mít teoretickou oporu v již realizovaných (primárně zahraničních) projektech a provést jejich vhodnou modifikaci pro jednotlivé segmenty vodního toku. Pro jednotlivá navržená opatření popsat jejich funkci a vliv na hydromorfologický stav vodních toků v lokalitě Amálie.

## 3. Literární rešerše

### 3.1 Vodní tok a charakteristika spojená s jeho úpravami

#### 3.1.1 Vodní tok

Vodní tok je zařazen mezi skupinu povrchových vod, které jsou z pohledu vodního zákona číslo 254/2001 Sb. definovány jako *„vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu; tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních.“* Samotné vodní toky jsou potom klasifikovány jako *„vody tekoucí vlastním spádem v korytě trvale nebo po převažující část roku, a to včetně vod v nich uměle vzdutých. Jejich součástí jsou i vody ve slepých ramenech a v úsecích přechodně tekoucích přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo zakrytými úseky.“* (MŽP 2001)

Každý vodní tok disponuje konkrétními základními parametry, které daný vodní tok charakterizují. Mezi tyto základní parametry patří například plocha povodí, délka povodí, průtokové údaje, ale také velikost jeho střední šířky nebo délka rozvodnice, tvar povodí, výškopisné údaje, lesnatost a fyzicko-geografické charakteristiky. Díky těmto údajům a fyzickému terénnímu průzkumu jsme schopni správně určit hydromorfologický typ pro daný vodní tok (bude podrobněji vysvětleno v dalších kapitolách). Při úpravách vodních toků je důležité tyto vlastnosti respektovat a návrhová opatření přizpůsobovat právě těmto vlastnostem, aby byla zaručena jejich správná funkce a předešlo se škodám způsobených vlivem jejich špatné funkce. (NWRM 2013)

#### 3.1.2 Charakteristika úprav na vodních tocích

Z historického hlediska lze říct, že k úpravám vodních tocích docházelo už od historického milníku vzniku prvních lidských osad. Člověk cíleně vyhledával přítomnost vody, protože byla (a je dodnes) jednou z nejdůležitějších složek k přežití. Člověk ale rychle pochopil, že vodní tok nepřináší jen zisk a užitek, ale také s sebou nese nebezpečí v podobě ničivých povodní, které v historii zničily nespočet lidských sídel. (Jůva, Tlapák 1975; Pražská příroda 2013) Z důvodu ochrany sídel, ale také za účelem snazší dostupnosti užitků z vodního toku, se koryta začala upravovat. Docházelo k vytváření různých přístupových míst do koryta vodního toku, vytváření náhonů k mlýnským kolům, zadržování vody, rozvoj rybníkářství apod. (Just 2003)

Veškeré práce na vodních tocích byly dříve prováděny pomocí lidské nebo zvířecí síly, takže úpravy vodních toků nebyly tak masivní a razantní jako je tomu v novodobé historii. To se ale změnilo s příchodem vynálezu parního stroje, který

člověku velmi usnadnil práci v různých průmyslových odvětvích. Práce se najednou stala snazší, rychlejší, ale také intenzivnější, což se zásahů do krajinného rázu týče. (Burian, Cudlínová, Číhal et al. 2011)

Nebezpečí povodní se ale vyskytovalo stále a možná dokonce i ve větší míře, než tomu bylo dříve. Proč tomu tak bylo? Odpověď na tuto otázku není úplně jednoznačná a nelze na ni odpovědět jednou větou. Vlivů bylo hned několik. Například zvýšením odlesňování byla snížena retenční schopnost krajiny, což mělo za následek zvýšený povrchový odtok při nadprůměrných srážkách. (Šindlar 2012) Docházelo také ke „zjednodušení“ krajinného rázu, které vedlo ke snížení biodiverzity krajiny. Koryta vodních toků byla zjednodušována, zpevnována, zahlobena a napřimována, což způsobilo zvýšení průtočné rychlosti vody, snížení možnosti rozlivu vody v krajině, a tedy i k větší povodňové síle a větším škodám. (Just 2003)

Ve zkratce lze tedy říct, že s příchodem vynálezu parního stroje a zrychlením a zjednodušením lidské práce, začalo docházet k mnohem rychlejším změnám v krajině. Reakční rychlost přírody a přírodního cyklu je ale mnohem pomalejší, než například zahlobení a zpevnění koryta řeky pomocí strojů. Z těchto důvodů začalo docházet k různým extrémům se kterými se v dnešní době potýkáme. (Šindlar 2012)

Současná situace spojená s úpravami vodních toků a celkově s ochrannou přírody je v každém státě světa rozdílná. Tato skutečnost je ve značné míře ovlivněna politickou situací, která v daném státě panuje. Pokud je politika daného státu příznivě nakloněna ochraně přírody, zlepšováním klimatických poměrů a bere na sebe větší environmentální zodpovědnost, je vědecký pokrok spojený se s praktickým zlepšením určitého problému více znatelný. Oproti tomu méně environmentálně vyspělé státy nebo země třetího světa, kde je pro obyvatele například prioritou už jen samotné přežití, se dost často potýkají s vlivy životního prostředí, které mají neuvěřitelně silnou ničivou sílu. (Fath 2019; Krebs 2021)

Cíl minimalizace rozdílů environmentální zodpovědnosti každého státu si kladou za cíl různé úmluvy a dohody, které vznikají jak na evropské, tak na celosvětové úrovni. Tyto úmluvy jsou důležité hlavně z hlediska toho, že příroda není závislá na politicky vytvořených hranicích. Vodní tok, který se nachází na území několika států, je závislý na spolupráci všech států, na jejichž území se vodní tok a jeho přítoky nachází, protože zhoršení kvality v jednom státě znamená zhoršení kvality i dalších státech. (Just 2010) Příkladem takové spolupráce může být spolupráce České republiky a Německa týkající se navrácení lososa obecného (*salmo salar*) do Labe. (Anonymus 2012)

Jednou z Evropsky nejvýznamnějších ochran vodních toků zajišťuje Evropská směrnice o vodách číslo 2000/60/ES, jejíž cílem není jen ochrana povrchových vod, ale vodstva celkově. Obsahem řešení je také řešení hydrologických extrémů v podobě sucha a povodní. Dále se zabývá problematikou revitalizací, renaturace a předkládá určité metodické pokyny, jak při úpravách vodních toků postupovat.

Jak již bylo zmíněno, situace v každém státě je jiná. Situaci na území České republiky lze z dlouhodobého časového horizontu vnímat jako zlepšující se. Je velice pravděpodobné, že tento posun vyvolal také řešení problému aktuální doby a tím je změna klimatu. Změnu lze vnímat v podobě ničivých povodní, ale také v podobě sucha, které má významný vliv nejen na krajinu, ale také na kvalitu lidských životů. Čím dál více vznikají projekty, které si kladou za cíl zvýšení retence vody v krajině, prodloužení vodních toků, vytvoření nebo obnovu habitatů, zvýšení biodiverzity v krajině apod. Bohužel tento trend nelze vnímat jako globální. Stále totiž vystávají na veřejnost požadavky na úpravy vodního toku, které jsou velmi technického charakteru a k přirozeným přírodním vlastnostem mají tedy velmi daleko. (Just 2021; Pražská příroda 2013)

### 3.1.3 Rozdělení vodního toku podle procesních oblastí

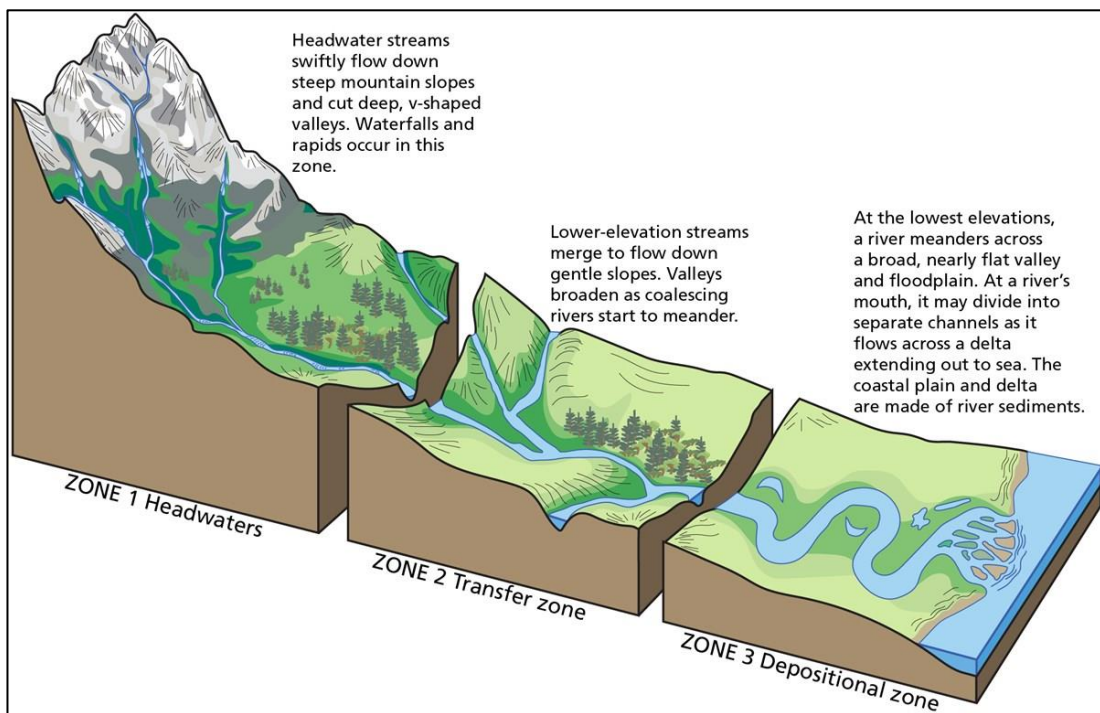
Vodní tok můžeme rozdělit do několika úseků nebo oblastí dle toho, jaká procesní funkce zde primárně převažuje nad ostatními funkcemi. Jedná se o oblast erozně produkční, oblast přenosu sedimentů a oblast ukládání sedimentů. Pro každou z těchto oblastí je charakteristický určitý proces, který převládá nad ostatními procesy. Neznamena to tedy, že v oblasti s přenosem sedimentů nedochází také k jejich ukládání. Jedná se tedy o dominantní procesy, ke kterým v daném úseku dochází. (VLIZ 2021)

Erozně produkční oblast nebo také v některých zdrojích nazývaná jako zóna 1, je oblast, kde dochází k velké erozní činnosti. Oblast se většinou nachází v horských lokalitách, kde má vodní tok poměrně vysokou průtočnou rychlost a podélný sklon koryta. Vodní tok s sebou nese produkty uvolněné vlivem zahloubení koryta vodního toku a také produkty, které byly uvolněny půdní erozí. V této části povodí jsou řeky tvarovány právě podle intenzity půdní eroze a skalního podloží. (Vikrant et al. 2008)

Transferová oblast nebo oblast přenosu sedimentů, ale také zóna 2 je oblastí, kde, jak název napovídá, dochází k přenosu sedimentů z erozně produkční oblasti. Při normálních hodnotách průtoku vody se přesouvají spíše sedimenty menší velikosti. Jakmile ale dojde ke zvýšení průtoku vody, kdy má voda větší průtočnou

rychlost, dochází tak k přenosu i větších objektů nacházející se v korytě vodního toku (kameny, mrtvé dřevo apod.). V této části vodního toku existuje určitá rovnováha právě mezi kapacitou vodního toku a jeho zásobou sedimentů. (Brierley, Fryirs 2008)

Oblast depozice (ukládání) sedimentů nebo také zóna 3, je oblastí, kde už nedochází k transportu sedimentů. Je to způsobenou skutečností, že průtočná rychlost vody ve vodním toce je nízká a má tedy nedostatečnou kapacitu k přepravování sedimentů. Sedimenty jsou tedy ukládány v korytě vodního toku. Oblast se nachází v deltě řek, lagunách a v místě ústí řeky do moře. (Imhoff 2015)



Obrázek číslo 1 – Procesní fáze vodního toku (NPS 2020)

### 3.1.4 Morfologické členění vodních toků – dle Rosgena

Rosgenova klasifikace (EPA 2021) vodních toků rozděluje vodní toky do 9 skupin. Tato klasifikace je mnohem podrobnější a více vypovídající o délce vodního toku, šířce nivy a meandrového pásu, podélném sklonu koryta vodního toku, příčném profilu koryta, ale také nadmořské výšce nebo materiálovém složení nivy. Jednotlivé typy nejsou nijak specificky pojmenovány, jsou označovány pouze písmeny. Následující typy jsou popsány v posloupnosti od pramene v nejvyšší nadmořské výšce na vodním toku až k úmoří. (EPA 2021; Cheremisinoff 2008)

Aa+ - Pro tento typ vodního toku je charakteristický větší podélný sklon koryta než 10 %. Vodní tok se tedy nachází na velmi strmých svazích a je velmi zahlouben. Poměr mezi šířkou a hloubkou je velmi malý a je zcela bočně omezen. Morfologie dna koryta obsahuje různé útvary jako jsou schody se skluzy nebo vodopády. Velmi



často se tento typ nachází v horách na lavinových svazích nebo na svazích, kde dochází k četným erozním procesům. Obecně je tento typ toků klasifikován jako vodopád nebo bystřina. Voda zde proudí velkou průtočnou silou, díky které dochází k transportu sedimentů a břehy koryta jsou velmi nestálé.

A – Tento typ vodního toku má podobné parametry jako typ Aa+, s tím rozdílem, že podélný sklon koryta není tak velký. Pohybuje se v rozmezí od 4 do 10 %. Svah, na kterém se vodní tok nachází není tak strmý, jako u předchozího typu. Většinou se nachází v údolní části vodního toku a dochází zde k poměrně velkým transportním přenosům sedimentů. Proud vody je zde opět poměrně vysoký, díky tomu zde téměř vůbec nedochází k depozici neboli usazování sedimentů v korytě. Velkou roli při utváření tvaru koryta vodního toku zde hraje příliv organického materiálu. Ten může koryto různě ucpávat nebo omezovat průtok vody.

B – Vodní toky typu B se vyskytují primárně na mírně strmých až mírně svažitých terénech. Sklon terénu se pohybuje od 2 do 4 %. Velká část toků tohoto typu je výsledkem vlivu kontaktních zón, které mění strukturu břehů vodního toku. Jedná se o různé zlomy, spoje, náplavových a lužních nánosů. Na morfologii vodního toků má také vliv boční břehová eroze. Tyto typy vodních toků jsou dost často klasifikovány jako peřeje. Koryto je mírně zvlněné a není tolik zahloubené. Ve dně koryta se objevují tůně, které mohou být v některých případech velmi hluboké. Koryto vodního toku je širší než u předchozích typů vodního toku.

C – Tento typ vodních toků se nachází jak v úzkých, tak širokých údolích, která byla vytvořena uložením transportovaných sedimentů z typů výše popsaných typů vodních toků. Podélný sklon koryta vodního toku je menší než 2 %. Koryto je mírně zahloubené s dobře vyvinutou nivou. Pro tento typ vodního toku jsou charakteristické strmé jesepty, které se tvoří na konvexní straně a tůně vytvářející se na konkávní straně. Z morfologického hlediska je tento typ vodního toku velmi členitý, koryto vodního toku je poměrně mělké s dobře vyvinutou nivou a místy se vytvářejí jesepty. U koryta může dojít snadno k destabilizaci břehů vlivem kombinace naplavených sedimentů, které omezují průtok vody v korytě a přívalových průtoků. Vodní toky tohoto typu lze nalézt v nižších polohách svahu s velmi nízkým sklonem údolního typu.

D – Jedná se o vícekanálový systém, který má při pohledu shora spletený vzor trasování jednotlivých kanálů. Podélný sklon koryta vodního toku je do 4 %. Tento typ vodních toků se nachází na strmějších svazích, strmých údolích ledovcových koryt nebo širokých horských údolích. Charakteristické pro tento typ vodních toků je, že niva

vodního toku je široká a jednotlivá koryta jsou poměrně mělká. Poměr mezi transportem a depozitem sedimentů je poměrně vyrovnaný. Tvar a trasování jednotlivých koryt je nestálý a ve značné míře také dost ovlivněn erozní činností. Mezi jednotlivými koryty vznikají ostrůvky, které jsou neměnné stejně jako jednotlivá koryta. Vodní toky tohoto typu lze nalézt ve středně strmých údolích s velmi hrubým materiálem až po velmi široká, plochá údolí s nízkým sklonem tvořená jemnějšími materiály.

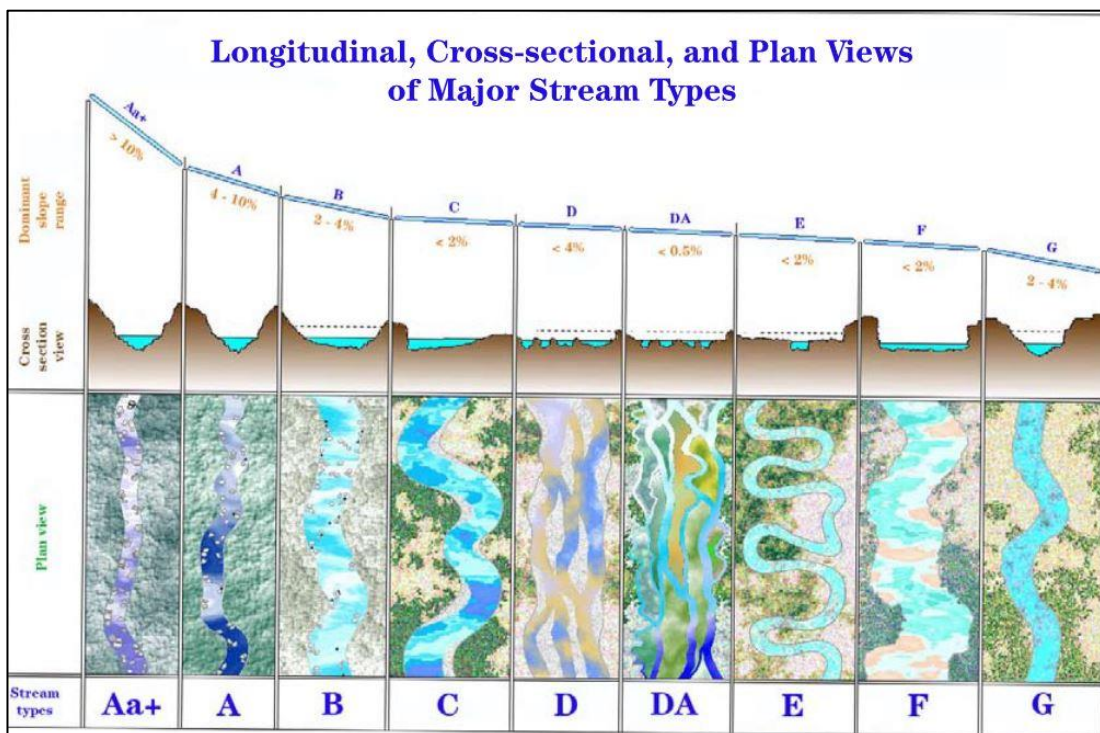
DA – Jedná se opět o anastomózně větvený tok, který se skládá ze sítě několika kanálů. Šířka jednotlivých kanálů je opět velice variabilní. Podélný sklon tohoto typu koryta vodního toku je menší než 0,5 %. Jedná se tedy o vodní toky, které se nacházejí na mírných svazích. Břehy vodních toků se skládají z velmi jemného materiálu, který umožňuje vytváření kořenového systému pro břehovou vegetaci. Břehy jsou velmi stabilní a ke břehové erozi zde dochází velmi zřídka. Oproti předchozímu typu D, který je považován jako velmi nestabilní, tak typ DA je všeobecně považován jako velmi stabilní systém složený z více kanálů. Z hlediska morfologie je tento typ vnímán jako řada širokých, mírně se zužujících mokřadních útvarů na jezerních ložiscích, deltách řek nebo na jemnozrnných náplavech. Ostrovní útvary, které se nachází mezi jednotlivými koryty jsou stabilní, zarostlé vegetací a složeny převážně z naplavených jemnozrnných materiálů.

E – Občas je tento typ vodních toků označen jako evoluční z hlediska fluvialních a morfologických procesů. Představuje tzv. vývojový koncový bod, tedy bod, kdy stabilita koryta a účinnost fluvialních je nejvyvinutější ze všech zmiňovaných typů vodního toku. Vodní toky po celé své délce procházejí určitou evolucí – morfologie koryta vodního toku, transport sedimentů, stabilita koryta apod. a právě tento typ vodního toku je z tohoto hlediska nejvyvinutější. Jedná se o toky, u kterých je podélný sklon koryta menší než 2 %. Niva vodního toku je široká s výraznou sinusoita (meandrováním). Koryto je mělké a průtočná rychlost je nízká. Břehy jsou stabilní a porostlé vegetací. Je zde pravidelnost mezi výskytem tůní na nárazových březích, a naopak naplaveným materiálem na konvexní straně meandru. Nadmořská výška není pro tento typ vodního toku charakteristickou vlastností. Vodní tok tohoto typu můžeme nalézt jak v alpských oblastech, tak v nízkých nadmořských výškách.

F – Tento typ vodních toků můžeme nejčastěji nalézt v údolích, která jsou zaříznutá do krajiny v poměrně nízkém výškové reliéfu. Sklon v podélném řezu koryta se pohybuje pod 2 %. Poměr šířky koryta ku hloubce je poměrně vysoký. Průtoková rychlost vody v korytě dosahuje poměrně velkých rychlostí. S tím také souvisí

i rychlost břehové eroze, která je také poměrně vysoká. Koryto obsahuje poměrně velké zásoby sedimentů, které se, jak usazují v korytě, tak také dochází k jeho transportu.

G – Jedná se o úzké a hluboké koryto se střední sinusoita (meandrováním). Podélný sklon koryta vodního toku se pohybuje v rozmezí od 2 do 4 %. V korytě je poměrně velká zásoba sedimentů. Velmi často dochází k sesuvům břehů, což je způsobenou velkou mírou břehové eroze. Pro tento typ vodních toků jsem charakteristické strmé svahy koryta a poměrně velká průtočná rychlost vody v korytě. Podloží, kterým vodní tok protéká, je složené převážně z balvanů. Tento typ vodních toků je poměrně náchylný na různé změny v povodí a vzniká například tam, kde dochází k určité nestabilitě v krajině.



Obrázek číslo 2 – Dělení typů vodních toků dle Rosgena (USDA 2007)

### 3.1.5 Geomorfologické členění vodních toků – rozdělení dle Justa

Předchozí kapitola byla věnována spíše obecnému rozdělení vodních toků a aplikována především pro toky v USA. Jako lokalizovanější podklad k rozdělení vodních toků a porovnání slouží následující kapitola, která se zabývá morfologickým členěním vodních toků na území České republiky. Následující rozdělení by mělo více přiblížit morfologii vodních toků podle Justa (2003).

Vodní toky lze z morfologického hlediska rozdělit do 4 kategorií: toky přímé, divočící, meandrující a stabilně větvené. Geomorfologický tvar vodního toku ovlivňuje několik ukazatelů, mezi které například patří průtočná rychlost vody, sklon údolí,

půdní složení břehů a dna vodního toku, splaveninový režim sedimentů a přítomnost vegetace na březích a v příbřežní zóně. (Just 2013)

Každý z těchto ukazatelů má nějaké hraniční hodnoty, ve kterých je vodní tok stabilní a neměnný ve svém tvaru. Při překročení meze těchto hraničních hodnot dochází k tzv. fluviálně-morfologickým procesům a dalšímu vývoji vodního toku a krajiny nacházející se v blízkosti vodního toku. (Kujanová, Matoušková 2021)

V rámci fluviálně-morfologických procesů přirozeně dochází k erozní činnosti ve dně a na březích vodního toku. Pro erozní činnost ve dně koryta je charakteristický transport a hromadění sedimentů. V rámci boční eroze dochází například k vytváření tůní v proudem vody namáhaných částech meandru (konkávní strana meandru). Z pravidla dochází v první řadě k erozi na dně koryta, způsobené vlivem odnosu materiálu ze dna koryta, koryto se začne zahlubovat a následně dochází k boční erozi a sesuvu břehů. (Grygar, Jelínek 2021) Tímto způsobem dochází například k posouvání koryta vodního toku v nivě (migrace meandru) a ke změně tvaru a velikosti meandru (zvětšování, rozšiřování, zaškrvení apod.). Těmito fluviálně-morfologickými procesy se nejenom utváří tvar a poloha toku, ale také se utváří vzhled okolní krajiny a krajinného rázu. (Vavruška 2021)

Přímý tvar koryta vodního toku je specifický primárně pro horské oblasti. Koryto toku je poměrem ke své šířce poměrně zahloubené a břehy jsou nestabilní. Dalším důvodem nestabilního tvaru koryta přímého toku je vysoký podélný sklon dna koryta, který je vyšší než 2 %. Dochází k transportu hrubozrnného materiálu, který se v korytě vodního toku nachází. Přímý tok je specifický také tím, že koryto vodního toku je schopné pojmout běžné, ale i zvýšené průtoky vody, bez zvýšeného rozlivu vody mimo koryto vodního toku. Převládá zde dnová eroze před erozí břehovou.

Divočící tok najdeme převážně v podhorských oblastech. Koryto divočícího toku je v porovnání s korytem přímého toku širší a mělčí. Podélný sklon dna koryta vodního toku se pohybuje v rozmezí 0,5-4 % Koryto snadno mění svůj tvar a trasu, obzvláště při zvýšených průtocích, které koryto rozdělí na několik menších koryt. V korytě opět dochází k transportu hrubozrnného materiálu, který je ve vodním toku přítomen. V některých místech se transportovaný materiál hromadí, vznikají štěrkové lavice a díky tomu získává koryto vodního toku mírně zvlněný tvar. Převládá zde dnová eroze nad erozí břehovou.

Meandrující toky se většinou nachází v nižší nadmořské výšce a na méně strmých svazích. Podélný sklon dna koryta je do 2 %. Pro meandrující toky je specifická větší šířka údolní nivy, z důvodu většího pohybu vodního toku v krajině,

než tomu bylo u předchozích typů toků. Dalším specifickým je nižší průtočná rychlost vody v korytě a zároveň také větší poddajnost materiálů, které se v těchto typech vodních toků. K transportu sedimentů dochází menší míře, a především se jedná o jemnozrnné materiály, které se usadí na konvexní straně meandru, kde se vytvářejí jesepy. (Just 2013) Postupem času, se na tomto místě usazuje čím dál tím více materiálu, který časem eroduje na protější konkávní břeh například vlivem přívalové srážky. (Petránek 2007). Konkávní strana meandru je nárazovou stranou, u které se ve dně tvoří tůň. Dno vodního toku je tedy na konvexní straně výše vlivem nánosu sedimentů a na konkávní straně je dno vyhloubené, vlivem vzniku tůně. Přechod mezi jedním a druhým meandrem se nazývá inflexní bod. V tomto místě je dno vodního toku téměř symetrické, bez výraznějších rozdílů v hloubkách. U meandrujících toků převládá břehová eroze, která je ale velmi často způsobena erozí dna. (Just 2005)

Stabilně větvené toky se nachází především v nížinách. Větvení vypadá obdobně jako u divočen. Je zde ale rozdíl v rychlosti proudění a stabilitě břehů koryta. K větvení koryta vodního toku dochází při zvýšených průtocích. Běžně voda v korytě proudí velmi malou rychlostí. Vlivem větvení vznikají ostrůvky, které mohou být porostlé stromy nebo jinou vegetací. V některých případech může dojít k tak velkému větvení, že může vytvořit až několika kilometrové ostrovy, které jsou porostlé vegetací. (Just 2013)

### 3.1.6 Geomorfologické členění vodních toků na území ČR – rozdělení dle Vlčka a Šindlara

Autoři Vlček a Šindlar (2002) uvedli ve svém článku členění do 3 kategorií podle dominujícího faktoru, který ovlivňuje morfologii vodního toku. Jednotlivé kategorie se dělí ještě do podkategorií, které více přibližují ovlivňující faktory. Jedná se o členění, které je lokalizováno pouze pro území České republiky.

Převažující hloubková eroze ve vodním toku – Hloubková eroze se ve vodním toce projevuje odnosem materiálu, který tvoří dno koryta. Odnos materiálu způsobuje zahlubování koryta a k větší nestabilitě břehů. Časem se břehy mohou stát natolik nestabilní, že dojde k jejich sesuvu. Příčin vzniku hloubkové eroze je několik, většinou se jedná ale o kombinace vlastností prostředí, ve kterém se vodní tok nachází a objekty v korytě vodního toku. Dle těchto vlastností autoři dělí skupinu toků s převažující hloubkovou erozí na 3 druhy podle toho, kde se hloubková eroze vyskytuje:

- údolí se strmými nebo pozvolnými svahy
- v terasovém údolí s vytvářením brodů a výmolů

- v úzké údolní nivě s vytvářením brodů a výmolů a v meandrovitě zakřiveném údolí s vytvářením jeseňů.

Převažující meandrování ve vodním toce – Meandrování koryta vzniká vlivem boční eroze, kdy dochází na jednom břehu k vymílání koryta a na druhé straně dochází k usazování materiálu v korytě. K vymílání dochází vlivem energie proudící vody, která naráží na vnější (konkávní) břeh. Oproti tomu usazování naplaveného materiálu probíhá na vnitřním (konvexním) břehu. Těmito neustálými procesy vymílání a usazování dochází k pohybu koryta v jeho údolní nivě a ke změně jeho tvaru-vznik mrtvých ramen, prolnutí šíje meandru apod.

Na území České republiky můžeme na vodních tocích pozorovat několik typů meandrování:

- v široké nezřetelně ohraničené údolní nivě volné meandrování, které podléhá častému zaplavování a dochází zde často k vytváření odstavných ramen

- v zřetelně ohraničené údolní nivě volné meandrování, které podléhá častému zaplavování a dochází zde často k vytváření odstavných ramen

- meandrování ohraničené, které se nachází v úzké údolní nivě a dochází zde k vytváření říčních ostrovů

Převažující větvení koryta vodního toku – Větvení koryta je typické pro typ vodních toků, které nemají koryto tolik zahloubené a je tedy znatelně častější vylití vody z břehových hran, což má za následek přetváření jeho tvaru. Jedná se převážně o vodní toky, které mají velký podélný sklon koryta. Rozlišujeme tyto typy geomorfologických typů, u kterých převážně dochází k větvení vodního toku:

- Divočení vodního toku, které má za následek větvení koryta do několika ramen, v řečišti dochází k častému převrstvování výsep a překládání ramen.

- Větvení meandrujícího koryta do několika ramen v široké údolní nivě, kde dochází k častému zaplavování a tvorbě nivních koryt.

- Větvení zakřiveného koryta, kde dochází k vytváření výsep nebo posunem nerozvinutého koryta.

### 3.1.7 Hydromorfologické vlastnosti přirozeného vodního toku

Přirozený vodní tok nebo také v některých publikacích nazývaných jako přírodní vodní tok se vyznačuje několika charakteristikami. Vyhodnocením těchto charakteristik získáme komplexní informaci o geomorfologickém stavu vodního toku.

Geomorfologické členění vodních toků bylo popsáno a rozděleno podle definic jednotlivých autorů v kapitolách 3.1.4, 3.1.5 a 3.1.6.

Jednou z těchto charakteristik jsou fluvialní procesy, které ve vodním toku přirozeně probíhají. Jedná se o procesy, které díky specifickým vlastnostem svého prostředí konkrétně reagují na změny vyvolané ať už přírodními vlivy nebo vlivy vyvolané člověkem. Jsou to procesy, které utvářejí tvar vodního toku a jeho pohyb v krajině v závislosti na čase. Jedná se například o transport a akumulace sedimentů a erozní činnost dna a břehů koryta. (Fórum ochrany přírody 2021)

Vlivem geomorfologických vlastností a fluvialních procesů v přirozeném vodním toku, se objevují přirozené dnové útvary, které jsou schopné do určité míry ovlivnit proudění vody ve vodním toce. Tyto útvary mohou sloužit například jako prostředí pro různé organismy, které se ve vodním toce nacházejí nebo také mohou sloužit k propojení vodního toku s podzemní vodou. (Havlík 2021)

Pro přirozený vodní tok jsou také charakteristické různé hloubky koryta vodního toku. Tyto hloubky se mohou lišit ať už v podélné rovině řezem koryta, tak v příčné rovině řezu. Tato diverzita hloubek vzniká například erozními procesy nebo vlivem kinetické energie proudící vody v korytě. (USDA, NRCS 2010)

S diverzitou hloubek ve vodním korytě souvisí také různorodost rychlosti proudění vody. Pokud například vlivem fluvialně-morfologických procesů vznikne ve dně koryta tůň, tak rychlost proudění vody tůní a mimo ni se bude lišit. Této diverzity v režimu proudění vody v korytě využívají různé organismy v rámci migrace. (MŽP 2020)

Migrační prostupnost vodního toku je také dalším charakteristickým rysem přirozených vodních toků. Přirozené vodní toky, kde není viditelný zásah člověka jsou přirozeně migračně prostupné. Jedná se tedy o toky, které nejsou splavněné a nejsou v jeho korytě vytvořeny příčné objekty, které by tuto prostupnost mohly znemožnit. (NOAA 2021)

Toky se většinou nachází v méně nebo vůbec urbanizovaných oblastech. S tím se také pojí přítomnost vegetace na březích nebo v okolní nivě. Díky vegetačnímu doprovodu lze také do určité míry ovlivňovat vlastnosti vodního toku – meandrování a tvar koryta, zpevnění břehů a v neposlední řadě také vytváření nových habitatů. Díky vegetačnímu uspořádání na vodním toce a implementací vegetačního porostu lze měnit již zmíněné chování vodního toku, ale také reakci vodního toku

například na zvýšenou průtočnou rychlost nebo vylití vody z koryta během povodní. (Just 2014)

Přirozený vodní tok je tedy tok, který disponuje charakteristickými vlastnostmi, které jsou převážně vytvořeny pomocí přírodních pochodů. Jsou to toky, které se nacházejí extravilánu, ale objevovat se mohou v jakékoliv procesní oblasti (předmětem řešení kapitoly 3.1.3). (Fórum ochrany přírody 2021)

## 3.2 Revitalizace drobných vodních toků

Revitalizaci vodních toků lze chápat jako komplexní úpravu nefunkčního vodního toku s cílem navrácení nebo jeho přirozených přírodních pochodů a jeho vlastností. Úpravy a vytváření nových podmínek probíhají v tzv. nivě. Samotné úpravy ale neprobíhají pouze přímo v korytě vodního toku, ale také v přilehlém okolí, které je v době zvýšené vodní hladiny zaplavováno a při povodních se tak z něj stává aktivní dno vodního toku. Z tohoto důvodu se niva rozděluje na údolní (topografickou) nivu a nivu říční (hydrologickou). (MŽP 2021)

Říční (hydrologická) niva je půda, která je přímo přilehlá korytu vodního toku, po celé jeho nadmořské výšce. Je pravidelně zaplavována. Pravidelnost zaplavování jsou zhruba dva roky z tří. Ne každý vodní tok má svou říční (hydrologickou) nivu. Například u velmi napřímených vodních toků nebo toků s poměrně vysokým podélným sklonem, se říční niva nevyskytuje. (USDA 1998)

Oproti tomu údolní (topografická) niva je území, které zahrnuje jak výše zmíněné území říční (hydrologické) nivy, tak mnohem širší území, které může obsahovat další biotopy – les, louka, mokřad apod. Jedná se území, které není tak často a pravidelně zaplavované. Zaplavování tohoto území je dáno převýšením podélného sklonu vodního toku, průtokovou rychlostí a protékajícím objemem vody v korytě. Území může být zaplavováno například jen jednou za sto let. V praxi je doporučeno, aby se revitalizace vodních toků dimenzovaly v rámci údolní nivy na stoletou až pětiset-letou vodu. (USDA 1998, Copeland et al. 2001)

### 3.2.1 Základní principy revitalizace

Revitalizace je člověkem řízené a plánované zásahy do vodního toku s cílem obnovy v minulosti technicky upraveného vodního toku. Důvodem plánování těchto zásahů může být nákladná údržba technicky upraveného vodního toku z důvodu jeho špatných procesů nebo ohrožení sídel nebo staveb svou zvýšenou hladinou, průtokem vody nebo ničivou silou. Cílem revitalizací je obnovení přirozených procesů ve vodním toce a obnovit tak jeho přírodní stav a vlastnosti. (Alokhina 2020)



Konkrétně se může jednat o zvýšení členitosti vodního toku, prostupnost vodního toku k migraci živočichů a transportu sedimentů, vytvoření nebo obnovení habitatů za pomoci propojení vodního toku a jeho nivy a snížení hloubky koryta a jeho rozšíření, což vede ke snížení průtočné rychlosti vody. (Fryirs, Brierley 2013; Soar, Thorne 2001)

Opatření, která jsou v rámci revitalizací použita musí vycházet nejen z parametrů koryta, ale také z vlastností lokality, ve které se revitalizace vodního toku plánuje. Je rozdíl, jestli se vodní tok nachází v zastavěném nebo nezastavěném území. Základním rozdílem mezi revitalizací vodního toku v nezastavěné oblasti a v zastavěné oblasti je ten, že v nezastavěné oblasti se snažíme o snížení kapacity koryta a vytvoření míst, kde se může voda při zvýšených průtocích vylít z koryta a obnovení vodního toku v co největší ploše jeho říčního pásu. V zastavěné oblasti jde primárně o ochranu sídel před povodněmi. Většinou dochází k obnově vodního toku na mnohem menší ploše a jsou hojně využívána přírodě blízká protipovodňová opatření, která jsou kombinací technických opatření a opatření přírodě blízkých. (Just 2013)

Jak již bylo zmíněno, pro revitalizace v nezastavěné oblasti je charakteristické, že se využívá co největší plocha jeho říční a údolní nivy, společně s vytvořením možností k přirozenému rozlivu vody v krajině. (Doubrovová, Homoláčová, Groušlová 2019) Mezi další principy, o které se v rámci revitalizace vodního toku v nezastavěné oblasti snažíme je úprava hloubky koryta obnovením hydraulické členitosti dna koryta. Tím dojde ke zpomalení odtoku vody z krajiny, vlivem navržení členitějšího tvaru a prodloužení trasy koryta, obnovení interakce vodního toku s okolním prostředím, obnovení transportu sedimentů, migrační prostupnosti a zvýšení akumulace vody v korytě vodního toku. Efekt revitalizace v nezastavěné krajině můžeme pozorovat z časového hlediska ve třech fázích – krátkodobá (0–3 let), střednědobá (4–6 let) a dlouhodobá (7 a více let). Pro tato časová období je důležité vypracovat popis procesů a výsledného stavu. (VÚV TGM 2018)

### 3.2.2 Renaturace

Mnohdy jsou pojmy jako revitalizace a renaturace (používán také termín denaturace) používány za totožné. Podle několika autorů je mezi nimi ale zásadní rozdíl, a to ve způsobu dosažení jejich společného cíle, tedy znovu obnovení přirozených přírodních pochodů. Revitalizace jsou brány jako úpravy vodního toku za pomoci technické pomoci, k úpravě koryta je použita těžká technika. Renaturace je proces, který může být usměřován zásahy člověka (ale nemusí) a není k tomu

zapotřebí technické pomoci. Podle míry zásahu člověka se renaturace dělí na samovolnou a řízenou. Zpravidla ale člověk do tohoto procesu zasahuje pouhým vkládáním činitelů, které spouští nebo doprovázejí pochody renaturace. (Cílek et al. 2017; Just 2013; Yochum 2015)

### 3.2.3 Fluviálně geomorfologické procesy

Trasování a změna tvaru koryta jsou zapříčiněny dynamickými pochody, které se v proudící vodě vyskytují v podobě přeměny energie a hmoty. Jedná se o vzájemnou interakci okolního prostředí a tekoucí vody. Vlivem této interakce dochází k procesům, které nějakým způsobem mění tvar koryta vodního toku nebo ovlivňují dynamiku proudění vody. Jedná se o procesy erozního charakteru, transport sedimentů a jejich následná depozice. (Kliment 2021)

Fluviální eroze – Specifickou vlastností fluviální eroze je schopnost přetvářet vodní tok v jeho horizontální rovině (dno koryta), tak i ve vertikální rovině (břeh koryta). Díky tomu je z dlouhodobého hlediska dobře pozorovatelná změna polohy koryta vodního toku v podobě změny jeho trasování v krajině. Je také patrné, že koryto vodního toku mění i svůj tvar. Dochází například k vytváření tůní, propojení meandrů, vzniku slepých ramen apod. Rozeznáváme několik druhů fluviální eroze, a to hloubkovou erozi, boční erozi, zpětnou erozi a evorzi. (Torreño, Gutiérrez, Schnabel 2020)

- Hloubková (dnová) eroze – Je závislá na složení geologického podloží, které se nachází pod vodním tokem. Analýzou geologického podloží jsme schopni odhadnout, zda prostředí vodního toku je k erozi náchylnější či nikoliv. Vlivem hloubkové eroze dochází k zahlubování koryta. (Kiss, Amisah, Fiala 2019)

- Boční eroze – Díky boční erozi dochází k sesuvům břehů a naplavením materiálu v jiném místě po proudu vodního toku. Náchylnost vodního toku k boční erozi lze odvodit z geologického složení půdy, ale také analýzou míry hloubkové eroze. Pokud bude koryto příliš zahloubené vlivem hloubkové eroze, břehy stávají méně stabilními a hrozí tedy jejich sesuv. (Li 2007)

- Zpětná eroze – Probíhá přímo v korytě vodního toku vlivem přítomnosti příčně uloženého objektu. Přepadající voda přes příčný objekt přepadává a naráží do dna, kde dojde ke zpětnému proudění, které způsobí vytvoření prohlubně ve dně. V některých případech může tato prohlubeň být až několik metrů hluboká. (Baroň 2021)

- Evorze – Jev, který se vyskytuje převážně ve dnech vodních toků, které jsou slouženy převážně ze skalnatých materiálů. Při evorzi dochází k vymílání

kamenů nebo balvanů, které při jejich vlečení proudem vody vytváří kruhový pohyb. Tímto způsobem vznikají ve dně jamky, které mohou mít velikost od několika centimetrů až několika metrů (tzv. obří hrnce nebo hluboké kotle). (UPOL 2014)

Depozice (usazování) a transport sedimentů – Sedimenty můžeme rozdělit na dnové splaveniny a plaveniny v suspenzi. Sedimenty jsou ve vodním toce přirozenou a důležitou složkou. Jejich velikost a objem se liší v závislosti na procesní oblasti na hydromorfologickém typu vodního toku. V oblastech blíže k prameni dochází k erozi v mnohem větší míře a vodou jsou transportovány sedimenty, které jsou převážně větší velikosti. Podélný sklon koryta je větší, a tak jsou i sedimenty větších rozměrů snáz transportovány. K transportu sedimentů korytem je důležité, aby byl podélný sklon koryta dostatečně velký, aby byl transport umožněn. Pokud podélný sklon koryta není dostatečně velký a proudící rychlost je nízká, dochází k depozici na dně koryta. Takto vznikají například jesepy na konvexní straně koryta nebo písčité duny. Ve chvíli, kdy tyto útvary dosáhnou svého maximálního možného rozměru, dojde k jejich tzv. „utržení“ a dalšímu transportu vodním korytem a následné depozici. (Recking et al. 2016; Kubík, Florián 2019)

Aby mohl cyklus depozice a transportu sedimentů přirozeně probíhat, je z tohoto pohledu důležité, aby nebyl tento cyklus narušen například výstavbou příčných objektů, které na vodním toce působí jako bariéra nejen při migraci živočichů, ale právě také při transportu sedimentů. Mezi významné bariéry při transportu sedimentů jsou považovány vodní nádrže a jezové zdrže, které jsou schopny zadržet velké množství sedimentů v těle příčného objektu. Nejenže nedochází k transportu sedimentů, a tudíž nejsou podporovány přirozené procesy, které ve vodním toce probíhají, ale při zvýšených průtocích může dojít k jejich hromadnému transportu. Tento hromadný transport může obsahovat dle vyhodnocení monitoringu sedimentů obsahovat až o 75 % více sedimentů, než je na vodním toce zaznamenáno za jeden rok. Tento transport může být závislý i na vegetačním období, kdy v zimních měsících dochází k nižšímu transportu v porovnání s letními měsíci. (USDA 2009)

Utváření koryta vodního toku – Proces utváření tvaru koryta je podmíněn konkrétními faktory vodního toku a procesy, které ve vodním toce nepřetržitě probíhají. Hlavními faktory, které ovlivňují přirozené utváření koryta vodního toku jsou – sklon údolní nivy, průtok vody, přítomnost erozních procesů a funkčnost transportních a depozičních procesů sedimentů. Všechny z nich byly podrobně probrány v přechozích kapitolách. (Just 2013)

Díky výše zmíněným faktorům vznikají v celém příčném i podélném profilu vodního toku charakteristické geometrické vlastnosti. Jsou jimi například šířka a hloubka koryta, sinusoita meandrů nebo vlastnosti dna koryta vodního toku. Analýzou těchto vlastností jsme schopni určit geomorfologický typ vodního toku, predikovat chování, které je pro každý geomorfologický typ specifické a na základě toho také navrhnout opatření, které by mohlo pozvednout a zlepšit stav vodního toku a přilehlých habitatů. Z tohoto důvodu je nutné správně určit geomorfologický typ a predikovat reakci vodního toku pomocí fluvialně geomorfologickými procesy. (Kliment 2021)

### 3.2.4 Funkce revitalizací v souvislosti s klimatickými změnami

V současné době je v oblasti environmentálních věd hojně řešené téma hydrologických extrémů. Těmi nejvýznamnějšími jsou povodně a sucho. Oba tyto jevy mají velký vliv nejen na kvalitu lidského života, ale v posledních letech také na kvalitu přírody. Aby bylo možné tyto výkyvy minimalizovat a znovu obnovit rovnováhu mezi přirozenými přírodními procesy, je důležité pochopit jejich příčiny vzniku. (Chytrý et al. 2020)

Sucho je označováno jako tzv. „plíživý jev“. Jedná se o stav, který nastává vlivem dlouhodobého nedostatku srážek. Pro jednotlivé biotopy na planetě se délka období sucha liší. Jinak dlouhé bude období sucha v České republice v porovnání s rovníkovými oblastmi. Sucho je závislé na dobré funkci nejen velkého, ale hlavně malého oběhu vody v krajině. Sucho dělíme na 4 druhy – meteorologické, zemědělské, hydrologické a socioekonomické. (ČHMÚ 2021)

Meteorologické sucho nastává ve chvíli, kdy je srážková bilance záporná (Výpar vody je vyšší než výška srážek). Zemědělské sucho se projevuje suchou půdou, která není schopná poskytnout dostatečnou vláhu rostlinám. Hydrologické sucho se projevuje poklesem protékajícího objemu vody ve vodním toku a snížením hladiny. Socioekonomické sucho nastává ve chvíli, kdy následky ostatních druhů sucha mají přímé následky na život lidí. (Intersucho 2021)

V rámci monitoringu sucha probíhá na území České republiky pravidelné měření meteorologického a půdního sucha a také hodnota hydrologického sucha. Z výsledků monitoringu lze zjistit aktuální stav meteorologického vývoje, půdního sucha, stavu povrchových vod a také stav podzemních vod. Tyto údaje lze použít pro zhodnocení vhodnosti revitalizačních opatření v zájmové lokalitě a analýzu stavu současných opatření v krajině. (ČHMÚ 2021)

Povodně vznikají vlivem velké intenzity přívalové srážky, v kombinaci s vlastnostmi vodního toku. Průběh povodní se liší dle velikosti vodního toku. Na malých tocích je reakce na příval velké intenzity srážek mnohem rychlejší než na velkých tocích. Na velkých tocích dochází ke kumulaci zvýšených průtoků jak ze samotného toku, tak z menších vodních toků, které do nich ústí. Předpoklad náchylnosti vodního toku ke vzniku povodní lze určit z vlastností vodního toku. Pokud bude koryto vodního toku příliš narovnané a méně hydraulicky drsné, dojde k jeho zkrácení a menšímu odporu vůči proudu vody, je pravděpodobné, že vodní tok bude k povodním náchylnější. Průtočná rychlost vody se zvětší a voda tak rychleji opustí danou lokalitu s větší ničivou silou. (Horn, Joeckel, Fielding 2012)

V případě nezastavěných oblastech, může být přítomnost povodní vítaným jevem. Vlivem opuštění vody z koryta dochází k denaturaci a dochází k přeměně vodního toku a vzniku nebo obnově fluvialních procesů. V rámci revitalizací mohou být tato místa, kde bude cíleně docházet k jejich zaplavení, navrhována záměrně s cílem obnovy vodního cyklu a retence vody v krajině. (Just 2003)

Retence vody v krajině je v souvislosti s hydrologickými extrémami cíleně zvyšována, aby docházelo ke zmírnění dopadů těchto extrémů. V souvislosti s tímto tématem se nachází několik názorů, jak by taková retence měla probíhat. Existují názory, že retenci vody lze zvýšit pomocí výstavby umělých nádrží, které v daném místě budou v daném místě zadržovat vodu. (ČTK 2020) Oproti tomu na druhé straně jsou názory, že je lepší v krajině zadržovat vodu pomocí přirozených přírodních procesů ve větším měřítku, a ne pouze lokálně jak tomu je při výstavbě nádrží a přehrad a k realizaci těchto ryze technických staveb přistupovat pouze v krajním případě. (Chytrý et al. 2020; Just 2021)

Principy zvýšení retence vody v krajině díky úpravě vodního toku, jsou velmi podobné jako jsou principy revitalizací. Jedná se o změnu trasy koryta, zvýšení jeho členitosti a prodloužení vodního toku, jeho stabilizace, vybudování tůní a bočních ramen a propojení vodního toku s jeho okolím pomocí výsadby vegetace. Díky vhodné kombinaci těchto metodických doporučení lze docílit zvýšení retence vody a také vzniku nebo obnově různých habitatů, které zvyšují biologickou hodnotu vodního toku. (VÚV TGM 2018)

### 3.2.5 Vliv agrotechnického obhospodařování krajiny na vodní tok

Agrotechnicky obhospodařovaná krajina je využívána k zemědělské produkci. Může se jednat například o pole, louky, pastviny, sady nebo vinice. Řešením této diplomové práce je vodní tok, který se nachází v zemědělsky obhospodařované, která

je specifická svou vysokou mírou zornění. Pro povodí, která se nachází v těchto oblastech je časté, že jejich údolní niva je značně odvodněná, dále je snížena schopnost retence vody do půdy, nízký obsah organických látek v půdě a také ohrožení kvality vodního toku vodní a větrnou erozí z pole. Může se například jednat o zanášení jemnozrnných částic poryvy větru do koryta vodního toku nebo například erozními splachy z pole. (Janeček 2012; Poštulka 2012)

Negativní vlivy zemědělské produkce na vodní tok lze snížit pomocí různých agrotechnických a organizačních opatření na zemědělské půdě. Mezi tato opatření mohou například patřit výsadby bio pásů, protierozní oseední postupy, úprava tvaru pozemku a trvalé zatravnění nebo zalesnění. (VÚV TGM 2018)

### 3.2.6 Říční dřevo

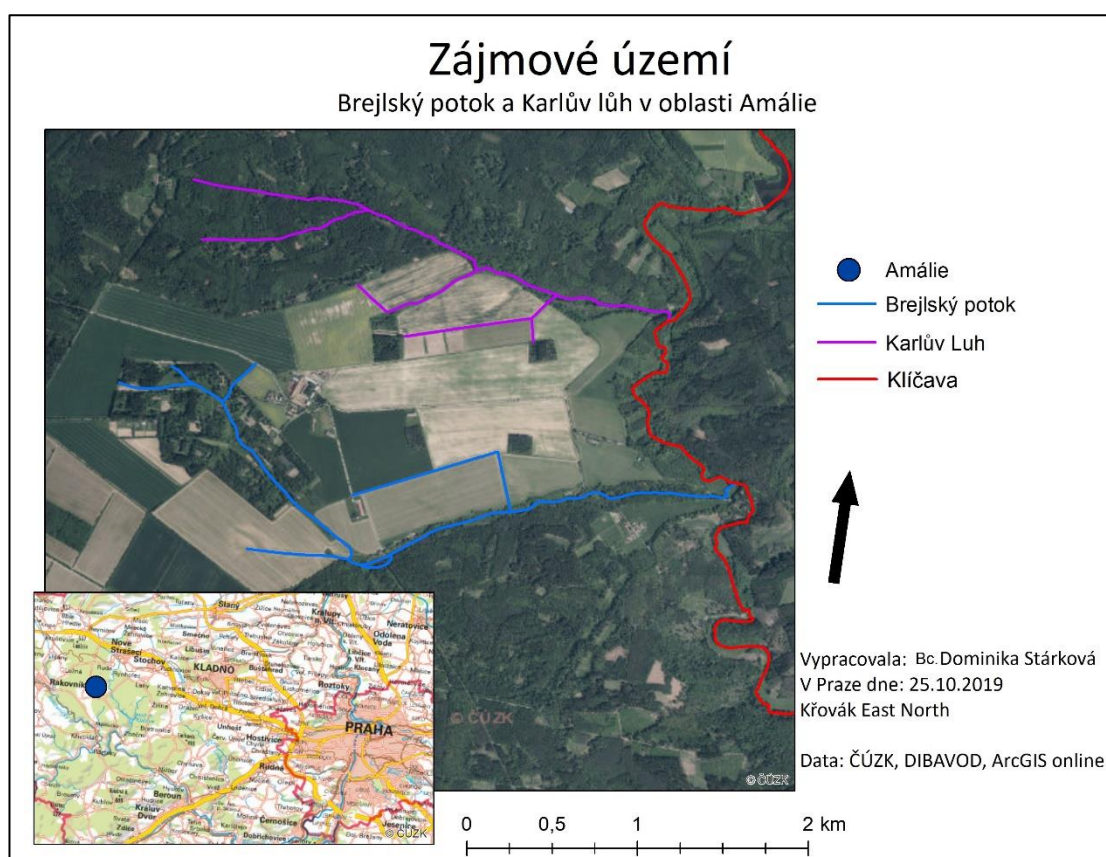
Ve vodních tocích rozlišujeme dva druhy říčního dřeva – živé a mrtvé. Živé dřevo představuje dřevinnou skladbu, která se nachází v přímé blízkosti vodního toku a na jeho březích. Výsadba živého dřeva je velmi efektivním způsobem, jak nepřímo ovlivňovat vlastnosti vodního toku jako je například ovlivnění jeho tvaru nebo stability břehů a tím do určité míry urychlit a ovlivnit denaturační procesy. Živé dřevo a vegetace celkově ovlivňují nejen vodní tok samotný, ale také jeho blízké okolí. Díky propojení vodního toku s okolní krajinou lze pomocí živého říčního dřeva ovlivnit také výpar z povodí a tím také zvýšit retenci vody v krajině. (Vinatier et al. 2018)

Použití mrtvého dřeva v rámci revitalizací vodních toků je v posledních letech velmi oblíbenou a zároveň důležitou složkou. Jeho výhoda spočívá nejen v nízkých pořizovacích nákladech, ale také v okamžitě viditelném efektu v porovnání například s živým dřevem, kde se efekt dostaví až po několika letech. Nevýhodou ale může být jeho omezená životnost, která je oproti živému dřevu pouze v řádu několika let. (Just 2008) Přímou vkládat mrtvé dřevo do koryta vodního toku můžeme například s cílem dočasné náhrady za živé dřevo, než dosáhne požadovaného vegetačního vývoje. Dále můžeme mrtvé dřevo použít k ochraně konkávních břehů a ovlivnění rychlosti nebo směru proudění vody nebo jako úkryt pro vodní organismy. Jeho velikost a původ je důležité přizpůsobit požadovanému cíli, vlastnostem vodního toku a jeho okolí. (Zankana, Matheson, Harper 2019)

## 4. Charakteristika studijního území

### 4.1 Přírodní poměry v okolí zájmového území

Diplomová práce se zabývá hydrologickými tématy, která jsou spojena s dvěma vodními toky – Brejlský potok a Karlův luh. Vodní toky se nachází ve Středočeském kraji v katastrálním území Ruda u Nového Strašecí, okres Kladno. Vodní toky jsou kategorizovány jako vodní toky IV. řádů. Oba vodní toky se vlévají do vodního toku Klíčava. Zájmové území se nachází v oblasti CHKO Klíčava. (Mapy.cz 2021)



Obrázek číslo 3 – Přehled vodních toků v lokalitě

#### 4.1.1 Geomorfologické členění lokality

System: Hercynský

Subsystem: Hercynská pohoří

Provincie: Česká vysočina

Subprovincie: Poberounská subprovincie

Oblast: Brdská oblast

Celek: Křivoklátská vrchovina

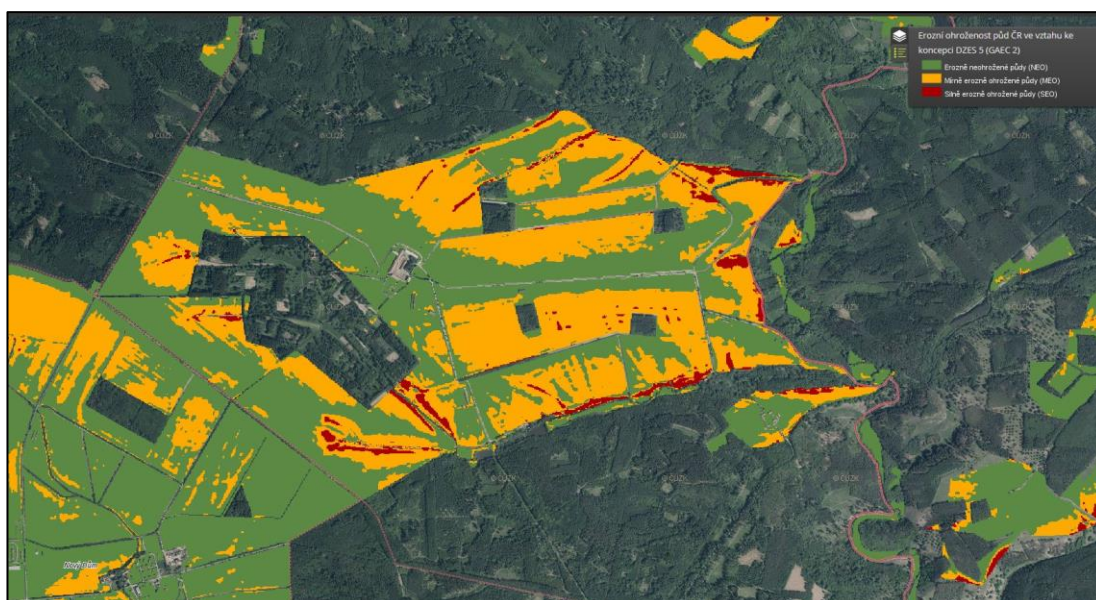
Podcelek: Lánská pahorkatina

Okres: Klíčavská pahorkatina

(Zeměměřičský úřad 2021; UPOL 2010)

#### 4.1.2 Erozní ohroženost lokality

Na obrázku níže jsou zelenou barvou označeny půdy erozně neohrožené, oranžově jsou označeny půdy mírně erozně ohrožené a červeně jsou označeny půdy silně erozně ohrožené. Je tedy viditelné, že v těsné blízkosti vodních toků se nacházejí půdy s mírným až silným erozním ohrožením. V případě Brejlského potoka je tento problém větší, jelikož se nachází v těsné blízkosti zemědělských ploch a je tím pádem náchylnější k zanášení vodního toku materiálem z polí. (VUMOP 2021)



Obrázek číslo 4 – Erozní ohroženost lokality (VUMOP 2021)

#### 4.1.3 Klimatické poměry

Zájmové území spadá do mírně teplé klimatické oblasti. Pro tuto klimatickou oblast je charakteristická průměrná roční teplota 7 – 8,5 °C. Průměrný roční úhrn srážek je 450–550 mm. Pravděpodobnost suchých vegetačních období je 30–40 %. (CENIA 2019; VUMOP 2019)

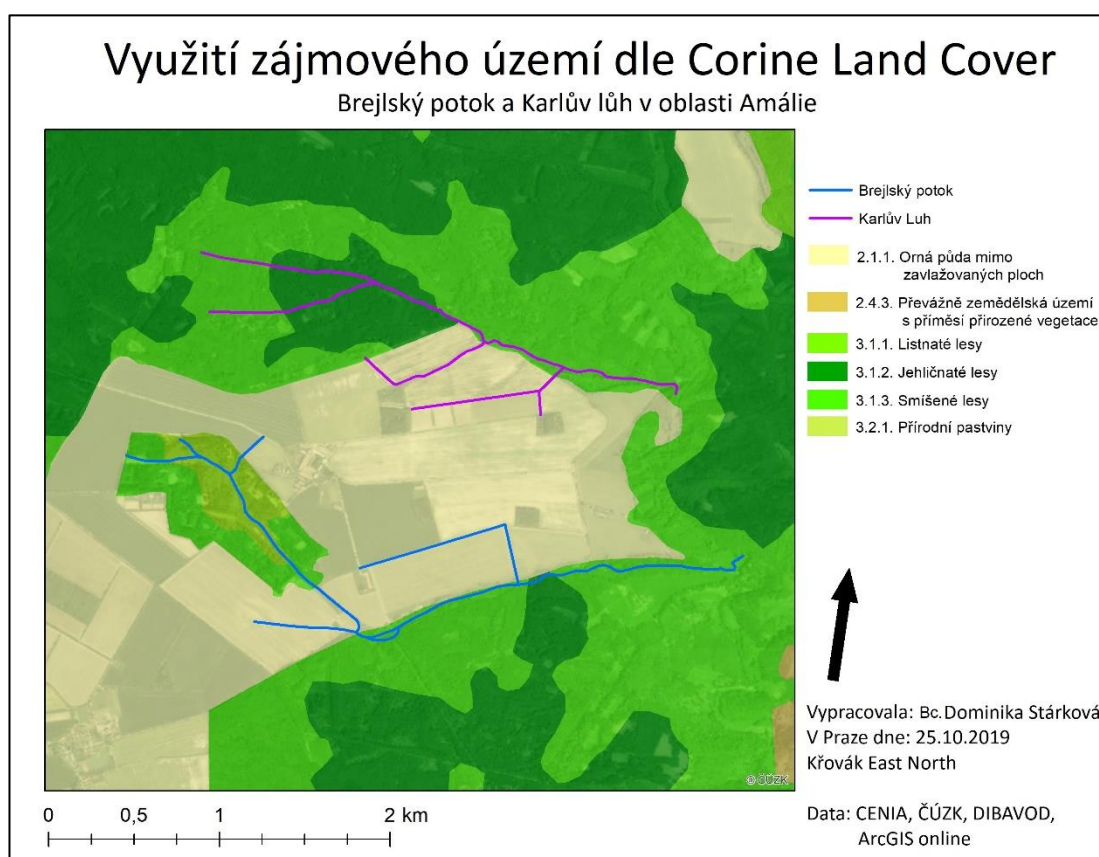
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
2018	2,9	-2,6	1,5	13,3	16,9	18,2	20,8	21,5	15,3	10,5	4,6	2,4
1981-2010	-1,2	-0,2	3,7	8,6	13,7	16,5	18,5	18,0	13,5	8,7	3,4	-0,1

Tabulka číslo 1 - Průměrné teploty pro Prahu a Středočeský kraj (ČHMÚ, 2019)



#### 4.1.4 Využití zájmového území

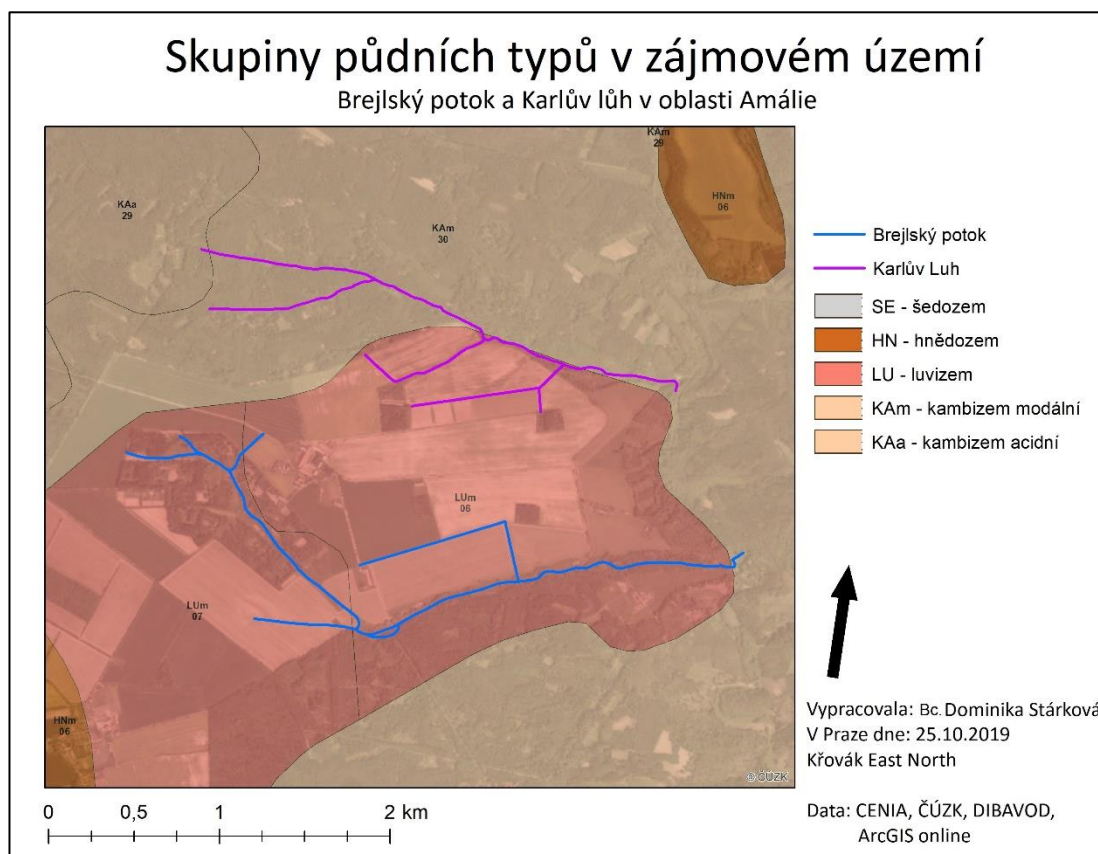
Z hlediska využívání krajiny podle rozdělení Corine Land Cover z roku 2018 se zájmová lokalita, ve které se nacházejí vodní toky Brejlský potok a Karlův luh dělí na 6 skupin. Majoritními skupinami v území jsou lesy, které se dělí na listnaté, jehličnaté a smíšené. Další významnou složkou je orná půda mimo zavlažované plochy. Minoritně zastoupené jsou přírodní pastviny, které se nachází pouze na území bažantnice a zemědělská území s příměsí přirozené vegetace. Z obrázku níže je zřejmé, že vodní toky jsou zatíženy zemědělskou činností, ke které jsou plochy v těsné blízkosti vodních toků využívány.



Obrázek číslo 5 – Využití zájmového území dle Corine Land Cover

#### 4.1.5 Geologie a geomorfologie

Brejlský potok se nachází z geologického hlediska v půdním profilu klasifikovaném jako luvizem. Tento půdní profil je charakteristický pro zemědělsky obhospodařované půdy. Karlův luh se rozkládá také v půdním profilu luvizem a dále v půdním profilu kambizem. Kambizem je charakteristickým půdním profilem pro lesy. (ÚHÚL 2021)



Obrázek číslo 6 – Skupiny půdních typů v zájmovém území

#### 4.1.6 Antropogenní vliv na okolí vodního toku

Zájmové území se nachází v extravilánu katastrálního území Ruda u Nového Strašecí. V okolí vodních toků se nachází lesy a intenzivně obhospodařovaná zemědělská půda. Do vodních toků ústí několik melioračních příkopů, které slouží k odvodnění přilehlých zemědělských ploch. Lze tedy předpokládat, že vodní toky budou zatíženy negativní antropogenní činností v podobě znečištění vodního toku pomocí splachů z polí nebo pojezdu těžké agrotechniky. Pozitivním antropogenním vlivem je určitě zařazení lokality do CHKO Klíčava a podléhá tedy přísnějším pravidlům a lze tak regulovat míru antropogenního ovlivnění krajiny.

## 5. Metodika

### 5.1 Terénní mapování

První fyzický terénní průzkum v lokalitě Amálie proběhl v létě 2019 a druhý průzkum proběhl na podzim roku 2019. Výstupem terénního průzkumu jsou shromážděné informace o využívání krajiny v lokalitě a vodních tocích, které jsou předmětem řešení diplomové práce. Součástí těchto informací je také fotodokumentace vodního toku a jeho nivy. Na základě sumarizace těchto informací byly vodní toky rozděleny do několika úseků a pro každý úsek bylo provedeno vyhodnocení jejich kvality dle metodiky odboru ochrany vod, která stanovuje postup komplexního řešení protipovodňové a protierozní ochrany pomocí přírodě blízkých opatření. (MŽP 2008)

### 5.2 Stanovení problémů v lokalitě

Hlavní informací pro stanovení problémů v lokalitě je správné určení krajinného pokryvu a způsobu využívání krajiny. Z předchozích kapitol je patrné, že lokalita spadá do krajiny, která se skládá převážně z lesů a zemědělsky obhospodařované půdy. Mezi hlavní problémy v lokalitě patří erozní smyv z polí, který vzniká vlivem špatného agrotechnického postupu a špatným výběrem plodin. Při intenzivních a dlouhotrvajících srážkách se materiál z polí může dostávat do vodního toku, který se nachází v přímé blízkosti. Z hydrologického hlediska lze říct, že větší množství materiálu smytého z polí je negativním faktorem vůči kvalitě vodního toku. Drsnost materiálu je příliš malá na to, aby mohl být materiál v rámci fluvialně morfologických procesů použit na přetváření koryta vodního toku. Nahromaděný materiál způsobuje zanášení vodního toku přímo v dané lokalitě nebo může dojít ke znečištění vodních toků vyššího řádu, do kterých se menší tok vlévá. Z hlediska vzájemného kontaktu vodního toku s okolní krajinou není vhodné aplikovat takové opatření, které přeruší transport materiálu z polí, ale pouze zredukuje jeho množství. V rámci hydromorfologické kvality vodního toku se vodní tok posuzuje z hlediska své migrační prostupnosti. Vzhledem k vlastnostem vodního toku je tento údaj zanedbatelný. Ohroženost migrační prostupnosti nemá smysl posuzovat ve vzdálenosti 5 km od pramene, proto mohou být v rámci návrhových opatření v lokalitě použity objekty, které mohou být klasifikovány jako migračně neprostupné.

Dalším problémem je narovnání koryta vodního toku mezi zemědělskými pozemky. Koryto tímto narovnáním ztrácí možnost komunikace s okolní krajinou a vytváření nových habitatů. Narovnání koryta vodního toku dojde také k jeho zkrácení a zvýšení průtočné rychlosti vody v korytě. Koryto je jednodušší a

hydraulická drsnost se zmenšuje. Krajina tímto ztrácí svou biodiverzitu a reakční dobu na vypořádání se s meteorologickými a hydrologickými extrémy například v podobě sucha a povodní. Je důležité, aby v rámci revitalizace vodních toků byly využity takové objekty, které umožní komunikaci mezi vodním tokem a krajinou, zvýší retenci vody, zpomalí odtok vody z krajiny, zvýší hydraulickou drsnost koryta a zároveň umožní vodnímu toku reagovat na výkyvy počasí (např. vytváření tůní, ve kterých v době sucha zůstane voda nebo vytvoření příležitostí pro vylití vody z koryta vodního toku během povodní)

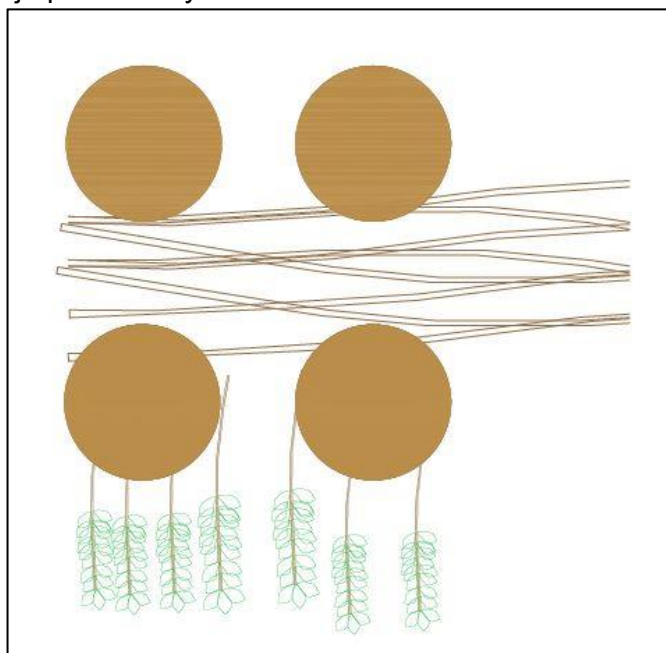
### 5.3 Katalog návrhových opatření – zpomalení průtoku v melioračních příkopech

Na základě stanovení problémů v lokalitě byl vypracován katalog opatření, která mají za cíl zpomalení průtoku vody v melioračních příkopech a vytvoření přírodě blízkých opatření, která budou do značné míry redukovat množství unášeného materiálu erozním smyvem z povrchu polí, ale nezabrání komunikace vodního toku a okolní krajiny. Katalog opatření slouží jako souhrn možných řešení, která lze v krajině vybudovat za pomoci přírodě blízkých materiálů. Opatření byla čerpána z již realizovaných zahraničních projektů a byla modifikována a přizpůsobena konkrétním parametrům melioračních příkopů, které zasahují do vodních toků Brejlský potok a Karlův luh na území Amálie. Vzhledem k nadmořské výšce a ostatním parametrům krajiny, by vhodnou doprovodnou dřevinnou skladbu mohl zajišťovat například dub letní (*Quercus robur*) nebo například javor klen (*Acer pseudoplanus*) javor, které by měly sloužit ke zpevnění břehů a zpomalení výparu z půdy. (ÚHÚL 2021)

#### 5.3.1 Modifikace haťošťerkového válce s vrbovým opletem

Tento typ opatření je běžně používán k ochraně břehů koryta vodního toku před následky působení boční eroze v podobě vymílání břehů proudem vody a následně jejich sesuvem. Běžná konstrukce objektu haťošťerkového válce se skládá dřevěných pilotů, šťerkového zásypu a vrbových větví. Existují různé obměny tohoto objektu a jedna z nich byla použita v experimentu ochrany břehů v alpských oblastech. Pro tento experiment byly použity přírodní materiály různých druhů – dřevěné piloty, vrbové proutí a svazky vrbových řízků. Ke stavbě nebyl použit šťerkový zásyp, ale zpevnění objektu z dlouhodobého hlediska bylo zajištěno svazky vrbových řízků, které postupem času zakoření a zpevní tak břeh pomocí kořenového systému. Experiment byl aplikován na 145 erodovatelných březích v alpské oblasti, kde podélný sklon koryta nepřesáhl 2 % a šířka nepřesáhla 1,25 m. (Recking et al. 2019)

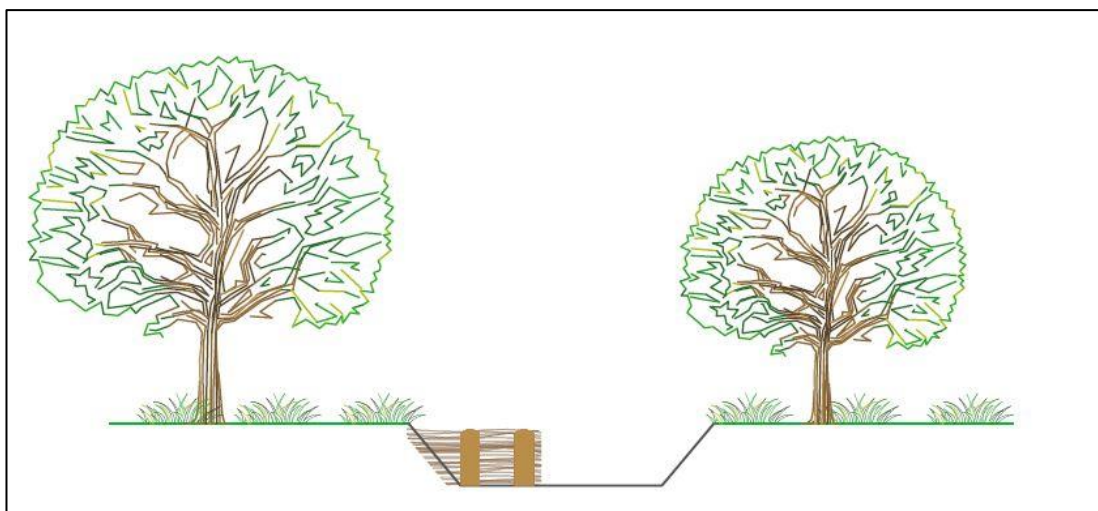
Pro potřeby diplomové práce, byla vytvořena modifikace objektu použitého v alpských oblastech. Modifikace spočívá ve změně cíle ochrany, a to z ochrany břehů na ochranu dna pomocí zpomalení průtoků a snížení množství unášených sedimentů korytem melioračního příkopu. Návrhový objekt je materiálovým složením stejný. Skládá se tedy z dřevěných pilotů, vrbového proutí a menších svazků vrbových řízků. Šíře objektu dosahuje zhruba do poloviny dna koryta vodního toku. Objekt je v korytě umístěn jako příčný objekt a tvoří tak překážku protékající vodě korytem. Jednotlivé objekty jsou v korytě umísťovány střídavě, aby nedocházelo k vychýlení proudění vody pouze na jednu stranu a erodování břehů. Objekty jsou od sebe umísťovány ve větší vzdálenosti, aby nedocházelo k předváření tvaru koryta, což by mohlo narušit celistvost přilehlých pozemků s ornou půdou. Cílem objektu je pouze zvýšení hydraulické drsnosti koryta melioračního příkopu a tím zpomalení průtoku vody korytem a množství odnosu materiálu z polí. Tento objekt není ryze příčným objektem, jelikož jeho šíře dosahuje pouze do poloviny dna koryta vodního toku, ale i tak tvoří příčnou bariéru, chrání dno koryta před odnosem materiálu ze dna koryta a zpomaluje průtok vody.



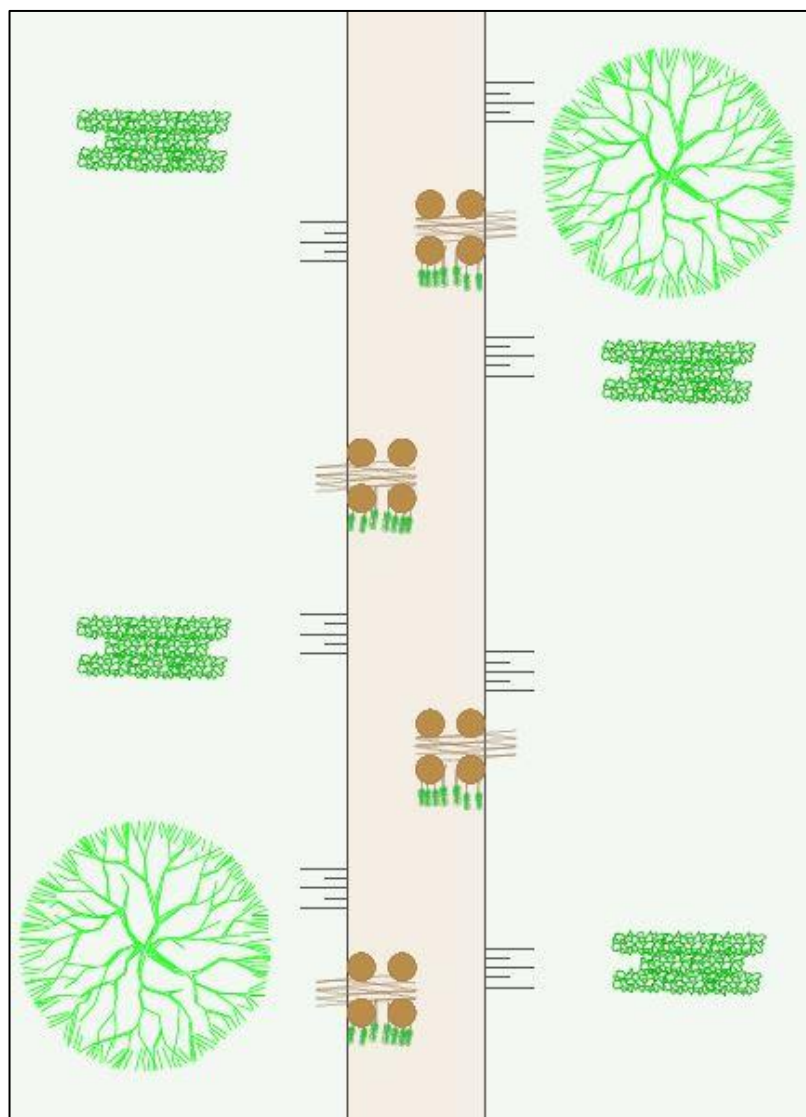
Obrázek číslo 7 – Schéma objektu modifikace haťošterkového válce s vrbovým opletem

Okamžitou účinnost objektu zařizují dřevěné piloty a vyplň mezery mezi nimi v podobě vrbového proutí. Ze střednědobého hlediska lze očekávat, že dřevěné piloty a větší část vrbového proutí bude znehodnocena vlivem hnilobných procesů. Do té doby by ale měly svazky vrbových řízků vyrůst do potřebné velikosti a pevnosti, aby svou strukturou byly schopny nahradit dřevěné piloty a vrbové proutí. Z dlouhodobého hlediska lze tedy očekávat, že v korytě zůstanou objekty ve formě vzrostlých vrbových

řízků, které budou zvyšovat hydraulickou drsnost koryta. Opatření by bylo vhodné doplnit o doprovodnou vegetaci ve formě keřů a stromů s vhodnou dřevinnou skladbou.



Obrázek číslo 8 – Řez korytem vodního toku

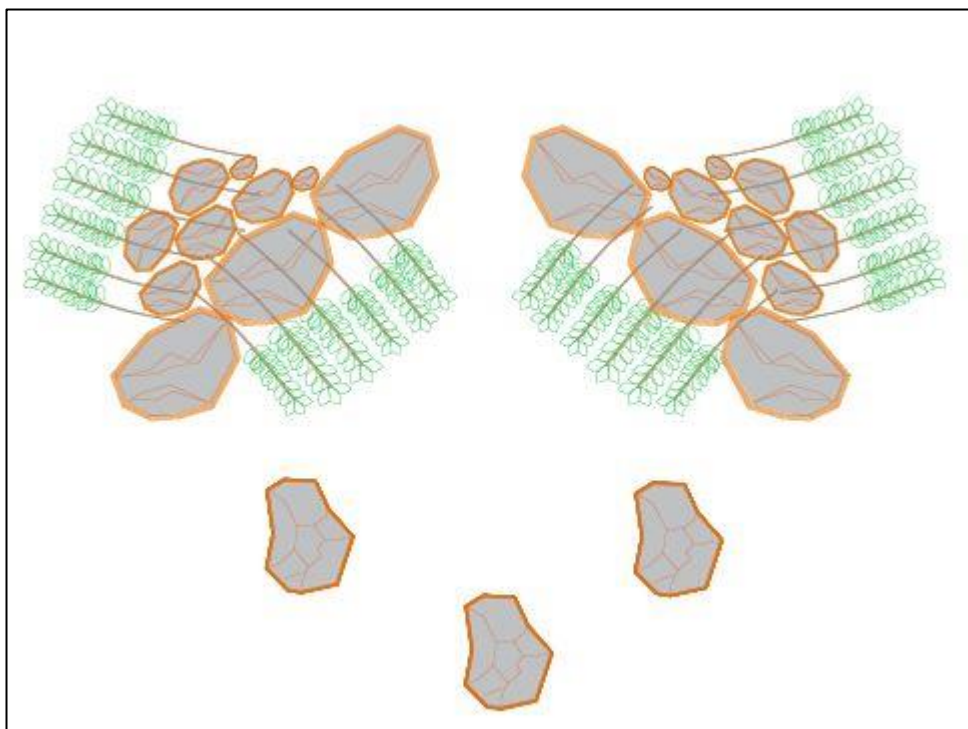


Obrázek číslo 9 – Zobrazení umístění objektu ve vodním toce

### 5.3.2 Křížový balvanitý práh

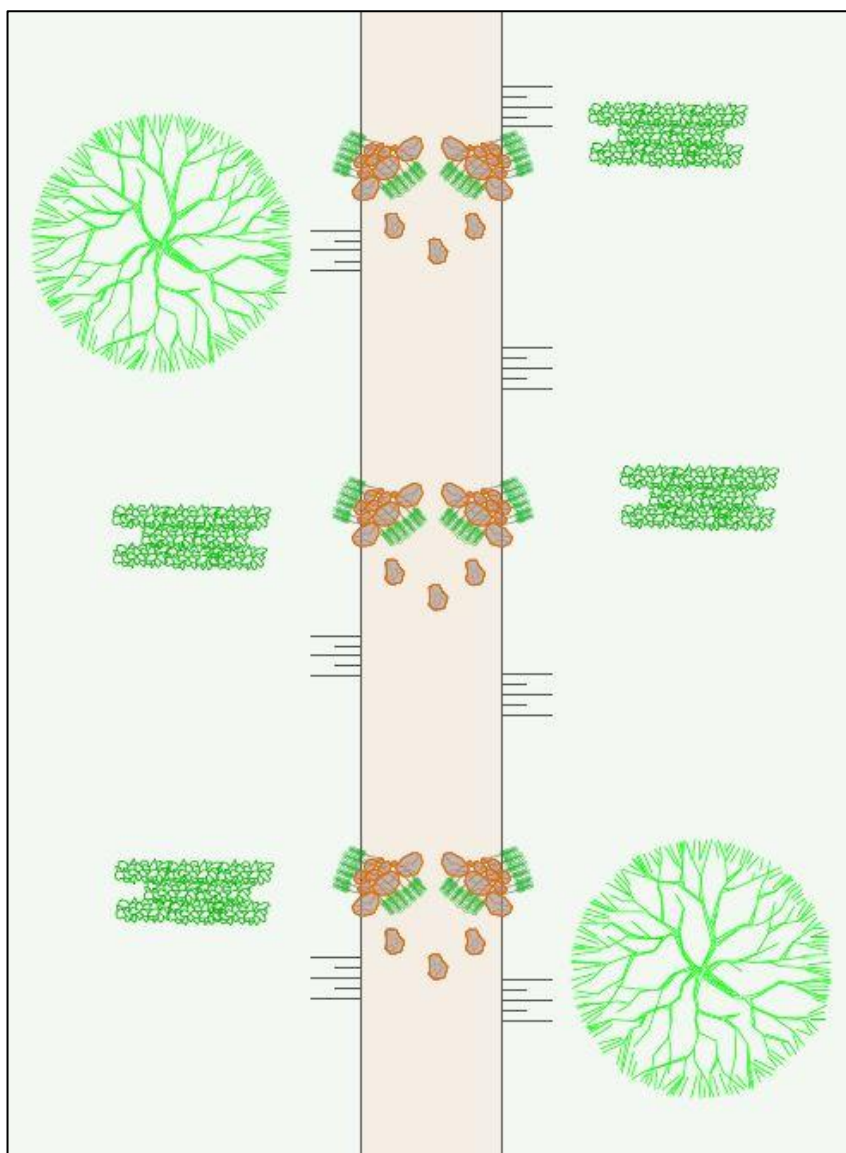
Příčné balvanité prahy jsou v dnešní době již poměrně pravidelně vídaným objektem na vodních tocích. Jejich funkce je jednoduchá, a to zpomalit proud vody. Většinou se používají v místech, kde je údolní niva úzká a není možné provést úpravy trasování koryta vodního toku, které by umožnily vytvoření meandrového pásu. Křížový balvanitý pás je modifikací k tomuto typu objektu a vyznačuje se několika rozdíly, a hlavně v účinnosti daného objektu. Tento objekt také není klasickým příčným objektem, jelikož jeho příčné uspořádání se v jeho podélné délce mění.

Objekt se skládá z kamenů nebo balvanů, které jsou uspořádány do tvaru písmene „V“. Nejužší část tohoto objektu se nachází nejvýše proti proudu vodního toku a postupně se rozšiřuje. V nej užší části jsou kameny od sebe vzdáleny tak, aby vytvářely mezeru pro průtoky vody. Kameny nebo balvany by měly být tak velké, aby byly schopny výškově rozdělit vodní tok a vytvářet tak přepad. Nejširší část objektu je vhodné osázet vegetací, která časem zakoření a zpevní tak břehy u kterých hrozí vymílání proudem vody. V objektu přepadu nejširší části objektu mohou být nahodile uspořádány kameny, které jsou pod hladinou vodního toku a vytváří tak bariéru na dně vodního toku. Voda, která přepadá přes nejužší část objektu vytváří přirozeně ve dně vodního toku průtočnou tůň. Kameny a balvany použité na stavbu objektu by měly odpovídat geologickému profilu, který se v dané lokalitě nachází. (Yochum 2015)



Obrázek číslo 10 – Schéma objektu křížového balvanitého prahu

Výhodou tohoto objektu je, že ho lze aplikovat i na vodní toky, které disponují úzkou údolní nivou. Také ho lze snadno modifikovat na malé, ale i velké vodní toky pouze změnou velikosti použitých kamenů nebo balvanů. Výhodou oproti klasickým příčným prahům je jeho polopropustnost v nejužší části objektu, kde dochází k největšímu přepadu vody, přes korunu objektu. Lze tedy říct, že transport sedimentů je omezen, ale ne znemožněn. Nevýhoda objektu by se mohla projevit ve chvíli, kdy by objekt byl aplikován na větší vodní tok, ve kterém by bylo důležité zachovat dobrou migrační prostupnost vodním tokem. Za méně vhodné využití objektu lze považovat aplikaci v krajině, kde je široká údolní niva a lze tedy aplikovat jiné objekty nebo opatření nebo také aplikaci v krajině pro kterou není specifický kamenitý půdní profil.



Obrázek číslo 11 - Zobrazení umístění objektu ve vodním toce

Účinnost objektu je viditelná ihned po jeho výstavbě a struktura objektu je v čase téměř neměnná. Jelikož ve stavebním materiálu nedochází k žádným

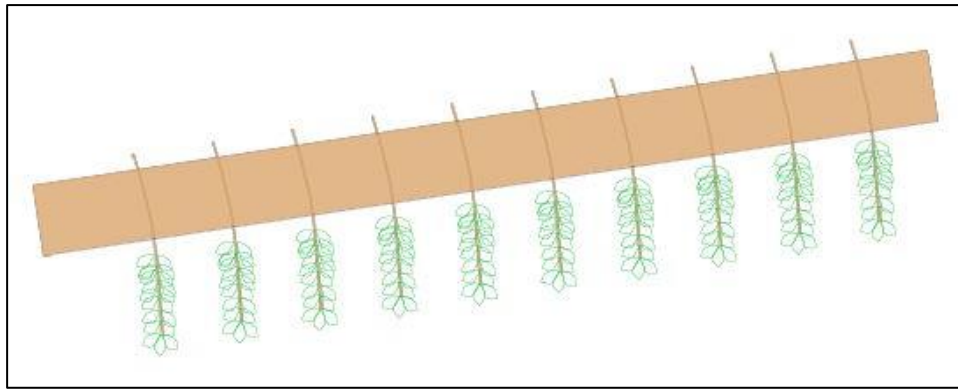


biologickým pochodem, životnost objektu je omezena pouze okolními vlivy, které mohou objekt fyzicky porušit. Určitým způsobem lze riziko poškození snížit pomocí výsadby vrbových řízků mezi kamenný zához v patě břehů. Vrbové řízky díky svému kořenovému systému zafixují jednotlivé kamenné segmenty na místě a zároveň kořenový systém slouží jako jejich ochrana před fyzikálním působením vody. Zároveň dosaženo zvýšení hydraulické drsnosti koryta. Ze střednědobého a dlouhodobého hlediska dochází tedy pouze ke změně vzrůstu vrbových řízků a doprovodné břehové vegetace v podobě keřového patra a vysazených vhodných druhů stromů. Nevýhodou tohoto objektu v oblasti Amálie by mohla být introdukce kamenitého materiálu do krajiny, pro kterou není kamenitá skladba půdního profilu specifickou vlastností.

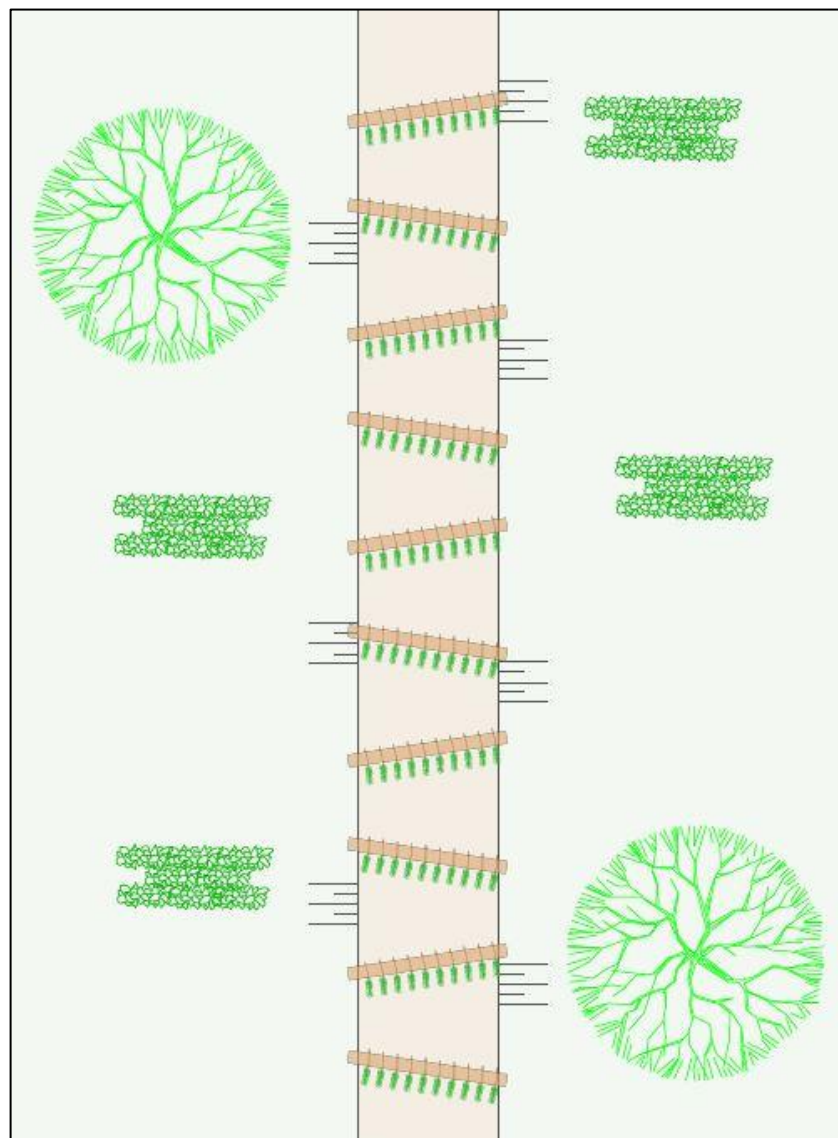
### 5.3.3 Příčný práh z mrtvého dřeva

Pro periodické vodní toky je charakteristické jejich plnění koryta. Koryto se plní za předpokladu lokálně zvýšených dešťových srážek nebo následkem odtoků z lesů, polí, luk apod. K jejich plnění tedy dochází nárazově, ale to neztrácí na jejich důležitosti. Koryto může být většinu roku suché, ale pokud dojde k jeho plnění, tak rychlost proudící vody je velká. Dochází tedy k odnosu sedimentu ze dna a tím dochází k zahlubování koryta, které může vést až k nebezpečným sesuvům svahů. Je tedy důležité průtočnou rychlost vody zpomalit, aby následky po přívalové srážce byly co možná nejmenší. Jednou z metod zpomalení proudící vody na periodických vodních tocích, jsou příčné bariéry z mrtvého dřeva.

Jedná se o opatření, které svou konstrukcí připomíná běžně používané příčné prahy s tím rozdílem, že prahy z mrtvého dřeva nejsou uspořádány rovnoměrně, ale jsou umístovány s výškovým i podélným náklonem. Pomocí náklonů jednotlivých segmentů mrtvého dřeva je prodloužena trasa vodního toku. Voda tedy korytem neproudí přímo, ale její průtok je prodloužen a tvarován. Segmenty mrtvého dřeva vytváří malé hrázky, které zajišťují při průtoku vody přepad a následné zpomalení proudění vody. Výhodou opatření je jeho dobrá variabilita k různým velikostem koryta. Objekt simuluje samovolně popadané stromy do koryta vodního toku. Náklady spojené s realizací jsou poměrně nízké a opatření tohoto typu lze aplikovat jak v zalesněných oblastech, tak v oblastech, kde není dostatek vegetace, která by byla schopna přirozeně snížit průtočnou rychlost periodického vodního toku. Zkrácením vzdálenosti mezi jednotlivými segmenty se snižuje riziko vymílání jednotlivých segmentů proudem vody a nedochází tak k rozšiřování koryta a vytváření širokých meandrů, které by mohly podmáčet přilehlou ornou půdu a narušit tak její celistvost. (Love, Allen 2016)



Obrázek číslo 12 – Schéma objektu příčného prahu z mrtvého dřeva



Obrázek číslo 13 - Zobrazení umístění objektu ve vodním toce

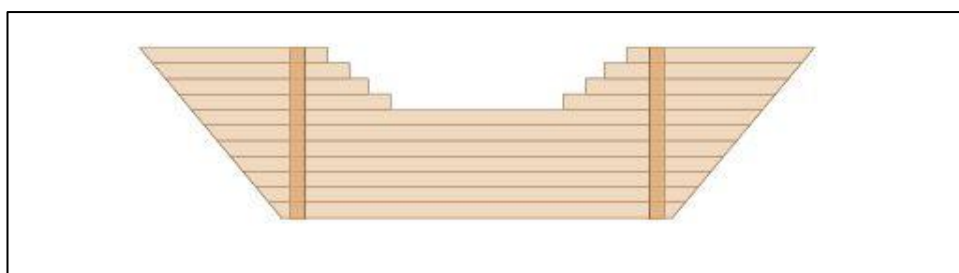
Efekt tohoto opatření je viditelný ihned po instalaci dřevěných segmentů do koryta vodního toku, díky zvýšení hydraulické drsnosti koryta. Proud vody je zpomalen nárazem do dřevěných segmentů. Díky náklonu segmentů je prodloužena trasa proudu vody, což je další proměnná, která zapříčiňuje zpomaluje odtok vody

z lokality. Ze střednědobého hlediska lze předpokládat, že dojde k degradaci dřevěných klád, které jsou použity na jednotlivé segmenty. Je proto vhodné při výstavbě tohoto objektu, doplnit segmenty dřevěných klád o živé dřevo například v podobě vrbových řízků. Ty ve střednědobém a dlouhodobém horizontu nahradí mrtvou dřevní hmotu a zajistí, že koryto neztratí svou hydraulickou drsnost a efekt zpomalení průtoku vody tak zůstane nenarušen. Břehy je vhodné doplnit o keřové a dřevinné patro, které svou skladbou budou zapadat do krajinného rázu.

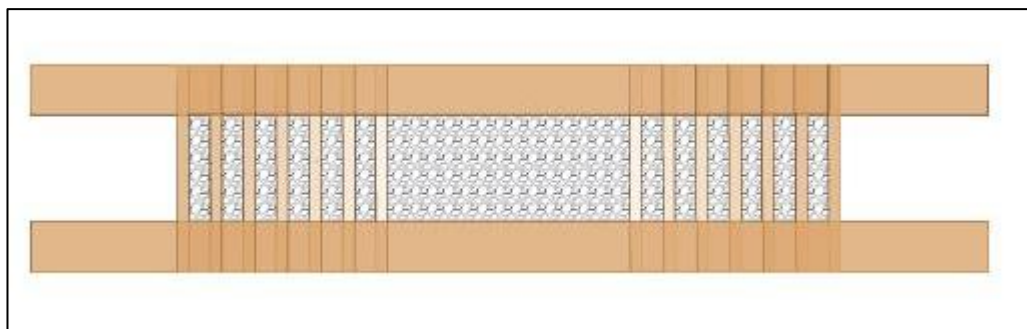
#### 5.3.4 Srubové přehrážky

Objekt srubových přehrážek je nejvíce technickým řešením pro meliorační příkopy uvedený v katalogu této diplomové práce. Jedná se o objekt, který se skládá z výškově uspořádaných kůlů, které jsou umístěny do vodního toku příčně ve dvou rovnoběžných řadách. Prostor vzniklý mezi jednotlivými řadami je protkán kůly, které jsou kolmo umístěny, aby spojily příčné řady kůlů mezi sebou. Zbylý prostor je vyplněn štěrkovým zásypem, aby zajistil dostatečnou pevnost objektu. Podle vypočítané dimenze průtoku vody je stanovena výška, po kterou bude objekt ode dna celistvým příčným objektem. Od této výšky je ve středu objektu vytvářena mezera, která se s přibývajícím patry zvětšuje a vytváří tak větší průtočný prostor pro proudící vodu.

Principem objektu je vytvořením příčné bariéry, která zpomalí vodu, která stéká z okolních polí. Dále také značně zpomaluje odnos materiálu z polí, který se usazuje v korytě vodního toku. Sedimenty, které jsou zadrženy v korytě jsou při intenzivnějších přívalových srážkách vyplaveny a za hranici objektu a postupují dále po proudu. Nevýhodou tohoto objektu je jeho symetrický tvar, který nedovoluje postupné uvolňování sedimentů proudu vody. Aby došlo k uvolnění nějakého množství sedimentů musí intenzita průtoku vody překročit určitou hranici. Stejný problém je s prouděním vody. Hladina vody musí překročit hladinu, na kterou je daný objekt dimenzován a teprve potom dochází k lineárnímu proudění vody. Oproti tomu výhodou je okamžitý účinný efekt tohoto objektu, kdy ihned po výstavbě tohoto objektu je možné zpomalit průtočné množství vody korytem. (Koalice pro řeky 2016)



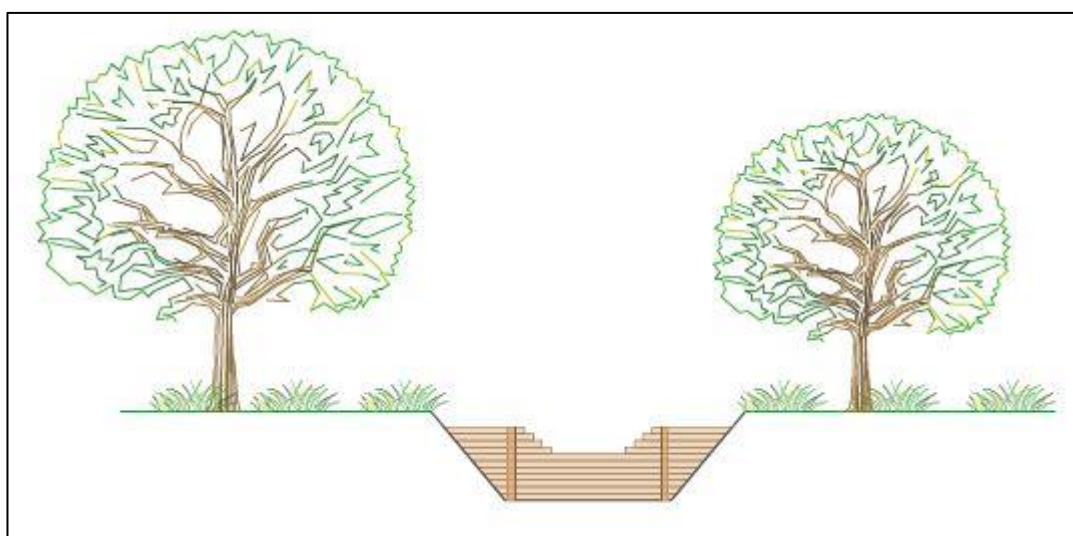
Obrázek číslo 14 - Schéma objektu srubových přehrážek (čelní pohled)



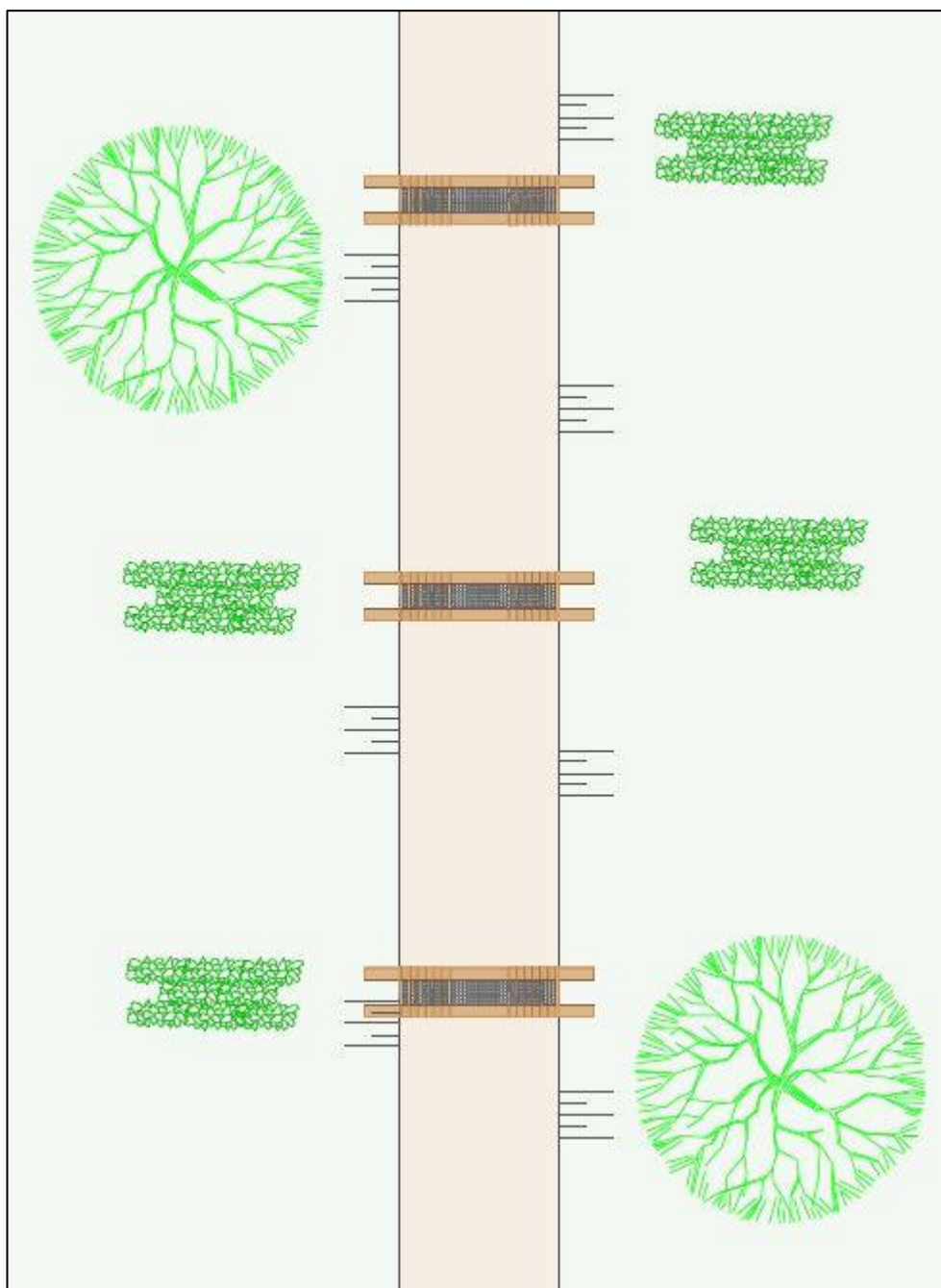
Obrázek číslo 14 - Schéma objektu srubových přehrázek (pohled shora)

Pro snížení nebezpečí zadržování vody a sedimentů pouze v jednom místě je vhodné tělo příčného objektu doplnit o otvory, kterými může voda proudit i při nižším průtoku, než na který je objekt dimenzován. Dále je vhodné objekt doplnit o doprovodnou vegetaci jak v těle samotného objektu, tak také na březích. Dojde ke zpevnění samotného objektu a také k vytvoření nových habitatů nebo snížení evapotranspirace z půdy.

Jak již bylo zmíněno výše, z okamžitého hlediska má objekt velmi dobré výsledky. Ve střednědobém a dlouhodobém hledisku nastává problém s materiálem použitým na stavbu hlavního dřevěného objektu z kůlů, kdy dochází vlivem fyzikálních a biologických pochodů k degradaci materiálu. Minimalizací negativních dopadů lze opět docílit výsadbou doprovodné vegetace, která dřevní hmotu použitou na kůly, postupem času nahradí. Dojde tak k prorůstání objektu kořeny, zpevnění štěrkového zásypu, který po rozpadu kůlů vytvoří jakýsi kamenný práh porostlý vegetací. Efekt příčného objektu by tak měl být v čase zachován, pouze dojde k materiálové reorganizaci objektu.



Obrázek číslo 16 – Řez korytem vodního toku



Obrázek číslo 17 - Zobrazení umístění objektu ve vodním toce

#### 5.4 Katalog návrhových opatření – zadržení vody v krajině

Předchozí kapitola byla věnována sumarizaci objektů, které lze použít na melioračních příkopech s cílem zpomalení průtoku vody korytem, snížit objem odnosu sedimentů a evapotranspirace z půdy pomocí výsadby doprovodné vegetace v podobě keřového patra a výsadby vhodných dřevin pro danou oblast. Opatření zmíněná v následující kapitole jsou oproti tomu sumarizací opatření, která lze pro potřeby diplomové práce použít při návrhu revitalizace na Brejlském potoce.

#### 5.4.1 Ochranné zatravnění

Hlavním problémem v zemědělsky obhospodařované krajině je erozní smyv z polí, který vzniká důsledkem kombinace velkého sklonu pozemku a špatného agrotechnického postupu. V důsledku kombinace těchto faktorů dochází při vysoké intenzitě srážek k smyvu způsobeného vodní erozí. Vodní toky, které se nacházejí v blízkosti orné půdy, jsou díky těmto procesům náchylné na kontaminaci a znečištění, jelikož součástí unášeného materiálu mohou být pesticidy, herbicidy, fungicidy, zbytky organických hnojiv a jiných látek, které mohou narušit jakost vody. Z tohoto důvodu se při přechodu mezi ornou půdou a vodním tokem, využívá tzv. ochranné zatravnění, jehož cílem je minimalizace objemu unášeného materiálu do vodního toku, zvýšení soudržnosti půdy a zvýšení retence vody. (Dollinger et al. 2018; VÚV TGM 2018)

Pro výsadbu ochranného zatravnění lze použít různé travinné směsi, které vysazují na jaře nebo na podzim. Je důležité, aby vysazené traviny měly dostatek času pro vegetační růst a vytvoření dostatečného kořenového systému, aby v případě intenzivnějších srážek odolaly proudu vody. Díky svému dostatečnému vzrůstu zvyšují hydraulickou drsnost, vytvářejí prostor pro vsakování do půdy a ukládání unášeného materiálu. Materiál, který je unášený erozním smyvem se z velké části skládá z jemnozrnného materiálu, který je ale nevhodný při fluvialně morfologických procesech ve vodním toce. Jemnozrnný materiál je tak jemný, že je pouze unášen vodním proudem. Tímto způsobem může docházet k různým problémům na vodním toce, vzhledem ke zvýšené míře zanášení koryta.

K ochrannému zatravnění lze využít také kombinaci travin a dřevin. Dřeviny keřového a stromového patra se vybírají podle vhodnosti jednotlivých druhů pro danou lokalitu. Cílem tohoto opatření není úplné přerušení vzájemného kontaktu mezi ornou půdou a vodním tokem, ale vytvoření opatření, které sníží riziko kontaminace vodního toku. Je proto důležité, aby nově vysazená zeleň netvořila bariéru, která by tento kontakt plně znemožnila.

#### 5.4.2 Introdukce mrtvého dřeva

Funkce dřevní hmoty ve vodním toce v podobě mrtvého i živého dřeva byla podrobněji probrán v kapitole 3.2.6 Říční dřevo. Tento způsob je zde uveden pro kompletaci katalogu objektů vhodných při návrhu revitalizace na vodním toce v oblasti Amálie.

### 5.4.3 Vybudování tůní a mokřadů

Tůně a mokřady jsou útvary v krajině, které mají schopnost zadržet obrovské množství vody v období sucha nebo dokážou vytvořit prostředí pro různorodé organismy. Mohou existovat ve formě přírodních útvarů a jejich vznik je přirozený nebo je lze v krajině vytvořit uměle. Při umělém vytváření rozlišujeme stav, kdy buď vytvoříme takové podmínky, aby vlivem fluvialně morfolických procesů došlo k jejich přirozenému vzniku nebo lze tyto objekty vytvořit plně umělou cestou. Z funkčního hlediska je mezi uměle a přirozeně vytvořeným mokřadem nebo tůní velký rozdíl. Uměle vytvořené objekty doprovází problém se svým zanášením a následně tak i svou nefunkčností. Tento problém lze vyřešit tím, že nedojde k plnému vytvoření objektu, ale pouze k vytvoření podmínek, které podmiňují jejich vznik přirozenou cestou. (Chytrý et al. 2020)

Výhodou tohoto opatření je schopnost retence většího množství vody v krajině. Vzhledem k různým potřebám lze vytvářet takové podmínky, které dovolují různé umístění a plnění tůní nebo mokřadů. V případě hydrologického sucha jsou mokřady a tůně přirozenou zásobárnou vody pro okolní krajinu a živočichy. Díky doprovodné vegetaci lze předejít vysoušení tůní a vytváření lepších klimatických podmínek v dané lokalitě. Přítomnost tůní v korytě vodního toku také napomáhá ke zpomalení proudění vody. Jejich nevýhoda je prostorová náročnost na umístění v krajině, obzvláště v případě mokřadů. V případě tůní a mokřadů je také z dlouhodobého hlediska nutná jejich údržba v podobě různého prosekávání zeleně.

Pozitivní efekt tůní a mokřadů není viditelný v okamžiku vybudování, ale lze ho pozorovat ve střednědobém až dlouhodobém časovém horizontu. Při jejich pravidelné údržbě, není jejich funkce nijak časově omezena.

### 5.4.4 Změna sinusitidy vodního toku

Problémem velké části vodních toků, na kterých v minulosti probíhaly jejich úpravy je ztráta jejich sinusitidy a tím i tedy jejich zkrácení. Problém nastává ve chvíli, kdy dojde ke zvýšení hladiny vodního toku a zrychlení průtočné rychlosti vody, jejíž kinetická energie se tak zvětšuje a tím i její ničivé důsledky. Tomuto problému lze předejít v rámci denaturace vodního toku obnovou meandrování a prodloužení tak délky vodního toku, což vede ke snížení průtočné rychlosti a vytvoření plochy, kde se voda může vylít z koryta do krajiny.

Změnu sinusitidy a rozvinutí meandrování je potřeba přizpůsobit geomorfologickému typu vodního toku a na základě tohoto hodnocení volit vhodné řešení pro danou lokalitu. V některých lokalitách bude vhodnější koryto vodního toku

upravit do jednoho koryta kolek kterého bude vysazena vegetace a budou respektována pravidla pro tvorbu meandrů. V jiných lokalitách bude příhodnější koryto rozdělit do několika koryt, mezi kterými budou vznikat ostrůvky, které lze osázet vegetací. Změnu sinusitidy tedy lze přizpůsobit parametrům dané lokality. (Graubünden, Müstair 2008)

Výhodou tohoto opatření je dobrá modifikace k různým geomorfologickým typům vodního toku. Nevýhodou je v některých případech složitost provázání mezi parametry okolí a vytvoření takového prostředí, aby nedocházelo k narušení nebo dokonce přerušení fluvialně morfologických procesů. Nevýhodou opatření je potřeba dostatečné šířky údolní nivy, což může být problém obzvláště v oblastech, kde je již území zastavěno nebo rovnoběžně s vodním tokem vede například komunikace. Pro realizaci v podobě změny sinusitidy je tedy důležité, aby v dané lokalitě byl dostatek prostoru ke správnému průběhu fluvialně morfologických procesů.

## 5.5 Použitý software

### 5.5.1 ArcMap 10.7.1

Pro potřeby vypracování diplomové práce byla stažena liniová vrstva vodních České republiky (DIBAVOD), dále polygonová vrstva katastrálního území Ruda u nového Strašecí (ČÚZK), topografická mapa České republiky (ČÚZK) a ortofoto mapa České republiky (ČÚZK). Podle vyhodnocení terénního průzkumu byly vodní toky rozděleny na jednotlivé úseky, byly k nim připojeny fotografie pořízené během terénního průzkumu a označeny pro přehlednou manipulaci s daty. Přes vzdálený přístup k datům CENIA byly vytvořeny podklady pro zhodnocení základních parametrů zájmové lokality. Na základě zpracování hodnocení kvality jednotlivých úseků vodních toků, byly úsekům přiřazeny procentuálně vyjádřené hodnoty. Jednotlivým hodnotám byla nastavena barevná škála, která odpovídá barevné škále hodnocení kvality vodních toků dle Metodiky odboru ochrany vod, která stanovuje postup komplexního řešení protipovodňové a protierozní ochrany pomocí přírodních opatření. (MŽP 2008)

### 5.5.2 Auto CAD 2021

K přípravě dat byla použita funkce exportu dat z programu ArcMap 10.7.1 na data ve formátu .dwg, která jsou vhodná pro práci v programu Auto CAD. Na základě sumarizace vhodných opatření ve formě katalogu (kapitoly 5.3 a 5.4) a výpočtu návrhových parametrů, byl vypracován grafický návrh pro jednotlivé objekty a návrh revitalizace koryta Brejlského potoka. Grafické návrhy byly vyexportovány a použity jako doprovodná dokumentace pro potřeby diplomové práce.



## 6. Současný stav řešené problematiky

### 6.1 Základní informace

Předmětem řešení jsou vodní toky IV. řádu – Brejlský potok, Karlův luh. Oba vodní toky se nacházejí v katastrálním území Ruda u Nového Strašecí, kde pramení a dále se vlévají do vodního toku Klíčava. Okolí vodních toků je primárně využíváno k intenzivní zemědělské činnosti nebo se jedná o lesní pozemky.

Brejlský potok se nachází jižněji od Karlova luhu. Délka vodního toku je 2,9 km a plocha povodí 1,73 km<sup>2</sup>. Nejvyšší bod vodního toku se nachází ve výšce 452 m. n. m. a nejnižší bod se nachází ve výšce 337,2 m. n. m. Jeho pramen se dle mapových podkladů nachází na území bažantnice, kterou spravuje Lesní správa Lány. V posledních několika letech pramen potoka není viditelný na povrchu země. Tato skutečnost by mohla mít jistou spojitost se sníženou hladinou podzemních vod a intenzivním zemědělstvím, které je v lokalitě velmi zastoupené. Vodní tok je zásoben vodou ze 3 nebeských nádrží, které se taktéž nachází na území bažantnice. Území bažantnice vodní tok opouští v nejnižší položeném místě bažantnice a dále směřuje narovnaným korytem mezi zemědělsky využívanými pozemky. Levobřežním přítokem do vodního toku je meliorační příkop, který slouží jako odvodnění pole. Na vodním toku se nachází 5 nádrží, které jsou za sebou kaskádovitě seřazené. Tok dále protéká krajinou, která se skládá z luk a lesů. Pravobřežním přítokem je druhý meliorační příkop, který také slouží jako odvodnění pole. V těsné blízkosti vodního toku se nachází pouze jedna stavba rodinného domu. Vodní tok dále pokračuje převážně lesní krajinou až k soutoku s Klíčavou.

Karlův luh je severněji položený vodní tok s délkou je 3,5 km. Nejvyšší bod na vodním toce se nachází ve výšce 450,2 m. n. m. a oproti tomu nejnižší bod se nachází ve výšce 350,37 m. n. m. Vodní tok začíná v místě, kde se soustřeďuje voda v podobě lesního jezírka. Vodní tok protéká lesem k soutoku s druhým ramenem, který je levobřežním přítokem. Několik desítek metrů po soutoku ramen je vodní tok nesoustředěný a je zde viditelné divočení ramen, poté se koryto vodního toku soustředí pouze do jednoho koryta. Dále se na vodním toku nachází další jezírko, které slouží jako retenční nádrž. Odtud vodní tok pokračuje dále zpevněným korytem pomocí kamenné rovnaniny až do místa, kde dochází k zatrubnění vodního toku pod pojezdovou komunikací. Dále vodní tok ústí opět do krajiny a protéká na hranici lesních pozemků a zemědělsky obhospodařovaných pozemků. Levobřežními přítoky do vodního toku jsou 2 meliorační příkopy, které odvádí přebytečnou vodu z polí. Vodní tok dále protéká převážně lesní krajinou až k soutoku s Klíčavou.

## 6.2 Údaje o půdě

### 6.2.1 Brejlský potok

Svým umístěním zasahuje Brejlský potok do kategorií BPEJ 4.68.11, 4.08.50, 4.12.10 a 4.26.11. Klimatický region je pro všechny kategorie stejný, a to mírně teplý, suchý. Hlavní půdní jednotkou pro kategorii 4.68.11 jsou gleje, pro které je charakteristická nízká rychlost infiltrace. Dále je pro půdy tohoto typu charakteristická jejich jílovitá skladba. Sklon svahu se pohybuje 3°-7° a orientované na jih. Půdy jsou slabě skeletovité až bezskeletovité. Jsou to půdy hluboké až středně hluboké. Pro kategorii 4.08.50 je hlavní půdní jednotka černozem, pro které je charakteristická střední rychlost infiltrace. Sklonitost svahů je 7°-12° a svahy jsou orientované na východ a západ. Jsou to půdy bezskeletovité a hluboké. Kategorie 4.12.10 je zastoupena hlavní půdní jednotkou hnědozemí, které jsou specifické střední rychlostí infiltrace. Sklon se pohybuje 3°-7° a jejich orientace je možná všemi směry. Jsou to půdy bezskeletovité a hluboké. Půdy kategorie 4.26.11 se skládají z hlavní půdní jednotky kambizemě, které jsou charakteristické střední rychlostí infiltrace. Sklonitost se pohybuje 3°-7° a orientace svahů je všemi směrná. Půdy jsou bezskeletovité a středně hluboké až hluboké. (VUMOP 2019)

### 6.2.2 Karlův luh

Většina vodního toku Karlův luh se nachází na území lesních pozemků, které nepodléhají kategorizace dle BPEJ. Některé části vodního toku, ale přechází z lesních pozemků na pozemky zemědělské, které dle BPEJ spadají do kategorií 4.15.10, 4.26.11, 4.58.00 a 4.15.10. Všechny pozemky spadají do klimatického regionu mírně teplý, suchý, pro který jsou charakteristické roční průměrné teploty 7°-8,5°. Pro půdy kategorie 4.15.10 je hlavní půdní jednotkou luvizemě, která je charakteristická svou střední rychlostí infiltrace. Sklonitost se pohybuje 3°-7° a orientace svahů je všemi směrná. Půdy jsou bezskeletovité a hluboké. Půdy kategorie 4.26.11 se skládají z hlavní půdní jednotky kambizemě, které jsou charakteristické střední rychlostí infiltrace. Sklonitost se pohybuje 3°-7° a orientace svahů je všemi směrná. Půdy jsou bezskeletovité a středně hluboké až hluboké. Kategorie půd BPEJ 4.58.00 se skládají z hlavní půdní jednotky fluvizemě, což jsou půdy s nízkou rychlostí infiltrace. Sklon svahů se pohybuje od 0° do 3° a orientace svahů je všemi směrná. Půdy jsou bezskeletovité a hluboké. Pro kategorii půd 4.15.10 je hlavní půdní jednotkou luvizemě, která je charakteristická svou střední rychlostí infiltrace. Sklon se pohybuje od 3° do 7° a svahy jsou expozičně orientované všemi směry. Půdy jsou bezskeletovité a hluboké. (VUMOP 2019)

## 6.3 Návrh parametrů

### 6.3.1 Analýza geomorfologického typu

Tato analýza byla zpracována každý úsek na vodním toce zvlášť dle jejich údajů týkající se sklonu údolnice a průtoku vody  $Q_a$ . Vyhodnocení geomorfologického typu proběhlo pomocí internetové aplikace Fluvial Morphology, která byla vytvořena ve spolupráci společnosti ŠINDLAR s.r.o. a Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka. Výsledkem této analýzy je stanovení konkrétního geomorfologického typu, díky čemuž lze navrhnout vhodné opatření jako řešení konkrétních problémů, které jsou výsledkem terénního mapování a vyhodnocení kvality vodního toku.

### 6.3.2 Určení návrhových parametrů koryta

Návrh parametrů koryta proběhl pomocí následujících výpočtů:

$$S = h(b + mh) \quad O = b + 2h\sqrt{1 + m^2} \quad R = \frac{S}{O}$$

$$C = \frac{1}{n}R^{1/6} \quad v = C\sqrt{Ri} \quad Q = v * S$$

$$T = \rho g Ri \quad T_k = A(\rho_m - \rho)gm \quad T < T_k$$

Parametry návrhu koryta	Značení	Hodnota	Jednotka
Současný průtok	Q30d	12	l.s-1
Výška koryta	h	0,3	m
Šíře koryta ve dně počáteční	b	0,2	m
Sklon koryta	i	0,02	‰
Sklon svahů		1: 3	
Drsnost koryta	n	0,04	
Návrhový průtok	Q	0,012	m3.s-1
Hustota (Objemová hmotnost) vody	$\rho$	1000	kg.m3
Tíhové zrychlení	g	9,81	m.s-2
Délka břehů	x	0,9	m
Šířka koryta v břehových hranách	B	2,1	m
Plocha průřezu	S	0,36	m2
Omočený obvod	O	2,2	m
Hydraulický poloměr	R	0,16	m
Tečné napětí	T	0,31	Pa
Kritické tečné napětí	Tk	12,91	Pa
Hustota materiálu dna	$\rho_m$	1700	kg.m3
Konstanta	A	0,047	
Rychlostní součinitel	C	18,49	m0,5.s-1
Rychlost	v	0,03	m3.s-1

Tabulka číslo 2 – Parametry pro návrh koryta

## 7. Výsledky

### 7.1 Hodnocení aktuálního hydromorfologického stavu

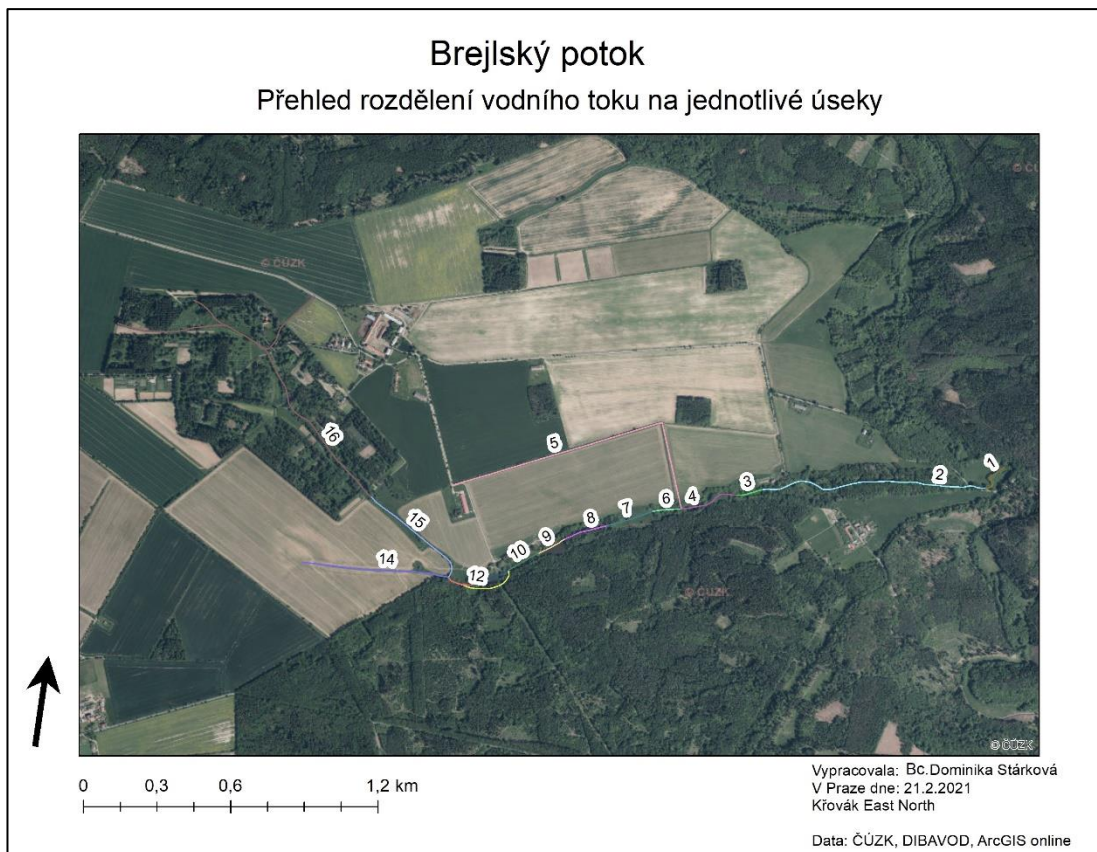
#### 7.1.1 Brejlský potok

Pro potřeby diplomové práce byl Brejlský potok rozdělen na 16 úseků, které byly pracovně pojmenovány pro lepší orientaci. Hodnocení jednotlivých úseků probíhalo od soutoku s Klíčavou, proti proudu vody k prameni vodního toku. Pro jednotlivé úseky bylo provedení vyhodnocení kvality vodního toku dle Metodiky odboru ochrany vod, která stanovuje postup komplexního řešení protipovodňové a protierozní ochrany pomocí přírodě blízkých opatření. (MŽP 2008) Hodnocení bylo vypracováno pro samotný vodní tok, meliorační příkopy, ale nebylo vypracováno pro objekty rybníků z důvodu, že se nejedná o vodní tok. Hranice pro konstatování dobrého hydromorfologického stavu je 60 % při hodnocení hydromorfologického stavu pro koryto vodního toku a také při hodnocení nivy vodního toku. Přehled základních údajů pro jednotlivé úseky viz tabulka číslo

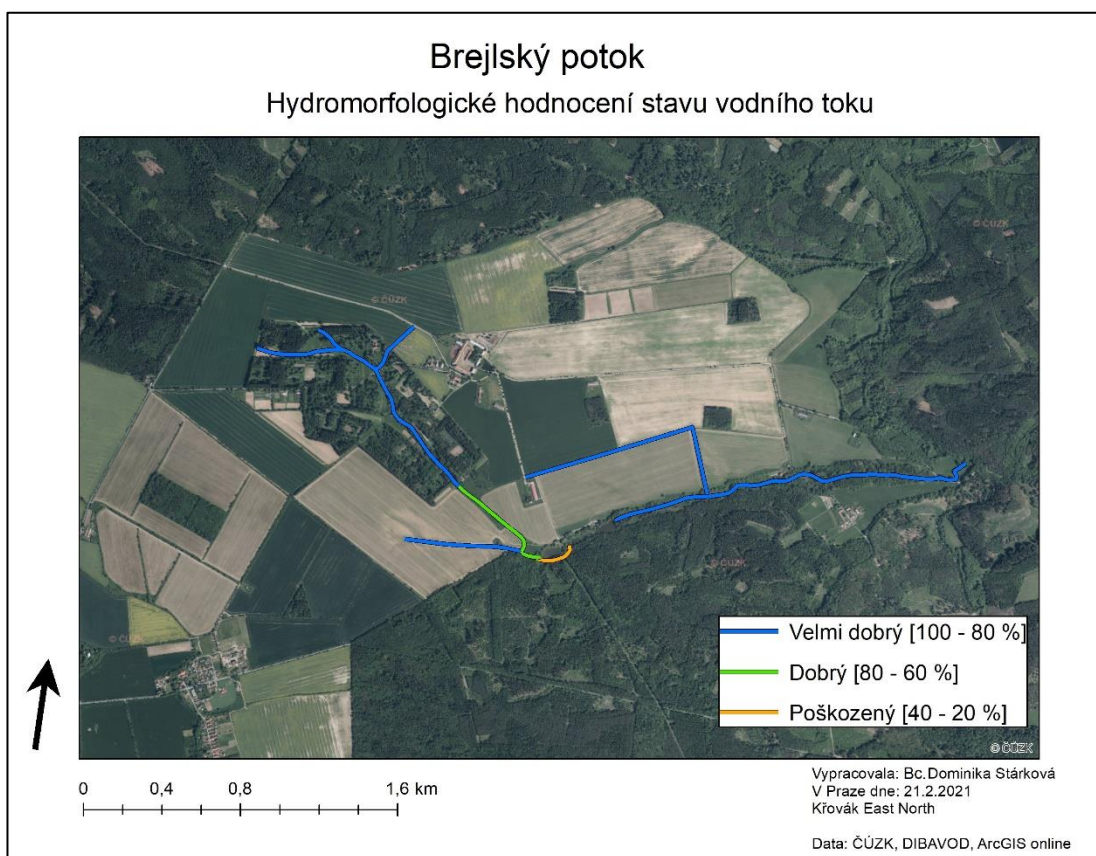
Úsek	Pracovní název	Staničení od [km]	Staničení do [km]	Délka úseku [km]	Průtok Qa [m <sup>3</sup> /s]	Počáteční kóta [m. n. m.]	Koncová kóta [m. n. m.]
1.	Vyústění do Klíčavy	0	0,14	0,14	0,0060	337	342
2.	Tok v lese	0,14	1,07	0,93	0,0060	342	368
3.	Most sídlo	1,07	1,18	0,11	0,0060	368	373
4.	Za sídlem	1,18	1,42	0,24	0,0060	373	379
5.	1. meliorační přítok	1,42	1,54	0,12	0,0060	379	428
6.	Tok v lese	1,54	1,66	0,12	0,0060	379	381
7.	Tok v krajině	1,66	1,86	0,19	0,0060	381	386
8.	Upravené koryto	1,86	2,04	0,18	0,0060	386	394
9.	První rybník	2,04	2,16	0,12		394	399
10.	Druhý rybník (3 kaskády)	2,16	2,30	0,14		399	394
11.	Třetí rybník	2,30	2,46	0,16		394	403
12.	Obtok třetího rybníka	2,46	2,70	0,24	0,0060	394	403
13.	V krajině před rybníky	2,70	2,81	0,11	0,0060	403	405
14.	2. meliorační přítok	2,81	3,41	0,60	0,0060	405	427
15.	V krajině pod bažantnicí	3,41	3,90	0,49	0,0060	405	415
16.	Bažantnice	3,90	4,08	0,19	0,0060	415	452

Tabulka číslo 3 – Základní údaje o Brejlském potoce

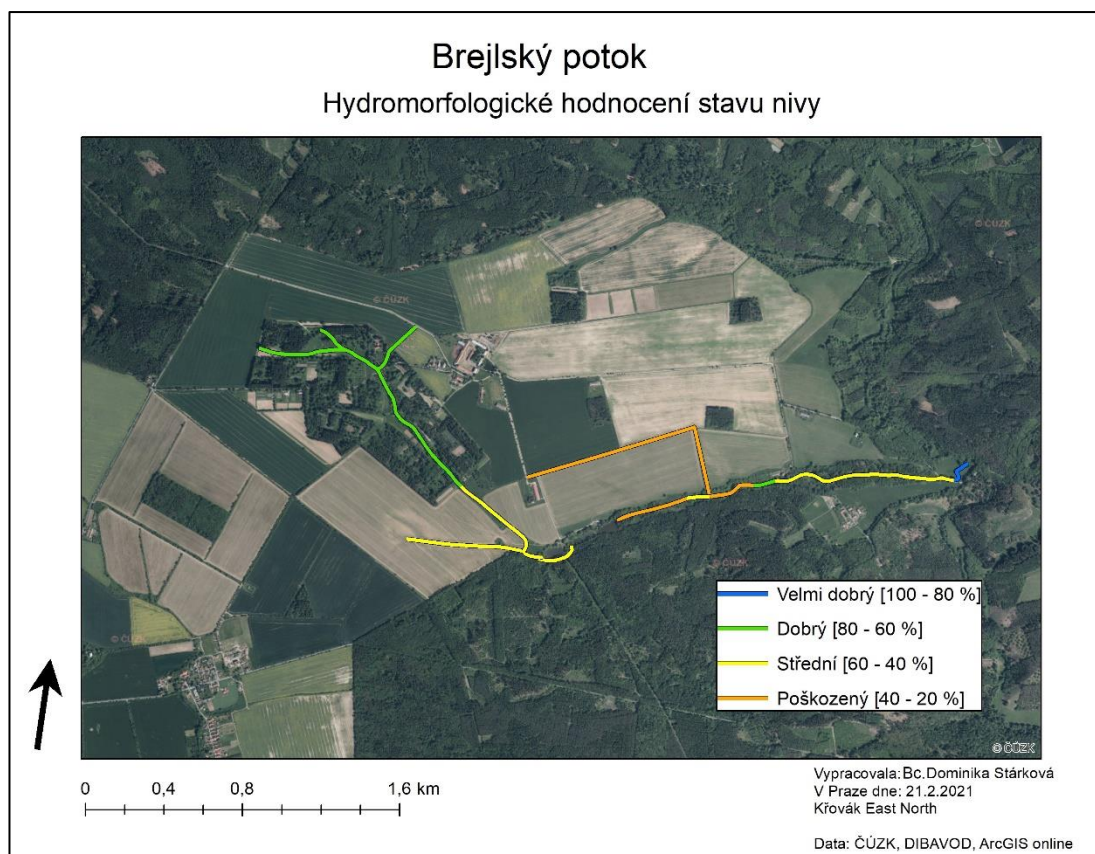
Výsledné hodnocení stavu koryta vodního toku a nivy vodního toku v jednotlivých úsecích byly vyhodnoceny a zpracovány do grafické podoby.



Obrázek číslo 18 – Rozdělení vodního toku na jednotlivé úseky



Obrázek číslo 19 – HMG stav vodního toku na Brejlském potoce



Obrázek číslo 20 – HMG stav nivy na Brejlském potoce

### 1. Úsek – Vyústění do Klíčavy

Počáteční bod úseku je stanoven v místě soutoku Brejlského potoka s vodním tokem Klíčavou. Počáteční nadmořská výška je 337 m. n. m. a koncová nadmořská výška úseku je 342 m. n. m. Délka úseku je 0,14 km.

Na první pohled je viditelné, že se jedná o přírodní koryto vodního toku. Břehy nejsou nijak technicky zpevněné ani není viditelná jejich dřívější úprava technického typu. Břehy jsou zpevněné biologicky. Dřevní hmota se v korytě vodního toku nachází sporadicky. Vodní tok se nenachází ve vzdutí a jeho trasa není viditelně narušena. Lze pozorovat, že ve vodním toce dochází k odnosu materiálu ze dna koryta a následně dochází k hloubkové erozi dna vodního toku. Korytotvorný průtok není v tomto úseku nijak ovlivněn. Nivní ramena se zde nevyskytují. V úseku se nenachází žádný objekt, který by ovlivnil splaveninový režim nebo vytvářel migrační bariéru.

Výsledné hodnocení hydromorfologického stavu koryta vodního toku v úseku číslo 1 je 96,9 %. Hodnocení hydromorfologického stavu nivy vodního toku je 90,4 %.

## **2. Úsek – Tok v lese**

Začátek úseku se nachází v nadmořské výšce 342 m. n. m. a jeho konec v 368 m. n. m. Počáteční bod navazuje na předchozí úsek a jeho staničení je od 0,14 km vodního toku. Délka úseku vodního toku je 0,93 km.

Tento úsek vodního toku se nachází v lesním porostu. Břehy jsou biologicky zpevněné dřevinnou skladbou, bez známek dřívějších technických úprav koryta. V korytě se dřevní hmota nachází sporadicky. Voda ve vodním toce se nenachází ve vzdutí a trasa koryta vodního toku není viditelně narušena. Dno koryta vodního toku je nestabilní a dochází zde k nadměrnému odnosu materiálu ze dna koryta, což vede k zahlubování koryta. Korytotvorný průtok není v tomto úseku nijak narušen. Výskyt nivních ramen není patrný. V korytě vodního toku se nenachází žádný příčný objekt, který vytvářel migrační bariéru nebo ovlivňoval splaveninový režim.

Výsledné hodnocení hydromorfologického stavu koryta vodního toku v úseku číslo 2 je 96,9 %. Hydromorfologické hodnocení stavu nivy vodního toku je 59,3 %.

## **3. Úsek – Most sídlo**

Úsek začíná ve staničení 1,07 km v nadmořské výšce 368 m. n. m. Konec úseku se nachází v nadmořské výšce 373 m. n. m. Délka vodního toku je 0,11 km.

Vodní tok protéká skrz pozemek přilehající k jedinému lidskému sídlu, které se v blízkosti vodního toku nachází. Břehy vodního toku jsou zpevněny pouze v podobě pravidelně udržovaného travního porostu. V korytě vodního toku se nenachází žádná dřevní hmota. Koryto není příliš zahloubané a ani Korytotvorný průtok není narušen. Přítomnost příčného objektu, který by znemožňoval migrační prostupnost nebo ovlivňoval splaveninový režim, nebyl zaznamenán. Rozliv vody není umožněn a nevyskytují se zde žádná nivní ramena.

Výsledné hodnocení hydromorfologického stavu koryta vodního toku v úseku číslo 3 je 95,7 %. Hydromorfologický stav nivy vodního toku vyšel 74,2 %.

## **4. Úsek – Za sídlem**

Začátek úseku se nachází v nadmořské výšce 373 m. n. m. a jeho konec se nachází v 379 m. n. m. Staničení začátku úseku je 1,18 km. Délka úseku je 0,24 km.

Tento úsek vodního toku protéká skrz lesní pozemky. Břehy vodního toku jsou biotechnicky zpevněné bez známek dřívějších technických úprav. Dřevní hmota se ve vodním toce nachází sporadicky. Úsek vodního toku se nenachází ve vzdutí a jeho trasa není nijak viditelně narušena. Koryto je poměrně zahloubené. Korytotvorný

průtok není nijak narušen. V úseku se nenachází žádné příčné objekty, které by znemožňovaly migrační prostupnost vodního toku ani transport sedimentů.

Výsledný hydromorfologický stav je koryta vodního toku je 95,7 %. Hydromorfologický stav nivy vodního toku je 48,3 %.

#### **5. Úsek – 1. meliorační přítok**

Počáteční nadmořská výška se nachází v 379 m. n. m. a koncová nadmořská výška se nachází v 428 m. n. m. Délka melioračního příkopu je 0,12 km.

Jedná se o periodický vodní tok, jehož cílem je odvod přebytečné vody z polí. Periodický vodní tok se tedy nachází v lokalitě, která je klasifikována jako zemědělská půda. Břehy vodního toku nejsou nijak biologicky zpevněné. V korytě vodního toku nenachází ani žádná dřevní hmota ani se zde nevyskytují žádná nivní ramena. Meliorační přítok je technicky vytvořeným vodním tokem s periodickým plněním. Hydrologický a splaveninový režim není narušen žádnými příčnými bariérami. S tím také může při zvýšeném množství srážek, zvýšený odnos sedimentů z orné půdy.

Výsledné hodnocení hydromorfologického stavu koryta periodického vodního toku je 90,6 %. Hodnocení hydromorfologického stavu nivy vodního toku je 44,5 %.

#### **6. Úsek – Tok v lese**

Úsek vodního toku začíná v místě staničení 1,54 km. Nadmořská výška v počátku úseku dosahuje 379 m. n. m. a konec úseku se nachází v nadmořské výšce 381 m. n. m. Délka vodního toku je 0,12 km

Vodní tok se nachází v lesním porostu. Břehy jsou biologicky zpevněné a nejeví známky technické úpravy. Dřevní hmota se v korytě vodního toku nachází sporadicky. Korytotvorný průtok není narušen a výskyt nivních ramen zde také není. Trasa vodního toku není narušena a koryto se nenachází ve vzdutí. Koryto je viditelně zahloubené vlivem působení hloubkové eroze dna koryta. Migrační prostupnost ani transport sedimentů není v korytě narušen přítomností příčných objektů.

Hydromorfologický stav koryta vodního toku byl vyhodnocen jako dobrý, konkrétně 99,3 %. Výsledné hodnocení hydromorfologického stavu nivy vodního toku je 59,3 %.

#### **7. Úsek – Tok v krajině**

Počátek úseku vodního toku je v nadmořské výšce 381 m. n. m. a jeho konec se nachází v 386 m. n. m. Délka vodního toku je 0,19 km.



Vodní tok se nachází v krajině, která je klasifikovaná jako trvalý travní porost. Po celé jeho délce je údolní niva vodního toku z jedné strany ohraničena zemědělsky obdělávanou půdou a z druhé strany lesem. Břehy jsou biologicky zpevněné travinami a nejsou zde viditelné známky technické úpravy břehů. Koryto vodního toku je poměrně zahloubené a není zde výskyt žádných nivních ramen. Trasa vodního toku není narušena a koryto se nenachází ve vzduť. V korytě není narušena jeho migrační prostupnost ani transport sedimentů. Na tomto úseku díky jeho polohovému uspořádání hrozí větší zátěž spojená s agrotechnickým působením na přilehlých zemědělských pozemcích. Rozliv vody v krajině je umožněn.

Výsledek hydromorfologického hodnocení koryta vodního je 100 %. Stav koryta byl vyhodnocen jako dobrý s jistým potenciálem zlepšení vlastností v oblasti morfologie trasy a korytotvorných procesů. Výsledek vyhodnocení hydromorfologického stavu nivy je 46,4 %.

### **8. Úsek – Upravené koryto**

Úsek vodního toku začíná v místě staničení 1,86 km Nadmořská výška v daném bodě je 386 m. n. m. a koncová nadmořská výška úseku je 394 m. n. m. Délka úseku je 0,18 km.

Vodní tok se nachází v přechodné oblasti mezi trvale zatravněným porostem a objekty rybníků. V blízkosti vodního toku se nachází převážně pionýrské dřeviny. Tento úsek vodního toku je značně technicky upraveny. Na první pohled je ale viditelné, že technické opevnění břehů je ve fázi rozpadu. Koryto je značně napřímené a velice zahloubené. Trasa vodního toku je viditelně upravená a nevyskytují se zde žádná nivní ramena. V korytě vodního toku se nenachází žádné příčné objekty, které by přerušily migrační prostupnost nebo splaveninový režim. Splaveninový režim je ovlivněn rybníky nacházející se výše po proudu. Rozliv vody do krajiny není umožněn, vzhledem k velkému zahloubení koryta. Fotografie koryta viz příloha číslo 4.

Výsledek hodnocení hydromorfologického stavu koryta vodního toku je 84,8 %. Vyhodnocení hydromorfologického hodnocení nivy vodního toku je 46,4 %.

### **9. Úsek – První rybník**

Pro objekty rybníků nebylo zpracováno hodnocení stavu koryta vodního toku a stavu nivy vodního toku, jelikož se nejedná o vodní tok.

### **10. Úsek – Druhý rybník (3 kaskády)**

Pro objekty rybníků nebylo zpracováno hodnocení stavu koryta vodního toku a stavu nivy vodního toku, jelikož se nejedná o vodní tok.

### **11. Úsek – Třetí rybník**

Pro objekty rybníků nebylo zpracováno hodnocení stavu koryta vodního toku a stavu nivy vodního toku, jelikož se nejedná o vodní tok.

### **12. Úsek – Obtok třetího rybníka**

Počátek tohoto úseku se nachází v nadmořské výšce 394 m. n. m. a jeho konec se nachází v nadmořské výšce 403 m. n. m. Délka úseku je 0,24 km.

Vodní tok protéká v technicky zpevněném korytě podél třetího rybníku a vtéká do nejvyšší kaskády druhého rybníka. Břehy koryta jsou zpevněné vyskládanými kameny a průtok vody je omezen vzdouváním objektu třetího rybníku. Koryto je značně napřímené a jeho trasa je ovlivněna antropogenní činností. V korytě vodního toku není přítomna dřevní hmota. Vodní tok se do druhého rybníka vlévá pomocí přepadu. Migrační prostupnost je tedy hodnocena jako nevhodná a transport sedimentů je umožněn. Rozliv vody v krajině není možný.

Výsledek hydromorfologického hodnocení koryta vodního toku je 37,7 % a hydromorfologické hodnocení nivy vodního toku je hodnoceno 42,9 %.

### **13. Úsek – V krajině před rybníky**

Počáteční bod úseku vodního toku se nachází v nadmořské výšce 403 m. n. m. a jeho koncový bod se nachází v nadmořské výšce 405 m. n. m. Délka úseku je 0,11 km.

Vodní tok se nachází v krajině, která je přechodem mezi otevřenou krajinou, která se nachází mezi pozemky agrotechnicky obhospodařované půdy a krajinou ve které se nachází rybníky. Vodní tok je ve vzduť a nevyskytují se zde nivní ramena. Břehy jsou sporadicky zpevněny biologicky. V těsné blízkosti se nachází pionýrské dřeviny, které na několika místech svým kořenovým systémem zasahují do koryta vodního toku. Trasa koryta je ovlivněna antropogenní činností v těsné blízkosti vodního toku. Dřevní hmota v podobě mrtvého dřeva je v korytě obsažena sporadicky. Transport sedimentů a migrační prostupnost vodního toku nejsou omezeny. Rozliv vody z koryta vodního toku je možný.

Výsledné hodnocení hydromorfologického stavu koryta vodního toku je 73,4 % a vyhodnocení hydromorfologického stavu nivy vodního toku je 42,9 %

#### **14. Úsek – 2. meliorační přítok**

Počáteční nadmožská výška se nachází v 405 m. n. m. a koncová nadmožská výška se nachází v 427 m. n. m. Délka melioračního příkopu je 0,60 km.

Jedná se o periodický vodní tok, jehož cílem je odvod přebytečné vody z polí. Periodický vodní tok se tedy nachází v lokalitě, která je klasifikována jako zemědělská půda. Břehy vodního toku nejsou nijak biologicky zpevněné. V korytě vodního toku nenachází ani žádná dřevní hmota. Meliorační přítok je technicky vytvořeným vodním tokem s periodickým plněním. Hydrologický a splaveninový režim není narušen žádnými příčnými bariérami. S tím také může při zvýšeném množství srážek, zvýšený odnos sedimentů z orné půdy. Fotografie melioračního příkopu viz příloha číslo 3.

Výsledné hodnocení hydromorfologického stavu koryta periodického vodního toku je 90,6 %. Hodnocení hydromorfologického stavu nivy vodního toku je 46,4 %.

#### **15. Úsek – V krajině pod bažantnicí**

Počáteční nadmožská výška úseku je 405 m. n. m. a koncová nadmožská výška je 415 m. n. m. Délka úseku je 0,49 km

Úsek vodního toku se nachází v otevřené krajině mezi agrotechnicky obhospodařovanými pozemky. Koryto vodního toku je poměrně napřímené, i když šíře údolní nivy dovoluje jeho prodloužení. V korytě vodního toku se nenachází žádná dřevní hmota ani v jeho okolí. Břehy jsou zpevněny travními porosty. Tvar koryta je ovlivněn antropogenní činností, která se v blízkosti vodního toku intenzivně vyskytuje v podobě agrotechnického obdělávání půdy. Transport sedimentů a migrační prostupnost koryta nejsou narušeny. Rozliv vody v krajině je možný.

Výsledné vyhodnocení hydromorfologického stavu koryta vodního toku je 74,9 %. Hodnocení hydromorfologického stavu nivy koryta vodního toku je 42,9 %.

#### **16. Úsek – Bažantnice**

Počátek tohoto úseku se nachází v nadmožské výšce 415 m. n. m. a koncová nadmožská výška je 452 m. n. m. Délka vodního toku je 0,19 km.

Celý úsek se nachází na území bažantnice, kam je velmi omezený přístup pouze po dohodě s Lesní správou lány. Na tomto úseku se nachází 3 nebeské nádrže, které zajišťují plnění koryta vodního toku. Koryto vodního toku je přírodní,

trasa není nijak pozměněná. Břehy jsou místy zpevněny vegetací. V korytě vodního toku se dřevní hmota objevuje sporadicky. Migrační prostupnost a splaveninový režim nejsou narušeny. Rozliv vody je možný.

Výsledné hodnocení hydromorfologického stavu koryta vodního toku je 94 %. Vyhodnocení hydromorfologického stavu nivy vodního toku je 79 %.

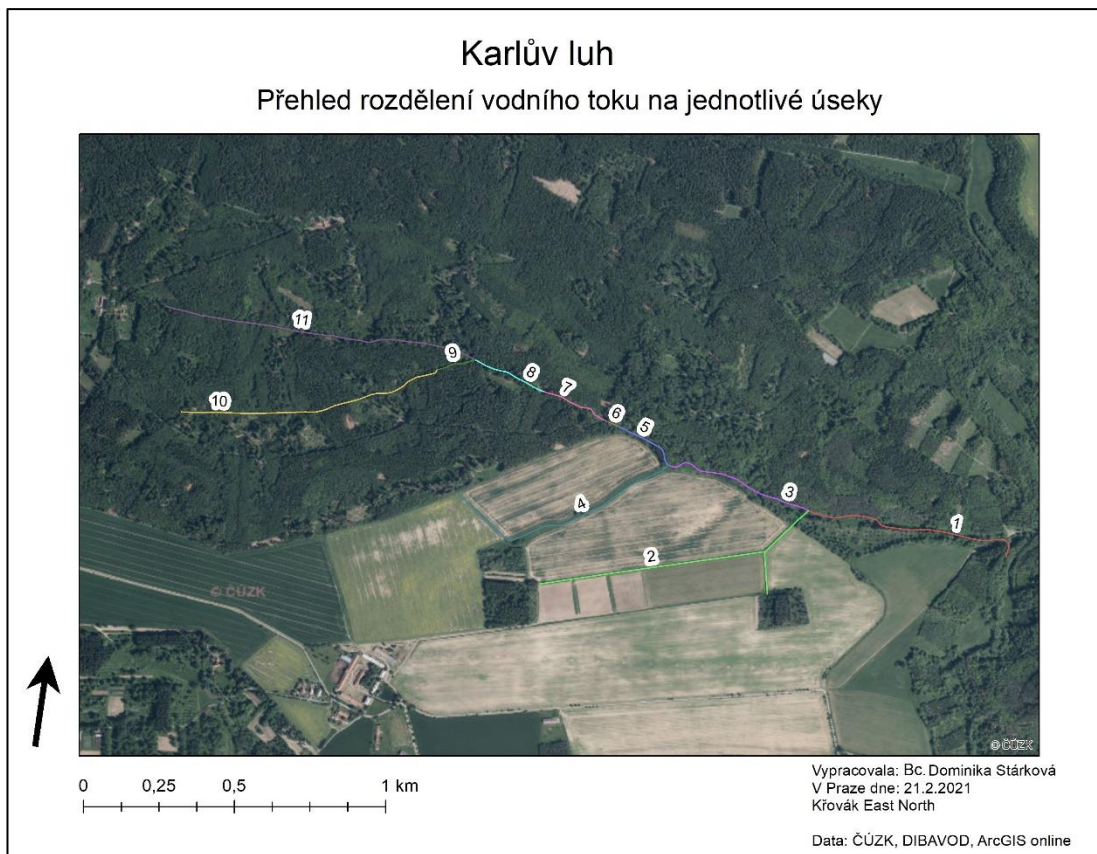
### 7.1.2 Karlův luh

Pro potřeby diplomové práce byl Karlův luh rozdělen do 11 úseků, které byly pracovním pojmenovány pro lepší orientaci. Hodnocení jednotlivých úseků probíhalo od soutoku s Klíčavou, proti proudu vody k prameni vodního toku. Pro jednotlivé úseky bylo provedení vyhodnocení kvality vodního toku dle Metodiky odboru ochrany vod, která stanovuje postup komplexního řešení protipovodňové a protierozní ochrany pomocí přírodě blízkých opatření. (MŽP 2008) Hranice pro konstatování dobrého hydromorfologického stavu je 60 % při hodnocení hydromorfologického stavu pro koryto vodního toku a také při hodnocení nivy vodního toku. Přehled základních údajů pro jednotlivé úseky viz tabulka číslo 4.

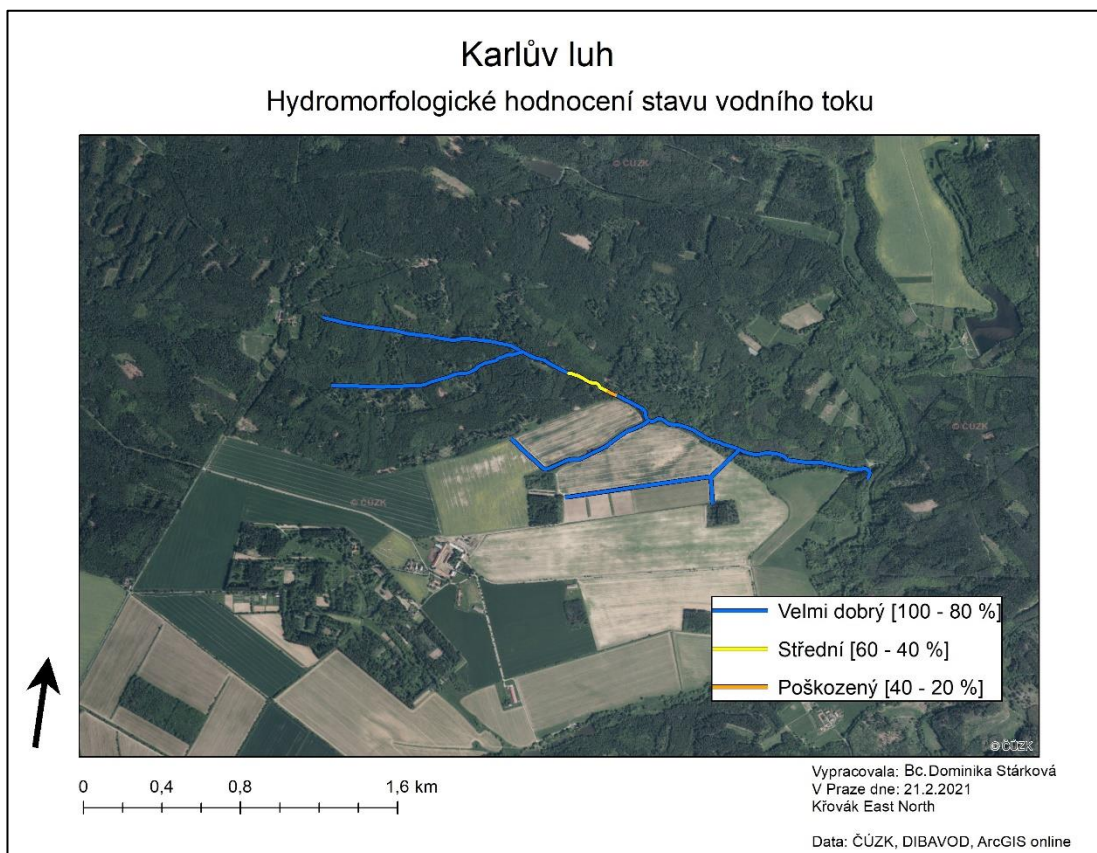
Úsek	Pracovní název	Staničení od [km]	Staničení do [km]	Délka úseku [km]	Počáteční kóta [m. n. m.]	Koncová kóta [m. n. m.]
1.	Vyústění do Klíčavy	0	0,73	0,73	350	370
2.	1. meliorační přítok	0,73	0,84	0,11	370	424
3.	Tok v lese	0,84	1,34	0,50	370	384
4.	2. meliorační přítok	1,34	2,17	0,83	384	418
5.	Tok v krajině	2,17	2,39	0,22	384	392
6.	Zatrubněná část	2,39	2,94	0,55	392	393
7.	Lesní jezero k zatrubnění	2,94	3,16	0,23	393	398
8.	Od soutoku	3,16	3,42	0,26	398	406
9.	Druhá větev 1. bod - výskyt vody	3,42	3,55	0,13	406	413
10.	Druhá větev - pramen	3,55	4,42	0,88	413	447
11.	První větev - pramen	4,42	4,93	0,50	406	450

Tabulka číslo 4 – Základní údaje o Karlově luhu

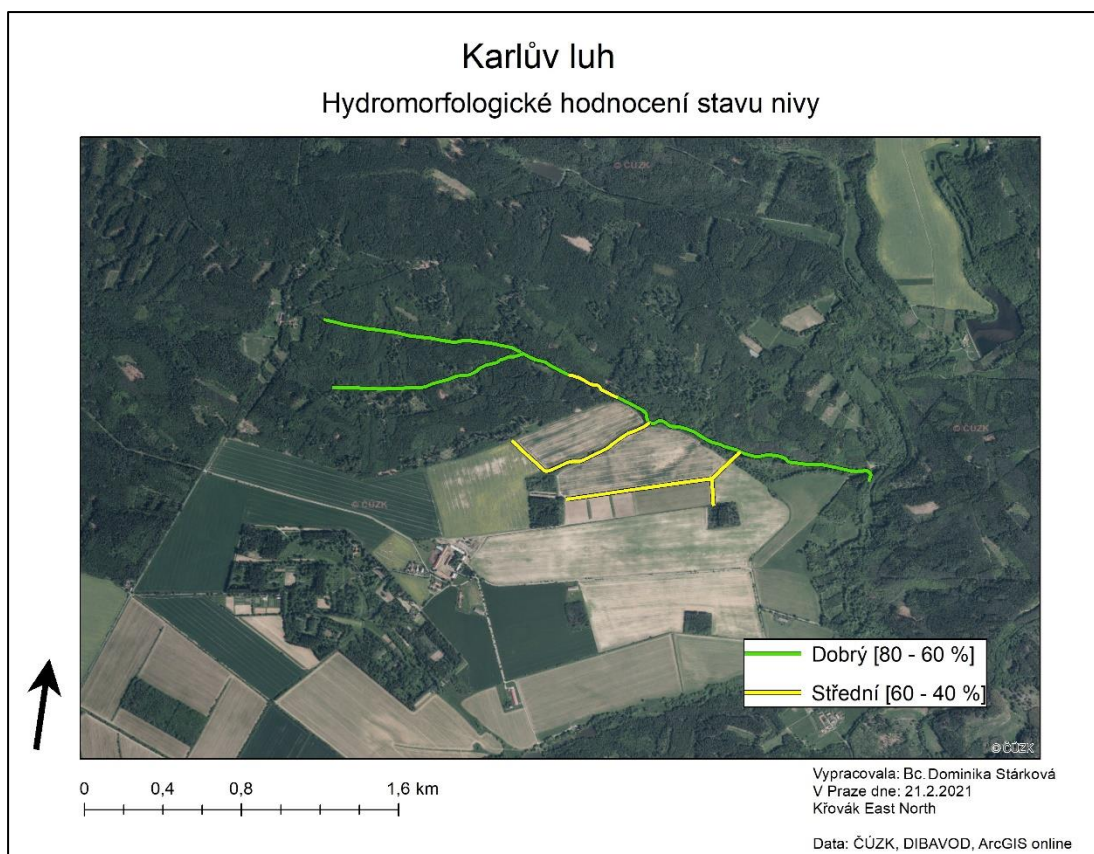
Výsledné hodnocení stavu koryta vodního toku a nivy vodního toku v jednotlivých úsecích byly vyhodnoceny a zpracovány do grafické podoby.



Obrázek číslo 21 – Rozdělení vodního toku na jednotlivé úseky



Obrázek číslo 22 – HMG stav vodního toku na Karlově luhu



Obrázek číslo 23 – HMG stav nivy na Karlově luhu

### 1. Úsek – Vyústění do Klíčavy

Úsek vodního toku začíná v místě, kde se Karlův luh vlévá do Klíčavy. Nadmořská výška počátku úseku je 350 m. n. m. a koncová 370 m. n. m. Délka úseku je 0,73 km.

Vodní tok se v tomto úseku nachází v zalesněné krajině. Břehy nejsou technicky zpevněné, místy jsou zpevněné pomocí vzrostlých stromů. Koryto je přírodního charakteru. Dřevní hmota se v korytě vodního toku vyskytuje sporadicky. V tomto úseku není žádný výskyt nivních ramen. Trasa koryta není nijak viditelně pozměněná. Migrační prostupnost a splaveninový režim nejsou narušeny přítomností příčných objektů. Koryto vodního toku není ve vzdutí a rozliv vody v krajině není možný vzhledem k zahloubení koryta.

Výsledné hodnocení hydromorfologického stavu koryta vodního toku je 85,3 %. Hydromorfologický stav nivy vodního toku je 70,9 %.

### 2. Úsek – 1. meliorační přítok

Počáteční nadmořská výška se nachází v 370 m. n. m. a koncová nadmořská výška se nachází v 424 m. n. m. Délka melioračního příkopu je 0,11 km.

Jedná se o periodický vodní tok, jehož cílem je odvod přebytečné vody z polí. Periodický vodní tok se tedy nachází v lokalitě, která je klasifikována jako zemědělská půda. Břehy vodního toku nejsou nijak biologicky zpevněné. V korytě vodního toku nenachází ani žádná dřevní hmota. Meliorační přítok je technicky vytvořeným vodním tokem s periodickým plněním. Hydrologický a splaveninový režim není narušen žádnými příčnými bariérami. S tím také může při zvýšeném množství srážek, zvýšený odnos sedimentů z orné půdy.

Výsledné hodnocení hydromorfologického stavu koryta periodického vodního toku je 86,2 %. Hodnocení hydromorfologického stavu nivy vodního toku je 46,4 %.

### **3. Úsek – Tok v lese**

Počátek úseku vodního toku se nachází v nadmořské výšce 370 m. n. m. a jeho nadmořská výška na konci úseku je 384 m. n. m. Délka úseku je 0,5 km.

Úsek vodního toku se nachází v lesním porostu. Koryto vodního toku je přírodního charakteru a jeho trasa není viditelně pozměněna. Břehy jsou biologicky zpevněné pomocí stromů a travin. Dřevní hmota se ve vodním toku vyskytuje sporadicky. Na úseku vodního toku nejsou evidovány vzduté úseky. Nivní ramena nejsou v tomto úseku přítomna. Rozliv vody v krajině je možný. Koryto není zahloubené.

Výsledné hodnocení hydromorfologického stavu koryta vodního toku je 91,5 % a hodnocení hydrologického stavu nivy vodního toku je 73,8 %.

### **4. Úsek – 2. meliorační přítok**

Počáteční nadmořská výška se nachází v 384 m. n. m. a koncová nadmořská výška se nachází v 418 m. n. m. Délka melioračního příkopu je 0,83 km.

Jedná se o periodický vodní tok, jehož cílem je odvod přebytečné vody z polí. Periodický vodní tok se tedy nachází v lokalitě, která je klasifikována jako zemědělská půda. Břehy vodního toku nejsou nijak biologicky zpevněné. V korytě vodního toku nenachází ani žádná dřevní hmota. Meliorační přítok je technicky vytvořeným vodním tokem s periodickým plněním. Hydrologický a splaveninový režim není narušen žádnými příčnými bariérami. S tím také může při zvýšeném množství srážek, zvýšený odnos sedimentů z orné půdy.

Výsledné hodnocení hydromorfologického stavu koryta periodického vodního toku je 85,3 %. Hodnocení hydromorfologického stavu nivy vodního toku je 46,4 %.

## **5. Úsek – Tok v krajině**

Počáteční nadmořská výška úseku je 384 m. n. m. a nadmořská výška na konci úseku je 392 m. n. m. Délka úseku vodního toku je 0,22 km.

Úsek vodního toku se nachází v krajině, která je přechodnou mezi lesem a ornou půdou. Tento úsek je přírodního charakteru, koryto vodního toku se nachází ve vzduť. Dřevní hmota se v korytě vyskytuje sporadicky. Břehy jsou biologicky zpevněné pomocí travin, keřů a místy i stromy. Trasa vodního toku je nezměněna, ale do jisté míry je ovlivněna antropogenní činností, která v intenzivní formě probíhá na okolních pozemcích. Koryto vodního toku není příliš zahloubené, proto je rozliv vody v krajině umožněn. V úseku není výskyt nivních ramen evidován. Na úseku vodního toku se nenachází žádné příčné objekty, které by znemožňovaly migrační prostupnost vodního toku nebo omezovaly transport sedimentů.

Výsledné hodnocení hydromorfologického stavu koryta vodního toku je 86,3 %. Výsledek hydromorfologického hodnocení nivy vodního toku je 72,6 %.

## **6. Úsek – Zatrubnění část**

Počátek úseku se nachází v nadmořské výšce 392 m. n. m. a nadmořská výška na konci úseku dosahuje 393 m. n. m. Délka úseku je 0,55 km.

Úsek vodního toku se nachází v lesním porostu. Jedná se o velmi technicky upravený úsek, který je ve své části zatrubněn. Dno koryta je zpevněno pomocí kamenné dlažby, která je použita také na zpevnění břehů. Zpevnění břehů prorůstá vegetací. Trasa koryta je značně napřímená a upravena. Koryto vodního toku je značně zahloubené a není umožněn rozliv vody v krajině. Dno koryta není ve vzduť. Výskyt nivních ramen není v úseku vodního toku evidován. Vzhledem k přepadu, který je přítomný v místě končícího zatrubnění, je úsek vodního toku posuzovaný jako migračně neprostupný.

Výsledné hodnocení hydromorfologického stavu koryta vodního toku je 28,6 %. Vyhodnocení hydromorfologického stavu nivy vodního toku je 61,7 %.

## **7. Úsek – Lesní jezero k zatrubnění**

Počátek úseku vodního toku se nachází v nadmořské výšce 393 m. n. m. a jeho konec se nachází v nadmořské výšce 398 m. n. m. Délka úseku je 0,23 km.

Úsek vodního toku se nachází v lesním porostu. Jedná se o úsek spíše technického charakteru díky zpevnění dna a břehů pomocí kamenné dlažby a retenční nádrže. Zpevnění dna a břehů prorůstá vegetací. Vodní tok se nenachází



ve vzdutí a jeho koryto je značně zahloubené. Retenční nádrž je opatřena kamennou hrází, která vytváří příčnou bariéru a přepad vody. Výskyt nivních ramen není v tomto úseku vodního toku evidován. Rozliv vody v krajině není umožněn. Fotografie zpevnění koryta viz příloha číslo 6.

Výsledné hodnocení hydromorfologického stavu koryta vodního toku je 59,7 % a výsledek hodnocení hydromorfologického stavu nivy vodního toku je 61,7 %.

### **8. Úsek – Od soutoku**

Počátek úseku vodního toku se nachází v nadmořské výšce 398 m. n. m. a jeho konec se nachází v nadmořské výšce 406 m. n. m. Délka úseku je 0,26 km.

Úsek vodního toku se nachází v lesní krajině. Vodní tok je v tomto místě přírodního charakteru a jeho trasa není ovlivněna antropogenní činností. V úseku vodního toku nejsou evidovány objekty technického charakteru. Úsek vodního toku je charakteristický tím, že proudění vody neprobíhá pouze v jednom korytě, ale dochází k větvení koryta, které připomíná divočení vodního toku. Divočení je způsobeno soutokem první a druhé větve vodního toku a trvá do doby, než se proud vody koncentruje do jednoho koryta. Úsek koryta vodního toku je přírodního charakteru. Břehy ani dno nejsou nijak technicky zpevněny. Dřevní hmota se ve vodním toku běžně vyskytuje v podobě popadaných větví. Ve vodním toku je patrný výskyt bočních ramen a je umožněn rozliv vody v krajině. V korytě se nenachází žádný objekt, který by působil jako migrační bariéra nebo omezoval transport sedimentů. Soutok větví je zaznamenán na fotografii v příloze číslo 5.

Výsledné hodnocení hydromorfologického stavu koryta vodního toku je 90,2 % a výsledek hodnocení hydromorfologického stavu nivy vodního toku je 79 %.

### **9. Úsek – Druhá větev – první výskyt vody**

Počátek úseku vodního toku se nachází v nadmořské výšce 406 m. n. m. a konec úseku se nachází v nadmořské výšce 413 m. n. m. Délka úseku je 0,13 km.

Jedná se o úsek vodního toku, který se nachází v lesní krajině, který začíná v místě, od kterého je evidována přítomnost vody v korytě vodního toku. Jedná se o koryto přírodního charakteru bez známek technických úprav. Břehy vodního toku jsou místy zpevněny kořenovým systémem přilehlých stromů, jinak není v blízkosti vodního toku přítomna žádná vegetace. Voda v korytě vodního toku se nachází ve vzdutí. Dřevní hmota je v korytě vodního toku obsažena sporadicky a výskyt

nivních ramen není evidován. V korytě vodního toku nebyl evidován žádný objekt, který by narušoval splaveninový režim.

Výsledné hodnocení hydromorfologického stavu koryta vodního toku je 90,7 % a vyhodnocení hydromorfologického stavu nivy vodního toku je 79 %.

### **10. Úsek – Druhá větev – pramen**

Počátek úseku se nachází v nadmořské výšce 413 m. n. m. a nadmořská výška na konci úseku je 447 m. n. m. Délka úseku je 0,88 km.

Jedná se o koryto vodního toku přírodního charakteru. V korytě se trvale nevyskytuje voda. Dle okolního prostředí lze předpokládat, že se jedná o úsek, který je plněn periodicky. Tvar koryta je v lesním prostu jasně viditelný a jeho tvar ani vlastnosti nejsou nijak upraveny. Břehy nejsou nijak zpevněny. V korytě vodního toku se nenachází žádný objekt, který by narušoval splaveninový režim nebo sloužil jako migrační bariéra.

Výsledné hodnocení hydromorfologického stavu koryta vodního toku je 90,2 % a výsledné hodnocení hydromorfologického stavu nivy vodního toku je 79 %.

### **11. Úsek – První větev – pramen**

Počátek úseku vodního toku se nachází v nadmořské výšce 406 m. n. m. a jeho konec se nachází v nadmořské výšce 450 m. n. m. Délka úseku je 0,5 km.

Úsek vodního toku se nachází v lesní krajině. Úsek je přírodního charakteru, bez známek jakýkoliv technických úprav koryta. Břehy nejsou nijak zpevněny, ani není změněna trasa koryta. Plnění koryta vodou je zajištěno pomocí vody z lesního jezírka. Dřevní hmota se v korytě nachází sporadicky. Nivní ramena nejsou v tomto úseku vodního toku evidována. V korytě se nenachází žádný objekt, který by narušoval splaveninový režim nebo sloužil jako migrační bariéra.

Výsledné hodnocení hydromorfologického stavu koryta vodního toku je 92,3 % a výsledné hydromorfologické hodnocení nivy vodního toku je 79 %.

## **7.2 Návrh revitalizace Brejlského potoka**

### **7.2.1 Architektonická koncepce**

Návrh byl vytvořen na základě teoretických podkladů rozepsaných v kapitole 3. Literární rešerše, katalogu návrhových opatření, základních parametrů vodních toků a následných výpočtů návrhových parametrů a Chézyho rovnice. Koncepce návrhu spočívala v cíli vytvořit takový návrh, který respektuje parametry zájmového

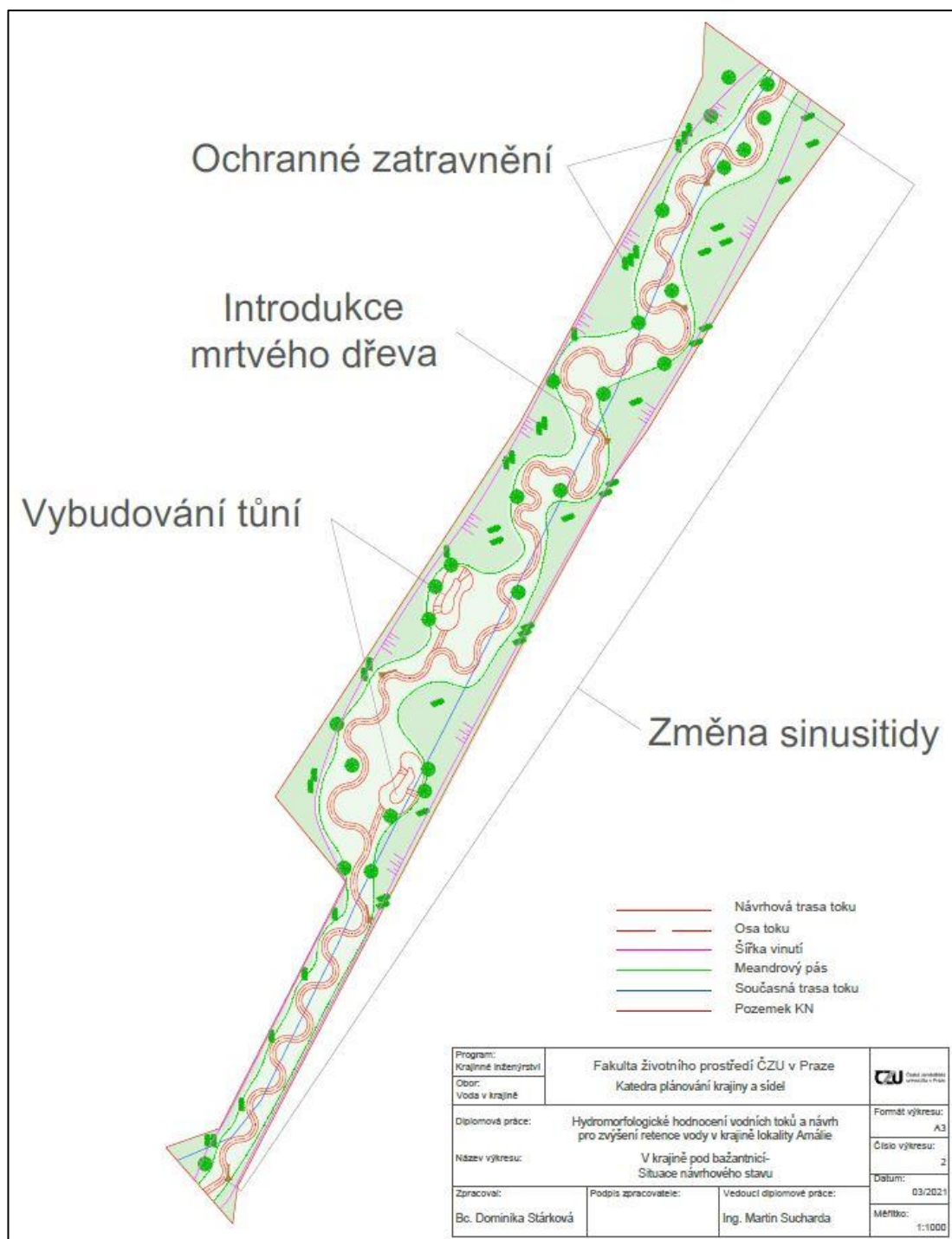
území v kombinaci se zlepšením stanovených problémů v na vodním toce a zároveň aby výsledek byl zlepšující pro okolní prostředí jak z ekologického hlediska, tak z hlediska estetického. Stabilizace břehů koryta vodního toku byla zvolena pomocí mrtvého dřeva a vysazením dřevin v těsné blízkosti vodního toku, které by měly ve středně dobém a dlouho dobém horizontu nahradit dřevní hmotu mrtvého dřeva.

### 7.2.2 Návrh parametrů

Koryto vodního toku je dimenzováno na průtok Q30d. Trasa koryta byla prodloužena parametrem vinutí, který byl stanoven na 1,6. Hloubka koryta je 0,3 m, šíře ve dně 0,2 m a šíře v břehových hranách je 2,1 m. Délka meandru je 23 m a šířka meandrového pásu je 10 m. Pro návrh trasy koryta byly použity hodnoty nacházející se mezi násobky 0,5 – 1,5 pro šíři a délku meandru.

### 7.2.3 Území pod bažantnicí

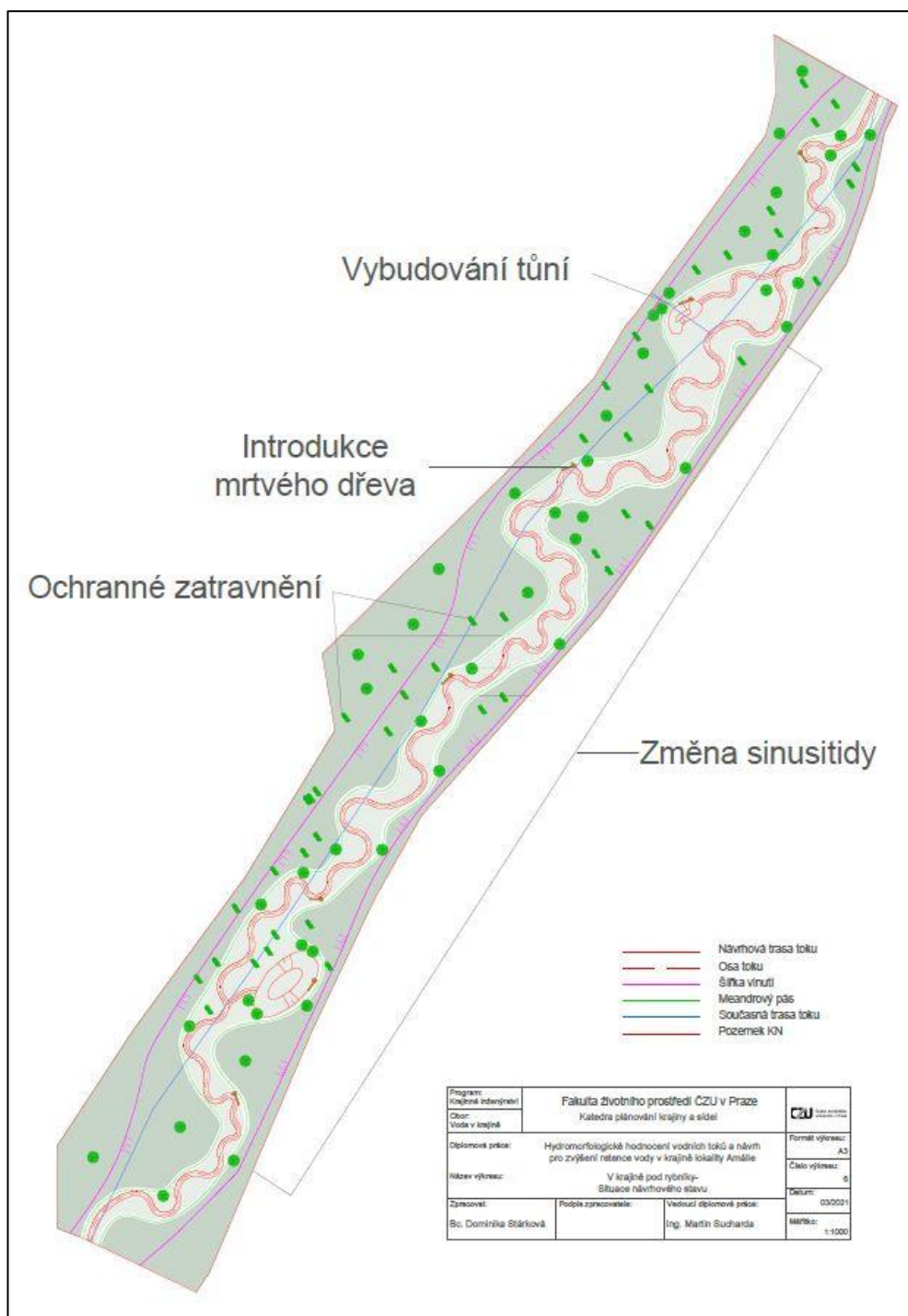
V návrhu revitalizace vodního toku byla použita opatření zmíněná v kapitole 5.4 Katalog návrhových opatření – zadržetí vody v krajině. V rámci této kapitoly je výkres uveden ve formě obrázků. V rámci návrhu na zvýšení retence vody v krajině byl dále vypracován výkres, který je podložen ortofoto mapou a výkres neobsahuje popisné části. Tyto výkresy jsou obsaženy v přílohách a v tištěné verzi předloženy ve formátu A3.



Obrázek číslo 24 – Návrh opatření v území pod bažantnicí

## 7.2.4 Území pod rybníky

V návrhu revitalizace vodního toku byla použita opatření zmíněná v kapitole 5.4 Katalog návrhových opatření – zadržení vody v krajině. V rámci této kapitoly je výkres uveden ve formě obrázků. V rámci návrhu na zvýšení retence vody v krajině byl dále vypracován výkres, který je podložen ortofoto mapou a výkres neobsahující popisné části. Tyto výkresy jsou obsaženy v přílohách a v tištěné verzi předloženy ve formátu A3.



Obrázek číslo 25 – Návrh opatření v území pod rybníky

## 7.3 Hodnocení návrhového hydromorfologického stavu

### 7.3.1 Vyhodnocení účinnosti opatření na melioračních příkopech

Návrhy pro řešení problémů spojených s melioračními příkopy se mezi sebou lišili v použitých materiálech a prostorovém uspořádání. Z hlediska jejich typového zařazení, by všechny zmíněné objekty v kapitole 5.3 spadaly mezi příčné objekty. Vzhledem k omezené šířce nivy koryta a nutnosti současnou šířku zachovat, byl vyhodnocen typ příčných objektů jako nejvhodnějším řešením problémů v dané lokalitě a na konkrétních melioračních příkopech.

Metodika MŽP vnímá příčné objekty jako negativně působící na kvalitu vodního toku. Z tohoto důvodu, při kontrolní analýze došlo vlivem vybrání příčných objektů, ke snížení kvality hydromorfologického stavu vodního toku. K tomuto efektu došlo na všech posuzovaných melioračních příkopech. Hodnota snížení hydromorfologické kvality vodního toku se pohybovala od 2 do 11 %. V žádném z případů ale nedošlo, že by hodnota hydromorfologické kvality vodního toku klesla pod hranici 60 %, tedy hranici pro dobrý stav vodního toku.

Primárním cílem návrhových opatření bylo zvýšení hydromorfologické kvality nivy melioračních příkopů. V tomto ohledu došlo k pozitivním výsledkům, kdy za pomoci přírodních materiálů jako je mrtvé dřevo, živá vegetace, vytvořením bylinného, keřového a stromového patra, došlo ke zvýšení ekologické vazby toku a údolní nivy a snížení vlivu okolní krajiny. Lze tedy vyhodnotit návrhová opatření jako zlepšující pro danou krajinu

Brejlský potok		Aktuální stav		Návrhový stav		Rozdíl	
		Tok	Niva	Tok	Niva	Tok	Niva
5.	1. Meliorační přítok	90,6 %	44,5 %	84,0 %	90,3 %	-6,6 %	+45,8 %
14.	2. Meliorační přítok	90,6 %	46,4 %	79,2 %	90,3 %	-11,4 %	+43,9 %

Tabulka číslo 5 – Porovnání aktuálního a návrhového HMG stavu Brejlského potoka

Karlův luh		Aktuální stav		Návrhový stav		Rozdíl	
		Tok	Niva	Tok	Niva	Tok	Niva
2.	1. Meliorační přítok	86,2 %	46,4 %	84,0 %	90,3 %	-2,2 %	+43,9 %
4.	2. Meliorační přítok	85,3 %	46,4 %	79,2 %	90,3 %	-6,1 %	+43,9 %

Tabulka číslo 6 – Porovnání aktuálního a návrhového HMG stavu Karlova luhu

### 7.3.2 Vyhodnocení opatření na návrhu revitalizace Brejlského potoka

V rámci Brejlského potoka byly vybrány pozemky, které mají největší potenciál ke zlepšení vlastností hydromorfologického stavu vodního toku, jeho přilehlé nivy a zároveň vybudování takových opatření, která zvýší retenci vody v krajině a nepřeruší kontakt mezi vodním tokem a okolní krajinou. Pro tento návrh byly vybrány dva pozemky. První pozemek se nachází ve volné krajině navazující na ústí Brejlského potoka z Bažantnice. Pozemek se nachází v těsné blízkosti orné půdy a končí v místě, kde je vybudován most pro přejezd zemědělské techniky. Tímto pozemkem protéká úsek Brejlského potoka, který byl pro potřeby diplomové práce označen jako 15. V krajině pod bažantnicí. Druhý pozemek se nachází ve volné krajině a navazuje na objekty rybníků. Na tomto pozemku se nachází dva úseky – 7. Tok v krajině a 8. Upravené koryto. Návrh byl vytvořen pro tyto dva úseky společně z důvodu odstranění technické úpravy břehů v úseku číslo 8. a následným propojením úseků pomocí navržených přírodně blízkých opatření.

Na vodních tocích nebyly navrženy žádné objekty, které by svou přítomností ovlivnily splaveninový režim nebo průtokové vlastnosti. Zpomalení odtoku vody z dané lokality bylo docíleno pomocí prodloužení trasy vodního toku. Navržené parametry koryta byly rozepsány v kapitole 7.2.2 Návrh parametrů. Z důvodu změny trasy koryta vodního toku byl předpoklad k podobným výsledkům hydromorfologického stavu, a tedy zlepšení kvality nivy vodního toku na úkor zhoršení kvality vodního toku. Předpoklad se potvrdil u 2 ze 3 úseků, a to na úseku 7 a 8, kdy pokles kvality toku byl 17,5 % a 2,3 %. I přes to, že došlo dle metodiky k poklesu kvality vodního toku, nebyla tato změna natolik velká, aby výsledný stav klesl pod hranici 60 %, která stanovuje hranici pro vodní tok v dobrém stavu. Oba úseky stále spadají do kategorie nad 80 %, což je hranice pro vodní tok s velmi dobrými hydromorfologickými vlastnostmi. Na úseku číslo 15 došlo naopak ke zlepšení hydromorfologické kvality toku o 7,6 % jeho hodnocení a tím došlo také ke změně klasifikace z toku s dobrými hydromorfologickými vlastnostmi na tok s velmi dobrými hydromorfologickými vlastnostmi.

Při vyhodnocení výsledků hydromorfologické kvality nivy vodního toku, byl potvrzen předpoklad zlepšení kvality nivy pomocí navržených přírodně blízkých opatření. Nárůst v procentuálně vyjádřené hydromorfologické kvalitě nivy vodního toku byl zaznamenán na 3 ze 3 úseků. Hodnota nárůstu se pohybovala mezi 43,9 % a 47,4 % a kvalita nivy u všech úseků se zvýšila ze střední hydromorfologické kvality na velmi dobrou hydromorfologickou kvalitu nivy vodního toku.

Z porovnání vyhodnocení výsledků dle metodiky MŽP pro aktuální a návrhový hydromorfologický stav bylo vyhodnoceno, že navržená přírodě blízká opatření mají zlepšující vliv na nivu vodního toku. V případě hydromorfologické kvality toku došlo k mírnému poklesu. V případě provedení kontrolní analýzy ve středně dobém a dlouhodobém časovém horizontu lze očekávat zlepšení v těchto parametrech. Vybudovaná opatření by měla získat více přírodní vlastnosti a lze tedy očekávat posun v parametrech týkající se morfologie trasy a korytotvorných procesů.

Brejlský potok		Aktuální stav		Návrhový stav		Rozdíl	
		Tok	Niva	Tok	Niva	Tok	Niva
7.	Tok v krajině	100,0 %	46,4 %	82,5 %	90,3 %	-17,5 %	+43,9 %
8.	Upravené koryto	84,8 %	46,4 %	82,5 %	90,3 %	-2,3 %	+43,9 %
15.	V krajině pod bažantnici	74,9 %	42,9 %	82,5 %	90,3 %	+7,6 %	+47,4 %

Tabulka číslo 7 – Porovnání aktuálního a návrhového HMG stavu Brejlského potoka



## 8. Diskuse

Cílem diplomové práce bylo provést analýzu hydromorfologického stavu vodních toků v lokalitě Amálie, a to Brejlského potoka a Karlova luhu. Dílčím úkolem bylo vypracování návrhu opatření na zvýšení retence vody v krajině. K vytvoření vhodných a účinných opatření bylo nejprve nutné porozumět tématům spojených s vodními toky. Mezi tato témata patří například porozumění procesům, které v různých oblastech nebo typech vodních toků probíhají, reakce vodních toků na různé změny spojené hydrologickými extrémami nebo porozumění důležitosti vzájemné vazby mezi krajinou a vodním tokem. Těmto tématům byla věnována kapitola 3 obsahující literární rešerši.

Podkladem, pro vyhodnocení hydromorfologického stavu vodních toků byl terénní průzkum, který proběhl na podzim roku 2019. Na základě tohoto průzkumu byly vodní toky rozděleny do několika úseků a pro lepší orientaci byly pracovně pojmenovány (viz tabulka číslo 2 a 3). Dále byla použita metodika odboru ochrany vod, která stanovuje postup komplexního řešení protipovodňové a protierozní ochrany vod pomocí přírodě blízkých opatření. Pomocí těchto údajů byl vyhodnocen aktuální hydromorfologický stav úseků vodních toků a jejich nivy udávaný v procentech. Hranice pro konstatování dobrého hydromorfologického stavu byla dle metodiky stanovena hranice 60 %. Na základě výsledků hydromorfologického hodnocení jednotlivých úseků byly v kapitole 5.2 vyhodnoceny problémy, které se vyskytují v lokalitě Amálie.

Hydromorfologický stav vodních toků byl na základě provedené analýzy, jejíž výsledek byl popsán v kapitolách 7.1.1 a 7.1.2, vyhodnocen ve většině případů jako dobrý, případně velmi dobrý. Kromě jednoho úseku na Brejlském potoce (úsek číslo 12 – obtok 3. rybníka) a 2 úseků na Karlově luhu (úsek číslo 6 – zatrubněná část a úsek číslo 7 – lesní jezero k zatrubnění) byl hydromorfologický stav vyhodnocen nad hranicí 60 %. Lze tedy konstatovat, že kvalita vodních toků je dobrá, až na několik výjimek, které jsou lokálního charakteru a neohrožují kvalitu toku v úsecích dále po proudu. Jednalo se hlavně o problémy vzniklé lokální antropogenní činností jako například zatrubnění vodního toku nebo zpevnění dna a břehů koryta pomocí kamenné dlažby. V některých úsecích byly zaznamenány ukazatele přítomnosti hloubkové eroze dna, které mohou mít spojitost s mineralogickým složením v korytě vodního toku nebo tak s intenzivní zemědělskou činností, která v blízkosti vodních toků probíhá.

Vyhodnocení hydromorfologického stavu nivy vodního toku poskytlo výsledky, které odráží jistý předpoklad lokality, který byl popsán v rámci literární rešerše v kapitole číslo 3. Jednalo se o předpoklad zatížení vodních toků vlivem zemědělské činnosti, která v intenzivní formě probíhá v těsné blízkosti vodního toku. Tento aspekt se neprojevil v hodnocení kvality přímo vodního toku, ale v hodnocení jeho nivy. Z obrázků číslo 20 a 22 je patrné, že kvalita nivy vodního toku, jehož konkrétní úsek se nachází v těsné blízkosti zemědělsky obdělávaného pozemku, je nižší ve srovnání s úseky, které protékají například lesními pozemky. V lokalitě je i z ortofoto snímků pozorovatelná absence přechodových prvků mezi jedním a druhým typem krajiny.

Na základě hydromorfologického hodnocení stavu toku a jeho nivy byly stanoveny problémy, které se v lokalitě nachází. Některé z nich byly zmíněny v přechodných odstavcích. Ve zkratce se jedná o vliv zemědělské činnosti na kvalitu přilehlých vodních toků, a hlavně na nivu vodních toků. Dalším problémem souvisí s tvarem koryta vodních toků. Koryto je ve většině úseků příliš narovnané a zkrácené, a to i v místech, která disponují svou dostatečnou šířkou a nevyužívají tak potenciál k prodloužení trasy vodního toku, zpomalení průtoku vody a tím i zvýšení retence vody v krajině. Stanovením těchto problémů, byla specifikována kritéria, která by měla splňovat jednotlivá návrhová opatření – zpomalení průtoku vody v korytě vodního toku a melioračních příkopů, zvýšení hydraulické drsnosti koryta, zvýšit vegetační stupeň v okolí vodního toku, který bude zároveň sloužit jako přechodový prvek mezi vodním tokem a zemědělskou půdou. Tato kritéria byla použita při sumarizaci vhodných typových opatření v kapitole 5.3 a 5.4, která by zlepšila dané problémy v lokalitě.

Z těchto opatření byl vytvořen podklad, který svou textovou částí popisuje princip působení procesů a následný vliv na vodní tok a okolní krajinu. Katalog byl rozdělen do dvou sekcí – opatření použitelná pro meliorační příkopy a opatření, která lze využít v rámci revitalizace vodního toku v krajině. Zároveň byla tato opatření graficky vyobrazena pomocí programu Auto CAD 2021 na základě předešlých výpočtů parametrů návrhového koryta a Chézyho rovnice. Vznikla schémata jednotlivých opatření a také návrh revitalizace vodního toku v krajině na pozemcích, které byly vytipovány podle majetkových vztahů (vlastník Česká zemědělská univerzita) a prostorovému potenciálu k realizaci opatření, která povedou ke zvýšení retence vody v krajině.

K ověření následného vlivu navržených opatření na vodním toku a melioračních příkopech, byla provedena stejná analýza, která byla použita při

hodnocení aktuálního hydromorfologického stavu úseků vodního toku a jejich nivy. Na základě výsledků této analýzy byla ověřena správnost návrhů opatření s principy, které byly sumarizovány a popsány v literární rešerši.

Výsledky diplomové práce poukázaly na fakt, že opatření z přírodních materiálu jsou velmi účinná a mají velmi dobré vlastnosti i z dlouhodobého hlediska. Jejich instalace, materiálová potřeba a pořizovací náklady, v porovnání s technickými úpravami vodních toků, dle mého názoru nejdou srovnat. Oblíbenost použití přírodních objektů a opatření se v čase zvyšuje, ale stále můžeme na území v České republice vidět nepochopitelné řešení problémů s retencí vody v krajině pomocí technických staveb. Myslím si, že použití typově a materiálově podobných opatření, která komplexně zacílí na specifické problémy dané lokality, je mnohem smysluplnější než výstavba velkých technických staveb, které mohou v krajině tvořit bariery v krajině a zapříčinit zánik různých habitatů.

## 9. Závěr a přínos práce

V úvodu literární rešerše byla vysvětlena a popsána základní charakteristika týkající se vodních toků, procesních fází vodních toků, vazbou vodního toku na okolní krajinu a problematikou spojenou s úpravami vodních toků. Dále byla popsána důležitost introdukce dřevní hmoty do koryta vodního toku, ať už v podobě mrtvého dřeva nebo doprovodné vegetace. V návaznosti na literární rešerši byla provedena analýza aktuálního hydromorfologického stavu vodního toku a jeho nivy. Výsledky a teoretický základ z literární rešerše byly použity ke stanovení problémů v lokalitě.

Na základě těchto problémů byly vypracovány požadavky na návrhová opatření na melioračních příkopech a vytipovaných pozemcích na Brejlském potoce. Katalog byl opatřen o textovou a grafickou část, která znázornila podobu opatření. Pro vyhodnocení zvolení správného typu opatření byla provedena analýza v jednotlivých úsecích, kde došlo k umístění těchto opatření.

Porovnání výsledků analýzy aktuálního a návrhového hydromorfologického stavu vodního toku a nivy vedlo vyhodnocení účinnosti jednotlivých opatření. To ukázalo, že navrhovaná opatření mají dle metodiky MŽP zlepšující vliv na vlastnosti vodního toku, ale hlavně hydromorfologického stavu nivy vodního toku. Při použití zmíněných opatření lze také z dlouhodobého hlediska očekávat zvýšenou schopnost krajiny zadržovat vodu v podobě vzrůstu vysazené vegetace v krajině a v blízkosti melioračních příkopů. Retence vody v krajině je důležitou složkou pro obnovu malého vodního cyklu, ale také ke stabilizaci hladiny podzemní vody.

Přínosem této práce je sumarizace a vyhodnocení údajů lokality Amálie. Dalším přínosem je sumarizace přírodě blízkých opatření, která byla vybrána na základě úspěšných zahraničních realizací a pro potřeby diplomové práce byla tato opatření přizpůsobena potřebám konkrétním parametrům vodních toků. Dále lze jako přínos uvažovat potvrzení zlepšujících vlastností přírodě blízkých opatření nejen na vodní tok, ale také na jeho nivu a klimatické podmínky celkově. Díky těmto opatřením lze minimalizovat vedlejší negativní účinky antropogenního působení, aniž by byl přerušen kontakt mezi vodním tokem a okolní krajinou.

## 10. Přehled literatury a použitých zdrojů

### 10.1 Legislativa

[1] Rámcová směrnice o vodách. In: 200/60/ES. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0060&from=CS>

[2] Zákon o vodách: Vodní zákon. In: Ministerstvo životního prostředí, 2001, 254/2001 Sb. Dostupné také z: [https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/20F9C15060CAD3AEC1256AE30038D05C/%24file/Z%20254\\_2001.pdf](https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/20F9C15060CAD3AEC1256AE30038D05C/%24file/Z%20254_2001.pdf)

### 10.2 Odborné publikace a články

[1] BAROŇ. Vodní eroze. Česká geologická služba [online]. 2021 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/geohazardy/katalog/geohazard-28/>

[2] BURIAN, Zdeněk, Eva CUDLÍNOVÁ, Libor ČÍHAL, et al. *Pozemkové úpravy v České republice*. Praha: Consult, 2011. ISBN 80-903482-8-9.

[3] ČHMÚ. *Monitoring sucha* [online]. 2021 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/aktualni-situace/sucho>

[4] CHYTRÝ, Milan, Michal HÁJEK, Martin KOČÍ, et al. *Příroda*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, [2009]. ISBN 978-80-7620-043-2.

[5] CÍLEK, Václav, Tomáš JUST, Zdenka SŮVOVÁ, et al. *Voda a krajina: kniha o životě s vodou a návratu k přirozené krajině*. Praha: Dokořán, 2017. ISBN 978-80-7363-837-5.

[6] DOUBRAVOVÁ, HOMOLÁČOVÁ, DROUŠLOVÁ, Metodický návod k provádění pozemkových úprav, Metodika, SPÚČR, Praha 2019 [cit. 2021-03-11]

[7] Geomorfologické členění. *Univerzita Palackého v Olomouci* [online]. 2010 [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: [https://geography.upol.cz/soubory/studium/e-ucebnice/Smolova-2010/celky/geomorfologicke\\_cleneni.pdf](https://geography.upol.cz/soubory/studium/e-ucebnice/Smolova-2010/celky/geomorfologicke_cleneni.pdf)

[8] GRYGAR, Radomír a Jan JELÍNEK. Fluviální procesy a reliéfy jimi vznikající. *Geomorfologie pro technické obory* [online]. 2021 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: [http://geologie.vsb.cz/geomorfologie/Prednasky/9\\_kapitola.htm](http://geologie.vsb.cz/geomorfologie/Prednasky/9_kapitola.htm)

[9] HAVLÍK, Aleš. *Základy hydrologie* [online]. Fakulta stavební ČVUT v Praze, 2021, 85 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Vin/prednasky.htm>

- [10] INTERSUCHO. *Co je sucho?* [online]. 2021 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.intersucho.cz/cz/o-suchu/co-je-sucho/>
- [11] JANEČEK, M. – Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika. ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Praha: Powerprint, 2012. [cit. 2021-03-11] ISBN 978-80-87415-42-9.
- [12] JUST, Tomáš. Jak se vyvíjejí revitalizace. *Agentura ochrany přírody a krajiny* [online]. 2021 [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/revitalizace-vodnich-toku/jak-se-vyvijejí-revitalizace/>
- [14] JUST, T. Revitalizace vodního prostředí. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2003. [cit. 2021-03-11] 144 s. ISBN 8086064727.
- [15] JUST, Tomáš. Morfologické typy vodních toků. *Agentura ochrany přírody a krajiny* [online]. 2013 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/morfologicke-typy-vodnich-toku/>
- [16] JUST, Tomáš. Mrtvé dřevo ve vodních tocích. *Agentura ochrany přírody a krajiny* [online]. 2008 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/mrtve-drevo-ve-vodnich-tocich/>
- [17] JUST, Tomáš. *Odborné články k metodice revitalizací* [online]. 2010 [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/revitalizace-vodnich-toku/odborne-clanky-k-metodice-revitalizaci/>
- [18] JUST, Tomáš. Přírodě blízká protipovodňová ochrana (PBPPPO). *Agentura ochrany přírody a krajiny* [online]. 2014 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/priode-blizka-protipovodnova-ochrana-pbppo/>
- [19] JUST, Tomáš. *Revitalizace vodního prostředí: všem, kteří si přejí udělat z příkopů a kanálů zase potoky a řeky*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2003. ISBN 80-860-6472-7.
- [20] JUST, Tomáš. Technické úpravy vodních toků. *Agentura ochrany přírody a krajiny* [online]. 2021 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/technicke-upravy-vodnich-toku/>

- [21] JUST, Tomáš. *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. Praha: Český svaz ochránců přírody, 2005. ISBN 80-239-6351-1.
- [22] JŮVA, Karel a Václav TLAPÁK. *Úpravy toků*. Brno: Vysoká škola zemědělská v Brně, 1975.
- [23] KLIMENT, Zdeněk. Fluviální procesy. *Katedra fyzické geografie a geologie* [online]. 2021 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: [https://web.natur.cuni.cz/~langhamr/lectures/hydro/pdf/Kliment\\_Fluviální\\_procesy\\_2009.pdf](https://web.natur.cuni.cz/~langhamr/lectures/hydro/pdf/Kliment_Fluviální_procesy_2009.pdf)
- [24] KOALICE PRO ŘEKY. *Katalog opatření* [online]. 2016 [cit. 2021-03-25]. Dostupné z: <http://www.koaliceproreky.cz/wp-content/uploads/2016/01/Katalog.pdf>
- [25] KUBÍK, Ladislav a Miroslav FLORIÁN. Hodnocení sedimentů vodních ploch (toky, rybníky, vodní nádrže): průběžná zpráva 1995–2017. *Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně* [online]. 2019, , 2-4 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/627299/Prubezna\\_zprava\\_sedimenty\\_final.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/627299/Prubezna_zprava_sedimenty_final.pdf)
- [26] KUJANOVÁ, Kateřina a Milada MATOUŠKOVÁ. Typy vodních toků na území České republiky z pohledu hydromorfologie. *Vodní hospodářství* [online]. 2021 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://vodnihospodarstvi.cz/typy-vodnich-toku/>
- [27] MACURA, Lukáš. *Úpravy tokov*. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry, 1966. ISBN 63-552-66.
- [28] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Koncepce zprůchodnění říční sítě ČR aktualizace 2020* [online]. 2020 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/koncepce\\_migracni\\_zpruchodneni](https://www.mzp.cz/cz/koncepce_migracni_zpruchodneni)
- [29] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Údolní niva* [online]. 2021 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/udolni\\_niva\\_definice](https://www.mzp.cz/cz/udolni_niva_definice)
- [30] MŽP zatím odsouhlasilo 10 z 31 lokalit pro stavbu přehrad. *České noviny (ČTK)* [online]. 28.5.2020 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://www.ceskenoviny.cz/zpravy/mzp-zatim-odsouhlasilo-10-z-31-lokalit-pro-stavbu-prehrad/1896268>
- [31] Anonymous. *Návrat lososů* [online]. 2012 [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: <http://www.navratlososu.cz/informace-o-projektu.html>

- [32] PETRÁNEK, Jan. Jeseň. *Česká geologická služba* [online]. 2007 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?jeseň>
- [33] POŠTULKA, Zdeněk. *Strategie adaptačních opatření pro plán oblasti povodí Moravy* [online]. 2012 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: [http://www.uprm.cz/data/docs/projekty/kkp/studie\\_kkp-final\\_verze/c\\_zemedelska\\_povodi.pdf](http://www.uprm.cz/data/docs/projekty/kkp/studie_kkp-final_verze/c_zemedelska_povodi.pdf)
- [34] Přirozené koryto vodního toku a jeho změny: nové pojetí v novele vodního zákona. *Forum ochrany přírody* [online]. 2021 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <http://www.forumochranyprirody.cz/prirozene-koryto-vodniho-toku-jeho-zmeny-nove-pojeti-v-novele-vodniho-zakona>
- [35] ŠINDLAR, Miloslav. *Geomorfologické procesy vývoje vodních toků*. Vyd. 2. Hradec Králové: Sindlar Group, 2012. ISBN 978-80-7620-043-2.
- [36] SKATULA, Leo. *Hrazení bystřín a strží*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1959.
- [36] SPÚČR: Technický standard plánu společných zařízení v pozemkových úpravách, Praha 2016
- [37] UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI. *Eroze* [online]. 2014 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: [https://geography.upol.cz/soubory/lide/smolova/PPR/PPR\\_Eroze\\_2014\\_web.pdf](https://geography.upol.cz/soubory/lide/smolova/PPR/PPR_Eroze_2014_web.pdf)
- [38] VAVRUŠKA, Vít. *Migrace Meandru* [online]. ČVUT, 2021, 25 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: [http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Toky/Predmety/YRIM/Seminarni\\_prace+prezentace/2017/prezentace/Meandry\\_Vavruska.pptx](http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Toky/Predmety/YRIM/Seminarni_prace+prezentace/2017/prezentace/Meandry_Vavruska.pptx)
- [39] VLČEK, Lubomír a Miloslav ŠINDLAR. Geomorfologické typy vodních toků a jejich využití pro revitalizace. *Vodní hospodářství*. 2002(06).
- [40] Vodní plochy a potoky. *Pražská příroda* [online]. 2013 [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: <http://www.praha-priroda.cz/vodni-plochy-a-potoky/>
- [41] Vodní toky. *Pražská příroda* [online]. 2013 [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: <http://www.praha-priroda.cz/vodni-plochy-a-potoky/vodni-toky/>
- [42] VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T. G. M. *Katalog přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině* [online]. 2018 [cit. 2021-03-14].



[http://suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1\\_katalog\\_opatreni\\_0.pdf](http://suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1_katalog_opatreni_0.pdf)

### 10.3 Zahraniční odborné publikace a články

[1] ALOKHINA, Tetiana. Rivers revitalisation: approaches to decision. Research Gate [online]. 2020 [cit. 2021-03-13]. Dostupné z: doi:10.1051

[2] BRIERLEY, Gary J. a Kirstie A. FRYIRS. *River Futures: An Integrative Scientific Approach to River Repair*. Washington: Island Press, 2008. ISBN 978-1-59726-112-8.

[3] CHEREMISINOFF, Nicholas P. Groundwater Remediation and Treatment Technologies. *Elsevier* [online]. 2008, 2008, 1 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: doi:10.1016

[4] COPELAND, Ronald R., Dinah N. MCCOMAS, Colin R. THRONE, Philip J. SOAR, Meg M. JONAS a Jon B. FRIPP. Hydraulic Design of Stream Restoration Projects. *US Army Corps of Engineers: Engineer Research and Development Center* [online]. 2001 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/stelprdb1043219.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1043219.pdf)

[5] DOLLINGER, Jeanne, Gabrielle RUDI, Denis FEURER, Giles BELAUD a Jean-Stéphane BAILY. The Use of Photogrammetry to Construct Time Series of Vegetation Permeability to Water and Seed Transport in Agricultural Waterways. *Research Gate* [online]. 2018 [cit. 2021-03-25]. Dostupné z: doi:10.3390

[6] FATH, Brian. *Encyclopedia of Ecology*. 2. vydání. Amsterdam: Elsevier, 2019. ISBN 978-0-444-64130-4.

[7] Fundamentals of Rosgen Stream Classification System. *United States Environmental Protection Agency* [online]. 2021 [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: [https://cfpub.epa.gov/watertrain/moduleFrame.cfm?parent\\_object\\_id=1199#c](https://cfpub.epa.gov/watertrain/moduleFrame.cfm?parent_object_id=1199#c)

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

[9] GRAUBÜNDEN, Kanton a Val MÜSTAIR. *Revitalisierung des Projekts Rombach las Palüds / las Spinas* [online]. 2008 [cit. 2021-03-25]. Dostupné z: [https://plattform-renaturierung.ch/wp-content/uploads/2018/03/Schlussbericht\\_Rombach.pdf](https://plattform-renaturierung.ch/wp-content/uploads/2018/03/Schlussbericht_Rombach.pdf)

- [10] HORN, John D., R. Matthew JOECKEL a Christopher R. FIELDING. Progressive abandonment and planform changes of the central Platte River in Nebraska, central USA, over historical timeframes. *Research Gate* [online]. 2012 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/251529642\\_Progressive\\_abandonment\\_and\\_planform\\_changes\\_of\\_the\\_central\\_Platte\\_River\\_in\\_Nebraska\\_central\\_USA\\_over\\_historical\\_timeframes](https://www.researchgate.net/publication/251529642_Progressive_abandonment_and_planform_changes_of_the_central_Platte_River_in_Nebraska_central_USA_over_historical_timeframes)
- [11] IMHOFF, Kurt. *Sediment routing through channel confluences: Practice tracing in a gravel-bed river headwaters* [online]. University of Montana, 2015, 85 [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: <https://scholarworks.umt.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=5562&context=etd>
- [12] KISS, Tímea, Gabriel J. AMISSAH a Károly FIALA. *Bank Processes and Revetment Erosion of a Large Lowland River: Case Study of the Lower Tisza River, Hungary* [online]. 2019 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/334004838\\_Bank\\_Processes\\_and\\_Revetment\\_Erosion\\_of\\_a\\_Large\\_Lowland\\_River\\_Case\\_Study\\_of\\_the\\_Lower\\_Tisza\\_River\\_Hungary](https://www.researchgate.net/publication/334004838_Bank_Processes_and_Revetment_Erosion_of_a_Large_Lowland_River_Case_Study_of_the_Lower_Tisza_River_Hungary)
- [13] KREBS, Charley. *Ecological Rents* [online]. 2021 [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: [https://www.zoology.ubc.ca/~krebs/ecological\\_rants/on-the-bonn-challenge-tree-restoration-and-the-climate-emergency/](https://www.zoology.ubc.ca/~krebs/ecological_rants/on-the-bonn-challenge-tree-restoration-and-the-climate-emergency/)
- [14] LI, Ming-Han. Goode Road/Cottonwood Creek, Hutchins, Texas. *USDA: National Engineering Handbook* [online]. 2007 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://directives.sc.egov.usda.gov/OpenNonWebContent.aspx?content=17799.wba>
- [15] LOVE, Michael a Steve ALLEN. *Restoring Complexity: Design of Large Wood Structures and Off-Channel Habitats* [online]. 2016 [cit. 2021-03-25]. Dostupné z: [https://www.calsalmon.org/sites/default/files/2016\\_SRF\\_Conference\\_Off\\_Channel\\_Habitats\\_Workshop.pdf](https://www.calsalmon.org/sites/default/files/2016_SRF_Conference_Off_Channel_Habitats_Workshop.pdf)
- [16] NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. *Barriers to Fish Migration* [online]. 2021 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.fisheries.noaa.gov/insight/barriers-fish-migration>
- [17] NATURAL WATER RETENTION MEASURES. *Individual NWRM Floodplain restoration and management* [online]. 2013 [cit. 2021-03-13]. Dostupné z:

[http://nwrn.eu/sites/default/files/nwrn\\_ressources/n3\\_-\\_floodplain\\_restoration\\_and\\_management.pdf](http://nwrn.eu/sites/default/files/nwrn_ressources/n3_-_floodplain_restoration_and_management.pdf)

[18] NPS. *River Systems and Fluvial Landforms* [online]. 2020 [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://www.nps.gov/subjects/geology/fluvial-landforms.htm>

[19] RECKING, A., G. PITON, L. MONTABONNET, S. POSI a A. EVETTE. Design of fascines for riverbank protection in alpine rivers: Insight from flume experiments. *Elsevier* [online]. 2019 [cit. 2021-03-25]. Dostupné z: doi:10.1016

[20] RECKING, Alain, Daniel V. TARRÍO, Guillaume PITON a Gary PARKER. Quantifying the Morphological Print of Bedload Transport. *Research Gate* [online]. 2016 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/284233501>

[21] River Restoration. *Umwelt Bundesamt* [online]. 2019 [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/water/rivers/river-restoration-start#undefined>

[22] SOLAR, Philip J. a Colin R. THORNE. Channel Restoration Design for Meandering Rivers. *US Army Corps of Engineers: Engineer Research and Development Center* [online]. 2001 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/stelprdb1043218.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1043218.pdf)

[23] TORREÑO, Alberto Alfonso, Álvaro Gómez GUTIÉRREZ a Susanne SCHNABEL. Dynamics of Erosion and Deposition in a Partially Restored Valley-Bottom Gully. *Research Gate* [online]. 2020 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: doi:10.3390

[24] UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE a NATURAL RECOURRCES CONSERVATION SERVICE. *Understanding Fluvial Systems: Wetlands, Streams, and Flood Plains* [online]. 2010 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: [https://www.wcc.nrcs.usda.gov/ftpref/wntsc/strmRest/TN4\\_FluvialSystems.pdf](https://www.wcc.nrcs.usda.gov/ftpref/wntsc/strmRest/TN4_FluvialSystems.pdf)

[25] UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. *Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices* [online]. 1998 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: [https://www.usda.gov/stream\\_restoration](https://www.usda.gov/stream_restoration)

[26] UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Stream Visual Assessment Protocol Version 2. *National Biology Handbook* [online]. 2009 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs144p2\\_042678.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs144p2_042678.pdf)

- [27] VIKRANT, Jain, Gary BRIERLEY a Kristie FRYIRS. *Where do floodplains begin? The role of total stream power an longitudinal profile form on flood plain initiation processes* [online]. 2008 [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: doi:10.1130
- [28] VINATIER, Fabrice, Jeanne DOLLINGER, Gabrielle RUDI, Denis FEURER a Gilles BELAUD. *The Use of Photogrammetry to Construct Time Series of Vegetation Permeability to Water and Seed Transport in Agricultural Waterways*. *Research Gate* [online]. 19.10.2018 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/329749087\\_The\\_Use\\_of\\_Photogrammetry\\_to\\_Construct\\_Time\\_Series\\_of\\_Vegetation\\_Permeability\\_to\\_Water\\_and\\_Seed\\_Transport\\_in\\_Agricultural\\_Waterways](https://www.researchgate.net/publication/329749087_The_Use_of_Photogrammetry_to_Construct_Time_Series_of_Vegetation_Permeability_to_Water_and_Seed_Transport_in_Agricultural_Waterways)
- [29] YOCHUM, Steven E. *Guidance for Stream Restoration and Rehabilitation*. *United States Department of Agriculture* [online]. 2015 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://www.fs.fed.us/biology/nsaec/assets/yochumusfs-nsaec-tn102-4guidancestreamrestoration.pdf>
- [30] ZANKANA, Ahmed Al, Tom MATHESON a David HARPER. *Adding large woody material into a headwater stream has immediate benefits for macroinvertebrate community structure and function* [online]. 27.6.2019 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/348759118\\_Adding\\_large\\_woody\\_material\\_into\\_a\\_headwater\\_stream\\_has\\_immediate\\_benefits\\_for\\_macroinvertebrate\\_community\\_structure\\_and\\_function](https://www.researchgate.net/publication/348759118_Adding_large_woody_material_into_a_headwater_stream_has_immediate_benefits_for_macroinvertebrate_community_structure_and_function)

#### 10.4 Podklady

- [1] CENIA [online]. 2019 [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map>
- [2] DIBAVOD [online]. 2021 [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://www.dibavod.cz/>
- [3] *Mapy.cz* [online]. 2021 [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://mapy.cz/turisticka?x=13.8085082&y=50.0946949&z=13&source=stre&id=128245>
- [4] ÚHÚL [online]. 2021 [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <http://www.uhul.cz/>
- [5] VUMOP [online]. 2019 [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/>
- [6] *Zeměměřičský úřad* [online]. [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/?p=84>

## 10.5 Seznam tabulek

- [1] Tabulka číslo 1 - Průměrné teploty pro Prahu a Středočeský kraj (ČHMU, 2019)
- [2] Tabulka číslo 2 - Parametry pro návrh koryta
- [3] Tabulka číslo 3 - Základní údaje o Brejlském potoce
- [4] Tabulka číslo 4 – Základní údaje o Karlově luhu
- [5] Tabulka číslo 5 – Porovnání aktuálního a návrhového HMG stavu Brejlského potoka
- [6] Tabulka číslo 6 – Porovnání aktuálního a návrhového HMG stavu Karlova luhu
- [7] Tabulka číslo 7 – Porovnání aktuálního a návrhového HMG stavu Brejlského potoka

## 10.6 Seznam obrázků

- [1] Obrázek číslo 1 – Procesní fáze vodního toku (NPS 2020)
- [2] Obrázek číslo 2 – Dělení typů vodních toků dle Rosgena (USDA 2007)
- [3] Obrázek číslo 3 – Přehled vodních toků v lokalitě
- [4] Obrázek číslo 4 – Erozní ohroženost lokality (VUMOP 2021)
- [5] Obrázek číslo 5 – Využití zájmového území dle Corine Land Cover
- [6] Obrázek číslo 6 – Skupiny půdních typů v zájmovém území
- [7] Obrázek číslo 7 – Schéma objektu modifikace haťošťerkového válce s vrbovým opletem
- [8] Obrázek číslo 8 – Řez korytem vodního toku
- [9] Obrázek číslo 9 – Zobrazení umístění objektu ve vodním toce
- [10] Obrázek číslo 10 – Schéma objektu křížového balvanitého prahu
- [11] Obrázek číslo 11 - Zobrazení umístění objektu ve vodním toce
- [12] Obrázek číslo 12 – Schéma objektu příčného prahu z mrtvého dřeva
- [13] Obrázek číslo 13 - Zobrazení umístění objektu ve vodním toce
- [14] Obrázek číslo 14 - Schéma objektu srubových přehrázek (čelní pohled)
- [15] Obrázek číslo 14 - Schéma objektu srubových přehrázek (pohled shora)

- [16] Obrázek číslo 16 – Řez korytem vodního toku
- [17] Obrázek číslo 17 - Zobrazení umístění objektu ve vodním toce
- [18] Obrázek číslo 18 – Rozdělení vodního toku na jednotlivé úseky
- [19] Obrázek číslo 19 – HMG stav vodního toku na Brejlském potoce
- [20] Obrázek číslo 20 – HMG stav nivy na Brejlském potoce
- [21] Obrázek číslo 21 – Rozdělení vodního toku na jednotlivé úseky
- [22] Obrázek číslo 22 – HMG stav vodního toku na Karlově luhu
- [23] Obrázek číslo 23 – HMG stav nivy na Karlově luhu
- [24] Obrázek číslo 24 – Návrh opatření v území pod bažantnicí
- [25] Obrázek číslo 25 – Návrh opatření v území pod rybníky

## 10.7 Seznam příloh

- [1] Příloha číslo 1 - Návrh retence vody na pozemku pod bažantnicí ortofoto
- [2] Příloha číslo 2 – Návrh retence vody na pozemku pod rybníky ortofoto
- [3] Příloha číslo 3 – Vyústění melioračního příkopu do Brejlského potoka
- [4] Příloha číslo 4 – Úprava na úseku číslo 8 Brejlského potoka
- [5] Příloha číslo 5 – soutok 1. a 2. větve Karlova luhu
- [6] Příloha číslo 6 - Zpevnění koryta v úseku číslo 7 Karlova luhu

## 11. Přílohy



Příloha číslo 1 – Návrh retence vody na pozemku pod bažantnicí ortofoto



Příloha číslo 2 – Návrh retence vody na pozemku pod rybníky ortofoto





Příloha číslo 3 – Vyústění melioračního příkopu do Brejlského potoka



Příloha číslo 4 – Úprava na úseku číslo 8 Brejlského potoka



Příloha číslo 5 – soutok 1. a 2. větve Karlova luhu



Příloha číslo 6 – Zpevnění koryta v úseku číslo 7 Karlova luhu